

дологические основы клинической медицины. — К.: Здоровье, 1990. — 182 с.

4. Петров А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Ганина В.И. Геродиетические продукты функционального питания. — М.: Колос-пресс, 2001. — 96 с.

5. Пыцкий В.И. Причины и условия возникновения заболеваний (этиология). — М.: Трида-Х, 2001. — 64 с.

6. Тимченко О.И., Сердюк А.М., Турос О.И., Омельченко Е.М. Методологія оцінки впливу чинників довкілля на здоров'я населення: вибір типу дослідження і показників (огляд літератури) // Журнал АМН України. — 2000. — 6. — № 3. — С. 566-574.

7. Харченко О.О., Лихолат О.А., Шантир Л.І. Вплив електричного поля високої напруги на механізми старіння // Тезиси VII Міжнародного симпозиума "Біологічні механізми старіння". Харків, 24-27 мая 2006 г. — Харків, 2006. — С. 84-85.

8. Шандала М.Г., Звиняцковский Я.И. Окружающая среда и здоровье населения. — К.: Здоровье, 1988. — 152 с.

9. Coggon D., Goldsmith Y., Vedrychowski W. Seminars on environmental epidemiology. A textbook. — Geneva: WHO, 1993. — 196 p.

10. Cramer J.C. Population growth and local air // Population and Environment. — 2002. — № 28. — P. 22-52.

11. Diet, nutrition and chronic diseases. — Geneva: WHO, 1987. — 342 p.

12. Holmes T.H., Rahe R.H. The Social Readjustment Rating Scale // J. Psychosomatic Research. — 1967. — 11. — P. 213-218.

13. Miller M.A., Rahe R.H. Life changes scaling for the 1990s // J. Psychosomatic Research. — 1997. — № 43. — P. 279-292.

14. Zmirov D., Balducci F., Decenaux J. Mat-analysis and dose response functions of air pollution respiratory effects // Rev. Epidemiol. Santa Publ. — 1997. — № 45. — P. 293-304.

15. Sohal R.S., Weindrich R. Oxidative stress, caloric restriction and aging // Science. — 1999. — № 273. — P. 59-63.

16. Troen B.R. The biology of aging // J. Med. — 2003. — № 70. — P. 3-22.

## HEAVY METALS IN THE BOTTOM SEDIMENTS RIVERS OF THE INDUSTRIAL REGIONS

Alyokhina T., Bobko A., Malakhov I.

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ РЕК ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕГИОНОВ

**В**

**АЛЕХИНА Т.Н.,  
БОБКО А.А.,  
МАЛАХОВ И.Н.**

Криворожский отдел проблем экологической геологии и разработки рудных месторождений ОМГОР НАН Украины

УДК 556.5.01+549+622]:614.7

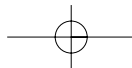
рупные индустриально развитые агломерации — мощные источники загрязнения всех компонентов окружающей среды. При загрязнении водных экосистем происходят качественные изменения в гидрологическом режиме водных объектов, а также химии воды. Характерным является заиливание рек и формирование мощных техногенных осадков. [1, 9, 12]. Важный показатель степени техногенного влияния на водоемы — тяжелые металлы (ТМ), которые на сегодняшний день занимают одно из ведущих мест среди техногенных загрязнителей окружающей среды.

В приведенной статье изложены результаты изучения накопления ТМ в донных осадках р. Ингулец, в районе одного из крупнейших горнодобывающих регионов мира — Криворожском железорудном бассейне. Река Ингулец является нижним правым притоком Днепра. Общая протяженность Ингульца составляет 549 км, площадь водозабора — около 1500 км<sup>2</sup>. Природные источники питания реки — атмосферные осадки, стоки со склонов балок и грунтовое питание. Подземное питание играет

### ВАЖКІ МЕТАЛИ У ДОННИХ ОСАДАХ РІЧОК ІНДУСТРІАЛЬНИХ РЕГІОНІВ

**Альошина Т.М., Бобко А.О., Малахів І.М.**

У статті підіймається актуальне нині питання техногенного впливу індустріально розвинених регіонів на водні екосистеми. Наведено результати досліджень вмісту важких металів у донних осадах річки Інгулець — головної водної артерії Кривого Рогу — великого залізрудного центру в Україні. Розглядається характер та відслідковується динаміка накопичення важких металів у донних осадах р. Інгулець у зоні техногенного впливу міста та нижче за течією. Відбір проб донних відкладень здійснено у 1990, 2002 та 2005 роках. Отримані результати свідчать про відсутність перевищення ГДК, а для більшості з елементів — також регіонального фонового рівня. Відзначено, що протягом останніх 15 років не простежується накопичення цілої низки важких металів у донних осадах річки. Припускається відсутність стійкої тенденції до накопичення важких металів в аспекті ступеня проточності водойми.



**Таблица 1**  
**Динамика содержания тяжелых металлов в донных осадках р. Ингулец**

Тяжелый металл	ПДК (мг/кг)	Региональный фон (мг/кг)	Средние концентрации тяжелых металлов M±m (мг/кг)		
			1990	2002	2005
бериллий		-	0,207±0,037	не обнар.	0,075±0,012
кадмий	4	-	0,160±0,041	не обнар.	не обнар.
кобальт		15	0,868±0,191	1,26±0,31	0,86±0,02
марганец	1500	700	91,0±22,7	76,0±18,9	88,0±20,3
медь	100	30	3,04±0,85	2,5±0,81	2,8±0,75
молибден	5	1,5	0,74±0,18	0,09±0,02	0,09±0,02
мышьяк	2	2	0,12±0,01	не обнар.	не обнар.
никель	100	40	21,52±8,63	4,80±0,85	3,80±0,82
ниобий		10	1,22±0,13	0,70±0,18	1,0±0,17
свинец	30	20	3,69±0,51	3,25±0,44	3,0±0,48
титан		5000	291,4±65,8	332,0±77,6	325,0±69,3
хром	100	60	6,96±1,05	8,5±1,92	8,8±1,54
цинк	300	70	15,2±3,1	21±3,9	27,4±3,5
серебро		0,03	-	6,4±2,9*	28,0±12,6*
стронций		310	1,69±0,36	3,85±0,98	2,0±0,56
ртуть	2	-	0,013±0,004	0,3±0,08	0,3±0,08

Примечание к таблицам 1-4:

\* – превышение регионального фоновый уровня.

второстепенную роль. Средне-годовой сток реки Ингулец составляет 13,1-15,2 м<sup>3</sup>/с, или 220-260 млн м<sup>3</sup>/год [3].

На сегодняшний день в Кривбассе зарегистрировано 76 предприятий разного профиля, загрязняющих окружающую среду и воду рек. Итогом только промышленной деятельности города (без учета бытовых стоков) стало ежегодное поступление в гидросистему р. Ингулец более 120 млн. м<sup>3</sup> неочищенных или слабоочищенных сточных вод, что составляет 45-55% природного среднегодового стока. По данным литературы [2], вместе с промышленными стоками в гидросистему Ингульца ежегодно поступает 42-51 т Fe, 3,3-5,6 т Mn, 0,2-0,3 т Cu, 0,25 т Cr, 0,02 т Zn.

Нами изучалось содержание ТМ в донных осадках реки Ингулец в зоне расположения Кривбасса (среднее течение реки) и ниже по течению. Выше Кривого Рога по реке Ингулец нет крупных промышленных объектов, которые могли бы быть источниками техногенного загрязнения. Однако ежегодно в Кривбассе в зимний период, в течение 5-7 дней, производится сброс в реку высокоминерализованных вод шламохранилищ в объемах 15-18 х 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>. После сбросов техногенных вод производится "промывка" реки днепровскими водами. По данным литературы [2, 9], объемы "промывочных" днепровских вод находятся в пределах 30 млн. м<sup>3</sup> в год.

Отбор проб донных отложений проводился в 1990, 2002 и 2005 годах. Пробы отбирали в пяти точках. Первая точка отбора проб (I) — зона размещения машиностроительного завода (приблизительно 250 км реки); вторая точка отбора (II) — район ниже сбросов метал-

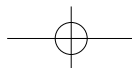
лургического комбината (260 км реки); третья точка отбора (III) — ниже сбросов горно-обогатительного комбината (280 км реки). Четвертая точка отбора (IV) — 111 км за городом вниз по течению (391 км реки), пятая точка отбора (V) — 167 км за городом вниз по течению (447 км реки).

Определение ТМ проводилось методом атомно-адсор-

бционной спектрометрии. В качестве основных характеристик для оценки уровня загрязнения донных осадков использовались абсолютные и средние показатели содержания ТМ в пробах (мг/кг), сравнение полученных значений с ПДК и региональными фоновыми уровнями (по данным ЮжУкрГеологии), а также коэффициент концентрации (K<sub>c</sub>) [11].

**Таблица 2**  
**Распределение тяжелых металлов в донных осадках реки Ингулец в 1990 году**

Тяжелый металл	Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в точках отбора				
	I	II	III	IV	V
бериллий	0,23	0,17	0,25	0,15	0,2
кадмий	0,2	0,2	0,2	-	0,2
кобальт	0,74	1,5	1,1	-	1
марганец	127,67	104,55	91,4	57	74,4
медь	3,56	2,85	3	2,8	3
молибден	0,16	0,81	0,63	-	1,5
мышьяк	0,2	0,2	0,2	-	-
никель	3,37	90,5*	2,7	7	4
ниобий	-	1,6	1,5	1,5	1,5
свинец	3,25	3,1	3	3,1	6
титан	260	267	288	300	342
хром	8	6,5	6,3	6	8
цинк	13,1	11,5	35	5,5	10
стронций	1,5	1,25	2,5	-	3,2
ртуть	0,05	0,011	0,004	-	-



### HEAVY METALS IN THE BOTTOM SEDIMENTS RIVERS OF THE INDUSTRIAL REGIONS

Alyokhina T., Bobko A., Malakhov I.

Actual for today question of the technogenic influence of the industrial developed regions on the water ecosystems is raised in this article. The results of investigations of content heavy metals in the bottom sediments of the Engulets river were expounded in the article for the main water artery of Krivoy Rog city — the great iron-ore centre of Ukraine. The disposition and the dynamic of accumulation heavy metals in the bottom sediments

Engulets river is watched in zone of technogenic influence city and downstream. The samples of the bottom sediments were selected in 1990, 2002 and 2005. Investigation results have shown lack of exceeding MCL and regional background level for majority heavy metals. Was marked, that the accumulation of whole range heavy metals in the bottom sediments Engulets river was not recorded during the last 15 years, thus assumption about lack steady trend of accumulation researched metals is made. The got results is considered as aspect of degree flowing water object.

Таблица 3  
Распределение тяжелых металлов в донных осадках реки Ингулец в 2002 году

Тяжелый металл	Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в точках отбора				
	I	II	III	IV	V
кадмий	-	-	-	-	-
кобальт	0,85	1,25	0,7	2	1,5
марганец	85	85	70	70	70
медь	1	3	3	2,5	3
молибден	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
мышьяк	-	-	-	-	-
никель	2	5	3	9	5
ниобий	2	-	1,5	-	-
свинец	1,25	6	3	3	3
титан	60	300	300	500	500
хром	2,5	10	10	10	10
цинк	8,5	12,5	70	7	7
серебро	3*	8,5*	20*	4*	4,3*
стронций	-	4,25	10	-	5
ртуть	-	-	-	1,5	-

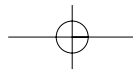
Результаты проведенных исследований выявили следующие особенности накопления тяжелых металлов в донных осадках реки Ингулец. Так, лишь для трех из определяемых нами металлов установлена тенденцию к накоплению — Cr, Zn и Hg (табл. 1). Для четырех элементов выявлено снижение их содержания в донных осадках — Be, Ni, Cd, As (причем два последних не были зафиксированы в 2002 и 2005 гг.). Для остальных элементов, в период исследования, отмечены разнонаправленные тенденции — как к накоплению, так и к диссипации.

Сравнение полученных средних концентраций ТМ в донных осадках с ПДК свидетельствует, что ни для одного из них не было установлено превышения ПДК. То же можно сказать, сравнивая результаты исследований с региональным фоновым уровнем. Исключением является лишь серебро, средние концентрации которого в 2002

и 2005 годах превышали региональный фоновый уровень для этого металла в 213 и 933 раза соответственно. Рассчитанные нами, с учетом регионального фонового уровня, коэффициенты концентраций составили в 1990 году следующий ряд: Ni — 0,54; Mo — 0,49; Zn — 0,21; Pb — 0,18; Mn — 0,13; Nb — 0,12; Cr — 0,11; Cu — 0,10; Co и As — 0,06; Ti — 0,05; Sr — 0,005. По результатам исследований в 2002 году был получен несколько иной ряд в зависимости от величины коэффициента концентрации: Ag — 213,3; Zn — 0,3; Pb — 0,16; Cr — 0,14; Ni — 0,12; Mn — 0,11; Co и Cu — 0,08; Nb — 0,07; Mo и Ti — 0,06. Что касается результатов исследований в 2005 году, то полученный нами ряд мало отличался от такового в 2002 году: Ag — 933,3; Zn — 0,35; Pb и Cr — 0,15; Mn — 0,13; Nb — 0,1; Ni

Таблица 4  
Распределение тяжелых металлов в донных осадках реки Ингулец в 2005 году

Тяжелый металл	Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в точках отбора				
	I	II	III	IV	V
бериллий	0,3	-	-	-	-
кадмий	-	-	-	-	-
кобальт	1,5	0,2	1	0,1	1,5
марганец	100	70	100	70	100
медь	5	2	3	1	3
молибден	0,15	0,04	0,1	0,07	0,1
мышьяк	-	-	-	-	-
никель	5	5	3	1	5
ниобий	1,5	0,5	1	1	1
свинец	4	2,5	5	0,5	3
титан	400	125	500	100	500
хром	15	6	10	3	10
цинк	50	15	50	2	20
серебро	85*	6,5*	10*	-	3*
стронций	-	-	10	-	10
ртуть	-	-	0	-	1,5



197 км) выявило следующие особенности их накопления: в 1990 году лишь мышьяк и ртуть, выявленные нами в районе города (точки отбора I, II и III), отсутствовали в донных осадках за городом (точки отбора IV и V), а в 2002 и 2005 годах эти элементы практически не обнаруживались и в районе города (табл. 2-4). Выявленное для марганца четкое снижение концентрации вниз по течению в 1990 и 2002 годах сменялось волнообразным характером в 2005 г. (рис.). Тенденция к выносу рекой и накоплению в нижнем течении титана, отмеченная нами в 1990 и 2002 гг., сменилась в 2005 году скачкообразным его накоплением. Увеличилось также абсолютное содержание титана в пробах.

Однако для подавляющего большинства элементов нами

не выявлено четких зависимостей между точками отбора проб и концентрацией тяжелых металлов в донных осадках, как не выявлено превышения ПДК ни для одного из исследованных нами элементов. Превышение регионального фонового уровня зафиксировано в 1990 году лишь для никеля и составляет 2,26 (табл. 2), а в 2002 и 2005 гг. — для серебра (табл. 3, 4). Что касается последнего, то значительные его концентрации в черте города (I, II и III точки отбора проб) свидетельствуют о техногенном происхождении.

Известно, что химический состав донных осадков несет информацию об интегральной сумме как природной, так и техногенной составляющих за длительный период времени [5-8] и на сегодняшний день имеется достаточно данных, свидетельствующих о накопления тяжелых металлов в донных осадках. Однако, по нашему мнению, следует учитывать характер водоема. Так, для малопроточных водоемов (водохранилищ, озер, прудов и др.) регистрируются высокие значения тяжелых металлов [4, 10], тогда как для водоемов с более высокой проточностью данные показатели значительно ниже.

В этой связи хотелось бы отметить то обстоятельство, что за изученный нами 15-летний период не было отмечено накопления целого ряда тяжелых металлов в донных осадках р. Ингулец. Более того, исходные невысокие концентрации Cd, Mn, Cu, Mo, Ti, Cr, Zn и др. позволяют предполагать, что в предыдущие годы также не существовало устойчивой тенденции к их накоплению. Данный факт, с учетом того, что речь идет о крупном горно-металлургическом регионе, можно рассматривать двояко: с одной стороны, — это колебания объемов сбросов промышленных предприятий, связанные со спадом производства в 1990-е годы, с другой, — значительные объемы "промывочных" днепровских вод (о чем было сказано выше).

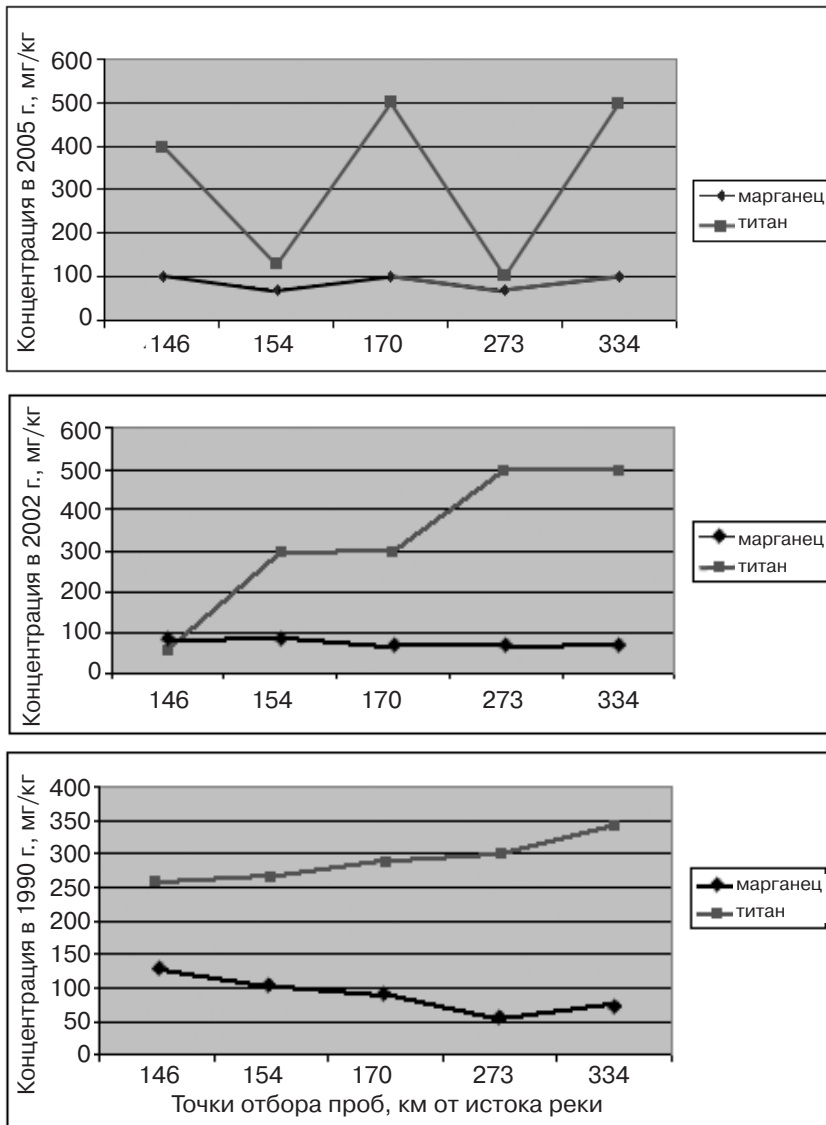
Таким образом, выявленное нами отсутствие накопления тяжелых металлов в донных осадках в районе крупного горно-добывающего и металлургического региона, а также их

и Cu — 0,09; Mo, Ti и Co — 0,06. Обращают на себя внимание очень низкие величины коэффициента концентрации тяжелых металлов (за исключением серебра, для которого данная величина очень большая).

Пространственное распределение ТМ в донных осадках (общая протяженность исследованной территории составляет

Рисунок

**Пространственное и временное распределение содержания в донных осадках марганца и титана**



пространственная однородность как в районе города, так и ниже его по течению является интересным фактом, который требует дальнейшего изучения, особенно во взаимосвязи "донные осадки — вода — биота".

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Альохіна Т.Н. Вплив стану повітряного середовища Кривбасу на формування хімічного складу поверхневих вод // Техногенез у поверхневих та підземних водах: Збірник наук. праць. — Вип. 4. — Кривий Ріг, 2005. — С. 17-23.

2. Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Самоткал Е.В. та ін. Гідроекосистема Криворізького басейну — стан і напрямки поліпшення. — К.: Фенікс, 2005. — 213 с.

3. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. — К.: Вища школа, 1995. — 307 с.

4. Гуменюк Г.Б. Вміст і розподіл міді, кобальту та кадмію у біотичних і абіотичних компонентах Тернопільського ставу // Наукові записки ТДПУ. Сер. "Біологія". — 2000. — Т. 3. — № 10. — С. 44-45.

5. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. — М.: Мир, 1985. — 440 с.

6. Леонова Г.А. Биогеохимическая оценка техногенной трансформации водных экосистем // Тез. докл. III Международного совещания. — Ростов-на-Дону, 2001. — С. 169-171.

7. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. — М.: Мир, 1986. — 438 с.

8. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных водах. — Л.: Гидрометеоздат, 1986.

9. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. — Кривий Ріг: Оксан-принт, 2003. — 252 с.

10. Боев М.В., Красиков И.С., Перепелкин С.В. и др. Содержание микроэлементов в донных отложениях открытых водоемов западной части Оренбургской области // Гиг. и сан. — 2003. — № 5. — С. 19-22.

11. Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территории различного функционального пользования: Методические рекомендации. — М.: ИМГРЭ, 1996. — 96 с.

12. Environmental governance sourcebook. Edited by A. Steiner, H. Martonakova, Z. Guziova. — Bratislava, 2003. — 335 p.

## THE HYGIENIC ASPECTS OF THE JUNCTION HEAVY METALS CONTENT IN SOIL AND WATER: THE CONDITION OF PROBLEM AND PERSPECTIVE OF FOLLOWING INVESTIGATIONS

Talakin U.N., Sergeeva L.A., Davidova S.F., Pidorenko A.I.

### ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И ВОДЕ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (обзор)



**ТАЛАКИН Ю.Н.,  
СЕРГЕЕВА Л.А.,  
ДАВИДОВА С.Ф.,  
ПИДОРЕНКО А.И.**

Донецкий государственный  
медицинский университет  
им. М. Горького,  
Донецкая областная  
санитарно-  
эпидемиологическая станция

УДК 502.51(285)+502.521]:  
546.3-022.17

*ГИГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ  
СКЛАДУ СПОЛУК  
ВАЗКИХ МЕТАЛІВ  
У ҐРУНТІ І ВОДІ:  
СТАН ПРОБЛЕМИ,  
ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ  
(огляд)*

**Талакін Ю.Н.,  
Сергєєва Л.А.,  
Давидова С.Ф.,  
Підорєнко А.І.**

*У статті обговорюються  
дослідження, які свідчать  
про погіршення якості  
ґрунту і води у водоймах,  
зумовлене антропогенним  
забрудненням важкими  
металами. Вказано  
деякі перспективні шляхи  
вирішення цієї проблеми.*

Тяжелые металлы, как и другие химические загрязнители, попадают в среду обитания человека в результате не только природных процессов (извержения вулканов, выклинивание на поверхность Земли геохимических аномалий и т.п.), но, главным образом, вследствие интенсивного развития промышленности, нерационального использования природных ресурсов и урбанизации жизни общества. Поступление в окружающую среду металлов, обусловленное техногенной деятельностью, в сотни и тысячи раз выше их фоновых концентраций, что в глобальном масштабе сопоставимо или превышает их промышленную добычу. Антропогенные процессы, определяя в ряде мест и даже отдельных регионах формирование качественно новых антропогенных биохимических провинций, неизбежно сопровождаются комплексной полиэлементной химизацией (металлизацией) по следующей цепи: источники загрязнений (выбросы, отходы, стоки) — депонирование (почва, донные отложения) и главные жизнеобеспечивающие среды (воздух, вода, продукты питания) — организм человека. В известной степени представленная схема условна и не дает полного представления о циркуляции металлов в биосфере. Вместе с тем не подлежит сомнению ее принципиальная направленность: накопление тяжелых (токсичных) металлов в окружающей среде в итоге приводит к увеличивающейся нагрузке (поступлению металлов) на организм человека.

Общепризнано, что промышленные предприятия и транспорт сегодня интенсивно загрязняют окружающую среду. Производство продук-