

В сборнике излагаются материалы, характеризующие общий геохимический фон территории Белоруссии, территориальные особенности распределения химических элементов в различных компонентах ландшафтов, некоторые вопросы антропогенного воздействия на биосферу республики.

Книга представляет интерес для специалистов, занимающихся геохимией четвертичных отложений и вопросами рационального природопользования.

Редактор:

академик АН БССР К.И.Лукашев

Рецензенты:

Б.Н.Гурский, д-р геол.-минер.наук,  
В.Е.Бордон, канд.геол.-минер.наук

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ БЕЛОРУССИИ

Заведующий редакцией Л.Ю.Бельзашкая  
Редактор О.М.Маршак  
Обложка художник В.Ф.Гринкевича  
Технический редактор Г.А.Кузьмиченко  
Корректор Л.П.Петровская

ИБ № 2405

Печатается по постановлению РИСО АН БССР

Подписано в печать 31.10.84. АТ 17437. Формат 70х108/16. Бум. офсетная. Офсетная печать. Усл.печл. 10,67  
Усл.кр.-отт. 11,37. Уч.издл. 8,3. Тираж 310 экз. Зак. №115. Цена 65 к. Заказное.

Издательство "Наука и техника" Академии наук БССР и Государственного комитета БССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, 220600, Минск, Ленинский проспект, 68.

Ротапринт Института геохимии и геофизики АН БССР, 220023, Минск, ул. Жодинская, 7.

Г 1904020000-158 Зак.-84  
М316-84

*Kaf*

АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР  

---

ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И ГЕОФИЗИКИ

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ  
ИЗУЧЕНИЕ  
ЛАНДШАФТОВ  
БЕЛОРУССИИ

РЕПОЗИТОРИЙ БГУ

МИНСК  
«НАУКА И ТЕХНИКА»

1984

---

дах Белорусского Поозерья в связи с техногенным воздействием. — В кн.: Материалы техногенно-геохимического изучения ландшафтов Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1981, с.72-87.

14. Кузнецов В.А., Фоменко Л.М., Шимко Г.А. Поведение цинка в техногеохимических ореолах рассеяния. — В кн.: Геохимические методы мониторинга. Мн.: Наука и техника, 1980, с.84-88.

15. Лукашев К.И., Жуховицкая А.Л., Хомич А.А. Условия современного карбонатакопления в озерных бассейнах Белоруссии. — Докл. АН СССР, 1971, т.193, № 2, с.425-428.

16. Лукашев К.И., Жуховицкая А.Л., Замяткина А.А. Некоторые особенности формирования химического состава вод рек Полесской низменности БССР. — Докл. АН БССР, 1963, т.7, № 7, с.470-473.

17. Лукашев К.И., Хомич А.А., Жуховицкая А.Л. Основные гидрогеохимические характеристики как показатель озерного осадконакопления. — Докл. АН БССР, 1967, т.11, № 6, с.520-523.

18. Лукашев К.И., Петухова Н.Н. Химические элементы в почвах. — Мн.: Наука и техника, 1970. — 232 с.

19. Лукашев К.И., Ковалев В.А., Жуховицкая А.Л. и др. Геохимия озерно-болотного литогенеза. — Мн.: Наука и техника, 1971. — 280 с.

20. Лукашев К.И., Кузнецов В.А., Лукашев В.К. Геохимическое изучение земной коры. — Мн.: Наука и техника, 1977. — 76 с.

21. Лукашев К.И. Геохимия техногенеза — проблемы и задачи. — В кн.: Геохимические методы мониторинга. Мн.: Наука и техника, 1980, с.16-26.

22. Лукашев В.К., Вадковская И.К., Каган Л.М., Толеренок В.В., Токарева-Ярмоленко А.А. Микроэлементы в растениях как индикаторы загрязнения среды. — В кн.: Геохимические методы мониторинга. Мн.: Наука и техника, 1980, с.115-125.

УДК 550.42:614(476)

В.Б.Кадацкий, И.Л.Евтухович

## ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРНОГО МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВОГРУНТОВ БЕЛОРУССИИ

Химизм среды, в частности концентрации малых элементов в покровных породах и почвах, оказывает влияние на здоровье человека и, как известно, может являться причиной его патологических состояний. Несмотря на то что средние содержания микроэлементов в почвогрунтах ландшафтов Белоруссии существенно уступают региональным концентрациям в платформенном чехле и в целом кларкам земной коры, не исключено, что их территориальные различия также влияют на интенсивность раковых заболеваний.

В данной работе обсуждаются особенности концентраций и соотношений микроэлементов в почвах и грунтах участков, приуроченных к населенным пунктам сельского типа, жители которых подвержены раковым заболеваниям в различной степени. К заданным эталонным участкам исследований (с повышенной интенсивностью заболеваний) контрольные подбирались двойко: в одном случае предполагающиеся в непосредственной близости от эталонных участков характеризующиеся по возможности сходными физико-географическими условиями; в другом — в пределах административной области выделялся район с пониженной интенсивностью заболеваний, а в

нем — наиболее типичный участок. Сравнимые пары участков (полигоны) расположены во всех основных физико-географических "провинциях" региона и охватывают все административные области. Полевой сбор материалов проводился в летние месяцы (июнь-июль) на протяжении трех лет: 1978 г. — в Брестской и Гомельской, 1979 г. — в Минской и Гродненской, 1980 г. — в Могилевской и Витебской областях. Участки исследований площадью от 15 до 35 км<sup>2</sup> включают естественные и культурные ландшафты. Всего было исследовано шестнадцать участков (табл. 1).

Полевые исследования проводились методом ландшафтно-геохимического профилирования по линии от местных водоразделов к понижениям, т.е. по направлению геохимической подчиненности миграции элементов в ландшафтах. На каждом профиле изучались различные элементарные ландшафты с опробованием почвенных горизонтов и почвообразующих пород. Анализ содержаний химических элементов в почвогрунтах осуществлялся спектральным методом. Максимальные усредненные концентрации содержащих микроэлементов в поверхностном (1,5–2 м) слое и их соотношения по участкам приводятся в табл. 2 и 3.

Полученные величины средних содержаний микроэлементов в почвогрунтах исследуемых участков в целом значительно меньше (за исключением марганца) общепланетарных кларков и в основном соответствуют значениям, установленным предшествующими исследованиями на территории Белоруссии. Отметим также, что вариабельность искомым концентраций изменяется, подтверждая зависимость этих величин и от механического состава и от генезиса покровных пород и почв. Коротко проанализируем полученные данные.

Свинец. Средние концентрации колеблются от 1,8 до 10,5 г/т, существенно уступая общепланетарному кларку — 16 г/т (по А.П.Виноградову). Распределение свинца по почвенному профилю неравномерно и, как правило, в вертикальном разрезе его концентрации имеют два пиковых значения. Во-первых, свинец аккумулируется в гумусовом горизонте почв и, кроме того, значительная его часть связана с глинистыми частицами, что способствует накоплению его в иллювиальном горизонте. Интерес к изучению распределения свинца диктуется и тем, что это один из наиболее активных техногенных загрязнителей. Основным источником поступления техногенного свинца, как сейчас считают, является автотранспорт. Действительно, относительное повышение концентраций этого элемента наблюдается в районе автострад и особенно в местах, где дорожная насыпь, играя роль плотины, перекрывает локальный поверхностный сток. Интересно и то, что максимальные концентрации свинца характерны для участков 13 и 16 и приурочены к небольшим местным заболоченным понижениям среди аллювиальных террас, вдали от автодорог. Удовлетворительным объяснением такого положения является предположение о поступлении свинца в ландшафты с помощью дробовых охотничьих зарядов.

Никель. Средние содержания этого элемента колеблются от 2,0 до 5,8 г/т (исключение составляет участок 16 — 11,6). На

основании имеющихся данных прослеживается накопление никеля прежде всего в гумусовом горизонте почвы и менее отчетливо в иллювиальном. Наиболее высокие средние концентрации этого элемента, как и вообще максимальные, встречены на участке 16. Здесь отмечаются также наивысшие средние содержания кобальта,

Таблица 1  
Участки исследований

№ участка	Уровень интенсивности заболевания	№ участка	Уровень интенсивности заболевания
1	Повышенный	9	Повышенный
2	Умеренный	10	Умеренный
3	Повышенный	11	Повышенный
4	Умеренный	12	Умеренный
5	Повышенный	13	Повышенный
6	Умеренный	14	Умеренный
7	Повышенный	15	Повышенный
8	Умеренный	16	Умеренный

хрома, ванадия и меди, хотя и значительно уступающие общепланетарным кларкам. Несомненно, что относительно повышение концентраций этих элементов обязано влиянию ГЭС, работающей на жидком топливе.

**Кобальт.** Обладает способностью накапливаться в почве по сравнению с породой. Средние его концентрации из исследованных участков значительно уступают кларкам (18 по А.П. Виноградову).

**Хром.** Средние концентрации этого элемента по участкам составляют пеструю картину. Распределение его по почвенному профилю довольно равномерное, хотя наблюдается некоторая его концентрация в гумусовом и иллювиальном горизонтах.

**Ванадий.** Этот элемент концентрируется в основном в иллювиальном горизонте и гораздо реже в гумусовом. Средние его значения по участкам распределяются довольно равномерно (за исключением уже называвшегося участка 16).

**Медь.** В ландшафтах республики этот элемент встречается в значительно пониженных количествах в сравнении с общепланетарным кларком (47 г/т по А.П. Виноградову). В вертикальном разрезе отмечается его концентрация в гумусовом горизонте.

**Марганец.** До недавнего времени считалось, что на территории Белоруссии средние концентрации марганца составляют от 20 до 800 г/т (в почвах фиксировались значительно более низкие значения). Исследования последних лет убедительно доказали, что средние содержания марганца в почвогрунтах, хотя и характеризуются неоднородным распределением по площади, тем не менее достигают значительно более высоких величин.

При выяснении влияния химизма среды на заболеваемость населения необходимо дополнительно подчеркнуть, что пары участков 1-2, 3-4, 11-12 примыкают друг к другу; 7-8 и 9-10 располагаются на некотором удалении и характеризуются сходными физико-географическими условиями; 5-6, 13-14, 15-16 находятся на до-

Средние (числитель) и максимальные (знаменатель) содержания элементов-примесей (г/г)  
в почвогрунтах исследуемых участков

Таблица 2

Элемент	Участок															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Pb	<u>2,6</u> 20,0	<u>1,8</u> 16,0	<u>7,8</u> 20,0	<u>6,1</u> 12,0	<u>8,8</u> 20,0	<u>4,9</u> 16,0	<u>2,0</u> 10,0	<u>3,0</u> 15,0	<u>1,8</u> 12,8	<u>2,0</u> 14,0	<u>6,0</u> 15,0	<u>4,0</u> 14,0	<u>10,1</u> 47,0	<u>6,4</u> 15,0	<u>10,5</u> 27,0	<u>9,8</u> 35,0
Ni	<u>5,0</u> 16,0	<u>4,8</u> 8,2	<u>5,8</u> 13,9	<u>5,5</u> 16,0	<u>4,3</u> 13,2	<u>3,6</u> 38,0	<u>2,0</u> 16,0	<u>2,0</u> 15,0	<u>1,2</u> 14,1	<u>2,0</u> 34,0	<u>3,0</u> 23,0	<u>3,0</u> 14,0	<u>5,3</u> 17,0	<u>4,3</u> 40,0	<u>4,5</u> 24,8	<u>11,6</u> 67,0
Co	<u>0,3</u> 11,0	<u>0,4</u> 8,2	-	-	<u>2,6</u> 5,0	<u>1,0</u> 15,0	<u>2,0</u> 7,0	<u>3,0</u> 22,0	<u>1,7</u> 5,0	<u>2,0</u> 40,0	<u>7,0</u> 18,4	<u>1,5</u> 6,3	<u>3,0</u> 7,0	<u>2,0</u> 9,0	<u>2,2</u> 5,5	<u>4,2</u> 17,0
Cr	<u>1,5</u> 15,0	<u>3,0</u> 40,3	-	-	<u>11,6</u> 34,0	<u>7,5</u> 55,0	<u>6,0</u> 23,0	<u>6,0</u> 20,0	<u>5,0</u> 210,0	<u>5,0</u> 61,0	<u>8,0</u> 38,0	<u>7,0</u> 53,8	<u>32,0</u> 75,0	<u>17,0</u> 40,0	<u>10,8</u> 60,0	<u>29,2</u> 90,0
V	<u>12,1</u> 44,0	<u>16,9</u> 49,3	<u>15,4</u> 47,9	<u>13,1</u> 32,0	<u>17,6</u> 48,0	<u>16,0</u> 180,0	<u>9,0</u> 61,0	<u>5,0</u> 32,0	<u>7,7</u> 144,7	<u>5,0</u> 201,0	<u>9,0</u> 67,0	<u>10,0</u> 103,0	<u>19,5</u> 70,0	<u>7,4</u> 55,0	<u>11,4</u> 55,0	<u>40,7</u> 150,0
Mn	<u>207,7</u> 700,0	<u>168,4</u> 380,0	<u>320,0</u> 2350	<u>245,0</u> 500,0	<u>298,0</u> 550,0	<u>117,0</u> 500,0	<u>43,0</u> 600,0	<u>169,0</u> 1400,0	<u>169,6</u> 600,0	<u>232,0</u> 1000	<u>203,0</u> 650,0	<u>139,0</u> 946,0	<u>620,0</u> 2000	<u>430,0</u> 2700	<u>520,0</u> 1700	<u>525,0</u> 1400
Cu	<u>3,4</u> 26,0	<u>3,8</u> 13,6	<u>4,3</u> 42,0	<u>3,0</u> 4,8	<u>3,1</u> 6,5	<u>1,1</u> 13,0	-	-	-	-	-	-	<u>2,8</u> 15,0	<u>3,3</u> 100,0	<u>3,6</u> 25,0	<u>7,3</u> 60,0
Количество образцов	150	43	33	36	32	39	60	52	33	70	35	32	84	89	99	67

статочном удалении друг от друга, приурочены к территориям с различным геоморфологическим обликом и объединяются только административными рамками. Таким образом, в трех последних парах участков сравниваются "случайные" объекты, взятые независимо от сходства ландшафтных обстановок.

При анализе содержаний микроэлементов на полигонах наибольший интерес вызывают пары участков первой группы. На основании

Соотношения средних содержаний микроэлементов на сравниваемых участках

Таблица 3

Пары микроэлементов	Пары участков							
	1:2	3:4	5:6	7:8	9:10	11:12	13:14	15:16
Pb:Pb	1,40	1,27	1,79	0,66	0,90	1,50	1,57	1,07
Pb:Ni	0,54	1,41	2,44	1,00	0,90	2,00	2,34	0,90
Pb:Co	6,50	-	8,80	0,66	0,90	4,00	5,05	2,50
Pb:Cr	0,86	-	1,17	0,33	0,36	0,85	0,59	0,35
Pb:V	0,15	0,59	0,55	0,40	0,36	0,80	1,36	0,25
Ni:Ni	1,04	1,05	1,19	1,00	2,10	1,00	1,21	0,38
Ni:Co	12,50	-	4,30	0,66	2,10	2,00	2,65	1,07
Ni:Cr	1,66	-	0,57	0,33	0,84	0,42	0,31	0,15
Ni:V	0,29	0,44	0,26	0,40	0,34	0,30	0,71	0,11
Ni:Cu	1,31	1,93	2,52	-	-	-	1,60	0,61
Co:Co	0,75	-	2,60	0,66	0,35	4,66	1,50	0,52
Co:Cr	0,10	-	0,34	0,31	0,34	1,00	0,17	0,07
Co:V	0,01	-	0,10	0,40	0,34	0,70	0,40	0,05
Cr:Cr	0,50	-	1,54	1,00	1,00	1,14	1,88	0,36
Cr:V	0,08	-	0,72	0,20	1,00	0,80	4,32	0,26
V:V	0,71	1,17	1,10	1,80	1,54	0,90	2,63	0,28
V:Cu	3,18	5,13	10,30	-	-	-	5,90	1,56
Mn:Mn	1,23	1,30	2,14	0,84	0,73	1,46	1,44	0,99
Mn:Ni	43,27	58,10	82,77	71,50	84,80	67,66	144,18	44,82
Mn:Co	519,25	-	298,0	47,66	84,80	135,33	310,00	123,80
Mn:Cr	69,23	-	39,73	23,83	33,92	29,00	36,47	17,80
Mn:V	12,28	24,42	18,62	28,60	33,92	20,30	83,78	12,77
Mn:Cu	54,65	106,66	175,29	-	-	-	187,87	71,23

имеющихся данных можно констатировать, что эталонные участки в этой группе превышают контрольные по содержанию свинца и марганца в выверканных и достаточно узких пределах — в 1,3–1,5 раза. Как известно, свинец во всем мире имеет репутацию канцерогенного элемента. Поэтому относительное повышение количества свинца на участках, где больше раковых заболеваний среди населения, по-видимому, не случайно. В будущем на этих участках необходимо исследовать формы его нахождения. Наблюдается также положительная корреляция между заболеваемостью населения и содержанием марганца в почвогрунтах, что также требует дальнейшего изучения. Устойчивых зависимостей злокачественных новообразований от других микроэлементов пока не выявлено.