

О. В. Лукашёв, Н. В. Жуковская

**РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ
И РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. КОБРИНА МЕТАЛЛАМИ**

Представлены результаты геохимических исследований почв и растительности, характеризующие эколого-геохимическое состояние г. Кобрин в 1989 г. Изучен широкий спектр микроэлементов, в число которых входят тяжёлые металлы, относящиеся к приоритетным загрязнителям городской среды. При проведении аналогичных исследований приведенные в статье данные позволяют судить о тенденциях изменения состояния окружающей среды г. Кобрин за прошедший период.

Фактической основой работы явились результаты эколого-геохимического изучения г. Кобрин, проводившегося в 1989 г. лабораторией геохимии гипергенеза Института геохимии и геофизики НАН Беларуси под руководством чл.-корр. В. К. Лукашёва. При повторном выполнении аналогичных исследований приведенные в статье данные позволяют судить о тенденциях изменения природной среды этого районного центра за прошедший период. Настоящая работа является очередной в серии статей [5], характеризующих загрязнение почв и растительности ряда областных и районных центров Беларуси металлами на период распада СССР.

Сопряженное опробование поверхностного (0...10 см) и нижележащего (10...20 см) почвенных горизонтов и различных видов растительности (*Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., распространённые сорта яблони и др.) осуществлялось по регулярной сети с плотностью отбора 10 проб на 1 км². Всего было отобрано 368 почвенных и 95 растительных проб.

Анализ валового содержания химических элементов в почвенных и растительных пробах выполнялся эмиссионным спектральным методом (ЭСА) на приборе PGS-2 по методике [4]. Предел обнаружения рассматриваемых элементов составляет (мг/кг): Be – 1, B – 10, Sc – 5, Ti – 1, V – 10, Cr – 5, Mn – 10, Co – 2, Ni – 8, Cu – 1, Zn – 100, Ga, Y, Zr – 10, Nb – 5, Mo – 3, Ag – 0,7, Sn – 10, Ba – 100, La – 30, Yb – 1, Pb – 5.

Статистическая обработка данных включала: оценку закона распределения величин с помощью гистограмм, графиков распределения на «вероятностной бумаге» и критерия Колмогорова-Смирнова; вычисление основных параметров содержания микроэлементов в почвах и растительности (среднее арифметическое при нормальном и среднее геометрическое (\bar{g}) при логарифмически нормальном (\ln) распределении, стандартное отклонение (σ), ошибка среднего (s_x), относительное стандартное отклонение (c)); непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса; корреляционный и факторный анализы. Факторный анализ выполнялся на основе корреляционной матрицы, методом главных компонент с последующим варимакс-вращением. Критическое значение уровня значимости принималось равным 5 %. Анализ данных производился с помощью пакетов программ SPSS 12, Statistica 6.

Для оценки эколого-геохимического состояния изученных компонентов природной среды использовались следующие показатели: коэффициент аномальности (K_a), представляющий собой отношение концентрации элемента в объекте к фоновому значению, и суммарный показатель загрязнения Z_c [2]. Расчет местного геохимического фона производился по значениям концентраций элементов в почвах специально выбранных периферийных участков города, в наименьшей степени подверженных воздействию выбросов предприятий и автомобильного транспорта.

Почвы. Основные статистические параметры, характеризующие распределение химических элементов в поверхностном (0–10 см) горизонте почв г. Кобрин, представлены в табл. 1. Сравнение среднего содержания изученных элементов в горизонтах 0...10 см и 10...20 см показало (табл. 2), что поверхностный слой городских почв несколько обогащен Sc, Cr, Ni, Co, Nb, Pb (коэффициенты концентрации (КК) в поверхностном горизонте по отношению к нижележащему составляют 1,17–1,34). Содержание Ag выше в нижележащем горизонте (КК = 0,67). Встречаемость Pb возрастает с 64 % в горизонте 10–20 см до 84 % в горизонте 0–10 см, Be соответственно – с 31,5 до 44,6

Таблица 1 — Статистические характеристики содержания химических элементов в почвах г. Кобрин в 1989 г., мг/кг сухого вещества (0...10 см, n = 184)

Элемент (встречаемость, %)	x (пределы вариации)	σ	s_x	c	Фон	K_a
B (100)	16,1 (4,9...28)	4,71	0,35	0,29	15,1	1,1
Sc (81)	3,0 (н. о....7,8)	—	—	—	3,1	1,1
Ti (100)	918 _r (191...3343)/6,822 _{ln}	0,488 _{ln}	0,036 _{ln}	0,072 _{ln}	958	1,0
V (100)	21,7 _r (9,6...52)/3,076 _{ln}	0,314 _{ln}	0,023 _{ln}	0,102 _{ln}	21,7	1,0
Cr (100)	22,4 _r (2...135)/3,111 _{ln}	0,602 _{ln}	0,044 _{ln}	0,193 _{ln}	17,9	1,3
Mn (100)	128 _r (22,4...496)/4,850 _{ln}	0,664 _{ln}	0,049 _{ln}	0,137 _{ln}	82	1,6
Co (100)	3,7 _r (1,0...17)/1,318 _{ln}	0,381 _{ln}	0,028 _{ln}	0,289 _{ln}	3,4	1,1
Ni (100)	8,8 _r (1,5...49,6)/2,177 _{ln}	0,474 _{ln}	0,035 _{ln}	0,218 _{ln}	7,5	1,2
Cu (100)	9,3 _r (3,7...69,6)/2,228 _{ln}	0,478 _{ln}	0,035 _{ln}	0,215 _{ln}	7,0	1,3
Ga (100)	5,3 (3,0...9,5)	1,06	0,08	0,20	4,9	1,1
Y (96)	5,5 (н.о....16,0)	—	—	—	4,7	1,2
Zr (100)	207 _r (59...764)/5,334 _{ln}	0,516 _{ln}	0,038 _{ln}	0,097 _{ln}	234	0,9
Nb (97)	13,0 (н.о....19,0)	—	—	—	12,7	1,0
Ag (100)	0,38 (0,12...1,9)	1,13	0,02	0,35	0,36	1,0
Ba (100)	213 _r (64...587)/5,362 _{ln}	0,362 _{ln}	0,027 _{ln}	0,067 _{ln}	195	1,1
Yb (94)	1,0 (н.о....1,7)	—	—	—	1,0	1,0
Pb (84)	11,5 (н.о....135)	—	—	—	10,7	1,1

* — Во всех проанализированных пробах концентрации Ge, As, Sr, Cd, Sb, W, Tl, Bi ниже чувствительности метода ЭСА. Для выборок, усеченных нижним пределом обнаружения, в качестве среднего использовалась медиана. Встречаемость Zn в горизонте почв 0–10 см составила 0,5 %, Mo – 1,1 %, Sn – 3,7 %, La – 9,2 %, Be – 44,6 %.

Таблица 2 — Содержание химических элементов в почвах г. Кобрин в 1989 г., мг/кг сухого вещества

Горизонт	B	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Ga	Y	Zr	Nb	Ag	Ba	Yb	Pb
0...10 см	16,1	3,0	918	21,7	22,7	128	3,7	8,8	9,3	5,3	5,5	207	13,0	0,38	213	1,0	11,5
10...20 см	15,7	2,4	1005	19,4	18,6	123	2,8	6,6	9,2	5,7	5,8	215	9,7	0,57	187	1,0	9,8
КК	1,03	1,25	0,91	1,12	1,22	1,04	1,32	1,33	1,01	0,93	0,95	0,96	1,34	0,67	1,14	1,00	1,17

По данным [8], содержание Mn в почвах г. Кобрин в настоящее время (оценка 2005 г.) составляет: – 31...321 мг/кг (среднее – 97), Ni – 2,4...16,4 (5,7), Cu – 1,1...31,2 (6,0), Pb – 2,4...21,3 (9,1) мг/кг, что несколько ниже полученных нами значений.

Полученные средние показатели также могут быть сопоставлены с соответствующими данными для г. Витебска, опробованного в тот же период (табл. 3). Следует отметить, что установленные для г. Кобрин средние концентрации химических элементов либо ниже, либо сопоставимы с данными для г. Витебска.

Таблица 3 — Среднее содержание химических элементов в почвах гг. Кобрин и Витебск [5], мг/кг сухого вещества (0...10 см, опробование 1989 и 1990 гг.)

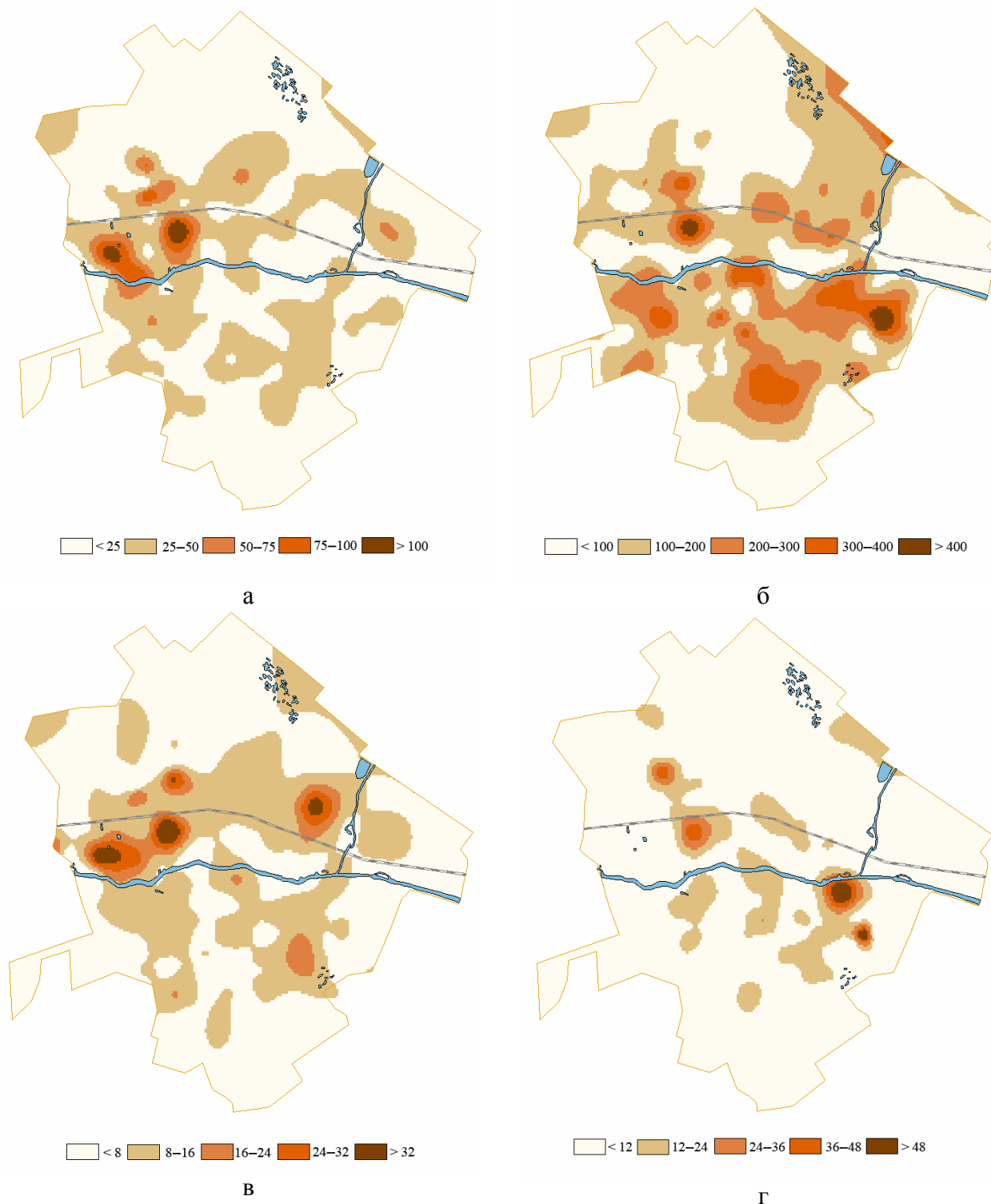
Город (число проб)	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zr	Ba	Pb
Кобрин (184)	918	21,7	22,7	128	3,7	8,8	9,3	207	213	11,5
Витебск (517)	1350	32,3	26,1	390	5,4	11,9	14,0	287	402	17,1
Кларк [7]*	1562	34	36	247	6	20	13	336	370	12

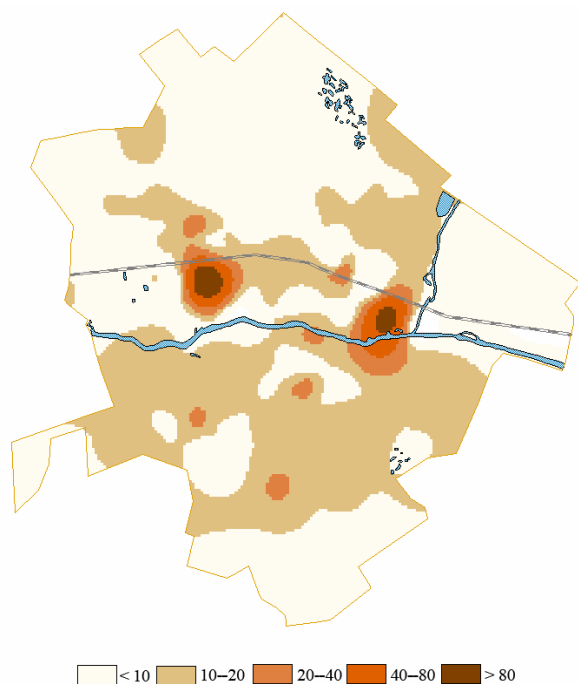
* — Почвы Беларуси.

Согласно почвенно-геохимическому районированию Беларуси, предложенному Н. Н. Петуховой [6], г. Кобрин расположен в пределах Брестско-Дрогичинско-Ивановского педогеохимического района. Для данного района (с преобладанием флювиогляциальных песков и супесей) свойственны нижекларковые содержания Ti, V, Cr, Mn, Co и Ni.

По сравнению с местным геохимическим фоном почвы города в среднем обогащены Mn в 1,6 раза, Cr и Cu в 1,3 раза. Содержание остальных элементов близко к фоновым (табл. 1). ПДК Ni превышены в 4 % проб, Cu и Pb – 2 %, Cr – 1 %.

Рассматривая пространственное распределение химических элементов в почвах г. Кобрина (рис. 1) следует отметить, что в зоне воздействия инструментального завода (западная часть города) четко выявляется аномалия с повышенным содержанием Cr и Ni. Ореолы загрязнения Mn, Cu и Pb несколько меньше по площади, но также достаточно контрастны. В районе строительного комбината (восточная часть города) отмечается повышенное содержание Pb. Формирование других аномалий сложно увязать с конкретным источником. Возможно, они имеют полигенетическое происхождение, в значительной степени обусловленное деятельностью транспорта.





д

Рис. 1 — Содержание Cr, Mn, Ni, Cu и Pb в почвах г. Кобрин в 1989 г. (0–10 см), мг/кг сухого вещества
а – Cr, б – Mn, в – Ni, г – Cu, д – Pb

На территории города выделено 4 функциональные зоны: промышленная, транспортная, селитебная и рекреационная (табл. 4). Оценка значимости различий в содержании микроэлементов по функциональным зонам проводилась с помощью рангового дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса. Результаты теста (табл. 5) свидетельствуют о достоверном влиянии группировки по функциональным зонам на концентрацию Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga. Максимальные суммы рангов наблюдаются в пределах транспортной зоны (рис. 2), для которой характерны наибольшие концентрации названных элементов, минимальные – в пределах рекреационной (наименьшие концентрации).

Таблица 4 — Среднее содержание химических элементов в почвах (горизонт 0...10 см) различных функциональных зон г. Кобрин в 1989 г., мг/кг сухого вещества

Элемент	Функциональная зона			
	Селитебная	Промышленная	Транспортная	Рекреационная
B	16,3	16,4	17,8	15,1
Sc	3,2	3,6	3,7	3,2
Ti	980	1003	1118	947
V	20,8	23,4	23,6	22,9
Cr	21,3	28,7*	32,6	19,8
Mn	139	125	220	101
Co	3,8	4,1	4,9	3,6
Ni	9,1	10,0	10,8	7,7
Cu	10,1	9,1	14,8	7,1
Ga	5,1	5,7	5,8	5,0
Y	4,9	6,2	6,2	5,5
Zr	200	216	256	233
Nb	12,9	13,5	13,7	13,4
Ag	0,37	0,38	0,41	0,36
Ba	215	208	281	218
Yb	1,0	1,0	1,0	1,0
Pb	12,4	12,7	16,3	11,6

* – Выделены статистически достоверные различия по отношению к городу в целом.

Таблица 5 — Результаты рангового дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса

Показатель	B	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Ga	Zr	Ag	Ba	Y
χ^2	2,28	2,37	4,53	16,28	14,41	11,47	11,16	35,36	20,46	1,36	3,54	5,17	7,24
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
p	0,516	0,499	0,210	0,001	0,002	0,009	0,011	0,000	0,000	0,715	0,316	0,160	0,065

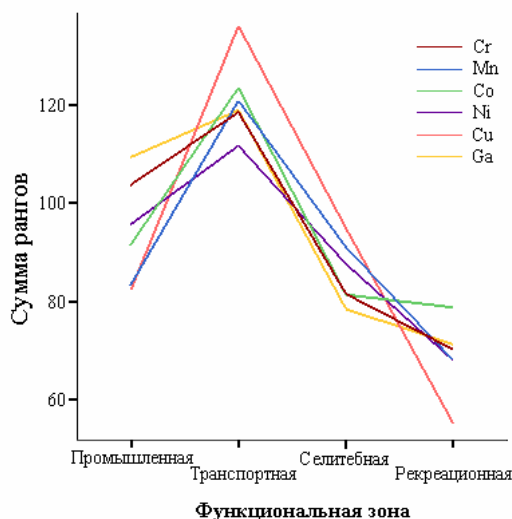


Рис. 2 — Суммы рангов для Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga по функциональным зонам г. Кобрина

Для интегральной оценки загрязнения почв г. Кобрина был рассчитан суммарный показатель загрязнения [2] (рис. 3). Среднее значение Z_c составляет 5,9. Почвы на большей части города характеризуются допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$), умеренно опасный уровень загрязнения обнаружен в 1,6 %. Максимальный уровень загрязнения почв ($Z_c = 39$) отмечается вблизи Кобринского инструментального завода ($Cr_{7,5}Ni_{6,6}Cu_{6,4}Mn_6$). По функциональным зонам значение суммарного показателя загрязнения изменяется от 4,7 (рекреационная зона) до 9 (транспортная зона). Для промышленной и селитебной зон значение Z_c соответственно составляет 7,2 и 5,6.

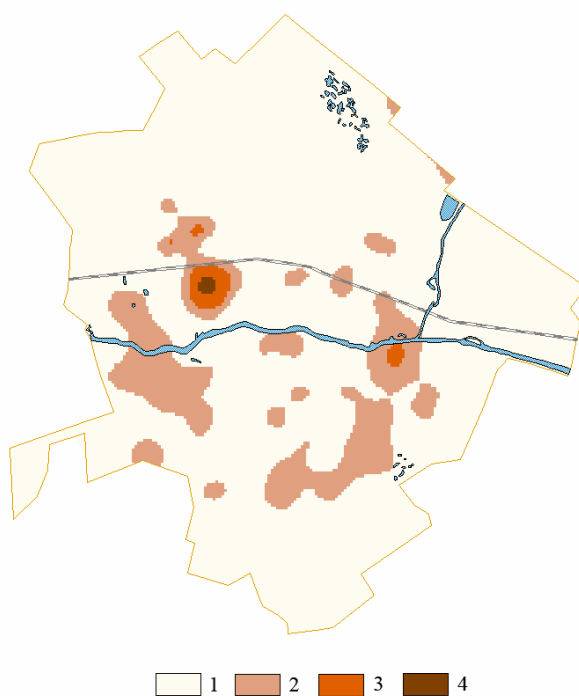


Рис. 3 — Суммарное загрязнение Z_c почв г. Кобрина металлами в 1989 г.
1 – менее 8; 2 – 8–16; 3 – 16–32; 4 – более 32

Для выявления существующих ассоциаций химических элементов в почвах г. Кобрин был применен факторный анализ [3]. Пригодность данных для факторного анализа подтверждается достаточным результатом теста Кайзера-Мейера-Олкина (КМО) (0,883) и значимым уровнем теста сферичности Бартлетта ($p < 0,001$). В результате выделены две главные компоненты (два фактора), на долю которых приходится более 57 % суммарной дисперсии (табл. 6). Матрица факторных нагрузок рассматривается совместно с коэффициентом аномальности (K_a) для более достоверного выделения техногенных ассоциаций.

Таблица 6 — Значения факторных нагрузок главных компонент, описывающих более 57 % различий распределения элементов

K_a	Элемент	Главные факторы	
		1	2
1,0	Ti	0,871*	
1,2	Y	0,785	0,308
1,1	Co	0,736	
0,9	Zr	0,674	
1,0	V	0,667	0,311
1,1	Ba	0,566	0,453
1,6	Mn	0,539	0,533
1,2	Ni		0,835
1,3	Cr	0,352	0,717
1,3	Cu		0,706
1,1	Ga		0,582
1,1	B	0,283	0,554
	Вклад, %	45,7	11,7

* – Выделены ведущие компоненты для каждой переменной, нагрузки, не являющиеся достоверными, опущены.

Для фактора 1, дающего наибольший вклад в общую дисперсию (45,7 %) характерна ассоциация Ti–Y–Co–Zr–V–Ba–Mn. Из других элементов значимую нагрузку на фактор имеют Cr и B. Первый фактор, по-видимому, обобщает в себе действие любых природных процессов, способствующих увеличению концентрации совокупности элементов.

Ассоциация Ni–Cr–Cu–Ga–B–Mn (фактор 2), вероятно, является техногенной. Средний коэффициент аномальности, рассчитанный для всех, входящих в её состав элементов, составляет 1,3. Пространственное варьирование фактора 2 показано на рис. 4. Районы с повышенными значениями фактора приурочены к центральной части города, максимальное значение отмечается в районе инструментального завода. В разрезе функциональных зон наибольшие значения фактора отмечаются в пределах транспортной зоны (рис. 5).

Таким образом, накопление в почвенном покрове элементов данной ассоциации определяется воздействием железнодорожного и автомобильного транспорта и выбросами промышленных предприятий (инструментальный завод).

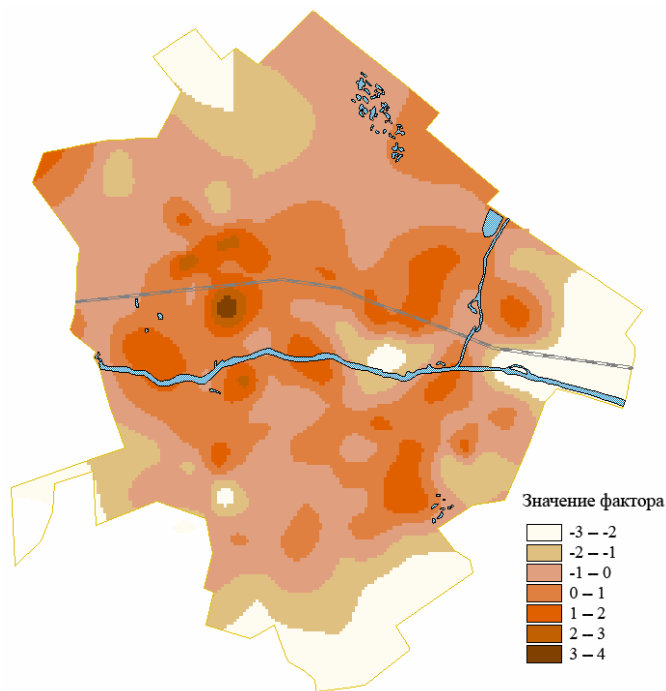


Рис. 4 — Варьирование фактора 2, отражающего содержание Ni-Cr-Cu-Ga-B-Mn в почвах (0...10 см) г. Кобрин

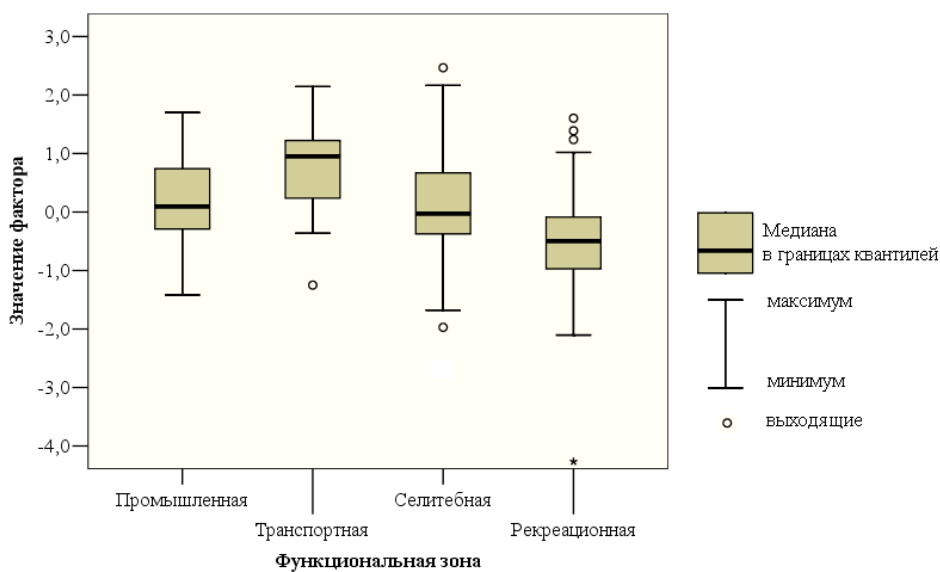


Рис. 5 — Масштабы варьирования фактора 2 в пределах различных функциональных зон

Растительность. Статистические характеристики содержания химических элементов в листьях *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth и различных сортов яблони в районах частной застройки г. Кобрин представлены в табл. 7. Сравнение полученных данных с соответствующими показателями по г. Витебску (опробование 1990 г.) показало, что рассматриваемые виды растений характеризуются близким содержанием химических элементов (табл. 8). По сравнению с республикой в целом, листья *Tilia cordata* Mill. и *Betula pendula* Roth г. Кобрин имеют более высокое содержание Ti – в 5,9 и 2,9 раза, Pb – в 7,6 и 2,1 раза соответственно. С другой стороны, содержание Mn в них здесь составляет примерно 10 % от соответствующей средней концентрации этого элемента по республике в целом.

Таблица 7 — Статистические характеристики содержания химических элементов в растениях г. Кобрина в 1989 г., мг/кг сухого вещества

Элемент	x (пределы вариации)	σ	S_x	c
<i>Tilia cordata</i> Mill. (n = 24)				
Ti	82,6 _r (16,5...309)/4,415 _{ln}	0,846 _{ln}	0,173 _{ln}	0,191 _{ln}
V	1,96 _r (0,98...6,3)/0,673 _{ln}	0,451 _{ln}	0,092 _{ln}	0,670 _{ln}
Cr	1,95 _r (0,8...13,0)/0,668 _{ln}	0,531 _{ln}	0,108 _{ln}	0,795 _{ln}
Mn	75,4 _r (25,6...470)/4,323 _{ln}	0,871 _{ln}	0,178 _{ln}	0,201 _{ln}
Ni	1,7 _r (0,5...4,0)/0,530 _{ln}	0,458 _{ln}	0,093 _{ln}	0,865 _{ln}
Cu	5,02 _r (1,3...13,0)/1,614 _{ln}	0,543 _{ln}	0,111 _{ln}	0,336 _{ln}
Pb	9,2 _r (2,04...61,0)/2,215 _{ln}	0,883 _{ln}	0,180 _{ln}	0,399 _{ln}
<i>Betula pendula</i> Roth (n = 33)				
Ti	55 _r (16,3...259,0)/4,008 _{ln}	0,695 _{ln}	0,121 _{ln}	0,173 _{ln}
V	1,13 _r (0,7...3,5)/0,126 _{ln}	0,401 _{ln}	0,070 _{ln}	3,184 _{ln}
Cr	1,17 _r (0,7...2,2)/0,159 _{ln}	0,266 _{ln}	0,046 _{ln}	1,676 _{ln}
Mn	101,7 _r (17,8...3184)/4,622 _{ln}	1,303 _{ln}	0,227 _{ln}	0,282 _{ln}
Ni	1,33 _r (0,4...4,3)/0,283 _{ln}	0,519 _{ln}	0,090 _{ln}	1,829 _{ln}
Cu	7,3 _r (3,05...61,0)/1,994 _{ln}	0,702 _{ln}	0,122 _{ln}	0,352 _{ln}
Zn	169 (30...301)	77,6	13,5	0,457
Pb	6,0 _r (0,8...81,0)/1,795 _{ln}	0,878 _{ln}	0,153 _{ln}	0,489 _{ln}
Яблоня (n = 28)				
Ti	76,6 _r (18,2...361)/4,339 _{ln}	0,690 _{ln}	0,130 _{ln}	0,159 _{ln}
V	1,41 _r (0,3...11,0)/0,347 _{ln}	0,606 _{ln}	0,114 _{ln}	1,745 _{ln}
Cr	1,6 _r (0,98...13,0)/0,471 _{ln}	0,483 _{ln}	0,091 _{ln}	1,026 _{ln}
Mn	36,2 _r (19,2...447,0)/3,590 _{ln}	0,609 _{ln}	0,115 _{ln}	0,170 _{ln}
Ni	1,13 _r (0,5...2,8)/0,127 _{ln}	0,348 _{ln}	0,066 _{ln}	2,752 _{ln}
Cu	5,5 (1,5...11,0)	2,43	0,46	0,44
Pb	2,9 _r (1,4...8,2)/1,057 _{ln}	0,577 _{ln}	0,109 _{ln}	0,546 _{ln}

Таблица 8 — Среднее содержание химических элементов в растениях г. Кобрина (1989 г.), г. Витебска (1990 г.) и Беларуси в целом, мг/кг сухого вещества

Вид растения (число проб)	Зольность, %	Ti	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb
г. Кобрин									
<i>Tilia cordata</i> Mill. (24)	11	83	2,0	2,0	75	1,7	5,0	н. о.	9,2
<i>Betula pendula</i> Roth (33)	8,3	55	1,1	1,2	102	1,3	7,4	169	6,0
г. Витебск [5]									
<i>Tilia cordata</i> Mill. (107)	9,4	71	2,3	2,6	74	1,6	14	19	7,2
<i>Betula pendula</i> Roth (106)	7,9	39	1,9	1,6	93	1,6	12	123	4,7
Беларусь в целом [1]									
<i>Tilia cordata</i> Mill.	6,5	14	1,1	—*	651	2,6	9,7	—	1,2
<i>Betula pendula</i> Roth	4,5	19	1,9	—	1080	3,6	13	—	2,9

* — Нет данных.

Выводы. Приведенный анализ уровня загрязнения почв и растительности г. Кобрина рядом химических элементов-металлов показывает, что оно в 1989 г. в целом носило умеренный характер.

По сравнению с местным фоном почвы города в среднем обогащены Mn в 1,6 раза, Cr и Cu в 1,3 раза. Содержание остальных элементов близко к фоновым (табл. 1). ПДК Pb и Ba превышены в 4,3 % проб, Cr — в 2,7 %, Cu в 2,2 %, по Co и Ni в 0,5 % проб.

Среднее значение суммарного показателя загрязнения почв составляло 5,9. Почвы на большей части города характеризовались допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$), умеренно опасный уровень загрязнения обнаружен в 1,6 % случаев.

Ранговый дисперсионный анализ показал, что содержание Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga в поверхностном горизонте почв (0...10 см) связано с ее принадлежностью к определенной функциональной зоне. Наибольшие концентрации отмечаются в пределах транспортной зоны, наименьшие — рекреационной.

С помощью факторного анализа выделена техногенная ассоциация элементов в почвах г. Кобрина (Ni–Cr–Cu–Ga–V–Mn), обусловленная деятельностью железнодорожного и автомобильного транспорта, а также выбросами промышленных предприятий (Кобринский инструментальный завод).

По сравнению с республикой в целом листья *Tilia cordata* Mill. и *Betula pendula* Roth г. Кобрина имеют более высокое содержание Ti – в 5,9 и 2,9 раза, Pb – в 7,6 и 2,1 раза соответственно. Содержание Mn в них составляет примерно 10 % от средней концентрации данного элемента по республике в целом.

Список литературы

1. **Вадковская И. К., Гурч Е. П.** Геохимические особенности древесно-кустарниковой растительности «Беловежской Пущи» // Природопользование. 1999. Вып. 5. – С. 46–48.
2. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саев, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. **Зинкунте Р.** Факторный анализ при выделении ассоциаций и методические разработки подсчета геохимического фона // Природные ресурсы. 1999. №4. – С. 97–108.
4. **Зырин Н. Г., Обухов А. И.** Спектральный анализ почв, растений и других биологических материалов. М.: Изд-во МГУ, 1977. – 334 с.
5. **Лукашён О. В., Жуковская Н. В.** Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Витебска тяжёлыми металлами // Природные ресурсы. 2006. № 4. С. 52–58.
6. **Петухова Н. Н.** Геохимия почв Белорусской ССР. Мн.: Наука и техника, 1987. – 231 с.
7. **Петухова Н. Н., Кузнецов В. А.** К Кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси // Доклады АН Беларуси. 1992. Т 36, № 5. – С. 461–465.
8. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень, 2004 г. / Под ред. В. Ф. Логинова. Мн.: Минсктиппроект, 2005. – 285 с.

Белорусский государственный университет

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. КОБРИНА МЕТАЛЛАМИ

В работе представлены результаты эколого-геохимического изучения г. Кобрина, проводившегося в 1989 г. Опробование почв и растительности (*Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., яблони) осуществлялось по регулярной сети с плотностью отбора 10 проб на 1 км². По сравнению с местным геохимическим фоном почвы города в среднем, были обогащены Mn в 1,6 раза, Cr и Cu в 1,3 раза. ПДК по Ni были превышены в 4 % проб, по Cu и Pb в 2 %, Cr в 1 %. Почвы на большей части города характеризовались допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$), умеренно опасный уровень загрязнения (16–32) обнаружен в 1,6 % случаев. С помощью рангового дисперсионного анализа выявлены статистически значимые различия между функциональными зонами города по содержанию в почвах Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga. Наибольшие концентрации этих элементов отмечаются в пределах транспортной зоны, наименьшие – в рекреационной. Для выделения техногенной ассоциации в почвах г. Кобрина был использован метод главных компонент. Ассоциация Ni–Cr–Cu–Ga–V–Mn обусловлена деятельностью железнодорожного и автомобильного транспорта и выбросами промышленных предприятий (Кобринский инструментальный завод). Установлены повышенные концентрации Ti и Pb и пониженные Mn в листьях *Tilia cordata* Mill. и *Betula pendula* Roth г. Кобрина по сравнению с республикой в целом.

РЕТРОСПЕКТИВНА ОЦЕНКА ЗАБРУДЖУВАННЯ ГЛЕБАЎ І РАСЛІНАСЦІ г. КОБРЫНА МЕТАЛАМІ.

У працы прадстаўлены вынікі экалага-геахімічнага вывучэння г. Кобрына, якое праводзілася ў 1989 г. Апрабаваўне глеб і раслін (лісце *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., ябланы) здзяйснялася па рэгулярнай сетцы з шчыльнасцю адбору 10 спроб на 1 км². У параўнанні з мясцовым геохімічным фонам глебы горада ў сярэднім, былі ўзбагачаны Mn у 1,6 раз, Cr і Cu у 1,3 разы. ПДК па Ni былі перавышаны у 4 % спроб, па Cu і Pb – у 2 %, Cr у 1 %. Глебы на большай частцы гора-

да характарызаваліся дапушчальным узроўнем забруджвання ($Z_c < 16$), умерана небяспечны ўзровень забруджвання (16–32) выяўлены ў 1,6 % выпадкаў. З дапамогай рангавага дысперсійнага аналізу выяўлены статыстычна значныя адрозненні паміж функцыянальнымі зонамі горада па ўтрыманні ў глебах Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga. Найбольшыя канцэнтрацыі гэтых элементаў адзначаюцца ў межах транспартнай зоны, найменшыя – у рэкрэацыйнай. Для вылучэння тэхнагеннай асацыяцыі ў глебах г. Кобрына быў скарыстаны метаад галоўных кампанент. Асацыяцыя Ni-Cr-Cu-Ga-B-Mn абумоўлена дзейнасцю чыгуначнага і аўтамабільнага транспарту і выкідамі прамысловых прадпрыемстваў (Кобрынскі інструментальны завод). Усталяваны павышаныя канцэнтрацыі Ti і Pb і паніжаныя Mn у лісці *Tilia cordata* Mill. і *Betula pendula* Roth г. Кобрына ў параўнанні з рэспублікай у цэлым.

RETROSPECTIVE ESTIMATION OF METAL POLLUTION OF SOIL AND PLANTS IN KOBRIN

The article presents the results of ecological-geochemical research into Kobrin town. Soil and plants sampling (leaves *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth. and apple tree) was carried out in 1989 on a regular grid with the relative density of 10 collected samples on 1 km². In comparison with the local geochemical background the city's soils on the average were more enriched in Mn (by 1,6 times), Cr and Cu (by 1,3 times). The maximum allowable concentration was exceeded for Ni in 4 % of the samples, for Cu and Pb – in 2 %, for Cr – in 1 %. Most of the city's soil samples had an allowable pollution level ($Z_c < 16$), the moderately dangerous level (16–32) was identified in 1,6 % of the samples. Kruskal-Wallis' one-way analysis of variance was used to identify the statistically significant distinction in the concentration of Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Ga in the soils of the different city's functional zones. The greatest concentrations of these elements was registered within the boarder of the transport zone, the least in the recreational zone. The principal component analysis was applied for distinguishing technogenic association of the chemical elements in the topsoils of Kobrin. Association of Ni-Cr-Cu-Ga-B-Mn is caused by the emission from railway and motor transport and the industrial enterprises (Kobrin tool-making factory). In comparison with the data for the republic as a whole higher concentration of Ti and Pb and lower of Mn was identified in the leaves of *Betula pendula* Roth and *Tilia cordata* Mill