



УДК 550.42 (476)

А.В. Матвеев, В.Е. Бордон, Л.А. Нечипоренко

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОКРОВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

По данным приближенно-количественного спектрального анализа образцов, отображенных на 19 ключевых участках, установлено загрязнение покровных отложений в придорожных полосах Zr, Pb, Mn, Cu, Ti, Ni, Cr, V, изредка Ba, P, В. Максимальная концентрация элементов-контаминантов приурочена к полосе 40–80 м от полотна дороги. Распределение техногенных примесей довольно неравномерное, зависит от интенсивности движения автотранспорта и ряда других причин, на локальных участках содержание элементов может превышать ПДК.

В настоящее время в результате совместного проявления техногенных и природно-техногенных процессов происходит существенное преобразование природных комплексов, находящихся в сфере влияния человеческой деятельности. Одним из важных и неблагоприятных направлений трансформации ландшафтов является формирование геохимических аномалий в покровных отложениях (почвах) [1]. Основными причинами возникновения этих аномалий являются автотранспорт, промышленные предприятия, энергетические установки, отходы коммунального хозяйства и др. При этом на территории Беларуси ежегодное поступление выбросов в атмосферу, вызывающих впоследствии загрязнение почв, превышает 1,3 млн. т, в том числе на долю передвижных источников (в основном автомобилей) приходится около 950 тыс. т, что составляет почти 73% всех загрязнителей воздуха [2].

Несколько иначе оценивают вклад транспортных средств в дестабилизацию природных комплексов украинские исследователи. По их мнению, на долю автомобильного транспорта приходится не менее 13% всех выбросов [3]. Вероятно, эти относительно невысокие оценки объясняются интенсивным развитием на территории Украины горнодобывающей, металлургической промышленности и разнообразного машиностроения, выбросы от которых и понижают относительное значение в загрязнении покровных отложений передвижных источников.

Отмечая отрицательное воздействие автотранспорта на природные комплексы, следует подчеркнуть, что изучение этих неблагоприятных процессов на территории Беларуси осуществляется в недостаточном объеме, хотя даже при приближенных оценках экологический ущерб от их проявления оценивается почти в 170 млрд. рублей [4]. Основные направления работ в нашем регионе связаны с изучением общего загрязнения почв населенных пунктов и агроценозов [1; 5–8] и в меньшей степени посвящены роли автотранспорта в формировании геохимических аномалий [6; 9; 10]. Причем, характеризуя выбросы автомобилей, авторы обычно ограничиваются или каким-либо регионом, или приводят общий перечень состава контаминантов (Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Mn, Co), отмечая, что их максимальные концентрации приурочены к придорожной полосе шириной до 300 м.

Общий вывод об уровнях современного загрязнения часто является довольно оптимистичным: интеграционная оценка загрязнения полос не превышает допустимых значений [10], хотя на отдельных участках концентрации Zn, Cu, Cd, Pb могут превышать ПДК. Между тем проблема безопасности населения требует тщательного анализа



влияния автомобильного транспорта на экологическую обстановку как в стране в целом, так и в отдельных регионах. И с каждым годом эта проблема становится острее: увеличивается количество транспорта, объемы перевозок различных грузов, протяженность транспортных магистралей. Уже сегодня они, подобно кровеносным сосудам, практически пронизывают всю территорию республики, а количество выбросов в атмосферу загрязняющих веществ превышает природные.

Так, еще в восьмидесятых годах прошлого века благодаря сжиганию жидкого топлива (автомобили, самолеты, тракторы и др.) в воздух выбрасывалось только свинцовых частиц свыше 260 тыс. т в год, что в 60–130 раз превосходило естественное поступление свинца в атмосферу при вулканических извержениях (2–3 тыс. т/год) [11]. При этом не учитывалось неизбежное увеличение концентраций элементов-спутников свинца – Zn, Ni и некоторых других. Что касается характера перевозимых грузов и его влияния на содержание вредных примесей в придорожной полосе, то они практически не изучались и не учитывались при оценке общего экологического состояния окружающей среды. Между тем в Солигорском районе при перевозке солей и рассолов теряется до 3–5% их веса из-за некачественной тары, что приводит к сильному загрязнению придорожных участков Na, K, Cl и некоторыми другими элементами. Аналогичная картина наблюдается в Полоцком, Мозырском районах, где, по нашим данным, вдоль ряда дорог полосой до 80–100 м наблюдаются аномальные содержания битумов и других нефтепродуктов.

Фактический материал

Для пополнения имеющихся данных о влиянии автотранспорта на загрязнение покровных отложений авторами были проведены специальные исследования на 19 ключевых участках, расположенных в разных частях Беларуси и вдоль дорог разного ранга (рисунок 1).

Так, Ислочский участок находится у дороги местного значения, западнее д. Киевец, в 0,4 км западнее шоссе Минск – Ивенец; Молодечненский – вдоль шоссе Минск – Молодечно на юго-восточной окраине г. Молодечно; Заславский – у шоссе Заславль – Раков, в 2 км западнее г.п. Заславль; Негорельский – вдоль дороги местного значения г.п. Негорелое – д. Старина, южнее г. Дзержинска; Колосовский – у дороги местного значения, отходящей от магистрали Минск – Брест на д. Засулье, в 10 км к северо-востоку от г. Столбцы; Засульский – возле дороги местного значения между дд. Засулье – Яченка, в 9 км к северо-востоку от г. Столбцы; Узденский – вдоль шоссе юго-юго-восточнее г.п. Узда; Слуцкий – северо-восточнее г. Слуцк, вдоль шоссе Слуцк – Старые Дороги; Кобринский – на юго-западной окраине г. Кобрин, у магистральной дороги Минск – Брест; Ивацевичский – южнее г. Ивацевичи, старое шоссе Минск – Брест; Березовский – севернее г. Береза, у старого шоссе Минск – Брест; Логишинский – южнее г. Логишин, у шоссе Ивацевичи – Пинск; Борисовский – ответвление от магистральной дороги Брест – Москва на дд. Струпень – Гора, 0,5 км на юг от окраины г. Борисов; Замосточский – вдоль шоссе Червень – Смолевичи, между дд. Правда – Замосточье, севернее г. Червень; Сосновоборский – вдоль шоссе Светлогорск – Сосновый Бор, севернее г.п. Сосновый Бор; Васильковский – у шоссе Речица – Светлогорск, восточнее г. Светлогорск; Гомельский – вдоль магистральной дороги Гомель – Брест, между дд. Давыдовка – Борщевка; Житковичский – у магистральной дороги Гомель – Брест, от развилки на г. Петриков до развилки на г.п. Микашевичи; Дивинский – вдоль шоссе Кобрин – Дивин, между д. Хидры – г.п. Дивин.



На плошчы ключевых участков с интервалом от 0,1 км до 1 км отбирались образцы с глубин 0,0–0,1 м и 0,9–1,0 м. Приближенно-количественные спектральные анализы выполнялись в лабораториях Института геохимии и геофизики НАН Беларуси и центральной лаборатории ГРУП «Белгеология». Всего проанализировано более 300 образцов.

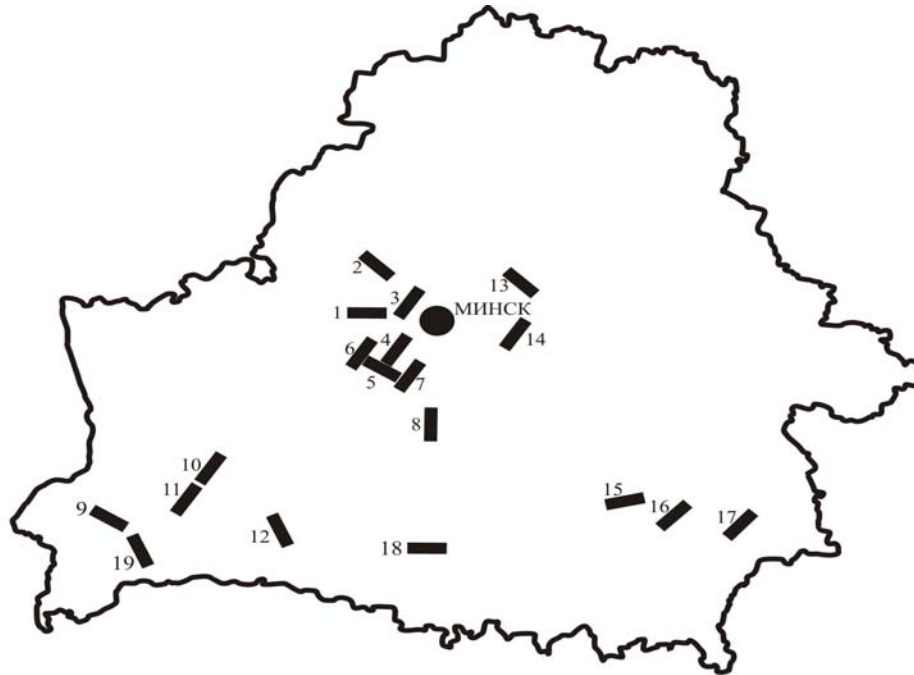


Рисунок 1 – Схема расположения ключевых участков:

- 1 – Ислочский, 2 – Молодечненский, 3 – Заславский, 4 – Негорельский,
5 – Колосовский, 6 – Засульский, 7 – Узденский, 8 – Слуцкий, 9 – Кобринский,
10 – Ивацевичский, 11 – Березовский, 12 – Логишинский, 13 – Борисовский,
14 – Замосточский, 15 – Сосновоборский, 16 – Васильковский,
17 – Гомельский, 18 – Житковичский, 19 – Дивинский

Обсуждение полученных результатов

Для оценки степени загрязнения покровных отложений техногенными выбросами сопоставлялись данные анализов образцов, отобранных с разных глубин (0,1 и 0,9–1,0 м). Это сопоставление показало, что в самом верхнем (гумусированном) слое покровных отложений, суммируя данные всех анализов, могут накапливаться Pb, B, Ni, Cr, V, Mn, Ti, Zr, Cu, Ba и P. Достаточно наглядно этот вывод иллюстрируют таблицы 1–3. Однако ассоциации элементов, концентрация которых повышается в гумусированном слое, заметно меняются от одного ключевого участка к другому (таблица 4). Из таблицы 4 следует, что чаще всего вдоль дорог повышается содержание Zr, Pb, Mn, Cu, Ti, примерно на половине проанализированных участков Ni, Cr, V и значительно реже – Ba, P, B. В зависимости от ранга дороги (республиканские магистральные, республиканские прочие и местного значения) существенных различий в загрязнении придорожных полос не выявлено, что, скорее всего, объясняется достаточно высокой интенсивностью автомобильного движения на территории всех проанализированных ключевых участков.



Таблица 1 – Микроэлементы, содержание которых (в г/т) повышено в гумусированном слое покровных отложений на территории Слуцкого участка

№ образца	Pb	B	Mn	Ti	Zr	Ba
1-07в	20	35	600	3 000	550	450
1-07н	15	28	200	1 600	350	400
2-07в	16	38	580	2 300	700	420
2-07н	17	15	610	1 500	160	440
3-07в	18	33	180	4 000	580	420
3-07н	13	22	150	550	140	350
4-07в	17	30	650	2 600	550	410
4-07н	15	36	400	2 500	800	400
5-07в	16	27	560	2 800	550	410
5-07н	15	32	550	3 000	560	420
6-07в	22	40	600	2 500	500	430
6-07н	13	32	250	1 300	400	350
8-07в	25	45	400	2 000	430	420
8-07н	15	23	200	3 100	420	430
среднее «в»	19	35	510	2 743	551	423
среднее «н»	15	27	337	1 936	404	399

Примечание – в таблицах 1–3 образцы с буквами «в» и «н» отобраны соответственно с глубин 0,0–0,1 м и 0,9–1,0 м.

Таблица 2 – Микроэлементы, содержание которых (в г/т) повышено в гумусированном слое покровных отложений на территории Житковичского участка

№ образца	Pb	Cr	Mn	Ti	Zr	Cu	P
49в	20	100	1 000	2 000	70	10	3 000
49н	7	100	200	1 000	30	5	500
50в	30	50	300	2 000	70	7	1 000
50н	10	100	200	2 000	30	20	500
51в	50	100	700	2 000	70	15	2 000
51н	10	100	500	1 000	30	15	500
52в	30	50	500	2 000	70	15	1 000
52н	15	100	200	2 000	30	10	700
53в	20	70	200	1 500	50	10	700
53н	15	10	200	1 500	30	10	700
54в	50	100	2 000	1 000	50	20	2 000
54н	7	70	300	1 000	30	10	700
55в	30	70	200	5 000	100	15	700
55н	15	70	100	2 000	30	7	500
56в	30	70	2 000	3 000	70	30	1 000
56н	10	50	300	2 000	30	10	700
57в	30	50	2 000	2 000	30	10	700
57н	15	70	700	2 000	30	10	700
58в	50	200	3 000	3 000	100	20	1 000
58н	7	100	500	1 500	50	7	700
среднее «в»	34	86	1 190	2 350	680	15	1 310
среднее «н»	11	77	320	1 600	32	10	620



Таблица 3 – Микроэлементы, содержание которых (в г/т) повышено в гумусированном слое покровных отложений на территории Борисовского участка

№№ образца	Pb	Cr	V	Mn	Ti	Zr	Cu
1-07в	12	14	15	150	1 200	260	9
1-07н	10	13	13	100	800	240	9
2-07в	11	12	16	90	800	250	8
2-07н	10	11	12	85	400	240	5
3-07в	20	14	18	250	900	300	20
3-07н	14	15	21	240	1 500	350	10
4-07в	20	16	23	500	1 500	380	9
4-07н	14	18	22	530	1 700	370	8
5-07в	13	16	20	220	1 600	300	7
5-07н	13	13	18	180	1 500	350	8
6-07в	25	50	28	150	4 000	580	20
6-07н	21	45	29	300	2 300	390	17
7-07в	14	30	24	550	3 000	310	7
7-07н	12	32	23	180	2 700	450	9
8-07в	13	18	26	350	2 000	460	8
8-07н	15	13	18	150	800	240	7
среднее «в»	16	21	21	262	1 738	346	11
среднее «н»	14	20	19	242	1 606	338	9

Таблица 4 – Техногенное загрязнение покровных отложений вдоль автомобильных дорог (показано знаком «+»)

Ключевой участок	Pb	B	Ni	Cr	V	Mn	Ti	Zr	Cu	Ba	P
Исlochский						+	+	+			
Молодечненский	+	+				+		+			
Заславский	+					+		+	+		
Негорельский		+				+		+		+	
Колосовский	+		+	+	+		+	+	+		
Засульский			+		+					+	
Узденский	+				+	+			+	+	
Слуцкий	+	+				+	+	+		+	
Кобринский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Ивацевичский			+		+	+	+	+			+
Березовский			+					+	+		
Логишинский	+					+		+	+		+
Борисовский	+			+	+	+	+	+	+		
Замосточский	+		+	+	+	+	+	+			
Сосновоборский	+		+	+	+	+	+	+	+		+
Васильковский	+		+	+				+	+		+
Гомельский	+		+	+		+		+			+
Житковичский	+			+		+	+	+	+		+
Дивинский	+				+		+	+			



Можно только отметить, что минимальное количество элементов-загрязнителей (3–4) установлено вдоль дорог местного значения (Исlochский, Засульский, Негорельский, Дивинский участки) и некоторых немагистральных дорог республиканского значения (Березовский, Молодечненский). Естественно предположить, что поступление загрязняющих веществ в покровные отложения происходит не только в результате движения автотранспортных средств. Поэтому наиболее вероятно, что загрязнение придорожных полос, обусловленное перемещением автомобилей, можно относить только к тем элементам, концентрация которых наиболее часто повышена вдоль дорог в регионе, то есть к Zr, Pb, Mn, Cu, Ti, возможно Ni, Cr и V. Примерно на накопление этих же элементов в придорожных полосах указывается в публикациях [6; 7; 9–12]. Исключение составляют Zr, о превышении содержания которого в почвенном слое нет ни одного упоминания в опубликованных материалах, а также Zn и Cd, данные по которым отсутствуют у авторов настоящей статьи. Что касается Zr, то его выбросы в атмосферу обычно связываются, по данным Дж. Эмсли [13], с ядерными реакторами, изготовлением тугоплавких тиглей, абразивов, керамики и др., то есть с производствами, которые на территории Беларуси развиты локально. Поэтому накопление этого элемента в гумусированном слое скорее всего обусловлено поступлением из более глубоких горизонтов – палеогеновых, меловых и нижезалегающих пород, в которых известны довольно многочисленные аномальные концентрации этого элемента [14], а также потерями обогащенных цирконом строительных песков при их перевозке.

Проведенные исследования показали, что максимумы концентраций техногенного загрязнения приурочены к полосе 40–80 м от края полотна дороги (рисунок 2). Выделенный на рисунке 2 второй пик содержаний Mn скорее всего связан с тем, что соответствующая проба была отобрана на пашне, обогащенной органическими удобрениями.

Для оценки степени опасности формирующихся уровней загрязнения придорожных полос сопоставлялись содержания отдельных элементов с ПДК. Учитывая данные «Временных методических рекомендаций по проведению геолого-экологических исследований» [15], можно сделать вывод о том, что в большинстве проанализированных образцов концентрации микроэлементов не достигают предельно допустимых величин. Однако в отдельных пробах их количества могут значительно превышать кларковые величины, приближаться и даже превышать ПДК. Так, содержание Pb в гумусированном слое иногда составляет 25–30 мг/кг (Борисовский, Кобринский, Логишинский и Слуцкий участки) и даже 50 мг/кг (Березовский, Житковичский участки), V – 150 мг/кг (Логишинский участок), Cr – 100–200 мг/кг (Гомельский, Дивинский, Житковичский и другие участки на территории Белорусского Полесья), Mn – до 3–5 г/кг (Гомельский, Кобринский, Житковичский участки).

Выводы

1. Вдоль автомобильных дорог происходит загрязнение покровных отложений (почв) Zr, Pb, Mn, Cu, Ti, Ni, Cr, V, значительно реже Ba, P, В. Степень загрязнения, по данным проведенных исследований, коррелируется не с только с рангом дороги (республиканские магистральные, республиканские прочие, местного значения), сколько с интенсивностью движения на ней.

2. Максимальное количество элементов-контаминантов приурочено к полосе 40–80 м от полотна дороги, а заметное загрязнение прослеживается в зоне до 300 м.



3. Распределение техногенных примесей в придорожных полосах довольно неравномерное, и на отдельных участках их концентрация может достигать величин, приближающихся и даже превышающих предельно допустимые концентрации (Pb – до 30–50 мг/кг, V – до 150 мг/кг, Cr – до 200 мг/кг, Mn – до 3–5 г/кг).

4. Учитывая возможность формирования на локальных участках вдоль автомобильных дорог геохимических аномалий с концентрациями элементов, близкими к ПДК, необходимо продолжить детальное геохимическое изучение придорожных полос с целью выделения особо загрязненных участков и разработки мероприятий, которые снижают неблагоприятные последствия от выбросов автомобильного транспорта.

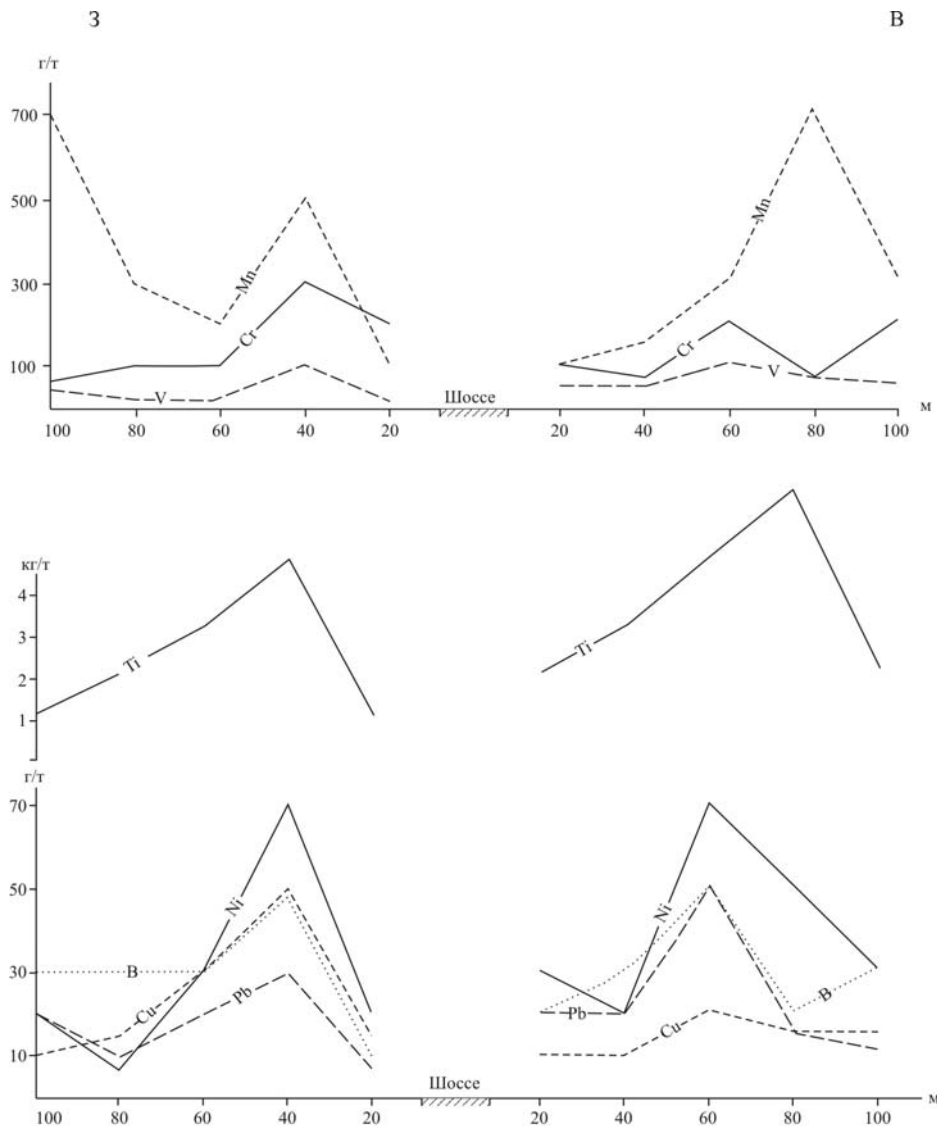


Рисунок 2 – Содержание микроэлементов, накапливающихся в гумусированном слое покровных отложений в придорожной полосе шоссе Брест – Минск юго-восточнее г. Кобрин



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А.В. Проблемы экологии и охраны геологической среды / А.В. Матвеев [и др.] // Геология Беларуси. – Минск, 2001. – С. 697–703.
2. Состояние окружающей среды Республики Беларусь : национальный доклад. – Минск, 2001. – 96 с.
3. Жовинский, Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. – Киев, 2002. – 213 с.
4. Бусько, Е.Г. Значимость экологической составляющей в системе социально-экономического развития западного региона Беларуси / Е.Г. Бусько // Региональные проблемы экологии: пути решения : материалы IV Междунар. экологич. симпозиума. – Новополоцк, 2007. – Т. 2. – С. 137–142.
5. Головатый, С.Е. Содержание тяжелых металлов в почвах агроценозов Беларуси / С.Е. Головатый, С.В. Савченко, П.Ф. Жигарев // Современные проблемы геохимии : материалы республ. науч. конф. – Минск, 2002. – С. 67–71.
6. Карпук, В.К. Техногенное влияние на формирование урболандшафтов г. Бреста / В.К. Карпук // Современные проблемы геохимии : материалы республ. науч. конф. – Минск, 2002. – С. 98–101.
7. Красовская, И.А. Оценка состояния эколого-геологических условий урбанизированных территорий / И.А. Красовская, А.Н. Галкин. – Витебск, 2007. – 165 с.
8. Состояние природной среды Беларуси : экологический бюллетень 1996 г. – Минск, 1997. – 256 с.
9. Игнатенко, Н.И. Геохимия свинца в зоне гипергенеза на примере Белоруссии : автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук / Н.И. Игнатенко. – Минск, 1986. – 20 с.
10. Кузьмин, С.И. Оценка экологического состояния почв в придорожных полосах автомагистралей (на примере Минской области) / С.И. Кузьмин, В.М. Феденя, А.В. Рудь // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых. – Минск, 2007. – С. 123–128.
11. Бондарев, Л.Т. Микроэлементы – благо и зло / Л.Т. Бондарев. – Москва, 1984. – 144 с.
12. Матвеев, А.В. Эколого-радиационный паспорт административного района (на примере Солигорского района) / А.В. Матвеев [и др.]. – Минск, 1994. – 77 с.
13. Эмсли, Дж. Элементы / Дж. Эмсли. – М., 1993. – 256 с.
14. Аношко, Я.И. Условия формирования и вещественный состав кайнозойских россыпей в Беларуси / Я.И. Аношко, В.Е. Бордон, Е.Т. Ольховик // Важнейшие промышленные типы россыпей : материалы междунар. совещания. – Москва, 1997. – С. 61–63.
15. Временные методические рекомендации по проведению геолого-экологических исследований при геологоразведочных работах (для условий Украины) / под ред. Л.С. Галецкого. – Киев, 1990. – 87 с.

A.V. Matveyev, V.E. Bordon, L.A. Nechiporenko. Technogenic Contamination of Cover Deposits along Automobile Roads in Belarus

Contamination of cover deposits by Zr, Pb, Mn, Cu, Ti, Ni, Cr, V, and rarely by Ba, P, B in near road strips is revealed using half-quantitative spectral analyses of the samples collected in 19 key sites. Maximum concentrations of contaminants are observed within the 40-80 m distance from roads. Distribution of technogenic admixtures is rather irregular. It depends on the intensity of traffic as well as on a number of other causes. Contents of the elements may exceed occupational exposure limits in some locations.