

О.В. ЛУКАШЕВ

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СНЕГОВОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (на примере городов Бобруйск и Полоцк)

The technogenic contamination level of snow cover by main components of hydrochemical composition and suspended elements-metals in Bobrujsk and Polock cities is estimated.

С целью оценки эколого-геохимического состояния природной среды крупных городов Беларуси Бобруйск и Полоцк в марте 2004 г. и феврале 2006 г. проведено геохимическое опробование снегового покрова их территорий. Было отобрано соответственно 27 и 20 представительных проб, равномерно распределенных по различным городским функциональным зонам с учетом размещения основных промышленных предприятий и транспортных магистралей. Суммарный вес проб снега составил 25*30 кг на 1 площадку (~100 м²), что позволило получить необходимое количество взвешенного материала, отражающего поступление химических элементов с пылевой составляющей выбросов. Анализ химического состава снеговых вод и отфильтрованных взвесей проводился по стандартным методикам [1, 2]. Аналитические данные опробования снегового покрова Полоцка в 1993 г. были предоставлены кандидатом геолого-минералогических наук В.Е. Бордоном (ИГиГ НАН Беларуси).

Градации загрязнения снегового покрова Беларуси. В период 1987-1989 гг. Лабораторией экологической физиологии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси было проведено широкомасштабное изучение химического состава снегового покрова лесных экосистем республики [3, 4]. На основе данных, полученных на 192 точках наблюдения, произведено ранжирование поступления из загрязненной атмосферы в снеговой покров ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} , а также взвешенных Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb (табл. 1).

Таблица 1

Градации загрязнения снегового покрова Беларуси [3, 4]

Компонент	Загрязнение			
	сильное	умеренное	слабое	очень слабое
	Растворенные ионы, мг/л			
Ca^{2+}	5÷7	>3÷5	>2÷3	≤2
Mg^{2+}	>1,5	>1,0÷1,5	>0,5÷1,0	≤0,5
NH_4^+	>0,4	>0,3÷0,4	>0,2÷0,3	≤0,2
SO_4^{2-}	>3	>2÷3	>1÷2	≤1
	Взвешенные металлы, мкг/л			
Mn	>80	>60÷80	>40÷60	≤40
Fe	>2000	>1000÷2000	≤1000	-
Ni	>20	>10÷20	≤10	-
Cu	>20	>10÷20	≤10	-
Zn	>100	>50÷100	≤50	-
Pb	>40	>20÷40	≤20	-

Следует отметить, что предложенное ранжирование носит несколько условный характер, так как в нем не учитывается формирующий аномалии тип нагрузки, а также геохимическая подвижность химических элементов, их биологическая доступность, токсичность и ряд других факторов. В частности, различаются два типа нагрузки химических элементов на земную поверхность: 1) *условно-аномальный* - высокая нагрузка за счет выпадения больших количеств пыли с фоновым содержанием химических элементов; 2) *собственно-аномальный* - высокая нагрузка за счет выпадения пыли с большим содержанием химических элементов [5]. Кроме того, при эколого-геохимических исследованиях природной среды наряду с изучением со-

стояния по отдельным химическим элементам, как правило, необходим совокупный анализ распределения их ассоциаций. Количественной мерой ассоциации в данном случае является показатель загрязнения Z_c , представляющий собой сумму коэффициентов концентрации элементов над фоновым уровнем:

$$Z_c = \sum [(C_i - C_f) / C_f] = \sum K_c \cdot n, \quad (1)$$

где K_c - коэффициент концентрации (C_i , IC_f), C_i - аномальное содержание, C_f - фоновое содержание, n - число химических элементов в изучаемой ассоциации.

Соответствующие исследования, проведенные авторами работы [5] на территории Москвы и ряда других городов, позволили разработать ориентировочную шкалу оценки степени экологической опасности геохимических аномалий, среди которых выделяются: 1. *Допустимые* - низкий уровень заболеваемости и минимальная частота проявления функциональных отклонений. 2. *Умеренно-опасные* - увеличение общей заболеваемости; средний уровень загрязнения ($Z_c = 64 \div 128$) и повышенная запыленность снегового покрова (среднесуточная нагрузка $250 \div 450 \text{ кг/км}^2$). 3. *Опасные* - увеличение частоты хронических заболеваний и функциональных отклонений; высокие уровни загрязнения ($Z_c = 128 \div 256$) и запыленности снегового покрова (среднесуточная нагрузка $450 \div 800 \text{ кг/км}^2$). 4. *Чрезвычайно опасные* - рост нарушений репродуктивных функций и другие отдаленные последствия; очень высокие уровни загрязнения ($Z_c > 256$) и запыленности снегового покрова (среднесуточная нагрузка более 800 кг/км^2).

Загрязнение снегового покрова г. Бобруйск. Основными источниками загрязнения природной среды г. Бобруйск являются БШК «Белшина», АО «Беларусьрезинотехника», АО «Бобруйский кожевенный комбинат», Гидролизный завод, а также ряд предприятий машиностроения и металлообработки и т. д.

Подавляющая часть территории города по содержанию в снеговых водах Ca^{2+} и Mg^{2+} может быть охарактеризована как *слабо* и *очень слабо* загрязненная, по NH_4^+ - *очень слабо* загрязненная, SO_4^{2-} (в среднем по городу) - *слабо* загрязненная (табл. 1, 2), pH снеговых вод статистически в средней степени зависит от подкисляющего (Cl^-) и подщелачивающего (Ca^{2+} , HCO_3^-) влияния ионов. В целом можно говорить о приуроченности pH $5 \div 6$ снеговых вод к центральной части и pH $6 \div 7$ к периферии города.

Согласно данным [6-9], выброс твердых веществ в атмосферу г. Бобруйск от стационарных источников в 2001-2004 гг. составлял $0,6 \div 1,0$ тыс. т/год, что в среднем с учетом фоновой составляющей в размере $\approx 10 \text{ кг/(км}^2 \cdot \text{сут)}$ [5] соответствует $35 \div 52 \text{ кг/(км}^2 \cdot \text{сут)}$. Таким образом, уровень выпадения пыли на территории города обуславливает формирование только *допустимых* техногенных геохимических аномалий.

Непосредственная оценка статистических связей между содержанием пыли и взвешенных химических элементов в снеговых водах позволяет судить о том, что с *условно-аномальным* типом нагрузки на территории города связано распределение «нетехногенных» для Бобруйска Be, Ti, Y, Zr, Ag, Ba, Yb ($r = +0,774 \div 0,955$, $P < 0,0001$) и в некоторой степени Fe, Sr и Sn ($r = +0,681 \div 0,709$).

Меньше от фактора «общая масса пыли» зависит содержание V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb ($r = +0,470 \div 0,637$)-техногенной ассоциации химических элементов, распределение которых скорее связано с наложением на *условно-аномальный* тип *собственно-аномального* типа нагрузки, т. е. дополнительного поступления варьирующих количеств пыли с высоким содержанием химических элементов от различных и, как правило, многочисленных мелких локальных техногенных источников. В рамках данной ассоциации отмечаются сильные корреляционные связи ($P < 0,0001$) между V и Ni,

Pb (+0,866, +0,828), Mn и Cr, Zn (+0,824, +0,948), Cr и Co, Ni, Cu, Zn (+0,831+0,928), Co и Ni, Cu (+0,966, +0,950), Ni и Cu, Zn (+0,930, +0,821), Cu и Zn (+0,843).

Таблица 2

Статистические характеристики химического состава снеговых вод
г. Бобруйск (март 2004 г.)

Элемент	x (lim)	σ	s_x
Растворенные ионы, мг/л			
pH	6,10 (5,05+7,28)	0,636	0,125
HCO_3^{2-}	5,14 (1,22+26,36)	5,12	1,00
NH_4^+	0,076 (не обн. +0,67)	0,131	0,026
NO_3^-	0,579 (не обн. +1,68)	0,494	0,095
Na^+	0,380 (0,09+1,08)	0,265	0,052
Mg^{2+}	0,318 (0,13+0,89)	0,157	0,031
SO_4^{2-}	1,56 (0,38+2,88)	0,708	0,139
Cl^-	0,983 (0,39+2,09)	0,378	0,074
K^+	0,140 (0,04+0,34)	0,074	0,015
Ca^{2+}	1,45 (0,46+8,82)	1,65	0,325
Σ_m	10,6 (5,64+40,38)	6,82	1,34
Взвешенные металлы, мг/л			
Be	0,073 (0,012+0,27)	0,062	0,012
Ti	279 (28,7+1030)	243	47,7
V	8,72 (0,72+31,6)	8,63	1,69
Cr	21,4 (0,86+102)	23,5	4,61
Mn	93,8 (7,2+533)	112	21,9
Fe	2626 (308+9780)	2347	460
Co	0,924 (0,11+4,5)	0,990	0,194
Ni	13,0 (1,4+45,2)	11,1	2,18
Cu	11,9 (2,1+56,5)	12,7	2,50
Zn	56,4 (14,3+249)	54,1	10,8
Sr	14,6 (2,2+44,4)	10,6	2,08
Y	1,04 (0,17+3,2)	0,770	0,151
Zr	25,1 (3,8+105)	22,3	4,37
Ag	0,067 (0,022+0,20)	0,051	0,0099
Sn	0,653 (0,20+2,1)	0,467	0,092
Ba	39,5 (5,6+122)	34,4	6,76
Yb	0,103 (0,016+0,34)	0,078	0,015
Pb	14,7 (1,8+48)	11,8	2,32
Пыль, мг/л	72,2 (11+244)	59,5	11,7

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4 * x (lim) – средняя арифметическая (пределы колебания); ** σ – стандартное отклонение; *** s_x – ошибка среднего.

Геохимический фон взвешенных металлов снегового покрова г. Бобруйск составляет ($n = 23$, мкг/л): Be - 0,056, Ti - 218, V - 7,2, Cr - 18,9, Mn - 72,4, Fe - 2140, Co - 0,80, Ni - 11,2, Cu - 10,0, Zn - 45, Sr - 12,5, Y - 0,81, Zr - 18,8, Ag - 0,055, Sn - 0,55, Ba - 30,0, Yb - 0,080, Pb - 12,5. Расчет коэффициента Z_c показывает, что все выявленные на территории города геохимические аномалии ассоциаций данных элементов относятся к *допустимым* ($Z_c < 64$).

Выбросы промышленных предприятий города в настоящее время очень слабо влияют на содержание взвешенных металлов в снеговом покрове районов их нахождения. Деятельность БШК «Белшина», АО «Беларусьрезинотехника», «Фандок», заводов ЖБИ, КПД, ТЭЦ-2 и других рядом расположенных с ними промышленных объектов, по нашим данным, пока не повлияла на местный геохимический фон взвешенных металлов. Более определенно, но также незначительно проявилась совокупная деятельность заводов ТДиА и БМС им. Ленина: в снеговых взвесах примыкающих территорий обнаружены повышенные концентрации Cr, Co, Ni и Cu ($K_k = 4,0 \div 5,7$).

Подавляющая часть территории г. Бобруйск по содержанию в снеговых водах взвешенного Mn может быть охарактеризована как *умеренно и слабо*

загрязненная, Ni, Cu, Zn - умеренно загрязненная, Pb - как слабо загрязненная (см. табл. 1, 2).

Загрязнение снегового покрова г. Полоцк. Основными источниками загрязнения территории города являются РУПП «Полоцкое ПО "Стекловолокно"», ОАО «Полоцкий завод "Проммашремонт"», Завод сельхозоборудования, Полоцкий завод ЖБИ и др.

Подавляющая часть территории г. Полоцк по содержанию в снеговых водах Ca^{2+} и Mg^{2+} (за исключением *сильно* загрязненной восточной части) может быть охарактеризована как *слабо* и *очень слабо* загрязненная, NH_4^+ - *сильно* загрязненная, SO_4^{2-} (1,9-2,95 мг/л - данные метеорологической станции [6-9]) - *слабо* и *умеренно* загрязненная (табл. 1, 3).

Таблица 3

Статистические характеристики содержания растворенных ионов в снеговом покрове г. Полоцк, мг/л

Компонент	$\bar{x}$ (lim)	σ	S_x
Январь 1993 г. ($n = 50$)			
pH	5,78 (4,20+6,90)	0,714	0,101
HCO_3^-	12,7 (3,00+48,8)	9,55	1,35
NH_4^+	1,37 (0,10+6,00)	0,978	0,138
NO_3^-	2,63 (0,90+4,50)	0,800	0,114
Na^+	0,686 (0,30+2,20)	0,380	0,054
Mg^{2+}	0,866 (0,10+2,60)	0,491	0,069
SO_4^{2-}	(Не обн. +15,2)	—	—
Cl^-	2,76 (1,50+12,9)	1,63	0,231
K^+	0,384 (0,10+1,90)	0,327	0,046
Ca^{2+}	3,01 (1,00+11,7)	2,39	0,338
Σ_M	28,7 (12,0+123)	16,6	2,37
Февраль 2006 г. ($n = 20$)			
pH	6,26 (5,72+6,90)	0,350	0,078
HCO_3^-	58,7 (15,3+91,5)	23,9	5,34
NH_4^+	1,05 (сл. +2,70)	0,856	0,191
NO_3^-	0,670 (0,36+1,30)	0,259	0,058
Na^+	2,60 (0,08+9,64)	2,31	0,529
Mg^{2+}	0,788 (0,28+2,86)	0,676	0,151
K^+	1,20 (0,27+4,72)	1,28	0,285
Ca^{2+}	2,12 (0,02+8,78)	2,19	0,490

Примечание. * Содержание SO_4^{2-} ниже чувствительности определения в 70 % случаев.

Согласно имеющимся данным, в первой половине 1990-х гг. кислотность снега в г. Полоцк (5,78) была заметно ближе к фоновой (5,13-5,59, Березинский биосферный заповедник [6-9]), чем в настоящее время (6,26). pH снеговых вод в значительной степени зависит от содержания Ca^{2+} и в средней - от содержания Mg^{2+} . В целом можно говорить о приуроченности величин pH 5,8-6,2 к центральной части и pH > 6,2 - к периферии города (особо выделяется восточная окраина с pH 6,4-5-6,8 и высоким содержанием Mg^{2+} , Ca^{2+} , что может быть обусловлено выбросами Полоцкого завода ЖБИ).

Сопоставление данных за 1993 и 2006 гг. свидетельствует о снижении среднего содержания NO_3^- в снеговых водах в 3,9 раза и увеличении среднего содержания Na^+ в 3,8, K^+ - в 3,1 раза. Различия между прочими показателями менее значительны (см. табл. 3).

По имеющимся данным, в 1993 г. *незначимую* пылевую нагрузку (менее 100 кг/(км² · сут)) испытывало 54% территории, *допустимую* (100÷250 кг/(км² · сут)) - 28 %, *повышенную* (250÷450 кг/(км² · сут)) - 16 %.

Суммарный выброс твердых веществ в атмосферу городов Полоцк и Новополоцк от стационарных источников в период 2001-2004 гг. составлял 0,9÷1,1 тыс. т/год [6-9], что в среднем с учетом фоновой пылевой нагрузки соответствовало 72÷85 кг/(км² · сут). Таким образом, уровень выпадения

дения пыли на территории города как в 1990-е, так и 2000-е гг. обуславливает формирование только *допустимых* техногенных геохимических аномалий.

Количество выпадающей пыли (*условно-аномальный* тип нагрузки) в 1993 г. в значительной степени ($r > +0,700$, $P < 0,0001$) определило содержание в снеговых водах взвешенных P, Sc, Ti, Co, Cu, Ga, Y, Zr, Nb, Ag, Sn, Pb и в средней ($r = +0,500-0,700$) - V, Cr, Zn, Ge, Mo, Ba, Yb, Bi.

С *условно-аномальным* типом нагрузки на территории города в 2006 г. было связано распределение взвешенных Be, Ti, Co, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Yb ($r > +0,700$) и частично Cr, Mn, Fe, Cu, Mo, Ag, Sn и Pb. Во втором случае отмечаются сильные корреляционные связи ($r > +0,700$) между рядом входящих в данную ассоциацию химических элементов.

В значительно меньшей степени от фактора «общая масса пыли» зависело содержание в снеговых водах взвешенных V и Ni ($r \leq +0,500$) - техногенной ассоциации химических элементов ($r = +0,967$), распределение которых скорее связано с наложением на *условно-аномальный* тип *собственно-аномального* типа нагрузки. Резкий рост взвешенного V и Ni наблюдался в северо-восточной части города при относительно небольшом содержании данных элементов на всей остальной территории, что, по-видимому, обусловлено выбросами завода «Проммашремонт», Полоцкого завода ЖБИ, а также железнодорожного транспорта в районе ст. Громы.

Статистическая обработка данных 2006 г. включала и факторный анализ, который был выполнен на основе корреляционной матрицы методом главных компонент с последующим варимакс-вращением. При этом были выделены три главные компоненты, на долю которых пришлось 88 % общей дисперсии.

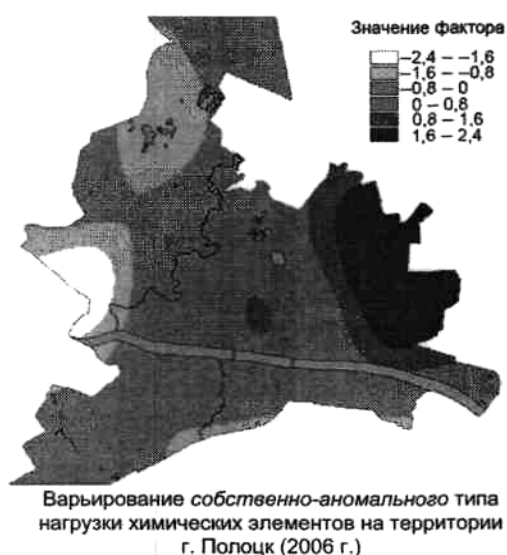
С первой главной компонентой (фактор 1), описывающей 50% общей дисперсии, положительно связано содержание в снеговых водах (по мере убывания): Ti, Be, Zr, взвешенного вещества, Nb, Ba, Y, Yb, Co, Pb, Ag, Mn, Cu, Fe. Фактор 1 можно интерпретировать как проявление *условно-аномального* типа нагрузки на территории г. Полоцк (с увеличением количества пыли увеличивается концентрация взвешенных химических элементов).

Вторая главная компонента (фактор 2) учитывает 31 % общей дисперсии. С ней связаны (по мере убывания): V, Ni, Sn, Cr, Zn, Mn, Fe. Фактор 2, по нашему мнению, соответствует *собственно-аномальному* типу нагрузки.

Третья компонента (фактор 3) определяет изменения концентраций Mo, на долю этого фактора приходится 6,6 % общей дисперсии.

Картирование факторных значений позволяет локализовать источники загрязнения (рисунк). Наибольшие значения фактора 2 отмечаются в северо-восточной части города и обусловлены, как уже указывалось, промышленными выбросами.

Геохимический фон взвешенных металлов снегового покрова г. Полоцк составляет (2006 г., $n = 17$, мкг/л): Be - 0,032, Ti — 55,1, V - 3,93, Cr - 3,70, Mn - 16,2, Fe - 934,



Co - 0,499, Ni - 2,42, Cu - 6,26, Zn - 13,3, Sr - 6,03, Y - 0,451, Zr - 4,44, Nb - 0,187, Mo - 0,681, Ag - 0,025, Sn - 0,299, Ba - 17,8, Yb - 0,046, Pb - 3,58.

Выявленные на территории города аномалии взвешенных химических элементов относятся к *допустимым* ($Z_c < 64$). Выбросы большинства промышленных предприятий города в настоящее время очень слабо отражаются на содержании взвешенных металлов в снеговом покрове прилегающих районов. В центральной части города на состав снега в большей степени, по-видимому, влияют пылевые выбросы автотранспорта, рассыпка песка и т. д.

Подавляющая часть территории города (за исключением ряда точек с повышенной запыленностью) по содержанию в снеговых водах взвешенных Ni, Cu, Zn, Pb в 1993 и 2006 гг. может быть охарактеризована как *слабо* загрязненная; Fe (в 2006 г.) - как *умеренно* загрязненная, Mn - *сильно* (в 1993 г.) и *очень слабо* (в 2006 г.) загрязненная (табл. 1, 4).

Таблица 4

Статистические характеристики содержания взвешенных микроэлементов и пыли в снеговых водах г. Полоцк, мкг/л

Элемент	$\bar{x}$ (лм)	σ	s_x
Январь 1993 г. (n = 38-48)			
B	5,08 (0,3+19,0)	4,28	0,617
P	125,5 (1,0+720)	159,0	23,2
Sc	0,826 (0,10+2,0)	0,629	0,093
Ti	200,8 (10,0+750)	206,0	30,7
V	18,0 (1,0+72)	16,5	2,43
Cr	2,00 (0,10+12,0)	3,00	0,437
Mn	169,1 (2,0+850)	218,5	31,2
Co	1,07 (0,01+5,0)	1,32	0,190
Ni	6,90 (0,20+40)	8,04	1,18
Cu	1,20 (0,07+4,6)	1,05	0,154
Zn	22,7 (0,30+100)	23,3	3,47
Ga	0,433 (0,01+2,0)	0,563	0,081
Ge	0,168 (0,006+0,80)	0,150	0,024
Sr	37,9 (3,0+135)	32,1	4,59
Y	5,31 (0,10+34)	7,90	1,14
Zr	24,8 (1,0+120)	27,8	4,01
Nb	0,266 (0,06+0,80)	0,216	0,036
Mo	0,328 (0,02+1,0)	0,265	0,038
Ag	0,110 (0,01+0,20)	0,046	0,007
Sn	0,312 (0,20+1,2)	0,269	0,040
Ba	30,5 (2,0+135)	27,9	4,25
Yb	0,492 (0,02+3,0)	0,582	0,085
Pb	3,63 (0,2+12,0)	3,30	0,487
Bi	0,332 (0,05+1,2)	0,295	0,043
Пыль, мг/л	65,4 (10,0+180)	40,8	6,37
Февраль 2006 г. (n = 20)			
Be	0,044 (0,007+0,198)	0,041	0,009
Ti	81,2 (9,87+496,0)	103,0	23,0
V	5,27 (0,72+24,2)	5,21	1,17
Cr	4,32 (0,83+9,92)	2,21	0,495
Mn	19,7 (2,21+55,1)	12,6	2,82
Fe	1202,0 (245+5454)	1127,0	252,0
Co	0,666 (0,099+2,75)	0,570	0,128
Ni	3,31(0,39+18,2)	3,72	0,831
Cu	6,99 (2,37+14,8)	3,69	0,826
Zn	16,9 (2,76+63,9)	14,4	3,22
Sr	7,61 (1,10+22,0)	5,37	1,20
Y	0,632 (0,072+2,75)	0,586	0,130
Zr	6,27 (0,94+24,2)	5,59	1,25
Nb	0,250 (0,039+1,10)	0,223	0,050
Mo	0,656 (0,14+1,21)	0,286	0,064
Ag	0,030 (0,009+0,099)	0,019	0,004
Sn	0,325 (0,099+0,61)	0,134	0,030
Ba	23,5 (4,69+88,1)	18,7	4,17
Yb	0,064 (0,007+0,275)	0,059	0,013
Pb	4,43 (0,99+13,2)	2,94	0,658
Пыль, мг/л	30,3 (5,50+110)	24,4	5,45

В целом правомерно говорить о тенденции снижения (в n раз) за исследуемый период (1993-2006 гг.) средней концентрации в снеговых водах г. Полоцк взвешенных Ti, V, Mn, Ni, Sr, Y, Zr, Ag, Yb. В то же время среднее содержание взвешенных Co, Zn, Nb, Sn, Ba практически не изменилось, а Cr, Cu, Mo, Pb в результате действия техногенных факторов выросло в n раз.

Среди 20 городов Беларуси, характеризующихся общим выбросом от стационарных источников в атмосферу загрязняющих веществ более 2,5 тыс. т/год, г.Бобруйск и Полоцк, по данным наблюдений 2001-2004 гг. [6-9], занимали соответственно 8-е ($7,2 \div 9,1$ тыс. т/год) и 16-е ($3,0 \div 3,4$ тыс. т/год) места. Проведенные исследования снегового покрова указанных городов подтверждают относительно невысокий и слабопроявляющийся уровень влияния выбросов на состояние городской природной среды.

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970.
2. Зырин Н.Г., Обухов А.И. Спектральный анализ почв, растений и других биологических материалов. М., 1977.
3. Лесные ландшафты Беларуси: структурно-функциональная организация и устойчивость к техногенным нагрузкам / Под ред. Е.А. Сидоровича. Мн., 1992.
4. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси / Под ред. Е.А. Сидоровича. Мн., 1995.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М., 1990.
6. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2001 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. Мн., 2002.
7. Там же. 2002 г. Мн., 2003.
8. Там же. 2003 г. Мн., 2004.
9. Там же. 2004 г. Мн., 2005.

Поступила в редакцию 01.12.06.

Олег Валентинович Лукашев - кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры динамической геологии.