

О. В. Лукашѐв, Д. Л. Творонович-Севрук, С. В. Савченко, Н. Г. Лукашѐва

## ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСИПОВИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МЕТАЛЛАМИ

Выполнена оценка современного уровня техногенного загрязнения донных отложений Осиповичского водохранилища тяжелыми металлами. Исследования показали, что наиболее информативными являются реакционноспособные формы металлов. Концентрация реакционноспособных форм Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd и Pb, а также валовая концентрация ряда элементов в значительной степени определяются содержанием в донных отложениях органического вещества.

С целью оценки степени загрязнения донных отложений химическими элементами-металлами, поступающими в р. Свислочь со сбросами Минской станции аэрации, в сентябре 2004 г. было проведено геохимическое опробование донных отложений Осиповичского водохранилища – комплексного геохимического барьера, активно накапливающего техногенные загрязнители. Последние аналогичные исследования на акватории водохранилища выполнены В. В. Савченко [5, 6] в период 1988–1992 гг.

На современном этапе исследований, при выборе точек опробования, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве опорных стационарных пунктов сети мониторинга, учитывались следующие факторы: а) равномерность распределения по акватории; б) приуроченность к участкам изменения конфигурации водохранилища; в) возможность относительно быстрого повторного взятия проб (однозначное нахождение, удобство подъезда на автотранспорте или лодке).

Определение содержания реакционноспособных форм Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd и Pb производилось атомно-абсорбционным методом в вытяжке 1 М HCl [2, 3], валового содержания Be, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr, Y, Zr, Ag, Sn, Ba, Yb, Pb – эмиссионным спектральным методом [1].

*Реакционноспособные формы.* Данные содержания органического вещества (ОВ), реакционноспособных форм тяжелых металлов и Fe в донных отложениях водохранилища представлены табл. 1.

Своеобразным «ключом» к интерпретации полученных данных явился один из образцов, саморазложившийся в лабораторных условиях на преимущественно «минеральную» и «органическую» составляющие. Анализ пробы показал, что при различии в содержании ОВ в полученных «минеральной» и «органической» составляющих в 6,6 раза, «органическая» фракция концентрировала в себе Cr в 15,3 раза, Cu – 23,3, Cd – 13,0, Zn – 9,1, Ni и Pb – 6,4, Fe – 5,1, Mn – в 3,6 раза больше, чем «минеральная».

Таблица 1 — Статистические характеристики содержания реакционноспособных форм элементов в донных отложениях Осиповичского водохранилища, мг/кг сухого вещества (n = 24)

Компонент	$\bar{x}$ (lim)*	$\sigma_x$	$s_x$
ОВ, %	16,3 (2,9...42,8)	12,2	2,48
Cr	209 (4,6...598)	189	38,5
Mn	1 126 (80...3300)	973	199
Fe, %	2,56 (0,26...5,19)	1,90	0,389
Ni	41,0 (2,1...110)	30,1	6,15
Cu	117 (1,9...321)	110	22,4
Zn	364 (16...886)	302	61,6
Cd	2,17 (<0,02...4,9)	1,71	0,350
Pb	18,3 (0,76...49)	14,9	3,05

\*Примечание:  $\bar{x}$  (lim) - средняя (пределы колебания),  $\sigma_x$  - стандартное отклонение,  $s_x$  - ошибка среднего.

Статистическая обработка данных свидетельствует о том, что содержание реакционноспособных форм всех 8-ми изученных металлов статистически достоверно связано с содержанием ОВ ( $r = +0,810-0,944$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 24$ ), вне зависимости от локализации точки опробования. Данная закономерность также подтверждается статистической зависимостью содержания суммы реакционноспособных форм металлов (все изученные элементы (формула 1); без Fe (формула 2); только «техногенные» элементы Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb (формула 3)) от содержания ОВ. Соответствующие уравнения регрессии для Осиповичского водохранилища и примыкающих участков р. Свислочь ( $p < 0,0001$ ,  $n = 29$ ) имеют вид:

$$\Sigma Me \text{ [мг/кг]} = 596 + 1618OB \text{ [\%]}, \quad (1)$$

где  $\Sigma Me = Cr + Mn + Fe + Ni + Cu + Zn + Cd + Pb$ ;

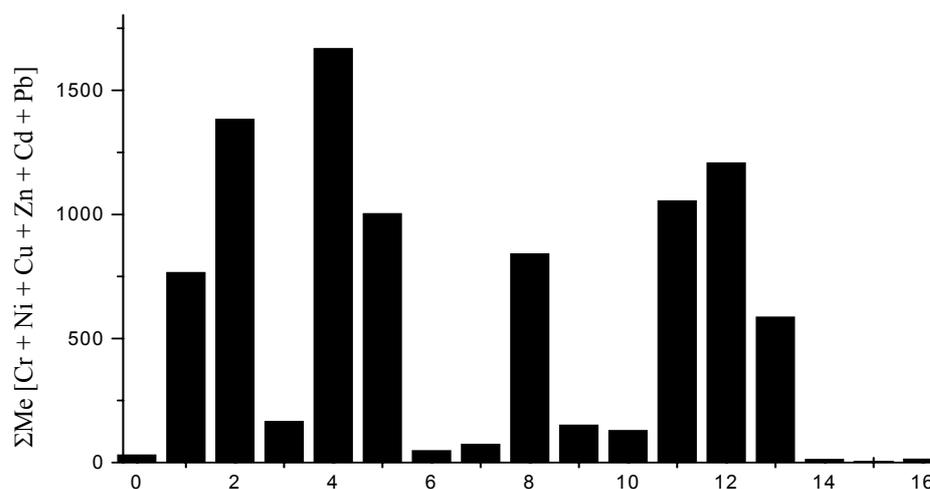
$$\Sigma Me \text{ [мг/кг]} = -67,5 + 121,5OB \text{ [\%]}, \quad (2)$$

где  $\Sigma Me = Cr + Mn + Ni + Cu + Zn + Cd + Pb$ ;

$$\Sigma Me \text{ [мг/кг]} = 51,0 + 39,5OB \text{ [\%]}, \quad (3)$$

где  $\Sigma Me = Cr + Ni + Cu + Zn + Cd + Pb$ .

Пространственное распределение величины суммы реакционноспособных форм «техногенных» Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb в донных отложениях Осиповичского водохранилища показано на рис. 1. Высокие значения данного показателя характерны для различных участков всей его акватории (верховье – тт. 1, 2, средняя часть – тт. 4, 5, 8, низовье – тт. 11–13).



Расположение точек опробования: 0 – р. Свислочь, д. Цель; 1 – Осиповичское водохранилище, непосредственно выше моста автотрассы Минск–Бобруйск; 3 – 1 км ниже т. 2; 4 – д. Озерище; 5 – 0,8 км ниже т. 4; 6 – 1,2 км ниже т. 5; 7 – 2 км ниже т. 6; 8 – 1 км выше д. Зборск; 9 – 0,1 км ниже д. Зборск; 10 – 0,1 км ниже д. Верейцы; 11 – 1,9 км ниже т. 10; 12 – 2 км ниже т. 11; 13 – 0,08 км выше плотины ГЭС; 14 – р. Свислочь, 0,09 км ниже плотины ГЭС; 15 – мост у д. Липень; 16 – д. Устиж.

Рисунок 1 – Распределение суммы реакционноспособных форм «техногенных» металлов в донных отложениях Осиповичского водохранилища и р. Свислочь, мг/кг сухого вещества

Если рассматривать изменение характера речных осадков за счет замедления стока, приводящего к замене песков илами, и параллельное накопление поступающих от

г. Минска загрязнителей в качестве интегрального «геохимического эффекта», можно отметить, что, по сравнению с нижележащим участком р. Свислочь (д. Вязье – д. Устиж), Осиповичское водохранилище обуславливает обогащение донных отложений реакционноспособными формами Cd – в 217 раз, Cr – 106, Cu – 68, Zn – 51, Ni – 26, Pb – 24, Mn – 15, Fe – в 14 раз. Даже пески (объекты с незначительной аккумуляцией реакционноспособных форм элементов) Осиповичского водохранилища (тт. 6–8) обогащены этими формами по сравнению с песками р. Свислочь (д. Вязье – д. Устиж) Cd – в 8,0 раз, Cr – 4,6, Zn – 4,2, Cu – 2,8, Ni – 2,6, Fe – 2,2, Mn – 2,0 и Pb – в 1,6 раза.

Таким образом, в настоящее время Осиповичское водохранилище достаточно равномерно и повсеместно загрязнено реакционноспособными формами Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Фиксируемый в том или ином случае уровень техногенного загрязнения напрямую зависит того, присутствуют или нет в рассматриваемой выборке образцы донных отложений с высоким содержанием ОВ.

*Валовое содержание.* Данные валового содержания металлов в донных отложениях Осиповичского водохранилища представлены в табл. 2.

Как указывалось выше, детальное изучение техногенного загрязнения отложений Осиповичского водохранилища металлами было выполнено В. В. Савченко [5, 6] (табл. 3). Приводимые указанным исследователем данные свидетельствуют о: а) существенном загрязнении Осиповичского водохранилища (по сравнению с фоновым Заславским) Cr, Ni, Cu, Sn, Pb и другими элементами; б) преимущественном загрязнении верховья водоема по сравнению с приплотинным участком. Вместе с тем, следует отметить, что последний вывод относится к периоду более чем десятилетней давности и результатами выполненного нами опробования не подтверждается.

Как и для реакционноспособных форм изученных металлов, для валовой концентрации отдельных элементов (Be, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Sn, Pb) в той или иной степени проявляется зависимость от содержания в пробе ОВ. В частности, для V, Cr, Mn, Fe Ni, Cu, Pb –  $r = +0,734-0,935$ ,  $p < 0,0001$ , для Be, Co, Ag, Sn, –  $r = +0,505-0,654$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 28$ . Аккумуляция Ti, Sr, Y, Zr, Ba, Yb с ОВ донных отложений, по нашим данным, не связана ( $|r| = 0,069-0,366$ ,  $p > 0,05$ ).

Таблица 2 — Статистические характеристики валового содержания химических элементов в донных отложениях Осиповичского водохранилища, мг/кг сухого вещества ( $n = 24$ )

Компонент	x (lim)	$\sigma_x$	$S_x$
ОВ, %	16,3 (2,9...42,8)	12,2	2,48
Be	0,71 (0,5...1,3)	0,24	0,05
Ti	1935 (450...4300)	903	184
V	22,4 (5,0...58,0)	15,1	3,1
Cr	306 (10...1000)	283	57,8
Mn	1216 (240...3300)	937	191
Fe, %	2,74 (0,72...5,2)	1,73	0,353
Co	5,8 (1,9...18,0)	3,97	0,810
Ni	82,6 (12,0...230)	59,9	12,2
Cu	120 (8,5...320)	107	21,8
Sr	120 (100...220)	33,7	6,88
Y	10,6 (5,0...25)	4,22	0,861
Zr	309 (90...860)	206	42,1
Ag	0,99 (0,35...2,7)	0,696	0,142
Sn	8,2 (5,0...25,0)	5,38	1,10
Ba	342 (210...500)	67,3	13,7
Yb	0,96 (0,5...1,9)	0,295	0,060
Pb	26,1 (8,6...69)	18,3	3,73

Таблица 3 — Валовое содержание металлов в донных отложениях (илах) водохранилищ р. Свислочь, мг/кг сухого вещества

Элемент	Заславское (n = 20) [6]	Осиповичское			
		начало 1990-х гг. [6]			2004 г.
		верховье (n = 27)	низовье (n = 7)	в целом (n = 34)	в целом (n = 14)
Be	0,6	1,0	0,80	0,96	0,86
Ti	1600	2000	1800	1960	2020
V	34	93	63	87	31
Cr	23	2800	910	2410	490
Mn	770	1800	1900	1820	1780
Co	6,2	8,8	8,7	8,8	7,5
Ni	15	560	330	510	120
Cu	18	1400	410	1200	185
Y	17	27	32	28	12
Zr	230	260	350	280	240
Ag	—*	19	6,9	17	1,4
Sn	—	140	29	120	11
Ba	300	970	720	920	340
Yb	1,7	2,5	3,0	2,6	1,0
Pb	19	86	46	78	36

\* ниже чувствительности метода анализа.

При рассмотрении данных табл. 3, характеризующих содержание металлов в илах водохранилища в начале 1990-х гг. и в 2004 г., обращает на себя внимание следующие закономерности: а) средняя концентрация элементов «естественного» происхождения (Be, Ti, Mn, Co, Zr) за прошедший период практически не изменилась (полученные показатели отличаются не более чем в 1,2 раза и, по-видимому, подтверждают сопоставимость двух одновременных опробований); б) средняя концентрация «техногенных» элементов заметно снизилась (Ag – в 12,0 раз, Sn – 11,0, Cu – 6,5, Cr – 4,9, Ni – 4,3, V – 2,8 и Pb – в 2,2 раза), что может быть связано с уменьшением поступления данных веществ с водами р. Свислочь от Минской станции аэрации по сравнению с началом 1990-х гг.

Следует отметить, что донные отложения являются одним из природных объектов, для которых по ряду причин до настоящего времени не разработаны общепринятые нормы ПДК. Для ориентировочной оценки состояния этого компонента природной среды часто используются ПДК (ОДК) элементов в почвах (Mn – 1500 мг/кг, Cr – 100, Ni – 20, Cu – 33, Pb – 32 мг/кг и т. д. [4]).

В соответствии с уравнениями регрессии (уравнения 4–8), описывающими зависимость валового содержания металлов в донных отложениях Осиповичского водохранилища от содержания ОВ ( $p < 0,0001$ ,  $n = 29$ ):

$$\text{Mn [мг/кг]} = 181 + 44,7\text{ОВ [\%]}, \quad (4)$$

$$\text{Cr [мг/кг]} = 20,0 + 16,2\text{ОВ [\%]}, \quad (5)$$

$$\text{Ni [мг/кг]} = 10,5 + 4,32\text{ОВ [\%]}, \quad (6)$$

$$\text{Cu [мг/кг]} = 13,9 + 4,30\text{ОВ [\%]}, \quad (7)$$

$$\text{Pb [мг/кг]} = 8,10 + 0,84\text{ОВ [\%]}, \quad (8)$$

получаем, что по состоянию водохранилища на 2004 г., ПДК Mn в среднем достигалась при содержании ОВ в пробе донных отложений 29,5 %, Cr – 4,9, Ni – 2,2, Cu – 4,4, Pb – 28,5 %. Напомним, что установленное содержание ОВ в пробах колеблется в пределах 2,9–42,8 %, при среднем значении 16,3 % (табл. 1).

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В настоящее время донные отложения Осиповичского водохранилища достаточно равномерно и повсеместно загрязнены тяжелыми металлами, что проявляется при

исследовании как реакционноспособных форм Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, так и валового их содержания.

2. Сравнение полученных данных с результатами аналогичных исследований конца 1980-х – начала 1990-х гг. позволяет констатировать значительное снижение средней концентрации в донных отложениях «техногенных» элементов (от 2,2 до 12,0 раз для различных элементов), что можно объяснить уменьшением поступления в водохранилище загрязняющих веществ от Минской станции аэрации.

3. Сравнение валового содержания тяжелых металлов с ПДК/ОДК элементов для почв показывает, что концентрации Mn, Cr, Ni, Cu и Pb в донных отложениях Осиповичского водохранилища повсеместно превышают гигиенические нормативы. Фиксируемый уровень техногенного загрязнения донных отложений зависит от наличия в рассматриваемой выборке образцов с высоким содержанием ОВ.

— — — —

На основе настоящей работы, выполненной по заказу Осиповичской горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, вынесены рекомендации по размещению опорных стационарных пунктов сети мониторинга на акватории водохранилища и разработаны методические подходы к отбору и оценке представительности проб донных осадков, основанные на учете особенностей их макросостава.

#### **Список литературы**

1. **Зырин, Н. Г., Обухов А. И.** Спектральный анализ почв, растений и других биологических материалов. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 334 с.

2. **Кузнецов В. А., Шимко Г. А.** Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. – Мн.: Навука і тэхніка, 1990. – 88 с.

3. Методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь / Сост. И. М. Богдевич, В. В. Лапа, В. В. Барашенко и др. – Мн., 1992. – 39 с.

4. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. – Мн., 2004. – 18 с.

5. **Савченко В. В.** Эколого-геохимическое изучение аллювиальных осадков Березины и Свислочи. – авториферат дис. канд. геол.-мин. наук. – Минск, 1993. – 22 с.

6. **Савченко В. В.** Микроэлементы в илах водохранилищ р. Свислочи / В. В. Савченко // Водные ресурсы. – 1996. – Т. 23, № 4. – С. 444-447.

**Белгосуниверситет  
Институт проблем использования  
природных ресурсов и экологии**

*О. В. Лукашёв, Д. Л. Творонович-Севрук, С. В. Савченко, Н. Г. Лукашёва*

#### **ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСИПОВИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МЕТАЛЛАМИ**

*С целью оценки степени химического загрязнения элементами-металлами в сентябре 2004 г. было проведено геохимическое опробование донных отложений Осиповичского водохранилища. Определение содержания реакционноспособных форм Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd и Pb проводилось атомно-абсорбционным методом в вытяжке 1 М HCl.*

Валовые концентрации Be, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr, Zr, Ag, Sn, Ba, Y, Yb, Pb определялись эмиссионным спектральным методом.

Исследования показали, что в настоящее время Осиповичское водохранилище достаточно равномерно и повсеместно загрязнено реакционноспособными формами Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Среднее содержание Cr равно 209 мг/кг, Mn – 1126, Ni – 41,0, Cu – 117, Zn – 364, Cd – 2,17, Pb – 18,3 мг/кг.

Статистическая обработка данных показала, что содержание реакционноспособных форм изученных металлов статистически достоверно связано с содержанием органического вещества ( $r = +0,810-0,944$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 24$ ) не зависимо от локализации точки опробования. По сравнению с нижележащим участком р. Свислочь, донные отложения Осиповичского водохранилища обогащены реакционноспособными формами Cd – в 217 раз, Cr – 106, Cu – 68, Zn – 51, Ni – 26, Pb – 24, Mn – 15, Fe – в 14 раз.

Среднее валовое содержание химических элементов в донных отложениях Осиповичского водохранилища составляет: Be – 0,71 мг/кг, Ti – 1935, V – 22,4, Cr – 306, Mn – 1216, Fe – 2,74 %, Co – 5,8 мг/кг, Ni – 82,6, Cu – 120, Sr – 120, Y – 10,6, Zr – 309, Ag – 0,99, Sn – 8,2, Ba – 342, Yb – 0,96, Pb – 26,1 мг/кг. Как и для реакционноспособных форм изученных металлов, для валовой концентрации отдельных элементов проявляется зависимость от содержания в пробе органического вещества: для V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Pb –  $r = +0,734-0,935$ ,  $p < 0,0001$ , для Be, Co, Ag, Sn –  $r = +0,505-0,654$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 28$ . Связь аккумуляции Ti, Sr, Y, Zr, Ba, Yb с органическим веществом донных отложений не выявлена.

Сравнение полученных данных с результатами аналогичных исследований конца 1980-х – начала 1990-х гг. позволяет констатировать значительное снижение средней концентрации в донных отложениях «техногенных» элементов (от 2,2 до 12,0 раз для различных элементов), что можно объяснить уменьшением поступления в водохранилище загрязняющих веществ от Минской станции аэрации.

Сравнение валового содержания тяжелых металлов с ПДК/ОДК элементов для почв показывает, что концентрации Mn, Cr, Ni, Cu и Pb в донных отложениях Осиповичского водохранилища повсеместно превышают гигиенические нормативы. Фиксируемый уровень техногенного загрязнения донных отложений зависит от наличия в рассматриваемой выборке образцов с высоким содержанием ОБ.

**O. V. Lukashev, D. L. Tvoronovich-Sevruk, S.V. Savchenko, N. G. Lukasheva**

### **ESTIMATION OF TECHNOGENIC POLLUTION OF THE OSIPOVICHI-WATERESERVOIR SEDIMENTS IN METALS**

With the purpose of an estimation of a degree of the elements-metals chemical pollution during september 2004 had been lead geochemical approbation of the Osipovich-watereservoir deposits. Definition of the contents mobile forms of Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd and Pb was spent atomic-absorption method in an extract 1 M HCl. Total concentration Be, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr, Zr, Ag, Sn, Ba, Y, Yb, Pb were determined by an emissive spectral method.

Researches have shown, that now Osipovich-watereservoir in regular intervals enough and is everywhere polluted mobile forms Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Average contents of Cr is equal 209 mg/kg, Mn – 1126, Ni – 41,0, Cu – 117, Zn – 364, Cd – 2,17, Pb – 18,3 mg/kg.

Statistical data processing has shown, that the contents of mobile forms of the investigate metals is statistically authentically connected with the contents of organic substance ( $r = +0,810-0,944$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 24$ ) is not dependent on localization of a approbation point. In comparison with a underlying site Svisloch-river, Osipovich-watereservoir deposits rich accumulate mo-

bile forms Cd – in 217 times, Cr – 106, Cu – 68, Zn – 51, Ni – 26, Pb – 24, Mn – 15, Fe – in 14 times.

The total contents of chemical elements in Osipovich-watereservoir deposits the following: Be – 0,71 mg/kg, Ti – 1935, V – 22,4, Cr – 306, Mn – 1216, Fe – 2,74 %, Co – 5,8 mg/kg, Ni – 82,6, Cu – 120, Sr – 120, Y – 10,6, Zr – 309, Ag – 0,99, Sn – 8,2, Ba – 342, Yb – 0,96, Pb – 26,1 mg/kg. As well as for mobile forms of the investigated metals, for total concentration of separate elements dependence of their content on quantity in test of organic substance is shown. The revealed statistical dependences show the following: for V, Cr, Mn, Fe Ni, Cu, Pb –  $r=+0,734-0,935$ ,  $p<0,0001$ , for Be, Co, Ag, Sn, –  $r=+0,505-0,654$ ,  $p<0,01$ ,  $n=28$ . Communication{connection} of accumulation Ti, Sr, Y, Zr, Ba, Yb with organic substance of ground ad-journment is not revealed.

Comparison of the received data with results of 1990-th has shown, that there was a significant decrease in average concentration of "technogenic" elements (from 2,2 up to 12,0 times for various elements). It is possible to explain it with reduction of receipt of polluting substances with Svisloch-river waters from the Minsk station of aeration.

Comparison of the total contents of heavy metals in deposits with maximum concentration limits of elements for soils has shown, that concentration of Cr, Cu, Mn, Ni and Pb in Osipovich-watereservoir deposits exceed hygienic specifications. Level of tecnogenic pollution of sediments estimate at the presence of samples with high content of organic substance.

**О. В. Лукашоў, Д. Л. Тварановіч-Сяўрук, С. В. Саўчанка, Н. Г. Лукашова**

#### **АЦЭНКА ТЭХНАГЕННАГА ЗАБРУДЖВАННЯ АДКЛАДАЎ АСІПОВІЦКАГА ВАДАСХОВІШЧА МЕТАЛАМІ**

З мэтай ацэнкі ступені хімічнага забруджвання элементамі-металамі ў лістападзе 2004 г. было праведзена геахімічнае апрабаванне донных адкладаў Асіповіцкага вадасховішча. Вызначэнне ўтрымання реакцыйназдольных форм Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd і Pb праводзілася атамна-абсарбцыйным метадам у выцяжкe 1 M HCl. Валавыя канцэнтрацыі берылія Be, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Sr, Zr, Ag, Sn, Ba, Y, Yb, Pb вызначаліся эмісійным спяктральным метадам.

Даследванні вызначалі, што ў наступны момант Асіповіцкае вадасховішча дастаткова раўнамерна і паўсюдна забруджана рэакцыйназдольнымі формамі Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb. Сярэняе ўтрыманне Cr раўно 209 мг/кг, Mn – 1126, Ni – 41,0, Cu – 117, Zn – 364, Cd – 2,17, Pb – 18,3 мг/кг.

Статыстычная апрацоўка даных вызначыла, што ўтрыманні рэакцыйназдольных форм вывучаных металаў статыстычна даставерна звязаны з утрыманнем арганічнага рэчыва ( $r=+0,810-0,944$ ,  $p<0,0001$ ,  $n=24$ ) і не залежаць ад лакалізацыі месца апрабавання. У параўнанні з ніжэй размешчаным участкам р. Свіслач, донныя адклады Асіповіцкага вадасховішча абагачаны рэакцыйназдольнымі формамі Cd – у 217 разоў, Cr – 106, Cu – 68, Zn – 51, Ni – 26, Pb – 24, Mn – 15, Fe – у 14 разоў.

Валавыя ўтрыманні хімічных элементаў у донных адкладах Асіповіцкага вадасховішча састаўляюць: Be – 0,71 мг/кг, Ti – 1935, V – 22,4, Cr – 306, Mn – 1216, Fe – 2,74 %, Co – 5,8 мг/кг, Ni – 82,6, Cu – 120, Sr – 120, Y – 10,6, Zr – 309, Ag – 0,99, Sn – 8,2, Ba – 342, Yb – 0,96, Pb – 26,1 мг/кг. Як і для рэакцыйназдольных форм вывучаных металаў, для валавых канцэнтрацый асабых элементаў праяўляецца залежнасць іх утрымання ад колькасці ў пробе арганічнага рэчыва. Выяўленыя статыстычныя залежнасці маюць від: для V, Cr, Mn, Fe Ni, Cu, Pb –  $r = +0,734-0,935$ ,  $p < 0,0001$ , для Be, Co, Ag, Sn, –  $r = +0,505-0,654$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 28$ . Сувязь назапашвання Ti, Sr, Y, Zr, Ba, Yb з арганічным рэчывам донных адкладаў не выяўлена.

*Параўнанне палучаных даных з рэзультатамі 1990-х гг. паказала, што адбылася значнае зніжэнне сярэднеў канцэнтрацыі «тэхнагенных» элементаў (ад 2,2 да 12,0 разоў для розных элементаў). Гэта можна тлумачыць зніжэннем паступлення забруджваючых рэчаваў з водамі р. Свіслачы ад Мінскай станцыі аэрацыі.*

*Параўнанне валавага ўтрымання цяжкіх металаў з ГДК/АДК элементаў для глебаў вызначыла, што канцэнтрацыі Cr, Cu, Mn, Ni і Pb ў донных адкладах Асіповіцкага вадасховішча перавышае гігіенічныя нормы. Зафіксаваны ўзровень тэхнагеннага забруджвання донных адкладаў залежыць ад наяўнасці ў выбарцы узораў з завышаным утрыманнем арганічнага рэчава.*