

# МОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БАССЕНА РЕКИ КОБДО (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)

Логинова О.Б., Темерев С.В.

В работе представлены результаты мониторинга тяжелых металлов воды, взвешенного вещества водоемов бассейна реки Кобдо. Пространственное распределение металлов в бассейне реки Кобдо отражает влияние антропогенных источников на водосборе. Устойчивые превышения фоновых содержаний ртути в поверхностных водах – результат влияния рудного тела, подобного сульфиду ртути в п. Акташ (Республика Алтай). Концентрации взвешенных форм металлов в природных водах бассейна р. Кобдо находятся вблизи верхней границы фоновых содержаний для незагрязненных вод.

## ВВЕДЕНИЕ

Природные источники ртутной эмиссии образуют глобальный ртутный пояс Земли (рис. 1). Ближайший к Алтайскому государственному университету природный источник ртутной эмиссии расположен в республике Алтай (п. Акташ). Во времена СССР рудник действовал как предприятие горно-рудной промышленности всесоюзного значения.

Природные источники ртути в окружающую среду – локальные проявления тектонической активности земной коры. В местах столкновения тектонических плит континентов, вулканической деятельности, гейзеров и термальных источников – главные источники ртутной эмиссии. Природные источники, как правило, не приводят к аккумулярованию ртути и опасности. Индустриальные источники ртути – главная причина экологических ртутных бедствий [1].

Поверхностные воды Западной Монголии ранее не исследовались на содержание ртути и других тяжелых металлов. В качестве объекта исследования впервые выбран бассейн р. Кобдо. Химическими индикаторами мониторинга источников выбраны тяжелые металлы (ТМ): Hg, Cd, Pb, Cu, в том числе терригенные Fe, Mn как наиболее стабильные во времени химические вещества (длительная доставка образцов автомобильным транспортом). Ранее эти элементы нами использовались как индикаторы при экологической оценке состояния реки Оби [2]. Изучение распределения микроэлементов в природных водах бассейна реки Кобдо в настоящее время почти не затронутых хозяйственной деятельностью человека, актуально в связи с отсутствием каких-либо гидрохимических данных о водных объектах Западной Монголии.



Рис. 1. Источники природной эмиссии ртути [1].

- Природные источники ртути,\* рудопроявление в п. Акташ.

Цель настоящей работы – по содержанию ТМ (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn и Hg.) на частицах взвесей, оценить состояние вод бассейна и идентифицировать возможные источники их поступления в экосистему р. Кобдо.

## МЕТОДИКА

Пробы воды отбирались во время Российско-Монгольской экспедиции в пластиковые сосуды объемом от 1,0 до 1,5 л (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Места отбора проб в июле 2007 г. (картосхема рис. 2)

| № точки отбора | Наименование водного объекта  | № точки отбора | Наименование водного объекта         |
|----------------|-------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 1              | Хурган Нур, VII/29, река      | 6              | Улан Хус Ховд Гол, VII/1, река, мост |
| 2              | Сагсай Гол, VII/3, река       | 7              | Родник Дээж № 6                      |
| 3              | Хотон Нур, VII/25, озеро      | 8              | Ховд Баян Улгий, VII/27, река        |
| 4              | Толбо Нур VII/25, озеро       | 9              | Родник Дээж № 9                      |
| 5              | Ховд Баян Улгий, VII/28, река | 10             | Родник Дээж № 10                     |

На месте отбора пробы воды без отделения взвесей подкисляли из расчета 2 мл HCl на 1 литр ( $pH \approx 1,5$ ) и доставлялись в лабораторию в охлажденном виде ( $\sim 4^\circ C$ ). В лаборатории, прежде чем приступать к анализу проб, было произведено предварительное их разделение фильтрованием под давлением 1,0–1,5 атм инертного газа аргона, через мембранные ядерные фильтры диаметром пор 0,11 мкм (лавсан). Фильтры с осадками высушивал под ИК – лампой до постоянной массы [3]. Навески взвешенного вещества (ВВ) помещали в термостойкие колбы, добавляли 2 мл азотной, 1 мл серной и 1 мл соляной кислот (все марки ХЧ), закрывали обратным холодильником с водяным охлаждением и осторожно нагревали на водяной бане до прекращения выделения оксидов азота. Параллельно готовили «холостой» раствор кислот. Затем растворы остужали и количественно переносили в мерные колбы на 25 мл, доводя объём до метки дистиллятом. Подготовленные таким образом минерализаты анализировали на содержание ТМ атомно-абсорбционной спектроскопией в пламенном варианте атомизации (ААС ПА) по максимумам поглощения в области аналитических линий элементов: Cu, Pb, Cd, Zn.

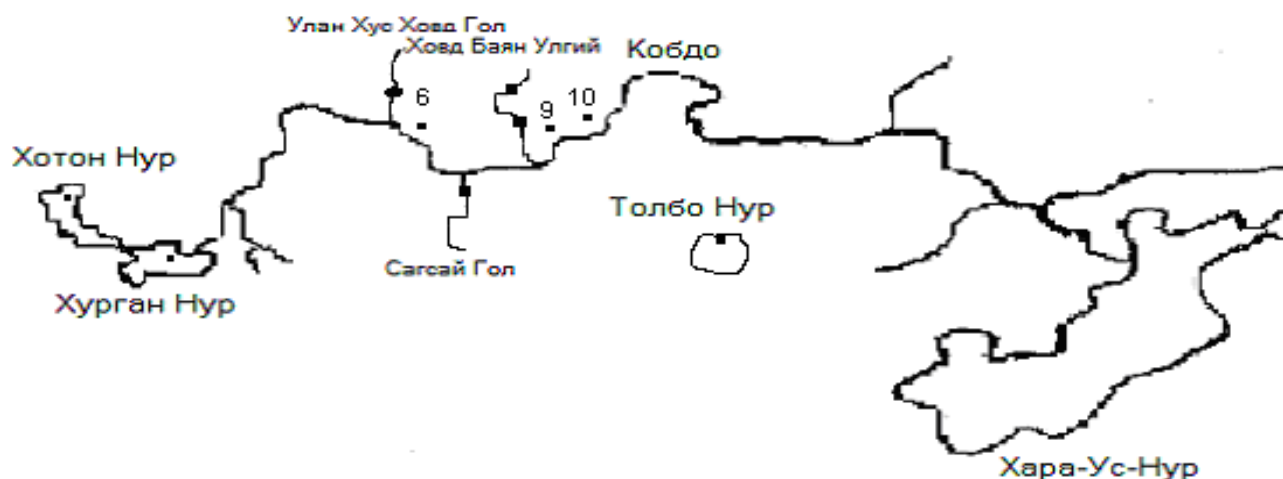


Рис. 2. Карта западной границы Монголии в местах пробоотбора

■ Точки отбора проб; 6, 9, 10 – номера родников.

В фильтрате определяли содержание  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  (ААС в воздушно-ацетиленовом пламени),  $Na^+$ ,  $K^+$  (пламенная фотометрия с корректирующими светофильтрами), Hg (гидридным методом в кварцевой кювете). Дополнительно фильтрат контролировали на содержание Cu, Pb, Cd, Zn методом вольтамперометрии с помощью ртутно-графитового электрода. Количественно концентрации металлов определяли методом градуировочного графика, используя (государственный стандартный образец) серии стандартных растворов в областях линейности градуировочных графиков. В качестве контрольного применяли «холостой» раствор кислот. По полученным данным строили график в координатах высота пика (мм) – концентрация металла (мкг/мл) (табл. 2).

Таблица 2

## Градуировочные зависимости ААС определений элементов

| Элемент | Длина волны, нм | Уравнения регрессии,<br>$h, [\text{мм}] = a + b C_{\text{Me}}, [\text{мкг/мл}]$ | Коэффициент<br>корреляции, r |
|---------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Fe      | 248,4           | $h = 1,2 + 1,42 C_{\text{Fe}}$                                                  | 0,999                        |
| Mn      | 279,5           | $h = 4,1 + 1,21 C_{\text{Mn}}$                                                  | 0,999                        |
| Zn      | 213,9           | $h = 17,9 + 8,1 C_{\text{Zn}}$                                                  | 0,995                        |
| Pb      | 283,6           | $h = 4,9 + 3,6 C_{\text{Pb}}$                                                   | 0,980                        |
| Cu      | 324,8           | $h = 6,94 + 3,9 C_{\text{Cu}}$                                                  | 0,996                        |
| Cd      | 228,8           | $h = 4,04 + 18,7 C_{\text{Cd}}$                                                 | 0,993                        |
| Hg      | 253,7           | $h = 0,15 + 420 C_{\text{Hg}}$                                                  | 0,996                        |
| Ca*     | 422,7           | $h = 5,56 + 5,4 C_{\text{Ca}}$                                                  | 0,997                        |
| Mg*     | 285,2           | $h = 3,98 + 47,8 C_{\text{Mg}}$                                                 | 0,999                        |
| Na*     | 589,0*          | $h = 13,97 + 61,1 C_{\text{Na}}$                                                | 0,994                        |
| K*      | 766,5           | $h = 17,8 + 31,1 C_{\text{K}}$                                                  | 0,986                        |

Примечание: \*концентрации представлены в мг/мл. По уравнению регрессии определяли концентрации металлов в мкг/л, с учетом объема профильтрованной пробы (табл. 3).

$$C_{\text{Me}} = C'_{\text{Me}} \cdot V_{\text{мк}} / V_{\text{пр.пробы}},$$

где  $C_{\text{Me}}$  – концентрация металла в пробе, мкг/л,  $C'_{\text{Me}}$  – концентрация металла по уравнениям (табл. 4), мкг/мл,  $V_{\text{мк}}$  – объем мерной колбы 25 мл,  $V_{\text{пр.пробы}}$  – объем профильтрованной воды, л.

Таблица 3

## Катионы в поверхностных водах бассейна Кобдо

| № п/п по табл. 1   | Концентрация катиона, мг/л |                    |                   |                  |
|--------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|------------------|
|                    | Ca <sup>2+</sup> ,         | Mg <sup>2+</sup> , | Na <sup>+</sup> , | K <sup>+</sup> . |
| 1                  | 13,0                       | 2,2                | 0,7               | 0,3              |
| 2                  | 13,0                       | 1,9                | 1,4               | 0,3              |
| 3                  | 4,4                        | 1,1                | 0,52              | 0,1              |
| 4                  | 23,0                       | 6,0                | 38,6              | 3,8              |
| 5                  | 10,0                       | 3,1                | 1,1               | 0,4              |
| 6                  | 4,4                        | 1,4                | 1,1               | 0,2              |
| 7                  | 60,0                       | 19,0               | 10,4              | 0,5              |
| 8                  | 10,3                       | 1,8                | 1,2               | 0,2              |
| 9                  | 32,0                       | 14,0               | 7,2               | 0,2              |
| 10                 | 84,0                       | 9,8                | 2,0               | 0,3              |
| атмосферные осадки | ~1,0                       | ~0,4               | ~1,0              | ~0,3             |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено пространственное распределение взвешенных форм тяжёлых металлов в природных водах бассейна р. Кобдо.

Из результатов ААС ПА (таблица 4) видно, что концентрации Cu, Pb, Cd, Zn находятся вблизи верхней границы фоновых содержаний для незагрязненных вод. В пробах №5 и №6, в результате влияния антропогенного фактора отмечено относительное превышение Fe, Cu, Pb. В процессе поступления от райцентра эти элементы накапливаясь ВВ могут аккумулироваться в донных отложениях при уменьшении скоростей течения, например в озерах бассейна.

Поступление ртути и свинца в водоемы северо-западной Монголии может быть результатом влияния рудопроявлений ртутного пояса Земли. Особенно хорошо это видно в пробе №2 (табл. 4). Концентрация Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn и Hg в поверхностных водах Западной части Монголии бассейна реки Кобдо не превышают ПДК вод хозяйственно–бытового назначения.

Таблица 4

Результаты определения ТМ в водах бассейна р. Кобдо по анализу минерализатов ВВ

| № п/п по табл. 1   | Концентрация ТМ, мкг/л |            |     |     |    |     |      |
|--------------------|------------------------|------------|-----|-----|----|-----|------|
|                    | Fe                     | Hg         | Mn  | Cu  | Pb | Zn  | Cd   |
| 1                  | 290                    | 0,52       | 1,0 | 55  | 50 | 16  | 0,05 |
| 2                  | 40                     | 1,39       | 1,0 | 2,1 | 99 | 1,4 | 0,08 |
| 3                  | 120                    | 1,02       | 1,0 | 2,1 | 29 | 4,0 | 0,02 |
| 4                  | 230                    | 2,06       | 6,6 | 1,8 | 12 | 17  | 0,03 |
| 5                  | 280                    | 0,39       | 1,2 | 2,1 | 17 | 4,0 | 0,05 |
| 6                  | 3600                   | 0,27       | 64  | 10  | 33 | 5,5 | 0,02 |
| 7                  | 740                    | 0,45       | 98  | 4,8 | 74 | 20  | 0,02 |
| 8                  | 410                    | 0,43       | 1,9 | 4,8 | 31 | 4,0 | 0,03 |
| 9                  | 160                    | 0,37       | 1,0 | 16  | 43 | 4,0 | 0,05 |
| 10                 | 200                    | 0,26       | 1,0 | 4,8 | 25 | 4,0 | 0,02 |
| Фоновое содержание | 30                     | менее 0,01 | 0,5 | 2,0 | 20 | 1,0 | 0,01 |

Пространственное распределение Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn в бассейне реки Кобдо (реки: Сагсай Гол, Хурган Нур, Ховд Баян Улгий, Улан Хус Ховд Гол, Ховд Баян Улгий; озера: Хотон Нур, Толбо Нур и три родника) отражает влияние антропогенных источников на водосборе.

Учитывая вышеизложенное исследование экосистемы бассейна р. Кобдо следует считать благополучными в санитарно – гигиеническом отношении.

#### Литература

1. R.-D. Wilken, H Hintelman, Analysis of Mercury – Species in Sediments, NATO ASI Series, Vol, G 23. Metal Sediments in the Environment /Edited/ by J.A.C. Broekaert, S Güser, F. Adams - Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 1990.
2. Темерев С.В., Савкин В.М. Тяжелые металлы – индикаторы состояния реки Оби // Химия в интересах устойчивого развития. Барнаул, 2004. № 2. С. 38.
3. Темерев С.В. Взаимодействие водных экосистем с поверхностью водосбора на примере Обь – Иртышского бассейна. // Сибирский экологический журнал. Новосибирск, 2006 № 6, С. 25.

#### MONITORING OF HEAVY METALS IN SURFACE WATERS OF THE HOVED – RIVERS BASIN (MONGOLIAN ALTAI)

*Loginova O.B., Temerev S.V.*

In research results of heavy metals monitoring of suspended matter and surface water bodies of the Hoved river basin are submitted. The spatial distribution of metals in Hoved river basin reflects influence of anthropogenous sources on catchments area. Steady excess of the background contents of mercury in surface waters is the result of influence from ore-bodies similar sulfide of mercury in item Aktash settlement (Republic Altai). Concentration of suspended species of metals in natural waters of Hoved river basin is near to the top border of the background contents for the not polluted waters.