

## Закономерности распределения ртути в вертикальном профиле донных отложений слабопроточных водоемов Томского района

Иванов Андрей Юрьевич, старший преподаватель;  
Губина Ксения Александровна, студент;  
Перегудина Елена Владимировна, ассистент  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Ртуть, являясь опасным загрязнителем окружающей среды, особенно вредна при поступлении в воду, поскольку в результате деятельности населяющих дно микроорганизмов происходит образование растворимых в воде токсичных органических соединений. Они в свою очередь сорбируются на взвешенных частицах и накапливаются в донных отложениях. Типичные содержания ртути в донных осадках на 3-4 порядка выше, чем в воде [5]. Таким образом, донные отложения (ДО) являются информативной частью водных систем с позиции оценки степени их устойчивого загрязнения. Исследования вертикального распределения данного элемента в толще донных отложений позволяют определить периоды наиболее интенсивного поступления ртути в окружающую среду, которые могут быть связаны как с природными условиями, так и с повышением уровня антропогенной нагрузки на изучаемой территории.

Для проведения исследований были выбраны три слабопроточных водоема разнотипных по характеру поступления и накопления ртути. Они расположены на юге Томского района и характеризуются разной удаленностью относительно источников антропогенного воздействия города Томска, представленных предприятием ЯТЦ (ядерный топливный цикл), нефтехимической, радиотехнической и другими видами промышленности [3].

Черное озеро располагается к северо-востоку от города Томска на реке Песочка и характеризуется высоким уровнем антропогенного поступления в силу своего нахождения непосредственно в зоне влияния Томск – Северской промышленной агломерации.

Озеро в с. Тимирязевское расположено в пойме р. Томи, примерно в 3 км от города Томска, по своему происхождению является старичным.

Озеро Ум находится на юго-западе от города, на расстоянии 40 км, в связи с чем в проведенных исследованиях рассматривается как фоновый объект, так как испытывает минимальное воздействие от промышленных предприятий.

В каждом водоеме проводили зондирование и опробование донных отложений при помощи сапропелевого бура БС-1 с пробоотборочным челноком длиной 1 метр. Опробование проводилось на глубину 36 см с интервалом от 1 до 10 см.

В качестве аналитического метода использовался атомно-абсорбционный метод с использованием программного обеспечения РА915Р. Определение содержания ртути в донных отложениях проводили на ртутном газоанализаторе РА 915+ с приставкой Пиро - 915+. Метод основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе воздухом из атомизатора в аналитическую кювету. В качестве стандарта использовали дерново-подзолистую супесчаную почву СДПС-3, сертификат утверждения типа №3095 [2].

Ртуть в донных отложениях слабопроточных водоемов Томского района в целом характеризуется повышенным

содержанием, что согласуется с ее повышенным региональным фоном, выражающемся в наличии на территории многочисленных ртутных и сурьмяно-ртутных проявлений [1].

Характер вертикального распределения ртути в колонке донных отложений рассматриваемых слабопроточных водоемов отражен на диаграммах (рис.1.), построенных на основе данных результатов анализа, учитывающих глубину залегания отложений и соответствующую ей концентрацию ртути.

Анализ вертикального распределения ртути в колонке донных отложений Томской области [3], позволил выделить три типа ее распределения:

1 – тип нормального распределения без явно выраженных локальных аномалий. Изменчивость содержания ртути здесь обусловлена постепенным (эволюционным) изменением состава донных отложений и обусловлена преимущественно природными факторами (озеро Ум);

2 – тип слабо дифференцированного распределения с проявлением слабовыраженных аномалий в различных частях донных отложений. Может быть обусловлен как природными, так и антропогенными факторами (озеро в с. Тимирязевское);

3 – тип резко дифференцированного распределения с контрастными аномалиями, в верхней части разреза, сформировавшимися под воздействием интенсивного изменения окружающей среды, главным образом под влиянием техногенной нагрузки (озеро Черное).

Распределение ртути в озере Ум соответствует региональному фону и является равномерным на протяжении всего разреза, в вертикальном профиле не наблюдаются явно выраженные локальные аномалии. Изменение состава донных отложений во времени обусловлено природными факторами.

В отличие от озера Ум, озеро, расположенное в селе Тимирязевское, характеризуется наличием слабовыраженных аномалий в верхней части колонки донных отложений. Причина проявления данных аномалий может заключаться как в природных, так и в антропогенных факторах, и быть связана с периодическим и неравномерным привнесением загрязняющих веществ в водоем, например, в результате половодья.

Черное озеро имеет контрастные аномалии распределения ртути в верхней части разреза, формирование которых можно объяснить его расположением в зоне влияния Томск – Северской промышленной агломерации, и, соответственно, высоким уровнем техногенной нагрузки. Накопление ртути в верхней части колонки донных отложений озера начинается с глубины 10-11 сантиметров.

Методом датирования с использованием изотопа  $^{210}\text{Pb}$ , был сопоставлен возраст донных отложений с событиями техногенного характера, происходившими в районе расположения озера (рис.1.) [4].

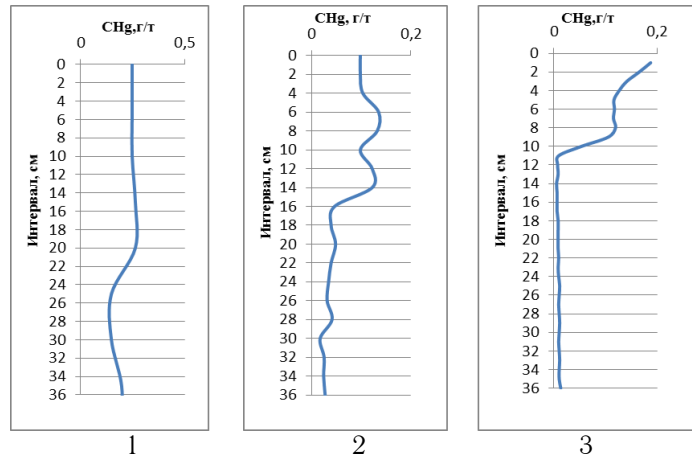


Рис.1. Основные типы распределения ртути в донных отложениях:

1 – тип равномерного распределения со слабо проявленными аномалиями (оз. Ум); 2 – тип слабо дифференцированного распределения с проявлением слабо выраженных аномалий в верхней части (оз. в с. Тимирязевское); 3 – тип резко дифференцированного распределения с контрастными аномалиями (оз. Черное).

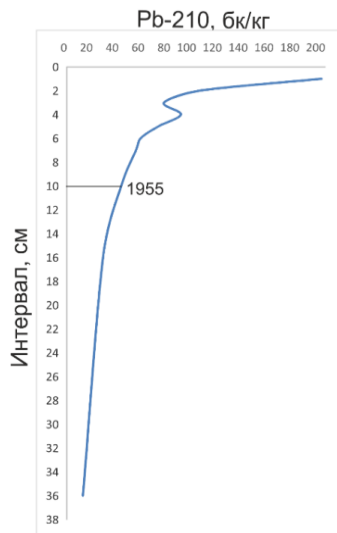


Рис.2. Вертикальное распределение концентрации  $^{210}\text{Pb}$  в разрезе донных отложений озера Черное

Данная отметка 10-11 см. соответствует 1955 году, поэтому резкая смена геохимической обстановки может быть связана с началом строительства СХК (Сибирский химический комбинат) в 1951 г., с запуском Северской ТЭЦ на

угольном топливе в 1953-1961 гг. и первого атомного реактора И-1 в 1955г. СХК [7].

Аналогичный характер распределения ртути описан в США в осадках оз. Мичиган, расположенного в густонаселенном промышленном районе, где содержание ртути в колонке донных отложений увеличивается снизу вверх, отражая увеличивающийся со временем уровень техногенного загрязнения: от 0,03-0,06 г/т в нижних горизонтах до 0,38 г/т в поверхностном слое [6].

Таким образом, проведенные исследования показывают зависимость распределения ртути в донных отложениях Томского района как от природных факторов, так и от техногенных. Природные факторы определяют региональный фон ртути в донных отложениях, в то время как техногенные факторы свидетельствуют об интенсивности воздействия антропогенных источников на изучаемые объекты. Резкие смены геохимической обстановки позволяют выявить временной период начала изменения окружающей среды, отследить динамику промышленного развития района, оценить интенсивность антропогенного поступления, выявить предполагаемые источники поступления ртути в донные отложения слабопроточных водоемов Томского района.

### Литература:

1. Ахмадшин Н.Ю., Дубинская О.А., Капишникова О.П., Скогорева А.С., Рубцов А.Ф., Уткин Ю.В., Черникова Т.И., Черняева Е.И., Черняев Е.В., Шамахов А.Ф., Домаренко В.А., Янкович Е.П. // Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия кузбасская. Лист О-45-XXXII (тайга). Томск, 2007.
2. Волостнов А.В., Арбузов С.И., Осипова Н.А., Ильенок С.С., Купреева Н.В. Ртуть в углях Сибири // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Материалы Международного симпозиума - Москва, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, 7-9 сент. 2010. - М.: ГЕОХИ РАН, 2010. - с. 99-104
3. Иванов А.Ю. Уран и торий в донных отложениях непроточных водоемов юга томской области // Известия Томского политехнического университета, 2011 - т. 318, - № 1. - с. 159-165.
4. Титаева, Н. А. Ядерная геохимия: учебник / Н. А. Титаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 336 с.
5. Химическая энциклопедия: / Под ред. Н. С. Зефирова. — Москва: Советская энциклопедия, 1995. — Т. 4. — С. 278. — 639 с.
6. Kennedy E.J., Ruch R.R., Gluskoter H.J., Shimp N.F. Environmental studies of mercury and other elements in coal and lake sediments as determined by neutron activation analysis // Nucl. Methods Environ. Res. Amer. Nucl. Soc. Top. Meet, Columbia, 1971. P. 205 – 215.



7. Сибирский химический комбинат: [Электронный ресурс]. Т., 1998-2014. URL: <http://atomsib.ru/ru/история-схк> (Дата обращения: 23.03.2015).