

8. Леонова Г.А. Геохимическая роль планктона континентальных водоемов Сибири в концентрировании и биоседиментации микроэлементов / Г.А. Леонова, В.А. Бобров – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 314с.
9. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.
10. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Сухих Ю.И., Барановская Н.В., Волков ВТ., Волкова Н.Н., Архангельский В.В., Архангельская Т.А., Денисова ОА, Шатилов А.Ю., Янкович Е.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. 216 стр., 111 илл., Томск, 2006 г.

## СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

**Д.И. Максимова**

Научный руководитель: доцент Н.А. Осипова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Воздействие угольной промышленности на почвы многогранно и носит ярко выраженный негативный характер. Особенно ярко это проявляется в изменениях химического состава почв близлежащих территорий под влиянием выбросов, сопровождающих процессы угледобычи и углепереработки. Уголь Кузбасса содержит примеси многих компонентов, в том числе и ртути [1]. Масштабное концентрирование ртути техногенной природы фиксируется вблизи ряда предприятий угольно-топливного цикла. Это приводило и приводит к формированию ее аномальных концентраций во всех сопряженных природных средах, в том числе и в почве.

Целью настоящей работы явилось изучение форм нахождения ртути в почвах г. Междуреченска. Город расположен в центральной части Томусинского каменноугольного месторождения в месте слияния рек Томь и Уса в зоне их выхода из гор Кузнецкого Алатау в Кузнецкую низкогорно-холмистую котловину. Ранее выявлена специфическая особенность загрязнения компонентов природной среды угледобывающих регионов [2,3].

### Методика эксперимента.

Пробы почв (30 проб) отобраны равномерно по территории города в мае 2015 г. Опробование проводилось на территориях с максимальным и минимальным уровнем загрязнения почв, согласно ранее проводимым исследованиям [2,3] (В докладе приводятся данные о составе 10 проб). Определение содержания ртути в почвах и почвенных вытяжках выполнено на анализаторе ртути RA 915+ с приставкой Пиро - 915+. Метод основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету воздухом. Приставка предназначена для анализа сложных проб, содержащих органическую матрицу. Предварительными экспериментами в режиме «Форсаж» показано, что выбранный режим (скорость прокачки воздуха 0,8-1,2 л/мин., температура испарителя 680-740 °С) обеспечивает полноту выделения ртути. В качестве стандарта использовали стандартный образец почв СДПС-3 с содержанием ртути 290 нг/г.

Навески предварительно измельченных и высушенных при комнатной температуре образцов составляли 35,0±0,1 мг. Границы относительной погрешности измерений составили 20-28 %, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,95 и трех параллельных измерениях.

*Таблица 1*

*Усредненный долевой вклад каждой фракции, выделенной различными экстрагентами, из почв г. Междуреченска*

№ пробы	Ф1, %	Ф2, %	Ф3, %	Ф4, %
М1	16,80	4,78	47,96	30,46
М2	21,76	5,77	4,47	68,01
М3	40,11	15,27	21,40	23,22
М4	23,33	5,14	4,58	66,94
М5	25,87	6,88	3,42	63,83
М6	9,18	2,90	21,18	66,74
М7	15,14	4,63	2,63	77,60
М8	14,44	5,10	2,18	78,28
М9	15,97	5,21	1,54	77,28
М10	9,79	5,37	2,40	82,43

Разделение почв на фракции проводили путем последовательного экстрагирования [5]. Так, при растворении исходной навески в воде выделяется слабо связанная, водорастворимая форма. Следующая кислоторастворимая фракция выделялась действием водного раствора уксусной и соляной кислот. Для выделения трудно растворимых форм – органокомплексов и прочносвязанных в решетке минералов-носителей применялись последовательно концентрированные растворы гидроксида натрия и азотной кислоты. Каждая стадия выделения состояла из этапа интенсивного перемешивания в течение 10-12 часов, осаждении

нерастворившейся части центрифугированием, и последующей декантации. Вытяжка анализировалась также на анализаторе ртути RA 915+ с приставкой для анализа жидких проб. Метод основан на восстановлении ртути в растворах хлоридом олова (II) и последующим определении атомарной ртути. В качестве стандарта использовали стандартный образец состава ионов ртути ГСО 7263-96.

**Результаты и их обсуждение.** Рассчитан в процентном соотношении усредненный долевого вклад каждой фракции, и представлен в таблице.

На рисунке показаны предварительные данные, полученные при экстракции различных фракций Hg из почв, приведено соотношение различных форм связанной ртути в изученных пробах. В подавляющем большинстве проб наибольшая часть ртути находится в прочносвязанной форме, разлагаемой только концентрированной азотной кислотой. Лишь в двух пробах преобладает органическая форма.

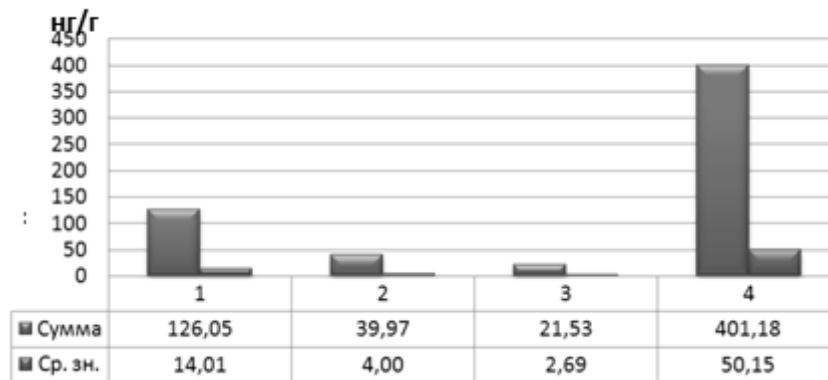


Рис. 1. Среднее содержание ртути в каждой фракции: (1 – слабо связанная водорастворимая, 2 – кислоторастворимая, 3 – органические комплексы, 4 – прочно связанная)

Изучение форм нахождения ртути в почвах позволяет судить о том, насколько проявляется в почвах характер производственной деятельности в регионе. Так, по данным Юдовича [4], ртуть в углях и продуктах обогащения - концентратах представлена аутогенными формами - органической Hg<sub>орг</sub> и микро-минеральной пиритной - Hg<sub>пир</sub>. Эти две формы ртути являются доминирующими; их соотношение и определяет распределение Hg в угле. Можно полагать, что ртуть в почвах имеет «угольное» происхождение.

Таким образом, ртуть в почвах, подверженных техногенному влиянию, представляет опасность в связи с возможностью перехода Hg из почв в растения, а также в другие компоненты биосферы. При этом наиболее важная роль принадлежит органическим формам Hg, которые активнее накапливаются живыми организмами, что может приводить к накоплению этого металла в пищевой цепи человека.

#### Литература

1. Геохимия ртути в углях Сибири / С. И. Арбузов, Осипова Н.А., [и др.] // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты : второй международный симпозиум, 21-25 сентября 2015 г., Новосибирск / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт неорганической химии им. А. В. Николаева (ИНХ). — Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2015. — С. 27-31.
2. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения] / Н. А. Осипова [и др.] // Безопасность в техносфере : научный журнал. — 2015. — № 2. — С. 16-25.
3. Химические элементы в почвах г. Междуреченска / Chemical elements in soils of Mezhdurechensk / Н. А. Осипова, Е. В. Перегудина, Е. Г. Язиков // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1. — 8 с..
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2005. 655 с.
5. Bloom N.S., Preus E., Katon J., Hiltner M. Selective extractions to biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediment and soils // Anal. Chim. Acta. 2003. V.479. N 2. P. 233-248.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ

А.С. Маюрова

Научный руководитель доцент М.А. Кустикова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия

В марте 2014 года к составу Российской Федерации была присоединена Республика Крым. В связи с этими событиями остро встал вопрос о создании единой транспортной системы через Керченский пролив. Во время Великой Отечественной Войны в летнее время была построена мостовая переправа через Керченский пролив, которая была разрушена следующей весной из-за схода льда и сложных климатических условий.

В ноябре 2014 года был представлен проект - совмещенный мост с автомобильной и электрифицированной железной дорогой. Длина мостовой переправы через Керченский пролив по проекту составляет 19 км. В связи с большой протяженностью моста является актуальной проблема энергоэффективности освещения. Необходимость ее решения диктуется как экономическими, так и социальными