

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ФОНОВЫХ ПОЧВАХ  
ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

*Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр  
Уральского отделения Российской академии наук»,  
г. Сыктывкар, Российская Федерация*

Вследствие усиления антропогенной деятельности в окружающую среду поступает все более значительное количество загрязняющих веществ, к числу которых относятся и тяжелые металлы, соединения которых обладают высокой токсичностью и склонностью к биоаккумуляции [2, 9, 11, 12]. Загрязнение почв тяжелыми металлами становится одним из самых распространенных видов техногенного воздействия. К первому классу опасности по токсическому действию на живые организмы относят свинец, кадмий и ртуть [7, 15]. Интенсивность «ртутного пресса» на биосферу с каждым годом возрастает из-за широкого использования ртути и ее соединений в промышленности и производстве электроники, а также расширения путей их поступления в окружающую среду за счет сжигания органического топлива [3–5, 10]. Отмечается постоянное повышение общего ртутного фона [3, 4], а также проявление геохимических аномалий техногенного характера, вклад которых неуклонно возрастает по мере расширения производственной деятельности человечества [3, 4]. Токсичность соединений ртути широко известна [3–5, 11, 12, 17].

Круговорот ртути в природных экосистемах включает взаимные потоки между атмосферой, почвой, водоемами живым веществом. Почва, как компонент биосферы, является природным буфером, аккумулирующим значительные ее количества. Контроль регионального фоновое содержания ртути в почвах позволяет выявить уровни загрязнения, прогнозировать процессы, ведущие к негативным последствиям, оптимизировать природоохранные мероприятия при ртутной интоксикации, за счет введения ограничений как на промышленные, так и сельскохозяйственные технологии.

Цель данной работы – определение содержания ртути в почвах фоновых территорий таежной зоны Республики Коми, выявление закономерностей миграции и распределения ртути по профилю

почв, построение на основе ГИС-технологий карто-схемы распределения ртути в почвах.

Объектами исследований послужили почвы южной и средней тайги Республики Коми. Наиболее распространенными почвами исследуемой территории республики являются болотно-подзолистые (37,1 %), подзолы иллювиально-железистые (31,3 %), подзолистые (21,6 %), пойменные (3,9 %) и дерново-подзолистые (2,4 %).

Количественный химический анализ ртути в образцах почв проводили методом атомной абсорбции с использованием ртутного спектрометра РА-915+ на пиролитической приставке РП-91С без предварительного разложения образца с коррекцией неселективного поглощения по Зеemannу [13]. Навеска пробы вносится в пиролитический блок с помощью кварцевого дозатора, где посредством термического удара ртуть переводится из связанного в свободное атомарное состояние. Током газа-носителя переносится в аналитическую кювету, где и происходит ее детектирование.

Для построения градуировочной зависимости, а также контроля правильности и стабильности ее характеристик использовали ряд стандартов и референтных материалов. Контроль правильности градуировочных характеристик осуществляли по ГСО 2499-83 (СДПС – 2,  $\omega^{\text{атт.}} = 130$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}} = 121$  мкг/кг), СОСО 39804 (САЗП-98,  $\omega^{\text{атт.}} = 25$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}} = 32$  мкг/кг), Dogfish Muscle and liver Certified Reference Material for Trace Metals Dorm – 2 ( $\omega^{\text{атт.}} = 4470$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}} = 4510$  мкг/кг), Fish Protein Certified Reference Material for Trace Metals Dorm – 3 ( $\omega^{\text{атт.}} = 409$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}} = 420$  мкг/кг). (Слайд 9) Контроль стабильности градуировочных характеристик осуществляли набору СОРГ (ГСО 7183-95,  $\omega^{\text{атт.}}_1 = 101$  мкг/кг,  $\omega^{\text{атт.}}_2 = 301$  мкг/кг,  $\omega^{\text{атт.}}_3 = 1000$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}}_1 = 96$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}}_2 = 303$  мкг/кг,  $\omega^{\text{изм.}}_3 = 995$  мкг/кг).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что содержание ртути в органогенных горизонтах болотно-подзолистых и подзолистых почв, сформированных на суглинистых породах, составляет от 60 (дерново-подзолистых) до 205 мкг/кг (подзолистых почвах). В почвах на песчаных и супесчаных почвообразующих породах от 52 (пойменной) до 149 мкг/кг (торфянисто-подзолистоглееватой иллювиально-гумусовой), что является естественным фоном для данной территории.

Содержание ртути в почвах рассматриваемых районов неравномерное, и определяется рядом факторов, среди которых важная роль

принадлежит органическому веществу почв ( $r_{Hg-Cop2} = 0,97$  для почв, сложенных на суглинках и соответственно 0.89 для почв на песках).

В органогенных горизонтах наблюдается более высокое содержание ртути, т. к. гумусовые кислоты, составляющие большую органических веществ [4] почв, являются основным геохимическим барьером, аккумулирующим ее соединения.

По профилю почв содержание металла, как правило, уменьшается, что связано с уменьшением содержания гумусовых веществ (рисунк 1).

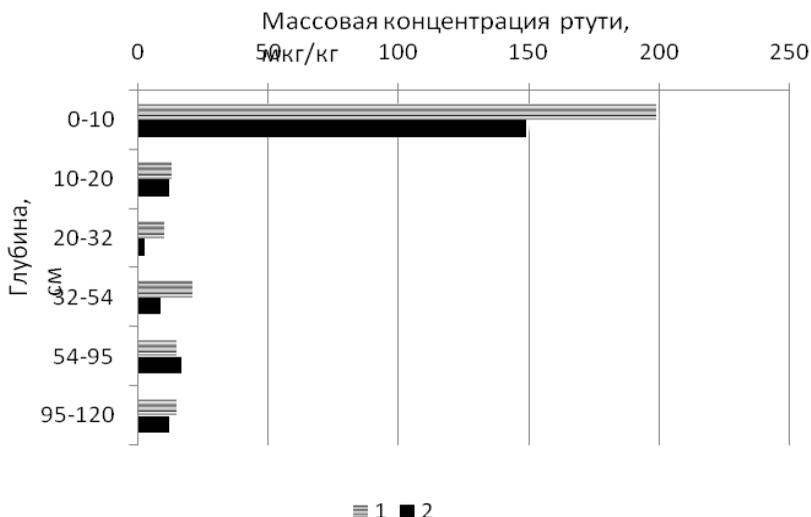


Рисунок 1 – Распределение ртути по генетическим горизонтам почв:  
 1 – торфянисто-подзолисто-глеевая легкосуглинистая на покровном суглинке;  
 2 – торфянисто-подзолисто-глеевая иллювиально-гумусовая на песчаных отложениях

Повышенное содержание ртути в минеральной толще в большинстве почв связано с наличием значительной доли физической глины ( $r_{Hg-фракции\ менее\ 0,01\ мм} = 0,90$  для почв, образованных на суглинках и соответственно 0,74 для почв, сложенных на песках), а также водным режимом. Данный факт обусловлен распадом соединений ртути активно мигрирующих форм и сорбцией соединений ртути на поверхностности алюмо-железистых частиц илстой и мелкопылевой фракций.

Установлены парные корреляционные зависимости между отдельными тяжелыми металлами и ртутью в почвах, что свидетельствует об одинаковой направленности процессов образования и накопления этих элементов ( $\lg_{\text{КустHg-Pb}} = 8.7$ ,  $\lg_{\text{КустHg-Cu}} = 7.12$ ,  $\lg_{\text{КустHg-Ni}} = 5.9$ ,  $\lg_{\text{КустHg-Mn}} =$  ,  $\lg_{\text{КустHg-Zn}} = 5.1$ ,  $\lg_{\text{КустHg-Cd}} = 5.9$ ).

По данным содержания ртути в почвах районов исследований Республики Коми составлена база данных с использованием ГИС – технологий (ArcViewGIS 3.2a)

На основании базы данных содержания ртути составлена карта-схема пространственного распределения её в почвах. При картографировании содержания ртути в почвах были использованы массовые доли этого компонента в подстилках и органогенных горизонтах, которые обладают наибольшей аккумулирующей способностью и являются интегральным показателем аэротехногенной меркуризации почвенного покрова. Карта распределения составлена по среднестатистическому содержанию ртути в смешанных образцах для верхних горизонтов почв: А<sub>0</sub> (0–5 см) – подзолистые, А<sub>0</sub> (0–3 см) – подзолы иллювиально-железистые, О (0–10 см) – торфянисто-подзолисто-глееватые иллювиально-гумусовые, О (0–11 см) – торфянисто-подзолисто-глееватые, О (0–30 см) – торфяно-подзолисто-глеевые, Ат (0–70 см) болотные, Адер. (0–15 см) – дерново-подзолистые и Адер. (0–12 см) – пойменно-дерновые.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выполнена ландшафтно-геохимическая оценка фонового содержания ртути в почвах южной и средней тайги Республики Коми.

2. Меркуризация фоновых почв определяется гранулометрическим составом почвообразующих пород, а также расположением почв в автономных и подчиненных ландшафтах.

3. Почвы аккумулятивных ландшафтов обогащаются ртутью в большей степени, по сравнению с почвами элювиальных территорий.

4. Выявлены парные корреляционные зависимости между валовым содержанием ртути и массовой долей отдельных тяжелых металлов в почвах, что позволяет судить о сходной направленности биогеохимической миграции.

5. Дифференциация ртути по генетическим горизонтам более выражена в суглинистых автоморфных и менее в песчаных и гидроморфных почвах.

6. Создана база данных содержания ртути в почвах с использованием ГИС-технологий и на ее основе составлена карта-схема распределения исследованного компонента.

7. Превышения массовой концентрации ртути в почвах фоновых территорий над значением ПДК не выявлено.

8. Полученные результаты могут использоваться для оценки воздействия ртути на почвы в зонах возможного загрязнения, а также при проведении экологических экспертиз и инженерно-экологических изысканиях регионального уровня.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын, А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын [и др.]. РАМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

2. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

3. Вредные химические вещества: Неорганические соединения элементов I–IV групп: справ. изд. / под ред. В. А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.

4. Варшал, Г. М. Исследование сосуществующих форм ртути (II) в поверхностных водах / Г. М. Варшал, И.С. Буачидзе // Журн. анал. химии, 1983. – Т. 38, № 12. – С. 2155–2167.

5. Варшал, Г. М. Комплексообразование ртути с гумусовыми кислотами как важнейший этап цикла ртути в биосфере / Г. М. Варшал // Геохимия, 1999. – № 3. – С. 269–275.

6. Варшал, Г. М. О механизме сорбции ртути (II) гуминовыми кислотами / Г. М. Варшал // Почвоведение, 1998. – № 9. – С. 1071–1078.

7. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения: ГОСТ 17.4.1.02-83. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 76 с.

8. Государственная почвенная карта СССР. – Лист Р-39, 1958.

9. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в почвах и растениях: аналит. обзор. в 3 ч. / В. Б. Ильин, Л. А. Юданова. – Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО РАН СССР, 1989. – Ч. 2.: Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах: Процессы биоаккумуляции и экотоксикология. – 154 с.

10. Исидоров, В. А. Введение в химическую экотоксикологию / В. А. Исидоров. – СПб.: Химиздат, 1999. – 144 с.
11. Коваль, А. Т. Эколого-геохимическая оценка загрязнения ртутью компонентов природной среды Амурской области: дис. канд. биол. наук / А. Т. Коваль. – М.: РГБ, 2003. – 186 с.
12. Лапердина, Т. Г. Определение ртути в природных водах / Т. Г. Лапердина. – Новосибирск: Наука, 2000. – 222 с.
13. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С: ПНДФ 16.1:2.23-2000.
14. Сауков, А. А. Геохимия ртути / А. А. Сауков // Труды Ин-та геологических наук АН СССР, 1946. – Вып. 78. – 131 с.
15. Черных, Н. А. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / Н. А. Черных [и др.]. – Пушкино, 2001. – 148 с.
16. Черных, Н. А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах / Н. А. Черных. – М.: Агроконсалт, 2002. – 200 с.
17. Швайкова, М. Д. Токсикологическая химия / М. Д. Швайкова. – М.: Медицина, 1975. – 378 с.

УДК 621.382.02

Орлова, Е. П., Опиок Н. Э.

## **ВАКУУМНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДОВ ЦИРКОНИЯ**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Тонкие диэлектрические пленки из различных материалов нашли широкое применение. Благодаря ряду уникальных физико-химических свойств, они используются в качестве буферных покрытий, стойких к воздействиям высокой температуры плазмы, коррозионных сред, медленных нейтронов, в качестве материала твердотельных электролитов и др. Наиболее перспективными для получения защитных покрытий являются оксиды титана и циркония.

В настоящее время в литературе имеется много сообщений о способах получения пленок диоксида циркония. Многообразие методов нанесения объясняется различием химической природы исходных пленкообразующих веществ, материала тех изделий, на ко-