

4. Томская область в цифрах, 2015: Крат. стат. сб./Томскстат — Томск, 2015. — 254 с.
5. Тындик А.О., Борисова С.С. География рождаемости в России [Электронный ресурс] // Демоскоп Weekly : [сайт]. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2015/0635/tema01.php> (дата обращения: 03.01.2016).
6. Экологические проблемы регионов России. Томская область. Информационный выпуск №6 / Гл. ред. Ю.А. Арский. — М.: ВИНТИ, 2000. — 192 с.

## СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОГО РАЙОНА

А.Ю. Максимова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

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

Проблема загрязнения окружающей среды ртутью - одним из опасных экотоксикантов, и ее соединениями, получила огромный резонанс после того, как в 60-е годы XX столетия в Японии, на о. Кюсю, в префектуре Минамата более 200 жителей погибли от отравления этим элементом. С этого времени проблема загрязнения окружающей среды соединениями ртути приобрела мировой характер [6].

Основными антропогенными источниками ртути являются угольные ТЭЦ и котельные, хлорно-щелочные заводы, цементные заводы, а также атомные электростанции, загрязняющие вещества от которых, в том числе и ртуть, переносятся воздушными потоками на большие расстояния, оседают на поверхности Земли и с поверхностным стоком поступают в реки, озера и моря.

Около 80% всей ртути «задерживается» на водосборах - в реках, ручьях, озерах или в заболоченных районах, что в некоторых случаях может являться «химической бомбой замедленного действия» [7].

В большинстве случаев использование прямых методов анализа химического состава поверхностных вод в определении широкого круга элементов, в том числе ртути, весьма затруднительно, в связи с их малой концентрацией на фоне веществ минерального и органического происхождения. Для ртути, как и многих других микроэлементов, количественное определение концентрации в биообъектах позволяет создать более объективное представление о распространенности микроэлементов в водной среде. При этом возникают определенные требования к биоиндикатору: он должен чутко реагировать на изменение микроэлементного состава окружающей среды, он должен быть космополитом, желателен легко отбираться, долго храниться, а также должен являться депонирующей средой для большинства микроэлементов [8]. Всеми вышеперечисленными свойствами обладают растения семейства Рясковых, которые относятся к эврибионтным гидрофитам и обитают на границе двух сред «вода-воздух». На данное водное растение как биогеохимически значимый объект для мониторинга еще в 30 годы обратили внимание ученые лаборатории БИОГЕЛ [2-4].

Производственная деятельность человека способствует появлению в окружающей среде отдельных регионов, характеризующихся избыточным содержанием химических элементов, формируются техногенные геохимические провинции [5].

Наши исследования проводились на территории Томской области в Томском районе, который характеризуется крайне неравномерным распределением промышленных предприятий и населенных пунктов, что создает неравномерную экологическую нагрузку территории. Наиболее напряженными секторами являются север-северо-восточный, юг-юго-западный и западный, непосредственно прилегающие к г. Томску и находящиеся в 30 километровой зоне влияния предприятий ядерно-топливного цикла Сибирского химического комбината и рядом других. Основным узлом существования сложных экологических проблем Томского района связаны с так называемым Северным промышленным узлом, распространяющимся на территорию север-северо-восточного и частично восточного секторов относительно Томск-Северской промышленной агломерации. Северный промышленный узел концентрирует на ограниченной территории около 33 предприятий различного направления [10].

На территории Томского района отобраны пробы растений семейства Рясковых в таких населенных пунктах, как: д.Гиоргиевка, д.Надежда, с.Наумовка, д.Кузовлево, п.Михайловка, п.Копылово, д.Малая Михайловка, д.Губино, п.Светлый, с.Моряковский Затон, п.Самусь, д.Кусково и п. Победа.

Содержание ртути в макрофите исследовано при помощи атомно-абсорбционной спектрометрии с методом «холодного пара» на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (стандарт – «Лист березы» ГСО 8923-2007, СОКОМЕТ 007-7-2008-RU, Hg ( $0,037 \pm 0,006$ )  $\cdot 10^{-6}$  нг/г).

На гистограмме (рис.1) показаны основные статистические параметры распределения данного микроэлемента (нг/г) в макрофитах, произрастающих на территории Томского района. Наблюдается мономодальное несимметричное распределение Hg. В целом средние содержание ртути по Томскому району (18 нг/г) не превышает фоновых значений для макрофитов (20 нг/г) [9]. При этом наблюдаются локальные участки, где содержание ртути значительно превышает фон (20% от всей выборки) к ним относятся такие населенные пункты, как: д.Гиоргиевка, д.Надежда, с.Наумовка, п.Михайловка, что говорит о неравномерном распределении исследуемого микроэлемента по площади. Эти участки преимущественно включают водоемы, расположенные в основной розе ветров от Сибирского химического комбината.

Так территорию Томского района по содержанию ртути в растениях сем. Рясковых можно разделить на 3 группы. К первой группе относятся населенные пункты, расположенные в зоне воздействия предприятий Сибирского химического комбината и Северного промышленного узла по преобладающей розе ветров (с юго-юго-запада на северо-северо-восток). Ко второй группе относятся населенные пункты, располагающиеся вдоль

рек Томь и Обь, наблюдаются повышение концентрации ртути в ряске по приближению к р. Обь. Третья группа представляет собой поселки, расположенные на значительном расстоянии от основных объектов техногенного воздействия, на юга и юго-западной стороне. Данную специфику можно наглядно продемонстрировать на диаграмме содержания ртути в ряске на территории Томского района (Рис 2.)

Данное исследование показало, что растения из семейства Рясковых способны отражать геохимическую ситуацию окружающей среды, аккумулировать огромный спектр химических элементов, концентрации которых 1-3 раза выше, что в водоеме, что упрощает получение более объективного представления о распространенности микроэлементов в водной среде, также всецело доказывает свою значимость как экологически и биогеохимически значимый объект исследования.

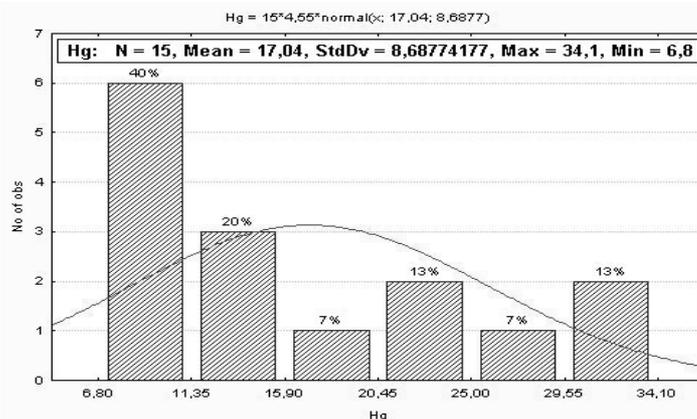


Рис. 1 Гистограмма содержаний Hg в ряске на территории Томского района

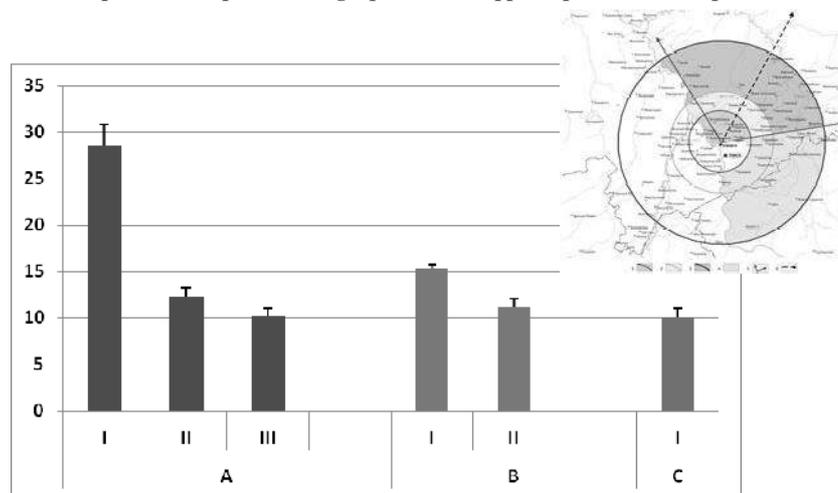


Рис. 2. Содержание ртути в ряске на территории Томского района (нг/г)

Населенные пункты сгруппированы по направлениям : А – северо-восточное, В –северо-западное, С – юго-юго-западное; 1-3 – ближняя, средняя и дальние зоны каждого, направления соответственно

#### Литература

1. Адам А.Ю. Состояние окружающей среды Томской области// Проблемы взаимодействия природы и общества: Науч. тр. – Томск, 1995. – С.15-22
2. Бруновский Б.К., Кунашева К.Г. О содержании радия в некоторых растениях. // Докл. АН СССР. — 1930. - Серия А, №20.
3. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР, 1929. N2. С. 33 – 34
4. Вернадский В.И. О химическом элементарном составе рясок (Lemna) как видовом признаке.// Живое вещество и биосфера. М., "Наука".- 1994. -С.473-476.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 355с.
6. Ермаков В.В., Летунова С.В., Конова Н.И., Алексеева С.А., Судницына И.Г. Геохимическая экология организмов в условиях ртутного субрегиона биосферы // Проблемы геохимической экологии (Тр. Биогеохимической лаборатории. Том 22). М.: Наука, 1991. С.24–68.
7. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск: Нау-ка, 2000. 222 с.

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.: Гидрометеоздат, 1985. 144 с.
10. Рихванов Л.П., Языков 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