

СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ ВБЛИЗИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ТОМСКА**В.Д. Доронина****Научный руководитель доцент Н.А. Осипова, старший преподаватель Е.Е. Ляпина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

Ртуть – сильнотоксичный, подвижный, летучий металл. Поведение ртути в почвах определяется в основном субстратом, при возможном влиянии паров ртути из природных и техногенных источников. Концентрация ртути связана с типом почв, с уровнем содержания в них органики, других металлов (железа), галогенов (серы), а также уровнем pH, Eh, и происходит в верхнем слое почвы [3]. Почва – это базовый компонент биосферы и ее природный ресурс, являющийся связывающим звеном между атмосферой, гидросферой и биотой. Почвы городов – являются долговременной депонирующей средой, которая накапливает в себе загрязняющие вещества, поступающие из атмосферного воздуха, с осадками (снег, дождь, туманы, росы), находится на пересечении всех путей миграции химических элементов и их соединений. В связи с этим является удобным и достоверным индикатором многолетней антропогенной нагрузки [2].

Город Томск характеризуется деятельностью предприятий разных отраслей промышленности (химическая, строительная, деревообработка, теплоэнергетика и т.д.), большая часть которых сосредоточена в Октябрьском районе города. В районе отмечается повышенная антропогенная нагрузка, которая влияет на экологическую обстановку как микрорайона города, так и прилегающих к ней территорий [4, 5, 8].

Целью исследования является определение содержания и особенностей распространения ртути в почвах города Томска. В ходе исследований были отобраны пробы почв на территории Октябрьского района города Томска в зоне влияния следующих предприятий: ООО «Карьероуправление» (далее Карьероуправление), специализирующееся на производстве и переработке строительных материалов, ООО «Завод строительных материалов и изделий» (далее ЗСМИ) – изготовление керамзитового гравия, ЗАО «Томский приборный завод» (далее приборный завод), производящий электронное, горношахтное оборудование, метеорологическую и медицинскую технику, нестандартное оборудование др. Кроме того, по данным ранее проведенных исследований на территории г. Томска, были выявлены участки с повышенной пылевой нагрузкой, суммарным показателем загрязнения, и ореолы с повышенной концентрацией ртути [4, 5, 8]. В ранее выявленных очагах повышенной концентрации ртути на территории города Томска были отобраны пробы почвы. Для выявления особенностей накопления ртути в зависимости от гранулометрического состава пробы почв были просеяны через сита диаметром: >1мм, >0,5мм, >0,25мм, >0,125мм, >0,1мм, >0,04мм. В качестве фона была отобрана проба почвы в с. Калтай (23км от города Томска). Всего было отобрано 15 проб.

Содержание ртути в пробах почвы определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролизической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Точность определения 5 нг/г. Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации относительно ПДК ($C_{пдк}$) и относительно содержания ртути в фоновой пробе ($C_{фон}$), кларки концентрации относительно земной коры ($Kk_{з.к.}$), относительно почва Земли ($Kk_{п.з.}$) и относительно почв населенных пунктов ($Kk_{п.н.п.}$) [1].

По ранее проведенным исследованиям на территории города выявлены повышенные содержания химических элементов Au-Ba, Sr-Cr, Co-Ta, As-Ca, Hf-Na, Eu-Fe-Sc-Th, Cs-Yb-La-Lu-Sm, но по районам повышенные концентрации элементов распределяются иначе, Октябрьский – Hf-Sc, Tb-Sm, La-Ce, Yb-Lu, Th, Br, Ленинский – Ca-Rb-Sr, Кировский район – Na и Ba [5]. По результатам измерений определили содержание ртути в почвах вблизи промышленных предприятий Октябрьского района, максимальная концентрация составляет 134,4 нг/г – в зоне влияния ЗСМИ, минимальная концентрация составляет 16,4 нг/г – также в зоне влияния этого завода. На территории города максимальная концентрация отмечается в районе на ул. Большая Подгорная, и составляет 97 нг/г; минимальная концентрация 17,1 нг/г – вблизи ГРЭС-2. Повышенные концентрации ртути на территории города Томска связано с загрязнением воздуха автомобилями, большим количеством котельных, а также наличием несанкционированных свалок.

По результатам исследования 2015-2016 годов среднее содержание ртути по городу составляет 64,5 нг/г, при минимальном значении 16,4 нг/г (зона влияния завода строительных материалов), максимальном – 134,4 нг/г (зона влияния завода строительных материалов). Содержание ртути на фоновом участке (село Калтай) составляет 18,6 нг/г. Полученные значения не превышают предельно допустимых концентраций, а также намного меньше данных по ранее проведенным исследованиям 2012 года [5]. Сравнивая среднее содержание ртути в почвах по Томску с данными для других городов: Кемерово – 42 нг/г, Алтайский край – 48 нг/г [6], Комсомольск на Амуре – 48 нг/г, Новосибирск – 72 нг/г, Иркутск – 95 нг/г [9] – можно сказать, что концентрации ртути в почвах в городе Томске сопоставимы с данными городов Сибири и Дальнего Востока.

По данным изучения содержания ртути в зависимости от гранулометрического состава почв выяснили, что характер распределения неоднородный. На территории Октябрьского района в зоне влияния промышленных предприятий максимальная концентрация ртути приходится на частицы размером от >0,25 до >1 мм, доля которых составляет от 1 до 31%. В частицах размером >0,04 – >0,125 мм, на долю которых приходится от 7% до 11% отмечается минимальное содержание ртути. Для очагов повышенного содержания ртути на территории города Томска характер взаимосвязи от размера частиц почвы иной. Максимальная концентрация ртути отмечается практически во всех фракциях почвы, доля которых варьирует от 2 до 21%. Минимальная концентрация выявлена

также почти во всех фракциях почвы, доля которых составляет от 2 до 42%.

На территории Октябрьского района максимальная валовая концентрация выявлена в зоне влияния ЗСМИ. При этом максимум ртути отмечается для частиц почвы размером $>0,25$ мм (31%), а минимум – для частиц $>0,125$ мм (5%). Минимальная валовая концентрация определена в зоне влияния Карьероуправления, при этом максимум приходится на частицы размером $>0,1$ мм (7%), а минимум – на частицы $>0,125$ мм (11%).

На территории города Томска наибольшее содержание ртути обнаружено в почвах на ул. Б. Подгорная, при этом максимум ртути отмечается в частицах почвы размером $>0,1$ мм (2%), а минимальная – в частицах >1 мм (42%). Наименьшее содержание ртути выявлено вблизи «Водоканала» и на пересечении ул. Фрунзе и ул. Гагарина, при этом максимум ртути отмечается в наименьшей фракции почвы 0,04–0,025 мм (10–12%), минимум приходится на фракцию $>0,25$ мм (23–26%).

По данным расчета эколого-геохимических показателей на территории Октябрьского района в зоне влияния ЗСМИ отмечается максимум всех рассчитанных показателей, минимум – в зоне влияния Карьероуправления, среднее для района: $K_{\text{снэф}} - 2,1$; $K_{\text{спдк}} - 0,02$; $Kk_{\text{з.к.}} - 0,53$; $Kk_{\text{пз}} - 4,43$ и $Kk_{\text{пн.п.}} - 0,05$. На территории города Томска максимальные значения всех эколого-геохимических приходится на ул. Большая подгорная, минимальные значения – в районе Томской ГРЭС-2. Средние значения по Томску составляют: $K_{\text{снэф}} - 0,02$; $K_{\text{спдк}} - 2,5$; $Kk_{\text{з.к.}} - 0,6$; $Kk_{\text{пз}} - 4,715$ и $Kk_{\text{пн.п.}} - 0,05$. Сравнивая значения по обеим территориям, выявили, что эколого-геохимические показатели по Октябрьскому району являются выше, чем по городу Томску.

Таблица 1
Концентрация ртути в почвах города Томска в зависимости от гранулометрического состава

Места отбора проб	Концентрация ртути, нг/г							Геохимические показатели				
	Размер частиц, мм/доля, %											
	>1	>0,5	>0,25	>0,125	>0,1	>0,04	Общая	K _{снф}	K _{сплк}	Kk _{з.к}	Kk _{пз}	Kk _{ш.п}
«Карьероуправление»	26/16	26/36	29/25	24/11	30/7	27/17	29	1,5	0,01	0,3	2,8	0,03
«Завод строительных материалов и изделий»	90/11	82/29	97/31	66/5	83/11	92/13	75	4	0,04	0,9	7,5	0,08
«Томский приборный завод»	42/1	35/38	37/36	39/15	42/3	34/7	31	1,6	0,01	0,4	3,0	0,04
Ул. Большая Подгорная	51/42	54/18	57/18	58/12	65/2	64/7	97	5,2	0,04	1,2	9,6	0,11
Под коммунальным мостом (Водоканал)	63/47	79/21	63/22	53/6	76/0,5	42/2	66	3,5	0,03	0,8	6,6	0,07
ГРЭС- 2	16/31	18/24	14/26	15/7	17/1	19/10	17	0,9	0,008	0,2	1,7	0,02
Пос. Восточный	47/42	52/18	54/19	57/10	66/2	63/10	26	1,4	0,01	0,3	2,6	0,03
«Дамба»	69/49	77/15	51/15	49/9	38/2	53/10	60	3,5	0,03	0,8	6,6	0,07
Район Фрунзе-Гагарина	23/27	26/19	21/23	28/12	26/5	22/13	17	0,9	0,008	0,2	1,7	0,02
Фоновая точка (пос. Калтай)	18/20	14/14	14/12	15/19	16/11	18/24	19		0,008	0,02	1,9	0,02

Данные исследования 2015–2016 года показали, что в среднем содержание ртути в почвах города Томска составляет – 64,5 нг/г, что ниже по сравнению с данными для городов Новосибирск и Иркутск, но выше чем в Комсомольске-на-Амуре и Кемерово, а так же, в Алтайском крае. Распределение содержания ртути в зависимости от размера частиц является неоднородным и на данном этапе исследования закономерностей не выявлено. Содержание ртути в каждой точке не превышает ПДК (2100нг/г). По данным расчета эколого-геохимических показателей выявили, что максимум отмечается в пробах в районе ул. Б. Подгорная, минимум – для района ГРЭС-2 и пересечения ул. Фрунзе и Гагарина, что соответствует данным для фоновой точки.

Литература

- Алексеев, В. А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов : монография / В. А. Алексеев, А. В. Алексеев. – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2013. – 380 с.
- Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов.// Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. - Томск: Изд-во, 2003.-336 с
- Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 томах. Том 5. – М.: Экология, 1997 г. – 576 с.
- Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (25.00.36), Томский политехнический университет, Томск, 2009г.
- Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук 25.00.36 /Ляпина Е. Е., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, Томск, 2012г. , 154с.
- Маликова И.Н, Аношин Г.Н, Бадмаева Ж.О. Подвижные формы ртути в почвах природных и антропогенных ландшафтов.//Геология и геофизика - 2011, т. 52, № 3, с. 409—425
- Питимиров П.В. Распределение ртути в почвах Санкт – Петербургского государственного университета.// Материалы XIV молодежной научной конференции «Геология – полезные ископаемые и геология северо-

- запада России» - 2006, с 238-241
8. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сарнаев С.И. Содержание тяжелых металлов в почвах. Учебное пособие. Томск: ТПУ, 1993. с. 83.
 9. Удоденко Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах на заповедных территориях (на примере Воронежского и Окского заповедников): диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук (03.02.08)/ Удоденко Юрий Геннадиевич; Воронежский государственный университет, Воронеж – 2014г., 158 с.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПОЧВЕ И ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА И ЕГО ПРИГОРОДА

Л.А. Дорохова, Е.М. Турсуналиева

**Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

При развитии промышленности и повсеместной урбанизации происходят изменения в составе геосферных оболочек Земли, что негативно сказывается на состоянии здоровья человека и обуславливает геоэкологические проблемы территорий. В связи с этим, большое внимание уделяется изучению состояния компонентов природных сред на территории городов [4 – 7].

Город Благовещенск входит в состав Дальневосточного федерального округа и является административным центром Амурской области. Площадь территории города занимает 353 км², урбанизированная его часть – порядка 58 км². Численность населения – более 224 тыс. человек (2016). Город основан в 1852 году в месте слияния двух крупных дальневосточных рек – Амура и Зеи. Сегодня он пятый по величине город Дальнего Востока и единственный административный центр России, расположенный на государственной границе. Благовещенск граничит с Китаем (КНР) по Амуру. Напротив Благовещенска, на сопредельной территории, находится китайский город Хэйхэ, район Айгунь с населением более 211 тыс. чел.

В городе развиты планировочная, социальная и инженерная инфраструктуры. На состояние окружающей среды города оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы. Последние представляют наибольшее значение, как факторы, приводящие к нарушению экологического равновесия. Большую долю техногенной нагрузки на окружающую среду города оказывают предприятия теплоэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства, промышленные предприятия и автотранспорт. Экологическая обстановка на территории г. Благовещенска оценивается как напряженная [9 – 10].

Актуальным для Благовещенска, как большого по численности населения приграничного города, является изучение состояния компонентов окружающей среды, в том числе почвенного и растительного покровов [3]. Многие исследователи подчеркивают преимущества использования ассимилирующих и многолетних органов растений для мониторинга и оценки состояния окружающей среды, так как их элементный состав закономерно отражает особенности среды произрастания и локальные загрязнения. Непосредственно листья деревьев в силу своих морфологических особенностей (наличие воска и трихом на поверхности, шероховатости поверхности, пассивной диффузии вещества через устьица и др.) могут выступать в качестве своеобразного природного планшета, аккумулирующего элементы из воздуха как в виде мокрых (дождь, роса, туман), так и сухих (твердые частицы, газы) выпадений [1].

Авторами проведено исследование по оценке содержания ртути в верхнем горизонте почвы в северо-западной части г. Благовещенска и его пригорода (бывшие земли сельхоз назначения) и листьях тополя урбанизированной части города. В начале сентября 2013 г. были отобраны пробы листвы тополя (*Populus balsamifera* L.) по равномерной площадной сети с шагом опробования 1 × 1 км. Листья отбирали методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Всего отобрано 40 проб листьев тополя. Для определения источника одной из выявленных аномалий ртути в северо-западной части Благовещенска по данным опробования листьев тополя, в 2016 году на территории пос. Чигири, используемой раньше для сельскохозяйственного назначения, а сейчас под индивидуальную и малоэтажную коттеджную застройку, отобраны пробы из верхнего горизонта (0-10 см) почвы. Всего отобрано 36 проб почвы с шагом 500 × 500 м.

Анализ содержания ртути в образцах просеянной (0,1 мм) почвы и сухой массы листьев тополя выполняли в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно-образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии в Институте природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза), предел обнаружения – 5 нг/г. Для контроля точности измерения ртути использовали стандартные образцы состава дерновоподзолистой супесчаной почвы СДПС-3 (ГСО 2500-83) и листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007).

Первичные результаты анализов ртути в почве и листьях тополя приведены на 1 г сухого вещества, сведены в базу данных, обобщены с помощью описательной статистики в программе Microsoft Excel 2010 (табл. 1). Построение и оформление картосхем распределения ртути на территории г. Благовещенска и его пригорода выполнено с помощью программного обеспечения SURFER 10 и COREL DRAW 17 и представлено на рис. 1.