

повышением уровня общей заболеваемости населения. Зафиксированы невысокие содержания большинства химических элементов в почвах в окрестностях изучаемых НПЗ относительно кларка земной коры, за исключением Cr, Zn, Вг и Hg.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ВР (British Petroleum)

Литература

- ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Москва, 2004.
- Жолдиев А. Экологические исследования нефтяного загрязнения на территории АНПЗ. «Ғылым және білім - 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». - Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. - с.3805-3809
- Касимов, Н.С., Власов, Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, геогр. - 2015. - № 2. - С. 7-17.]
- Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Саев Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90). - М.: ИМГРЭ, 1990.
- Околелова А. А., Куницына И. А. Состояние почвенного покрова территории нефтеперерабатывающих заводов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2010. - № 3. - с.111-116.
- Околелова А.А., Мерзлякова А.С., Кожевникова В.П. Содержание бензапирена в почвенном покрове нефтеперерабатывающего предприятия // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. - 2015. - Т. 30. - № 3 (200). - с.1-4.
- Степанов Е. Г. и др. Влияние промышленных предприятий города Салавата на загрязнение снега, почвы и продуктов растениеводства // Фундаментальные исследования. - 2004. - № 5.
- Шахова Т.С., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Геохимическая характеристика твердого осадка снега в окрестностях нефтеперерабатывающих заводов России (г. Омск, Ачинск) и Казахстана (г. Павлодар) / Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения академика Л. В. Таусона. - Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2017. - с. 135-136.

ХВОЯ КАК ИНДИКАТОР РТУТНОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИЮ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Е.В. Шворнева

Научные руководители научный сотрудник Е.Е. Ляпина¹, старший преподаватель

Е.А. Филиппович²

¹*Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ртуть относится к элементам первого класса опасности, высокотоксична и кумулятивна, в силу высокой летучести паров широко распространена во всех компонентах окружающей природной среды [6, 12]. Является ядом для растительных и животных организмов.

Растения чаще всего содержат ртуть в меньших количествах, чем почвы, но в процессе минерализации растительных остатков возможно накопление ртути в верхних горизонтах. При этом тонкие корни растения будут играть роль барьера. [5]. На фоновых территориях, в которых отсутствует естественный геохимический фон по ртути, источником техногенных элементов в системе растение-почва является аэрозольное их осаждение из воздуха [10, 12]. Ртуть, поступающая из атмосферы в виде паров и пылеаэрозольных частиц, сорбируется хвойными растениями и прочно удерживается в хвое. Миграции в другие органы растения при этом не происходит [4]. Таким образом, хвоя - практичный и информативный биоиндикатор экологического состояния атмосферного воздуха.

Целью исследования является изучение содержания и особенностей накопления ртути в разновозрастной хвое на территории Сибири и Дальнего Востока.

Объектом данного исследования является разновозрастная хвоя деревьев: кедра сибирского (*Pinus sibirica*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и кедрового стланика (*Pinus pumila*). Пробы хвои отобраны на территориях Западной (Томская область, Алтайский край), Восточной (Иркутская область, Республика Бурятия) Сибири и Дальнего Востока (Республика Саха). Для оценки содержания ртути образцы хвои отбирали в конце вегетационного периода методом смешанной пробы с примерно одновозрастных деревьев в нижней части кроны на высоте 1,5-2 м от поверхности земли согласно стандартным методическим указаниям [1]. В результате отобрано 287 проб хвои. Пробы доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, измельчали. Хвою не промывали. В ходе работы получены концентрации ртути в период с 2009 по 2017 года.

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

Таблица

Эколого-геохимические особенности ртутной нагрузки

Вид хвои	Концентрация ртути, нг/г		Кс ¹	ВДК ²
	С _{min} -С _{max}	С _{ср}		
Томская область				
Пихта	9-38	25	6,3	3,1
Сосна	5-30	16	4,0	2,0
Ель	6-34	25	6,3	3,1
Кедр	8-34	22	5,5	2,8
Можжевельник	18-31	25	6,3	3,1
Алтайский край				
Сосна	6-27	15	3,8	1,9
Иркутская область				
Кедровый стланик	3-13	16	4,0	2,0
Сосна	5-18	12	3,0	1,5
Республика Бурятия				
Сосна	2-32	15	3,8	1,9
Кедр	3-27	16	4,0	2,0
Лиственница	7-10	12	3,0	1,5
Можжевельник	16	16	4,0	2,0
Ель	7-24	16	4,0	2,0
Республика Саха				
Кедр	10-130	47	11,8	5,9

Примечание: 1 - Кс - коэффициент концентрации: $K_c = C/C_f$; ВДК - временно допустимая концентрация: $ВДК = C/2C_f$, где С - содержание ртути в пробе, С_ф - содержание ртути на фоновом участке (4 нг/г [8]).

Лабораторно-аналитические исследования проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью ртутного газоанализатора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915, предел обнаружения - 5 нг/г (погрешность не превышает 15%). Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации (Кс) и временно допустимой концентрации (ВДК). Для расчета взаимосвязи концентрации ртути с метеорологическими характеристиками использовали данные по температуре и влажности воздуха в точках отбора проб хвои. Данные были получены с помощью датчиков температуры и влажности: ТЕРМОХРОН - DS1922L-F5 (термограф) и ГИГРОХРОН - DS1923-F5 (термогигрограф). Периодичность измерений - 3 часа (синхронно со стандартными сроками на метеорологических станциях). Обработку экспериментальных данных проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel и статического пакета Statistica 6.0.

Содержание ртути в хвое различных пород деревьев увеличивается по мере её старения [2]. В данных исследованиях такая тенденция отмечается лишь для хвои ели Томской области. В хвое сосны, пихты, кедра и кедрового стланика исследуемых территорий отмечается особенность, которая заключается в установлении максимальной концентрации в 3-4-х летнем возрасте хвои, при этом в дальнейшем значимых отличий в поступлении ртути в хвою не наблюдается.

Содержание ртути в хвое в зависимости от вида дерева показывает, что средние концентрации ртути в хвое пихты, ели, можжевельника Томской области одинаковы (25 нг/г) так же, как и для хвои кедра, можжевельника и ели Республики Бурятия (16 нг/г). Среди исследованных видов деревьев максимальная концентрация ртути наблюдается в хвое кедра Республики Саха, минимальная - в хвое сосны Иркутской области.

Анализ связи накопления ртути в зависимости от места произрастания показал, что на территории Восточной Сибири средняя концентрация ртути в хвое составляет 13-14 нг/г, что является минимальной среди исследуемой хвои. Максимальная средняя концентрация ртути в хвое отмечается на территории Дальнего Востока - 47 нг/г, что в 4 раза больше по сравнению с Сибирским регионом. В Западной Сибири в хвое Томской области средняя концентрация ртути равна 23 нг/г, в хвое Алтайского края в 1,5 раза меньше.

Для выявления взаимосвязи поступления ртути в хвою от климатических характеристик района был рассчитан коэффициент корреляции между концентрацией ртути в хвое и температурой воздуха и количеством осадков, как за вегетационный период, так и в течение всего года. Связь ртути с годовым ходом осадков и температурой рассчитывали только для 5-ти летней хвои. Это связано с тем, что данный ряд данных длиннее и поэтому достоверность полученных результатов выше. На исследуемых территориях для хвои сосны, кедра, кедрового стланика, пихты выявлена обратная взаимосвязь с температурой и прямая - с осадками, как за вегетационный период, так и в течение всего года для большинства точек исследования.

Обработав результаты исследования, рассчитали эколого-геохимические показатели ртутной нагрузки на территории Сибири и Дальнего Востока. Данные рассчитанных показателей приведены в таблице.

Все полученные концентрации ртути в пробах хвои вне зависимости от возраста и породы дерева, а также места произрастания являются фоновыми. Поэтому для расчета эколого-геохимических характеристик использовали данные для фоновых территорий, приведенных в литературных источниках [8]. Таким образом, минимальные концентрации ртути в хвое наблюдаются в Республике Бурятия, Иркутской области и Алтайском крае (13-15 нг/г), максимальные - в Республике Саха (47 нг/г). Превышение концентрации ртути в исследуемой

хвое над фоновым значением составляет от 3 до 12 раз. Временно допустимая концентрация ртути в хвое Сибири и Дальнего Востока варьирует в промежутке от 1,5 до 6.

Полученные концентрации ртути для Сибири и Дальнего Востока не превышают концентраций ртути в хвое по сравнению с данными исследований других ученых [3, 8, 9, 11], лежат в пределах средних концентраций для хвои Канады [7], ниже средних значений концентраций ртути хвои России [12]. Данные геоэкологических расчётов свидетельствуют о низком уровне накопления ртути хвойными на территории Сибири и Дальнего Востока.

Литература

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. - М.: Логос, 2000. - 627 с.
2. Аношин Г.Н., Маликова И.Н., Ковалев С.И. и др. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, т. 3, № 1 - 2, 1995, С. 69 - 111.
3. Афанасьева Л.В., Михайлова Т.А., Кашин В.К. Состояние сосновых древостоев в условиях техногенного загрязнения в республике Бурятия // Растительные ресурсы, т. 46, выпуск 2, 2010, С. 51 - 60.
4. Грановский Э.И., Хасенова С.К., Дарищева А.М., Фролова В.А. "Загрязнение ртутью окружающей среды и методы демеркуризации", Алматы, 2001, 100 с.
5. Демич, Ю. А. Содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды и состоянии растительных популяций / Ю.А. Демич // Вестник СамГУ (естественно научная серия), № 7, 2006. - С. 45-53.
6. Ермаков В.В. Биогенная миграция и детоксикация ртути // Материала международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». - М.: ГЕОХИ РАН, 2010, С. 5-14.
7. Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск "Наука", 2000, С. 222.
8. Ляпина Е.Е., Шворнева Е.В., Воропай Н.Н. Содержание ртути в хвое Юго-Западного Прибайкалья // Оптика атмосферы и океана, 31, №1, 2018, С. 69-72.
9. Михайлова Т.А., Калугина О.В., Афанасьева Л.В. и др. Тренды содержания химических элементов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных условиях произрастания и при техногенной нагрузке // Сибирский экологический журнал, 2 (2010), С. 239-247.
10. Неверова О. А. Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города (на примере г. Кемерово): Автореферат. Дис... д-ра биол. наук. - М., 2004. - С. 37.
11. Страховенко В.Д., Маликова И.Н., Щербов Б.Л. Распределение ртути в компонентах окружающей среды Сибири // Химия в интересах устойчивого развития, 2012, Т. 20, №1, С. 117-123.
12. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. Москва 1992. С. 3-63.

ПРИЛОЖЕНИЕ «1С: ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.В. Ягницина

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокие требования к эффективности природоохранной деятельности в связи с усовершенствованием законодательной базы и ужесточившимися наказаниями за негативное воздействие на окружающую среду вынуждают современных экологов посвящать большую часть своего времени ведению экологической документации. Эта работа требует анализа большого количества данных, абсолютного внимания к мелочам, знания всех изменений в законодательной базе Российской Федерации.

В связи с высокой ответственностью и необходимостью правильного ведения учета, современным экологам, работающим на промышленном предприятии, понадобились вспомогательные инструменты для ведения экологического контроля [1]. К таким программам предъявляются несколько основных требований:

- учет всех видов загрязнений (воздух, отходы, вода);
- интуитивная эксплуатация программы;
- возможность конфигурации программы под особенности предприятия;
- создание единого рабочего пространства для всех экологов на предприятии;
- актуальные и автоматически обновляемые нормативные базы и т.п. [3].

На данном этапе известно несколько подобных программ: «Модуль природопользователя», «ЭРА», «Эколог», «1С: Охрана окружающей среды».

«Модуль природопользователя» сейчас является одной из самых простых и популярных программ для эколога на предприятии [4]. Программа была создана в первую очередь для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). В состав «Модуля» входят справочники о загрязняющих веществах, о видах топлива, коэффициентах, учитывающих экологические факторы экономических районов РФ, классификатор отходов (ФККО) и др. С помощью «Модуля природопользователя» можно производить формирование статистической отчетности 2-ПП (отходы).

В рабочем пространстве «Модуля» возможно создать модель промышленного предприятия с указанием основных регистрационных данных объекта, количеством промышленных площадок и всех стационарных и передвижных источников загрязнения, списком и объемами выбросов/сбросов загрязняющих веществ и отходов производства и потребления.

Но, как уже отмечалось ранее, «Модуль природопользователя» больше удобен для расчета платы за НВОС промышленным предприятием. С его помощью можно без особых проблем сформировать и отправить в