

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПОЧВАМИ СУБАРКТИКИ
И АРКТИКИ**

*Андреева Юлия Игоревна,
Попова Людмила Федоровна
Волков Алексей Геннадьевич,
Ларионова Марина Владимировна*
(г. Архангельск, Северный (Арктический) Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова
Myschka007@yandex.ru)

Ключевые слова: тяжелые металлы, почвы Арктики.
Keywords: Euroarctic soils; heavy metals.

Вопросам экологического состояния арктических и приарктических территорий последнее десятилетие уделяется особое внимание, учитывая крайнюю уязвимость окружающей природной среды, малую устойчивость экосистем, важную экономическую, социальную и экологическую роль. При этом исследованию почв уделяется особое внимание. Нарушение и уничтожение естественных экосистем Арктики имеют необратимый характер и наносит серьезный ущерб не только самой экосистеме в целом, но оказывает существенное влияние на здоровье, как коренных жителей Севера, так и мигрантов. При этом исследованию почв уделяется особое внимание.

Основными поллютантами арктических территорий наряду с органическими супертоксиантами выступают тяжелые металлы (далее ТМ). Многие ученые в своих работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды, к ТМ относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. При этом немаловажную роль в категорировании «тяжелых металлов» играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, их способность к биоаккумуляции и биомагнификации.

В природе ТМ находятся преимущественно в рассеянном состоянии, хотя уровень их содержания в горных породах существенно различен, о чем свидетельствует среднее содержание (кларки) ТМ в земной коре [1,3]. Почвы загрязненные ТМ являются биогеохимическим барьером, который поглощает из атмосферы тонкодисперсные вещества и газы, очищая другие среды [7], ТМ легко адсорбируются слоями почвы, их соединения долгое время сохраняют токсичность и высокую подвижность. Накопление ТМ в почве происходит достаточно быстро, но они трудно и медленно удаляются из нее [5]. Поэтому важнейшим моментом в охране окружающей среды и одной из экологических характеристик ТМ является знание их фонового (валового) содержания и параметры его возможного техногенного изменения, что позволяет осуществлять контроль за состоянием почвенного покрова, определять темпы и степень загрязнения его токсичными поллютантами [3].

Почвенные исследования проводятся и в САФУ в рамках научно-образовательного проекта «Арктический Плавающий университет».

Отбор почвенных образцов с природных территорий осуществлялся согласно ГОСТ 17-4-4-02-84 [2] в местах высадок по маршруту следования судна «Профессор Молчанов» во время экспедиции в период с 2012-2014 год (рисунок 1).

Почвенно-химические исследования были выполнены на базе лаборатории биогеохимических исследований при кафедре химии и химической экологии Института естественных наук и технологий. Валовое содержание ТМ в почвах Арктики определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) согласно М049-П/04 [4] с использованием оборудования ЦКП НО «Арктика» (САФУ) при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (уникальный идентификатор работ RFMEFI59414X0004).

Анализ экспериментальных данных показал, что почвы арктической и приарктической зон РФ подвергаются техногенно-антропогенному воздействию, вследствие чего происходит накопление в них ТМ. На это указывают рассчитанные относительно кларка коэффициенты концентраций, значения которых для большинства ТМ больше 1,0 (табл.1).

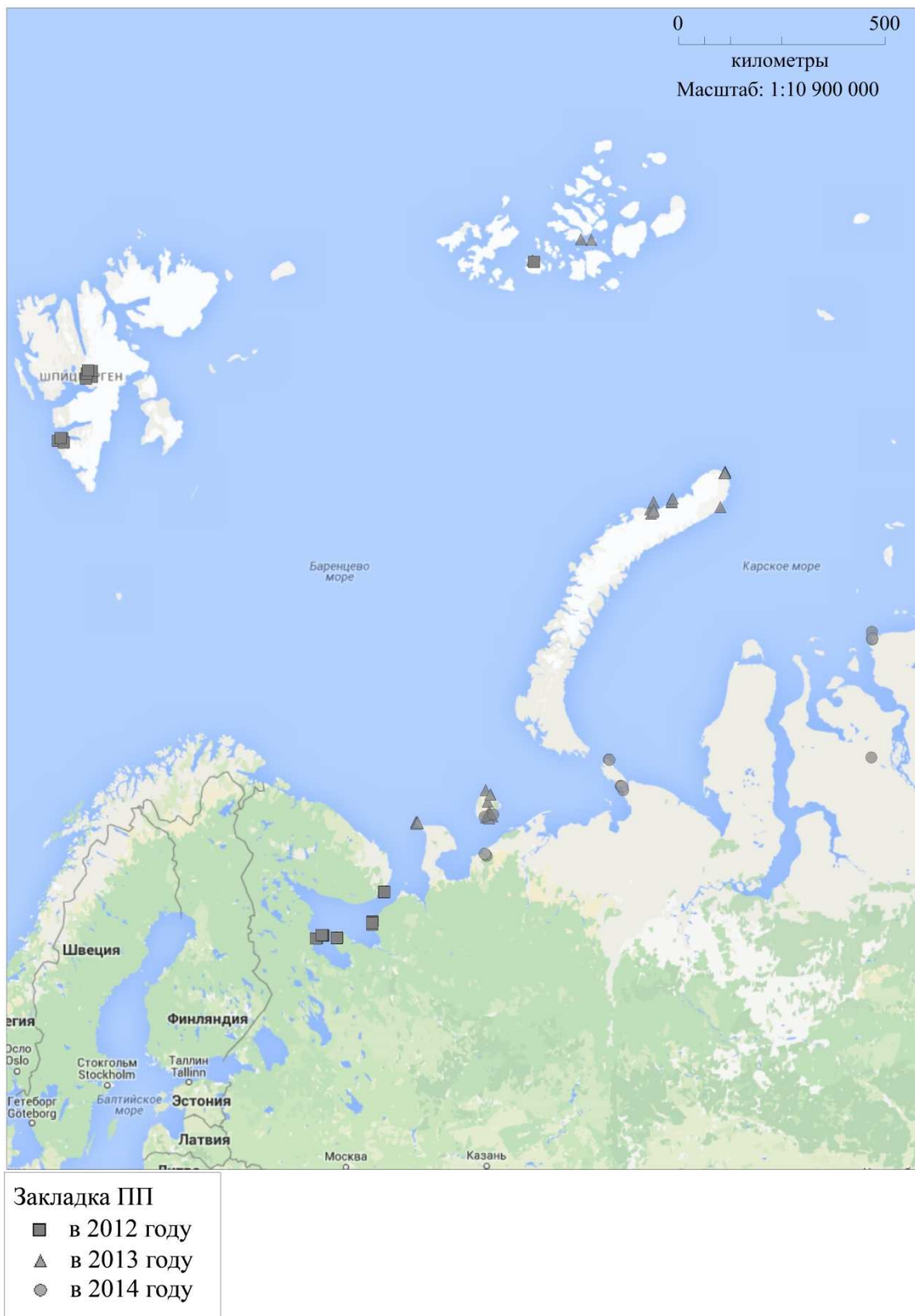


Рисунок 1 - Карта мест закладки пробных площадей в период с 2012-2014 года

Таблица 1 – Коэффициент концентрации относительно кларка.

Почвы Евроарктическ ого региона	Коэффициент концентрации (K _c)							
	Pb	As	Cu	Zn	Ni	Co	V	Mn
Арктические почвы	0,2-5,4	1,2-1,4	0,7-4,1	0,6-25,8	0,2-2,3	0,2-0,8	0,06-2,2	0,09-1,8
Тундровые неглеевые почвы	0,5-7,6	0,9-1,2	0,4-2,4	0,4-3,4	0,07-1,2	0,3-44,4	0,1-1,6	0,1-35,8
Тундровые глеевые почвы	0,8-3,0	1,2-1,4	0,6-1,7	0,2-3,7	0,1-0,8	0,3-22,5	0,12-0,90	0,2-27,8
Подзолистые почвы	1,6-3,2	1,2-1,6	0,67-2,6	0,1-1,8	0,2-1,5	0,4-5,2	0,09-0,40	0,2-1,7
Аллювиальные луговые кислые почвы	0,1-33,0	1,2-1,9	1,05-2,3	0,6-2,7	0,4-1,2	0,2-2,9	0,2-1,5	0,40-1,05
Торфяные болотные верховые почвы	0,8-10,9	1,2-5,4	0,7-4,5	0,4-10,9	0,2-1,6	0,07-7,40	0,0-1,6	0,09-1,06

Согласно коэффициентам концентраций были построены ряды накопления ТМ, имеющие следующий вид:

арктические почвы - Zn > Pb > Cu > Ni > V > Mn > As > Co;
 подзолистые почвы - Co > Pb > Cu > Zn > Mn > As > Ni > V;
 тундровые неглеевые - Co > Mn > Pb > Cu > Zn > V > As > Ni;
 тундровые глеевые - Mn > Co > Zn > Pb > Cu > As > V > Ni;
 аллювиальные луговые кислые - Pb > Co > Zn > Cu > As > V > Ni > Mn;
 торфяные болотные верховые - Pb > Zn > Co > As > Cu > Ni > V > Mn.

Уровень валового содержания и степень загрязнения арктических почв ТМ оценивали по классификации предоставленной Обуховым А.Я. и Ефремовой Л.Л. [6] для почв с кислой и слабокислой реакции (табл. 2). Это обусловлено тем, что диапазоном рН в исследованных образцах колеблется от 4,13 до 6,00.

Таблица 2 - Классификация почв по содержанию и степени загрязнения тяжелыми металлами, мг/кг воздушно-сухой почвы, общее содержание для почв с кислой и слабокислой реакцией[6]

Уровни содержания и загрязнения	Pb	Zn	Cu	Ni
Содержание				
очень низкое	<5	<15	<5	<10
низкое	5-10	15-30	5-15	10-20
среднее	10-35	30-70	15-50	20-50
повышенное	35-70	70-100	50-80	50-70
высокое	70-100	100-150	80-100	70-100
Очень высокое	100-150	150-200	100-150	100-150
Загрязнение				
низкое	100-150	150-200	100-150	100-150
среднее	150-500	200-500	150-250	150-300
высокое	500-1000	500-1000	250-500	300-600
Очень высокое	>1000	>1000	>500	>600

В соответствии с валовым содержанием тяжелых металлов (табл. 3) в исследуемых почвах можно выделить разные уровни, как накопления, так и загрязнения этими поллютантами. В арктических почвах (Пирамида и мыс Желания) наблюдается высокое загрязнение Pb и Zn, в то время как содержание Cu и Ni колеблется от очень низкого до высокого уровня.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в почвах Евроарктического региона

Почвы Евроарктического региона	Содержание тяжелых металлов, мг/кг							
	Pb	As	Cu	Zn	Ni	Co	V	Mn
Арктические почвы	2-594	6-7,2	14,2-83	29,5- 1292	9,4-91	0,7-63	6,1-217	77,45- 1517
Подзолистые почвы	16,5- 32,5	6,7,8	13,2-58	6,76-94	8,2-62	3,3-42	9,5-40	134,7- 1454
Тундровые неглеевые почвы	5,02- 75,6	4,8-6	9-48	22,1-172	3-48	2,7-355	14-162	113- 30432
Тундровые глеевые почвы	8-30	6-7,2	11,8- 34,2	8,5-187	5,9-33	2,3-180	11,8-92	135- 23599
Аллювиальные луговые кислые	0,5-330	6-9,6	21-47	31-134	17-48	1,9-23	25-151	305,9- 891
Торфяные болотные верховые	8-108	6-27	14,5-90	19,5-545	9,8-66	0,5-59	0,07- 126	77,5- 902

Подзолистые, тундровые неглеевые и глеевые почвы не загрязнены ТМ. Для этих почв характерна лишь различная степень накопления ТМ (от низкого до очень высокого уровня) в зависимости от территории. Аллювиальные луговые кислые почвы (Диксон) имеют средний уровень загрязнения Pb, в отношении других ТМ наблюдается средний уровень накопления. В торфяных болотных верховых почвах валовое содержание большинства ТМ колеблется от низкого до повышенного уровня, при этом отмечается высокое загрязнение Zn и Pb (о. Сосновец).

Таким образом, на кумуляцию тяжелых металлов влияют как техногенное воздействие, так и особенности почвообразовательных процессов. Основными техногенными поллютантами почв исследованных территорий являются Zn и Pb. Это почвы п. Пирамида, мыса Желания, о. Сосновец и п. Диксон, по другим ТМ загрязнения не наблюдаются. Все это указывает на то, что арктические почвы требуют дальнейшего исследования, при этом необходимо определять не только валовое содержание ТМ, но и содержание подвижных форм этих поллютантов., что в будущем поможет сделать вывод о степени миграции этих металлов в сопредельные среды и биоту.

Список литературы:

1. Алексеев В.А. Геохимия ландшафтов и окружающая среда. М.: Наука, 1990
2. ГОСТ 17. 4. 4. 02 - 84 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. URL: www.ecoinj.ru/docs/gost%2017.4.4.02-84.doc (Дата обращения: 14.02.15).
3. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе «почва — растение». Новосибирск : Наука. Сиб. отделение, 1991. 151 с.
4. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04. СПб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.
5. Лебедева О. Ю., Фруммин Г. Т. Распределение валовых форм тяжелых металлов в почвах Костромской области // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2010. № 3. С. 239–242.
6. Обухов А. Я., Ефремова Л. Л. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы : материалы 2-й Всесоюз. конф. М., 1988. Ч. 1. С. 23.
7. Репницына О. Н., Попова Л. Ф. Трансформация подвижных форм меди в сезоннопромерзающих почвах города Архангельска // Арктика и Север. 2012. № 9. С. 1–15.