

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ НАДЫМ-ПУР-ТАЗОВСКОГО РЕГИОНА ⁹

**С. Ю. Кукушкин, М. Г. Опекунова,
А. Ю. Опекунов, И.Ю. Арестова**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) открыто 236 месторождений углеводородного сырья, 77 из которых в настоящее время находятся в промышленной разработке. При этом, основная добыча углеводородного сырья осуществляется в Надым-Пур-Тазовском регионе. Для наиболее адекватной оценки уровня загрязнения почвенного покрова необходимо уделять пристальное внимание процессам естественной геохимической дифференциации содержания микроэлементов в почвах.

Цель работы – определение естественных средних содержаний тяжелых металлов (ТМ) в почвах тундр и лесотундр Надым-Пур-Тазовского региона. В период с 1993 по 2017 годы проведены комплексные геоэкологические исследования на территории 30 нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) (рис. 1). Опробование происходило на участках сходных по физико-географическим условиям с отбором проб почв из двух генетических горизонтов: поверхностного аккумулятивного (О, ТО) и иллювиального (ВF, ВHF, G). В полученных образцах было определено валовое содержание ТМ (Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Hg, Sr, Sc, Cd, Ba) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) с полным кислотным разложением проб. Исследованные участки НГКМ равномерно распределены по территории Надым-Пур-Тазовского региона, а загрязнение почв в результате добычи углеводородного сырья носит локальный характер [1].

Проведённые исследования позволяют сделать вывод, что почвы Надым-Пур-Тазовского региона характеризуются содержанием ТМ в 3-9 раз ниже кларковых значений и значительным разбросом величин (табл. 1).

Почвенный покров исследованной территории отличается сложным мозаичным, комплексным строением и многообразием типов почв. Контрастность геохимических условий обуславливает значительную естественную вариабельность содержания ТМ в горизонтальной и вертикальной структурах почвенного покрова.

⁹ Работа выполнена при поддержке гранта РГО-РФФИ № 17-05-41070



Рис. 1 – Схема района исследований

Таблица 1

**Содержание тяжелых металлов в генетических горизонтах почв
исследованной территории (мг/кг)**

	Ba	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	Hg	Fe	V
аккумулятивные горизонты (O, TO), n=425												
средн	194	376	32	9	13	6	10	0,33	18	0,096	12008	22
мин	46	34	16	5	6	2	5	0,17	5	0,032	4310	5
макс	486	1300	53	24	36	16	15	0,62	47	0,180	21790	68
коэф. вариации (%)	62	103	34	50	70	84	34	40	63	53	48	78
иллювиальные горизонты (BF, BHF, G), n=353												
средн	409	336	29	9	14	9	10	0,10	43	0,030	21010	57
мин	120	36	3	2	3	1	3	0,05	10	0,009	1980	10
макс	575	785	50	23	28	18	14	0,14	72	0,139	30110	91
коэф. вариации (%)	34	63	49	58	53	65	34	29	46	112	35	46
Почвы Западной Сибири [2]	н/д	1060	85,5	33,8	25,9	15,6	16,4	н/д	59,5	н/д	н/д	74,4
Кларк литосферы по Виноградову (1962)	650	1000	85	47	58	18	16	0,13	83	0,08	1,7	90

Почвообразующие породы района исследований по гранулометрическому составу варьируют от глин и суглинков аллювиально-морского и

озерно-аллювиального происхождения до аллювиальных разномерных песков.

Содержание микроэлементов в почвах определяется генезисом подстилающих четвертичных пород. Проведенные исследования показали, что относительно низкое содержание микроэлементов в озерно-аллювиальных и аллювиальных отложениях сочетается с высокой концентрацией сидерофильных (V, Cr, Co, Ni) и халькофильных (Zn, Cu, Pb) элементов в аллювиально-морских отложениях третьей и четвертой морских террас. Повышенные концентрации большинства ТМ характерны для почв северной части Надым-Пур-Тазовского региона (Тазовский полуостров), сформировавшихся на глинистых и суглинистых аллювиально-морских отложениях.

Контрастность окислительно-восстановительных условий – характерная особенность тундровой зоны. Кислая восстановительная обстановка, переходящая в нижних горизонтах почв в глеевую, типична для заболоченных участков подчиненных фаций; для автоморфных в верхних горизонтах почв, обедненных гумусом и илистой фракцией – окислительная среда [3]. В этих условиях определено увеличение концентрации микроэлементов в глеевых и иллювиальных горизонтах почв.

На исследованной территории можно выделить закономерности изменения и аккумуляции ТМ при переходе от полигональных к южным тундрам и лесотундрам [4]. Содержание Ba, Zn, Cu, Fe, Ni и Co снижается в органогенных горизонтах почв от полигональных к плоско- и крупнобугристым торфяникам. Концентрация Pb, Cd в торфе остается практически постоянной. Отмечается увеличение содержания Cr и V в плоскобугристых торфяниках.

Проведенные исследования показали, что химический состав торфяников мало зависит от почвообразующих пород, в отличие от минеральных почв (светлоземов, подбуров, глееземов и др.).

При переходе от торфяно-болотных к подзолистым почвам наблюдаются различия в микроэлементном составе. В органогенных горизонтах (О) подзолистых почв определена более активная аккумуляция Ba и Pb по сравнению с торфяно-болотными почвами, обусловленная способностью Pb аккумулироваться в самой верхней части почвенного профиля: в подстилках, грубогумусовых и гумусовых горизонтах [5]. На территории Надым-Пур-Тазовского региона Ba интенсивно поглощается кустарниками и кустарничками, что определяет повышенное его содержание в органогенных горизонтах подзолистых почв [6].

Подзолы иллювиально-железистые исследованной территории характеризуются пониженным содержанием большинства ТМ, что обуслов-

лено их низкими концентрациями в почвообразующих озерно-аллювиальных отложениях. При сравнении тяжелых и легких по механическому составу почв было определено статистически достоверное увеличение в органогенных горизонтах тяжелых почв содержания Mn, Ni, Co, Cd, Cr, Fe и Sc.

Проведенный анализ полученных спектров металлов в почвах позволяет сделать вывод, что в ряду изученных элементов для Cd характерна наиболее тесная связь с органическим веществом. Независимо от гранулометрического состава почв отмечено накопление Cd в торфяниках и аккумулятивных горизонтах светлосемов, глееземов, подбуров и др. почв. Такая закономерность типична и для Zn, но в меньшей степени.

По отношению к почвообразующим породам в почвах (за исключением торфяников) отмечено накопление Pb. Сидерофильные металлы (V, Sc, Mn, Fe, Co, Ni) в сравнении с почвообразующими породами аккумулируются в обоих генетических горизонтах почв (О и В), сформировавшихся на тяжелых по механическому составу почвообразующих породах. При этом Cr, Ba, Sr накапливаются только в иллювиальном горизонте. Наиболее равномерным распределением по почвенному профилю характеризуется Cu.

Проведенный факторный анализ методом главных компонент подтвердил основную роль в формировании микроэлементного состава почв Надым-Пур-Тазовского региона породного фактора, влияния гранулометрического состава почвообразующих пород и процесса торфонакопления.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что почвы Надым-Пур-Тазовского региона характеризуются низким содержанием ТМ. Химический состав почвенного покрова значительно варьирует в зависимости от структуры микро- и мезокомплексов, формирующих тундровые и лесотундровые ландшафты. Основными факторами, определяющими различия в содержании микроэлементов, можно считать гранулометрический состав почв, обусловленный типом подстилающих горных пород и исходный химический состав четвертичных отложений.

В аккумулятивных и иллювиальных горизонтах почв, сформировавшихся на тяжелых породах, отмечаются максимальные концентрации большинства ТМ. В горизонтах почв на легких по механическому составу субстратах содержание их снижается в 1,5–1,8 раза.

В условиях многолетнемерзлых пород специфика почвенной физико-химической миграции приводит к накоплению литофильных и сидерофильных металлов в минеральных горизонтах почв глинистого и тяжело-суглинистого состава с высокой контрастностью (отношение максимальной и минимальной концентраций в горизонтах почв), достигающей 8,1.

Для халькофильных элементов, напротив, в верхних почвенных горизонтах отмечается аккумуляция, что обусловлено их высокой подвижностью. Контрастность содержания при этом заметно ниже и не превышает 2,1. В максимальной степени выражена аккумуляция в органогенных горизонтах у Cd и Hg с контрастностью 7,2 и 5,5 соответственно.

Минимальные значения большинства микроэлементов установлены в торфяниках, где концентрация в 2-8 раз ниже их содержания в глинистых и суглинистых иллювиальных горизонтах. Исключение можно считать Hg и Cd, уровень которых в торфяниках в 3-4 раза выше, чем в иллювиальных горизонтах.

Библиографические ссылки

1. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Кукушкин С. Ю., Ганул А. Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в Ямало-Ненецком автономном округе // Вестник Санкт-Петербургского университета, Сер. 7: Геоология, география, 2012. № 4. С. 87–101.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири // Почвоведение. 1987. №11. С. 87–94.
3. Васильевская В.Д., Иванов В.В. Почвы севера Западной Сибири. Москва: МГУ, 1986. 225 с.
4. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Арестова И.Ю. Оценка трансформации природной среды в районах разработки углеводородного сырья на севере Западной Сибири // Сибирский экологический журнал, № 1, 2018, с. 122–138. DOI: 10.15372/SEJ20180111.
5. Глазовская М. А. Критерии классификации почв по опасности загрязнения свинцом // Почвоведение, № 4, 1994. С. 110–120.
6. Опекунова М.Г. Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации: дисс. док. геогр. наук: 25.00.23. СПб, 2013. 402 с.

ГИС-ПРОЕКТ АГРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАРТЫ В КОМПЛЕКТЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО БЛОКА ПРИ МНОГОЦЕЛЕВОМ ГЕОХИМИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ

М.П. Оношко ¹, Л.И. Смыкович ², А.С. Глаз ³, М.А. Подружая ¹

¹*Институт геологии НППЦ по геологии, Минск*

²*Белорусский государственный университет, Минск*

³*Институт природопользования НАН Беларуси, Минск*

Многоцелевое геохимическое картирование является одним из видов региональных работ, который позволяет в едином технологическом процессе путем системного изучения сопряженных компонентов природно-геологической среды решить комплекс геологосъемочных, прогнозно-поисковых, эколого-геохимических, агрогеохимических и других задач [1,