

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Почвы и земельные ресурсы:
современное состояние,
проблемы рационального использования,
геоинформационное картографирование**

**Материалы международной
научно-практической конференции,
посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ
и 80-летию со дня рождения доктора географических наук,
профессора В. С. Аношко**

Минск, 20–23 сентября 2018 г.

**Минск
БГУ
2018**

УДК 631.4(06)+332.3(06)
ББК 40.3я431+65.281я431
П65

Редакционная коллегия:

*Д. М. Курлович (отв. ред.), И. А. Ефимова, Н. В. Жуковская,
А. А. Карпиченко, О. М. Ковалевская,
Н. В. Ковальчик, Л. И. Смыкович, Д. А. Чиж*

П65 **Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения д-ра геогр. наук, проф. В. С. Аношко, Минск, 20–23 сент. 2018 г.** / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Д. М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – 423 с.
ISBN 978-985-566-657-9.

Отражены научно-методические и прикладные результаты научных исследований, оценки, планирования, геоинформационного обеспечения почвенно-земельных ресурсов, а также применения инновационных подходов для их устойчивого использования.

Адресуется преподавателям, научным работникам, студентам и аспирантам вузов, сотрудникам органов управления и проектных организаций.

**УДК 631.4(06)+332.3(06)
ББК 40.3я431+65.281я431**

ISBN 978-985-566-657-9

© БГУ, 2018

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ НАДЫМ-ПУР-ТАЗОВСКОГО РЕГИОНА⁹

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

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

На территории Ямalo-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 сырьяносит 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. Кон-трастность 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 (О, ТО), 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 разнозернистых 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 тундрям 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 аккумуляцией 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 кустарничками и кустарниками, 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 светлоземов, 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 (O и B), 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: Геология, 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. Оношко¹, Л.И. Смыкович², А.С. Глаз³, М.А. Подружая¹

¹*Институт геологии НПЦ по геологии, Минск*

²*Белорусский государственный университет, Минск*

³*Институт природопользования НАН Беларусь, 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,