

ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОХИМИЯ

УДК 911.52:550.4

Д.В. Московченко

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА р. КАЗЫМ

Приводятся данные о микроэлементном составе почв в бассейне р. Казым. Сделан вывод о накоплении в почвах марганца, повышенном содержании свинца и недостатке элементов группы железа. Вычисленные коэффициенты водной миграции свидетельствуют о высокой подвижности халькофильных элементов.

Геохимия ландшафта, микроэлементы, Казым, водная миграция.

Актуальность изучения вещественно-динамических показателей геосистем севера Западной Сибири обусловлена угрозой коренного преобразования биосферы в условиях усиления техногенного воздействия. Бассейн р. Казым (правого притока р. Оби в нижнем течении), протекающей по территории Белоярского района Ханты-Мансийского автономного округа, до настоящего времени был весьма слабо охвачен исследованиями вещественного состава. Отчасти это было связано со слабой степенью освоенности, отсутствием крупных нефтяных месторождений, неразвитостью инфраструктуры. В настоящее время ведутся активные работы по освоению ряда нефтяных месторождений. Это обуславливает необходимость исследования химического состава различных компонентов ландшафта как одного из условий корректного мониторинга, который обязаны проводить недропользователи при разработке месторождений углеводородного сырья на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Мониторинговые исследования должны основываться на сведениях о фоновых характеристиках ландшафтно-геохимических комплексов. Исследование закономерностей распространения загрязнителей и их влияния на различные компоненты ландшафта позволяет на стадии планирования учесть возможные последствия хозяйственного освоения территории и уменьшить их до безопасного уровня.

По схеме физико-географического районирования Тюменской области [Гвоздецкий и др., 1971], бассейн р. Казым относится к Полуйской ландшафтной провинции. Ландшафтно-геохимическое районирование Западной Сибири [Нечаева, 1990] относит его к Полуй-Верхненадым-Пур-Тазовскому округу.

Бассейн р. Казым с запада ограничен возвышенностью Белогорский материк, с юга — Сибирскими Увалами, на севере — Полуйской возвышенностью. Абсолютные отметки высот изменяются от 30 до 176 м. В восточной части, на плоских водораздельных пространствах, характерно преобладание обширных болотных комплексов. Леса здесь приурочены к наиболее сухим и дренированным участкам, сложенным породами водно-ледникового происхождения, часто имеют вид прерывистых лент, вытянутых вдоль берегов рек и крупных озер. На водоразделах леса образуют островные массивы среди болот, приуроченные к песчаным повышениям и местам, пройденным пожарами. Вблизи р. Оби при улучшении дренированности на водоразделах доминируют темнохвойные и сосновые леса. Описание ландшафтно-геохимиче-

ских особенностей территории приведены по материалам исследований в районе г. Белоярский и природного парка Нумто.

Автономные ландшафтно-геохимические комплексы плоских водоразделов представлены олиготрофными выпуклыми болотами в сочетании с минеральными островами, покрытыми сосновыми и кедровыми лесами на языковатых иллювиально-железистых подзолах. На более низком орографическом уровне подчиненные ландшафтно-геохимические комплексы надпойменных террас характеризуются сочетанием сосново-кедровых и сосново-лиственничных кустарничково-лишайниковых и кустарничково-мелкотравно-зеленомошных лесов на подзолах иллювиально-железистых и иллювиально-гумусовых и полугидроморфных темнохвойных травяных лесов на глееподзолистых почвах. На нижних ступенях сопряженного ряда миграции веществ — в речных долинах — доминируют фации темнохвойных кустарничково-моховых лесов на глееподзолистых почвах.

Описываемая территория отличается преобладанием ландшафтов кислого глеевого и кислого классов водной миграции, литогенная основа которых представлена сиаллитными и кварц-сиаллитными песками, супесями и суглинками.

Формирование химического состава почв на рассматриваемой территории определяется несколькими факторами. К ним следует отнести широкое распространение почвообразующих пород легкого механического состава, замедленный биологический круговорот веществ, контрастные окислительно-восстановительные условия. Для района исследований наиболее характерны кислые ненасыщенные почвы с преобладанием фульвокислот. Данные факторы обуславливают интенсивную миграцию микроэлементов и бедный состав почв, в особенности подзолов, сформировавшихся на песчаных породах.

Геохимическое опробование было проведено на различных участках, охватывающих различные по генезису покровные отложения. Большая часть проб почв и донных отложений была отобрана в пределах надпойменных террас р. Казым, сложенных верхнечетвертичными аллювиальными породами легкого механического состава [Карта..., 1973]. В центральной части природного парка «Нумто» опробованием были охвачены участки, сложенные средне- и верхнечетвертичными водно-ледниковыми породами, голоценовыми болотными и аллювиальными отложениями. Микроэлементный состав был определен методом эмиссионного спектрального и атомно-абсорбционного анализов. Для характеристики региональных геохимических особенностей были вычислены традиционные для ландшафтно-геохимических исследований показатели: кларки концентрации K_k , коэффициент накопления R_k (среднее значение кларков концентрации элементов), коэффициенты латеральной дифференциации K_l (отношение содержания элемента подчиненных ландшафтов к геохимически автономным ландшафтам), коэффициент водной миграции K_x (отношение содержания элемента в сухом остатке к его содержанию в литосфере), коэффициент местной водной миграции K_{xm} (отношение содержания элемента в сухом остатке к его содержанию в местных породах).

Обобщенные данные о микроэлементном составе автоморфных почв округа представлены в табл. 1.

По сравнению с условным мировым кларком почв, обследованные почвы характеризуются повышенным содержанием марганца, титана, цинка и свинца. Околокларковые показатели типичны для Zr, Y, Sr, Cu, P, Ga. Крайний дефицит отмечен для V, Be, Li, Sn, концентрации которых меньше кларка в 2–5 раз. На состав почв оказывают влияние процессы биологического накопле-

ния, что приводит к аккумуляции Pb, Mn, Zn в поверхностных горизонтах. Коэффициент накопления Rk равен 0.7, т.е. для почв характерен довольно бедный микроэлементный состав по сравнению с кларковыми показателями.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в почвах Казымского ландшафтно-геохимического округа, мг/кг (n = 37)

Элемент	M	min	max	SD	Kk
Mn	1090	200	10000	620	1,3
V	40	10	80	27	0,4
Ti	5866	1000	8000	3360	1,3
Cr	60	30	200	29	0,3
Zr	232	200	1000	118	0,8
Be	0,92	0,5	2	0,57	0,2
Y	25	20	80	8,7	0,9
Ba	271	100	600	121	0,5
Sr	200	100	300	87	0,7
Nb	9,3	5	15	2,0	0,5
Li	14,5	5	15	8,5	0,4
Ni	23,8	4	50	7,7	0,6
Co	5,3	2	15	2,6	0,5
Cu	13,4	5	50	4,5	0,7
Zn	61,0	20	150	58	1,2
Pb	14,3	10	100	9,2	1,4
Sn	1,8	1	6	0,4	0,2
P	580	250	10000	152	0,7
Ga	14,3	4	30	8,3	0,8

Сопоставление с данными по региональному фону микроэлементов в почвах севера Западно-Сибирской равнины [Сорокина и др., 2001], свидетельствует об обогащенности марганцем и обедненностью медью и ванадием. Подтвердился сделанный в упомянутой работе вывод о повышенном содержании в почвах Полуй-Надымской провинции свинца и дефиците никеля, кобальта, бария.

Основу почвенного покрова заболоченных водораздельных пространств составляют олиготрофные торфяные (болотные верховые) почвы. По сравнению со средними фоновыми концентрациями в верховых торфах [Доброде-ев, 1990], торфа Казымского округа имеют высокие концентрации железа и марганца, в особенности в глубоководных горизонтах (табл. 2). Содержание хрома, никеля, превышает средний уровень в 2–4 раза. Металлы, которые часто рассматриваются как индикаторы техногенных эмиссий, — свинец и кадмий — в торфяниках содержатся в малых концентрациях, не превышающих средние значения для торфа верховых болот. Таким образом, повышенные концентрации характерны для сидерофильных элементов, халькофильные (кроме меди) накапливаются слабо.

По результатам исследований в верхнем течении р. Казым, распределение микроэлементов в вертикальном профиле торфяника не вполне соответствует общей закономерности возрастания содержания микроэлементов в поверхностных горизонтах. Максимальные концентрации марганца отмечены в средней части профиля, на глубине 25 см. В нижележащих горизонтах, на контакте с минеральной породой, повышается содержание Co, Pb, Cr (рис. 1). Вероятной причиной увеличения содержания Mn является значительное участие в составе торфа растений-манганофилов, в первую очередь ерника.

Таблица 2

**Микроэлементный состав толщи верховых торфяников
(Fe — %, микроэлементы — мг/кг абс. сухого веса)**

Участок	Элемент								
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Pb	Cd
Междуречье Казым — Охтьеган, водораздел (n = 6)	0,92	214,0	33,5	4,4	9,4	4,0	13,1	1,2	0,08
Верхнее течение р. Казым, водораздел (n = 5)	1,18	420,3	14,8	3,47	8,1	1,3	16,0	0,70	0,12
Верхнее течение р. Казым, надпойменная терраса (n = 5)	0,67	173,0	10,7	1,90	2,67	0,51	16,3	0,47	0,08
Среднее для верховых торфов [Добродеев, 1990]	0,055	18	26	2,2	4	2	4	3,0	0,65

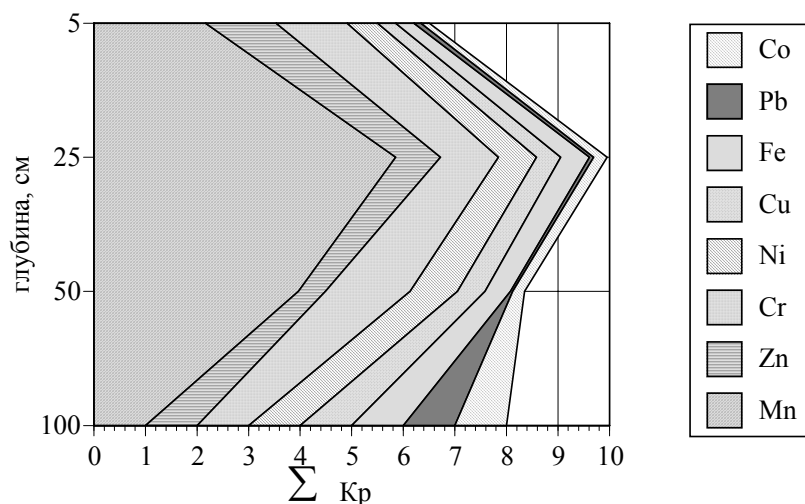


Рис. 1. Распределение микроэлементов в профиле торфяника, верхнее течение р. Казым

Особенности латеральной дифференциации вещественного состава ландшафтов определяются соотношением биологического накопления в условиях широкого распространения верховых болот и подвижности микроэлементов в контрастных окислительно-восстановительных условиях. Сопоставление микроэлементного состава почв автономной гидроморфной фации верхового болота (АГ), транзитной фации сосняка кустарничково-лишайникового приречной террасы (ТЭ) и субаквальной фации (СубА), представленной донными отложениями р. Казым, свидетельствует, что в торфах наблюдаются повышенные, относительно минеральных почв, концентрации Cd, Cu, Mn, Zn. В минеральных почвах приречных террас происходит накопление свинца, в донных отложениях — свинца и кобальта (рис. 2). Отсутствие латеральных и радиальных барьеров в подзолах, преобладающих в структуре почвенного покрова приречных дренированных террас, приводит к весьма низким значениям показателей латеральной дифференциации для почв (за исключением свинца).

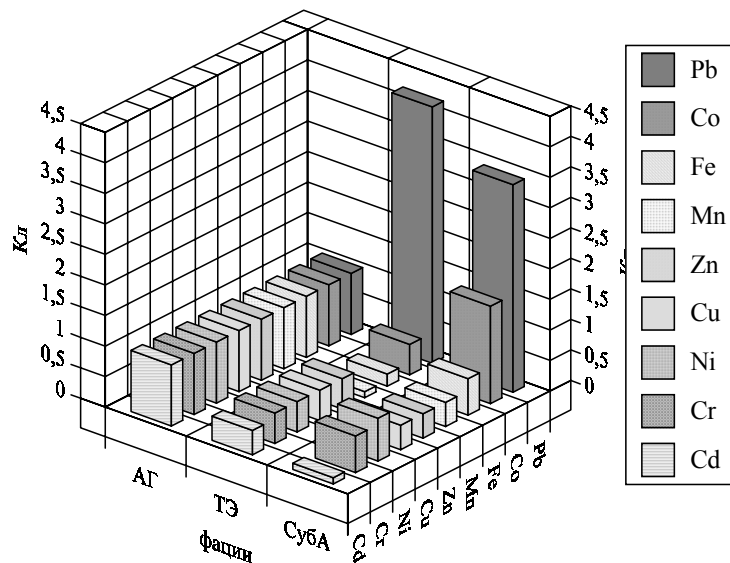


Рис. 2. Особенности латеральной дифференциации микроэлементного состава сопряженного ряда фаций (центральная часть природного парка «Нумто»)

Закономерности латеральной и радиальной дифференциации вещества зависят от двух основных процессов — биогенной и водной миграции. Изучение их соотношения представляет задачу большой практической значимости, поскольку дает возможность прогнозирования длительных трендов развития геосистем. Для оценки водной миграции вещества были рассчитаны миграционные коэффициенты, характеризующие интенсивность перехода элементов из пород и почв в поверхностные воды. Исследованные водные источники по типу гидрографа относятся к району с абсолютным преобладанием весеннего стока; питание рек преимущественно снеговое [Атлас..., 1971]. Поверхностные воды маломинерализованные, а по величине общей жесткости характеризуются как «очень мягкие» и «мягкие», имеют преимущественно слабокислую реакцию среды (5,6–5,9 ед. рН). Результаты подсчетов суммированы в табл. 3.

Таблица 3

Содержание элементов и коэффициенты водной миграции в поверхностных водах

Показатель	Fe	Mn	Cu	Ni	Hg	Pb	Cr	Zn
р. Казым								
М, мг/дм ³	1,25	0,013	0,001	0,002	0,00005	0,003	0,001	0,006
Кх	0,2	0,1	0,2	0,3	5,0	1,6	0,1	0,6
Кхм	0,9	0,1	0,6	0,7	16,0	1,7	0,1	0,8
р. Сэсыеган								
М, мг/дм ³	1,37	0,028	0,002	0,002	0,00002	0,002	0,001	0,015
Кх	0,3	0,3	0,5	0,4	2,7	1,4	0,1	2,0
Кхм	1,3	0,3	1,7	0,9	8,6	1,6	0,2	2,8

Активность водной миграции элементов уменьшается в ряду Hg — Pb — Zn — Cu — Ni — Fe — Mn — Cr. Таким образом, в условиях ландшафтов кислого и кислого глеевого классов наиболее активными мигрантами, легко пе-

реходящими в водные растворы и активно накапливающимися биотой, являются элементы халькофильной группы. Однако по сравнению со средними показателями K_x для речных вод [Добровольский, 2003], в водах бассейна р. Казым миграция меди и цинка выражена довольно слабо. Также весьма низкой миграционной активностью характеризуются никель и хром. Отмечалось, что в гумидных ландшафтах никель мигрирует слабее, чем многие тяжелые металлы, из-за его связывания глинами, окислами железа и марганца, органическим веществом [Перельман, Касимов, 1999]. Напротив, вовлеченность в водомиграционные процессы железа повышена. Показатели марганца близки к среднемировым значениям.

Таким образом, химический состав почв зависит от свойств литогенной основы и особенностей миграции элементов в локальных ландшафтно-геохимических условиях. Для автоморфных почв территории характерно повышенное содержание марганца за счет процессов биогенной аккумуляции и сниженное — элементов группы железа. В целом микроэлементный состав почв автоморфного ряда развития обеднен, наибольший дефицит характерен для хрома, никеля, кобальта, олова, бериллия и бария. В торфах происходит накопление марганца и железа.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас* Тюменской области. М.; Тюмень: ГУГК, 1971. Вып. 1. 216 с.
- Гвоздецкий Н.А., Криволицкий А.Е., Макунина А.А. Физико-географическое районирование Тюменской области // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1971. Вып. 1. С. 145–156.
- Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.
- Добродеев О.П. Особенности биогеохимии тяжелых металлов верховых болот // Природные и антропогенноизмененные биогеохимические циклы. М.: Наука, 1990. С. 53–61 (Тр. Биогеохимической лаборатории; Т. 21).
- Карта четвертичных отложений СССР. Масштаб 1:2 500 000 / Мин-во геологии СССР. М.: ВСЕГИ, 1973.
- Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимическое районирование Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 1990. № 4. С. 77–83.
- Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрей-2000. 1999. 763 с.
- Сорокина Е.П., Дмитриева Н.К., Карпов Л.К. и др. Анализ регионального геохимического фона как основа эколого-геохимического картирования равнинных территорий: на примере северной части Западно-Сибирского региона // Прикладная геохимия. Экологическая геохимия. 2001. № 2. С. 316–338.

ИПОС СО РАН, г. Тюмень

D.V. Moskovchenko

GEOCHEMICAL DISTINCTIONS OF LANDSCAPE IN THE BASIN OF THE KAZYM RIVER

The article quotes data on microelement composition of soils in the basin of Kazym river, reaching a conclusion on accumulation of manganese, an excessive content of lead, and deficiency of iron group elements in the said soils. The calculated ratios of water migration testify to high mobility of chalcophile elements.

Soils, geochemistry of landscape, microelements, Kazym, water migration.