

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КAVКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В. В. Власов.

В настоящее время доступные для анализа данные, отражающие геохимические особенности горно-лесных и горно-луговых почв, получены при проведении геоэкологических исследований и опережающих литогеохимических поисков масштаба 1:50 000 Сахрайским отрядом Лабинской геологосъемочной партии (Ессентуки, 1995 г.).

В рамках этого проекта, с целью оценки экологического состояния почв, проведено литогеохимическое опробование по сети 500 x 500 м, с отбором, в каждой точке, пяти проб по методу «конверта» с глубины 0–5 см. Часть территории полигона биосферной станции «Джуга», расположенная в пределах листа К-37-9-Б, попала в изучаемую площадь. Пробы весом 0,5 кг. подвергались спектральному полуколичественному и спектрально-химическому анализу на аппаратуре СТЭ-1 и ДФС-6. Часть проб проанализирована специальным методом на ртуть. Пределы обнаружения и перечень определявшихся элементов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Предел обнаружения элементов, определявшихся спектральным полуколичественным и спектрально-химическим методом.

№ п/п	Элемент (класс)	ПДК (%)	Фон (%)	Предел обнаружения (%)	
				СТЭ-1	ДФС-6
1	Литий (2)		0,0031	0,003	
2	Стронций (3)	0,008	0,0042		0,003
3	Титан			0,0005	0,01
4	Барий (3)		0,02		
5	Марганец (3)	0,15	0,084	0,0003	
6	Хром (2)	0,01	0,0093	0,0003	
7	Ванадий (3)	0,015	0,0188	0,0001	
8	Никель (2)	0,01	0,004	0,0001	
9	Кобальт (2)	0,0077	0,00148	0,00005	
10	Медь (2)	0,01	0,0044	0,0001	
11	Серебро			0,000005	
12	Цинк (1)		0,021	0,001	
13	Кадмий			0,0003	
14	Свинец (1)	0,003	0,004	0,0001	
15	Мышьяк			0,01	
16	Сурьма			0,003	
17	Висмут (2)		0,0001	0,0001	
18	Бериллий				0,0001
19	Олово			0,0001	
20	Молибден (2)	0,00004	0,00009	0,00005	
21	Вольфрам (3)	0,0002	0,0002	0,0003	

22	Галлий			0,0001	
23	Индий			0,0003	
24	Таллий			0,0003	
25	Германий			0,0001	
26	Ртуть (1)	0,00021	0,000016	0,000005	
27	Фосфор (1)		0,11	0,1	
28	Скандий				0,0001
29	Иттрий				0,0003
30	Иттербий				0,0001
31	Лантан				0,003
32	Церий				0,01
33	Цирконий				0,001
34	Гафний				0,003
35	Торий				0,02
36	Ниобий (2)		0,0007		0,0003
37	Таптал				0,01
38	Бор				0,0005

Для отдельных элементов в таблице приведены значения ПДК (по литературным источникам) и фоновые значения, а также класс медицинской опасности (в скобках, после названия элемента). Фоновые значения характеризуют обширную площадь в пределах листов К-37-9-(А), (Б), (В), (Г-б;г).

Как видно из таблицы для отдельных элементов (Ванадий, Свинец, Молибден) фон превышает ПДК, что формально не позволяет отнести территорию заповедника и, в частности, биосферной станции «Джуга» к «экологическому эталону». В то же время понятно, что использованные методики позволили оценить только валовые содержания металлов и не отражают ситуацию с наличием подвижных форм нахождения элементов. Высокие уровни фоновых концентраций явно связаны с особенностями геологического строения и наличием минеральных форм указанных элементов в почвах. Можно предположить также существование достаточно большого количества не выявленных при геологических работах зон минерализации, над которыми формируются вторичные ореолы рассеяния элементов, что приводит к завышению результатов при определении регионального фона в пределах изученной площади.

Очевидно, что выполнить достоверную экологическую оценку состояния почв относительно установленных уровней ПДК в подобной ситуации не представляется возможным. Оценки по ПДК, в данном случае, не позволяют также дать характеристику геологической приуроченности аномалий элементов. Это вызвано тем, что для всей площади листа, на котором расположена б/ст «Джуга», загрязненной оказывается более 80 % территории по Рb, около 50–60 % по V и Mo.

Для получения более корректных оценок и выявления пород, являющихся источниками данных элементов в почвах, можно использовать минимальное аномальное содержание элемента в почве, определяемое, как Са

= $C_f + 3\delta$, где C_f – фоновое значение, δ – квадратичное отклонение. Подобная оценка позволяет, при районировании территории, выделить площади, где почвы развиваются на породах – источниках элементов, представляющих определенную экологическую опасность.

При выполнении оценки по C_a загрязненные площади составляют:

- По свинцу – <2%, с приуроченностью к полиметаллическим проявлениям интрузивного комплекса пород Джугского хребта в бассейне р. Челепсы;

- По молибдену – 8 изолированных точек в юго-восточной части листа, приуроченных к скальным породам, в пределах верхней части хребта «Джуга» и в бассейне р. Аспидной. Молибден, вероятно, связан с зонами минерализации;

- По ванадию – несколько точек, приуроченных к полосе развития даек основного состава, за пределами границ стационара. Ряд точек расположен на территории станции, они также связаны с магматическими породами основного состава в районе хребта Джуга.

Комплексная обеспеченность металлами.

Дополнением к ситуации с загрязнением служит карта показателя комплексной аномальности элементов в почвах (комплексность, T_i), рассчитываемая по нормированным значениям концентраций элементов в каждой точке. Показатель T_i учитывает наличие всех элементов в каждой точке опробования, концентрация которых превышает предел обнаружения, использованного при анализе метода:

$$T_i = 1/\sqrt{m} * \sum_{j=1}^m t_{ij}; \quad t_i = (x_i - x_{cp}) / S;$$

где S – стандартное отклонение содержания элемента;

m – число элементов;

x_i – содержание элемента в точке i ;

j – номер элемента (от 1 до m).

В общем случае данный показатель отражает обеспеченность комплексом микроэлементов и при низких значениях может указывать на районы с дефицитом металлов в почвах альпийских пастбищ (рисунок 1). Однако при анализе геохимических особенностей почв пастбищ особенно важно получить информацию по геохимии подвижных форм нахождения необходимых, для существования животных, элементов. Плотность сети опробования отвечает масштабу 1:50 000 и позволяет провести предварительную характеристику и районирование территории станции с выделением структурных элементов, вполне сопоставимых по площади с ареалами обитания основных видов крупных копытных. В общем случае проблемы избыточности-дефицита и эффекты синергизма зависимы от геологического фак-

тора и пылевого переноса микроэлементов. Роль пылевого переноса в формировании геохимических особенностей почв на настоящем этапе оценить не представляется возможным, но достоверно можно утверждать, что значимость эффекта будет возрастать при переходе от субальпийской зоны к альпийской и далее к нивальной. Таким образом, значение в формировании механизмов адаптации видов к условиям дефицита или избыточности микроэлементов будет, в общем, возрастать с высотой для доли литогеохимической компоненты, по сравнению с гидрогеохимической. Очевидно также повышение значимости доли литогеохимических особенностей распределения элементов, при оценке поступления их в организм, для высокогорных видов (или более высокогорных группировок внутри популяции).

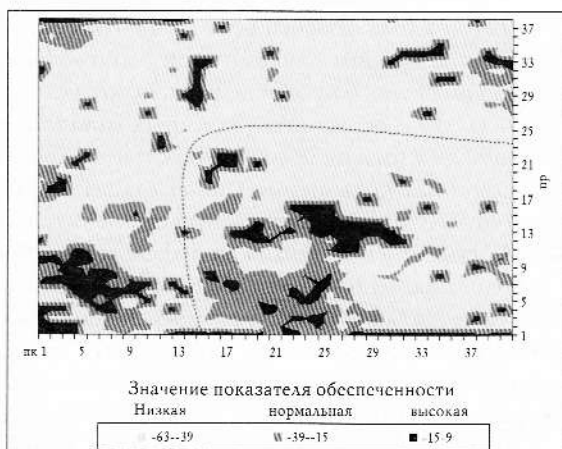


Рис. 1. Обеспеченность металлами почв б/ст «Джуга» и сопредельных территорий по значениям комплексного показателя T_{ij} (северная и западная граница стационара показаны пунктиром по долине р. Киша и хр. Солонцовому соответственно, южная и восточная – ограничены рамкой листа и отвечают долинам р. р. Аспидная, Уруштеп)

Для получения оценок комплексного показателя T_{ij} на изучаемой площади была сформирована база данных, включающая сведения о содержании 11 элементов (Mn, Pb, Zn, P, Mo, V, Sr, Bi, Ba, Cr, W) выше предела обнаружения (табл. 1). Значения показателя изменяются в пределах от -62 до $+8$, при среднем значении -48 и среднеквадратичном отклонении ± 12 . При высоких значениях этого показателя в почвах могут создаваться весьма благоприятные условия для развития ценозов с высокой биомассой (Буркалова, 1992). В связи с этим при районировании территории б/ст «Джуга», как наиболее благоприятный по обеспеченности металлами и микроэлементами, выделяется район альпийских и субальпийских лугов Аспидного

хребта в верховьях р. р. Грустная, Аспидная (рис. 1).

Накопление металлов в растениях.

Накопление металлов растениями на б/ст «Джуга» оценивалось в начале 90-х годов при выполнении дипломной работы студентки МГУ Н. Буркаловой под руководством Р. Н. Семагиной. Схема районирования по обеспеченности почв металлами на момент выполнения этой работы отсутствовала, также еще не было получено сведений об аномально высоких фоновых концентрациях свинца. Поэтому в ходе работ не была проведена оценка накопления некоторых ТМ, в частности свинца, молибдена и ванадия, для наиболее интересного в этом отношении района в верховьях р. Грустной. Однако в работе прослежена динамика содержаний Fe, Mn, Zn, Cu, Ni с 1989 по 1992 год и был отмечен рост концентраций в тканях растений Mn и Zn. Все пробы, при выполнении этой работы, были отобраны в пределах первого ландшафтного профиля, расположенного на водоразделе р.р. Озерная, Челепсы. По содержанию указанных металлов в почвах этот район отнесен к площади с низкой обеспеченностью микроэлементами, по предположению о причинах повышения концентраций металлов в связи с влиянием антропогенного загрязнения, требует дополнительной проверки, в связи с необходимостью оценки вклада от пылевого переноса материала, обогащенного ТМ, со стороны близко расположенных хребтов.

Очевидно из всей группы элементов, распределение и поведение которых, к настоящему времени изучалось, наибольшего внимания требует свинец, как элемент первого класса медицинской опасности. Нормой концентрации Pb в зрелых тканях растений, по приблизительным оценкам, можно считать концентрацию 5–10 мг/кг сухой массы, концентрации выше 30 мг/кг считаются избыточными (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). При фоновых концентрациях в почвах 0,004 % (4 мг/кг) и коэффициенте концентрации порядка 10 единиц и выше, вероятность избыточных концентраций становится значимой. В исследовании Н. Буркаловой для ряда элементов и растений получен коэффициент биологического поглощения порядка 15–20 единиц.

Для свинца коэффициент поглощения опадом также превышает 1 и изменяется в пределах от 1 до 1*N. Кроме опада лучшим аккумулятором свинца являются лишайники. Наибольшие концентрации в опаде на северном макросклоне были выявлены в сосняках, где отмечен локальный максимум концентраций, известна также высокая восприимчивость к свинцу некоторых видов растений – граб, папоротник. Имеются сведения о более высоком уровне «загрязнения» свинцом укосов северного склона главного хребта (исследования МГУ, 1989–1992 г.)

Причины «загрязнения» и их выявление.

Высокий уровень фоновых концентраций свинца, по данным валовых определений, как говорилось выше, может быть связан с наличием полиметаллического оруденения, но этот факт не объясняет причин того, что для более, чем 80% территории отмечаются концентрации превышающие ПДК. Источником свинца должны, в этом случае, выступать коренные горные породы, с достаточно высокой концентрацией рудных и акцессорных минералов, содержащих этот металл. Причиной же обогащения Pb гумусового горизонта почв может служить свойство этого элемента легко и активно вступать в соединения со слабыми органическими кислотами, в большом количестве присутствующими в гумусе почв. В этом случае еще в большей степени может возрастать роль пылевого переноса продуктов разрушения горных пород, аккумуляция пыли снежным покровом с последующим ее переходом в подстилку, где и происходят процессы взаимодействия органических комплексов с микроминералами – источниками Pb.

С целью оценки роли пылевого переноса в формировании геохимических особенностей верхних горизонтов почв и выяснения причин повышенного регионального фона свинца с 2000 – 2001 г. на б/ст «Джуга» начат отбор проб снежного покрова с последующим выделением и анализом продуктов загрязнения снега.

Фоновые содержания ванадия также превышают уровень ПДК для почти 50% территории листа К-37-9-Б. Источником ванадия в почве предположительно служат породы дайкового комплекса основного состава. Подобные породы прослеживаются, в том числе и в пределах основного полигона станции «Джуга». Для оценки возможности картирования участков распространения этих пород, в части первого ландшафтного профиля, была выполнена детальная геомагнитная съемка по сети 80 X 20 метров (рис 2).



Рис. 2. План изодинам аномального магнитного поля ΔT .

По результатам съемки построена карта изодинам аномального геомагнитного поля, позволяющая выделять поля малых интрузий (даек) магматических пород. Часть аномалий положительного знака интенсивностью до 200 нТл, вероятно, отвечает полям распространения тел основных пород, которые и являются источником ванадия (рис. 2, поле 1). Судя по характеру поля, породы залегают на малой глубине и продукты их выветривания могут вскрываться при изучении глубоких почвенных разрезов. Фи-

зические и геохимические особенности почв и растительного покрова, в пределах выявленных аномалий, до настоящего времени не исследованы.

В связи с использованием геомагнитной съемки следует подчеркнуть, что метод, в данной ситуации, достаточно эффективен для выделения границ распространения гранитов под почвенными горизонтами. В частности на карте изодинам отчетливо выделяется отрицательная аномалия ΔT , отвечающая приповерхностному выходу лейкократовых гранитов (рис. 2, поле 2). Метод в дальнейшем будет использован при определении границ пробных площадей на участках со сложным геологическим строением и при изучении солонцов.

Заключение.

К настоящему времени выполнена предварительная оценка геохимических особенностей почвенно-растительного покрова биосферной станции «Джуга» и прилегающих площадей на территории Кавказского заповедника.

Для ряда металлов – Рb, V, Mo, природный фон в гумусовом горизонте почв превышает установленные уровни ПДК, что формально не позволяет отнести указанную территорию к «экологическому эталону»

Для выяснения причин высоких концентраций металлов предлагается выполнить работы по оценке роли пылевого переноса вещества.

Выполнено районирование территории станции и листа К-37-9-Б по комплексному показателю обеспеченности металлами почв, показаны районы (хр. Аспидный) с наиболее высокими значениями T_{ij} . Предполагается, что эти районы могут быть благоприятны для развития ценозов с высокой биомассой растений.

Показана эффективность применения геомагнитной съемки для выявления пород, являющихся источниками некоторых металлов в почвах.

Литература.

1. Горчарук Л. Г. Закономерности высотно-поясного распределения тяжелых металлов в почвах Кавказского государственного биосферного заповедника, в сб. «Экологический мониторинг в биосферных заповедниках социалистических стран», Пущино, 1982.

2. Буркалова Н., Семагина Р. Н., Биогеохимическая характеристика некоторых горно-луговых видов растений, рукопись, библиографический указатель КГПБЗ, 1992.

3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х., Микроэлементы в почвах и растениях, М., Мир, 1989.

4. Х. Зигель, А. Зигель, Некоторые вопросы токсичности ионов металлов, М., Мир, 1993.