

УДК 911.52

Дегтярева Т.В. [Degtyarova T.V.],
Шальнев В.А. [Shalnev V.A.]

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ ВЫСОКОГОРНОЙ ОБЛАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

**Geochemical fields of trace elements of landscape
the alpine region of the Greater Caucasus**

Проводится анализ рассмотрения термина геохимическое поле и вводится понятие компонентного геохимического поля ландшафта. Геохимические поля микроэлементов в горных породах и почвах рассматриваются на примере Эльбрус-Казбековской физико-географической подобласти высокогорных ландшафтов Большого Кавказа. Анализ геохимической специфики коренных горных пород позволил выделить литогеохимические поля микроэлементов Главного Кавказского, Бокового и Передового хребтов. На примере физико-географических ландшафтных округов (Лабино-Тебердинского, Тебердино-Эльбрусского и Кубано-Терского) изучены особенности территориальной дифференциации компонентных педогеохимических полей микроэлементов. Выявлена пространственная структура в размещении микроэлементов в почвах ландшафтных высотных поясов среднегорных хвойных лесов, высокогорных субальпийских и альпийских лугов и скально-нивального. По преобладающим факторам формирования особенностей распределения микроэлементов в ландшафтных высотных поясах выделены генетические группы органо-минеральных, биогенно-выщелачиваемых и биогенно-емких компонентных педогеохимических полей.

The analysis of term review of geochemical field and introduces the concept of geochemical field component of the landscape. Geochemical field of trace elements in rocks and soils examined on the example of mountainous physiographic region of the northern slope of the Greater Caucasus. Based on the analysis of the geochemical specifics of bedrock allocated lithogeochemical field of trace elements with the side of the Main Caucasian ridge and the Front Range. We consider the territorial differentiation component pedogeochemical fields micronutrients Laba-Teberda, Elbrus-Teberdino and the Terek-Kuban landscape districts, which revealed a similar spatial structure in the distribution of trace elements in soils for landscaping altitude belts. According to the predominant factor in the formation characteristics of distribution of trace elements in the landscape of high-altitude zones are marked genetic groups (organo-mineral, nutrient-leaching and nutrient-capacious) component pedogeochemical trace fields.

Ключевые слова: ландшафтные высотные пояса, литогеохимические и педогеохимические поля микроэлементов.

Key words: physical and geographical area and the county, landscape, lithogeochemical and pedogeochemical field of trace elements.

Введение

Понятие «геохимическое поле» в эколого-геохимические и ландшафтно-геохимические исследования пришло из геохимии, где оно является одним из фундаментальных [1, 2]. А.Е. Ферсман [3] в качестве геохимических полей рассматривал однородные области с большим накоплением преимущественно в горизонтальном направлении какой-либо группы или ассоциации элементов. При этом он считал, что геохимические поля связаны главным образом с осадочными толщами. Л.А. Верховской и Е.П. Сорокиной [4] предлагается выделять в пределах геохимических полей фоновые

природные области с равномерным распределением содержаний элемента и с аномальными, резко повышенными локальными концентрациями. По мнению Ю. И. Пиковского, А. Н. Геннадиевого и др. [5], геохимическое поле – это область распространения концентраций каких-либо химических элементов или соединений, существующая в определенных координатах пространства и времени. Более сложное определение данного понятия дает Н. С. Касимов [2], который вводит представление о *ландшафтно-геохимическом поле* как сложном геохимическом пространстве ландшафта, состоящем из многих пересекающихся и накладывающихся друг на друга геохимических полей в его *отдельных компонентах и подсистемах*.

Существование компонентных геохимических полей, эволюционно сформировавшихся с позднего кайнозоя до настоящего времени и связанных с изменением структуры ландшафтов, можно рассмотреть на примере Большого Кавказа [6]. Исторически складывавшиеся особенности литогенной основы и биоклиматической обстановки в каждом ландшафте приводили к протеканию определенных геохимических типов эпигенетических процессов с возникновением миграционных потоков химических элементов. В результате длительного развития и ландшафтной дифференциации в пределах физико-географических комплексов сформировались относительно однородные (в определенном масштабе) компонентные литогеохимические, педогеохимические, биогеохимические и др. поля, обладающие внутри себя сходным распределением химических элементов.

Целью исследования были компонентные геохимические поля микроэлементов в горных породах и почвах высокогорных районов Большого Кавказа и их территориальная дифференциация с учетом палеогеографических особенностей позднего кайнозоя. Под *компонентным геохимическим полем ландшафта* понимается индивидуальное геохимическое поле отдельного компонента (или подсистемы) определенного физико-географического комплекса, обладающее относительной однородностью в распределении химических элементов или их соединений в силу общности протекания геохимических и миграционных процессов в границах этого комплекса.

Материалы и методы исследований

Рассматриваемый район исследования относится к физико-географической Эльбрус-Казбековской высокогорной подобласти альпийского рельефа Большого Кавказа на доюрских складчато-глыбовых структурах с высокогорной растительностью лугов и хвойными лесами в пределах палеогляциальных форм рельефа [7]. В орографическом плане здесь четко прослеживаются структурные образования Главного, Бокового и Передового хребтов. В данной подобласти на северном склоне выделяются несколько ландшафтных округов с набором ландшафтных высотных поясов: среднегорий хвойных лесов, высокогорных субальпийских и альпийских лугов и скально-нивального [6].

Лабино-Тебердинский округ темнохвойных лесов и высокогорных лугов включает среднегорные и высокогорные ландшафты, формирующиеся в условиях влажного горного климата, на который большое влияние оказывает западный перенос воздушных масс с Черного и Средиземного морей. Он занимает верховья рек Белой, Большой и Малой Лабы, Урупа, Большого и Малого Зеленчука и Теберды. *Тебердино-Эльбрусский округ* сосновых, сосново-пихтовых лесов и высокогорных лугов имеет значительную эрозионную расчлененность территории речными долинами с колебаниями высот от 1600 до 4100 м. Климатические условия округа носят переходный характер: ослабление влияния средиземноморских вторжений, приносящих с собой влагу, и наличие высоких поперечных хребтов обуславливает большую сухость и континентальность местного климата. *Кубано-Терский округ* сосновых лесов и высокогорных лугов целиком размещается в верховьях бассейна Терека и его левых притоков – Баксана, Чегема, Черека, Ардона. Климатические условия носят все основные черты континентальности, так как влияние средиземноморских вторжений здесь практически не сказывается, а проходят окклюзии западноевропейских циклонов. Значительные абсолютные высоты округа способствуют широкому развитию луговых сообществ. Леса, среди которых господствуют сосновые, занимают меньшие площади по сравнению с предыдущими округами.

Наиболее полный фактический материал по распределению двадцати пяти химических элементов в почвообразующих комплексах и почвах Северного Кавказа приводится В.В. Дьяченко [8], что позволяет использовать его данные для характеристики особенностей компонентных геохимических полей микроэлементов в горных породах и почвах высокогорной области. С этой целью проведено сравнение данных В.В. Дьяченко с кларковыми уровнями этих элементов в литосфере [1] и с региональным кларком горных пород Северного Кавказа с помощью расчета коэффициентов концентрации (K_k). В качестве критерия геохимической специализации горных пород в работе приняты ассоциации элементов, коэффициенты концентрации которых превышают в 1,4 раза региональный фон. Для оценки других элементов по значениям коэффициентов концентрации использована градация, предложенная Е.П. Сорокиной и др. [4] и отражающая накопление элемента относительно регионального фона ($K_k > 1,2$), соответствие региональному фону ($K_k = 1,2-0,8$) и дефицит элемента ($K_k < 0,7$). Классификация элементов в породах проводилась в соответствии со схемой геологической классификации В. М. Гольдшмита [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Компонентные литогеохимические поля микроэлементов.

Контрастность распространенности и распределения микроэлементов в литогенной основе высокогорных ландшафтов Большого Кавказа обусловлена разнообразием и сложностью геологического строения, наличием

множества рудопроявлений и месторождений элементов. По особенностям геохимической специфики коренных горных пород, обусловленной их генезисом, выделяются компонентные литогеохимические поля микроэлементов Главного Кавказского, Бокового хребтов и Передового хребта. Эти поля располагаются в пределах самых древних оротектонических структур Кавказа.

Главный Кавказский и Боковой хребты являются составной частью горстантиклинория Большого Кавказа и зоной распространения образованных в догерцинский этап метаморфических и изверженных пород с рудопроявлениями Pb, Zn, Cu, Mo, а также радиоактивных элементов. Характеристики компонентных литогеохимических полей микроэлементов определяются геохимической специализацией преобладающих коренных пород, которые являются также и почвообразующими. Это протерозойские кристаллические сланцы и гнейсы, а также многочисленные интрузии гранитоидов.

В сравнении с глобальными параметрами распределения элементов для метаморфических пород характерным является повышенная концентрация относительно кларка литосферы Yb, Mo, Sn, W и пониженная Sr, Mn и P. Определение коэффициентов концентрации относительно регионального фона почвообразующих пород Большого Кавказа [8] дает следующие ряды элементов по тенденции накопления в кристаллических сланцах и гнейсах: Mo > Y > Yb > Cu, W > V, Sn, Ga > Ni, Zr > Ag, Cr. В ассоциацию микроэлементов, содержание которых соответствует региональному фону, входят Li, Ti, Nb, Sc, Zn, P, Ge, Be, Ba, Mn, Pb. В дефиците находится Sr. Геохимическая специализация данного комплекса пород определяется ведущей ассоциацией элементов-литофилов (Mo, Y, Yb, W, V) и халькофилов (Cu, Sn, Ga).

Химический состав гранитоидов, как кислых пород, определяет обогащение их относительно кларков литосферы K, Si и обеднение Mg, Ca, Ti, Fe [1]. А.Г.Назаров [10] в качестве наиболее типичных черт микроэлементного состава наиболее широко распространенных в Центральном Кавказе двуслюдяных гранитов отмечает обогащение их относительно кларка литосферы микроэлементами Y, Pb, Ti, Be и обеднение Mn, V, Cr, Zr, Nb, Cu, Zn, Yb, Mo, Ba. Кларку литосферы, по данным этого автора, соответствует содержание Ni, Ga, Sc, Sr. Согласно данным В. В. Дьяченко [8], уровень содержания элементов в гранитоидах Бокового хребта в большинстве случаев находится в интервале между кларками кислых и средних пород, что связано с особенностями минерального состава магматических пород Большого Кавказа. Существенным превышением над кларками кислых пород отличаются Pb, Ag, Sr, Ba, Mo, Cr, а ниже кларков – Y, Yb, Zr, Nb. Определение коэффициентов концентрации относительно региональных кларков этих элементов в почвообразующих породах Северного Кавказа дает следующие ряды элементов по тенденции накопления в гранитоидах: Ga > Sn > Be > P > Pb > Nb. Ассоциацию микроэлементов, содержание которых соответствует региональному фону, составляют Ag, Yb, Ti, Ba, Ge, Cu, Zn, W, V, Cr, Li Sc. В дефиците отно-

сительно регионального фона находятся Ni, Mn, Sr. Геохимическую специализацию гранитоидов определяют элементы-халькофилы Ga и Sn.

В связи с этим, для компонентных литогеохимических полей микроэлементов Главного Кавказского и Бокового хребтов типичен повышенный геохимический фон литофильной (Mo, Y, Yb, W, V,) и халькофильной (Cu, Ga, Sn) ассоциации элементов.

Структуры Передового хребта представляют зону развития преимущественно палеозойских пород пестрого состава и генезиса. Количественные показатели компонентного литогеохимического поля микроэлементов определяются преимущественно палеозойскими терригенно-вулканогенными, интрузивными, терригенными породами и протерозойскими метаморфическими образованиями, перекрытыми различными по мощности элювиальными, делювиальными и коллювиальными отложениями. Месторождения Cu, Zn, S, Au, Ag, Co формируют геохимические ореолы и потоки рассеяния в поверхностных отложениях.

Терригенно-вулканогенные отложения палеозоя в своем составе имеют переслаивание песчаников, глинистых сланцев, туфо-песчаников, филлитов, конгломератов, метаморфизованных магматических пород основного состава, которые характеризуются повышенными относительно кларков для сланцев и кларков для основных магматических пород концентрациями Pb, Ba и пониженными концентрациями Ni, Cu, Zn, Mn [11]. В пределах кларковых уровней находится содержание Sr и Cr. В целом отложения палеозоя закономерно отличаются повышенными содержаниями элементов группы железа в связи с наличием в своем составе основных пород [8]. По коэффициентам концентрации относительно химического состава почвообразующих пород Северного Кавказа элементы располагаются в следующий ряд: Ag > Cu, Nb > Co > W, Y, Yb > Ni, Sc, Cr, V. Соответствует региональному фону содержание элементов Mo, Li, Ga, Zr, P, Ti, Ge, Sn, Zn, Pb, Ba, Mn, Be. В дефиците по отношению к региональному фону находится Sr. Геохимическую специализацию терригенно-вулканогенных отложений палеозоя определяют элементы-халькофилы Ag и Cu, а также литофильный Nb.

Терригенные породы палеозоя представлены пестрыми кварцевыми песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами [12]. По концентрации большинства химических элементов породы размещаются между кларками песчаников (как правило, сравнительно низких) и кларками сланцев и глин (как правило, более высоких), но ближе к сланцам, что соответствует их большей распространенности на Северном Кавказе. Ряды коэффициентов концентрации относительно регионального кларка почвообразующих пород Северного Кавказа свидетельствуют о тенденции накопления в терригенных породах палеозоя большой группы элементов: Cr, Ni > Nb > Y, Zr, Mo, V > Ga, Cu, Sc, Li. На уровне соответствия региональному фону является содержание W, Sn, Co, P, Ti, Ge, Ag, Pb, Yb, Zn, Ba, Mn, Be. В дефиците по отношению

к региональному фону находится Sr. Геохимическая специализация данных пород определяется ведущей ассоциацией элементов-литосидерофилов (Ni и Cr) и литофилов (Nb).

Таким образом, особенностями компонентного литогеохимического поля микроэлементов Передового хребта является повышенная концентрация литофильной (Nb, частично Sr, Mn, Ba), халькофильной (Ag, Cu) и литосидерофильной (Ni и Cr) ассоциаций элементов с наличием аномальных концентраций Cu, Zn, S, Au, Ag, Co на их месторождениях, что подчеркивает региональную специфику таких геохимических полей.

Компонентные педогеохимические поля микроэлементов.

В изучаемом регионе условия почвообразования отличаются значительной пространственной неоднородностью, что обуславливает формирование различных растительных сообществ и дифференциацию почвенного покрова [13]. В почвах ландшафтных округов совокупным влиянием процессов механогенеза, гидрогенеза, биогенеза и ландшафтно-геохимического сопряжения формируются компонентные относительно однородные педогеохимические поля микроэлементов, обладающие большей дискретностью, чем литогеохимические поля. Дискретность проявляется на уровне ландшафтных высотных поясов.

В Лабино-Тебердинском округе пихтовых лесов и высокогорных лугов сравнительный анализ содержания микроэлементов по ландшафтным высотным поясам показывает наиболее высокие концентрации большинства химических элементов (кроме Sn и Sr) в почвах скально-нивального ландшафтного пояса. В связи со слабым проявлением почвообразующих процессов, почвенный мелкозем нивальной зоны наследует основную долю микроэлементов от коренных горных пород. В горно-луговых почвах ландшафтного пояса высокогорных лугов отмечается снижение концентраций большого ряда химических элементов Cu, Ag, Sn, Mo, W, Co, Ni, Ti, V, Cr, Ga, P, Li, Y, Yb, Sc, Zr, Be и др. (восемнадцать элементов из двадцати пяти) до самых низких значений по сравнению с другими высотными поясами. Усложнение процессов почвообразования и увеличение емкости биологического круговорота по сравнению с нивальной зоной вызывает увеличение количества подвижных продуктов выветривания, почвообразования и биогенеза в горно-луговых почвах. Вследствие свободного внутреннего дренажа почвенной толщи происходит интенсивное выщелачивание подвижных форм микроэлементов за пределы почвенного профиля, которое превалирует над их аккумуляцией.

В горно-лесных бурых почвах высотного пояса среднегорий смешанных и темнохвойных лесов самыми низкими содержаниями по сравнению с почвами других ландшафтных поясов Лабино-Тебердинского округа характеризуются Zn, Pb, Ba, Mn, Sr, Ge, Nb. Концентрации остальных химических

элементов более высокие, чем в горно-луговых почвах. Накопление микроэлементов в горно-лесных почвах может быть обусловлено их удержанием на достаточно емких органических (подстилка, опад) и органо-минеральных (гумусовые горизонты) биогеохимических барьерах, связанных с биологическим круговоротом веществ в хвойных и смешанных лесах.

В Тебердино-Эльбрусском округе сосновых, сосново-пихтовых лесов и высокогорных лугов дифференциация геохимического поля микроэлементов в целом повторяет особенности распределения между ландшафтными высотными поясами в Лабино-Тебердинском округе. Почвы скально-нивального и субнивального высотных поясов имеют самые высокие концентрации по содержанию практически всех элементов, за исключением Zn, Sn, Mn, Sr, Yb и P. Обогащенность скально-нивального мелкозема элементами обусловлена присутствием в качестве породообразующих минералов плагиоклазов, микроклинов, пироксенов, амфиболов, слюд (биотита, мусковита), оливина, акцессорных циркона, граната, апатита и др.

Почвы ландшафтного высотного пояса высокогорных лугов в сравнении с аналогичным поясом в Лабино-Тебердинском округе обеднены большим количеством элементов – двадцатью одним из двадцати пяти. Относительно почв других высотных поясов в почвах высокогорных лугов накапливаются Mn и Sr. В ландшафтном высотном поясе среднегорий сосновых лесов горно-лесные почвы отличаются усредненными концентрациями большинства элементов, которые более высокие, чем для горно-луговых почв и более низкие, чем для почв скально-нивального пояса. Для Zn, Sn, P, Y, Yb и Nb в горно-лесных почвах характерно наиболее высокое накопление, чем в других высотных поясах.

В Кубано-Терском округе сосновых лесов и высокогорных лугов примитивные почвы скально-нивального ландшафтного пояса также отличаются наиболее высокими содержаниями большинства элементов (кроме Sn, Sr, Yb и Zr), что подчеркивает их высокую зависимость от литогеохимического фона. Горно-луговые почвы пояса высокогорных лугов вследствие интенсивного выщелачивания в кислой среде характеризуются относительно низкими концентрациями девятнадцати элементов из двадцати пяти (Cu, Ag, Sn, Mo, W, Co и др.). Содержание микроэлементов в горно-лесных маломощных слабоподзолистых почвах высотного пояса лесов среднегорий является промежуточным между примитивными почвами скально-нивального пояса и горно-луговыми. Относительное накопление здесь типично для Sn, Sr, Yb и Zr.

В пределах трех округов Эльбрус-Казбековской высокогорной ландшафтной подобласти существует сходная пространственная структура в размещении микроэлементов в почвах по ландшафтным высотным поясам – высокие концентрации в скально-нивальном поясе, относительно низкие в поясе субальпийских и альпийских лугов и промежуточные между ними в почвах среднегорий хвойных лесов. Поскольку в каждом округе ландшафт-

ные высотные пояса последовательно сменяют друг друга по мере снижения абсолютных отметок, возможно их рассмотрение в качестве составных частей мезокаскадных почвенно-геохимических систем округов. В таком случае для характеристики общей мезоструктуры компонентного педогеохимического поля округа возможно применение латерального анализа с определением коэффициента латеральной дифференциации L [14] или *коэффициента высотно-поясной латеральной дифференциации ($L_{вп}$)*. Группы элементов с различной интенсивностью высотно-поясной латеральной дифференциации отражают общие отличия геохимических полей микроэлементов в почвах по ландшафтным высотным поясам высокогорий (табл. 1 и 2). Среднее значение коэффициента высотно-поясной латеральной дифференциации предлагается использовать в качестве фоновой ландшафтно-геохимической характеристики компонентного педогеохимического поля микроэлементов ландшафтного высотного пояса.

Таблица 1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТНОГО ПЕДОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА ВЫСОКОГОРНЫХ ЛУГОВ

Округ	Сильный вынос, $L_{вп} < 0,8$	Средний вынос, $L_{вп} = 0,8-0,9$	Слабый вынос, $L_{вп} = 1,0-0,9$	Слабое накопление, $L_{вп} > 1,0$	Среднее значение $L_{вп}$
Лабино-Тебердинский	W, Mo, Sc, Zr	Ag, V, Cr, Ba, P, Y, Ni	Pb, Co, Ge, Be, Zn, Cu, Sn, Li, Ti, Ga, Yb, Nb, Mn	Sr	0,88
Тебердино-Эльбрусский	W, Mo, Sc, Zr	Ag, Cr, V, Ni, Pb, Co, Zn, Ba, Ga, Y, Be	Cu, Ge, Li, Sn, Nb, P, Ti, Yb	Mn, Sr	0,86
Кубано-Терский	W, Mo, Ag, Zn	Sc, Ni, Be, V, Nb, Y, Co, Sn, Pb, Ba, Ge, P, Yb, Cu, Cr, Ga, Zr	Li, Ti, Mn	Sr	0,85

Относительно примитивных почв скально-нивального и субнивального поясов, почвы ландшафтного пояса высокогорных лугов во всех округах сильно обеднены W, Mo, Sc и Ag. Слабым накоплением во всех округах характеризуется содержание Sr и Mn. Значение коэффициента высотно-поясной латеральной дифференциации здесь последовательно уменьшается при движении с запада на восток от 0,88 до 0,85. Снижение среднего значения коэффициента $L_{вп}$ связано с увеличением интенсивности выноса из горнолуговых почв Cu, Zn, Ag, Ge, Sn, Nb, P и Yb, и, видимо, ослаблением биогенеза и биогенного аккумуляирования в более континентальных и засушливых условиях Кубано-Терского округа по сравнению с хорошо увлажняемым Лабино-Тебердинским.

Таблица 2. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТНОГО ПЕДОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА СРЕДНЕГОРИЙ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

Округ	Средний вынос, $L_{вп} = 0,8-0,9$	Слабый вынос, $L_{вп} = 1,0-0,9$	Слабый захват, $L_{вп} > 1,0-1,1$	Слабое накопление, $L_{вп} > 1,1$	Среднее значение $L_{вп}$
Лабино-Тебердинский	Pb, Sr, Mn	Ba, Zn, Nb	Cu, Sn, Co, Ti, Ga, P, Li, Yb, Be	Mo, Zr, Y, Ag, W, Ni Cr, Sc	1,04
Тебердино-Эльбрусский	Sr	Mn, Be	Cu, Ba, Co, Ti, Ga, Ge, Li, Y, Yb, Nb,	W, Zr, Zn, Ag, Mo, Sn, Sc, P, Pb, Ni, Cr, V	1,09
Кубано-Терский	Pb	Ba, Zn, Mn, Ge, Sr	Cu, Mo, Co, Ni, Ti, Ga, P, Li	W, Zr, Ag, V, Yb, Y, Sn, Nb, Sc, Be, Cr,	1,1

В почвах среднегорий хвойных лесов происходит снижение концентраций небольшой группы элементов (Pb, Sr, Mn, Ba, Zn), а для остального большинства элементов характерно увеличение содержаний, особенно интенсивное для Mo, W, Zr, Ag (табл. 2). Среднее значение коэффициента высоко-поясной латеральной дифференциации во всех округах превышает 1,0 и несколько увеличивается от Лабино-Тебердинского округа (1,04) до Кубано-Терского (1,1).

В соответствии с преобладающими факторами формирования особенностей распределения микроэлементов можно выделить следующие генетические группы компонентных педогеохимических полей микроэлементов в высотных ландшафтных поясах высокогорий: органо-минеральное, биогенно-выщелачиваемое и биогенно-емкое.

Органо-минеральное педогеохимическое поле

микроэлементов формируется в пределах скально-нивального и субнивального высотных поясов и отличается слабой органо-минеральной аккумуляцией и обогащением большинством микроэлементов за счет геологического фона. Вещественный минеральный состав примитивных почв наследуется от химического и минералогического состава почвообразующих коренных горных пород, в которых преобладают устойчивые к процессам выветривания минеральные компоненты. Активно аккумулируются подвижные соединения элементов в нивальном мелкоземле за счет деятельности низшей растительности – мхов, лишайников, водорослей, грибов [15, 10, 16, 17].

Биогенно-выщелачиваемое педогеохимическое поле

микроэлементов складывается в поясе высокогорий луговых ассоциаций. Характерным является обеднение почв микроэлементами,

обусловленное энергичным кислым выщелачиванием многих химических элементов в условиях холодного и влажного климата. Скорость биогеохимического круговорота пониженная и в ландшафтах лимитируется недостатком тепла. За счет биогеохимического круговорота и взаимодействия с породами формируются слабокислые, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые воды. Из-за резкой их ненасыщенности из почв выносятся большинство элементов, в том числе и сравнительно малоподвижных [1].

Биогенно-емкое педогеохимическое поле микроэлементов

характерно для высотного пояса хвойных лесов. Горные хвойные леса характеризуются большой емкостью биологического круговорота с высоким содержанием зольных элементов и доминирующей ролью кальция в нем [13]. Накопление элементов обуславливается биологическим поглощением и удержанием на органо-минеральных биогеохимических барьерах. Несколько повышенные концентрации микроэлементов формируются также за счет накопления веществ, интенсивно выносящихся из вышерасположенных почв пояса высокогорий луговых ассоциаций.

Выводы

В последние годы уделяется все большее внимание рассмотрению представления о геохимических полях с позиций геохимии ландшафта. Понятие «геохимическое поле», применяемое в геохимии для анализа континуальности распределения химических элементов в земной коре, распространилось на отдельные компоненты и подсистемы ландшафта. При этом изучение состава и структуры, а также и территориальной дифференциации геохимических полей должны проводиться с учетом конкретных географических условий. Выявленная типология компонентных лито- и педогеохимических полей микроэлементов в высокогорных и среднегорных районах Большого Кавказа подтверждает эволюционную дифференциацию и усложнение геохимического пространства в ходе изменений структуры ландшафтов региона с позднего кайнозоя.

Библиографический список

1. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004.
2. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза / под ред. Н.С. Касимова, А.Е.Воробьева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002.
3. Ферсман А.Е. Избранные труды. М.: АН СССР, 1953–1959. Т. 1–5.
4. Верховская Л.А., Сорокина Е.П. Математическое моделирование геохимического поля в поисковых целях. М.: Недра. 1981.
5. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Краснопева А.А., Пузанова Т.А. Природные и техногенные геохимические поля в почвах: концепция, типология, индикационное значение / Геохи-

- мия ландшафтов и география почв. 100 лет со дня рождения М.А. Глазовской / под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. М.: АПР, 2012. С. 236–258.
6. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2007.
 7. Шальнев В.А., Ковалева Т.Г., Настатуха Д.С. Древние оледенения и трансформация высотной поясности среднегорных и высокогорных ландшафтов Западного Кавказа (на примере долины Гондарай) // Наука. Инновации. Технологии. 2016. № 1. С. 133–146.
 8. Дьяченко В.В. Геохимия и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа: дис. ... д-ра геогр. наук. Новороссийск, 2004. 36 с.
 9. Гольдшмит В.М. Принципы распределения химических элементов в минералах и горных породах // Геохимия редких элементов. М.-Л.: ГОНТИ НКТП СССР, 1930. С. 215–242.
 10. Назаров А.Г. Геохимия высокогорных ландшафтов. М.: Наука, 1974.
 11. Санникова А.Б. Тяжелые металлы в почвах и растениях геохимических ландшафтов Северо-Западного Кавказа: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Новороссийск, 2005. 22 с.
 12. Черкасов М.И. Инженерно-геологическое районирование Северного Кавказа. Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1985.
 13. Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования. М.: Изд-во Наука, 1998.
 14. Современные методы географических исследований: Кн. для учителя / К.Н. Дьяконов, Н.С. Касимов, В.С. Тикунов. М.: Просвещение, 1996.
 15. Глазовская М.А. Выветривание горных пород в нивальном поясе Центрального Тянь-Шаня // Труды Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. Т. 34. 1950.
 16. Парфенова Е.И. Исследование примитивных горно-луговых почв на диоритах хребта Машиго (Сев. Кавказ) // Труды Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева, т. 34, 1960.
 17. Полынов Б.Б. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956.

References

1. Bashkin V.N., Kasimov N.S. Biogeochemiya (Biogeochemistry). M.: Nauchnyy mir. 2004.
2. Geokhimicheskiye baryery v zone gipergeneza (Geochemical barriers in the zone of hypergenesis) / Pod red. N.S.Kasimova. A.E.Vorobyeva. M.: Izd-vo Mosk. Un-ta. 2002.
3. Fersman A.E. Izbrannyye trudy (Selected works). M.: AN SSSR. 1953-1959. T. 1-5.
4. Verkhovskaya L.A., Sorokina E.P. Matematicheskoye modelirovaniye geokhimicheskogo polya v poiskovykh tselyakh (Mathematical modeling of geochemical fields in the search order). M.: Nedra. 1981.
5. Pikovskiy Y.I., Gennadiyev A.N., Krasnopyeva A.A., Puzanova T.A. Prirodnyye i tekhnogennyye geokhimicheskiye polya v pochvakh:

- kontseptsiya. tipologiya. indikatsionnoye znachenije (Natural and anthropogenic geochemical fields in the soil: concept, typology, the indicator value) / Geokhimiya landshaftov i geografiya pochv. 100 let so dnya rozhdeniya M.A. Glazovskoy / Pod red. N.S. Kasimova, M.I. Gerasimovoy. M.: APR. 2012. P. 236–258.
6. Shalnev V.A. Evolyutsiya landshaftov Severnogo Kavkaza (The evolution of the landscapes of the North Caucasus). Stavropol: Izd-vo SGU. 2007.
 7. Shalnev V.A., Kovaleva T.G., Nastatukha D.S. Drevniye oledeneniya i transformatsiya vysotnoy poyasnosti srednegornyykh i vysokogornyykh landshaftov Zapadnogo Kavkaza (na primere doliny Gondaray) (Ancient glaciation and the transformation of altitudinal zonation middle and high mountainous landscapes of the Western Caucasus (on the example of the valley Gondry) // Nauka. Innovatsii. Tekhnologii. 1. 2016. P.133–146.
 8. Diachenko V.V. Geokhimiya i otsenka sostoyaniya landshaftov Severnogo Kavkaza: (Geochemistry and assessment of landscapes of the North Caucasus): dis. d-ra. geogr. nauk. Novorossiysk. 2004. 36 p.
 9. Goldshmit V.M. Printsipy raspredeleniya khimicheskikh elementov v mineralakh i gornyykh porodakh (The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks) // Geokhimiya redkikh elementov. M.-L.: GONTI NKTP SSSR. 1930. P. 215–242.
 10. Nazarov A.G. Geokhimiya vysokogornyykh landshaftov (Geochemistry of alpine landscapes). M.: Nauka. 1974.
 11. Sannikova A.B. Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh geokhimicheskikh landshaftov Severo-Zapadnogo Kavkaza (Heavy metals in soils and plants in the geochemical landscapes of the Northwest Caucasus): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Novorossiysk. 2005. 22 p.
 12. Cherkasov M.I. Inzhenerno-geologicheskoye rayonirovaniye Severnogo Kavkaza (Engineering-geological zoning of the North Caucasus). Izd-vo RGU. 1985.
 13. Vladychenskiy A.S. Osobennosti gornogo pochvoobrazovaniya (Features of the mountain soil formation). M.: Izd-vo Nauka. 1998.
 14. Sovremennyye metody geograficheskikh issledovaniy (Modern methods of geographical research) / K.N. Diakonov, N. S. Kasimov, V. S. Tikunov. M.: Prosveshcheniye: Ucheb. lit. 1996.
 15. Glazovskaya M.A. Vyvetrivaniye gornyykh porod v nivalnom poyase Tsentralnogo Tyan-Shanya (Weathering of rocks in the Nival zone of Central Tien-Shan). Trudy Pochvennogo in-ta im. V.V. Dokuchayeva. t. 34. 1950.
 16. Parfenova E.I. Issledovaniye primitivnykh gorno-lugovykh pochv na dioritakh khrehta Mashigo (Sev.Kavkaz) (The study of primitive mountain-meadow soils on the diorite ridge, Mashigo (North Caucasus). Trudy Pochvennogo in-ta im. V.V. Dokuchayeva. t. 34. 1960.
 17. Polynov B.B. Izbrannyye trudy (Selected works). M.: Izd-vo AN SSSR. 1956.