

УДК 631.4

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ НЕНАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКА “БАСЕГИ”)

© 2016 г. И. А. Самофалова<sup>1</sup>, О. Б. Рогова<sup>2</sup>,  
О. А. Лузянина<sup>3</sup>, А. Т. Савичев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пермская ГСХА им. академика Д.Н. Прянишникова,  
Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 23  
e-mail: [samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)

<sup>2</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева,  
Россия, 119017 Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2  
e-mail: [olga\\_rogova@inbox.ru](mailto:olga_rogova@inbox.ru)

<sup>3</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова,  
Россия, 119991 Москва, Ленинские горы

Рассмотрены геохимические особенности горных почв Среднего Урала на примере хребта Басеги. Рассчитаны и проанализированы геохимические коэффициенты накопления, внутрипочвенного выветривания, элювиирования и окисления. Показано, что процессы почвообразования на г. Северный Басег не приводят к отчетливой дифференциации профиля по содержанию тех или иных макроэлементов. Уровень концентрации элементов в ландшафтах увеличивается от элювиальных ландшафтов к трансаккумулятивным, что определяется возрастающей ролью латерального распределения концентраций химических элементов в горных экосистемах. Это подтверждается рассчитанными коэффициентами накопления, а также приведенными результатами кластерного анализа, показывающими, что в почвах горно-лесного пояса больше Al, Fe, K, Ca, Mg, Mn по сравнению с почвами гольцово-подгольцового и субальпийского поясов. Анализом оригинальных данных и литературных источников подтверждено, что решающее влияние на формирование почвенного покрова горной части западного макросклона Среднего Урала оказало изменение климата в позднем голоцене.

*Ключевые слова:* элементы, валовой состав, геохимические коэффициенты, заповедник, горные почвы, ненарушенные ландшафты.

**DOI:** 10.19047/0136-1694-2016-85-57-76

## ВВЕДЕНИЕ

Почвенный покров горных территорий в целом исследован в меньшей степени, чем равнинных. В горных странах, в силу резкого варьирования всех основных факторов почвообразования (по В.В. Докучаеву и И.П. Герасимову) на сравнительно небольших площадях), один тип почв резко переходит в другой, и весь почвенный покров значительно более пестрый, чем на равнинах ([Добровольский и др., 1990, 2000, 2002](#); [Владыченский 1998](#); [Владыченский и др., 2004](#); [Жангуров и др., 2012](#)). Это находит отражение в системе как вертикальной, так и горизонтальной зональности. В каждом вертикальном поясе процессы выветривания и почвообразования протекают с разной интенсивностью, что способствует формированию специфической геохимической обстановки и провинциальных особенностей почвенного покрова ([Урушадзе, 1979](#); [Карпачевский и др., 1997, 2012](#); [Владыченский, 1998](#); [Владыченский и др., 2004](#); [Молчанов, 2008](#); [Дымов и др., 2011, 2014](#); [Борисова, 2012](#)).

В настоящее время изучение уральских почв ведется, в основном, на Северном Урале ([Титова, Горячкин, 2010](#); [Дымов и Жангуров, 2011](#) Семиколенных и др., 2013; [Почвы и почвенный покров..., 2013](#)).

Почвенные исследования в заповеднике “Басеги” начались [Г.Н. Канисевым](#) (1964; [Летопись природы..., 1992](#)), в 2000 г. интерес к почвам заповедника проявили специалисты МГУ им. М.В. Ломоносова в составе комплексной экспедиции изучения ландшафтов особо охраняемой территории ([Замесова и др., 2003](#)). Морфологические исследования почв проводились Л.В. Кульковой с 2007 по 2012 гг., ей составлена почвенная карта территории заповедника ([Кулькова, 2012](#)). Начиная с 1994 г. [Е.А. Ларионовой](#) и [Е.А. Ворончихиной](#) (2003) велись детальные эколого-геохимические исследования почвенного покрова.

[И.С. Копыловым](#) (2011) изучались геохимические особенности Западного Урала и Приуралья, в том числе горная часть, включая территорию заповедника “Басеги”. Автор выделяет данный район как природную аномальную литогеохимическую зону по элементам: Ga, Pb, Zn, Mn, Cr, Ti, Cd, Zr.

Цель исследований – изучить геохимические особенности содержания ряда макроэлементов (включая Cr) в горных почвах ненарушенных ландшафтов Среднего Урала на примере ООПТ Государственного природного заповедника “Басеги”, в течение многих лет сохраняющего биоразнообразие горных экосистем.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на территории заповедника “Басеги” в 2011–2013 гг., в границы которого входит хребет Басеги, вытянутый в меридиональном направлении. Хребет находится (между 58°50′ и 60°00′ с.ш.) на западных отрогах Уральских гор в восточной части Пермского края и имеет хорошо выраженные вершины: Северный Басег (951.9 м над ур. м.), Средний Басег (994.7 м над ур. м.), Южный Басег (851 м над ур. м.). Самая низкая точка в заповеднике находится в районе устья р. Коростелевка (314 м над ур. м.). Горная полоса относится к области грядово-останцового низкогорья Среднего Урала ([Воскресенский, 1980](#)).

В геологическом строении территории заповедника “Басеги” принимает участие сложный и многообразный комплекс метаморфизированных, терригенных, вулканогенных и интрузивных образований протерозойского, девонского и кембрийского возраста, перекрытый маломощным чехлом рыхлых четвертичных отложений ([Ушков и др., 1989](#)). Хребет Басеги сложен осадками басегской серии, подразделяющейся на ослянскую, щегровитскую, федотовскую и усвинскую свиты ([Младших, 1966](#)). Преимущественным развитием в составе серии пользуются филлитизированные сланцы, филлиты и кварцито-песчаники с преобладанием кварца в составе ([Геология СССР..., 1969](#)).

Минералогический состав горных почв Пермского края изучали Михайлов, Градусов, 1969 (по [Фирсовой, 1977](#)), [Главатских \(1977\)](#). Л.К. Главатских описывала, что он представлен смешанослойными образованиями слюда-сметитового, хлорит-сметитового ряда, хлоритом и коалинитом. При этом для гумусового горизонта она отмечала обеднение минералами с набухающими пакетами и некоторое увеличение содержания хлорита, кварца и полевых шпатов.

Климат холодный и влажный, с проявлением континентальности. Западные и северо-западные воздушные массы атлантического воздуха богаты влагой (700–800 мм/год), которая выпадает в

виде осадков, приуроченных, прежде всего, к западному склону хребта ([Климат и гидрография..., 2016](#)), что сказалось на характере дифференциации почвенного покрова территории ([Шоба и др., 2014](#)).

По зональному распределению растительного покрова территория находится в подзоне средней тайги бореально-лесной зоны с уникальным сочетанием элементов европейской и сибирской бореальной флоры. На хребте Басеги выражена высотная поясность, представленная горно-лесным, подгольцовым (субальпийским), горно-тундровым (гольцовым) поясами ([Горчаковский, 1975](#)).

Ландшафтно-геохимическая структура района исследований четко дифференцирована в соответствии с высотной поясностью.

Элювиальные ландшафты выражены на высоте 800 м над ур. м. и более, они представлены каменистыми, кустарничковыми, травяно-моховыми тундрами. На вершинах хребта Басеги распространены элювиальные отложения гольцовой зоны, представленные глыбово-щебнистыми россыпями кварцитов и кварцито-песчаников, сцементированные песчано-глинистым мелкоземом. Мощность отложений – 0.5–2.5 м.

Транзитные ландшафты с субальпийскими лугами включают три высотно-растительных подпояса: парковое редколесье, луговое разнотравье, криволесье. Четвертичные отложения мощностью 3–5 м верхнего и современного звеньев представлены суглинками с обильным щебнем, крупноглыбовым материалом, мелкоземом со щебнем. Они характерны для довольно крутых, в настоящее время залесенных склонов, на которых в эпоху северуральского оледенения имели место и гравитационное перемещение материала, и делювиальный снос, и процессы солифлюкции.

Нижние части склонов – трансаккумулятивные ландшафты (горно-лесной пояс) до высоты 450–600 м над ур. м.– покрывает темнохвойная тайга с густым травянистым покровом. Делювиальные наносы подстилаются отложениями серебрянской серии. В составе серии развиты тиллитовидные конгломераты, сланцы углесто-слюдисто-кварцевые, глинистые, фосфатизованные или магнетитовые, песчаники полевошпат-кварцевые с прослоями известняков, доломитов ([Ушков и др., 1989](#); [Геология СССР..., 1969](#)).

По более пологим склонам (южному, восточному) трансаккумулятивные ландшафты имеют более высокую границу, поднимаясь почти до самых вершин.

Маршрутные исследования сочетали с использованием методов почвенных ключей и катен. Почвенные разрезы заложены на горе Северный Басег, в пределах данной ландшафтно-геохимической макрокатены (абсолютная высота 950–315 м над ур. м.), где наиболее полно представлены высотно-растительные пояса горной части Среднего Урала. Использовали классификацию почв России ([Классификация ...](#), 2004; [Полевой определитель почв](#), 2008). Основные свойства почв (рН Н<sub>2</sub>O, рН KCl, гидролитическая кислотность Нг, содержание органического углерода С<sub>орг</sub>, содержание обменных Са и Mg) определены по общепринятым методикам. Валовое содержание К, Na, Ca, Mg, Fe, Al, Si, P, S, Ti и Cr определено в 12-и разрезах методом рентгенофазового анализа на приборе “РеСпект” в лаборатории физико-химии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева. Геохимические коэффициенты рассчитывали по ([Перельман, Касимов, 1999](#); [Орлов, Садовникова, 2005](#); [Родионова, 2012](#); [Околелова и др., 2014](#); [Sandler et. al., 2012](#)). Обработку данных проводили методом парных корреляций и кластерным анализом (Microsoft Excel и Statistica 6.0).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория заповедника уникальна в отношении почв, которые отнесены к четырём отделам постлитогенного почвообразования: альфегумусовых (разр. 18), структурно-метаморфических (разр. 15, 17, 19, 26, 27, 30, 32), органо-аккумулятивных (разр. 28, 29), глеевых (разр. 31, 24). Диагностику типов и подтипов проводили по наличию в профиле соответствующих диагностических генетических признаков, материалы опубликованы ранее ([Самофалова и др., 2012](#), [2014а](#), [2014б](#), [2015](#); [Samofalova, 2012](#), [Шоба и др. 2014](#); [Лузянина, 2016](#)). Общими морфологическими характеристиками горных почв признаны: укороченный профиль, слабо выраженная дифференцированность генетических горизонтов. Морфологические признаки оподзоленности не выявлены, окраска горизонтов буроватая, коричневатая.

Установлен следующий порядок вертикальных почвенных зон на склонах горы Северный Басег ([Шоба и др., 2014](#)):

– почвы элювиальных типов ландшафта представлены литоземами (755–930 м над ур. м.), петроземами и подбурами (930–950 м над ур. м.);

– транзитных – органо-аккумулятивными (субальпийскими горно-луговыми почвами по Классификации почв (1977), (570–760 м над ур. м.), приуроченными преимущественно к склонам южной и восточной экспозиции;

– трансаккумулятивных – буроземами (315–655 м над ур. м.).

Общие свойства почв характеризовались физико-химическими показателями. Содержание органического вещества в исследованных почвах колеблется в пределах от 3.2 до 4.1% от массы почвы (таблица). В почвах, формирующихся на высоте более 600 м над ур. м., гумусовый профиль характеризуется растянутостью за счет большей продуктивности субальпийских фитоценозов и фульфатного состава гумуса. В почвах паркового редколесья и горно-лесного пояса (разр. 27, 15, 19, 24, 26) с глубиной количество органического вещества уменьшается более резко.

Почвы имеют кислую реакцию среды (рН  $H_2O$ ), характеризуются высокой обменной кислотностью (рН KCl), которая варьирует от 3.01 до 3.97. Такие закономерности изменения показателей кислотности в пределах почвенного профиля говорят об интенсивном протекании в этих почвах процессов трансформации минералов, сопровождающихся активным высвобождением алюминия и протонов ([Соколова и др., 2012](#)). Ранние исследования ([Самофалова, Лузянина, 2014](#)) подтвердили обусловленность величины рН KCl высоким содержанием обменного алюминия. Установлено, что в почвах на сланцах, которые легко подвергаются физической дезинтеграции, содержание  $Al^{3+}$  больше ([Иванова, 1949](#)).

Почвы характеризуются высокой величиной гидролитической кислотности Нг (в верхних горизонтах она колеблется в пределах 8.8–25.2 мг-экв/100 г). Наибольшие показатели Нг отмечаются в органогенно-аккумулятивном горизонте. Вниз по профилю величина гидролитической кислотности снижается. Носителями такой кислотности, по Т.А. Соколовой, являются поверхностные гидроксильные группы, способные отдавать протон в определенном интервале рН и приуроченные к минералам гидроксидов железа и алюминия, аллофанам, боковым сколам глинистых минералов.

[Б.П. Градусов](#) (2000) обращает внимание на подобные минералогические закономерности как характерные для горных почв хлорит-сметитового состава.

Отмечается четко выраженная пространственная закономерность в распределении величины потенциальной кислотности – наибольшие величины отмечены для почв северного, северо-западного и западного склонов, а также для вершины Северного Басега. Это можно связать с возрастной неоднородностью почвообразующих пород склонов разных экспозиций и историей развития горных ландшафтов в голоцене ([Шоба и др., 2014](#)). По высотным поясам закономерностей в изменении кислотности не выявлено ([Самофалова, Лузянина, 2014](#)).

Почвы резко различаются по содержанию обменных Са и Mg (от 0.1 до 22.3 мг-экв/100 г почвы в верхних органических горизонтах). В ряде случаев содержание этих катионов возрастает в породе и переходном горизонте.

Основной фон почвенного покрова заповедника “Басеги” составляют буроземы, поэтому ведущим процессом является буроземообразование ([Лузянина, 2016](#)). Развитие буроземов протекает под влиянием процесса оглинивания. Текстурная дифференциация горно-луговых почв выражена слабо. Среди исследуемых почв преобладают почвы суглинистого и глинистого гранулометрического состава. В транзитных ландшафтах (разр. 31, 28, 17) гранулометрический состав более легкий; в трансаккумулятивных (разр. 26, 19) – более тяжелый. Оглинивание выражается в том, что в профиле идет накопление илестых частиц, а, следовательно, и вторичных глинистых минералов ([Фирсова, 1977](#)). В почвах Урала (Михайлов, Градусов, 1969, цит. по [Фирсовой, 1977](#)) в минералогическом составе илестых фракций присутствуют различные глинистые образования, в том числе смешанослойные, а также тонкодисперсные мусковит-серициты, парагониты. Смешанослойные образования представлены, главным образом, неупорядоченными слюда-сметитами и хлорит-сметитами.

Валовой состав почв и характер профильного распределения элементов – важные диагностические признаки процессов, происходящих в почве. Полученные экспериментальные данные под-

Характеристика почв заповедника “Басеги”

Горизонт, глубина, см	Физико-химические свойства					В			
	рН		С орг, %	Ca <sup>2+</sup> + +Mg <sup>2+</sup> мг-экв/100 г	Нг	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
	KCl	H <sub>2</sub> O							
ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ЛАНДША									
Разр. 18, 950 м над ур. м, Су									
ВНf, 6–24	3.64	4.25	3.6	21.4	22.1	67.26	14.67	4.69	2.03
ВFап, 24–41	3.88	4.42	1.7	17.1	17.3	66.84	15.09	4.52	1.95
ТРАНЗИТНЫЕ ЛАНДША									
Разр. 30, 900 м над ур. м, бу									
AY <sub>1</sub> , 13–23	3.01	4.07	4.1	2.7	20.7	68.67	11.45	3.40	1.74
AY <sub>2</sub> , 23–32	3.45	4.16	3.8	0.7	22.2	66.18	12.41	5.09	1.82
BM, 32–50	3.91	4.48	1.5	0.5	13.3	69.69	13.28	4.11	1.77
C, 50–75	3.95	4.58	1.6	1.9	12.4	74.28	13.64	3.84	1.81
Разр. 31, 743 м над ур. м, г.									
O, 6–9	3.18	4.25	3.6	0.1	8.8	80.38	6.64	0.93	0.98
G, 9–22	3.34	4.21	1.3	1.5	2.9	82.61	9.22	1.64	1.19
C–Gf, 22–33	3.16	4.25	1.0	–	9.9	76.99	11.85	3.39	1.67
Разр. 32, 691 м над ур. м									
AY <sub>1</sub> , 5–9	3.50	4.01	4.0	2.5	16.2	61.33	14.67	8.02	2.67
AY <sub>2</sub> , 9–22	3.77	4.18	2.6	1.1	13.9	61.51	15.34	8.23	2.66
AYf, 22–37	3.80	4.48	2.3	2.7	13.2	61.70	16.24	8.53	2.7
BM, 37–58	3.84	4.60	1.5	1.5	13.2	63.56	16.05	8.19	2.60
C, 58–68	3.97	4.80	0.4	1.7	11.0	65.11	16.84	8.01	2.69
Разр. 29, 613 м над ур. м, темног									
AY <sub>1</sub> , 3–8	3.53	4.67	3.4	5.0	15.0	59.01	14.46	7.14	2.40
AY <sub>2</sub> , 8–18	3.58	5.0	4.6	4.2	15.3	61.20	14.92	7.35	2.59
AYm, 18–74	3.75	4.70	2.3	0.9	15.7	62.11	15.60	7.72	2.47
Разр. 27, 590 м над ур. м, бурс									
AYан, 4–12	3.80	5.09	3.7	17.8	10.3	63.10	16.11	6.14	2.29
AYg, 12–26	3.71	5.39	1.8	15.3	9.7	66.03	15.52	6.65	2.41
BMg, 26–57	3.83	5.60	0.2	16.9	3.8	66.74	13.98	7.13	2.32
Cf,g, 57–67	3.84	5.67	0.1	22.3	3.8	66.38	15.07	7.59	2.45
P.17, 590 м над ур. м, буро									
AY, 4–13	–	–	–	–	–	58.82	13.70	5.82	2.08
AYm, 13–23	–	–	–	–	–	59.38	14.37	6.40	2.17
BM <sub>1</sub> , 23–32	–	–	–	–	–	67.66	14.91	5.69	2.29
BM <sub>2</sub> , 32–46	–	–	–	–	–	69.56	14.57	5.41	2.28
C, 46–56	–	–	–	–	–	68.57	15.56	5.62	2.41
Разр. 15, 577 м над ур. м, буроз									
AY, 10–14	3.44	4.63	3.5	8.5	15.0	71.45	12.51	5.02	2.06
BM, 14–21	3.47	4.81	1.6	–	17.3	69.64	14.51	5.98	2.08
BMi, 21–43	3.54	4.92	0.8	6.6	19.8	67.55	15.59	6.39	2.15
C, 43–70	3.72	5.14	1.0	5.4	14.1	69.77	14.28	6.13	2.16

алоевое содержание элементов									Коэффициенты*			
Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	R	K <sub>ВВ</sub>	K <sub>Э</sub> (без Na <sub>2</sub> O)	K <sub>Ок</sub>	
% от прокаленной навески												
ФТЫ (горно-тундровый пояс)												
хоторфяно-подбур охристый												
0.81	0.29	1.50	1.01	0.07	0.12	0.19	0.002	2.08	0.33	17.45	0.32	
0.98	0.36	1.56	0.94	0.05	0.08	0.14	—	2.18	0.32	17.08	0.30	
ФТЫ (субальпийский пояс)												
розем грубогумусированный												
0.62	0.18	0.41	1.16	0.02	0.29	0.33	0.011	2.26	0.42	29.37	0.30	
0.52	0.25	0.71	1.04	0.03	0.23	0.30	0.001	1.74	0.35	23.59	0.41	
0.68	0.29	1.30	0.94	0.04	0.11	0.17	—	1.54	0.38	20.50	0.31	
1.12	0.31	1.45	0.91	0.04	0.10	0.13	—	2.06	0.40	20.54	0.28	
леззем ожелезненный												
1.52	0.17	0.27	1.19	0.01	0.17	0.36	0.005	2.48	0.90	56.29	0.14	
2.21	0.07	0.37	1.30	0.01	0.04	0.10	—	3.47	0.78	50.47	0.18	
0.90	0.14	0.11	1.32	0.04	0.12	0.23	0.004	1.89	0.46	39.89	0.29	
; бурозем ожелезненный												
0.59	0.16	0.96	1.68	0.10	0.61	0.34	0.008	5.69	0.25	15.71	0.55	
0.38	0.17	0.82	1.55	0.10	0.43	0.27	0.005	4.65	0.24	16.40	0.54	
0.33	0.18	1.16	1.53	0.12	0.38	0.27	—	4.67	0.23	14.83	0.53	
0.62	0.18	1.21	1.49	0.09	0.32	0.21	0.009	4.10	0.24	15.62	0.52	
0.66	0.22	1.49	1.48	0.09	0.25	0.16	—	4.06	0.25	14.51	0.48	
умусовая метаморфизированная												
0.88	0.80	2.23	1.63	0.07	0.54	0.36	—	6.09	0.25	10.73	0.50	
1.28	0.76	2.1	1.62	0.07	0.80	0.41	0.003	8.04	0.25	11.09	0.50	
1.77	0.68	2.30	1.59	0.07	0.66	0.26	0.012	8.22	0.24	11.24	0.50	
зем глееватый ожелезненный												
1.14	1.11	1.99	1.33	0.04	0.50	0.27	0.006	5.45	0.26	11.59	0.38	
0.82	0.99	1.99	1.49	0.06	0.31	0.07	—	4.40	0.28	12.11	0.43	
2.49	1.16	2.63	1.56	0.09	0.18	0.04	0.009	6.24	0.29	10.74	0.52	
1.77	1.20	2.52	1.38	0.08	0.14	0.04	—	5.30	0.27	10.62	0.51	
зем метаморфизированный												
0.16	0.36	1.13	1.09	0.10	0.72	0.53	0.012	5.00	0.28	16.02	0.43	
0.45	0.30	1.46	1.09	0.08	0.49	0.37	0.010	4.07	0.27	14.81	0.45	
0.74	0.38	1.58	1.11	0.06	0.16	0.23	0.004	2.52	0.31	15.66	0.39	
0.19	0.40	1.63	1.05	0.05	0.06	0.10	0.001	2.40	0.33	15.95	0.37	
0.86	0.39	1.86	1.07	0.06	0.12	0.17	—	2.85	0.31	14.54	0.37	
ем глинисто-иллювирированный												
1.01	0.51	1.04	1.13	0.15	0.17	0.20	—	2.28	0.38	18.99	0.41	
1.03	0.43	1.76	1.13	0.05	0.07	0.08	—	2.82	0.32	16.11	0.42	
0.98	0.42	2.03	1.10	0.06	0.06	0.04	0.002	3.18	0.29	14.49	0.41	
0.78	0.42	1.59	1.06	0.06	0.02	—	—	2.40	0.32	16.46	0.43	

Горизонт, глубина, см	Физико-химические свойства					В			
	рН		С орг, %	Ca <sup>2+</sup> + +Mg <sup>2+</sup> мг-экв/100 г	Нг	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
	KCl	H <sub>2</sub> O							
Разр. 28, 577 м над ур. м, серог									
AYh, 4–13	–	–	–	–	–	57.20	12.22	6.33	2.28
AY, 13–18	–	–	–	–	–	59.71	13.56	7.36	2.35
AY, 18–35	–	–	–	–	–	62.32	15.91	8.22	2.51
C, 33–43	–	–	–	–	–	64.39	15.19	7.96	2.49
Разр. 19, 565 м над ур. м,									
AY, 6–15	3.32	4.10	3.2	5.0	18.0	46.31	7.87	7.81	1.30
VMel, 15–30	3.83	4.47	1.5	–	14.2	64.71	15.63	7.63	2.25
VM, 30–72	3.78	4.61	0.9	2.5	13.2	65.92	14.95	7.32	2.22
C, 72–82	3.94	5.66	0.2	21.9	3.6	65.58	15.16	7.59	2.43
ТРАНСАККУМУЛЯТИВНЫЕ ЛА									
Разр. 24, 518 м над ур. м, гл									
Gf, 16–36	3.38	4.66	2.6	0.9	22.9	71.60	14.01	3.55	2.01
C-G, 35–58	3.35	4.92	0.9	7.0	20.2	68.53	15.47	6.79	2.07
Cg, 58–70	3.35	5.24	1.0	14.9	13.9	65.58	15.96	6.71	2.12
Разр. 26, 315 м над ур. м, буроз									
AY, 5–22	3.33	4.66	3.5	–	25.2	65.62	14.66	5.60	2.17
AY, 22–33	3.37	3.85	2.7	0.2	25.2	65.23	15.88	5.88	2.14
VM, 33–57	3.54	4.66	0.6	–	20.4	69.68	14.29	5.59	2.13
VMi, 57–67	3.48	4.83	0.5	2.5	17.5	71.40	14.50	5.45	2.27

\* Геохимические коэффициенты: R – накопления элемента; K<sub>вв</sub> – внутрипро-

тверждают это. Характер внутрипрофильного распределения полуторных оксидов и кремнекислоты свидетельствует о слабо выраженной степени развития иллювиально-элювиальных процессов, либо об их отсутствии, что обуславливает присутствие буроземообразования и лугового почвообразовательного процесса (Лузянина, 2016). Коэффициенты элювиально-иллювиальной миграции позволяют судить о слабой контрастности валового состава почвенного профиля.

Равномерное распределение титана по профилям почв свидетельствует о преобладании первичных минералов в составе почвы, о постоянном вовлечении в почвообразование новых слоев породы. Содержание титана в почвах значительно превышает среднее кларковое (Самофалова, Лузянина, 2014), что соответствует литогеохимической аномалии района исследований.

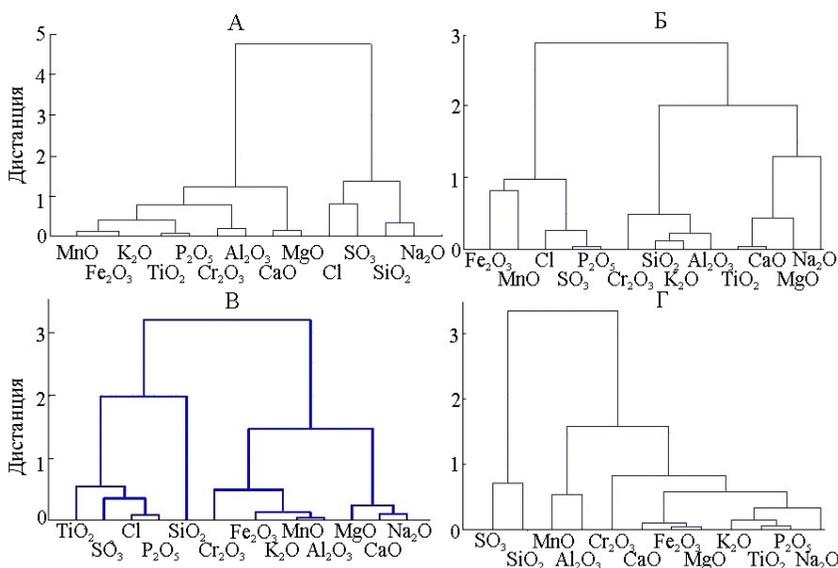
Анализ парной взаимосвязи оксидов элементов по элементам ландшафтно-геохимической структуры хребта Басеги показал,

алоевое содержание элементов								Коэффициенты*			
Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	R	K <sub>вв</sub>	K <sub>э</sub> (без Na <sub>2</sub> O)	K <sub>ок</sub>
% от прокаленной навески											
умусовая метаморфизированная											
0.90	1.36	1.93	1.53	0.13	0.65	0.59	0.010	6.17	0.28	10.02	0.53
0.95	0.97	2.22	1.65	0.09	0.63	0.43	0.012	6.81	0.26	10.60	0.55
1.66	0.92	2.92	1.69	0.11	0.39	0.28	0.009	7.30	0.24	9.65	0.52
1.16	1.023	2.89	1.62	0.08	0.24	0.06	–	5.64	0.26	9.93	0.53
бурозем элювирующий											
1.10	0.30	0.84	1.09	0.06	0.17	0.13	0.008	2.16	0.27	18.52	1.00
1.03	0.58	2.16	1.64	0.07	0.30	0.06	–	4.99	0.26	12.76	0.49
1.32	0.67	2.49	1.52	0.07	0.11	0.04	0.003	4.73	0.28	12.08	0.49
1.59	1.24	2.52	1.43	0.10	0.19	0.00	–	5.19	0.27	10.42	0.51
АНДШАФТЫ (горно-лесной пояс)											
еззем грубогумусированный											
1.07	0.45	1.45	1.12	0.02	0.09	0.16	0.001	2.40	0.38	18.19	0.26
1.05	0.46	1.94	1.04	0.05	0.08	0.14	0.004	3.12	0.29	15.14	0.44
0.72	0.63	2.08	0.98	0.11	0.01	0.01	–	2.99	0.28	13.29	0.43
эм глинисто-иллювирующий											
1.09	0.42	1.66	1.02	0.10	0.16	0.19	0.002	2.65	0.31	15.05	0.39
0.66	0.36	1.37	1.05	0.08	0.16	0.10	–	2.24	0.28	16.48	0.38
0.81	0.39	1.65	1.06	0.07	0.05	0.04	0.009	2.34	0.33	16.40	0.40
0.98	0.43	1.51	1.06	0.07	0.03	0.07	–	2.47	0.34	16.62	0.38

\* R – коэффициент выветривания, K<sub>э</sub> – элювиальности (без натрия); K<sub>ок</sub> – окисления.

что в каждом поясе выделяются пары элементов, характеризующие различия геохимической обстановки в соответствующих ландшафтах (рисунок). Так, в элювиально-транзитном ландшафте (гольцово-подгольцовом высотнорастительном поясе) усиливается теснота обратной связи в парах между Si и всеми элементами, кроме Na. Также в этом поясе сильнее проявляются взаимосвязи между элементами: Fe, Al, K, Mn, Ti, P, Cr, что говорит о преобладании здесь первичных минералов.

В почвах трансаккумулятивной части склонов теснота обратной связи между кремнием и перечисленными элементами ослабляется, усиливается только SiO<sub>2</sub>–Cl. Кроме того, здесь отсутствует взаимосвязь между содержанием Fe и Al, Fe и Mn, что характеризует усиление процессов выветривания и трансформации первичных минералов. В условиях низкогорной средней тайги появляется связь Fe и Al и усиливаются новые взаимосвязи концентраций элементов: Na<sub>2</sub>O–CaO, Na<sub>2</sub>O–MgO, Na<sub>2</sub>O–TiO<sub>2</sub>;



Дендрограммы содержания химических элементов в почвах разных компонентов ландшафтно-геохимической структуры хребта Басеги: А – гумусовый горизонт, элювиально-гранзитный ландшафт; Б – гумусовый горизонт, трансаккумулятивный ландшафт; В – почвообразующая порода, элювиально-гранзитный ландшафт; Г – почвообразующая порода, трансаккумулятивный ландшафт.

CaO–TiO<sub>2</sub>, MgO–TiO<sub>2</sub>, MgO–SO<sub>3</sub>. Взаимосвязь фосфора с элементами является слабой (кроме кремния). Интересным является факт проявления взаимосвязи между собой оксидов P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, Cl, которые сохраняют тесноту связи их содержания в почвах независимо от экспозиций склонов. Такие геохимические различия в распределении химических элементов осложнены вертикальной зональностью горных ландшафтов, где степень обогащения почв элементами увеличивается с падением высоты над уровнем моря, что определяется ролью потоков вещества каскадной ландшафтно-геохимической системе гор ([Сивоконь, 2015](#)).

В гумусовом горизонте почв элювиально-гранзитного ландшафта обозначились кластеры по тесноте связи и сходства взаимодействия элементов, причем в состав кластеров с наиболее тесными связями входит по 2–3 элемента (рис. А). Например, MnO–Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–

$K_2O$ ;  $TiO_2$ – $P_2O_5$ ;  $Cr_2O_3$ – $Al_2O_3$ ;  $CaO$ – $MgO$ . Отдельный кластер образуют  $Si$ – $Na$  и  $Cl$ – $S$ . В гумусовом горизонте почв горно-лесного пояса четко обозначаются 3 кластера с теснотой связи менее 1 (рис. Б). Один из кластеров, объединяющий биогенные элементы ( $Cl$ ,  $S$ ,  $P$ ), имеет высокую степень близости элементов. В один кластер попали щелочноземельные элементы и  $Ti$  (с валентностью  $2+$  и  $4+$ ), в другой – элементы с валентностью  $3+$  и  $1+$ . Обособленно отдаленными оказались  $Na_2O$  и в некоторой степени кластер  $MnO$ – $Fe_2O_3$ , что согласуется с данными [Л.К. Главатских](#) (1971).

Рассматривая элементный состав почвообразующих пород, обозначаются иные, чем в гумусовых горизонтах почв, геохимические ассоциации элементов как в горно-лесном, так и в гольцово-подгольцовом поясе (рис. В, Г). В почвах, формирующихся на элювии пород в суровых условиях, обозначаются 3 кластера по тесноте связи менее 0.5:  $Fe$ – $K$ – $Mn$ – $Al$ ;  $Mg$ – $Ca$ – $Na$ ;  $P$ – $Cl$ – $S$ – $Ti$ . Обособленным из всех элементов оказался  $Si$ . В почвах под елово-пихтовой крупнопоротниковой растительностью формирование геохимической ситуации происходит под действием интенсивной латеральной миграции веществ, другой растительности, иного микроклимата, что, по-видимому, приводит к формированию тесных группировок  $P$ – $Ti$ – $K$ – $Na$ ;  $Fe$ – $Mg$ – $Ca$ . Кроме этого, выделяются два обособленных кластера:  $S$ – $Si$  и  $Mn$ – $Al$ , которые менее всего участвуют в формировании почвообразующих пород.

Таким образом, кластерный анализ методом Варда (по коэффициенту Пирсона) демонстрирует различные объединения химических элементов в зависимости от приуроченности почв к ландшафтной геохимической структуре хребта и генетического горизонта.

Для оценки различий в химическом составе природных компонентов составлены геохимические ряды распределения макроэлементов, серы и хлора. По коэффициенту концентрации ( $K_k > 1$ ) макроэлементы образуют следующий ряд:  $P_2O_5 > MgO > TiO_2 > Na_2O > K_2O > Fe_2O_3 > Al_2O_3$ , иногда  $SiO_2 > Cl > MnO$ . Таким образом, в химическом составе почв преобладают элементы первичных минералов, что указывает на процессы выветривания в почвах и их биологическое закрепление.

В почвах с интенсивным выветриванием аккумулируется  $Na$ ,  $Ti$ ,  $K$ ,  $Mg$ . В буроземах горно-лесного пояса и органо-

аккумулятивных почвах подгольцового пояса заметно накопление Fe в профиле почв, особенно в срединных и гумусовых горизонтах соответственно, что типично для буроземообразования. Аккумуляция Si наблюдается только в почвах на высоте более 700 м над ур. м (бурозем, глеезем, подбур). Содержание Ca, Cr, S в почвах очень низкое.

Геохимические коэффициенты позволяют оценить тренды распределения химических элементов в горных экосистемах, установить генезис почв и эволюцию ландшафтов в голоцене. Коэффициент накопления ( $R$ ) макроэлементов рассчитывался как среднее геометрическое отношений содержания каждого определенного элемента в исследованных образцах к их кларковому содержанию ([Виноградов, 1957](#)). Он является максимальным для транзитных ландшафтов почв с субальпийскими фациями (разр. 29, 28). В почвах, формирующихся на высоте выше 700 м над ур. м.,  $R$  меньше в 2–4 раза. Резкая геохимическая дифференциация вероятно связана с полихронностью склонов хребта Басеги, обусловленной воздействием экзогенных (склоновых) процессов в периоды похолодания и усиления интенсивности криогенных явлений ([Шоба и др., 2014](#)). Исследования эволюции почвенного покрова заповедника “Басеги” [Лузяниной](#) (2016) на основе определения радиоуглеродного возраста почв, изотопного анализа, полиморфных профилей щебнистости и гранулометрического состава почв, отношения C гк/С фк, величин магнитной восприимчивости подтвердили гипотезу о холодном климатическом эпизоде позднего голоцена (2500–1500 л. н.), когда ледники Урала, по мнению [Соломиной \(1999\)](#), вернулись к своим позднеплейстоценовым границам. В исследуемом районе оледенение не было покровным, скорее носило горно-долинный характер.

Модифицированный показатель соотношения кремнезема и полуторных оксидов ( $\text{SiO}_2 : (10\text{R}_2\text{O}_3)$ ) ([Родионова, 2012](#)) характеризует внутрипочвенное выветривание ( $K_{\text{вв}}$ ). В почвах – разр. 28, 29, 32 –  $K_{\text{вв}}$  является наименьшим. Молодость отложений почв межгорной седловины (разр. 28, 29, 32) обусловлена воздействием позднегоголоценовых оледенений, в то время как почвы верхних частей склонов оказались не затронуты или подверглись незначительному воздействию процессов, вызванных малым ледниковым периодом ([Лузянина, 2016](#)). Так,  $K_{\text{вв}}$  диагностирует максимальное

внутрипочвенное выветривание в глееземе, сухоторфяно-подбуре и буроземе на высоте более 700 м над ур. м.

Коэффициент элювирования ( $Kэ = SiO_2:(RO + R_2O)$ ) показывает, что максимально этот процесс выражен в глееземе (разр. 31). По значениям  $Kэ$  в гумусовом горизонте, исследуемые почвы объединили в 3 группы: 1)  $Kэ$  меньше 12 (разр. 27–29); 2)  $Kэ$  изменяется в пределах 12–20 единиц (буроземы горно-лесного пояса); 3)  $Kэ$  больше 20 (в почвах, формирующихся на высоте более 700 м, разр. 30, 31). Распределение  $Kэ$  по профилю почв может, как нарастать к породе (разр. 26, 29), так, и наоборот, убывать (разр. 18, 30, 31, 19, 27, 24). Для разрезов 15, 17, 28, 32 отмечается бимодальное распределение коэффициента, что отражает разные климатические флуктуации голоцена на Среднем Урале.

Коэффициент окисления ( $Kок = (Fe_2O_3 + MnO)/Al_2O_3$ ) почвенного материала показывает, насколько интенсивно происходит окисление Fe и Mn в профиле почв. Максимальное окисление элементов установлено в глееземе (разр. 31), так как  $Kок$  является минимальным, особенно, в гор. О, Г. Это указывает на наличие окислительного барьера, который, возможно, создается за счет промерзания и сезонного поверхностного переувлажнения. Невысокий  $Kок$  отмечается и в горизонтах, имеющих признаки оглеения (разр. 24, 27). В буроземах горно-лесного пояса окисление Fe и Mn происходит в меньшей степени. Так, показатель  $Kок$  в верхних горизонтах почв изменяется в пределах 0.30–0.43 единиц с незначительным варьированием по профилю. В почвах субальпийского пояса под высокотравной луговой растительностью отмечается наименьшее окисление почвенного материала в пределах всего профиля, что диагностирует развитие лугового процесса, максимально проявляющегося в данных почвах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определяющими факторами дифференциации содержания макроэлементов в почвах хребта Басеги являются литопетрографические условия, строение горной долины, климатические условия, ландшафтно-геохимическая структура и эволюция ландшафтов в голоцене.

Уровень концентрации элементов в ландшафтах увеличивается от элювиальных ландшафтов к трансаккумулятивным, что определя-

ется возрастающей ролью латерального распределения концентраций химических элементов в горных экосистемах. Это подтверждается рассчитанными коэффициентами накопления, а также приведенными результатами кластерного анализа, показывающими, что в почвах горно-лесного пояса больше Al, Fe, K, Ca, Mg, Mn по сравнению с гольцово-подгольцовым и субальпийским поясом.

Изменение климата в позднем голоцене оказало решающее влияние на формирование почвенного покрова горной части западного макросклона Среднего Урала. Рассчитанные коэффициенты  $R$  и  $K_{\text{вв}}$  подтвердили молодость отложений нижней части склонов (разр. 28, 29, 32, 17, 15), в то время как верхние части склонов (разр. 18, 31, 30) оказались не затронуты экзогенезом во время похолоданий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисова И.Г.* [Природные особенности горнотаежных ландшафтов Верхнего Приамурья](#) // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 126–136.
2. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 238 с.
3. *Владыченский А.С.* Особенности горного почвообразования. М.: Наука, 1998. 190 с.
4. *Владыченский А.С., Богомолов Е.Г., Абысова О.Н.* [Строение почвенного покрова высокогорий в горных системах суббореального и бореального поясов](#) // Почвоведение. 2004. № 12. С. 1519–1526.
5. *Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И.* и др. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих территорий. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.
6. Геология СССР. Т. XII. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1. М.: Недра, 1969. С. 124–132.
7. *Главатских Л.К.* Минералогический состав горно-таежных почв северного Урала // Тр. Пермского ГСХИ им. акад. Д.Н. Прянишникова. 1971. С. 35–42.
8. *Горчаковский П.Л.* Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. С. 13–67.
9. *Градусов Б.П.* Карта почвообразующих и подстилающих пород мира, ее генетико-географический анализ и закономерность почвообразования // Почвоведение. 2000. № 2. С. 180–195.
10. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. Функционально-экологический подход. М., 2000. 185 с.

11. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 270 с.
12. *Добровольский Г.В., Чернова О.В., Быкова Е.П., Матеева Н.П.* [Почвенный покров охраняемых территорий. Состояние, степень изученности, организация исследований](#) // Почвоведение. 2003. № 6. С. 645–654.
13. *Дымов А.А., Дубровский Ю.А., Габов Д.Н.* [Пирогенные изменения подзолов иллювиально-железистых \(средняя тайга, республика Коми\)](#) // Почвоведение. 2014. № 2. С. 144–154.
14. *Дымов А.А., Жангуров Е.В.* [Морфолого-генетические особенности почв Кряжа Енганэпэ \(Полярный Урал\)](#) // Почвоведение. 2011. № 5. С. 515–524.
15. *Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А.* [Характеристика почв и растительного покрова высотных поясов хребта Малды-Нырл \(Приполярный Урал\)](#) // Изв. Коми научного центра УрО РАН. 2012. Вып. 4 (12). С. 40–48.
16. *Замесова Е.Ю., Мушеникова Н.А., Сидорчук Е.А. и др.* Изучение структуры растительного и почвенного покрова заповедника “Басеги”: Науч. отчет по “Договору о научном сотрудничестве” между географическим факультетом МГУ и ГПЗ “Басеги”. М., 2003.
17. *Иванова Е.Н.* Горно-лесные почвы Среднего Урала // Тр. Почв. ин-та АН СССР. 1949. Т. 30. С. 57–142.
18. *Канисев Г.Н.* О горно-лесных примитивно-аккумулятивных почвах западного склона Среднего Урала // Вопросы почвоведения и агрохимии. Тр. Пермского СХИ. 1964. Т. 22. С. 175–188.
19. *Карпачевский Л.О.* Почвообразование в горах Сихотэ-Алиня. М.: ГЕОС, 2012. 138 с.
20. *Карпачевский М.Л., Шевченко Е.М.* Соотношение литогенных и ценогенетических факторов при формировании бурых лесных почв Среднего Урала // Почвоведение. 1997. №1. С. 22–30.
21. [Классификация и диагностика почв России](#). Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
22. Климат и гидрография заповедника “Басеги”. [Электронный ресурс]: официальный сайт заповедника “Басеги”. URL: <http://www.basegi.ru/ozapovednike/prirodnye-usloviya/klimat-i-gidrografiya> (дата обращения 06.02.2016)
23. *Копылов И.С.* Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского ун-та. 2011. Сер. Геология. Вып. 1 (10). С. 26.
24. *Кулькова Л.В.* Особенности почвообразования и некоторые результаты по почвенному картированию территории заповедника “Басеги” // Природа Басег: 30 лет охраны и научных исследований: Сб. статей, посвященный 30-летию заповедника “Басеги”. Тр. ГПЗ “Басеги”. 2012. Вып. 2. 230 с.

25. *Ларионова Е.А., Ворончихина Е.А.* Влияние техногенного загрязнения на заповедные территории Пермской области // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Мат-лы четвертой Российской биогеохимической школы. М.: Наука, 2003. С. 149–150.
26. *Летопись природы заповедника “Басеги”*. Гремячинск: Архив ГПЗ “Басеги”, 1992.
27. *Лузянина О.А.* [Эволюция почвенного покрова заповедника “Басеги” в голоцене \(западный макросклон Среднего Урала\)](#): Автореф. дис. ... к. б. н. М., 2016. 26 с.
28. *Младишх С.В.* Сводная геологическая карта бассейнов рек Косьвы, Усьвы, Вильвы, Вижая, Койвы и Иса масштаба 1:100000. Отчет Вильвинской Геологической партии за 1961–1965 гг. 1966. № 29811.
29. *Молчанов Э.Н.* [Формирование горно-луговых черноземовидных почв высокогорий](#) // Почвоведение. 2008. № 12. С. 1438–1452.
30. *Околелова А.А., Кожевникова В.П., Куницына И.А., Тарасов А.П.* [Оценка полиэлементной токсикации почв](#) // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. С. 296–300.
31. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К.* Химия почв. М.: Высш. шк., 2005. 558 с.
32. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* [Геохимия ландшафтов](#). М.: Астрей, 1999. 786 с.
33. [Полевой определитель почв](#). М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
34. [Почвы и почвенный покров Печоро-Ильчского заповедника \(Северный Урал\)](#) / Под ред. Дегтевой С.В. и Лаптевой Е.М. Сыктывкар. 2013. 328 с.
35. *Родионова М.Е.* [Особенности изменения валового химического состава лесостепных и степных почв в результате их агрогенных трансформаций](#) // Фундаментальные исследования. 2012. №3. С. 333–338.
36. *Самофалова И.А., Кулькова Л.В., Лузянина О.А., Лоскутова Н.М.* Природные условия и морфологическая характеристика горных почв на территории заповедника “Басеги” Пермского края // Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации. М.: Фонд “Инфосфера” НИА-Природа, 2012. С. 196–199.
37. *Самофалова И.А., Лузянина О.А.* [Горные почвы Среднего Урала \(на примере ГПЗ “Басеги”\)](#). Пермь, 2014а. 154 с.
38. *Самофалова И.А., Лузянина О.А.* [Почвы заповедника “Басеги” и их классификация](#) // Пермский аграрный вестник. 2014б. № 1 (5). С. 50–60.
39. *Самофалова И.А., Лузянина О.А., Кондратьева М.А., Мамонтова Н.В.* [Элементный состав почв в ненарушенных экосистемах на Среднем Урале](#) // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. 2014. № 5 (115). С. 67–74.
40. *Самофалова И.А., Рогова О.Б., Лузянина О.А.* [Использование группового состава соединений железа для диагностики горных почв Среднего Урала](#) // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2015. № 79. С. 111–136.

41. Семиколенных А.А., Бовкунов А.Д., Алейников А.А. [Почвы и почвенный покров таежного пояса Северного Урала \(верховья реки Печора\)](#) // Почвоведение. 2013. № 8. С. 911–923.
42. Сивоконь Ю.В. Геохимические особенности и межкомпонентные связи горных ландшафтов Западного и Центрального Кавказа: Дис. ... к. геогр. н. Ставрополь, 2015. 145 с.
43. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. [Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе](#). Тула: Гриф и К, 2012. 124 с.
44. Соломина О.Н. Горное оледенение Северной Евразии в голоцене. – М.: Научный мир, 1999. 272 с.
45. Титова А.А., Горячкин С.В. Почвы горных лугово-лесных экотонov Северного Урала // Тр. Печоро-Илычского заповедника. 2010. Вып. 16. С. 195–201.
46. Урушадзе Т.Ф. О некоторых аспектах почвообразования в горных регионах // Почвоведение. 1979. № 1. С. 131–143.
47. Ушков Б.К., Тетерин И.П., Суслов С.Б. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Среднеуральская: лист 0–40–XI и объяснительная записка к ней. Свердловск, 1989.
48. Фирсова В.П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. М.: Наука, 1977.
49. Шоба С.А., Ковалева Н.О., Самофалова И.А., Лузянина О.А. Особенности пространственной дифференциации почв заповедника “Басеги” (Средний Урал) // Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. 2014. Т. 14. С. 5–17.
50. Samofalova I., Luzyanina O., Maulina E., Kulkova L. Featuressoilmountain-taiga zone the middle urals // Igdır University J. of the Institute of Science and Technology. 2 (2EK: A). 2012. P. 93–100.
51. Sandler A., Teutsch N., Avigab D. [Sub-Cambrian pedogenesis recorded in weathering profiles of the Arabian-Nubian Shield](#) // Sedimentology. 2012. V. 59. P. 1305–1320.

## THE GEOCHEMICAL SPECIFICITIES OF DISTRIBUTION OF MACROELEMENTS WITHIN THE SOILS OF UNDISTURBED LANDSCAPES OF MIDDLE URAL (ON THE EXAMPLE OF “BASEGI” PRESERVE)

I. A. Samofalova<sup>1</sup>, O. B. Rogova<sup>2</sup>,  
O. A. Luzyanina<sup>1</sup>, A. T. Savicthev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Perm State Agricultural Academy,  
Russia, 614990 Perm, Petropavlovskaya St., 23

e-mail: [samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)

<sup>2</sup>V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,

*Russia, 119017 Moscow, Pyzhevskii 7, bld.2*

*e-mail: [olga\\_rogova@inbox.ru](mailto:olga_rogova@inbox.ru)*

<sup>3</sup>*Moscow Lomonosov University, 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory*

The geochemical specificities of mountainous soils of Middle Ural on the example of Basegi Ridge were considered in this work. We calculated and analyzed geochemical coefficients of accumulation, subsurface weathering, eluviation and oxidation. It is shown that soil forming processes on Severniy Basegi Mountain don't lead to the clear differentiation of the profile according to the content of one or another microelements. The level of concentrations of elements in landscapes was increased from elluvial to transaccumulative. This was determined by the increasing role of lateral distribution of concentration of chemical elements in mountainous ecosystems. This is confirmed by the calculated accumulation coefficients and also by the results of cluster analysis. It shows that there are higher concentrations of Al, Fe, K, Ca, Mg, Mn in the soils of forest-mountainous belt, comparing to soils of goltsy altitudinal belt and subgoltsy altitudinal belt, and comparing to alpine belt. The analysis of the original data and literature sources confirmed that the climate change in the end of late Holocene affected dramatically on the climate change of mountainous part of western macroslope of Middle Ural.

*Key words:* elements, bulk composition, geochemical coefficients, preserve, mountainous soils, undisturbed landscapes.