



УДК 631.42:[502.521:502.13](470.53)

**И.А. Самофалова, О.А. Лузянина,  
М.А. Кондратьева, Н.В. Мамонтова**  
I.A. Samofalova, O.A. Luzaynina,  
M.A. Kondratyeva, N.V. Mamontova

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ В НЕНАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

### ELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS IN UNDISTURBED ECOSYSTEMS IN THE MIDDLE URALS

**Ключевые слова:** химический состав почв, оксиды, энтропия, эталон почв, горные почвы, заповедник, дифференциация, почвообразовательные процессы, почвенный профиль, многокомпонентная система.

В последние годы по мере разрушения природной среды на огромных территориях заповедники постепенно превращаются в полуизолированные участки природы разной степени сохранности. В таких условиях ООПТ являются гарантом сохранения эталонных качеств экосистем и протекающих в них процессов. Для определения степени антропогенного воздействия на природную среду необходимо знать фоновое содержание в почве элементов, имеющих и естественное, и техногенное происхождение. Цель исследований – в контексте создания Кадастра качества почв ООПТ дать оценку элементного состава эталонов почв ненарушенных экосистем на территории заповедника «Басеги». Данные валового состава показывают, что процесс почвообразования на г. Северный Басег не приводят к отчетливой дифференциации профиля. Сравнение Кларка элементов в литосфере с содержанием их в горизонтах горных почв на Северном Басеге показало, что превышение кларковых значений не имеет техногенной природы. В почвах отмечается повышенное содержание Ti, S, P, Si, Fe, что является особенностью почв. Определена энтропия химического состава почв. В буроземах значения энтропии несколько ниже, что связано с большей дифференциацией оксидов под елово-пихтовыми крупнотрав-

ными лесами. В почвах, развивающихся в более суровых условиях, энтропия понижается ( $S = 1,36-1,37$ ). Варьирование энтропии по профилю незначительно. В элювоземе значения энтропии  $< 1,0$ . Установлена высокая зависимость энтропии от  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$  и отрицательная – с  $SiO_2$ . Энтропия химического состава горных почв ниже энтропии литосферы. Результаты исследований могут стать основой для создания Экологического паспорта и Кадастра качества эталонов почв ненарушенных экосистем заповедника «Басеги».

**Keywords:** chemical composition of soils, oxides, entropy, standard reference soils, mountain soils, nature reserve, differentiation, soil formation processes, soil profile, multi-component system.

In the recent years as the result of the natural environment destruction on vast territories, the nature reserves have gradually transformed into semi-isolated areas of nature with varying degrees of preservation. Under such circumstances, the protected areas ensure the standard reference quality of the ecosystem and the processes occurring there. To determine the extent of anthropogenic impact on the environment, the background content of the elements in the soil of natural and anthropogenic origin should be known. The research goal is the compilation of Soil Quality Cadaster of the protected areas, and the evaluation of the elemental composition of the standard reference soils of the undisturbed ecosystems in the Nature Reserve "Basegi."

**Самофалова Ираида Алексеевна**, к.с.-х.н., доцент, каф. почвоведения, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: 964-197-42-19. E-mail: samofalovairaida@mail.ru.

**Лузянина Оксана Антоновна**, магистр, соискатель, фак-т почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Тел.: 903-271-83-00. E-mail: luzoksana@mail.ru.

**Кондратьева Мария Александровна**, к.г.н., доцент, каф. почвоведения, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: 905-860-57-61. E-mail: mashakondrateva03@gmail.com.

**Samofalova Iraida Alekseyevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science, Perm State Agricultural Academy. Ph.: 964-197-42-19. E-mail: samofalovairaida@mail.ru.

**Luzyanina Oksana Antonovna**, M., Degree Applicant, Soil Science Faculty, Lomonosov Moscow State University. Ph.: 903-271-83-00. E-mail: luzoksana@mail.ru.

**Kondratyeva Mariya Aleksandrovna**, Cand. Geo. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science, Perm State Agricultural Academy. Ph.: 905-860-57-61. E-mail: mashakondrateva03@gmail.com.

**Мамонтова Наталья Владимировна**, магистр, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: 904-845-77-84. E-mail: almamater2009@yandex.ru.

**Mamontova Natalya Vladimirovna**, M., Perm State Agricultural Academy. Ph.: 904-845-77-84. E-mail: almamater2009@yandex.ru.

### Введение

Глобальная антропогенная трансформация природных экосистем сопровождается негативными воздействиями. Освоение минеральных ресурсов стало одним из ведущих факторов развития Пермского региона, что способствовало возникновению предприятий горно-промышленного профиля, которые значительно влияют на экологическую обстановку. Длительные техногенные нагрузки, вызванные разведкой, добычей и переработкой минеральных ресурсов, привели к существенной техногенной трансформации природных экосистем на значительной территории Пермского края, а в отдельных горно-добывающих районах – к коренному преобразованию геологической среды в природно-техногенную систему, которая по своим масштабам оказывает воздействие на все элементы окружающей среды и экологическую обстановку в целом.

Заповедные территории сохраняют средообразующие функции природы и биоразнообразия экосистем. Кроме того, сохранность самих ООПТ зависит от состояния и охраны окружающей среды как на сопредельных, так и на достаточно удаленных территориях. ООПТ могут компенсировать неблагоприятные антропогенные воздействия, так как природа способна к самовосстановлению.

В последние годы по мере разрушения природной среды на огромных территориях заповедники постепенно превращаются в полуизолированные участки природы разной степени сохранности. В таких условиях ООПТ являются гарантом сохранения эталонных качеств экосистем и протекающих в них процессов.

Для реализации программы по охране окружающей среды и рациональному природопользованию необходима подготовка Кадастров качества почв, которые должны включать в себя территориальную и ресурсную составляющие. В рамках территориального аспекта должен быть представлен экологический паспорт в виде карт состояния почв [1, 2]. В ресурсном аспекте это основа для принятия решений, способствующих рациональному использованию и охране биологических ресурсов.

Для определения степени антропогенного воздействия на природную среду необходимо знать фоновые содержания в почве элементов, имеющих и естественное, и техногенное происхождение [3].

Под защитой почв подразумевается в первую очередь охрана их от эрозии и загрязне-

ния используемых в сельском хозяйстве земель, забывая о биосферной роли почвенного покрова. С целью поддержания круговорота вещества и энергии в биосфере необходимо сохранение почв, особенно целинных и слабо измененных человеком [4].

В последнее время основным направлением в биологии и экологии является проблема сохранения генетического биоразнообразия [2], которая непосредственно связана с сохранением разнообразия целинных почв. Сохранение биоразнообразия организмов невозможно, если не сберегается основная экологическая ниша организмов суши – почва и природное разнообразие естественных почв [5, 6]. Основой разнообразия экологических ниш жизни растений и почвенных организмов является вариабельность свойств почв, которая формируется в результате эволюции и динамики почвенного покрова [7-9]. Характеристикой разнообразия является статистическая энтропия, которая служит мерой информации объекта в количественном отношении.

Для количественной оценки антропогенных нарушений в почвах необходимо иметь точки отсчета (эталонные). Такими эталонами должны служить показатели состояния заповедных экосистем и целинных почв, так как любая почва в ненарушенном состоянии справляется со своими биосферными функциями, сохраняя в целом гомеостаз природной системы.

**Цель исследований** – в контексте создания Кадастра качества почв ООПТ дать оценку элементного состава эталонных почв ненарушенных экосистем на территории заповедника «Басеги».

### Объекты и методы исследований

Горный хребет Басеги, вытянутый в меридиональном направлении, находится (между 58°50' и 60°00' с.ш.) на западных отрогах Уральских гор в восточной части Пермского края. Хребет представляет собой систему горных цепей, имеющих хорошо выраженные вершины: Северный Басег (951,9 м), Средний Басег (994,7 м), Южный Басег (851 м). Самая низкая точка в заповеднике находится в районе устья р. Коростелевки (314 м). Горная полоса Урала, к которой относится территория заповедника, сложена кристаллическими сланцами и кварцитами верхнего протерозоя [10]. Территория относится к области грядово-останцового низкогорья Среднего Урала [11]. Климат холодный и влажный с проявлением континентальности. По зональному распределению растительно-

го покрова территория находится в подзоне средней тайги бореально-лесной зоны с уникальным сочетанием элементов европейской и сибирской бореальных флор.

Территория заповедника удалена от промышленных центров. В радиусе 42-73 км западнее хребта расположены Кизеловско-Губахинский и Лысьвенско-Чусовской промышленные узлы с развитой горнодобывающей, химической и металлургической промышленностью, которые являются источниками техногенного загрязнения, а так как преобладающее направление ветра западное, юго-западное, то возможен аэральный перенос загрязнителей на заповедную территорию.

Исследования проводились в 2009-2012 гг. на основе рекогносцировочного обследования с высоты 950 м (гольцовый пояс) до 315 м (горно-лесной пояс) на горе Северный Басег. Использовали классификацию почв России [12]. Валовое содержание элементов определено в 12 разрезах методом РФА на приборе «РеСпект» с атомно-абсорбционным окончанием в лаборатории физико-химии почв в Почвенном институте им. В.В. Докучаева. Расчет энтропии (S) химического состава проводили по формуле [13]:

$$S = - \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i}{G} \right) \log_2 \left( \frac{x_i}{G} \right),$$

где  $x_i$  – содержание  $i$  оксида;  
 $G$  – сумма всех оксидов, %;  
 $N$  – число оксидов.

Статистическая обработка проведена в программе «Анализ данных» в Microsoft Excel и программе STATISTICA 6,0.

### Результаты и обсуждение

Выявлены пространственная неоднородность почвенного покрова и разнообразие почв. Исследования показали, что территория заповедника уникальна в отношении почв. Почвы исследуемой территории относятся к пяти отделам постлитогенного почвообразования: альфегумусовые (разрез 18), элювиальные (разрез 31), структурно-метаморфические (разрезы 15, 17, 19, 26, 27, 30, 32), органо-аккумулятивные (разрезы 28, 29), глеевые (разрез 24). В пределах отделов проведена диагностика типов и подтипов по наличию в профиле диагностических генетических признаков, результаты которых были опубликованы ранее [14-18].

Определение валового состава позволяет выявить особенности горных почв по содержанию и распределению оксидов по профилю. Данные валового состава показывают, что процессы почвообразования на г. Северный Басег не приводят к отчетливой дифференциации профиля. Молекулярные отношения  $SiO_2/R_2O_3$  более 2,5 (сиаллитная кора вы-

ветривания), что характерно для умеренных широт, где в значительной степени может преобладать миграция соединений Al и Fe при относительной стабильности Si [19]. Кроме того, отношение  $SiO_2/R_2O_3$  более 4, что указывает на преобладание минералов группы монтмориллонита.

Для определения степени выноса и накопления оксидов рассчитан коэффициент элювиально-иллювиальной дифференциации. В почвах наблюдается накопление алюминия в сравнении с породой. Для оксида железа также характерно накопление, но в разрезе 31 заметен вынос. В целом, для  $R_2O_3$  характерно достаточно равномерное распределение, кроме разрезов 31 (элювозем) и 24 (глеезем), где заметна убыль компонента.

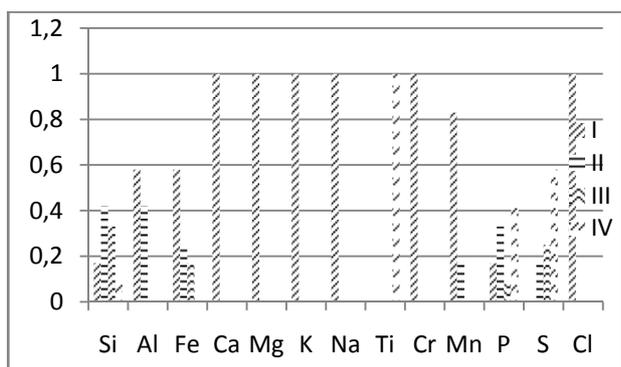
Степень контрастности по содержанию  $SiO_2$  очень низкая, т.е. оксид распределен достаточно равномерно, кроме разрезов 19 и 17 (буроземы темногумусовые). Содержание  $R_2O_3$  характеризуются выраженной контрастностью горизонтов профиля, особенно в тех разрезах, где наблюдается вынос. Для оксидов натрия, магния, фосфора, серы, калия, кальция, титана, хрома, марганца характерна резкая контрастность их содержания по профилю с максимумом в верхней части, особенно для марганца, фосфора, магния и серы.

Типы распределения различных элементов в почвах неодинаковы в зависимости от роли в почвообразовании. Так, распределение  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  по профилю ближе к элювиально-иллювиальному типу. Для CaO отмечается аккумулятивно-элювиально-иллювиальное распределение, которое характеризуется поверхностной аккумуляцией. Для MgO в основном характерны прогрессивно-элювиальный и элювиально-иллювиальный типы распределения в профиле почв. Распределение  $TiO_2$  в почвах недифференцированное. Для оксида фосфора и серы отмечается регрессивно- или равномерно-аккумулятивное распределение.

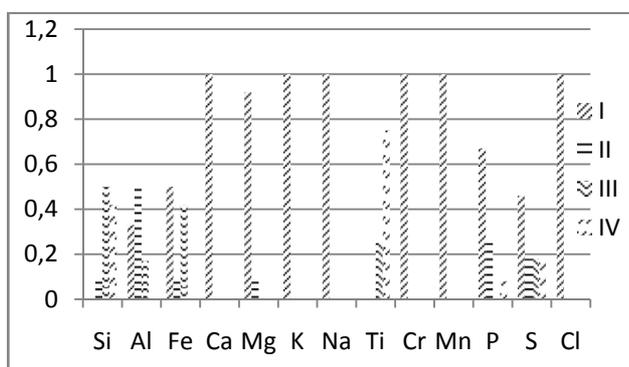
Исходя из результатов валового состава почв, выделены четыре группы элементов в сравнении с их содержанием в земной коре и определена частота встречаемости элемента в той или иной группе в гумусовых горизонтах и в почво-элювии, залегающем на плотных породах (рис. 1).

В гумусовых горизонтах почв в I группу попали почти все элементы, кроме серы и титана. Причем, Na, Mg, Cl, K, Ca, Cr встречаются только в этой группе (частота встречаемости 1,00). Во II группу по частоте встречаемости входят Al (0,42), Si (0,42), (0,33), Fe (0,25), S (0,17), Mn (0,17). В III группу, с превышением кларковых значений, попали Si (0,33), S (0,25), Fe (0,17), P (0,08). К элементам, значительно превы-

шающим среднее значение кларка в гумусовых горизонтах, отнесены Ti (1,00), S (0,58), P (0,42), Si (0,08).



а) в гумусовом горизонте



б) в почво-элювии

Рис. 1. Частота встречаемости химических элементов в изучаемых объектах по сравнению со средним содержанием в земной коре:

- группы: I – значительно ниже кларка;  
 II – околочларковое содержание;  
 III – выше кларка;  
 IV – в несколько раз выше кларка

В почво-элювии (или рыхлой коре выветривания) почти все элементы отнесены в I группу (кроме Si, Ti). Во второй группе встречаются Al, P, S, Si, Fe, Mg. Элементы, превышающие кларковые значения: в III группе – Si, Fe, Ti, S, Al; IV группе – Ti, Si, S, P.

Таким образом, сопоставив содержание элементов в верхних и нижних горизонтах горных почв по частоте встречаемости, можно заключить, что особенностью данных почв является высокое содержание титана, кремния, серы, фосфора, а также алюминия и железа в пределах всего профиля. Повышенное содержание этих элементов не имеет техногенной природы.

Валовой химический состав представляет собой многокомпонентную систему, которую можно охарактеризовать с помощью энтропии S. Энтропия близка к нулю при максимально неравномерном распределении компонентов в системе и максимальна при полностью равномерном их распределении в системе. Энтропия в отношении химического

состава почв характеризует меру дифференциации химических элементов или оксидов. В работе Ю.Н. Водяницкого приводятся минимально и максимально возможные величины энтропии для химических составов [13]. Так, для среднего химического состава литосферы с 8 оксидами  $S = 1,93$ , а для среднего состава почв  $S = 1,36$ , т.е. элементы в почвах более дифференцированы, чем в литосфере.

Анализ S в горных почв показал, что встречаются два типа профиля. В одних случаях дифференциация оксидов в гумусированных горизонтах почв выражена сильнее, чем в породе (рис. 2). В других случаях развивается так называемый «аномальный профиль», с высокими значениями S в верхних горизонтах. Степень контрастности профиля по S оценивали величиной коэффициента вариации.

Максимальные значения энтропии в верхних горизонтах и по всему профилю ( $S = 1,66-1,73$ ) отмечаются в почвах под субальпийскими лугами (органо-аккумулятивные почвы, разрезы 29, 28), что является выше среднего для почв (1,36-1,40). Данные значения указывают на слабую дифференциацию оксидов в почвах под луговым разнотравьем и возможное преобладание процессов почвообразования над выветриванием. Степень варьирования признака является незначительной ( $V = 1,0-1,9\%$ ).

В буроземах значения энтропии несколько ниже, что связано с большей дифференциацией оксидов под елово-пихтовыми крупнотравными лесами (разрезы 15, 17, 19, 26, 27). Причем, стоит отметить, что в буроземах на склоне западной экспозиции энтропия в почвах выше (1,54-1,65), чем в буроземах на склоне восточной экспозиции (1,32-1,47). Таким образом, можно говорить о большей дифференциации химического состава почв на склонах восточной экспозиции. Степень варьирования признака является незначительной, но в то же время различной для склонов западной (2,3-2,8%) и восточной (4,3%) экспозиции.

В почвах, развивающихся в более суровых условиях (на высоте 600-955 м н.у.м.), энтропия понижается. В альфегумусовой почве (сухоторфяно-подбур, разрез 18)  $S = 1,36-1,37$ , варьирование по профилю незначительно.

В элювоземе (разрез 31) значения энтропии  $< 1,0$  и только в почво-элювии составляет 1,09. В профиле максимально выражена дифференциация химического состава, и соотношения элементов являются контрастными. Коэффициент варьирования признака по профилю только в этих почвах максимальный и соответствует 14,1% (небольшое варьирование признака).

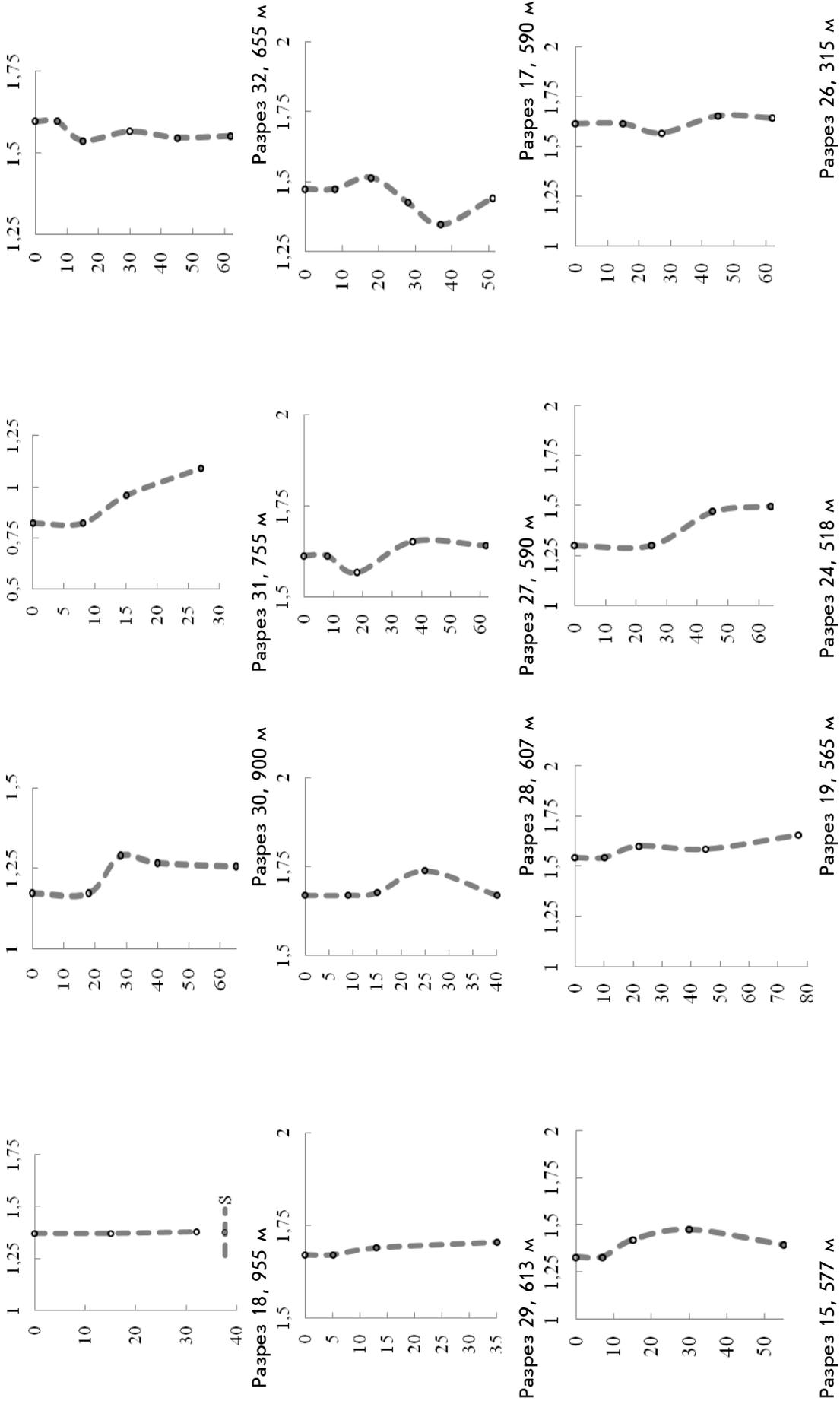


Рис. 2. Профильное распределение оксидов и энтропии в почвах

Таблица 1

*Коэффициенты корреляции энтропии с оксидами химического состава горных почв по высотным поясам*

Пояс, высота, м	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	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1-3, 315-955	-0,716	0,652	0,875	0,793	0,029	0,604	0,747	0,499	0,640	0,436
1,2, 955-600	-0,942	0,898	0,942	0,949	-0,353	0,588	0,783	0,620	0,828	0,761
3, 600-300	-0,378	0,098	0,673	0,378	0,488	0,624	0,603	0,648	0,325	0,363

Примечание. 1 – гольцовый пояс; 2 – подгольцовый пояс; 3 – горно-лесной пояс.

Таблица 2

*Коэффициенты корреляции энтропии с оксидами по отделам (типам) почв*

Отдел почв	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	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1
2	-0,594	0,999	0,970	0,974	-0,468	-0,298	-0,605	0,931	0,863	-0,387
3	-0,359	0,416	0,719	0,524	0,388	0,460	0,533	0,556	0,456	0,164
4	0,383	0,662	0,638	0,496	0,851	-0,377	0,479	0,541	0,117	-0,085
5	-0,930	0,994	0,988	0,944	-0,653	0,651	0,997	-0,954	0,838	-0,670

Примечание: 1 – альфегумусовые (сухоторфяно-подбур); 2 – элювиальные (элювозем); 3 – структурно-метаморфические (буроземы); 4 – органо-аккумулятивные (темно- и серогумусовые); 5 – глеевые (глеезем).

По изменению энтропии по профилю почвы можно диагностировать почвообразовательные процессы. Так, в горизонтах с признаками оглеения отмечается возрастание S (в глееземе, р. 24). В горизонтах, где отмечается некоторое элювиирование, S падает, так как удаляются неустойчивые соединения, а накапливаются устойчивые. В иллювиальных горизонтах соотношения химических элементов выравниваются, что приводит к возрастанию энтропии. Таким образом, с помощью S можно оценить степень дифференциации химического состава в почвенном профиле.

Изменение энтропии по профилю почв с изменением оксидов оценивали по парным коэффициентам корреляции со всеми оксидами химического состава по высотнорастительным поясам и по типам почв.

Зависимость энтропии от содержания оксидов проявляется по-разному в высотных поясах. Так, в почвах горно-лесного пояса средняя связь установлена между энтропией и содержанием оксидов Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, то есть степень дифференциации почвенного профиля по химическому составу зависит от распределения этих оксидов в профиле. С остальными оксидами связь менее 0,5, а с Al зависимость отсутствует (табл. 1).

Между энтропией и содержанием оксидов установлена высокая (более 0,7 с K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и средняя зависимости (TiO<sub>2</sub>, CaO) в подгольцовом и гольцовом поясах. Таким образом, в других экологических условиях (на высоте 600-955 м н.у.м.) большее количество элементов участ-

вует в дифференциации химического состава почв.

В целом, анализируя зависимость между S и содержанием оксидов независимо от высоты местности, отмечается высокая зависимость энтропии от Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO и отрицательная – с SiO<sub>2</sub>. Вероятно, высвобождение и распределение этих оксидов являются признаком буроземообразования, в результате которого происходит разрушение первичных минералов с образованием вторичных глинистых минералов.

Существенным признаком подзолообразования является высокая связь между энтропией и содержанием SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [13]. В исследуемых почвах Среднего Урала такая зависимость не проявляется.

Оценка степени дифференциации почв по химическому составу проведена и по типам почв, выделенных на Северном Басеге (табл. 2). Так, в альфегумусовых почвах сильная корреляция между энтропией и содержанием всех определяемых оксидов. В элювиальных почвах (элювозем) степень дифференциации профиля по химическому составу более всего зависит от Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, MnO.

В структурно-метаморфических почвах дифференциация профиля обусловлена распределением Fe, который участвует в буроземообразовании. В органо-аккумулятивных почвах очень сильно энтропия связана с распределением Na<sub>2</sub>O (0,85) и средне (более 0,5) – с содержанием полторных оксидов (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). В глеевых почвах энтропия зависит от распределения по профилю сле-

дующих оксидов: MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, MnO.

### Заключение

При проведении мониторинга данные валового содержания макроэлементов являются не менее информативными, чем другие показатели. Сравнение кларка элементов в литосфере с содержанием их в горизонтах горных почв на Северном Басеге показало, что превышение кларковых значений не имеет техногенной природы. В почвах отмечается повышенное содержание Ti, S, P, Si, Fe, что является особенностью почв.

Оценка элементного состава эталонов почв ненарушенных экосистем на территории заповедника «Басеги» показала наличие корреляционных связей между энтропией и содержанием оксидов, в большей степени проявляющихся с содержанием оксида железа и оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, а также титана и марганца.

Обнаружена однородность состава горизонтов в пределах профиля почв (незначительное варьирование энтропии), что говорит об отсутствии процессов оподзоливания. Степень изменения энтропии в пределах профиля позволяет диагностировать процессы гумусонакопления, элювиирования, иллювиирования, глееобразования, буроземообразования. В целом, энтропия химического состава горных почв ниже энтропии литосферы, что указывает на проявление горизонтообразующих и профилеобразующих процессов почвообразования.

Результаты исследований могут стать основой для создания Экологического паспорта и Кадастра качества эталонов почв ненарушенных экосистем заповедника «Басеги».

### Библиографический список

1. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов. Принципы составления. – М.: Молодая гвардия, 1994. – 57 с.
2. Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа / под ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилёва. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – 480 с.
3. Чернова О.В., Бекецкая О.В. Экологическое нормирование: фоновые концентрации микроэлементов в почвах различного гранулометрического состава // Роль почв в биосфере: тр. ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова / под ред. Г.В. Добровольского и Г.С. Куста. – М.: МАКС Пресс, 2007. – Вып. 8. – С. 113-125.
4. Добровольский Г.В., Чернова О.В., Быкова Е.П., Матехина Н.П. Почвенный покров охраняемых территорий. Состояние, степень изученности, организация исследований // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 645-654.

5. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М.: Наука, 1990. – 270 с.

6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. Функционально-экологический подход. – М.: Наука МАИК; Наука Интерпериодика, 2000. – 185 с.

7. Михеева И.В. Вероятностно-статистические модели свойств почв. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 200 с.

8. Михеева И.В. Вероятностно-статистическая оценка устойчивости и изменчивости природных объектов при современных процессах (на примере каштановых почв Кулундинской степи) / Рос. акад. наук, Сиб отд-ние, ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 103 с.

9. Михеева И.В. Вероятностно-статистическое моделирование почвенных свойств и процессов: результаты и перспективы // Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Петрозаводск – Москва, 13-18 августа 2012 г.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – Кн. 1. – С. 168-169.

10. Софроницкий П.А. Геологический очерк // Труды пятого совещания по химической географии вод и гидрогеохимии Пермской области. ПГУ, Пермский отдел географического общества Союза ССР, Институт карстоведения и спелеологии. – Пермь, 1967. – Вып. 4 (5). – С. 26-41.

11. Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И. и др. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих территорий: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 343 с.

12. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

13. Водяницкий Ю.Н. Энтропия как обобщающая характеристика валового химического состава почв // Почвоведение. – 1986. – №11. – С. 105-110.

14. Samofalova I., Luzyanina O., Maulina E., Kulkova L. Features soil mountain-taiga zone the middle urals // Igdur university jurnal of the institute of science and technology. 2(2EK: A): 2012. – P. 93-100.

15. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Почвы заповедника «Басеги» и их классификация // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1 (5). – С. 50-60.

16. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Пространственная неоднородность почв на западном склоне Среднего Урала // Сборник научных трудов SWorld. Вып. 3. Т. 51. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. – ЦИТ: 313-1063. – С. 35-39.

17. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Эколого-генетическая характеристика почв горно-лесного пояса на Среднем Урале // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3(4). – С. 1426-1431.

18. Самофалова И.А., Лузянина О.А., Соколова Н.В. Морфолого-генетические особенности почв в субальпийском поясе (Средний Урал) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 1 (60). – Ч. I. – С. 24-28.

19. Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Химия почв. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.

### References

1. Kompleksnyi territorial'nyi kadastr prirodnykh resursov. Printsipy sostavleniya. – М., 1994.

2. Prirodnoe nasledie Urala. Razrabotka kontseptsii regional'nogo atlasa / pod red. chl.-korr. RAN A.A. Chibileva. – Ekaterinburg: RIO UrO RAN, 2012. – 480 s.

3. Chernova O.V., Beketskaya O.V. Ekologicheskoe normirovanie: fonovye kontsentratsii mikroelementov v pochvakh razlichnogo granulometricheskogo sostava // Rol' pochv v biosfere: Tr. In-ta ekologicheskogo pochvovedeniya MGU imeni M.V. Lomonosova / pod red. G.V. Dobrovolskogo i G.S. Kusta. Vyp. 8. – М.: MAKS Press, 2007. – С. 113-125.

4. Dobrovolskii G.V., Chernova O.V., Bykova E.P., Matekhina N.P. Pochvennyi pokrov okhranyaemykh territorii. Sostoyanie, stepen' izuchennosti, organizatsiya issledovaniy // Pochvovedenie. – 2003. – № 6.

5. Dobrovolskii G.V., Nikitin E.D. Funktsii pochv v biosfere i ekosistemakh. – М.: Nauka, 1990. – 270 s.

6. Dobrovolskii G.V., Nikitin E.D. Sokhranenie pochv kak nezamenimogo komponenta biosfery. Funktsional'no-ekologicheskii podkhod. – М.: Nauka MAIK Nauka Interperiodika, 2000. – 185 s.

7. Mikheeva I.V. Veroyatnostno-statisticheskie modeli svoystv pochv. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. – 200 s.

8. Mikheeva I.V. Veroyatnostno-statisticheskaya otsenka ustoichivosti i izmenchivosti prirodnykh ob"ektov pri sovremennykh protsessakh (na primere kashtanovykh pochv Kulundinskoj stepi) / Ros. akad. nauk, Sib otd-nie, In-t pochvovedeniya i agrokhimii. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. – 103 s.

9. Mikheeva I.V. Veroyatnostno-statisticheskoe modelirovanie pochvennykh svoystv i protsessov: rezul'taty i perspektivy // Mater. dokladov VI s"ezda Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva (Petrozavodsk – Moskva, 13-18 avgusta 2012 g.). – Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAN, 2012. – Kn.1. – S. 168-169.

10. Sofronitskii P.A. Geologicheskii ocherk // Trudy pyatogo soveshchaniya po khimicheskoi geografii vod i gidrogeokhimii Permskoi oblasti. PGU, Permskii otdel geograficheskogo obshchestva Soyuza SSR, Institut karstovedeniya i speleologii. Vyp. 4 (5). – Perm', 1967. – S. 26-41.

11. Voskresenskii S.S., Leont'ev O.K., Spiridonov A.I. i dr. Geomorfologicheskoe raionirovanie SSSR i privileyushchikh territorii: ucheb. posobie. – М.: Vysshaya shkola, 1980. – 343 s.

12. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.

13. Vodyanitskii Yu.N. Entropiya kak obobshchayushchaya kharakteristika valovogo khimicheskogo sostava pochv // Pochvovedenie. – 1986. – № 11. – С. 105-110.

14. Samofalova I., Luzyanina O., Maulina E., Kulkova L. Features soil mountain-taiga zone the middle urals // Igdur university jurnal of the institute of science and technology. 2(2EK: A): 2012. – P. 93-100.

15. Samofalova I., Luzyanina O. Pochvy zapovednika "Basegi" I ikh klassifikatsiya // Permskiy agrarniy vestnik. – 2014. – №1 (5). – С. 50-60

16. Samofalova I., Luzyanina O. Prostranstvennaya neodnorodnost' pochv na zapadnom sklone Srednego Urala // Sbornik nauchnykh trudov SWorld. Vyp. 3. T. 51. – Odessa: Kuprienko S., 2013. – ZIT: 313-1063. – С. 35-39.

17. Samofalova I., Luzyanina O. Ekologogeneticheskaya kharakteristika pochv gornollesnogo poyasa na Srednem Urale // Izvestiya Samarskogo nauchnogo zentra Rossiiskoi akademii nauk. – 2013. – Т. 15. – № 3 (4). – С. 1426-1431

18. Samofalova I., Luzyanina O., Sokolova N. Morfologo-geneticheskie osobennosti pochv v subal'piiskom poyase (Srednii Ural) // Aktual'nye problem gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2014. – № 1 (60). – Ч. 1. – С. 24-28.

19. Orlov D.S., Sadovnikova L.K. Khimiya pochv. – М.: Vyssh. shk., 2005. – 558 с.

