

тать в различных экологических условиях. В условиях Улаганского района *Tanacetum vulgare* L. предпочитает хорошо освещенные места с умеренно увлажненной почвой или соседство с небольшими кустарниками, опушки леса, в частности лиственничного.

Библиографический список

1. Флора Сибири – Т. 13: *Asteraceae* (*Compositae*). – Новосибирск: Наука, 1997. – 470 с.
2. Растительные ресурсы СССР. Семейство *Asteraceae*. – СПб.: Наука, 1993. – 349 с.
3. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – 428 с.
4. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). – М.: Наука, 1973. – 283 с.
5. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2015 году. – Горно-Алтайск, 2016. – 123 с.
6. Алехин В.В. Фитосоциология (учение о растительных сообществах) и её последние успехи у нас и на Западе // Методика геоботанических исследований: сб. ст. – Л.; М.: Пучнина, 1925. – С. 7-75.
7. Ярошенко П.Д. Геоботаника. – М.; Л., 1969. – 200 с.
8. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. ботанического ин-та АН

СССР. – Сер. 3. Геоботаника, 1950. – Вып. 6. – С. 74-79.

9. Жукова Л.А. Динамика ценопопуляций луговых растений: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 1987. – 32 с.

References

1. Flora Sibiri – Т. 13: *Asteraceae* (*Compositae*). – Novosibirsk: Nauka, 1997. – 470 s.
2. Rastitelnye resursy SSSR. Semeystvo *Asteraceae*. – SPb.: Nauka, 1993. – 349 s.
3. Minaeva V.G. Lekarstvennye rasteniya Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1991. – 428 s.
4. Mamaev S.A. Formy vnutrividovoy izmenchivosti (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale). – M.: Nauka, 1973. – 283 s.
5. Doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Respubliki Altay v 2015 godu. – Gorno-Altaysk, 2016. – 123 s.
6. Alekhin V.V. Fitosotsiologiya (uchenie o rastitelnykh soobshchestvakh) i ee poslednie uspekhi u nas i na Zapade // Metodika geobotanicheskikh issledovaniy: Sb. st. – L.-M.: Puchnina, 1925. – S. 7-75.
7. Yaroshenko P.D. Geobotanika. – M.-L., 1969. – 200 s.
8. Rabotnov T.A. Zhiznennyy tsikl mnogoletnikh travyanistyykh rasteniy v lugovykh tsenozakh // Tr. Botanicheskogo In-ta AN SSSR. – Ser. 3. Geobotanika, 1950. – Vyp. 6. – S. 74-79.
9. Zhukova L.A. Dinamika tsenopopulyatsiy lugovykh rasteniy: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. – Novosibirsk, 1987. – 32 s.



УДК 519.226:510.66+631.44.06

И.А. Самофалова
I.A. Samofalova

ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВЫСОТНЫХ ГЕОСИСТЕМ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

INFORMATION-LOGICAL ANALYSIS OF SOIL COVER DIFFERENTIATION OF THE ALTITUDE GEOSYSTEMS IN THE MIDDLE URALS

Ключевые слова: заповедник, почвенный покров, высотные геосистемы, горные почвы, факторы почвообразования, буроземы, литоземы.

Почвенный покров горных территорий имеет сложное строение. Цель исследования – провести количественную оценку дифференциации и пространственной приуроченности различных типов (подтипов) почв в зависимости от высотных усло-

вий горных геосистем. Объект исследования – почвенный покров территории заповедника «Басеги». На Среднем Урале выделяют горно-лесной, субальпийский, горно-тундровый пояса. Для изучения дифференциации почвенного покрова использованы данные автора за 2009-2014 гг. (92 разреза). Применяли субстантивно-генетическую классификацию почв России. Исходные материалы: топографические карты (М 1:25000, программа SAS-Planet), космические снимки (ДЗЗ

SPOT-6 и ResursP 14.08.2014 и 27.09.2014 с разрешением до 5 м). Обработка результатов проведена методом информационно-логического анализа. Существенные связи между фактором (абсолютная высота местности) и явлением (почвы) были обработаны на уровне отделов, типов, подтипов. Установлено, что почвенный покров Среднего Урала представлен буроземами, литоземами, органо-аккумулятивными, торфяными, глеевыми, петроземами, аллювиальными почвами. Таксономическое разнообразие почв представлено 8 отделами, 15 типами, 26 подтипами. Данные общей информативности (Т) и коэффициентов эффективности (К) каналов связи показывают, что для каждой высотной геосистемы выделяются сочетания почв различных отделов. Наибольшей информативностью обладают почвы отдела органо-аккумулятивные, как специфические образования в горных условиях. Определены закономерности распределения в пространстве типов (подтипов) наиболее распространенных почв (литоземов и буроземов) на хребте Басеги, встречающиеся практически во всех высотных геосистемах. Буроземы образуют топографический ряд подтипов (снизу вверх): глееватый (300-500 м) – глинисто-иллювирированный (500-700 м) – перегнойный (>700 м). Типы литоземов распределены в пространстве (снизу вверх) следующим образом: грубогумусные (300-500 м) – глееватые (500-700 м) – глинисто-иллювирированные (700-900 м) – перегнойные и сухоторфяные (>900 м). Таким образом, определена логическая связь формирования почв на уровне отделов, типов, подтипов в разных высотных геосистемах Среднего Урала. Дифференциация высотных геосистем характеризуется сложностью почвенного покрова.

Keywords: *reserve, soil cover, altitude geosystems, mountain soils, soil formation factors, Brown forest soils (Cambisols), Lithozems (Leptosol).*

The soil cover of mountain territories has a complex structure. The research goal is to quantify the differentiation and spatial confinement of different types (subtypes) of soils depending on the altitude

conditions of mountain geosystems. The research target is the soil cover of the territory of the "Bassegi" reserve. In the Middle Urals, mountain-forest, subalpine, mountain-tundra zones are distinguished. To study the differentiation of the soil cover, the author's data for 2009-2014 were used (92 cuts). The substantive-genetic classification of soils of Russia was applied. Source materials: topographic maps (M 1: 25000, SAS-Planet program), space images (ERS SPOT-6 and ResursP on 14.08.2014 and 27.09.2014 with a resolution of up to 5 m). The processing of the results was carried out by the method of information-logical analysis. Significant relationships between the factor (absolute height of the terrain) and the phenomenon (soil) were processed at the level of divisions, types, subtypes. It is established that the soil cover of the Middle Urals is represented by brown forest soils, lithozems, organo-accumulative, peat, gley, petrozem, alluvial soils. Taxonomic diversity of soils is represented by 8 divisions, 15 types, and 26 subtypes. The data of general informational capacity (T) and efficiency coefficients (K) of communication channels show that combinations of soils of different divisions are allocated for each high-altitude geosystems. The most informative are the soils of the divisions of organo-accumulative, as specific formations in mountainous conditions. Regularities in the distribution of the types (subtypes) of the most widespread soils (lithozems and brown forest soils) in the Bassegi ridge, found in almost all high-altitude geosystems, are determined in space. Brown forest soils form of the topographic series of subtypes (from below upwards): gleyey (300-500 m) – clayey-illuviated (500-700 m) – humus (>700 m). The types of lithozems are distributed in space from below upwards in the following way: coarse humus (300-500 m) – gleyey (500-700 m) – argillaceous-illuviated (700-900 m) – humus and dry-peat (>900 m). Thus, the definition of a logical connection is formed at the level of divisions, types, subtypes in different high-altitude geosystems of the Middle Urals. The differentiation of high-altitude geosystems is characterized by the complexity of the soil cover.

Самофалова Ираида Алексеевна, к.с.-х.н., доцент, каф. почвоведения, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: samofalovairaida@mail.ru.

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

Введение

Исследованию горных почв посвящены многие работы ученых [1-13]. Почвенный покров горных территорий имеет сложное строение, что определяется характером взаимосвязи отдельных почв, их пространственным расположением, степенью различия. Структура почвенного покрова (СПП) горных стран достаточна контрастна [1]. Только совместное исследование горизонтальной и вертикальной структуры почвенного покрова позволяет характеризовать почву как самостоятельное тело при-

роды [14]. Для изучения целостности изучаемого объекта необходимо рассмотрение не только самого объекта изучения, но и его окружающей среды [15]. В почвенно-индикационных исследованиях с ландшафтных позиций используют комбинации растительности и рельефа, выявляя взаимосвязи между ними и почвами. В природных геосистемах факторы почвообразования выступают как средообразующие, формирующие определенные ниши для типов почв [16]. Многообразие проявлений факторов почвообразования в пространстве в горных условиях обуславливает сложный

характер дифференциации почвенного покрова и развитие неоднородностей [4-6, 8, 11]. Формирование почвенного покрова в горах контролируется в первую очередь морфометрическими характеристиками рельефа [4, 5, 11, 17-19].

Изучение неоднородности почвенного покрова, его пространственной организации и структуры является составной частью географии почв. Особенность современных исследований СПП заключается в доминировании системного, общеэкологического и комплексного подходов, что расширяет возможности применения характеристик СПП для решения задач мониторинга и природоохранного проектирования [17-21].

Цель исследования – провести количественную оценку дифференциации различных типов (подтипов) почв и их пространственной приуроченности высотным условиям горных геосистем. Для достижения поставленной цели решали следующие задачи: изучить пространственно-структурную организацию почвенного покрова высотных геосистем; установить количественные значения связи между высотой местности и типами, подтипами почв для разных высотных геосистем.

Материалы и методы

Объектом исследования является территория заповедника «Басеги», в состав которого входит хребет Басеги (горная гряда, залегающая западнее от водораздельной части Урала между $58^{\circ}50'$ и 60° с.ш.). Горная полоса Урала, к которой относится территория заповедника, сложена метаморфическими породами, относится к области грядово-останцового низкогорья Среднего Урала. Басеги – меридианально вытянутый хребет из трех гор: Северный Басег (951,9 м), Средний Басег (994,7 м), Южный Басег (851 м). Климат холодный и влажный с проявлением континентальности (осадков от 496 до 1071 мм). По зональному распределению растительного покрова территория находится в подзоне средней тайги бореально-лесной зоны.

На Среднем Урале выделяют горно-лесной, подгольцовый (субальпийский), горно-тундровый (альпийский) пояса [22]. В горно-лесном поясе до высоты 450-600 м над у.м. склоны покрывает темнохвойная тайга с достаточно густым травянистым покровом. Субальпийский пояс включает три подпояса (парковое редколесье, субальпийские луга, криволесье). Пояс парковых лесов (редкостойные, малая сомкнутость подлеска, крупнотравье) с высотой плавно переходит в криволесье. Субальпийские

луга расположены на тех же высотах, что и криволесье, часто перемешиваясь с ним. Луговые сообщества поднимаются вверх почти до каменистых россыпей. На высоте 800 м и более встречаются каменистые, кустарничковые, травяно-моховые тундры.

Для изучения дифференциации почвенного покрова территории заповедника использованы данные автора за 2009-2014 гг. [13, 23-29]. В обработке участвовало 92 разреза: 53 – в горно-лесном, 31 – в подгольцовом и 8 – в гольцовом поясе. Применяли субстантивно-генетическую классификацию почв России [30]. Исходными материалами служили топографические карты (М 1:25000, программа SAS-Planet), космические снимки (ДЗЗ SPOT-6 и ResursP 14.08.2014 и 27.09.2014 с разрешением до 5 м). Обработка картографического материала, анализ данных были проведены на базе геоинформационной системы MapInfo Professional [31].

Обработка результатов осуществлена методом информационно-логического анализа (ИЛА) [32, 33]. Сущность информационного анализа состоит в оценке силы связи между признаками путем сравнения априорной вероятности (всей выборки) с условными вероятностями (каждого из факторов). Достоинство метода состоит в том, что его применение не требует метричности, непрерывности, принадлежности ряда к теоретическому распределению, и в связи с этим возможно оценить силу связи между любыми свойствами [34]. Метод информационно-логического анализа используется учеными при изучении почвенного покрова как равнинных, так и горных территорий [17-19]. Показатели информации: *T* (общая информативность – количество информации поступающей от фактора к явлению), *K* (коэффициент эффективности передачи информации от фактора к явлению). Предварительно были установлены индикационные связи абсолютная высота местности-тип (подтип) почвы. Существенные связи между фактором (высота местности) и явлением (почвы) были обработаны ИЛА на уровне почв разных отделов и на уровне типов почв и подтипов буроземов и литоземов.

Результаты и обсуждение

Почвенный покров территории заповедника разнообразен и охарактеризован в ранее опубликованных материалах [23-29, 31]. Таксономическое разнообразие почв приведено в таблице 1. Выявлены почвы 8 отделов, 15 типов, 26 подтипов.

Классификация почв на г. Северный Басег

Ствол	Отдел	Тип	Подтип
Первичного почвообразования	Слаборазвитые	Петрозем	не выделен
Постлитогенного образования	Алфегумусовые Литоземы	Сухоторфяно-подбур	иллювиально-железистый
		Сухоторфяные	типичный
			Темногумусовые
		Грубогумусовые Серогумусовые	ожелезненный
			потечно-гумусовый глинисто-иллювирированный элювирированный
		Перегонные	типичный
		Глееватые	ожелезненный
		Структурно-метаморфические	Бурозем
	элювирированный		
	глинисто-иллювирированный		
	глеегато-ожелезненный		
	грубогумусированный		
	глееватый перегонный		
	Органо-аккумулятивные	Серогумусовая, Темногумусовая	элювирированная
			глинисто-иллювирированная
метаморфизированная			
ожелезненная			
Глеевые	Глеезем	грубогумусированный	
	Перегонно-глеевая	ожелезненно-грубогумусированная	
Органогенного почвообразования	Торфяные	Торфяная олиготрофная глеевая	иловато-торфяная
Синлитогенного почвообразования	Аллювиальные	Аллювиальная гумусовая глеевая	элювирированная ожелезненно-оруденная

В результате многолетних исследований автора установлено, что один и тот же тип почв может формироваться в разных высотных геосистемах (ландшафтах), и создается впечатление хаотичного распределения почв в пространстве. Для определения количественных связей условий формирования почв и дифференциации почвенного покрова проведен информационно-логический анализ. Данные общей информативности и коэффициентов эффективности каналов связи показывают, что для каждой высотной геосистемы выделяются специфические состояния почв различных отделов (табл. 2). Максимальная информативность (0,960-0,774) среди изучаемых отделов принадлежит литоземам, структурно-метаморфическому, органо-аккумулятивному. Наибольшей эффективностью каналов связи обладают почвы органо-аккумулятивного отдела, как специфические образования для горных условий. В горно-лесной геосистеме (300-500 м) создаются условия для преимущественного формирования типов почв: буроземов, литоземов, глееземов и слаборазвитых.

В поясе паркового редколесья и луговых полей кроме буроземов и литоземов формируются органо-аккумулятивные и торфяные почвы. В луговых геосистемах и в криволинейном поясе создаются условия для пространственного варьирования буроземов, органо-аккумулятивных и литоземов. В тундровом поясе (>900 м) почвенный покров состоит из литоземов и слаборазвитых почв. Таким образом, наиболее распространенными почвами являются буроземы и литоземы, встречающиеся практически во всех высотных геосистемах.

Максимальная величина неопределенности, или степень варьирования, почв отмечается для высоты 500-700 м, что соответствует переходной зоне между горно-лесным и субальпийским поясом. Здесь формируются практически все типы почв диагностируемых отделов: структурно-метаморфические, органо-аккумулятивные, литоземы, торфяные, глеевые. На этих высотах берут свое начало ручьи и притоки рек, и на концах трещин-русел образуются водосборные воронки с повышенной степенью поверхностного и грунтового увлажнения, что и отражается в составе почвенного покрова [31, 35]. Выше истоков ручьев,

притоков и водосборных воронок наблюдаются биогеоклиматогенные закономерности формирования высотной поясности: подгольцовый пояс, представленный субальпийскими лугами, криволесьями. Эти горные ландшафты территориально приурочены к нижней части водораздела на высоте 600-750 м над у.м. при крутизне до 5°, где встречаются серогумусовые почвы в сочетании с буроземами и литоземами.

На основании обобщенного пространственного анализа с учетом выявленных индикационных связей «абсолютная высота местности-типы (подтипы) почв» и данных по свойствам почв проведено геомоделирование почвенного покрова и создан авторский вариант почвенной карты [35]. В составе почвенного покрова преобладают буроземы (табл. 3).

Структура почвенного покрова хребта Басеги (Средний Урал) является сложной, поликомбинационной, состоящей из комбинаций разного порядка и представляет собой повторение линейно-волнистых комплексов с переходным фоновым компонентом и линейно-волнистых сочетаний.

С помощью информационно-логического анализа изучили закономерности формирования типов (подтипов) буроземов и литоземов в пространстве в зависимости от высоты местности над уровнем моря.

По количеству информации *T* для каждого высотного ландшафта выделяется ряд подтипов буроземов (табл. 4). Так, в горно-лесном поясе преобладают буроземы глееватые, ожелезненные, грубогумусированные, перегнойные. Специфичным состоянием отличаются буроземы глееватые и ожелезненные.

Таблица 2

Результаты информационно-логического анализа взаимосвязи горные ландшафты-отделы почв, (Бит)

Высота, м над у.м.	Отделы					
	1	2	3	4	5	6
300-500	Бгл	-	Лгрп	Пгрп	-	Г
500-700	Б, СМ	СГ, ТГ	Лгл	-	Т	-
700-900	Бп, Бгрп	СГэл	Лгл-ил	-	-	-
>900	-	-	Лсхт, Лт, Лп	Пт	-	-
H (A)	2,936	3,076	3,070	2,936	2,936	2,936
H (B)	1,705	0,851	1,868	1,705	1,705	1,705
T (A/B)	0,774	0,744	0,960	0,486	0,320	0,320
K (A/B)	0,454	0,875	0,514	0,285	0,188	0,188

Примечание. 1 – структурно-метаморфические; 2 – органо-аккумулятивные; 3 – литоземы; 4 – слабо-развитые (петроземы); 5 – торфяные; 6 – глеевые; Бгл – буроземы глееватые; Б – буроземы типичные; Бп – буроземы перегнойные; Бгрп – буроземы грубогумусированные; СМ – серые метаморфические; СГ – серогумусовые; СГэл – серогумусные элювиальные; ТГ – темногумусовые; Лгрп – литоземы грубогумусовые; Лгл-ил – глинисто-иллювирированные; Лсхт – литоземы сухоторфяные; Лт – литоземы торфяные; Лп – литоземы перегнойные; Лгл – литоземы глееватые; Пгрп – петроземы грубогумусовые; Пт – петроземы торфяные; Т – торфяные; Г – глеевые; H(A) – неопределенность изучаемого явления; H(B) – неопределенность изучаемого фактора; T(A/B) – общая информативность – количество информации, поступающей от фактора В к явлению А; K(A/B) – коэффициент эффективности передачи информации от фактора В к явлению А.

Таблица 3

Основные почвенные комбинации и условия их формирования

№ ПК	Alt. м над у.м.	Высотные геосистемы	Сокращенная запись ПК	Площадь, км ² ; %
1	601-997	Гольцы, криволесья, субальпийские луга	(Лсхт-Лп ПБсхт П) + (Лп-Лтг-Бсг-Бгл-ил) + (СГмет+Бгрп) + (Бгл-ил-Пгл)	243; 40,5
2	451-600	Парковые редколесья, болотные экосистемы	(Бсг+Бгл) + (Г·То)	141; 23,5
3	301-450	Таежные леса	(Бгрп Г) + (Бгрп-Пгл)	127; 21,2
4	< 300	Приручьевые леса и луга	(Аг+Пгл) + (Лп-Лтг)	89; 14,8

Примечание. ПК – почвенная комбинация; Лсхт-п – литозем сухоторфяный, перегнойный; ПБсхт – сухоторфяно-подбур; П – петрозем; Лп-тг – литозем перегнойно-темногумусовый; Бсг – бурозем серогумусовый; СГмет – серогумусовая метаморфизированная; Бгрп – бурозем грубогумусовый; Пгл – перегнойно-глеевая; Бгл – бурозем глееватый; Г – глеезем; То – торфяная олиготрофная; Аг – аллювиальная гумусовая; Лп – литозем перегнойный; Лтг – литозем темногумусовый; ПП: (БРтг+БРгл) – микросочетания; (БРгг-Пгл) – микропятности; (Лсхт-п ПБсхт П) – микрокомплексы; (Лсхт-п ПБсхт П) + (Лп-тг-БРтг-См) – мезосочетание.

В подгольцовом поясе парковых лесов и субальпийских лугов в большей степени создаются условия для формирования буроземов серогумусных, глинисто-иллювирированных и элювирированных. Наиболее специфичным является преобладание буроземов серогумусных и глинисто-иллювирированных.

В более суровых условиях криволесья и кустарничково-моховой тундры формируются буроземы перегнойные, а также с большим количеством грубого гумуса и процессами ожелезнения. В этих условиях наиболее вероятно формирование перегнойных буроземов.

Итак, снизу вверх образуется ряд буроземов, специфичных для конкретных высотных геосистем: бурозем глееватый (300-500 м) – бурозем серогумусный, глинисто-иллювирированный (500-700 м) – бурозем перегнойный (700-900 м).

Величина неопределенности $H(A/b_j)$ используется для характеристики степени варьирования типов почв внутри каждой высотной геосистемы. Максимальное варьирование разнообразия подтипов буроземов

отмечается для высот 500-700 и 300-500 м над у.м. Наибольшая информация о почвах ($J(A/b_j)$) содержится в ландшафтах, соответствующих высоте 700-900 м над у.м. Произведение условной вероятности фактора высоты на информацию о почвах, содержащуюся в рангах фактора, является максимальным для буроземов горнолесного пояса (300-500 м над у.м.).

В горных ландшафтах формируются маломощные почвы (литоземы), имеющие различные диагностические признаки. Так, литоземы распределились в пространстве (снизу вверх) следующим образом: литоземы грубогумусные – литоземы глееватые – литоземы глинисто-иллювирированные – литоземы перегнойные и сухоторфяные (табл. 5).

Общая информативность взаимосвязи ландшафтных условий и формирования почв составляет 0,960 бит и является высокой. Коэффициент эффективности передачи информации K показывает высокую тесноту связи между факторами высоты и подтипами литоземов.

Таблица 4

Информационно-логический анализ дифференциации в пространстве подтипов буроземов (n=51)

Высота, м	Ряд почв	P_{b_j}	$H(A/b_j)$	$J(A/b_j)$	$P_{b_j}J(A/b_j)$
300-500	Бгл > Бож, Брг, Бп > Бэ > Бгл-ил	0,5686	2,4041	0,3243	0,1844
500-700	Бсг > Бгл-ил > Бэ > Бож, Бгл > Брг	0,3725	2,6153	0,1131	0,0421
700-900	Бп > Брг > Бож	0,0588	1,5850	1,1434	0,0673
T	0,2938				
K	0,2380				

Примечание: Бгл – буроземы глееватые; Бож – ожелезненные; Бп – перегнойные; Брг – грубогумусированные; Бгл-ил – буроземы глинисто-иллювирированные; Бсг – буроземы серогумусные; Бэ – буроземы элювирированные; P_{b_j} – условная вероятность фактора; $H(A/b_j)$ – неопределенность явления A для каждого состояния b_j ; $J(A/b_j)$ – информация об явлении A, содержащаяся в рангах фактора b_j ; T – количество информации, поступающей от фактора к явлению; K – коэффициент эффективности передачи информации от фактора B к явлению A.

Таблица 5

Информационно-логический анализ дифференциации в пространстве подтипов литоземов (n=31)

Высота, м	Ряд почв	P_{b_j}	$H(A/b_j)$	$J(A/b_j)$	$P_{b_j}J(A/b_j)$
300-500	Лрг > Лож, Лтг > Лсг > Лэ	0,3548	2,1626	0,9075	0,3220
500-700	Лгл > Лсг	0,0968	0,9183	2,1518	0,2082
700-900	Лгл-ил > Лэ > Лтг, Лсг > Лож	0,2258	2,2359	0,8342	0,1884
>900	Лп, Лстф > Лгл-ил > Лэ	0,3226	2,3219	0,7482	0,2414
T	0,960				
K	0,514				

Примечание: Лгл – буроземы глееватые; Лтг – литоземы темногумусовые; Лсг – литозем серогумусовый; Лож – литоземы ожелезненные; Лэ – литозем элювирированный; Лрг – литоземы грубогумусированные; Лгл-ил – литоземы глинисто-иллювирированные; Лп – литозем перегнойный; Лстф – литозем сухоторфяный; P_{b_j} – условная вероятность фактора; $H(A/b_j)$ – неопределенность явления A для каждого состояния b_j ; $J(A/b_j)$ – информация об явлении A, содержащаяся в рангах фактора b_j ; T – количество информации, поступающей от фактора к явлению; K – коэффициент эффективности передачи информации от фактора B к явлению A.

Выводы

1. Почвенный покров заповедника «Басеги» (Средний Урал) представлен буроземами, литоземами, органо-аккумулятивными, торфяными, глеевыми, подбурами, петроземами, аллювиальными почвами. Данные общей информативности (T) и коэффициентов эффективности (K) каналов связи показывают, что для каждой высотной геосистемы выделяются сочетания почв разных отделов современной классификации. Пространственно-структурная организация почвенного покрова горных геосистем изменяется с высотой местности, максимальная информативность принадлежит литоземам ($T=0,960$), структурно-метаморфическим ($0,774$), органо-аккумулятивным почвам ($0,744$). Установлено, что наиболее специфичными образованиями в горных условиях являются почвы отдела органо-аккумулятивные, для которых характерна наиболее тесная связь с высотными условиями их формирования. Почвы отделов структурно-метаморфические и литоземы, несмотря на высокую информативность, формируются во всех высотных геосистемах в сочетании с почвами других отделов (глеевые, слаборазвитые, альфегумусовые, торфяные, аллювиальные), что является еще одной особенностью организации почвенного покрова.

2. Структура почвенного покрова высотных геосистем Среднего Урала является сложной, поликомбинационной и представлена мезосочетаниями микроструктур (комплексов, пятнистостей, сочетаний). Микропятнистости в составе почвенных комбинаций встречаются во всех высотных геосистемах.

3. Установлена информационно-логическая связь между высотой местности и типами (подтипами) почв и выявлены закономерности распределения в пространстве типов (подтипов) наиболее распространенных почв (литоземов и буроземов) на хребте Басеги. Определены количественные значения этой взаимосвязи, которые позволили выстроить топографический ряд подтипов буроземов (снизу вверх), специфичных для конкретных высотных геосистем: глееватый (горно-лесная геосистема, 300-500 м) – серогумусный, глинисто-иллювирированный (луговая геосистема, 500-700 м) – перегнойный (криволесье, > 700 м). Типы литоземов закономерно распределены в пространстве (снизу вверх) также определенным образом: грубогумусные (горно-лесная геосистема, 300-500 м) – глееватые (лугово-болотная геосистема, 500-700 м) – глинисто-иллювирированные (криволесье, 700-900 м) – перегнойные и сухоторфяные (тундровая геосистема, > 900 м).

система, 500-700 м) – глинисто-иллювирированные (криволесье, 700-900 м) – перегнойные и сухоторфяные (тундровая геосистема, > 900 м).

Библиографический список

1. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Горизонтальная и вертикальная почвенные зоны. – СПб.: Типография СПб. Градоначальства, Миллионная, 1898. – 29 с.
2. Иванова Е.Н. Горно-лесные почвы Среднего Урала // Труды Почвенного института АН СССР. – 1949. – Т. 30. – С. 168-193.
3. Stefanovits P. Brown forest soils of Hungary. Academiai Kiado, Budapest, 1971. 261 S.
4. Урушадзе Т.Ф. О некоторых аспектах почвообразования в горных регионах // Почвоведение. – 1979. – № 1. – С. 131-143.
5. Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования. – М.: Наука, 1998. – 190 с.
6. Мукатанов А.Х. Лесные почвы Башкортостана. – Уфа: Гилем, 2002. – 264 с.
7. Wilkinson, M.T. et al., 2005. Soil production in heath and forest, Blue Mountains, Australia: influence of lithology and palaeoclimate // Earth Surface Processes and Landforms. – 2005. – Vol. 30. – P. 923-934.
8. Молчанов Э.Н. Горно-луговые почвы высокогорий Западного Кавказа // Почвоведение. – 2010. – № 12. – С. 1433-1448.
9. Fu G., Shen Z., Zhang X., et al. Response of ecosystem respiration to experimental warming and clipping at daily time scale in an alpine meadow of Tibet // Journal of Mountain Science. – 2013. – Vol. 10. – P. 455-463.
10. Дымов А.А., Дубровский Ю.А., Габов Д.Н. Пирогенные изменения подзолов иллювиально-железистых (средняя тайга, Республика Коми) // Почвоведение. – 2014. – № 2. – С. 144-154.
11. Карпачевский Л.О. Почвообразование в горах Сихотэ-Алиня. – М.: ГЕОС, 2012. – 138 с.
12. Дымов А.А., Дубровский Ю.А., Габов Д.Н. Пирогенные изменения подзолов иллювиально-железистых (средняя тайга, Республика Коми) // Почвоведение. – 2014. – № 2. – С. 144-154.
13. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Горные почвы Среднего Урала (на примере ГПЗ «Басеги») / М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2014. – 154 с.

14. Годельман Я.М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель. – М.: Наука, 1981. – 200 с.
15. Соколов Ю.Н. Структура ландшафтов. – Киев: УМК ВО, 1992. – 122 с.
16. Трифонова Т.А. Формирование почвенного покрова гор: геосистемный аспект // Почвоведение. – 1999. – № 2. – С. 174-181.
17. Грибов С.И., Шторм О.Н. Количественная оценка влияния рельефа на формирование почв и структур почвенного покрова агроландшафтов Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (63). – С. 31-35.
18. Грибов С.И. Оценка влияния факторов дифференциации на формирование структур почвенного покрова черноземных зон алтайских равнин и предгорных областей Алтая и зоны горно-лесных серых почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 50-53.
19. Грибов С.И., Фефелова Т.В. Влияние условий рельефа на формирование разных типов почв оленьих пастбищ среднегорий Алтая // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 3 (7). – С. 28-32.
20. Семаль В.А. Состав и структура почвенного покрова южной части Сихотэ-Алиня (на примере уссурийского заповедника) // Почвоведение. – 2007. – № 8. – С. 901-908.
21. Байкалова Т.В., Карпова Л.А., Морковкин Г.Г., Солонько Е.В. Исследование современного эколого-хозяйственного состояния сельских территорий предгорных территорий Алтайского края для решения проблем устойчивого развития // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 11 (145). – С. 82-91.
22. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. – М.: Наука, 1975. – С. 13-67.
23. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Почвы заповедника «Басеги» и их классификация // Пермский аграрный вестник. – 2014. – №1 (5). – С. 50-60.
24. Самофалова И.А. Эволюционный ряд бурых лесных почв в горно-лесном поясе на Среднем Урале // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. по матер. IV Междунар. науч. конф. (13-15 октября 2015 г.). – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2015. – С. 43-45.
25. Самофалова И.А., Рогова О.Б., Лузянина О.А. Использование группового состава соединений железа для диагностики горных почв Среднего Урала // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – № 79. – С. 111-136.
26. Самофалова И.А., Рогова О.Б., Лузянина О.А. Диагностика почв различных высотно-растительных поясов Среднего Урала по групповому составу соединений железа // География и природные ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 141-148.
27. Самофалова И.А., Рогова О.Б., Лузянина О.А., Савичев А.Т. Геохимические особенности распределения макроэлементов в почвах ненарушенных ландшафтов Среднего Урала (на примере заповедника «Басеги») // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2016. – № 85. – С. 56-76.
28. Самофалова И.А., Кондратьева М.А. Буферность горных почв субальпийского пояса к кислотному воздействию (заповедник «Басеги») // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3 (15). – С. 94-103.
29. Samofalova I. Genetic Characteristics of Braun Forest Soils on the Middle Urals // American Journal of Environmental Protection. 2015. 4 (3-1). P. 148-156. (<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajep>).
30. Классификация и диагностика почв России / Д.В. Тонконогов. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
31. Самофалова И.А., Шутов П.С. Использование ГИС-технологий для пространственной дифференциации геосистем на территории заповедника «Басеги» // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: матер. Межрегион. науч.-практ. конф. (19-20 ноября 2015 г., ГИС центр ПГНИУ). – С. 112-120.
32. Пузаченко Ю.Г., Карпачевский Л.А., Взнуздаева Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – М.: Наука, 1970. – 220 с.
33. Дайнеко Е.К., Фридланд В.М. Опыт применения информационно-логического анализа для выяснения взаимосвязей между факторами почвообразования и некоторыми морфологическими свойствами почв // Структура почвенного покрова, почвенные комбинации, их классификация и методы изучения. – М., 1969. – С. 56-57.

34. Сорочкин В.М. О применении информативно-логического метода в почвенных исследованиях // Почвоведение. – 1977. – № 9. – С. 131-142.

35. Самофалова И.А., Шутов П.С. Гео-системно-бассейновый подход как основа изучения структуры почвенного покрова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (147). – С. 49-57.

References

1. Dokuchaev V.V. K ucheniyu o zonakh prirody. Gorizontalnaya i vertikalnaya pochvennyye zony. – SPb.: tipografiya Spb. Gradonachalstva, Millionnaya, 1898. – 29 s.

2. Ivanova E.N. Gorno-lesnye pochvy Srednego Urala // Trudy Pochvennogo in-ta AN SSSR, 1949. – Т. 30. – С. 168-193.

3. Stefanovits P. Brown forest soils of Hungary. Academiai Kiado, Budapest, 1971. 261 S.

4. Urushadze T.F. O nekotorykh aspektakh pochvoobrazovaniya v gornykh regionakh // Pochvovedenie. – 1979. – № 1. – С. 131-143.

5. Vladychenskiy A.S. Osobennosti gornogo pochvoobrazovaniya. – M.: Nauka, 1998. – 190 s.

6. Mukatanov A.Kh. Lesnye pochvy Bashkortostana. – Ufa: Gilem, 2002. – 264 s.

7. Wilkinson, M.T. et al., 2005. Soil production in heath and forest, Blue Mountains, Australia: influence of lithology and palaeoclimate // Earth Surface Processes and Landforms. – 2005. – Vol. 30. – P. 923-934.

8. Molchanov E.N. Gorno-lugovye pochvy vysokogoriy Zapadnogo Kavkaza // Pochvovedenie. – 2010. – № 12. – С. 1433-1448.

9. Fu G., Shen Z., Zhang X., et al. Response of ecosystem respiration to experimental warming and clipping at daily time scale in an alpine meadow of Tibet // Journal of Mountain Science. – 2013. – Vol. 10. – P. 455-463.

10. Dymov, Alexey & Zhangurov, Egor & Hagedorn, F. (2015). Soil organic matter composition along altitudinal gradients in permafrost affected soils of the Subpolar Ural Mountains. Catena. 131. 140-148. 10.1016/j.catena.2015.03.020.

11. Karpachevskiy L.O. Pochvoobrazovanie v gorakh Sikhote-Alinya. – M.: GEOS, 2012. – 138 s.

12. Dymov A.A., Dubrovskiy Yu.A., Gabov D.N. Pirogennye izmeneniya podzolov illyuvialno-zhelezistykh (srednyaya tayga, Respublika Komi) // Pochvovedenie. – 2014. – № 2. – С. 144-154.

13. Samofalova I.A., Luzyanina O.A. Gornye pochvy Srednego Urala (na primere GPZ «Basegi»). M-vo s.-kh. RF, FGBOU VPO Permskaya GSKhA. – Perm: Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2014. – 154 s.

14. Godelman Ya.M. Neodnorodnost pochvennogo pokrova i ispolzovanie zemel. – M.: Nauka, 1981. – 200 s.

15. Sokolov Yu.N. Struktura landshaftov. – Kiev: UMK VO, 1992. – 122 s.

16. Trifonova T.A. Formirovanie pochvennogo pokrova gor: geosistemnyy aspekt // Pochvovedenie. – 1999. – № 2. – С. 174-181.

17. Gribov S.I., Shtorm O.N. Kolichestvennaya otsenka vliyaniya relefa na formirovanie pochv i struktur pochvennogo pokrova agrolandshaftov Altayskogo Priobya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 1 (63). – С. 31-35.

18. Gribov S.I. Otsenka vliyaniya faktorov differentsiatsii na formirovanie struktur pochvennogo pokrova chernozemnykh zon altayskikh ravnin i predgornykh oblastey Altaya i zony gorno-lesnykh serykh pochv // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 12 (98). – С. 50-53.

19. Gribov S.I., Fefelova T.V. Vliyanie usloviy relefa na formirovanie raznykh tipov pochv olenikh pastbishch srednegoriy Altaya // Privolzhskiy nauchnyy vestnik. – 2012. – № 3 (7). – С. 28-32.

20. Semal V.A. Sostav i struktura pochvennogo pokrova yuzhnoy chasti Sikhote-Alinya (na primere Ussuriyskogo zapovednika) // Pochvovedenie. – 2007. – № 8. – С. 901-908.

21. Baykalova T.V., Karpova L.A., Morkovkin G.G., Solonko E.V. Issledovanie sovremennogo ekologo-khozyaystvennogo sostoyaniya selskikh territoriy predgornykh territoriy Altayskogo kraya dlya resheniya problem ustoychivogo razvitiya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 11 (145). – С. 82-91.

22. Gorchakovskiy P.L. Rastitelnyy mir vysokogornogo Urala. – M.: Nauka, 1975. – С. 13-67.

23. Samofalova I.A., Luzyanina O.A. Pochvy zapovednika «Basegi» i ikh klassifikatsiya // Permskiy agrarnyy vestnik. – 2014. – № 1 (5). – С. 50-60.

24. Samofalova I.A. Evolyutsionnyy ryad burykh lesnykh pochv v gorno-lesnom poyase na Srednem Urale // Evolyutsiya i degradatsiya pochvennogo pokrova: sbornik nauchnykh statey po materialam IV mezhd-

- narodnoy nauchnoy konferentsii (13-15 oktyabrya 2015 goda). – Stavropol: Stavropol'skoe izdatelstvo «Paragraf», 2015. – S. 43-45.
25. Samofalova I.A., Rogova O.B., Luzyanina O.A. Ispolzovanie gruppovogo sostava soedineniy zheleza dlya diagnostiki gornyykh pochv Srednego Urala // Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2015. – № 79. – S. 111-136.
26. Samofalova I.A., Rogova O.B., Luzyanina O.A. Diagnostika pochv razlichnykh vysotno-rastitelnykh poyasov Srednego Urala po gruppovomu sostavu soedineniy zheleza // Geografiya i prirodnye resursy. – 2016. – № 1. – S. 141-148.
27. Samofalova I.A., Rogova O.B., Luzyanina O.A., Savichev A.T. Geokhimicheskie osobennosti raspredeleniya makroelementov v pochvakh nenarushennykh landshaftov Srednego Urala (na primere zapovednika «Basegi») // Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2016. – № 85. – S. 56-76.
28. Samofalova I.A., Kondrateva M.A. Bufernost gornyykh pochv subalpiyskogo poyasa k kislotnomu vozdeystviyu (zapovednik «Basegi») // Nauchno-prakticheskiy zhurnal Permskiy agrarnyy vestnik. – 2016. – № 3 (15). – S. 94-103.
29. Samofalova I. Genetic Characteristics of Brown Forest Soils on the Middle Urals // American Journal of Environmental Protection. – 2015. – Vol. 4 (3-1). – P. 148-156. (<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajep>).
30. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii / sost. D.V. Tonkonogov. – Smolensk: Oykumena, 2004. – 342 s.
31. Samofalova I.A., Shutov P.S. Ispolzovanie GIS-tekhnologiy dlya prostranstvennoy differentsiatsii geosistem na territorii zapovednika «Basegi» // Geoinformatsionnoe obespechenie prostranstvennogo razvitiya Permskogo kraja: Mater. Mezhrefion. nauchno-prakt. konf. (19-20 noyabrya 2015 g., GIS tsentr PGNIU). – S. 112-120.
32. Puzachenko Yu.G., Karpachevskiy L.A., Vznuzdaeva N.A. Vozmozhnosti primeneniya informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primere ee vlazhnosti // Zakonomernosti prostranstvennogo varirovaniya svoystv pochv i informatsionno-statisticheskie metody ikh izucheniya. – M.: Nauka, 1970. – 220 s.
33. Dayneko E.K., Fridland V.M. Opyt primeneniya informatsionno-logicheskogo analiza dlya vyyasneniya vzaimosvyazey mezhdu faktorami pochvoobrazovaniya i nekotorymi morfologicheskimi svoystvami pochv // Struktura pochvennogo pokrova, pochvennye kombinatsii, ikh klassifikatsiya i metody izucheniya. – M., 1969. – S. 56-57.
34. Sorochkin V.M. O primeneni informatsionno-logicheskogo metoda v pochvennykh issledovaniyakh // Pochvovedenie. – 1977. – № 9. – S. 131-142.
35. Samofalova I.A., Shutov P.S. Geosistemno-basseynovyy podkhod kak osnova izucheniya struktury pochvennogo pokrova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 1 (147). – S. 49-57.

