

УДК 630*114.41 (1-751.1) (1-924.14/16)

ЭТАЛОННЫЕ ПОЧВЫ ЗЕЛЕННОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ

О. Н. Бахмет¹, М. В. Медведева²

¹ Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

² Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

Данные о почвах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) представляют собой ценную информацию о почвенном разнообразии определенной природной зоны и соотношении различных почвенных разновидностей. Ключевыми участками Зеленого пояса Фенноскандии (ЗПФ) являются государственный природный заповедник «Костомукшский» и национальные парки «Паанаярви», «Калевальский», «Ладожские шхеры». На их территории выявлены эталонные почвы, определено их площадное распространение. Почвенный покров всех исследованных ООПТ характеризуется значительной сложностью, неоднородностью и контрастностью. В целом на карельской территории ЗПФ в формировании почв преобладает подзолообразовательный процесс, лишь в южной части (Карельском Приладожье) значительную площадь в почвенном покрове занимают подбурсы и буроземы. Отмечены различия морфологических и физико-химических свойств подзолистых почв, сформировавшихся в северо- и среднетаежной подзонах ЗПФ. Проведена корреляция классификационного положения эталонных почв ЗПФ согласно региональной, российской и международной почвенным классификациям.

Ключевые слова: Зеленый пояс Фенноскандии; эталонные почвы; почвенный покров; классификация почв.

O. N. Bakhmet, M. V. Medvedeva. REFERENCE SOILS OF THE FENNOSCANDIAN GREEN BELT

The core elements of the Green Belt of Fennoscandia are protected areas of various ranks. Such cores in the Republic of Karelia are the operating national parks Paanajarvi, Kalevalsky, Ladoga Skerries, strict nature reserve Kostomukshsky. The article describes the soil cover in the protected areas of Karelia situated within the Green Belt of Fennoscandia. Reference soils have been identified for areas of similar natural conditions, their spatial shares have been determined. A distinguishing feature of soils in the north-taiga subzone of the Fennoscandian Green Belt is the prevalence of the podzol formation process, as opposed to soils of the Karelian Ladoga coast, where podburs and brown earths are widespread. Distinctive morphological and physical-chemical properties have been noted for the podzolic soils in the northern and middle taiga of the Green Belt of Fennoscandia. The classification positions of the reference soils of the Fennoscandian Green Belt were determined according to the regional, national and international soil classifications. The resultant data can be used for soil monitoring in natural and disturbed ecosystems, and serve as a basis for protected area planning and designation in Karelia.

Keywords: Green Belt of Fennoscandia; reference soils; classification of soils.

Введение

Б. Ф. Апариним с соавторами [2007] проведено разделение различных почвенных объектов на основе следующих положений:

- необходимость сохранения почв как особого природного тела и почвенного разнообразия,
- охрана почв как условие обеспечения видового и популяционного разнообразия флоры и фауны,
- сохранение почв как носителей памяти ландшафта и человеческой культуры.

В результате авторами выделены следующие категории объектов: эталонные, редкие и уникальные. К эталонным отнесены почвы, наиболее распространенные на той или иной территории, не подвергшиеся антропогенному воздействию или испытывающие минимальный антропогенный пресс. К редким – встречающиеся на ограниченной площади, формирующиеся в уникальных природно-климатических условиях. К уникальным почвам отнесены встречающиеся лишь однажды.

На основе указанных положений исследован почвенный покров Зеленого пояса Фенноскандии (ЗПФ). Ранее работы на этой территории проводились эпизодически. Одной из причин недостаточной изученности почвенного покрова ЗПФ является то, что почвенный покров не был первопричиной обособления данной территории [Федорец и др., 2008; Зеленый..., 2014]. Выполненные исследования почв и почвенного покрова ЗПФ Карелии позволили выявить особенности их генезиса и структуры.

Объекты и методы исследований

Комплексные эколого-почвенные исследования проводили на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) различного ранга, расположенных в зоне ЗПФ (рис. 1). На территории Карелии это национальные парки «Паанаярви», «Калевальский», «Ладожские шхеры» и государственный природный заповедник «Костомукшский». Каждая из описанных охраняемых территорий своеобразна, на каждой из них выявлены почвы, являющиеся эталонными для Европейского Севера России, а также редкими и уникальными для остальной территории республики и даже региона в целом.

В работе использованы материалы комплексных научных экспедиций 1990–2015 гг.

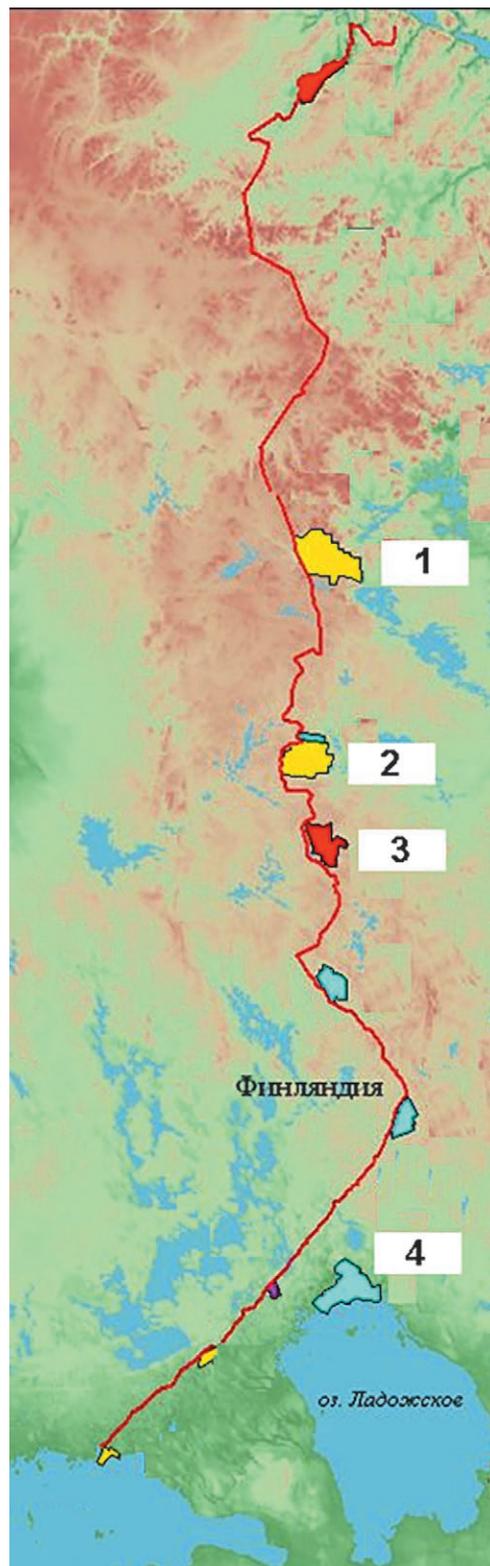


Рис. 1. Схема расположения ООПТ на территории Зеленого пояса Фенноскандии:

1 – НП «Паанаярви», 2 – НП «Калевальский», 3 – заповедник «Костомукшский», 4 – НП «Ладожские шхеры»

Fig. 1. Locations of PA's in the Green Belt of Fennoscandia:

1 – NP «Paanajarvi», 2 – NP «Kalevalsky», 3 – Kostomukshsky Strict Nature Reserve, 4 – NP «Ladoga Skerries»

Результаты и обсуждение

Почвы и почвенный покров НП «Паанаярви»

Дата создания национального парка – 20 мая 1992 г., общая площадь территории составляет 104473 га. Почвенный покров заповедника впервые описан сотрудниками лаборатории лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН Р. М. Морозовой, Н. Г. Федорец, О. Н. Бахмет [Морозова и др., 2003]. В работе отмечены особенности его формирования, представлены данные о некоторых свойствах почв, установлены их региональные особенности. В работе М. В. Медведевой с соавт. [2018] показана вертикальная поясность почвенного покрова, изменение элементного состава почв в этом градиенте. Низкая устойчивость к рекреационному воздействию почв, сформировавшихся в условиях низкогорных ландшафтов, отмечена в работе Г. В. Ахметовой [Akhmetova et al., 2009].

В целом почвенный покров данной территории очень своеобразен, что проявляется в его вертикальной зональности, широком распространении маломощных почв, развитии элювиальных и склоновых процессов (рис. 2, табл. 1).

Ведущими почвообразовательными процессами являются гумусово-аккумулятивный, оподзоливание, оглеение, торфонакопление. Наибольшую площадь на заповедной территории занимают подзолы иллювиально-гу-

мусовые супесчаные и песчаные валунные и галечниковые, меньшую – подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые (без деления) песчаные. В условиях распространения низкогорных ландшафтов севера Карелии формируются почвы, относящиеся к различным таксономическим группам. В горно-лесном поясе в автоморфных условиях представлены преимущественно подзолы. В подгольцевом поясе возрастает разнообразие и мозаичность почвенного покрова, здесь также широко распространены подбуры и примитивные почвы. В условиях избыточного увлажнения развиваются подбуры перегонные глеевые и торфяно-глеевые. Для изученных почв характерен сильнокаменистый слабо-развитый профиль, мощность которого, вверх по градиенту высотной поясности, снижается в соответствии с уменьшением слоя рыхлых пород. Также для почв данной территории является специфичным формирование почв гидроморфного типа в так называемых «висячих» болотах и лужах. Они образуются в условиях гипертрофии водного режима, при близком залегании коренных горных пород. На формирование почв и их сочетаний большое влияние оказывает рельеф, также велико участие древостоя в данном процессе.

К эталонным почвам парка отнесены:

– подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые валунные и галечниковые на автоморфных позициях;

Таблица 1. Состав почвенного покрова НП «Паанаярви»

Table 1. Paanajarvi NP soil cover composition

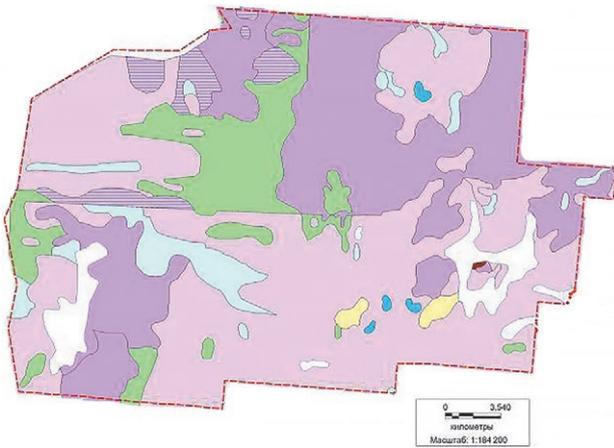
Почвы Soils	Почвообразующие породы Parent rocks	Площадь, % Area, %
Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые (без деления) Ferric and humic podzols (undivided)	песчаные sandy	23,5
Подзолы иллювиально-гумусовые Humic podzols	песчаные валунные и галечниковые sandy, bouldery and pebbly	56,2
	супесчаные loamy-sand	15,2
Подзолы глеевые торфянистые и торфяные, в основном иллювиально-гумусовые Peaty and peat gleyic podzols, mainly humic	песчаные sandy	0,7
Торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые Peat- and peaty podzolic gleyic	среднесуглинистые medium loamy	4,4

Прочие компоненты:

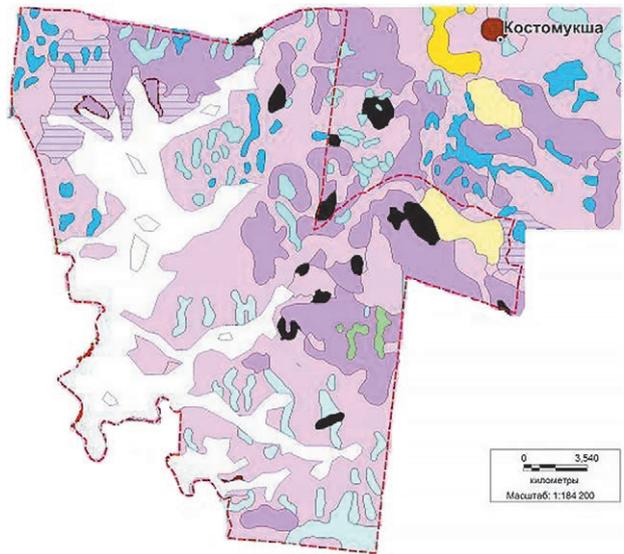
горно-тундровые (подбуры темные тундровые), подзолы иллювиально-железистые, торфяные болотные, каменистые россыпи с примитивными почвами

Other components:

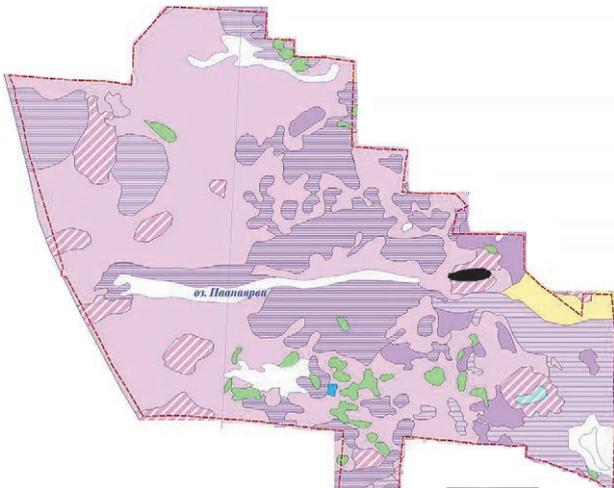
alpine tundra soils (dark tundra podburs), ferric podzols, peat soils, stony deposits with primitive soils



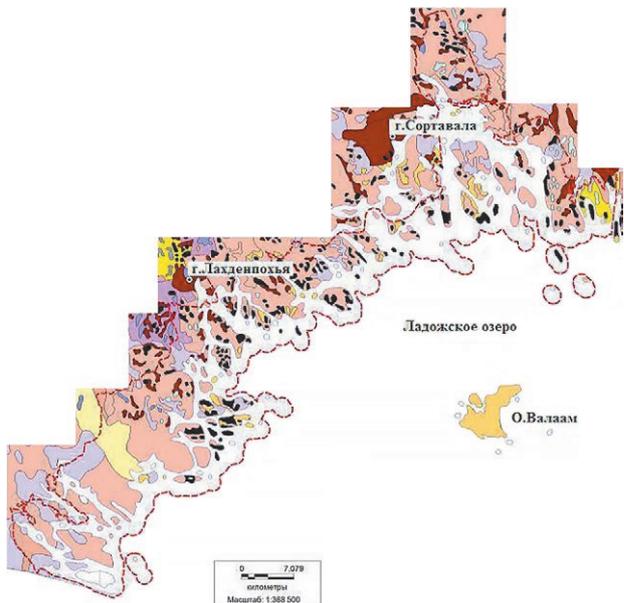
НП «Калевальский»
NP «Kalevalsky»



Заповедник «Костомукшский»
Kostomukshsky Strict Nature Reserve



НП «Паанаярви»
NP «Paanajarvi»



НП «Ладожские шхеры»
NP «Ladoga Skerries»

Почвы

- Подзолы илловально-железистые гумусовые маломощные языковатые
- Подзолы илловально-гумусовые среднесишные языковатые
- Подзолы илловально-гумусовые среднесишные
- Подзолы илловально-железистые среднесишные
- Подзолы среднесишные языковатые
- Подзолы илловально-железистые маломощные
- Подзолы илловально-железистые языковатые
- Сильно-подзолистые почвы
- Средне-подзолистые почвы
- Подзолистые вторично-лесные бывшие освоенные и выщелоченные
- Подзолистые задуженные почвы
- Подзолистые пахотные почвы
- Торфянистые и торфяные подзолы глеевые илловально-гумусовые
- Торфянистые подзолы глееватые илловально-илловально-гумусовые

- Торфянистые подзолы глееватые илловально-гумусовые ортзидовые
- Торфянисто-подзолистые глееватые
- Подзолисто-болотные задуженные
- Подзолисто-болотные пахотные
- Болотные верховые торфяные
- Болотные переходные
- Болотные низовые торфяные
- Болотные низовые торфяно-переходные
- Болотные осушенные
- Дерновое неоподзоленное теснотравное (на шунгитах)
- Примитивные на выходах коренных пород
- Фризкитриные подзолы с близким подстиловым пород
- Горно-тудровые примитивные
- Горные подзолы илловально-гумусовые

Рис. 2. Картограммы почвенного покрова ООПТ Зеленого пояса Фенноскандии

Fig. 2. Protected areas' soil cover maps of the Green Belt of Fennoscandia

– торфянистые и торфяные подзолы иллювиально-гумусовые в полугидроморфных условиях;

– болотные торфяные и торфяно-глеевые в гидроморфных условиях.

Исследованные почвы хорошо дренированы, дифференцированы на отдельные горизонты, выражен подзолообразовательный процесс. Переходы горизонтов четкие, граница перехода ясная, переход в почвообразующую породу постепенный. Диагностическим признаком почв является подзолистый горизонт (E) ярко-серого цвета и большой мощности. Преобладающей фракцией в гранулометрическом составе является песчаная, содержание ила небольшое. Почвы характеризуются невысоким содержанием гумуса фульватного типа, сильнокислой реакцией среды, гидролитическая кислотность минеральной толщи низкая, очень низкая емкость обмена.

В верхнем органогенном горизонте содержание углерода высокое и составляет до 39 %, распределение его по профилю носит аккумулятивный характер: наибольшее содержание – в верхнем горизонте, вглубь почвенной толщи содержание снижается (табл. 2). Содержание общего азота в изучаемых почвах низкое, его распределение по профилю почв носит аналогичный характер. Высокий показатель отноше-

ния C/N в верхнем горизонте почв (до 35) свидетельствует о невысокой трансформации органического вещества в почвах изучаемого района, низкой продуктивности лесного фитоценоза.

Почвенный покров НП «Калевальский»

Дата создания национального парка – 30 ноября 2006 г., общая площадь территории составляет 74 343 га. Научные исследования на территории заповедника носили эпизодический характер и в основном были связаны с бонитировкой почв при составлении почвенной карты для лесохозяйственных целей, а также с необходимостью исследования их физико-химических свойств на лесотипологическом уровне [Морозова, 1991; Экосистемы..., 1995].

Западная часть парка преимущественно равнинная, восточная имеет ярко-выраженный холмисто-грядовый рельеф. Основными почвообразовательными процессами, которые протекают в заповеднике, являются гумусово-аккумулятивный, оглеение, оподзоливание, торфонакопление. В последнем случае происходит накопление трудноминерализуемого органического вещества на фоне низкой микробиологической активности почв.

На территории национального парка наибольшую площадь занимают подзолы иллюви-

Таблица 2. Физико-химические свойства эталонных почв Зеленого пояса Фенноскандии

Table 2. Physical-chemical properties of the surveyed reference soils in the Green Belt of Fennoscandia

Горизонт почв Soil horizons	Мощность, см Thickness, cm	pH		Hr	S	V, %	C	N	C/N
		H ₂ O	KCl				%		
НП «Паанаярви» NP «Paanajarvi»									
<i>Подзол иллювиально-железистый песчаный</i> <i>Ferric podzol</i>									
O	0–9	5,70	4,00	153,9	11,0	6,7	39,1	1,09	35,8
E	9–20	5,30	4,40	5,0	0,0	0,0	0,4	0,10	4,3
BF	20–32	5,80	4,50	5,6	0,0	0,0	1,3	0,30	4,4
B2	32–41	5,90	4,50	9,0	0,0	0,0	2,3	0,04	53,0
BC	41–52	6,00	4,70	7,1	0,0	0,0	1,7	0,07	24,9
C	>52	6,20	3,70	2,5	0,0	0,0	0,3	0,04	7,1
НП «Калевальский» NP «Kalevalsky»									
<i>Подзол иллювиально-железистый песчаный</i> <i>Sandy ferric podzol</i>									
O	0–6	4,18	2,9	102,3	36,2	26,14	42,3	1,21	35,0
E	6–11 (21)	3,65	3,54	1,98	0,29	12,78	0,68	0,02	34,0
BF	11 (21)–19 (32)	4,52	3,87	4,12	6,98	62,88	0,29	0,03	9,7
B2	19 (32)–58	5,6	5,13	1,03	0,51	33,12	0,19	0,01	19,0
BC	58–69	5,01	4,82	0,91	0,62	40,52	0,19	0,01	19,0
C	>69	6,1	4,59	0,92	1,82	66,42	0,03	0,02	1,5

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (continued)

Горизонт почв Soil horizons	Мощность, см Thickness, cm	pH		Hr	S	V, %	C	N	C/N
		H ₂ O	KCl				%		
Заповедник «Костомукшский» Kostomukhshsky Strict Nature Reserve									
Подзол иллювиально-железистый песчаный <i>Sandy ferric podzol</i>									
O	0–5	4,2	3,2	103,7	38,4	27,12	46,1	1,03	44,8
E	5–10 (24)	3,7	3,6	2,23	0,3	11,86	0,51	0,02	25,5
BF	10 (24)–20 (35)	4,5	3,9	3,76	7,25	40,03	0,53	0,02	26,5
B2	20 (35)–57	5,4	5,1	1,03	0,61	37,20	0,17	0,01	17,0
BC	57–80	5,1	4,9	0,84	0,6	41,67	0,17	0,03	5,7
C	>80	6,2	4,8	0,89	1,91	55,72	0,05	0,02	2,5
НП «Ладожские шхеры» NP «Ladoga Skerries»									
Бурозем типичный на суглинистой морене <i>Typical brown earth over loamy till</i>									
O'	0–1	4,3	3,5	1,54	52,6	97,16	39,40	1,63	24,20
O''	1–2	3,8	3,5	2,12	49,6	95,90	37,13	1,59	23,30
O'''	2–4	3,9	3,1	2,75	48,2	94,60	25,82	1,00	25,82
AУ	4–15	4,8	3,7	0,96	32,9	97,16	14,25	0,41	34,70
ВМ	15–21	5,6	4,0	0,59	3,6	85,92	4,26	0,20	21,30
B2	21–31	5,7	4,4	0,41	4,86	92,22	2,50	0,16	15,60
BC	31–45	6,9	4,2	0,53	8,60	94,19	1,56	0,04	3,90
Подбур среднemothный грубогумусированный на скальном основании <i>Moderately thick coarsely humified podbur over bedrock</i>									
O'	0–0,5	3,2	2,8	2,4	17,8	88,12	40,86	1,89	21,60
O''	0,5–3	4,1	3,2	3,5	16,9	82,84	42,49	2,08	20,50
AУВНF	3–12	4,3	3,5	2,9	48,8	94,39	12,39	0,38	32,60
ВНF+BC	12–17	5,2	3,7	3,8	8,6	69,35	6,53	0,13	50,20
BC	17–21	6,1	3,8	0,5	3,9	88,64	2,71	0,22	12,30
R									
Торфянистый подбур глеевый на суглинистой морене <i>Peaty gleyic podbur over loamy till</i>									
O	0–0,8	3,8	2,8	34,5	64,2	65,05	42,06	0,97	43,40
T1	0,8–4	3,6	2,9	28,9	71,1	71,10	40,19	1,43	28,10
H	4–12	4,5	3,3	35,6	12,8	26,45	19,05	0,97	19,60
ВНg	12–22 (40)	4,8	3,6	1,4	13,5	90,60	5,31	0,24	22,10
GC	22 (40) и далее	5,1	4,0	0,8	6,4	88,89	2,12	0,13	16,30

Примечание. Hr – гидролитическая кислотность, S – сумма поглощенных оснований, V – степень насыщенности почв основаниями.

Note. Hr – hydrolytic acidity, S – sum of bases, V – base saturation.

ально-железистые песчаные, а также подзолы иллювиально-гумусовые супесчаные щебнистые (табл. 3). Пестрота почвенного покрова обусловлена пересеченным мезорельефом, который определяется природным ландшафтом. Также велика роль растительного покрова и микрорельефа, который определяется мощностью четвертичных отложений. На формирование почвенного покрова также оказывает влияние экспозиция склона и его крутизна: в сосняках

лишайниковых, сформировавшихся на склонах моренных холмов, распространены почвы низкого плодородия с укороченным профилем.

На территории НП в почвенном покрове выделены следующие эталонные почвы:

– подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые песчаные на автоморфных позициях;

– болотные торфяные и торфяно-глеевые, сформировавшиеся в гидроморфных условиях.

Таблица 3. Структура почвенного покрова НП «Калевальский»

Table 3. Kalevalsky NP soil cover structure

Почвы Soils	Почвообразующие породы Parent rocks	Площадь, % Area, %
Подзолы иллювиально-железистые Ferric podzols	песчаные sandy	49,7
Подзолы иллювиально-гумусовые Humic podzols	супесчаные щебнистые loamy-sand, gravelly	30,7
Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые (без разделения) Ferric and humic podzols (undivided)	песчаные sandy	7,8
Торфяные болотные Peat soils	–	11,7

Автоморфные почвы имеют хорошую дренированность профиля, четкую дифференциацию на отдельные горизонты, выраженность подзолообразовательного процесса. Подзолистый горизонт имеет ярко-серую окраску, иллювиальный горизонт охристых темно-коричневых тонов. Переход в почвообразующую породу, как правило, постепенный. Преобладающей фракцией в гранулометрическом составе является песчаная, содержание ила низкое.

Содержание гумуса в изучаемых почвах низкое, почвы слабокислые и кислые, наиболее низкий рН отмечен для верхних горизонтов почв. Степень насыщенности почв основаниями низкая, что свидетельствует о высоком содержании в почвенно-поглощающем комплексе обменных водорода и алюминия.

Содержание общего углерода в почвах составляет до 39 %, его распределение по профилю почв носит биогенно-аккумулятивный характер (табл. 2). В верхнем органогенном горизонте оно составляет до 39 %, в элювиальном резко снижается и составляет до 0,7 %, в почвообразующей породе до 0,03 %. Распределение валового азота по профилю почв аналогично распределению углерода: наибольшее содержание отмечено в лесной подстилке, по глубине минеральной толщи оно резко снижается и составляет до 0,02 %. Показателем направленности трансформации органического вещества в исследованных почвах является отношение C/N. В почвах складываются неблагоприятные условия для развития микробоценоза почв, осуществляющего трансформацию органического вещества. Это находит отражение в формировании низкопродуктивных древостоев, устойчивость которых к антропогенному воздействию низкая.

*Почвы и почвенный покров заповедника
«Костомукшский»*

Дата создания – 14 декабря 1983 г., общая площадь территории составляет 47 569 га. Поч-

вы заповедника и прилегающих территорий активно исследовались с 1977 г. в связи с разработкой железорудного месторождения в этом районе и строительством города Костомукши. Экспедиционные работы под руководством Р. М. Морозовой позволили получить сведения о почвах региона. Результаты этих работ нашли отражение в коллективной монографии «Биологические ресурсы района Костомукши, пути освоения и охраны» [1977], была проведена инвентаризация почв, дана характеристика почвенного покрова, определены комбинации почв и пр. Также работа имела практическое значение – была выполнена почвенно-экологическая оценка создаваемой зеленой зоны города Костомукши. Именно в контексте данного исследования впервые поднимался актуальный для Карелии вопрос о рекультивации техногенных земель.

В 1991 году Институтом леса КарНЦ РАН при содействии Министерства окружающей среды Финляндии создана станция интегрированного мониторинга на территории заповедника – полигон «Камалахти» [Интегрированный..., 1998]. При реализации проекта получены новые сведения о почвах заповедника, которые подтвердили выводы Р. М. Морозовой о взаимосвязи формирующихся почв с типом растительности, почвообразующими породами, рельефом местности. Эти выводы, а также работы О. Н. Бахмет, М. В. Медведевой и А. С. Яковлева по исследованию влияния аэротехногенного загрязнения Костомукшского ГОКа на почвы стали основой для проведения комплексных работ на территории заповедника, изучения круговорота биофильных элементов в ненарушенных экосистемах [Медведева и др., 2003; Федорец и др., 2015]. В настоящее время исследования почв заповедной территории продолжаются, заложено 17 мониторинговых площадок, на которых составлен систематический список почв в новой классификации, проводится поиск индикаторов

Таблица 4. Структура почвенного покрова заповедника «Костомукшский»

Table 4. Kostomukshsky Strict Nature Reserve soil cover structure

Почвы Soils	Почвообразующие породы Parent rocks	Площадь, % Area, %
Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые (без разделения) Ferric and humic podzols (undivided)	Песчаные валунные и галечниковые Sandy, bouldery and pebbly	49,7
Торфянистые и торфяные подзолы глеевые в основном иллювиально-гумусовые Peat and peaty gleyic podzols, predominantly humic	Песчаные валунные и галечниковые Sandy, bouldery and pebbly	50,2
Прочие компоненты: подзолы иллювиально-железистые, подзолы иллювиально-гумусовые, торфяные болотные, каменистые россыпи с примитивными почвами Other components: ferric podzols, humic podzols, peat soils, stony deposits with primitive soils		

торов состояния почв ненарушенных лесных сообществ.

На территории заповедника широкое распространение получили сочетания автоморфных почв подзолистого типа, в меньшей степени – полугидроморфных и гидроморфных почв; для почвенного покрова характерна высокая сложность, неоднородность и контрастность (табл. 4). Ведущими почвообразовательными процессами, протекающими на территории заповедника, являются подзолообразование, гумусово-аккумулятивный, подстилко- и торфонакопление. Процесс оглеения, при котором происходит микробиально-биохимическое преобразование минеральной толщи в анаэробных условиях, не имеет широкого распространения.

Наибольшую площадь занимают подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые и подзолы глеевые торфянистые и торфяные в основном иллювиально-гумусовые песчаные сильнозавалуненные. Мозаичность почвенного покрова обусловлена влиянием мезорельефа, который определяет гидрологический режим почв, распределение элементов минерального питания, поступление энергии в экосистему. Отмечена значительная роль почвообразующих пород в формировании почвенного покрова: на выходах коренных пород формируются почвы, имеющие неполно развитый профиль, насыщенные обломочным материалом. На процессы почвообразования на данной территории оказывает влияние озеро Каменное, которое сглаживает холодные температуры зимой и является причиной более низких температур в летнее время. Особенностью почвенного покрова данной территории является его прерывистость небольшими скальными обнажениями, каменистыми россыпями.

На территории заповедника выделены следующие эталонные почвы: подзолы иллюви-

ально-железистые и иллювиально-гумусовые песчаные валунные и галечниковые на автоморфных позициях.

Легкий гранулометрический состав этих почв создает предпосылки для хорошей дренированности, отсутствия застойного увлажнения. Почвы отличаются четкой дифференциацией на генетические горизонты, выраженностью подзолообразовательного процесса и формирования мощной лесной подстилки. Подзолистый горизонт отличается большой мощностью – до 19 см. Иллювиальный горизонт имеет охристо-бурую окраску, иногда по всему горизонту отмечается присутствие ортзандов темно-охристого цвета.

В гранулометрическом составе почв преобладающей фракцией является песчаная, содержание ила низкое. Почвы кислые, наиболее низкие значения pH в профиле почв имеет верхний органогенный горизонт (pH_{KCl} 3,2). В почвенно-поглощающем комплексе преобладает водород и алюминий, поэтому степень насыщенности почв основаниями низкая.

Содержание общего углерода в верхнем горизонте почв высокое и составляет до 46 %, его распределение в минеральной части почв неравномерное и носит характер биогенного накопления (табл. 2). Распределение азота по профилю почв аналогично распределению углерода: наиболее высокое содержание отмечено в лесной подстилке (O), в минеральной толще его содержание на порядок меньше. Внутрипрофильное распределение изучаемых макро- и микроэлементов в минеральной толще подзолов носит элювиально-иллювиальный характер: минимум их концентрации характерен для элювиальных горизонтов, в иллювиальных, выступающих в качестве сорбционных барьеров, их содержание резко увеличивается. В почвах подзолистого генезиса трансформация органического вещества происходит замедленно, наиболее благоприятные условия

Таблица 5. Структура почвенного покрова НП «Ладожские шхеры»

Table 5. Ladoga Skerr ies NP soil cover structure

Почвы Soils	Почвообразующие породы Parent rocks	Площадь, % Area, %
Буроземы грубогумусные Coarse humus brown earths	супесчаные и суглинистые loamy-sand and loamy	36,4
Подбуры Podburs	супесчаные и суглинистые loamy-sand and loamy	12,8
Подзолы иллювиально-гумусово-железистые Humo-ferric podzols	песчаные и супесчаные sandy and loamy-sand	21,2
Болотные верховые и торфяно-глеевые Raised bog and peat-gley soils	–	8,8

для микробиоты формируются в верхнем органическом горизонте.

Почвы и почвенный покров НП «Ладожские шхеры»

Национальный парк был создан 28.12.2017 г., общая площадь его составляет 122 008 га. Первые описания почв сделаны в середине 50-х годов прошлого столетия [Барановская, 1957]. Почвенное районирование территории, проведенное П. А. Летуновым [1956], имело большое значение в изучении почв на ландшафтной основе. Также важны работы Р. С. Канцельсона по вопросу роли микроорганизмов в трансформации органического вещества, создании плодородия почв [Канцельсон, 1956]. Особенности буроземообразования были отмечены в работе В. О. Таргульяна [1971]. Можно отметить работы, проводимые под руководством Р. М. Морозовой в данном районе в 1970–1980-х годах. В ходе экспедиции особенно подробно были исследованы почвы буроземного типа образования [Лазарева, Морозова, 1983], отмечено, что они широко распространены на территории Северного Приладожья, формирование профиля почв связано с богатством почвообразующих пород щелочными и щелочноземельными металлами. Кроме того, авторы отмечали, что в условиях повышенного увлажнения возможна интерференция процессов подзоло-, буроземо-, глееобразования, поэтому разделение этих процессов в данных условиях затруднено. Полученные данные о высокой микробиологической активности почв, сформировавшихся под еловыми древостоями, подтверждали это [Медведева и др., 2012, 2014].

Национальный парк располагается в одной из самых живописных местностей Карелии, она отличается своеобразными климатическими, геолого-геоморфологическими и гидрологическими условиями, изобилует ценными природными объектами, редкими видами живот-

ных и растений. Территория парка относится к среднетаежной подзоне с элементами южной тайги. Преобладают хвойные леса, а также высока доля лиственных в составе древесных насаждений. Это находит отражение в формировании почвенного покрова. Важнейшими почвообразовательными процессами, которые протекают на данной территории, являются подзолообразование, оглеение, торфонакопление, а также буроземообразование. При протекании последнего необходимо подчеркнуть высокую активность важнейших эколого-трофических групп микроорганизмов, осуществляющих синтез собственно органического вещества.

В национальном парке наибольшее распространение имеют буроземы грубогумусные и подзолы иллювиально-железистые супесчаные и суглинистые (табл. 5). Пестрота почвенного покрова определяется приуроченностью территории к конечной окраине последнего Валдайского оледенения, в связи с чем для нее характерна неоднородность почвообразующих пород, а также распространение пород основного состава. Именно особенности почвообразующих пород являются важнейшим фактором формирования почв буроземного типа. В результате они занимают значительные площади на территории НП, однако являются редкими для Карелии.

Эталонными почвами для данной территории являются подзолы, однако их площадное распространение в НП невелико. Типичными для исследуемой области являются буроземы, которые занимают наибольшую площадь, однако для Карелии они редкие. В этой связи можно говорить, что буроземы – эталонные почвы национального парка «Ладожские шхеры». Эти почвы имеют бурый слабодифференцированный профиль, характеризуются низкой кислотностью, весь их профиль пропитан гумусом, содержание которого постепенно снижается с глубиной. Иногда отмечается накопление гу-

Таблица 6. Корреляция классификационного положения эталонных почв Зеленого пояса Фенноскандии

Table 6. Correlation of classification positions of the studied soils of the Fennoscandian Green Belt

Классификация и диагностика почв СССР [1977] с изменениями Р. М. Морозовой [1991] Classification and diagnosis of soils of the USSR [1977] modified by R. M. Morozova [1991]	Классификация и диагностика почв России [2004] Classification and diagnosis of soils of Russia [2004]	Классификация WRB [World..., 2015] WRB classification [World..., 2015]
Подзол иллювиально-железистый Ferric podzol	Подзол иллювиально-железистый Ferric podzol	Albic Podzol (Skeletal)
Подзол иллювиально-гумусовый Humic podzol	Подзол иллювиально-гумусовый Humic podzol	Histic Podzol (Skeletal)
Бурозем грубогумусовый глеевый Coarse-humus gleyic brown earth	Бурозем грубогумусовый глеевый Coarse-humus gley brown earth	Brownzems raw-humic gley
Подзолы глеевые торфянистые Peaty gleyic podzols	Торфяно-подзол глеевый Peat gleyic podzol	Gleyic-Histic Albeluvisols
Торфяные болотные Peat soils	–	–
Примитивная органогенная Primitive organogenic	Петрозем типичный Typical petrozem	Leptosol

муса на контакте с плотной подстилающей породой.

Биологический круговорот элементов-биогенов (С, N) в почвенном профиле находится в тесной взаимосвязи с направленностью трансформации органического вещества. Интенсивность круговорота данных веществ максимальна в верхнем органогенном горизонте почв – лесной подстилке. Именно здесь выявлено наибольшее содержание С и N. При этом необходимо отметить, что самые благоприятные трофические условия для подстилочных деструкторов формируются при отношении C/N равном 25, которое наблюдали в почвах с выраженным процессом буроземообразования.

В процессе микробной трансформации органического вещества в почвенную толщу в большом объеме поступают органические кислоты, поэтому верхний органогенный горизонт почв является наиболее кислым. В почвенно-поглощающем комплексе, в отличие от почв, рассмотренных выше, доля водорода и алюминия незначительная, в этой связи степень насыщенности почв основаниями высокая. Последнее хорошо отражает тесную взаимосвязь с материнской почвообразующей породой.

Совокупность лесорастительных условий – обеспеченность элементами минерального питания, умеренное увлажнение, дренаж – обусловила формирование насаждений высокой производительности с высоким уровнем видового богатства напочвенного покрова.

Анализ классификационного положения почв, распространенных на территории ЗПФ, показал, что почвы по региональной классификации, разработанной Р. М. Морозовой [1991], и российской классификации [Клас-

сификация..., 2004] отличаются по высшим таксонам для средне- и северотаежной подзоны (табл. 6). В пределах отдельной подзоны на фоне принадлежности почв к высокой таксономической единице (отдел, тип, подтип) отличие в большей степени проявляется на уровне более низких таксонов.

Заключение

Проведенные исследования почв территории ЗПФ выявили большую роль макро- и мезорельефа, а также гидрологических условий в формировании почв. В целом в почвенном покрове ЗПФ преобладают сочетания подзолов иллювиально-железистых и иллювиально-гумусовых, а также торфяных почв. Большое распространение имеют примитивные органогенные почвы. В северной и центральной части карельской территории ЗПФ почвенный покров является относительно однородным, ареалы распространения почв отличаются средней контурностью, в нем преобладают почвы, сформировавшиеся на легких породах. В южной части ЗПФ распространены различные вариации комплексов и сочетаний подбуров, буроземов с подзолистыми и примитивными почвами, на участках замкнутых понижений формируются почвы полугидроморфного и гидроморфного типа.

В целом почвенный покров всей исследованной территории ЗПФ характеризуется сложностью, неоднородностью и контрастностью, что является свойственным почвенному покрову всей Восточной Фенноскандии.

Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН.

Литература

Апарин Б. Ф., Касаткина Г. А., Матинян Н. Н., Сухачева Е. Ю. Красная книга почв Ленинградской области. СПб.: Аэроплан, 2007. 320 с.

Барановская А. В., Перевозчикова Е. М. Краткая характеристика условий почвообразования и природных районов южной Карелии // Труды Карельского филиала АН СССР. 1957. Выпуск IX. С. 4–26.

Биологические ресурсы района Костомукши, пути освоения и охраны. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1977. 186 с.

Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В., Караваев В. Н., Курхинен Ю. П., Рукосуев С. И., Сазонов С. В., Шелехов А. М. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. 194 с.

Зеленый пояс Фенноскандии: научно-популярное иллюстрированное издание / Науч. ред. А. Н. Громцев, О. Л. Кузнецов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2014. 116 с.

Интегрированный экологический мониторинг в Карелии / Под ред. В. А. Коломыцева, Г. В. Шильцовой. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 114 с.

Медведева М. В., Ахметова Г. В., Федорец Н. Г., Яковлев А. С., Раевский Б. В., Травин В. В. Почвы низкогорных ландшафтов Северной Карелии // Почвоведение. 2018. № 2. С. 131–140. doi: 10.7868/S0032180X18020016

Медведева М. В., Бахмет О. Н., Яковлев А. С. Биологическая диагностика аэротехногенного загрязнения лесных почв Восточной Фенноскандии // Почвоведение. 2003. № 1. С. 106–112.

Медведева М. В., Федорец Н. Г., Ильинов А. А. Биологическая активность почв еловых генетических резерватов Северного Приладожья // Уч. зап. ПетрГУ. 2014. № 6(143). С. 27–33.

Медведева М. В., Федорец Н. Г., Ильинов А. А., Раевский Б. В., Рудковская О. А. Морфологические и химические свойства почв генетических резерватов Северного Приладожья // Уч. зап. ПетрГУ. 2012. № 6. С. 20–27.

Морозова Р. М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.

Морозова Р. М., Федорец Н. Г., Бахмет О. Н. Почвы и почвенный покров национального парка «Паанаярви» // Труды КарНЦ РАН. 2003. Вып. 3. С. 49–55.

Канцельсон Р. С. Исследование микробиологической активности почв Карело-Финской СССР: Тез. докл. на науч. сессии, посв. 10-летию деятельности Карело-Финского филиала АН СССР. Петрозаводск, 1956.

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

Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

Лазарева И. П., Морозова Р. М. Почвы островов Валаамского архипелага // Природные комплексы Валаама и воздействие на них рекреации / Под ред. А. А. Кучко, И. П. Лазаревой. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1983. С. 59–77.

Летунов П. А. Принципы комплексного природного районирования в целях развития сельского хозяйства // Почвоведение. 1956. № 3. С. 73–81.

Рудковская О. А., Раевский Б. В., Ильинов А. А., Медведева М. В. Сравнительная оценка биоразнообразия растительных сообществ низкогорий национального парка «Паанаярви» // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. Т. 20, № 2. 2016. С. 26–35.

Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.

Федорец Н. Г., Бахмет О. Н., Солодовников А. Н., Морозов А. К. Почвы Карелии: геохимический атлас. М.: Наука, 2008. 47 с.

Федорец Н. Г., Бахмет О. Н., Преснухин Ю. В. Процессы почвообразования в сосновых и еловых лесах заповедника «Костомукшский» // Труды Гос. природ. заповедника «Костомукшский». 30-летние научные исследования в заповеднике «Костомукшский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. Вып. 1. С. 9–19.

Akhmetova G. Recreational impacts on soils in Paanajärvi National Park (Republic of Karelia, Russia) // Oulanka Reports. Oulu: Oulun Yliopisto, 2009. No. 29. P. 4–10.

World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. World soil resources reports № 106. IUSS Working Group WRB. Rome: FAO, 2015. 192 p.

Поступила в редакцию 22.03.2019

References

Aparin B. F., Kasatkina G. A., Matinyan N. N., Sukhacheva E. Yu. Krasnaya kniga pochv Leningradskoi oblasti [Red data book of soils of the Leningrad Region]. St. Petersburg: Aeroplan, 2007. 320 p.

Baranovskaya A. V., Perevozchikova E. M. Kratkaya kharakteristika uslovii pochvoobrazovaniya i prirodnykh raionov yuzhnoi Karelii [A brief description of the conditions of soil formation and natural areas of South Karelia]. Tr. Karel'skogo fil. AN SSSR [Trans. Karelian Br. Acad. Sci. USSR]. 1957. Iss. IX. P. 4–26.

Biologicheskie resursy raiona Kostomukshi, puti osvoeniya i okhrany [Biological resources of the Kosto-

muksha District, ways of development and protection]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1977. 186 p.

Fedorets N. G., Bakhmet O. N., Solodovnikov A. N., Morozov A. K. Pochvy Karelii: geokhimicheskii atlas [Soils of Karelia: a geochemical atlas]. Moscow: Nauka, 2008. 47 p.

Fedorets N. G., Bakhmet O. N., Presnukhin Yu. V. Protsessy pochvoobrazovaniya v sosnovykh i elovykh lesakh zapovednika "Kostomukshskii" [Processes of soil formation in pine and spruce forests of the Kostomukshsky Reserve]. Trudy Gos. prirod. zapoved. "Kostomukshskii". 30-letnie nauch. issled. v zapovednike

“Kostomukshskii” [Proceed. the Kostomukshsky St. Nat. Reserve: 30 years of sci. research in the Kostomukshsky St. Nat. Reserve]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2015. Iss. 1. P. 9–19.

Integrirovannyi ekologicheskii monitoring v Karelii [Integrated environmental monitoring in the Republic of Karelia]. Eds. V. A. Kolomytsev, G. V. Shil'tsova. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1998. 114 p.

Medvedeva M. V., Bakhmet O. N., Yakovlev A. S. Biologicheskaya diagnostika aerotekhnogenogo zagryazneniya lesnykh pochv Vostochnoi Fennoskandii [Biological diagnostics of aerotechnogenic pollution of forest soils of Eastern Fennoscandia]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science]. 2003. No. 1. P. 106–112.

Medvedeva M. V., Fedorets N. G., Il'inov A. A. Biologicheskaya aktivnost' pochv elovykh geneticheskikh rezervatov Severnogo Priladozh'ya [Biological activity of soils of spruce genetic reserves of the North Lado-ga area]. *Uch. zap. PetrGU* [Proceed. Petrozavodsk St. Univ.]. 2014. No. 6(143). P. 27–33.

Medvedeva M. V., Fedorets N. G., Il'inov A. A., Raevskii B. V., Rudkovskaya O. A. Morfologicheskie i khimicheskie svoystva pochv geneticheskikh rezervatov Severnogo Priladozh'ya [Morphological and chemical properties of soil genetic reserves of the North Lado-ga area]. *Uch. zap. PetrGU* [Proceed. Petrozavodsk St. Univ.]. 2012. No. 6. P. 20–27.

Morozova R. M. Lesnye pochvy Karelii [Forest soils of Karelia]. Leningrad: Nauka, 1991. 184 p.

Morozova R. M., Fedorets N. G., Bakhmet O. N. Pochvy i pochvennyi pokrov natsional'nogo parka «Paanajarvi» [Soil and soil cover of the Paanajarvi National Park]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2003. Iss. 3. P. 49–55.

Kantsel'son R. S. Issledovanie mikrobiologicheskoi aktivnosti pochv Karelo-Finskoi SSSR [Study of microbiological activity of soils of the Karelian-Finnish USSR]. Tez. dokl. na nauchnoi sessii, posv. 10-letiyu deyatel'nosti Karelo-Finskogo filiala AN SSSR [Proceed. sci. session dedicated to 10th anniv. Karelian-Finnish Br. Acad. Sci. USSR]. Petrozavodsk, 1956.

Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnosis of soils of Russia]. Smolensk: Oikomena, 2004. 342 p.

Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR [Classification and diagnosis of soils of the USSR]. Moscow: Kolos, 1977. 223 p.

Lazareva I. P., Morozova R. M. Pochvy ostrovov Valaamskogo arkhipelaga [Soils of the Islands of the Valaam archipelago]. *Prirod. kompleksy Valaama i vozdeistvie na nikh rekreatsii* [Natural complexes of Valaam and recreational impact on them]. Eds. A. A. Kuchko, I. P. Lazareva. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1983. P. 59–77.

Letunov P. A. Printsipy kompleksnogo prirodnogo raionirovaniya v tselyakh razvitiya sel'skogo khozyaistva [Principles of complex natural zoning for the development of agriculture]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1956. No. 3. P. 73–81.

Rudkovskaya O. A., Raevskii B. V., Il'inov A. A., Medvedeva M. V. Sravnitel'naya otsenka bioraznobraziya rastitel'nykh soobshchestv nizkogorii natsional'nogo parka «Paanajarvi» [A comparative assessment of biodiversity of plant communities in the lowlands of the Paanajarvi National Park]. *Vestnik MGUL – Lesnoi vestnik* [Forestry Bull.]. 2016. Vol. 20, no. 2. P. 26–35.

Targul'yan V. O. Pochvoobrazovanie i vyvetrивание v kholodnykh gumidnykh oblastyakh [Soil formation and weathering in cold humid areas]. Moscow: Nauka, 1971. 268 p.

Volkov A. D., Gromtsev A. N., Erukov G. V., Karavaev V. N., Kurkhinen Yu. P., Rukosuev S. I., Sazonov S. V., Shelekhov A. M. Ekosistemy landshaftov zapada severnoi taigi (struktura, dinamika) [Landscape ecosystems in the West of the Northern taiga (structure, dynamics)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1995. 194 p.

Zelenyi poyas Fennoskandii: nauchno-populyarnoe illyustrirovannoe izdanie [Green Belt of Fennoscandia: a popular science illustrated edition]. Eds. A. N. Gromtsev, O. L. Kuznetsov. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2014. 116 p.

Akhmetova G. Recreational impacts on soils in the Paanajarvi National Park (Republic of Karelia, Russia). *Oulanka Reports*. Oulu: Oulun Yliopisto, 2009. No. 29. P. 4–10.

Medvedeva M. V., Akhmetova G. V., Fedorets N. G., Yakovlev A. S., Raevskii B. V., Travin V. V. Soils of low-mountain landscapes of North Karelia. *Eurasian Soil Science*. 2018. Vol. 51, iss. 2. P. 131–139.

World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. World soil resources reports no. 106. IUSS Working Group WRB. Rome: FAO, 2015. 192 p.

Received March 22, 2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бахмет Ольга Николаевна

руководитель Отдела комплексных научных исследований, чл.-корр. РАН, д. б. н.
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: obakhmet@mail.ru
тел.: (8142) 769500

CONTRIBUTORS:

Bakhmet, Ol'ga

Department of Multidisciplinary Scientific Research,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: obakhmet@mail.ru
tel.: (8142) 769500

Медведева Мария Владимировна

старший научный сотрудник лаб. лесного почвоведения,
к. б. н., доцент
Институт леса КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: mariamed@mail.ru
тел.: (8142) 769500

Medvedeva, Mariya

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mariamed@mail.ru
tel.: (8142) 769500