 © Авторы статьи / Authors of the article

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ/PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.22 EDN: OLIZEJ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ И ВАЛОВОГО СОСТАВА ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД ГИДРОМОРФНЫХ ЛАНДШАФТОВ ХИБИНО-ЛОВОЗЕРСКОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Научная статья

Семенов В.А.[1, *]
[1] ORCID : 0000-0002-1283-8105;
[1] Российский государственный университет правосудия, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kosarevanatalia[at]rambler.ru)

Предложена: 06.01.2024; Принята: 15.03.2024; Опубликована: 18.03.2024

Аннотация

В статье приведен анализ химического и морфологического состава почв болотного ряда в краевых и центральных частях Хибинского и Ловозерского массивов. Представлена информация о почвенной дифференциации суммы поглощенных оснований. Определены показатели гидролитической и актуальной кислотности в различных генетических горизонтах торфяно-болотных почв рассматриваемой территории. Обращено внимание на колоссальные концентрации органических веществ в торфяных горизонтах почв гидроморфных ландшафтов центра Кольского полуострова. Приведены сведения о химическом составе почвообразующих и некоторых коренных пород прибрежных болотных почв в приозерных районах и близ устьев рек, впадающих в оз. Сейдъявр, Ловозеро, Умбозеро, Имандра. Отмечено биоиндикационное и агрономическое значение болотных биогеоценозов, их роль в регулировании водного стока. Также отмечена провинциальность в содержании некоторых элементов в почвах и почвообразующих породах гидроморфных ландшафтов. Делается вывод о значительной уникальности низинных болот, формирующихся в условиях Крайнего Севера на нефелиново-сиенитовых щелочных интрузивах.

Ключевые слова: низинное болото, гидроморфный ландшафт, почвообразующая порода, валовой состав.

SOME SPECIFICS OF CHEMICAL COMPOSITION OF SOILS AND BULK COMPOSITION OF SOIL-FORMING ROCKS OF HYDROMORPHIC LANDSCAPES OF KHIBINO-LOVOZERO GEOCHEMICAL PROVINCE

Research article

Semenov V.A.[1, *]
[1] ORCID : 0000-0002-1283-8105;
[1] Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (kosarevanatalia[at]rambler.ru)

Suggested: 06.01.2024; Accepted: 15.03.2024; Published: 18.03.2024

Abstract

The article presents the analysis of chemical and morphological composition of soils of the bog row in the marginal and central parts of the Khibiny and Lovozero massifs. The information on soil differentiation of the sum of absorbed bases is presented. The indicators of hydrolytic and actual acidity in different genetic horizons of peat-bog soils of the studied territory are determined. Attention is paid to colossal concentrations of organic matter in peat horizons of soils of hydromorphic landscapes in the centre of the Kola Peninsula. Information is presented on the chemical composition of soil-forming and some bedrock rocks of coastal bog soils in lakeside areas and near the mouths of rivers flowing into Seidyavr, Lovozero, Umbozero, and Imandra lakes. Bioindication and agronomic importance of bog biogeocenoses and their role in regulation of water flow were noted. Provinciality in the content of some elements in soils and soil-forming rocks of hydromorphic landscapes is also noted. The conclusion is made about the significant uniqueness of lowland bogs formed in the conditions of the Far North on nepheline-syenite alkaline intrusions.

Keywords: lowland bog, hydromorphic landscape, soil-forming rock, bulk composition.

Введение

Хибинские и Ловозерские тундры – территория, отличающаяся большой заболоченностью и, как следствие, обилием гидроморфных ландшафтов. Переувлажненные оглеенные почвы находятся в подчиненных геохимических условиях межгорных низменных пространств. Мощность торфяных и торфянистых горизонтов в почвах рассматриваемой территории, как правило, невелика, что связано с низкой скоростью накопления биомассы и относительной молодостью постледникового развития Кольского полуострова.

Болотные ландшафты играют значительную экологическую роль, регулируя водный баланс региона и аккумулируя значительное количество биодоступной влаги. Физико-химические свойства торфа могут использоваться для биоиндикации. Гидроморфные почвы являются элементом питания грунтовых и поверхностных вод, регулируя сток Хибино-Ловозерской провинции. Различные разновидности торфяных почв занимают львиную долю изучаемого

 © Авторы статьи / Authors of the article

района, играя колоссальную роль в перераспределении вещества в субарктических и северо-таежных ландшафтах европейского Севера. Наконец, гидроморфные ландшафты крайне богаты органикой и биотой, что позволяет использовать их в сельскохозяйственном отношении, например, для выращивания овощей, сбора грибов, ягод и лекарственных растений. Торф – это также неплохое горючее [2, С. 330-339], что особенно важно для районов с суровым климатом Заполярья. При этом гидроморфные почвы Хибино-Ловозерья весьма слабо изучены и мало анализируются в теоретических статьях. Таким образом, избранная автором тема является актуальной и практически значимой. Теоретическое значение рассмотрения данной территории связано с уникальностью ее почвообразующих и коренных пород, представленных элювио-делювием нефелиновых сиенитов, а также близостью района к мощному экономическому, транспортному и военно-стратегическому ядру российского Севера. Изучение особенностей химического состава и некоторых физических свойств почв приозерных районов вышеназванной горной провинции, а также состава пород, на которых они образуются, – это и есть цель данной статьи.

Первые обобщающие сведения о морфологии и строении почв Хибин содержатся в пионерской монографии М.М. Мазыро «Почвы Хибинских тундр», увидевшей свет в 1936 году, на ниве геолого-минералогических экспедиций академика А.Е. Ферсмана [9, С. 216-217]. После значительного перерыва, в работе Н.П. Белова и А.В. Барановской «Почвы Мурманской области», напечатанной в 1969 г. [9, С. 45-47], также обращено внимание на некоторые особенности почв подчиненных ландшафтов рассматриваемых нами горных заполярных массивов. Современный анализ состояния болотных почв восточного побережья озера Имандра и отчасти хибинских болотных почв был дан в публикациях работников Кольского научного центра РАН [3, С. 34-50], [7, С. 28-35], [10, С. 1463-1469]. Геохимия тяжелых металлов и алюминия в гидроморфных почвах Хибин и Ловозерских тундр интересовала ученых кафедры геологии и геохимии ландшафта МПГУ [5, С. 62-72], [6, С. 35-69]. В нашей статье мы делаем упор на анализ гидроморфных почвенных образований межгорных долин и почв побережий Ловозера, Сейдъявра и Умбозера, что до сих пор в литературе специально не рассматривалось. В этом состоит научная новизна представленной нами информации.

При подготовке статьи автором применялись следующие методы и методики анализа вещества. Для определения суммы поглощенных оснований и гидролитической кислотности использовались стандартные методики рационального химического анализа [4, С. 25-36]. Показатель pH определялся потенциометрически на pH-метре ЭКОСТАБ PH133. Количество органического вещества в почвах определялось озолением (по потере при прокаливании) в муфельной печи КО-14, а также с помощью общеизвестной методики определения гумуса по Тюрину. Валовый состав почвообразующих и коренных пород проводился в ЦЛАВ ГЕОХИ им. Вернадского, с помощью рентген-флюоресцентного анализа на приборе PhilipsPW-1600.

Основные результаты

Основные массивы вскрытых и описанных автором почв подчиненных ландшафтов относятся к болотным дерново-перегнойным, торфяно-перегнойным оглеенным и торфяно-перегнойным оподзоленным почвам. Данные почвенные разновидности оконтуривают берега крупных озер либо низинные части межгорных долин. Почвы гидроморфных ландшафтов имеют наземный сфагнумово-моховой покров, либо осоково-пушицевый, либо даже мохово-кустарничковый. Ниже представлен пример описания почвенного профиля торфяно-перегнойной почвы, шурф которой вскрыт в прибрежном сегменте Охтокандской губы оз. Имандра, близ железнодорожной станции Питкуль.

Точка 2/21.

T_0 – 0-5 см. Темно-охристо-коричневого цвета, слабо разложившийся опад шикши, осоки черной и багульника.

T_1 – 5-24 см. Светло-охристо-коричневого цвета, переувлажненный рыхлый плохо разложившийся моховой торф.

T_2 – 24-38 см. Темно-коричневого цвета, моховой торф значительной степени гумификации, уплотненный, влажный.

B/C 38-52 см. Темно-коричневого цвета, с отдельными сизыми пятнами, опесчаненный, с включениями валунов и щебня элювио-делювия нефелиновых сиенитов, плотный, ниже переходит в аллювиальный песок с обилием валунов коренных автохтонных пород.

Основные результаты анализа болотных почв Хибин и Ловозерских тундр и их обрамления представлены в таблице 1. *Сумма поглощенных оснований* гидроморфных почв Хибинского и Ловозерского горно-тундровых массивов весьма велика. Этот показатель варьируется в пределах от 1,7 до 131,7 мг·экв/100 г. Если рассматривать почвенную дифференциацию суммы поглощенных оснований, то она имеет тенденцию к снижению от верхней торфяной части профиля почв до нижней минеральной части. Это связано со свойством органики сорбировать катионы кальция и магния, а органического вещества традиционно больше в верхних почвенных горизонтах; изученные нами почвы в данном аспекте исключения не составляют.

В биогенно-аккумулятивных почвенных образованиях переувлажненных низинных болот имеет место плавное снижение показателя суммы поглощенных оснований с глубиной. В почве, вскрытой на точке 3/21 на приозерной береговой террасе, имеются признаки развития подзолообразовательного процесса, пятна и примазки глинки белесого цвета, в связи с чем показатели суммы поглощенных оснований более контрастны и более резко убывают в нижнем почвенном горизонте. В изученных гидроморфных почвах на вышеназванной территории, наибольшие показатели суммы поглощенных оснований характерны для Ловозерского массива, в сравнении с Хибинским.

Гидролитическая кислотность рассмотренных автором образчиков болотных почв схожа с характером распределения по почвенному профилю суммы поглощенных оснований, и максимальна в верхних горизонтах T_0 и T_1, закономерно снижаясь к почвообразующей и коренной породе (см. табл. 1). Колебания показателя гидролитической кислотности составляют от 16,5-217,3 мг·экв/100 г почвы. Показатель гидролитической кислотности связан с ростом показателя pH в нижних горизонтах, а также с химическим составом почвообразующих и коренных пород, обогащенных соединениями алюминия [1, С. 85-93]. Максимальные значения данного почвенного показателя

 © Авторы статьи / Authors of the article

отмечены в образце из горизонта T_2 на точке 3/22, что позволяет нам осторожно предположить, что Ловозерский массив в этом отношении выделяется над Хибинским.

По *показателю pH* изученные гидроморфные почвы являются сильно-кислыми-нейтральными. Величина $pH_{водн.}$ варьирует от 3,5 до 6,6. *Актуальная кислотность* болотных почв Хибино-Ловозерской провинции снижается к нижней части почвенного профиля, по мере близости к коренным и почвообразующим породам. Только лишь у торфяно-болотных почв с преобладанием сфагнума в торфяном горизонте отмечается усиление актуальной кислотности с глубиной почвенного профиля. Помимо переувлажненности, большое влияние на величину $pH_{водн.}$ оказывает значительное содержание алюминия в почвообразующих и коренных породах [8, С. 18-21], типоморфного элемента для нефелиново-сиенитовых провинций.

Содержание *органического вещества* в профиле изучаемых болотных торфяно-перегнойных почв крайне велико, снижаясь вниз по почвенному профилю (см. табл. 1). Экстремумом здесь является показатель 96,5-98,5% от массы почвы, обнаруженный в горизонтах T_1 и T_2 на точке 3/22, в низинном болоте на левом берегу р. Эльморайок, на западной границе природного заказника Сейдъявврь в Ловозерских тундрах. Как мы предполагаем, сфагновый характер местных низинных торфов особенно выделяется концентрацией органического вещества, что в свою очередь связано с процессами минерализации биомассы в гидроморфных почвах нефелиново-сиенитовых провинций.

Таблица 1 - Сумма поглощенных оснований, кислотность и количество органического вещества в гидроморфных почвах оз. Имандра, оз. Ловозеро, оз. Умбозеро и оз. Сейдъявр

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.22.1

№ точки, место пробоотбора, ландшафт	Почва	Горизонт	Сумма поглощенных оснований	Гидролитическая кислотность	pH	ППП, %
			Мг·экв/100 г		водный	
2/21, Охтокандская губа оз. Имандра близ ст. Питкуль, *низинное болото*	Болотная торфяно-перегнойная	T_0	42,5	111,7	4,8	89,0
		T_1	43,6	165,8	4,6	96,0
		T_2	27,0	109,7	5,4	94,0
		B/C	1,7	38,5	5,7	3,6*
3/21, Охтокандская губа оз. Имандра близ ст. Питкуль, *приозерная береговая терраса*	Пойменная дерново-луговая с признаками оподзоливания	A_0	52,0	29,4	5,6	38,0
		Ad	32,0	23,7	5,8	16,0
		$A_т$	19,0	28,2	6,3	21,0
		A_1	43,0	40,0	6,6	27,0
		B	19,3	16,5	6,0	13,0
1/22, Моткегуба оз. Ловозеро, *низинное болото* на правом берегу устья р. Сейдъяврйок	Болотная торфяно-перегнойная	T_1	131,7	61,2	5,4	93,0
		T_2	37,0	35,0	4,3	39,0
		T_3	33,0	79,4	4,5	87,0
2/22, губа Песочная оз. Умбозеро, *низинное болото* в устье р. Аллуайв	Болотная торфяно-перегнойная	T_1	73,0	118,4	5,4	91,0
		T_2	22,3	42,6	5,1	24,5
		B	15,7	33,8	5,6	0,8*
3/22, оз. Сейдъявр, *низинное болото* на левом берегу	Болотная торфяно-перегнойная с пятнами оглеения	T_1	90,8	135,9	4,1	96,5
		T_2	5,4	217,3	3,5	98,5
		B_g/C	4,8	32,1	4,9	2,5*

 © Авторы статьи / Authors of the article

№ точки, место пробоотбора, ландшафт	Почва	Горизонт	Сумма поглощенных оснований	Гидролитическая кислотность	pH	ППП, %
			Мг·экв/100 г		водный	
устья р.						

*Примечание: ППП – потеря при прокаливании; *– определение углерода гумуса по Тюрину*

Основные результаты определения *валового химического состава почвообразующих и коренных пород* Хибин и Ловозерских тундр представлены в таблице 2. Плохо сортированные и несортированные пески по берегам оз. Ловозеро, Умбозеро, Имандра и Сейдъявр имеют схожие концентрации для основной массы определенных химических элементов. В почвообразующих породах концентрации натрия – 1,0-2,3%, магния – 0,4-1,2%, алюминия – 6,6-9,8%, кремния – 24,9-35,3%, фосфора – 0,04-0,56%, калия – 0,9-3,5%, кальция – 0,7-1,8%, титана – 0,1-0,7%, хрома – 0,001-0,01%, марганца – 0,04-0,25%, общего железа – 1,7-4,2% (см. табл. 2). По концентрациям таких макроэлементов как алюминий, кремний, железо можно сказать, что они велики. В то же время содержание фосфора, хрома, марганца, титана сравнительно мало.

В несортированном песке Моткегубы оз. Ловозеро (точка 1/22) отмечены низкие значения таких элементов как калий и натрий. Перемытый песок оз. Сейдъявр на левом борту долины р. Эльморайок (точка 3/22), напротив, характеризуется значительными концентрациями марганца, калия, фосфора. Перемытая морена Охтокандской губы оз. Имандра (точка 2/21) зеркально отражает состав автохтонной коренной породы, богатой щелочноземельными элементами, например, натрием, алюминием и железом. Анализ содержания некоторых химических элементов в коренных породах Хибинско-Ловозерского щелочного плутона (уртит, нефелин, хибинит, луяврит) позволяет выявить их богатство калием, натрием, железом, алюминием.

Таблица 2 - Валовые концентрации некоторых элементов в почвообразующих и коренных породах болотных почв Хибино-Ловозерской провинции

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.22.2

Почвообразующая или коренная порода, № точки	Элементы, % на сухое вещество										
	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe_2O_3 + FeO
Почвообразующие породы											
Перемытая морена Охтокандской губы оз. Имандра, точка 2/21	2,3	1,2	7,1	32,8	0,05	1,2	1,8	0,2	0,010	0,05	2,3
Несортированный песок Охтокандской губы оз. Имандра, точка 3/21	1,6	1,1	6,6	35,3	0,04	0,9	1,6	0,1	0,010	0,04	1,7

 © Авторы статьи / Authors of the article

Почвообразующая	Элементы, % на сухое вещество										
	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe_2O_3 + FeO
Несортированный песок Моткегубы оз. Ловозеро, точка 1/22	1,0	0,9	7,8	31,4	0,19	3,2	1,1	0,3	0,005	0,07	3,1
Перемытый песок оз. Сейдъявр, левый борт р. Эльморайок, точка 3/22	2,0	0,4	9,8	24,9	0,56	3,5	0,7	0,7	0,001	0,25	4,2
Несортированный песок губы Песочная оз. Умбозеро, точка 2/22	1,9	1,0	7,5	29,8	0,09	1,9	1,3	0,3	0,004	0,05	2,6
Коренные породы											
Продукты гипергенеза хибинита	8,4	0,1	14,0	24,9	0,04	4,5	0,5	0,2	0,003	0,05	1,1
Продукты гипергенеза луявриита	6,9	0,4	7,9	25,9	0,03	4,2	1,8	0,5	0,003	0,30	6,3
Продукты гипергенеза нефелина	10,7	0,2	16,8	19,4	0,04	5,3	0,4	0,1	0,001	0,03	2,4
Продукты гипергенеза уртита	9,2	1,3	5,1	21,7	0,08	1,0	0,9	3,7	0,003	0,65	14,2

 © Авторы статьи / Authors of the article

Заключение

Подводя итоги данного исследования, отметим, что сумма поглощенных оснований рассмотренных почв гидроморфных ландшафтов высока, и варьирует в пределах от единиц до сотен мг·экв/100 г. От верхних гумусированных горизонтов болотных почв происходит снижение этого показателя вниз по почвенному профилю. В болотных торфяно-перегнойных почвах Хибин сумма поглощенных оснований меньше, в сравнении с аналогичными почвами Ловозерских тундр.

Величина гидролитической кислотности составляет от десятков до двух с лишним сотен мг·экв/100 г почвы. Она также максимальна в верхних горизонтах T_0 и T_1 и закономерно убывает к нижним минеральным частям почвенного профиля. По показателю $pH_{водн.}$ изученные гидроморфные почвы являются сильно-кислыми-нейтральными, причем актуальная кислотность рассмотренных почв Хибино-Ловозерья снижается от верхних органогенных горизонтов к коренным и почвообразующим породам. Количество органического вещества в изученных почвах подчиненных ландшафтов экстремально велико, достигая в торфяных сфагнумовых горизонтах почти 100% почвенной массы [11, С. 42-44]. Количество органических веществ снижается сверху в нижнюю часть почвенного профиля.

Почвообразующие породы болотных почв представлены несортированными песками разного генезиса, – моренного, аллювиального, элювиально-делювиального, – и часто являются продуктами выветривания нефелиновых сиенитов. Отметим наличие секторности и провинциальности в содержании некоторых элементов в почвах болот и почвообразующих и коренных пород района полевых работ. Это проявляется, например, в избирательно высоком содержании фосфора, алюминия, железа, калия, хрома, титана, марганца.

Представленные данные позволяют сделать вывод об уникальности гидроморфных почв суббореальных и бореальных ландшафтов, о необходимости их осторожного и вдумчивого использования в хозяйственной деятельности, в духе рационального природопользования и принципа «Не навреди!».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.22.3

Conflict of Interest

None declared.

Review

Community of Reviewers of the International Research Journal
DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.141.22.3

Список литературы / References

1. Добровольский В.В. Основные черты геохимии арктического почвообразования / В.В. Добровольский // Почвоведение. — 1994. — № 3. — С. 85-93.

2. Маслов М.Н. Динамика общего и лабильного пулов органического углерода почв при постпирогенной сукцессии экосистем горной тундры Хибин / М.Н. Маслов, О.А. Маслова, Е.И. Копеина // Почвоведение. — 2020. — № 3. — С. 330-339.

3. Никонов В.В. Почвообразование в Кольской субарктике / В.В. Никонов, В.Н. Переверзев. — Л.: Наука, 1989. — 168 с.

4. Семендяева Н.В. Методы исследования почв и почвенного покрова / Н.В. Семендяева, А.Н. Мармулев, Н.И. Добротворская. — Новосибирск: Издательство НГАУ, 2011. — 202 с.

5. Козаренко А.Е. Особенности химического состава почв Хибинского и Ловозерского массивов / А.Е. Козаренко, В.А. Семенов // Вестник МГПУ. Естественные науки. — 2016. — № 2 (22). — С. 62-72.

6. Косарева Н.В. Геохимия гидроморфных ландшафтов Хибино-Ловозерской геохимической провинции: дис. … канд. геогр. наук / Косарева Наталия Викторовна. — Москва: МПГУ, 2006. — 178 с.

7. Переверзев В.Н. Влияние гранулометрического состава на свойства подзолов и глееземов лесной зоны Кольского полуострова / В.Н. Переверзев // Почвоведение. — 2001. — № 1. — С. 28-35.

8. Русанова Г.В. Почвообразование на пределе распространения леса / Г.В. Русанова // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2009. — № 2 (136). — С. 18-21.

9. Усов А.Ф. Ученые Кольского научного центра 1930-2010 / А.Ф. Усов, В.М. Бусырев, Е.А. Вербиненко [и др.] — Апатиты: КНЦ РАН, 2010. — 514 с.

10. Ушакова Г.И. Особенности формирования и трансформации подстилки в лесных биогеоценозах Хибин / Г.И. Ушакова // Почвоведение. — 1999. — № 12. — С. 1463-1469.

11. Яшин И.М. Ландшафтно-геохимическая диагностика и генезис почв Европейского Севера России / И.М. Яшин, А.Д. Кашанский. — М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. — 202 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dobrovolskyi V.V. Osnovnyie cherty geohimii arkticheskogo pochvoobrazovanija [The Main Features of the Geochemistry of Arctic Soil Formation] / V.V. Dobrovolskyi // Pochvovedenie [Soil Science]. — 1994. — № 3. — P. 85-93. [in Russian]

2. Maslov M.N. Dinamika obshhego i labil'nogo pulov organicheskogo ugleroda pochv pri postpirogennoj sukcessii ekosistem gornoj tundry Hibin [Dynamics of Total and Labile Pools of Soil Organic Carbon in Post-Pyrogenic Succession of Mountain Tundra's Ecosystems of Hibiny] / M.N. Maslov, O.A. Maslova, E.I. Kopeina // Pochvovedenie [Soil Science]. — 2020. — № 3. — P. 330-339. [in Russian]

 © Авторы статьи / Authors of the article

3. Nikonov V.V. Pochvoobrazovanie v Kol'skoj subarktike [Soil Formation in the Kola Subarctic] / V.V. Nikonov, V.N. Pereverzev. — L.: Nauka, 1989. — 168 p. [in Russian]

4. Semendjaeva N.V. Metody issledovanija pochv i pochvennogo pokrova [Methods of Soils' and Soil Cover Research] / N.V. Semendjaeva, A.N. Marmulev, N.I. Dobrotvorskaja. — Novosibirsk: NSAU Publishing House, 2011. — 202 p. [in Russian]

5. Kozarenko A. E. Osobennosti khimicheskogo sostava potchv Khibinskogo i Lovozerskogo Massivov [Chemical Composition's Features of the Soils in the Khibinskiy and Lovozerskiy Massifs] / A. E. Kozarenko, V. A. Semenov // Vestnik MPGU. Estestvennie nauki [Bulletin of MSPU. Natural Sciences]. — 2016. — № 2(22). — P. 62-72. [in Russian]

6. Kosareva N.V. Geohimiya gidromorfnykh landshaftov Kchibino-Lovozerskoy geokhimitcheskoy provincii [Geochemistry of Hydromorphic Landscapes of the Khibino-Lovozersky Geochemical Province] / dis. … of PhD in Geography / N.V. Kosareva — M.: MPGU, 2006. — 178 p. [in Russian]

7. Pereverzev V.N. Vlijanie granulometricheskogo sostava na svojstva podzolov i gleezemov lesnoj zony Kol'skogo poluostrova [The Influence of Granulometric Composition on the Properties of Podzolic and Gley Soils of the Kola's Peninsula's Forest Zone] / V.N. Pereverzev // Pochvovedenie [Soil Science]. — 2001. — № 1. — P. 28-35. [in Russian]

8. Rusanova G.V. Pochvoobrazovanie na predele rasprostranenija lesa [Soil Formation at the Limit of the Forest's Areal] / G.V. Rusanova // Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdelenija RAN [Bulletin of the Institute of Biology of the Komi's Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. — 2009. — № 2 (136). — P. 18-21. [in Russian]

9. Usov A.F. Uchenye Kol'skogo nauchnogo centra 1930-2010 [The Scientists of the Kola's Scientific Center in 1930-2010] / A.F. Usov, V.M. Busyrev, E.A. Verbinenko [et al.] — Apatity: KNC RAN, 2010. — 514 p. [in Russian]

10. Ushakova G.I. Osobennosti formirovanija i transformacii podstilki v lesnyh biogeocenozah Hibin [The Features of Litter's Formation and Transformation in the Forest's Khibiny's Biogeocenoses] / G.I. Ushakova // Pochvovedenie [Soil Science]. — 1999. — № 12. — P. 1463-1469. [in Russian]

11. Yashin I.M. Landshaftno-geohimicheskaja diagnostika i genezis pochv Evropejskogo Severa Rossii [The Landscape-Geochemical Diagnostics and the Genesis of Soils in the European North of Russia] / I.M. Yashin, A.D. Kashanskyi. — M.: Publishing House RGAU-MSHA, 2015. — 202 p. [in Russian]