

**ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА БАХМЕТ**

кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории лесного почвоведения и микробиологии, Институт леса Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*obahmet@mail.ru*

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СКАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ КАРЕЛЬСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

В связи с высокой расчлененностью рельефа, частой сменой почвообразующих пород почвенный покров Карелии отличается очень сложным строением и мелкоконтурностью. В различных частях республики он отличается как по составу, так и по соотношению почв. Скальные ландшафты побережья Белого моря характеризуются специфическими условиями почвообразования, поэтому почвы, формирующиеся в этих ландшафтах, вызывают особый интерес. Для комплексного изучения территории через наиболее характерные элементы ландшафта закладывались профили, по которым детально описывался почвенный покров (характеризовалось морфологическое строение почв, отбирались почвенные образцы для химического анализа). Проведенные исследования показали, что в составе почвенного покрова преобладают маломощные почвы – примитивные, подбуры, слабообразованные подзолы. Они формируются на бедных по составу коренных породах (гранитогнейсах и гнейсогранитах), поэтому отличаются невысоким плодородием. Характерные для Карелии в целом подзолы, развитые на четвертичных отложениях, в изученных ландшафтах имеют ограниченное распространение. Вдоль побережья Белого моря встречаются уникальные для региона засоленные маршевые почвы. Они представляют большой интерес с точки зрения богатого биологического разнообразия. Биогеоценозы морских берегов чрезвычайно продуктивны, что особенно ценно в северных условиях для сохранения многих видов растений. Кроме того, засоленные марши привлекают особое внимание благодаря их способности аккумулировать в индустриально развитых районах большое количество поллютантов. Маршевые почвы района исследования в настоящее время не загрязнены, поэтому должны особо охраняться.

Ключевые слова: скальный ландшафт, органическое вещество, почва, органофиль, Белое море

### ВВЕДЕНИЕ

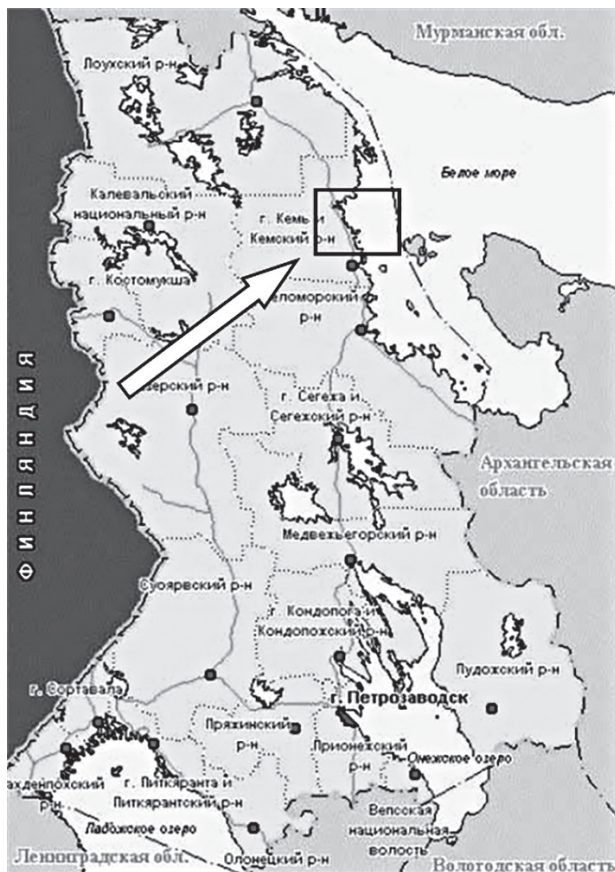
Своеобразные природные условия Карелии с ее умеренно холодным влажным климатом, преимущественным распространением почвообразующих пород легкого механического состава и преобладанием хвойных лесов обусловили широкое развитие в автоморфных местоположениях элювиально-иллювиального процесса почвообразования. В Карелии на рыхлых четвертичных отложениях в автоморфных условиях распространены различные виды подзолистых почв (около 60 % территории), в полугидроморфных условиях сформировались болотно-подзолистые почвы (18 %), в гидроморфных – болотные (20 %) [6]. Среди подзолистых и болотно-подзолистых почв преобладают песчаные и супесчаные разновидности, на долю почв суглинистого и глинистого состава приходится менее 6 % площади.

На выходах коренных пород на начальных стадиях почвообразования формируются примитивные почвы. В дальнейшем на элювии и элюво-делювии коренных пород развиваются подбуры. Однако площадь, занимаемая ими в почвенном покрове республики, невелика – 0,5 и 0,9 % соответственно.

В целом почвенный покров Карелии характеризуется очень сложным строением и мелкоконтурностью, что связано с чрезвычайной расчлененностью рельефа и сменой почвообразующих пород [2]. В зависимости от особенностей факторов почвообразования в различных районах республики формируется своеобразный почвенный покров. Почвы и почвенный покров скальных ландшафтов вдоль побережья Белого моря имеют ряд особенностей по сравнению с другими районами и территорией Карелии в целом.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

По классификации, разработанной А. Д. Волковым и А. Н. Громцевым, специфический ландшафт Карельского побережья Белого моря относится к северотаежным скальным среднезаболоченным ландшафтам с преобладанием сосновых местообитаний [3], [4]. Для него характерен сильнопересеченный рельеф денудационно-тектонического происхождения с частой сменой скальных гряд и холмов понижениями, занятыми болотами. В кристаллическом фундаменте преобладают кислые гранитогнейсы и гнейсограниты. Ледниковые отложения имеют



Район исследований

небольшую мощность, значительная часть территории практически лишена четвертичного покрова. Для данного ландшафта характерна средняя заболоченность (около 40 %), мощность торфяных залежей, как правило, не превышает 1,5–2,0 м.

Исследования почв и почвенного покрова скальных ландшафтов проводились нами в северо-восточной части Карелии на побережье Белого моря (см. рисунок). Данный район характеризуется экстремальными даже для северной части республики климатическими условиями: холодная продолжительная зима (количество дней с температурой ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  составляет 130–120), продолжительность безморозного периода – 105–115 дней, количество осадков – 550–575 мм в год.

В рамках российско-финляндской программы «Развитие устойчивого лесного хозяйства и сохранение биоразнообразия на Северо-Западе России» (руководитель – А. Н. Громцев) проводились исследования уникальных скальных ландшафтов Карельского берега Белого моря. Для проведения их комплексного обследования закладывались профили через наиболее характерные элементы ландшафта, по которым работали эксперты по геологии, лесоведению, гидрологии, болотоведению, ботанике и др. Де-

тально описывался почвенный покров каждого из профилей, отбирались почвенные образцы по горизонтам.

Анализ почвенных образцов включал определение кислотности, степени насыщенности основаниями, содержания фосфора и калия по общепринятым методикам [1], общего углерода и валового азота с помощью CHN-анализатора Perkin-Elmer 2400-II. В маршевых почвах дополнительно определяли содержание натрия, а также анализировали состав водной вытяжки по стандартным методикам [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наличие маломощного покрова четвертичных отложений на автоморфных позициях рельефа скальных ландшафтов обусловило формирование примитивных почв. Они характеризуются небольшой мощностью и слабым развитием почвенных горизонтов. Представленные на изученной территории примитивные почвы можно разделить по степени развития почвообразовательного процесса: корковые, органогенные, щебнистые и слабодифференцированные. На самых первых стадиях почвообразования с появлением лишайников происходит накопление органического вещества, ускоряются процессы физического и химического выветривания кристаллических пород, в результате формируются корковые примитивные почвы (здесь и далее для определения почв используется региональная классификация [5]).

На следующих стадиях развития почвенного профиля появляются органогенные примитивные почвы, для которых характерен морфологический профиль О-М (лесная подстилка залегает на скальном основании). По характеру органогенного горизонта их можно разделить на грубогумусные (формируются на вершинах гряд) и торфянистые (приурочены к западинам). Чем глубже западина, тем больше мощность органогенного горизонта, в нижних слоях которого вследствие минерализации растительных остатков и увеличения содержания минеральных частиц содержание органического вещества снижается.

При появлении в профиле почв минерального щебнистого горизонта выделяются щебнистые примитивные почвы, для которых характерно морфологическое строение О-АВ-М. Однако мощность грубого хрящеватого элювия не превышает 10 см, а содержание мелкозема в нем составляет всего 13–25 %. При увеличении мощности минеральной толщи примитивные почвы характеризуются как слабодифференцированные, их можно рассматривать как переходную стадию к неполноразвитым подзолам.

Все примитивные почвы обладают укороченным органопрофилем, низким содержанием углерода и азота и, соответственно, низкими

лесорастительными свойствами (табл. 1). На скальных местоположениях примитивные почвы зачастую образуют несомкнутый почвенный покров.

**Таблица 1**  
Химические показатели примитивных почв и подзолов неполноразвитых

Горизонт	Глубина	pH <sub>KCl</sub>	C	N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			%			мг / 100 г почвы	
Примитивная корковая							
ABC	0–3	3,3	11,3	0,71	15,5	10,6	20,0
Примитивная грубогумусная							
O	0–2	3,2	56,8	2,00	28,4	217,5	14,0
ABC	2–10	3,4	5,0	0,50	10,0	61,1	11,1
Примитивная торфянистая							
AT	0–3	4,7	38,8	1,32	29,4	10,5	100,0
T1	3–6	4,6	30,8	1,25	24,6	5,3	74,2
T2	6–9	4,4	17,8	1,10	16,2	6,2	48,0
Подзол неполноразвитый щебнистый							
O	0–2	3,4	21,1	0,77	35,5	4,7	38,2
EB	2–6	3,9	1,8	0,05	39,8	2,2	1,7
BC	6–16	4,6	0,7	0,05	16,4	9,2	0,9

В дальнейшем почвообразование идет по подзолистому типу, что связано как с особенностями почвообразующих пород (бедностью их химического состава и устойчивостью к выветриванию), так и с климатическими характеристиками территории. Кроме того, на характер формирования почв оказывает влияние специфический опад хвойных древостоев. В результате развиваются подзолы, но так как мощность рыхлого щебнистого минерального материала невелика, эти почвы классифицируются как неполноразвитые щебнистые. От полноразвитых их отличает небольшая мощность профиля (до 20 см) и неполное развитие почвенных горизонтов (O-E/EB-BC-D). В связи с небольшой мощностью профиля в целом запасы органического вещества в них невелики.

Торфяные и торфяно-глеевые почвы распространены в основном в понижениях рельефа, но их можно встретить и в разломах на вершинах скалистых гряд. Эти почвы распространены в Карелии, на данной территории для них характерна небольшая мощность торфяной залежи. Среди торфяных почв встречаются как олиготрофные, так и эутрофные, но первые в значительной степени преобладают.

Торфяные олиготрофные (верховые) почвы имеют большую мощность (> 50 см). Профиль почвы подразделяется на горизонты также по степени трансформации растительных остатков – OT-T1-T2. Процессы превращения и минерализации органического вещества в них заторможены, поэтому, несмотря на высокое со-

держание углерода, они малоплодородны и отличаются крайне низкими лесорастительными свойствами.

По побережью Белого моря распространены очень интересные засоленные маршевые почвы. Это почвы низких морских побережий, формирующиеся в условиях периодического затопления приливными и нагонными морскими водами под различной, преимущественно солеустойчивой растительностью. Маршевые почвы – синлитогенные образования, им присущи все черты молодых почв. Часто они слоисты, ведущими почвообразовательными процессами являются дерновый процесс, оторфовывание, оглеение. Специфическими почвообразовательными процессами, связанными с воздействием моря, являются засоление и сульфатредукция (образование пиритных почвенных горизонтов). Маршевым почвам свойственен широкий спектр гранулометрического состава почвообразующих пород – от глин до крупных песков и камней.

Основными факторами, определяющими направление почвообразовательного процесса на морских берегах, являются характер береговых наносов, рельеф и уклон поверхности берега и взморья, а также форма береговой линии [7]. Карельский берег Белого моря по типу расчленения относится к фьордово-шхерному типу, и переход к суше обычно представляет собой скалистые уступы. Южнее (Поморский берег) берега становятся более пологими, и море занимает большую приливно-отливную зону. В результате формируется более широкая зона распространения маршевых засоленных почв. В районе же скальных ландшафтов Карельского берега эти почвы, как правило, занимают узкую полосу (10–40 м).

Распространение этих почв зависит от наличия и характера мелкозема, источником которого являются размываемые морем озы и собственно морские отложения. На автоморфных позициях маршевые почвы можно разделить на маршевые примитивные и маршевые дерновые (в подчиненных позициях можно встретить маршевые болотные почвы). Маршевые примитивные почвы формируются в непосредственной близости к морю: во время больших приливов и нагонных ветров они на непродолжительное время заливаются морской водой. Эти почвы имеют очень простое морфологическое строение профиля – Ad-AC(C), что связано с условиями их формирования. Горизонты этих почв имеют близкую к нейтральной реакцию среды и невысокое содержание органического вещества: поступившие на поверхность почвы органические остатки, не откладываясь, вымываются обратно в море (табл. 2). Довольно высокая степень насыщенности основаниями связана с поступающими с морской водой солями.

Химические показатели маршевых почв

Горизонт	pH		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Na	ГК*	V**	C	N
	H <sub>2</sub> O	KCL							
Маршевая примитивная почва									
Ad	6,56	6,14	70,9	68,9	83,9	8,6	28,0	5,2	0,29
AC	6,59	6,41	34,4	10,6	15,1	0,6	3,8	0,4	0,04
Маршевая дерновая почва									
Ad	6,0	5,11	57,8	93,9	70,8	30,4	67,3	31,3	2,20
A1Bf	6,50	4,92	39,4	7,1	8,2	1,4	5,0	0,5	0,08
Маршевая дерновая переходная почва									
Ad	5,91	4,55	42,1	60,7	42,2	28,2	27,5	20,8	1,18
A1Bf	7,14	6,54	50,3	16,1	15,6	0,7	5,4	0,1	0,04
BfC	6,04	4,54	67,0	8,4	8,0	2,8	7,2	0,6	0,06

Примечание. \* – гидролитическая кислотность, \*\* – степень насыщенности основаниями.

Маршевые дерновые почвы формируются в лагунах или на участках пологого перехода от уреза воды к лесу. Развитие дернового процесса в этих местах связано с большим поступлением органики как с морскими выбросами («подушки» водорослей), так и за счет отмирающей злаковой растительности. Благодаря переувлажнению в маршевых дерновых почвах часто встречаются следы оглеения. Засоление этих почв происходит в основном с солеными грунтовыми водами, частично с заплеском морской воды во время сильных штормов. Реакция среды в горизонтах маршевых дерновых почв, так же как и у маршевых примитивных, нейтральная, однако в них увеличивается количество углерода и азота. Количество элементов питания высокое, по степени засоления они относятся к слабозасоленным.

В лагунах также развиваются маршевые торфянистые почвы, которые отличаются от своих незасоленных аналогов нейтральной или слабокислой реакцией среды.

При постепенном выходе почвы из режима «прилив – отлив» доминирующее значение приобретают зональные факторы почвообразования, воздействие которых выражается в выщелоченности, проявлении признаков подзолообразовательного процесса.

Засоление в маршевых почвах сульфатно-хлоридное, иногда на поверхности появляются солевые выцветы (табл. 2, 3). Оно связано не только с промыванием соленой морской водой, но и со специфическим поступлением растительных остатков (морских водорослей и солеустойчивой береговой растительности).

Засоленные почвы нехарактерны для борельной зоны, поэтому маршевые почвы уникальны для Карелии. Принято считать, что засоление почв является одним из самых неблагоприятных факторов и способствует деградации земель, од-

Анализ водной вытяжки из горизонтов маршевых почв

Горизонт	Сухой остаток	Минеральный остаток	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cl
Маршевая примитивная почва					
Ad	0,94	0,08	30,7	21,3	105,8
AC	0,28	0,11	4,6	7,2	40,7
Маршевая дерновая почва					
Ad	1,11	0,25	66,0	11,3	96,2
A1Bf	0,67	0,14	9,2	56,8	139,2
Маршевая дерновая переходная почва					
Ad	1,31	0,17	48,4	12,3	63,6
A1Bf	0,77	0,19	18,8	80,7	246,4
BfC	0,39	0,16	4,6	41,8	116,1

нако засоленные марши представляют большой интерес с точки зрения богатого биологического разнообразия. Кроме того, биогеоценозы морских берегов чрезвычайно продуктивны, что особенно ценно в северных условиях сохранения многих местных редких видов растений и мигрирующих водных птиц. Последнее время засоленные марши привлекают особое внимание из-за их способности аккумулировать в индустриально развитых районах большое количество поллютантов. Очистка и восстановление территорий, занятых маршевыми почвами, очень трудоемки и экономически затратны. Маршевые почвы района исследования в настоящее время не загрязнены (табл. 4), и поэтому должны особо охраняться. Прямые и побочные результаты антропогенного воздействия все сильнее сказываются и на состоянии Белого моря – северного моря с замедленным процессом самоочищения, отчего почвенный покров его береговой зоны очень уязвим.

Содержание тяжелых металлов в маршевых почвах

Горизонт	Определяемый элемент, мг/кг								
	Ni	Cd	Mn	Fe	Cu	Cr	Pb	Co	Zn
Маршевая примитивная почва									
Ad	7,6	0,3	171	1520	10,1	6,0	15,4	1,2	38,5
AC	8,6	0,2	118	13283	35,2	15,4	9,9	2,7	25,7
Маршевая дерновая почва									
Ad	6,2	0,6	545	2302	22,4	14,9	27,5	2,2	69,5
A1Bf	9,1	0,7	83	8918	44,1	21,8	17,1	2,7	32,4
Маршевая дерновая переходная почва									
Ad	3,2	0,2	72	1026	10,8	6,7	15,5	0,9	35,6
A1Bf	3,6	0,1	27	1579	11,1	6,9	5,9	1,6	30,3
BfC	3,0	0,2	21	3118	25,8	5,9	4,9	1,0	15,7

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом структура почвенного покрова скальных ландшафтов очень проста – набор почв, формирующихся в данных условиях, очень ограничен. Плодородие, а соответственно, и лесорастительные свойства этих почв очень низки. В почвенном покрове данной территории преобладают маломощные почвы, которые даже при незначительном воздействии быстро деградируют в связи с особенностями природных условий. В настоящее время деградация в основном происходит за счет пожаров и ветровой эрозии.

Территория распространения скальных ландшафтов невелика по площади, но она считается «лицом» Карелии. При нарушении природных условий почвенный покров этих ландшафтов очень быстро деградирует. Зональные почвы вследствие небольшой мощности при механических повреждениях легко разрушаются и смываются с кристаллического фундамента, их естественное восстановление может затягиваться на неопределенно длительное время. Маршевые почвы быстро аккумулируют любые загрязняющие вещества, поэтому также подлежат особой охране.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
2. Бахмет О. Н., Морозова Р. М. Почвенный покров // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2003. С. 29–31.
3. Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск, 1995. 194 с.
4. Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
5. Морозова Р. М. Лесные почвы Карелии. Л.: Наука, 1991. 184 с.
6. Морозова Р. М., Федоренко Н. Г. Земельные ресурсы Карелии и их охрана. Петрозаводск, 2004. 152 с.
7. Цейц М. А., Добрынин Д. В., Белозерова Е. А. Структурная организация почвенного и растительного покрова маршей Поморского берега Белого моря // Экологические функции почв Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2000. С. 95–107.

**Bakhmet O. N.**, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

## CHARACTERISTIC FEATURES OF RUPESTRIAN LANDSCAPE SOILS OF KARELIAN WHITE SEA COAST

The soil cover of Karelia is motley and patchy because of the broken relief and frequent alternation of the parent rock species. Both the composition of soils and their ratios differ in various districts of the republic. Rocky landscapes of the White Sea coast offer very specific conditions for soil formation. The soils formed in these landscapes are of particular interest. To study the territory in a comprehensive way soil sections were made across the most typical landscape elements, and the soil cover was described in detail (the soil morphological structure was described, soil samples were collected for chemical analysis). The surveys have demonstrated the prevalence of shallow soils – primitive, podburs, leptic podzols in the soil cover. They develop on a poor bedrock (granite gneiss and gneiss granite), therefore, their fertility is rather low. Developed over Quaternary deposits Podzols deposits typical for Karelia are rather uncommon for the landscapes in question. Regionally unique salt marsh soils occur along the White Sea coast. They deserve much attention due to their high biological diversity. Coastal coenosis is very productive, which is especially valuable in northern conditions for survival of many plant species. Salt marshes are also noteworthy for their capacity to massively accumulate pollutants in industrial regions. Marsh soils in the study area are not yet polluted and should, therefore, be protected.

Key words: rupestrian landscape, organic matter, soil, organoprofile, White Sea

## REFERENCES

1. Arinushkina E. V. Manual for chemical analysis of soil [Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv]. M.: MSU. 1970. 488 p.
2. Bakhmet O. N., Morozova R. M. Soil cover [Pochvennyy pokrov]. *Raznoobrazie bioty Karelii: usloviya formirovaniya, soobshchestva i vidy* [Biotic diversity of Karelia: conditions of formation, communities and species]. Petrozavodsk, KarRC Publ., 2003. P. 29–31.
3. Volkov A. D., Gromtsev A. N., Erukov G. V. Landscapes' ecosystems in the west of north taiga (structure, dynamic) [Ekosistemy landshaftov zapada severnoy taiga (struktura, dinamika)]. Petrozavodsk, 1995. 194 p.
4. Gromtsev A. N. *Landshaftnaya ekologiya tayezhnykh lesov: teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Landscape ecology of taiga forests: theoretic and applied aspects]. Petrozavodsk, 2000. 144 p.
5. Morozova R. M. *Lesnye pochvy Karelii* [Forest soils of Karelia]. Leningrad, Nauka Publ., 1991. 184 p.
6. Morozova R. M., Fedorets N. G. *Zemel'nye resursy Karelii i ikh okhrana* [Land resources of Karelia and their protection]. Petrozavodsk, 2004. 152 p.
7. Tseyts M. A., Dobrynin D. V., Belozerova E. A. Structural organization of soil and plant cover of marshes of Pomorsky coast of White Sea [Strukturnaya organizatsiya pochvennogo i rastitel'nogo pokrova marshey Pomorskogo berega Belogo morya]. *Ekologicheskie funktsii pochv Vostochnoy Fennoskandii* [Ecological functions of soils in Eastern Fennoscandia]. Petrozavodsk, 2000. P. 95–107.

Подписано в редакцию 09.07.2013