

Оригинальная статья

Почвы островов Крестовский и Четырехстолбовой Государственного природного заповедника «Медвежьи острова» (Восточно-Сибирское море)

М. В. Оконешникова, А. З. Иванова[✉]

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация

[✉]madalexia@mail.ru

Аннотация

Приводятся результаты исследования ранее не изученных почв арктических островов Крестовский и Четырехстолбовой – новой заповедной территории федерального уровня «Медвежьи острова» ($70^{\circ}37' - 70^{\circ}60'$ с.ш., $160^{\circ}23' - 162^{\circ}33'$ в.д.). Почвы в основном формируются в условиях близкого залегания многолетнемерзлых пород (около 1 м), глубина сезонного оттаивания составляет 0,3–0,6 см. Территория о. Крестовский представлена совокупностью нескольких ландшафтов, характеризующихся формированием в них различных типов мерзлотных почв. На горных участках вскрываются горные примитивные щебнистые почвы (A–BC(C)). На пологих длинных склонах под кочкарной мохово-травянистой тундрой формируются мерзлотные тундровые слабоглеевые почвы (OT–Bg–BCg(C)). В естественных депрессиях на криогенных формах мезорельефа почвенный покров представлен совокупностью мерзлотных арктотундровых глееватых (O–B–Bg(BC)Л) и перегнойно-глеевых почв (O–AH–AB–BGL). Маршевые почвы (Ad–C(AC)–C') распространены по низким затапливаемым пологим берегам острова. Все почвы кислые, зональные типы характеризуются оглеением, что сближает их с почвами материка. Почвенный покров о. Четырехстолбовой на основных типах элементарных ландшафтов с наиболее полноразвитым кустарничково-лишайниковомоховым или разнотравно-моховым покровом довольно однообразный и представлен арктотундровыми глееватыми почвами с однотипным по морфологическим признакам и физико-химическим свойствам профилем (O–Ad–AB(g)–Bg(BCg)). Характерные особенности данного типа почв: маломощность поверхностного органогенного горизонта, хорошая разложенность органического вещества, высокое и среднее содержание гумуса в дерново-гумусовом горизонте, отсутствие поверхностного оглеения или слабая его выраженность из-за иссушения в летний период.

Ключевые слова: заповедник «Медвежьи острова», почвенный покров, мерзлотные почвы, морфология, Арктика

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ по теме 19-29-05151; регистрационный номер AAAA-A20-120061190009-9.

Благодарности. Авторы выражают благодарность участникам комплексной экспедиции ИБПК СО РАН под руководством д.б.н. Арк.П. Исаева за помощь в сборе полевого материала.

Для цитирования: Оконешникова М.В., Иванова А.З. Почвы островов Крестовский и Четырехстолбовой Государственного природного заповедника «Медвежьи острова» (Восточно-Сибирское море). *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2023;28(1):94–103. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-1-94-103>

Original article

Soils of the Krestovsky and Chetyryokhstolbovoy islands in the National Nature Reserve “Bear Islands” (East Siberian Sea)

M. V. Okoneshnikova, A. Z. Ivanova[✉]

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Sciences, Yakutsk, Russian Federation

[✉]madalexia@mail.ru

Abstract

This paper presents an investigation of previously unstudied soils of the Arctic islands (Krestovsky and Chetyryokhstolbovoy), which gained the status of a new protected area “Bear Islands” ($70^{\circ}37' - 70^{\circ}60'$ N, $160^{\circ}23' - 162^{\circ}33'$ E). Their soils were formed mainly under permafrost conditions (approximately 1 m), with a seasonal thawing depth of 0.3–0.6 cm. The territory of Krestovsky Island is a combination of several landscapes characterized by various types of permafrost soils. Primitive gravelly soils (A–BC(C)) are exposed in mountainous areas. Permafrost tundra low-gley soils (OT–Bg–BCg(C)) are formed on the gentle long slopes under hummocky moss-herbaceous tundra. In natural depressions on cryogenic forms of surface, the soil cover represents a combination of permafrost arctotundra gleyic (O–B–Bg(BC)Л) and humus-gley soils

(O–AH–AB–BGL). Marsh soils (Ad–C(AC)–C') occur along the low flooded gently sloping coasts of the island. All soils are acidic. Zonal types are characterized by gleying, which brings them closer to the soils of the mainland. The soil cover of Chetyryokhstolbovoy Island, with the most fully developed shrublichen-moss or forb-moss soils, is rather monotonous. Namely it is represented by arctotundra gleyic soils with a profile of the same type in terms of morphological features and physicochemical properties (O–Ad–AB(g)–Bg(BG)). The main features of this soil type include the thinness of the surface organogenic horizon, good decomposition of organic matter, high and medium content of humus in the soddy-humus horizon, the absence of surface gleying or its weak severity due to drying out in summer.

Keywords: nature reserve “Bear Islands”, soil cover, permafrost soils, morphology, Arctic

Funding. This study was supported by the RFBR grant (theme number 19-29-05151; registration number AAAA-A20-120061190009-9).

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the participants of the IBPC SB RAS complex expedition, supervised by Dr. Arkady P. Isaev for assistance in collecting the field data.

For citation: Okoneshnikova M.V., Ivanova A.Z. Soils of the Krestovsky and Chetyryokhstolbovoy islands in the National Nature Reserve “Bear Islands” (East Siberian Sea). *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2023;28(1):94–103. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-1-94-103>

Введение

Медвежьи острова (шесть островов: Крестовский, Андреева, Пушкарева, Леонтьева, Лысова и Четырехстолбовой) в 2020 г. получили высокий государственный статус заповедной территории федерального уровня с целью защиты и сохранения биологического разнообразия Арктики. Основу государственного задания заповедников составляют научные исследования современного состояния и динамики природных комплексов, в том числе почв и почвенного покрова. Роль почвенного покрова в биосфере исключительно велика, почва является не просто средой обитания наземных организмов и их убежищем, но и мощным аккумулятором и регулятором веществ и энергии, своеобразным экраном, задерживающим поступающие на поверхность вредные для жизни вещества [1–3]. В настоящее время изучены почвы и почвенный покров Национального природного парка «Ленские столбы», государственных природных заповедников «Усть-Ленский» и «Олекминский» [4–8].

В данной работе рассматриваются результаты рекогносцировочных исследований почв и почвенного покрова ранее не изученных островов Крестовский и Четырехстолбовой (как и всей территории нового заповедника «Медвежьи острова»), проведенных в августе 2021 г. в составе комплексной экспедиции сотрудниками Института биологических проблем криолитозоны СО РАН.

Объекты и методы исследования

Остров Крестовский наибольший по площади в архипелаге Медвежьих островов и наиболее приближен к материковому побережью. Рельеф острова низкогорный, с двумя небольшими соп-

ками. Северный и восточный берега – обрывистые, западный и южный – более пологие.

Остров Четырехстолбовой – самый восточный и небольшой по площади, но относительно освещенный в литературе среди всей сети островов архипелага [9–14]. Длина его около 10 км, максимальная ширина около 2,5 км, преобладающие высоты 20–30 м над ур. м., наивысшие точки достигают 80–120 м на вершинах каменных столбов-останцов.

Почвообразующие породы в основном гранитные, но в понижениях могут вскрываться песчаные или, реже, суглинистые осадочные породы [15, 16]. На поверхности много выходов обломочного материала в виде единичных прорывов, россыпей, кос, склоновых осипей и т. д.

Климат морской, арктический. По обобщенным данным полярной метеостанции «Четырехстолбовой» (действовавшей с 1933 по 1995 г.), среднемесячная температура воздуха в январе колеблется от –37,3 до –22,8 °C, в июле – от +0,6 до +5,4 °C. Наибольшие месячные осадки выпадают летом и максимально достигают 104 мм, тогда как зимой составляют всего 30 мм [17].

Растительный покров довольно однообразный арктотундровый, кустарничково-мохово-лишайниковый или лишайниково-моховый, иногда с участием трав и маков [13, 14].

По почвенно-географическому районированию изученные острова относятся к Евразиатской полярной почвенно-биоклиматической области, подзоне распространения мерзлотных арктических почв Арктики [18], в которой формирование и развитие почв происходит в условиях близкого залегания многолетней мерзлоты (около 1 м). В летний период почвы оттаивают на глубину 0,3–0,5 м, лишь на песках этот показатель достигает 0,7–1,0 м.



Рис. 1. Схема заложения разрезов на о. Крестовский (<https://qms.nextgis.com/geoservices/1300/>)

Fig. 1. Location of soil profiles in the study area of Krestovsky (https://qms.nextgis.com/geoservices/1300/)

Полевое почвенное обследование проводилось в середине августа 2021 г. традиционным методом маршрутов, разрезы закладывались на основных типах элементарных ландшафтов с наиболее полноразвитым растительным покровом с целью изучения относительно зрелых профилей почв. В ходе исследования на о. Крестовский было заложено пять почвенных разрезов, преимущественно на западном побережье (рис. 1), наглядно характеризующих разнообразие почвенного покрова острова. На о. Четырехстолбовой в северо-восточной его части было описано четыре профиля (рис. 2). Был произведен погоризонтный отбор почвенных образцов. Для изучения состава и свойств почв выполнены стандартные аналитические исследования: гранулометрический состав (пирофосфатный метод в модификации Качинского), pH водный, содержание гумуса по Тюрину с титриметрическим окончанием, обменные катионы, гидролитическая кислотность [19, 20]. Результаты аналитических исследований приведены в табл. 1 и 2.

Диагностика почв и индексация генетических горизонтов проводились в соответствии с Классификацией почв СССР [21] и единым государственным реестром почвенных ресурсов России [22].

Результаты и обсуждение

Почвы о. Крестовский. Несмотря на то что ландшафты острова на первый взгляд кажутся довольно однообразными, с точки зрения почвенной структуры на обследованном нами западном побережье почвенный покров характеризуется некоторым разнообразием.

Между выходами гранитов на высоких участках вскрываются короткопрофильные горные примитивные щебнистые почвы (разрез К-1-21; 70°50'53,33''с.ш., 160°34'15,54''в.д.). Морфологический профиль имеет следующее строение: A/AB (0–3 см)–BC/C (3–22 см). Это относительно слаборазвитые почвы с высоким содержанием щебня. Подстилка практически не сформирована – под накипью лишайников вскрывается небольшой буроватый гумусовый (или переходный к гумусовому) горизонт с признаками дерновости слабого накопления органики. Ниже почва однородная, неоглеенная, суглинистая, светло-серовато-бурая с обильным или средним щебнем, значительным содержанием тонких корней и неустойчиво-зернистой структурой. Мерзлоты в деятельном слое нет. Почва близка по описанию к подбурям.

Почва легкосуглинистая (содержание физ. глины около 22 %), кислая (pH 4,4–4,7). Распределение



Рис. 2. Схема заложения разрезов на острове Четырехстолбовой (<https://qms.nextgis.com/geoservices/1300/>)

Fig. 2. Location of soil profiles in the study area of Chetyryokhstolbovoy (<https://qms.nextgis.com/geoservices/1300/>)

ние фракций и кислотности можно считать равномерным по профилю, что говорит о слаборазвитости почвы. Содержание гумуса в гумусовом слое составляет почти 4 %, ниже – 2,8 %, что, возможно, говорит о пропитке минеральной толщи бесцветным фульватным гумусом, продуктом разложения лишайников, как иногда встречается в почвах горных территорий [23]. Сумма обменных оснований 4,5–6,25 ммоль/100 г, с максимумом в верхней части, т. е. катионов больше в горизонте с большим содержанием гумуса. Степень насыщенности основаниями низкая.

На пологих длинных склонах с затрудненным дренажом, под кочкарной мохово-травянистой тундрой формируются *мерзлотные тундровые слабоглеевые почвы* на супесчаных отложениях (разрез К-5-21; 70°60'57,16"с.ш., 160°33'18,17"в.д.). Морфологическое строение профиля: ОТ (0–10 см)–Bg (10–14 см)–BCg/C (14–34 см). Под подушкой живого мха и травянистого войлока есть небольшая торфянистая прослойка из слаборазложенных растительных остатков. Ниже расположена мокрая, плотно переплетенная нитевидными корнями минеральная толща светло-серовато-бурой окраски, в верхней части которой выделяется небольшой переходный горизонт.

Почва супесчаная с равномерным преобладанием среднего, мелкого песка и крупной пыли. Реакция почвенной среды кислая (рН 4,5–4,8). В минеральной толще содержание гумуса равномерное и довольно высокое, что, возможно, го-

ворит о пропитке фульватным гумусом, также значительную роль в повышении показателей содержания органического углерода играет обильное содержание внутрипочвенного детрита в виде отмерших корней растений. Содержание обменных кальция и магния такое же, как и в разрезе К-1-21, почва также не насыщена основаниями.

В центральной части западного побережья пологие склоны сопок образуют небольшой водосбор. Ближе к ручью, в условиях переувлажнения наблюдается мерзлотное растрескивание поверхности – формируются крупные полигоны с выраженными трещинами между ними (размеры полигонов колеблются от 3 до 20 м). Поверхность полигона неровная, местами вспученная (мелкие бугры от 1 до 2 м диаметром), с мелкими трещинами. Здесь формируется мерзлотная арктотундровая глееватая почва (разрез К-3-21; 70°52'53,25"с.ш., 160°34'41,91"в.д.). Морфологический профиль имеет следующее строение: О (0–2 см)–В (2–12 см)–Bg/BC_L (8/12–48 см). Гумусового горизонта нет, подстилка выражена слабо. Профиль равномерно окрашен в темнобуроватый цвет, в верхних 6 см он более переплетен корнями и имеет единичные бурые пятна, в нижней части тоже есть пятна, но также появляются признаки небольшого оглеения в виде сизоватых и охристых пятен. Данная почва может быть излившейся.

Гранулометрический состав легкосуглинистый, реакция среды слабокислая (рН 5,2–6,4).

Таблица 1

Физико-химические свойства почв

Table 1

Physicochemical properties of soils

Номер разреза Profile number	Мощность, см Depth, cm	рН _{воды} pH	Гумус, % (* – ППП, %) Humus, %	Обменные катионы, ммоль/100 г		Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г Hydrolytic acidity, mmol/100g	Степень насыщенности, % Saturation degree, %	Сумма солей, % Sum of soluble salts, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺			

о. Крестовский
Krestovsky Island

K-1-21	0–3	4,70	3,98	3,50	2,75	6,38	49,49	Не опр.
	3–22	4,37	2,84	2,50	2,00	5,48	45,09	Не опр.
K-5-21	10–14	4,48	6,22	2,00	2,13	8,28	33,28	Не опр.
	14–34	4,77	6,35	2,13	2,62	5,61	45,85	Не опр.
K-3-21	2–8(12)	5,20	2,36	3,25	4,50	3,71	67,63	Не опр.
	8(12)–48	6,43	2,10	4,63	4,25	0,93	90,52	Не опр.
K-4-21	5(22)–7(24)	5,65	5,50	5,50	5,75	3,96	73,96	Не опр.
	7(24)–48	6,06	1,54	4,50	5,50	1,46	87,26	Не опр.
K-2-21	0–6	4,75	8,98	1,10	1,65	4,42	38,35	Не опр.
	6–20	4,99	0,42	0,23	0,27	0,59	45,87	Не опр.
	20–60	4,98	0,53	0,25	0,38	0,78	44,68	Не опр.

о. Четырехстолбовой
Chetyryokhstolbovoy Island

Ч21-1	0–3	5,17	8,07	5,00	5,75	9,04	54,32	0,053
	3–8(10)	5,19	1,78	2,38	2,62	3,71	57,41	0,027
	8(10)–20	5,12	3,40	3,13	3,50	5,73	53,64	0,030
	20–62	5,61	2,09	2,50	2,88	1,98	73,10	0,034
Ч21-2	1–5	5,67	7,34	8,88	6,75	4,82	76,43	Не опр.
	5–14	5,41	1,27	3,75	3,25	2,35	74,87	Не опр.
	14–56	4,94	2,88	3,25	2,75	4,32	58,14	Не опр.
Ч21-3	0–2	6,04	3,33	5,63	4,25	1,90	83,87	0,023
	2–7	6,12	2,09	6,88	4,62	2,02	85,06	0,023
	7–22	6,46	1,00	5,13	3,62	0,93	90,39	0,022
	22–57	6,77	1,42	4,50	3,25	0,54	93,49	0,037
Ч21-4	0–3	5,68	5,48	7,63	5,75	4,92	73,11	Не опр.
	3–11	5,82	3,88	6,63	5,50	3,71	76,58	Не опр.
	11–34	6,24	2,93	6,50	5,38	2,35	83,49	Не опр.

* Приведено значение потери при прокаливании.

* The value of the loss on ignition.

Содержание гумуса в минеральной толще равномерное и составляет 2,1–2,4 %, сумма обменных катионов достигает 7,8–8,9 ммоль/100 г, что является довольно высоким показателем для района исследования. Гидролитическая кислотность низкая, с максимумом вверху. Почва насы-

щена основаниями в большей части профиля (до 90,5 %).

В трещине почва более гидроморфна. Органический слой здесь представлен фрагментарным перегнойным черным горизонтом АН, плотно переплетенным корнями растений и име-

Таблица 2

Гранулометрический состав почв

Table 2

Granulometric composition of soils

Номер разреза Profile number	Мощность, см Depth, cm	Содержание гранулометрических фракций, %, размер частиц, мм						Сумма частиц <0,01 мм Sum of particles <0,01mm, %		
		1–0,25	<0,01 мм	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001			
о. Крестовский Krestovsky Island										
K-1-21	0–3	0,61	2,60	28,3	27,2	22,4	6,5	9,0		
	3–22	0,60	2,61	21,4	34,0	22,1	5,7	8,2		
K-5-21	10–14	0,36	2,55	30,5	32,3	23,7	2,0	5,7		
	14–34	0,58	2,54	16,3	26,1	39,6	5,3	4,5		
K-3-21	2–8(11)	0,63	2,63	6,0	31,9	34,3	3,6	12,3		
	8(12)–46	0,44	2,64	3,2	40,0	36,7	2,9	6,9		
K-4-21	5(22)–7(24)	0,87	2,56	13,8	38,8	32,6	2,5	4,5		
	7(24)–48	0,81	2,65	4,8	29,4	35,1	7,8	3,9		
K-2-21	0–6	0,40	2,53	53,6	20,6	18,8	2,0	1,2		
	6–20	0,15	2,62	92,9	1,4	1,2	0,8	0,2		
	20–60	0,17	2,61	92,6	0,1	2,6	0,8	0,4		
о. Четырехстолбовой Chetyryokhstolbovoy Island										
Ч21-1	0–3	9,9	49,3	26,0	4,4	2,4	8,0	14,8		
	3–8(10)	5,5	33,3	46,0	4,0	3,2	8,0	15,2		
	8(10)–20	4,0	39,2	39,2	3,2	5,2	9,2	17,6		
	20–62	14,3	32,5	38,8	4,8	4,0	5,6	14,4		
Ч21-2	1–5	9,9	47,5	27,4	4,7	3,5	7,0	15,2		
	5–14	5,2	39,2	40,8	2,8	5,2	6,8	14,8		
	14–56	11,3	30,7	42,0	4,4	3,6	8,0	16,0		
Ч21-3	0–2	0,8	42,4	44,0	4,0	3,2	5,6	12,8		
	2–7	0,9	41,1	32,4	6,4	8,4	10,8	25,6		
	7–22	0,5	35,9	42,0	6,4	4,8	10,4	21,6		
	22–57	0,1	22,7	58,4	4,8	4,8	9,2	18,8		
Ч21-4	0–3	2,5	40,0	36,0	6,7	5,5	9,3	21,5		
	3–11	0,9	21,9	53,6	8,8	4,8	10,0	23,6		
	11–34	1,0	27,8	39,2	10,0	10,8	11,2	32,0		

ющим клиновидную форму, который ниже сменяется буровато-серым гумусовым горизонтом. Затем вскрывается оглеенная светло-буровато-серая толща с признаками тиксотропии и оглеения. Тип почвы – мерзлотная арктоундровая перегнойно-глеевая почва (разрез К-4-21; 70°52'51,94"с.ш., 160°34'41,21"в.д.). Морфологическое строение профиля следующее: О (0–2 см)–АН (2–5/22 см)–АВ (5/22–7/24 см)–БГЛ (7/24–

48 см). В трещине почва слабокислая, близкая к нейтральной (рН 5,7–6,1), гранулометрический состав легко- и среднесуглинистый. Содержание физической глины увеличивается вниз по профилю. В гумусовом горизонте содержание гумуса достигает 5,5 %, ниже – 1,5 %. Насыщенность основаниями в нижнем горизонте довольно высока.

Вдоль берега моря, почти на уровне водной поверхности, выделяется узкая полоса осадоч-

ных песчаных отложений. Здесь под разреженной мохово-лишайниковой накипью с остатками травянистого войлока и фрагментарным минеральным наносом вскрывается неоглеенная маршевая почва (разрез К-2-21; 70°52,395'с.ш., 160°33,846'в.д.). Морфологическое строение профиля: Ad (0–6 см)–AC/C (6–20 см)–C' (20–60 см). Эти почвы имеют слоистое строение и сложены плохо отмытым песком различной окраски. Зерна песка характеризуются довольно крупным размером, в нижней части профиля можно даже выделить мелкую гальку диаметром до 0,5 мм. Крупных камней нет. В верхней части профиля сформирован небольшой (до 6 см) дерновый горизонт.

Почва приморской затапливаемой низины кислая с очень низким содержанием обменного кальция и магния, что связано с легкостью гранулометрического состава почвы. Гидролитическая кислотность также низкая. Содержание гумуса высокое в дерновом горизонте (9 %) и низкое – в нижних слоях (0,4–0,5 %).

Почвы о. Четырехстолбовой. На автономных плакорных участках водораздела и на разных частях склонов водораздельного холма обследованной юго-восточной части территории с кустарничко-травяно-лишайниковомоховым покровом формируются арктотундровые почвы, различающиеся по степени проявления процесса оглеения. Их оглеенность, морфологически обнаруживаемая в нижней половине профиля, а нередко и в верхней его части, связана с чередованием нисходящих и восходящих токов влаги, с сезонными сменами величин окислительно-восстановительного потенциала.

В общих чертах арктотундровые глеевые почвы имеют следующее морфологическое строение профиля: O–Ad–AB(g)–Bg(BCg)Л. Под маломощной подстилкой залегает гумусово-дерновый горизонт Ad мощностью 4–7 см, буровато-серый, плотно переплетенный корнями трав, мелкокомковатой структуры, ниже сменяемый переходным горизонтом AB неоднородной буровато-серой окраски (иногда со слабо выраженным признаками оглеения) и минеральным буровато-серым с сизым оттенком и охристыми пятнами оглеенным, мокрым (с незначительными изменениями в плотности) бесструктурным горизонтом Bg (BCg), уходящим в мерзлоту. Максимальная глубина сезонного оттаивания в середине августа составляет 56–57 см.

Разрез Ч21-2 арктотундровой глееватой почвы заложен на склоне холмистой террасы под кустарничко-разнотравной тундрой (70°37'48,60"с.ш., 162°23'45,60"в.д.) и имеет следующее морфологическое строение: Ad (1–5 см)–AB (5–14 см)–BgЛ (14–56 см). Дерновый горизонт мощностью 4–5 см, бурый, влажный, плотно переплетен мелкими живыми и полуразложившимися корнями, мелкокомковатый, заметно переходит в неоднородный по окраске буровато-серый с бурыми пятнами и примазками переходный горизонт AB. Нижележащий оглеенный горизонт мокрый, буровато-серый с сизоватым оттенком и охристыми пятнами, уплотненный, в нижней части тиксотропный, на дне разреза расплывается и заполняется надмерзлотной верховодкой. Залегает на льдистой мерзлоте.

Гранулометрический состав супесчаный по всему профилю с преобладанием частиц крупной пыли и мелкого песка. Реакция среды колеблется от слабокислой в гумусированной части до кислой в минеральной, соответственно вниз по профилю снижаются содержание обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и степень насыщенности. Характерно довольно высокое содержание гумуса в верхнем дерново-гумусовом горизонте, в минеральной части очень низкое и низкое с небольшим повышением его над мерзлотой.

Разрез Ч21-3 арктотундровой глееватой почвы, вскрытый в верхней части склона под разнотравно-лишайниковой тундрой (N 70°37'56,20"с.ш., 162°23'35,80"в.д.), морфологически отличается общей слабой сизоватостью и замазанностью всего минерального профиля, отсутствием признаков тиксотропности в надмерзлотной части и состоит из следующих горизонтов: O/Ad (0–2 см)–Ad (2–7 см)–ABg (7–22 см)–B/BCgЛ (22–57 см). Гранулометрический состав легкосуглинистый в органоминеральной части и супесчаный в нижележащем горизонте. Реакция среды колеблется от слабокислой до нейтральной, поглощающий комплекс насыщен основаниями. Содержание гумуса низкое и очень низкое по всему профилю. Почва не засолена, общее количество легкорастворимых солей ничтожное.

Профиль разреза Ч21-4 арктотундровой глееватой почвы, развитой под разнотравно-зелено-мошной тундрой на вершине водораздела, имеет практически аналогичное строение: O/Ad (0–3 см)–Ad (3–11 см)–B/BCgЛ (11–34 см). Главное различие заключается в утяжелении гра-

нулометрического состава вниз по профилю от легкосуглинистого до среднесуглинистого. Последнее согласуется с преимущественным формированием на суглинистых отложениях тундровых почв равнинных территорий Якутии [24, 25]. Реакция среды слабокислая, содержание гумуса колеблется от среднего до низкого.

На наиболее повышенных участках пойменной части острова под кустарничково-разнотравно-зеленомошной тундрой с участием ивы чукочьей, злаков, дриады и лишайников ($70^{\circ}37'45,20''$ с.ш., $162^{\circ}23'54,80''$ в.д.) вскрыт разрез Ч21-1 мерзлотной пойменной дерновой глееватой почвы с невыраженной слоистостью почвообразующего аллювия и слабо дифференцированным морфологическим профилем: Ad (0–3 см)–ABg (3–8/10 см)–Bg (8/10–20 см)–BCg \perp (20–62 см). Глубина сезонного оттаивания максимальная среди изученных почв острова и составляет 62 см. Дерновый горизонт сформирован аналогично вышеописанным арктотундровым почвам и имеет серовато-бурый цвет, плотно переплетен мелкими корнями растений, влажный, супесчаный, Переходный гумусово-минеральный горизонт ABg сизовато-серый с охристыми пятнами ожелезнения, переплетенный мелкими корнями растений меньше, чем в дерновом, влажный, супесчаный заметно переходит в минеральные глееватые горизонты Bg и BCg серовато-буровой окраски, различаются по степени выраженности пятен оглеения и ожелезнения. Гранулометрический состав супесчаный по всему профилю с преобладанием фракций мелкого песка и крупной пыли. Реакция среды кислая в верхних горизонтах и насыщенность основаниями небольшая, в нижележащем горизонте реакция становится слабокислой и степень насыщенности значительно повышается. Содержание гумуса высокое в маломощном дерновом горизонте, затем резко снижается в переходном ABg до очень низкого, далее незначительно повышается до низкого уровня в нижележащих минеральных. Довольно высокое содержание гумуса в верхнем горизонте пойменной дерновой глееватой и арктотундровой глееватой почвы разреза Ч21-2 обусловлено супесчаным гранулометрическим составом и лучшей их прогреваемостью, в них интенсивнее протекают процессы гумификации. Общее количество легкорастворимых солей ничтожно, почва не засолена. В целом, по морфологическому строению и физико-химическим свойствам в данной пойменной дерновой

глееватой почве роль аллювиального процесса невелика, преобладают процессы зонального тундрового почвообразования.

Заключение

Остров Крестовский, самый крупный в архипелаге и близкий к материку, имеет относительно разнообразный почвенный покров, обусловленный наличием нескольких типов ландшафтов. На вершинах и пологих склонах сопок под тундрами развиваются горные щебнистые почвы (A–BC(C)) и тундровые слабоглеевые почвы (OT–Bg–BCg(C)) на кислом легкосуглинистом и супесчаном элювии и элювиоделювии гранитных пород. Террасы и водосборные склоны на относительно более насыщенных грунтах, испещренные полигонально-трещиноватым нано- и микрорельефом, характеризуются формированием мерзлотных арктотундровых глееватых почв излившихся бугров на поверхности полигона (O–B–Bg(BC) \perp) и мерзлотных арктотундровых перегнойно-глеевых почв мерзлотных трещин (O–AH–AB–BG \perp). Маршевые песчаные неоглеенные почвы (Ad–C(AC)–C') формируются в пределах узкой затапливаемой полосы по берегу моря. Таким образом, исследования показали, что почвы, сформированные на песчаных и супесчаных отложениях, здесь редко имеют признаки оглеения даже при достаточном увлажнении, в то время как суглинистые почвы на водо-сборных понижениях имеют признаки оглеения, характеризуются обнаружением многолетней мерзлоты в профиле на небольшой глубине и сильнее подвержены изменениям вследствие криогенной деформации поверхности. Все почвы, за исключением почв полигонально-западинной тундры, кислые с низкой насыщенностью обменными катионами и достаточно высоким содержанием гумуса в минеральной толще (кроме маршевой).

Почвенный покров изученной части о. Четырехстолбовой составляют арктотундровые глееватые почвы с однотипным по морфологическим признакам и физико-химическим свойствам профилем (O–Ad–AB(g)–Bg(BG) \perp). Характерные особенности данного типа почв: маломощность поверхностного органогенного горизонта, хорошая разложенность органического вещества, высокое и среднее содержание гумуса в дерново-гумусовом горизонте, отсутствие поверхностного оглеения или слабая его выраженность из-за иссушения в летний период.

Список литературы / References

1. Ковда В.А. *Основы учения о почвах*. М.: Наука; 1973. 447 с.
[Kovda V.A. *The principles of pedology*. Moscow: Nauka; 1973. 447p. (In Russ.)]
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. *Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение)*. М.: Наука; 1990. 261 с.
[Dobrovolskiy G.V., Nikitin E.D. *Soil functions in the biosphere and ecosystems (ecological significance)*. Moscow: Nauka; 1990. 261 p. (In Russ.)]
3. Соколов И.А. *Теоретические проблемы генетического почвоведения*. Новосибирск: Гуманитарные технологии; 2004. 295 с.
[Sokolov I.A. *Theoretical problems of genetic soil science*. Novosibirsk: Gumanitarnye tekhnologii; 2004. 295 p. (In Russ.)]
4. Десяткин Р.В., Еловская Л.Г., Оконешникова М.В. Почвенный покров Национального природного парка «Ленские Столбы». *Национальный природный парк «Ленские Столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование*. Н.Г. Соломонова, А.П. Исаева, Е.И. Иванова (ред.). Якутск: Изд-во Якутского университета; 2001:42–53.
[Desyatkin R.V., Elovskaya L.G., Okoneshnikova M.V. Soil cover of National nature park «Lena Pillars». *Lena Pillars National Nature Park: geology, soils, vegetation, wildlife, protection and use*. N.G. Solomonov, A.P. Isaev, E.I. Ivanov (ed.). Yakutsk: Publishing House of the Yakut University; 2001:42–53 (In Russ.)]
5. Десяткин Р.В., Оконешникова М.В. Почвенный покров примечательных участков природного парка «Ленские Столбы». *Природный парк «Ленские Столбы»: прошлое, настоящее и будущее = Nature park «Lena Pillars»: past, present and future*. Якутск: ИБПК СО РАН; 2007:109–123.
[Desyatkin R.V., Okoneshnikova M.V. Soil cover for notable sites of National nature park «Lena Pillars». *Nature park Lena Pillars: past, present and future*: Yakutsk: IBPK SB RAS; 2007:109–123 (In Russ.)]
6. Десяткин Р.В. *Растительный и животный мир дельты реки Лены*. Ред. Лабутин Ю.В. и др. Якутск: ЯФ СО АН СССР; 1985:15–23.
[Desyatkin R.V. Soils. *Flora and fauna of the Lena River Delta*. Yu.V. Labutin et al. (ed.). Yakutsk: YaF SO AN SSSR; 1985:15–23 (In Russ.)]
7. Добровольский Г.В., Чернова О.В., Снакин В.В. *Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации*. М.: НИА-Природа – Фонд «Инфосфера»; 2012. 478 с.
[Dobrovolskiy G.V., Chernova O.V., Snakin V.V. *Soils of nature reserves and national parks of the Russian Federation*. Moscow: NIA-Priroda – Fond «Inosfera»; 2012. 478 p. (In Russ.)]
8. Кириллов А.Ф., Якшина И.А., Бурмистров Е.В. Заповедник «Усть-Ленский» в сети особо охраняе-
мых территорий Якутии. *Биота и среда заповедных территорий*. 2019;4:126–136.
[Kirillov A.F., Yakshina I.A., Burmistrov E.V. *Ust-Lensky Nature Reserve in the protected areas system of Yakutia. Biodiversity and Environment of Protected Areas*. 2019;4:126–136. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25808/26186764.2019.19.4.009>
9. Врангель Ф.П. *Путешествие по северным берегам Сибири и по Ледовитому морю, совершенное в 1820–1824 гг*. М.: Главсевморпуть; 1948. 467 с.
[Vrangel F.P. *Journey along the northern shores of Siberia and the Arctic Sea, made in 1820–1824*. Moscow: Glavsevmorput'; 1948. 467 p. (In Russ.)]
10. Обручев С.В. Геоморфологические курьезы. *Изв. Всесоюзного географического общества*. 1940; 72(6):774–780.
[Obruchev S.V. Geomorphological curiosities. *Izv. Vsesoyuznogo Geograficheskogo Obshchestva*. 1940; 72(6):774–780. (In Russ.)]
11. Воробьев И.А. Остров Четырехстолбовой. *Изв. Всесоюзного географического общества*. 1940; 72(3):342–352.
[Vorob'ev I.A. Chetyryokhstolbovoy Island. *Izv. Vsesoyuznogo Geograficheskogo Obshchestva*. 1940;72(3): 342–352. (In Russ.)]
12. Мурзин Ю.А. Кигиляхи Якутии. *Наука и техника в Якутии*. 2003;1(4):105–108.
[Murzin Yu.A. Kigilyakhs of Yakutia. *Nauka i tekhnika v Yakutii*. 2003;1(4):105–108. (In Russ.)]
13. Заславская Т.М., Плиева Т.В. Флора острова Четырехстолбового (архипелаг Медвежьи острова, Восточно-Сибирское море). *Ботанический журнал*. 1983;68(3):369–376.
[Zaslavskaya T. M., Plieva T. V. Flora of Chetyryokhstolbovoy island (Medvezhy islands archipelago, the East-Siberian sea). *Botanicheskii Zhurnal*. 1983;68(3): 369–376. (In Russ.)]
14. Афонина О.М., Королева Т.М. Мхи острова Четырехстолбового (архипелаг Медвежьи острова, Восточно-Сибирское море). *Новости систематики низших растений*. 2006;40:295–306.
[Afonina O.M., Koroleva T.M. Mosses of the Chetyryokhstolbovoy island (Medvezhy islands archipelago, the East-Siberian sea). *Novosti Sistemmatiki Nizshikh Rastenii*. 2006;40:295–306. (In Russ.)]
15. Егиазаров Б.Х., Сидоренко А.В., Ткаченко Б.В. *Геология СССР. 26 том. Острова Советской Арктики. Геологическое строение*. М.: Недра; 1970. 548 с.
[Egiazarov B.H., Sidorenko A.V., Tkachenko B.V. *Geology of the USSR. 26 vol. Islands of the Soviet Arctic. Geological structure*. Moscow: Nedra; 1970. 548 p. (In Russ.)]
16. Национальный атлас Арктики. М.: Роскарто-графия; 2017. 495 с.
[National Atlas of the Arctic. Moscow: Roskartografiya; 2017. 495 p. (In Russ.)]

17. Кононова Н.К. Динамика циркуляции атмосферы и циркуляционные механизмы метеорологических экстремумов в Арктике. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2007;6: 26–42.
[Kononova N.K. Dynamic of atmosphere circulation and circulation mechanisms of meteorological extremes in Arctic. *Izvestiya RAN (Akad. Nauk SSSR). Seriya Geograficheskaya*. 2007;6:26–42. (In Russ.)]
18. Национальный атлас почв Российской Федерации. Под общ. ред. С. А. Шобы. М.: ООО Астрель; 2011. 631 с.
[National Atlas of soils of the Russian Federation. S. A. Shoba (ed.). Moscow: Astrel; 2011. 631 p. (In Russ.)]
19. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Московского университета; 1970. 487 с.
[Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. Moscow: Publishing House of Moscow University; 1970. 487 p. (In Russ.)]
20. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР; 1958. 191 с.
[Kachinskii N.A. Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of investigation. Moscow: Publishing House of AS USSR; 1958. 191 p. (In Russ.)]
21. Классификация и диагностика почв СССР. Сост. чл.-кор. ВАСХНИЛ В. В. Егоров, профессора В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова и др. М.: Колос; 1977. 223 с.
[Classification and diagnostics of soils in the USSR. V.V. Egorov, V.M. Friedland, E.N. Ivanov et al. Moscow: Kolos; 1977. 223 p. (In Russ.)]
22. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева; 2014. 768 с.
[Unified state register of the soil resources in Russia. Version 1.0. Moscow: Dokuchaev Pochvennyy institut; 2014. 768 p. (In Russ.)]
23. Оконешникова М.В., Десяткин Р.В. Почвы северных отрогов хребта Черского в районе полюса холода: морфология, свойства, классификация. *Почвоведение*. 2017;8:926–935.
[Okoneshnikova M.V., Desyatkin R.V. Soils of northern spurs of the Cherskii Ridge in the area of the northern pole of cold: Morphology, properties, and classification. *Eurasian Soil Sc.* 2017;50(8):898–906]. <https://doi.org/10.1134/S1064229317080099>
24. Еловская Л.Г., Петрова Е.И., Тетерина Л.В. *Почвы Северной Якутии*. Новосибирск: Наука; 1979. 304 с.
[Elovskaya L.G., Petrova E.I., Teterina L.V. *Soils of Northern Yakutia*. Novosibirsk: Nauka; 1979. 304 p. (In Russ.)]
25. Губин С.В., Лупачев А.В. Почвы суглинистых водоразделов приморских тундр Севера Якутии: условия и процессы формирования. *Почвоведение*. 2017; 2:147–157.
[Gubin S.V., Lupachev A.V. Soils of loamy watersheds of coastal tundra in the north of yakutia: pedogenetic conditions and processes. *Eurasian Soil Sc.* 2017;50(2): 133–141]. <https://doi.org/10.1134/S1064229317020041>

Об авторах

ОКОНЕШНИКОВА Матрена Васильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9841-2112>, e-mail: mvok@yandex.ru
ИВАНОВА Александра Зуевна, младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-8501-6807>, e-mail: madalexia@mail.ru

About the authors

OKONESHNIKOVA, Matrena Vasiliievna, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9841-2112>, e-mail: mvok@yandex.ru
IVANOVA, Alexandra Zuevna, Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-8501-6807>, e-mail: madalexia@mail.ru

Поступила в редакцию / Submitted 14.09.2022

Поступила после рецензирования / Revised 16.11.2022

Принята к публикации / Accepted 25.01.2023