

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2024. № 1. (122). С. 92-105.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2024. № 1. (122). P. 92-105.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 631.41 631.42 502.63 911.5 (571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.006

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПРИУРАЛЬСКОГО РАЙОНА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Иван Сергеевич Недбаев¹, Роман Александрович Колесников², Ростислав Игоревич Локтев³, Мария Александровна Брючко⁴, Людмила Павловна Хохлова⁵, Светлана Алексеевна Шацкова⁶, Алина Альбертовна Артамонова⁷

^{1, 4, 5, 6, 7}Санкт-Петербургский государственный университет,

Санкт-Петербург, Россия

^{2, 3}Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹i.nedbaev@spbu.ru

²roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

³rost.lok@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-5696-945X>

⁴bryuttt@mail.ru

⁵lyudmila.khokhlova5@yandex.ru

⁶svetlana.shatskova@yandex.ru

⁷artamonova.alina1584@gmail.com

Аннотация. В статье представлены данные по изучению уникальных свойств почв Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), их формирование в условиях северного климата и влияние на экосистемы. Работа проведена в Приуральском районе ЯНАО на трех экологических профилях. Авторы отмечают высокое содержание глинистых минералов и органических соединений, которые придают почвам сорбционные свойства и плодородие. Статистический анализ выявил среднюю положительную корреляцию между кис-

лотностью почв и содержанием гумуса. Вертикальный экологический профиль изменения свойств почв и растительных сообществ отражает влияние рельефа на распределение типов почв и видов растений. Богатство гумуса и меньшая кислотность характерны для почв горной тундры.

Ключевые слова: Ямало-Ненецкий автономный округ, Приуральский район, Салехард, почва, гумус, лесотундра, горная тундра, кислотность, экологический профиль.

Цитирование: Недбаев И.С., Колесников Р.А., Локтев Р.И., Брючко М.А., Хохлова Л.П., Шацков С.А., Артамонова А.А. Особенности почв Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2024. №1 (122). С. 92-105, doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.006.

Original article

SOIL FEATURES OF THE PRIURALSKY REGION OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Ivan S. Nedbaev¹, Roman A. Kolesnikov², Rostislav I. Loktev³, Maria A. Bruchko⁴, Ludmila P. Khokhlova⁵, Svetlana A. Shatskova⁶, Alina A. Artamonova⁷

^{1, 4, 5, 6, 7}Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

^{2, 3}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹i.nedbaev@spbu.ru

²roman387@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

³rost.lok@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-5696-945X>

⁴bryutt@mail.ru

⁵lyudmila.khokhlova5@yandex.ru

⁶svetlana.shatskova@yandex.ru

⁷artamonova.alina1584@gmail.com

Abstract. The article presents data on the study of the unique properties of soils in the Yamalo-Nenets autonomous district, their formation in northern climate conditions and their impact on ecosystems. The work was carried out in the Priuralsky region of the Yamal-Nenets Autonomous

District on three environmental profiles. The authors note the high content of clay minerals and organic compounds, which give the soils sorption properties and fertility. Statistical analysis revealed an average positive correlation between soil acidity and humus content. The vertical ecological profile of changes in the properties of soils and plant communities reflects the influence of relief on the distribution of soil types and plant species. Rich humus and lower acidity are characteristic of mountain tundra soils.

Keywords: Yamal-Nenets Autonomous District, Priuralsky region, Salekhard, soil, humus, forest-tundra, mountain tundra, acidity, geoecological profile.

Citation: Nedbaev I.S., Kolesnikov R.A., Loktev R.I., Bruchko M.A., Khokhlova L.P., Shatskova S.A., Artamonova A.A. Soil features of the Priuralsky region of the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets autonomous district. 2024. № 1 (122). P. 92-105. doi: 10.26110/ARCTIC.2024.122.1.006.

Введение

Почва является уникальным природным образованием, обладающим рядом свойств, присущих живой и неживой природе. Она характеризуется высоким содержанием глинистых минералов, которые благодаря своим сорбционным свойствам позволяют удерживать практически все поступающие в нее химические элементы и соединения. Другой особенностью почвы является наличие в ней гумусовых веществ, вследствие чего она обладает плодородием. Почва имеет значительное влияние на окружающую среду, являясь основой для сельского хозяйства, важным компонентом углеродного цикла Земли, средой обитания для множества живых организмов. Также почва оказывает существенное влияние на гидросферу, так как она воздействует на гидрологический цикл и водные ресурсы, влияет на сток воды. Почва может служить фильтром, задерживая загрязнения и улучшая качество поверхностных и грунтовых вод. Понимая и осознавая роль почвы для окружающей среды, ее изучение становится особенно актуальным. Исследование природных систем невозможно в отрыве от изучения особенностей почвенного покрова, так как почва находится в постоянной связи с многими компонентами экосистем [1, 2, 3].

Почвы северных регионов обладают своей спецификой и особенностями образования. Суровые климатические условия замедляют процесс их формирования, почвы имеют свои специфические свойства, включая высокий уровень кислотности, отсутствие глубоких горизонтов и ограниченные запасы питательных веществ. Почвенный покров северных

регионов требует пристального внимания в условиях возрастающих экологических рисков. Особый интерес в изучении представляют почвы Ямало-Ненецкого автономного округа, где осуществляются чрезвычайно масштабные программы освоения природной среды и месторождений полезных ископаемых. Почвы Ямальского региона изучены недостаточно, что с учетом масштабности и протяженности территории делает почвенно-экологические и почвенно-химические исследования особенно актуальными [4, 5].

Целью настоящего исследования стало изучение особенностей почв Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа, которые формируются в различных ландшафтных условиях лесотундры равнинной части ЯНАО и горной тундры Полярного Урала. Данное исследование, помимо изучения состояния современных почв и ландшафтов, может быть использовано и в качестве источника информации для развития рекреационной деятельности в регионе, поскольку один из экологических профилей заложен на месте планируемой экологической тропы в горном массиве Рай-Из.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определить характеристики почв (гранулометрический состав, кислотность и содержание гумуса) в разных ландшафтных условиях;
- описать характерные особенности для различных типов почв, встречающихся на территории исследования;
- определить наличие или отсутствие корреляционных связей между изученными параметрами состояния почв для выбранной территории;
- проследить изменчивость почвенных характеристик на различных участках геохимической катены в горной тундре Полярного Урала.

Материалы и методы исследования

Во время исследования были изучены почвы равнинной части лесотундры, предгорий Полярного Урала и горных тундровых ландшафтов Полярного Урала. В июле 2023 года совершен полевой выезд для описания и отбора проб почв, изучения растительности, заложения экологического профиля. Полевые исследования проводились на территории Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа в окрестностях города Салехарда, в 45 км на восток от Салехарда в районе с. Аксарка и в 65-70 км на северо-запад от Салехарда (Полярный Урал) (рисунок 1).

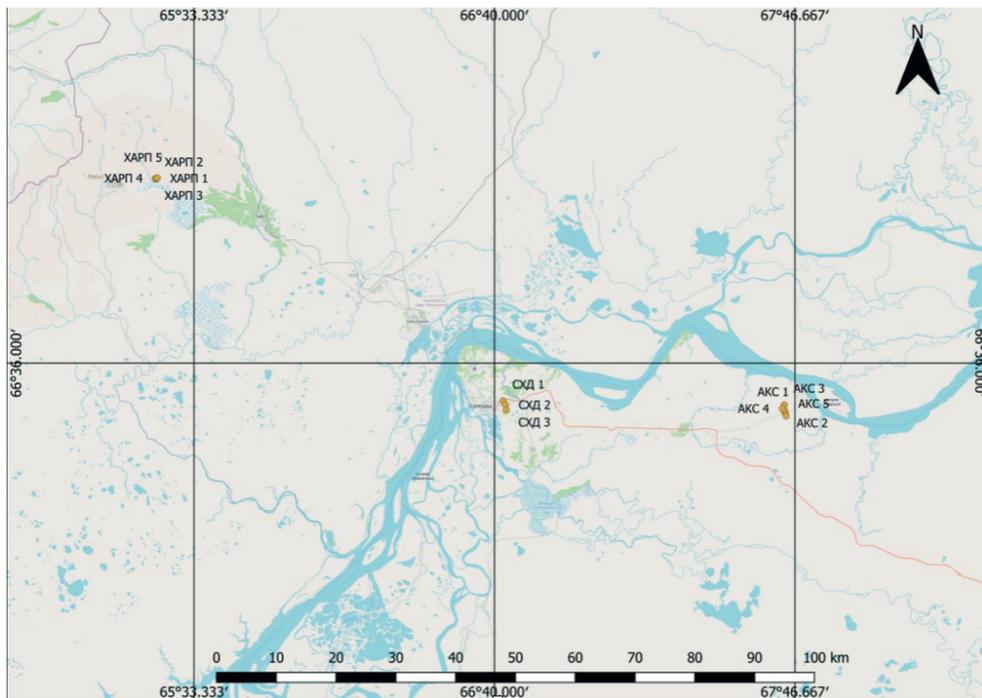


Рис. 1. Месторасположение пробных площадей экологических профилей «СХД», «АКС» и «ХАРП»

На территории исследования было заложено 3 экологических профиля. Первый профиль «СХД» находится в непосредственной близости от города Салехарда и включает 3 пробные площади. Данный профиль репрезентативный для изучения почв тундровых ландшафтов лесотундры. Профиль «АКС» расположен в 3 км к юго-западу от с. Аксарка, на нем проведена работа на 5 пробных площадях и изучены почвы редколесья лесотундровой зоны. Последний профиль «ХАРП» стал классическим вертикальным профилем, протяженностью от нижней до верхней части склона массива Рай-Из. Профиль находился на первой части будущей экологической тропы к леднику Романтиков, и на нем были исследованы почвы горных тундр на 5 пробных площадях.

На каждой пробной площади на всех профилях заложены почвенные разрезы, проведено их описание, отобраны пробы почвы, фиксировались растительные сообщества. Изучение почвенных разрезов включало в себя подробное описание всех выделенных горизонтов. Морфологическое описание выполнялось по стандартной методике. Фиксировались следующие характеристики горизонтов: мощность, цвет, влажность, плотность, структура, гранулометрический состав, новообразования и включения, переход и граница горизонта [6].

Пробы отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 [7]. Все пробы были точечными. С учётом небольшой мощности почвенных разрезов (так как близко к поверхности залегала многолетняя мерзлота) пробы отбирались из всех почвенных горизонтов, кроме подстилающей породы. Всего было отобрано 17 проб почвы. Отобранные пробы помещались в матерчатый мешочек или зип-пакет и по возвращении в камеральные условия сушились до воздушно-сухого состояния.

В дальнейшем были проведены следующие лабораторные анализы проб почв: определение общего содержания гумуса, кислотности почв и их гранулометрический состав. Для определения общего содержания гумуса использовался метод Тюрина. Метод основан на окислении углерода органического вещества почвы бихроматом калия в присутствии серной кислоты. Количество кислорода, используемого для окисления органического углерода, определяется разницей между количеством хромовой кислоты, использованной для окисления, и количеством хромовой кислоты, не использованной после окисления. В качестве окислителя используется раствор дихромата калия в серной кислоте, предварительно разбавленный водой в соотношении 1:1. Избыток хромовой кислоты, не использованной для окисления углерода, титровался раствором соли Мора. По количеству дихромата калия, окислившего гумус, определяют количество органического углерода в почве.

Сущность метода определения механического (гранулометрического) состава почвы заключается в установлении процентного содержания фракций различного диаметра в образце почвы.

Определение кислотности почвы (рН почвы) выполнено при помощи потенциометра. Кислотность почв выражается через величину водородного показателя (рН). рН – отрицательный логарифм концентрации ионов H^+ в почвенном растворе. О реакции в почвах судят по результатам измерения рН. При определении рН в водной вытяжке или суспензии находят активную кислотность почвы, при определении рН в солевой вытяжке или суспензии – потенциальную кислотность почвы.

Все лабораторные исследования проведены в учебной лаборатории физико-химических методов анализа управления технического обеспечения образовательных программ по направлениям география, геология, геоэкология и почвоведение Санкт-Петербургского государственного университета.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены результаты статистического анализа образцов лабораторных исследований по показателям гранулометрического состава, кислотности и содержания гумуса почвенных проб. В качестве

инструмента статистического анализа описания выборок используется медианное значение, а также значения 25-го и 75-го квартилей, так как количество проб в каждой группе невелико [8]. Результаты сгруппированы по двум признакам: ландшафтные условия и типы почв.

Таблица 1. Кислотность, содержание органического вещества и гранулометрический состав почвенных горизонтов по выборкам

Выборка	pH	% гумуса	% физической глины	доминирующий механический состав
По ландшафтным условиям				
Почвы кустарниковых тундровых участков лесотундры (окрестности г. Салехарда) (n = 5)	<u>4,9</u> 4,7-5	<u>0,6</u> 0,1-1	<u>23</u> 9-24	лёгкий суглинок
Почвы редколесья (окрестности с. Аксарка) (n = 5)	<u>4,8</u> 4,7-5,2	<u>0,3</u> 0,3-1,2	<u>39</u> 31-46	средний суглинок
Почвы горных тундровых ландшафтов Полярного Урала (окрестности пос. Харп) (n = 6)	<u>6,9</u> 6,8-6,9	<u>2,7</u> 1,5-4,2	<u>29</u> 24-33	лёгкий суглинок
По типам почв				
Альфегумусовые почвы (n = 3)	<u>4,7</u> 4,6-4,9	<u>0,1</u> 0,1-1,8	<u>24</u> 15-24	лёгкий суглинок
Криогенные почвы (n = 4)	<u>5</u> 4,9-5,1	<u>0,8</u> 0,5-1	<u>29</u> 24-30	лёгкий суглинок
Криометаморфические почвы (n = 4)	<u>4,8</u> 4,7-5	<u>0,3</u> 0,2-1,8	<u>46</u> 42-47	тяжёлый суглинок
Глеезёмы (n = 2)	6,8-6,9	1,4	34-57	тяжёлый суглинок
Органо-аккумулятивные почвы (n = 2)	6,9	3,8-5,4	23-27	лёгкий суглинок
Литозёмы (n = 2)	6,5-6,9	1,5	18-30	лёгкий суглинок

В гранулометрическом составе преобладают суглинистые почвы различной тяжести. Глинистые фракции доминируют в почвах лесотундры. Среднее региональное значение содержания гумуса для глинистых и суглинистых почв территории Ямало-Ненецкого автономного округа – 2,71% (таблица 2). Анализ процентного содержания гумуса в отобранных пробах почвы показал, что значения варьируются в диапазоне от 0,1% до 5,4%.

Наиболее богаты гумусом почвы горных тундровых ландшафтов Полярного Урала, здесь медианное значение 2,7% (близко к среднему региональному), среди типов почв высокое содержание отмечено у органо-аккумулятивных 3,8%-5,4%. Средние по содержанию органического вещества глеезёмы и литозёмы горных тундровых ландшафтов Полярного Урала: 1,4% и 1,5% соответственно. Относительно высокое содержание гумуса обусловлено процессами накопления органического вещества (на нижней части склонов Полярного Урала) и сменой почв на глеезёмы и органо-аккумулятивные серогумусовые почвы с относительно высоким со-

держанием гумуса в дерновом горизонте, а также формированием самих почв на дунитах как ультраосновных подстилающих породах.

Показатели содержания гумуса в почвах тундровых участков лесотундры и почвах лесотундры значительно ниже: от 0,3% до 0,6%. Так, альфегумусовые почвы содержат в среднем 0,1% гумуса, криометаморфические – 0,3% и криогенные – 0,8%.

При проведении анализа на кислотность выявлено, что уровень pH варьируется в диапазоне 4,7-6,9. Минимальные значение 4,7-4,8 соответствует почвенным образцам альфегумусовых и криометаморфических горизонтов и характерно для почв тундровых участков и редколесья лесотундровой зоны. Наиболее высокие показатели уровня pH почвы 6,9 были отмечены у образцов почв горной тундры: глеезёмов и литозёмов и органо-аккумулятивных почв.

Среднее региональное значение pH для глинистых и суглинистых почв на территории Ямало-Ненецкого автономного округа – 5,4 (водная вытяжка). Средние региональные значения по отделам почв: 5,68 для глеезёмов и криозёмов. На исследуемой территории криозёмы оказались более кислыми (медианное значение pH 5) – они приурочены к тундровым участкам и редколесью лесотундровой зоны. Глеезёмы с показателями кислотности 6,8-6,9 на исследуемой территории расположены в горной тундре и характеризуются меньшими показателями кислотности по сравнению со среднерегionalными практически на единицу. Среднее региональное значение кислотности криометаморфических почв 5,61. Медианный показатель для почв изученной территории зоны лесотундры 4,8.

Наиболее высокие значения pH у литозёмов (6,5-6,9) и органо-аккумулятивных почв (6,9), что обосновано залеганием почв на дунитах (таблица 2).

Таблица 2. Сравнение измеренных значений кислотности и содержания гумуса в почвах Приуральского района ЯНАО и средних региональных показателей

	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки	% гумуса
	Средние региональные значения исследуемых показателей в почвенном покрове на территории Ямало-Ненецкого автономного округа		
Общее	5,4	4,07	2,71
Криозёмы и глеезёмы	5,68	4,25	–
Криометаморфические почвы	5,61	4,01	–
Альфегумусовые почвы	5,36	4,03	–
Медианные значения исследуемых показателей в почвенном покрове на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, 2023 год			
Тундровые участки лесотундры (г. Салехард)	4,9	4	0,6

Продолжение таблицы 2

	рН водной вытяжки	рН солевой вытяжки	% гумуса
	Средние региональные значения исследуемых показателей в почвенном покрове на территории Ямало-Ненецкого автономного округа		
Участки редколесья лесотундры (с. Аксарка)	4,8	3,6	0,3
Горная тундра (Полярный Урал)	6,9	5,6	2,7
Медианные значения исследуемых показателей в почвенном покрове на территории Приполярного Урала, 2013 год [9]			
Альфегумусовые почвы	4,8	3,9	–
Криометаморфические почвы	4,6	3,6	–
Глеезёмы	4,9	3,6	–

Наибольшее содержание гумуса и нейтральные по кислотности почвы в зоне горной тундры, где встречаются глеезёмы, органо-аккумулятивные почвы и литозёмы. В зоне лесотундры исследованная территория занята среднекислыми криогенными и криометаморфическими почвами с наименьшим из исследованных содержанием гумуса (менее 1%).

При проведении статистического анализа с помощью линейного коэффициента корреляции выявлена средняя степень зависимости показателей кислотности почвы и содержания гумуса. Коэффициент корреляции составил $r(\text{рН}, \% \text{ гумуса}) = 0,52$, связь средняя положительная.

Во всех исследуемых образцах был проведен анализ содержания физической глины и определен доминирующий механический состав. Значения варьируются от 9% до 57%. В основном, тяжелыми суглинками представлены криометаморфические почвы, здесь среднее содержание физической глины составляет 46%, и глеезёмы со значением показателя 34% и 57%. Для альфегумусовых почв характерен легкосуглинистый механический состав с медианным значением 24% содержания физической глины [10].

Лесотундровые почвы содержат наибольшее количество физической глины 39%, а тундровые почвы сложены легкими суглинками с медианным значением содержания физической глины 23%.

На рисунке 2 представлен вертикальный профиль изменения характеристик почв и доминантных видов растительных сообществ на склоне Полярного Урала. В рамках проводимого исследования не было выявлено зависимости изменения рН и содержания гумуса в почве от высоты, но тип почвы и растительное сообщество меняется. Так, у подножия и нижней части склона преобладают ерники (*Betula nana L.*), осоки (*Carex sp*) и лишайники (*Lichenes*). В этой части мезорельефа почвы торфяно-глеезёмы и глеезёмы. Выше по склону, в средней части тип почвы – литозём серогумусовый, а в верхней части склона основу растительного сообщества составляют голубика (*Vaccinium myrtillus*), осоки (*Carex sp*) и лишайники

(*Lichenes*) на серогумусовых почвах. Доминанты в биоценозе, расположенные на вершине профиля – можжевельник (*Juniperus communis*), осоки (*Carex sp*) и лишайники (*Lichenes*), и почвы представлены литозёмами серогумусовыми [11].

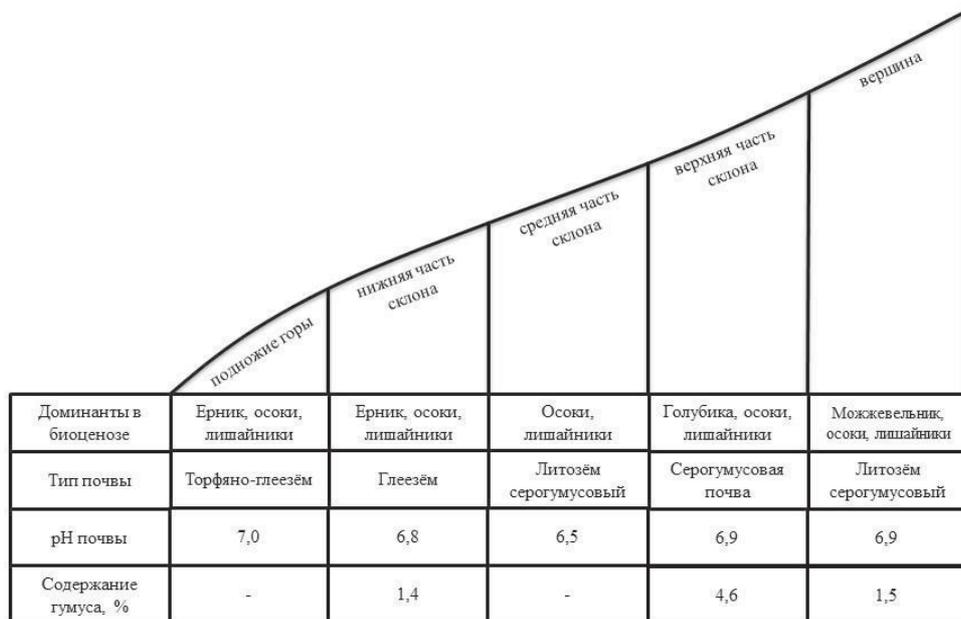


Рис. 2. Вертикальный профиль изменения характеристик почв и доминантных видов растительных сообществ склона Полярного Урала

В вертикальном профиле прослеживается зависимость распределения типов почв от положения в рельефе. Выше по склону расположены почвы с мощностью не более 30 см с включением крупных обломков.

Заключение

В статье изучены особенности почв Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа в различных ландшафтных условиях. Для почв тундровых участков и редколесья лесотундры характерен среднекислый уровень кислотности, в то время как в горных тундровых ландшафтах Полярного Урала, в основном, нейтральные почвы. Также почвы лесотундры бедны содержанием гумуса (менее 1 %), а почвы горных тундровых ландшафтов сопоставимы с региональными фоновыми значениями по этому показателю. Преобладание глинистых фракций наблюдается в почвах лесотундры.

Из описанных почв наиболее высоким рН отличались органо-аккумулятивные почвы и литозёмы горных тундровых ландшафтов. Причи-

ной этому, вероятно, выступают подстилающие породы, представленные дунитами (ультраосновной породой). Данный факт также обусловил и более высокое содержание гумуса в данных почвах.

Нижняя часть склонов Полярного Урала характеризуется повышенным увлажнением и в силу холодного климата там формируются глеевые почвы. В верхних частях склона развит процесс накопления органического вещества, что приводит к образованию серогумусовых почв. При этом для элювиальных и трансэлювиальных фаций горных тундр типичны литозёмы.

Многообразие почвенных условий обуславливает необходимость дальнейшего изучения почв Ямало-Ненецкого автономного округа. При планировании рекреационной деятельности и создании экологических туристических и научно-образовательных маршрутов рекомендуется принимать во внимание разнообразие и уникальность почв лесотундры и горной тундры.

Список источников

1. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1993. – 232 с.
2. Соколов И.А., Конюшков Д.Е. О законах генезиса и географии почв // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 777-788.
3. Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. - М., 1976. – С. 153-170.
4. Абакумов Е.В., Алексеев И.И. Шамилишвили Г.А. Состояние почвенного покрова ЯНАО: разнообразие, морфология, химизм и антропогенная трансформация // Научный Вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. – № 4 (93). – С. 4-7.
5. Почвы Ямало-Ненецкого автономного округа (морфология и разнообразие) // состав.: Р.А. Колесников, А.С. Печкин, Е.Н. Моргун; ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». – Салехард, СПб.: ГеоГраф, 2022. – 100 с.
6. Розанов Б. Г. Морфология почв. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 294 с.
7. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа // М.: Стандартиформ, 2018.
8. Шорохова И.С. Статистические методы анализа / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С. Мариев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 300 с.
9. Дымов А.А., Жангуров Е.В., Старцев В.В. Почвы северной части При-

- полярного Урала: морфология, физико-химические свойства, запасы углерода и азота // Почвоведение. — 2013. — № 5. — С. 507.
10. Справочник по применению средних региональных значений содержания контролируемых компонентов на мониторинговых полигонах при оценке состояния и уровня загрязнения окружающей среды на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, подготовленный в 2014 году в рамках НИР по государственному контракту № 18/14 от 25.06.2014 «Осуществление экологического мониторинга Ямало-Ненецкого автономного округа». — Братск: Департамент природных ресурсов и экологии Ямало-Ненецкого автономного округа, 2014. — 19 с.
 11. Справочник по применению региональных значений содержания контролируемых компонентов на региональных полигонах экологического мониторинга при оценке состояния и уровня загрязнения окружающей среды на территории Ямало-Ненецкого автономного округа 2020 г. — Тюмень: Департамент природных ресурсов и экологии Ямало-Ненецкого автономного округа, 2020. — 17 с.

Сведения об авторах

Недбаев Иван Сергеевич, старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле. Ведущий эксперт, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. Научные интересы: химическое загрязнение почв, методы оценки качества почв, восстановление нарушенных ландшафтов, индикаторы изменений экосистем под антропогенным воздействием, климатическая политика в сфере лесного хозяйства.

Колесников Роман Александрович, геоэколог, специалист в области охраны окружающей среды, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Эксперт Национального арктического научно-образовательного консорциума, эксперт ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса, член Международной ассоциации ландшафтной экологии. Член редакционных коллегий научного журнала «Научный вестник ЯНАО» и научно-практического журнала «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата». Автор и соавтор более 90 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование.

Локтев Ростислав Игоревич, научный сотрудник сектора геоэкологии ГАУ ЯНАО «Научного центра изучения Арктики», заместитель председателя Совета молодых учёных и специалистов при губернаторе Ямало-Ненец-

кого автономного округа, специалист в сфере рекреационной географии, сервиса и туризма. Является победителем Всероссийского конкурса «Мастера гостеприимства». Автор и соавтор 32 научных работ. Область научных интересов: рекреационное природопользование, геоэкология, география, геоинформационные системы.

Брючко Мария Александровна, студентка 2-го курса магистратуры, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, программа CORELIS (Комплексное изучение окружающей среды полярных регионов), кафедра геоэкологии.

Хохлова Людмила Павловна, студентка 2-го курса магистратуры, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, программа CORELIS (Комплексное изучение окружающей среды полярных регионов), кафедра геоэкологии.

Шацкова Светлана Алексеевна, студентка 2-го курса магистратуры, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, программа CORELIS (Комплексное изучение окружающей среды полярных регионов), кафедра геоэкологии.

Артамонова Алина Альбертовна, студентка 3-го курса бакалавриата, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра «Экологии и природопользования».

Участие авторов

Недбаев И.С. – проведение научного исследования, сбор и обработка полевых материалов, анализ результатов химических анализов, написание текста статьи.

Колесников Р.А. – редактирование и написание текста статьи, организация полевых исследований.

Локтев Р.И. – редактирование и написание текста статьи, проведение полевых исследований.

Брючко М.А. – сбор и обработка полевых материалов, проведение лабораторных химических анализов отобранных почвенных образцов, анализ результатов химических анализов, написание текста статьи.

Хохлова Л.П. – сбор и обработка полевых материалов, проведение лабораторных химических анализов отобранных почвенных образцов, написание текста статьи.

Шацкова С.А. – сбор и обработка полевых материалов, проведение лабораторных химических анализов отобранных почвенных образцов, написание текста статьи.

Артамонова А.А. – проведение лабораторных химических анализов отобранных почвенных образцов, анализ результатов химических анализов, написание текста статьи.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 22.01.2024 г., принята к публикации 27.02.2024 г.

The article was submitted on January 22, 2024, accepted for publication on February 27, 2024.