Список использованной литературы:

1. https://www.fao.org/global-soil-artnership/resources/highlights/detail/ru/c/1470631/.
2. Rafikov V., Mamadganova G. The forecast of changes of hierological and hidrochemical conditions of Aral sea // Editorial office for Journal of Geodesy and Geodynamics. – China, 2014 - vol. №2 pp. 16 - 23.
3. https://strategy.uz/index.php?news=872.
4. Кузиев Р., Абдурахмонов Н., Исмонов А. Инструкция по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра. – Тошкент, 2013. – С. – 13 - 29.
5. Эгамбердиев Ж.А., Абдурахмонов Н.Ю. Гранулометрический состав почвогрунтов обсохшей части Аральского моря // Научное обозрение. Биологические науки. – Российская Федерация. Российская академия естествознания. – Москва, 2023. – №1. – С. 91–97.
6. Ахмедов А.У., Парпиев Г.Т., Турдалиев Ж.М. Современное мелиоративно-экологическое состояние гидроморфных почв нижнего течения Амударьи. Сборник статей республиканской научно-практической конференции. Почвоведение стоит на службе экологической и продовольственной безопасности страны. – Ташкент, 2017. – С. – 139 - 141.
7. Исмонов. А.Ж. Характеристика засоленных почв низовий р. Амударья. Сборник научных статьей Международной научно-практической конференции на тему - “Современные тенденции развития аграрного комплекса”. ФГБНУ “Прикаспийского НИИ аридного земледелия”. – Россия. – Астрахань, 2016. – С. – 344 - 348.

УДК: 631.4

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРНОЙ (ТИПИЧНОЙ) ТУНДРЫ ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Пастухов Александр Валериевич,*
доктор биологических наук, с.н.с.
e-mail: alpast@mail.ru

Каверин Дмитрий Александрович,*
доктор географических наук, с.н.с.

Хакбердиев Обид Эшниёзович,**
кандидат биологических наук, доцент.
e-mail:.obid_xakberdiev@mail.ru

Петрив Максим Михайлович,*
аспирант

** Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина Россия, г. Сыктывкар.*
***Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» – Узбекистан.*

Аннотация. В настоящей статье дана характеристика почвенного покрова северной (типичной) тундры, находящейся на крайнем европейском Северо-Востоке. Для этой биоклиматической подзоны характерно сплошное распространение многолетнемерзлых пород с редкими несквозными таликами, и, как следствие, доминирование тундровых мерзлотных почв. Тогда как в южной кустарниковой тундре среди минеральных почв преобладают длительно сезоннопромерзающие, то есть не мерзлотные, почвы. Проведенное почвенно-географическое районирование позволяет разделить изучаемую территорию на три основных района.

Ключевые слова: Большеземельская тундра, почвенные комплексы, многолетнемерзлые породы, почвенно-географическое районирование.

Annotasiya: Ushbu maqolada ekstremal Evropa shimoli-sharqida joylashgan shimoliy (oddiy) tundraning tuproq qoplamining xususiyatlari tavsiflangan. Ushbu bioiqlim subzonasi noyob taliklarga ega bo'lgan abadiy muzli jinslarning uzluksiz tarqalishi va natijada tundraning abadiy muzli tuproqlarining ustunligi bilan tavsiflanadi. Janubiy buta tundrada esa, mineral tuproqlar orasida uzoq mavsumiy muzlash, ya'ni abadiy muzlik bo'lmagan tuproqlar ustunlik qiladi. Amalga oshirilgan tuproq-geografik rayonlashtirish o'rganilayotgan hududni uchta asosiy hududga bo'lish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Bolshezemelskaya tundra, tuproq komplekslari, abadiy muzlik, tuproq-geografik rayonlashtirish.

Annotation. This article describes the characteristics of the soil cover of the northern (typical) tundra, located in the extreme European Northeast. This bioclimatic subzone is characterized by the continuous distribution of permafrost rocks with rare non-through talks, and, as a consequence, the dominance of tundra permafrost soils. Whereas in the southern shrub tundra, among mineral soils, long-seasonally freezing, that is, non-permafrost, soils predominate. The soil-geographical zoning carried out allows us to divide the study area into three main areas.

Key words: Bolshezemelskaya tundra, soil complexes, permafrost, soil-geographical zoning.

Введение. Изучаемая территория расположена на северо-востоке Большеземельской тундры, от р. Кары (вдоль которой проходит административная граница между Республикой Коми и Ямало-Ненецким автономным округом) до Байдарацкой губы (залива в Карском море) в биоклиматической подзоне северных тундр. Для этой биоклиматической зоны характерно формирование тундровых мерзлотных почв. Если в подзоне южных курстарниковых тундр (в Воркутинском районе Республики Коми и Ненецком автономном округе), детальные исследования почвенного покрова проводились не одним поколением исследователей (Е.Н. Иванова, И.В. Забоева, А.Н. Цыпанова, Т.А. Стенина, 1978; И.Б. Арчегова, 1972, 1985; И.В. Игнатенко, 1979; А.В. Кононенко, 1986; Г.В. Русанова, 1996; Природная среда тундры..., 2005; В.Д. Тонконогов, 2010; Атлас почв..., 2010), то почвенный покров северных тундр практически слабо изучен, а результаты практически не опубликованы. Лишь в последние годы были опубликованы результаты исследований маршевых почв побережья Баренцева моря (Шамрикова и др., 2019; Денева и др., 2020; Шамрикова и др., 2022; Василевич и др., 2022). Тем не менее, прибрежные почвы вследствие своеобразного водного питания и солевого состава сильно отличаются от континентальных аналогов северной тундры.

При конкретных отличиях в строении минеральной толщи общим для тундровых типов биогеоценозов является малая мощность и поверхностное расположение (над минеральной толщей) мохово-торфянистого слоя, в котором аккумулированы элементы питания растений, подавляющая масса их корней, субстратный зоо-микробный комплекс и продукты трансформации растительного материала. Во всех тундровых почвах биологически активный плодородный слой очень слабо связан с минеральной толщей, благодаря чему он легко отделяется от нее при любых механических воздействиях (Природная среда тундры..., 2005; Экологические основы..., 2006). Благодаря тесной пространственной связи между главными биогеоценотическими структурами разрушение одной из них влечет неизбежное наруше-

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

ние функционирования биогеоценоза в целом. Обычно при усиленном транспортном воздействии разрушается не только растительное сообщество, но и тесно связанный с ним мохово-торфянистый слой почвы. На поверхности оказывается биологически инертный, бедный питательными веществами тиксотропный слой, на котором медленно происходит самовосстановление растительности (Евдокимова, 1993).

Таким образом, почвы и почвенный покров северной тундры остаются слабо изученными даже с географических позиций: несмотря на небольшое количество компонентов почвенного покрова на макроуровне (в пределах всей биоклиматической подзоны северных тундр) сложность микрорельефа создает комлексность почвенного покрова на микроуровне. Характерны комплексы часто из нескольких типов почв, сменяющихся в пределах одного почвенного профиля или траншеи. Точную классификацию и диагностику почв и последующее картографирование также осложняют процессы криотурбации (перемещения масс почвы), нарушающие строение профиля и обогащающие механическим занесением органического вещества в нижние минеральные горизонты.

Условия почвообразования. Район исследований лежит в северо-восточной части Большеземельской тундры на предгорной равнине в непосредственной близости от западных склонов Полярного Урала. Почвообразующими породами служат четвертичные отложения, среди которых по площади доминируют отложения последнего покровного оледенения, сопоставляемого с Зырянским в Западной Сибири. Ледниковые отложения представлены в основном валунными моренными суглинками, реже водно-ледниковыми песками и супесями, в южной части территории в пределах почвенного/деятельного слоя – покровными суглинками (Государственная геологическая., 1981; Андреичева, 2002). Обломочный материал в морене представлен преимущественно породами восточного склона Полярного Урала – песчаниками, сланцами, известняками. На территории преобладает аккумулятивный ледниковый рельеф, морфологически представляющий собой пологохолмистую равнину с абсолютными отметками поверхности около 200 м. Холмы (мусюры) неправильной формы, с пологими длинными склонами и плоскими, часто заболоченными вершинами. Заболочены также разделяющие холмы низины. В долинах рек (Аячяха, Сырьяха, Кара) представлены поймы и первые надпойменные террасы. Последние характеризуются значительной заболоченностью.

Регион относится к атлантико-арктической климатической области, климат умеренно континентальный (Алисов, 1969). В пределах равнинной части летние изотермы температур воздуха идут практически субширотно, тогда как зимние – почти меридионально, отражая возрастающую с запада на восток суровость зимы и ослабление атлантического влияния (Атлас республики Коми., 1997). Среднегодовые температуры воздуха на равнине уменьшаются в направлении с юго-запада на северо-восток, в том же направлении уменьшается количество осадков. Ближайшие к району исследований метеостанции – Воркута и Хальмер-Ю (ныне закрыта), годы наблюдений на них 1947-2023 и 1947-1994, соответственно. Среднегодовая температура по метеостанции Воркута -5.5° С, по

Хальмер-Ю -7.6° С. Зима продолжается 8 месяцев, среднегодовая температура самого холодного месяца, января, -20° С в Воркуте и -22° С в Хальмер-Ю. Температура самого теплого месяца, июля, 12° С на обеих станциях. Период с температурами выше 10° С (наиболее биологически активными) продолжается лишь около 1.5 месяцев. Заморозки на почве возможны в конце лета с середины августа, в начале лета - до конца июня. Годовая сумма осадков 700 мм в Воркуте и 600 мм в Хальмер-Ю (климатические данные по: Научно-прикладной справочник., 1989; веб-сайт https://ru.climate-data.org/). Максимальная в году толщина снежного покрова на метеостанциях 60-70 см, однако диапазон ее изменений по территории очень широк: 27-112 см (Kaverin et al., 2021). Различия в толщине снежного покрова – один из основных факторов, контролирующих температурный режим почв в рассматриваемом регионе. В последние два десятилетия на метеостанции Воркута наблюдался тренд увеличения сумм температур воздуха >0° С, значимый на уровне вероятности 90% (Kaverin et al., 2021); этот показатель коррелирует с глубиной протаивания мерзлотных почв (Кудрявцев и др., 1981). Район исследований характеризуется распространением преимущественно сплошных многолетнемерзлых пород (ММП). В южной части территории примерно до р. Сырьяхи сквозные и несквозные талики занимают лишь 3% территории, температуры мерзлоты -1...-3° С. К северу от р. Сырьяхи имеются только несквозные талики, занимающие 1% территории, а температуры мерзлоты составляют -2...-4° С (Геокриология СССР, 1988; Геокриологическая карта., 1998; Oberman, Mazhitova, 2003). В южной части района исследований на части территории распространены ММП, залегающие глубже 2 м от поверхности почвы, не сливающиеся со слоем сезонного промерзания и не оказывающие сильного влияния на почвообразование. В остальном на равнине глубины сезонного протаивания в торфяных почвах не превышают 1 м, а в минеральных меняются в пределах 70-300 см (Оберман, 1998; Trans-Ural Polar.., 2004 и др.). Присутствие экрана ММП способствует формированию надмерзлотной верховодки, а на склонах по поверхности ММП идет латеральный сток воды. В целом ММП сильно влияет на гидрологию поверхностных вод, увеличивая поверхностный сток и уменьшая подземный. С ММП тесно связано формирование криогенного микрорельефа. В районе исследования распространены следующие формы криогенного, а также смешанного фитогенно-криогенного рельефа: бугорковатый, пятнисто-бугорковатый, пятнистый, трещинно-пятнистый, трещинно-пятнисто-бугорковатый (последние два типа отсутствуют в южной части территории, в районе г. Воркуты). На болотах переходного типа формируется плоскобугристый микрорельеф. Микрорельеф развит практически повсеместно на плакорах и в заболоченных депрессиях, но обычно отсутствует на участках, прилегающих к линиям стока, на склонах значительной крутизны, под склоновыми луговинами и на низких уровнях пойм. Столь широкое распространение микрорельефа создает высокую сложность почвенного покрова на микроуровне с распространением почвенных комбинаций (комплексов), в которых почвы сменяют друг друга на расстояниях от десятков сантиметров до первых метров. Кроме того, в процессе формирования микрорельефа в почвах развиваются криотурбации (перемещения масс почвы), которые

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

приводят к нарушениям строения профиля и обогащению нижних горизонтов органическим веществом, механически занесенным из верхних. Мерзлотные и немерзлотные почвы имеют принципиально различный термический режим, даже если на местности их разделяет расстояние лишь в несколько десятков метров.

Методы исследования

1.1 Полевые методы. Исследования почв и почвенного покрова осуществляли дана вдоль мегатрансекты 127 км в длину и 3 км в ширину между 68°00' с.ш., 65°09' в.д. и 67°13' с.ш., 63°42' в.д.

Отбор проб почв проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84 и РД 39-0147098-015-90. С этой целью после рекогносцеровочного обследования территории были выбраны места закладки опорных разрезов, характеризующих соответствующий тип и подтип почвы. Разрезы закладывали на наиболее типичных участках ландшафтов с однородным растительным и почвенным покровом.

Описание морфологических свойств почв в полевых условиях проводили с использованием Методического руководства по описанию почв в поле «Базовые шкалы свойств морфологических элементов почв» (1982). Глубину нахождения карбонатов выявляли по вскипанию образца почвы из соответствующего горизонта от раствора 10% серной кислоты. В случае, когда почва была сформирована на плотных карбонатных породах или содержала карбонатные включения, вскипание мелкозема оценивали отдельно от обломочного материала. Наличие глеевых процессов в полевых условиях подтверждали качественной реакцией на ион Fe^{2+}, обрабатывая образец почвы 0.2% раствором α,α-дипиридила.

Для физико-химических анализов отбирали пробы почв в строгом соответствии с генетическими горизонтами. При мощности горизонта более 40 см отбирали раздельно не менее двух проб с различной глубины. Учитывая, что пробы почв были предназначены в том числе и для определения тяжелых металлов, стенку разреза в месте отбора пробы зачищали пластмассовым шпателем и им же проводили отбор пробы. Пробы почв помещали в полиэтиленовые пакеты и этикетировали. В процессе транспортировки и хранения были приняты меры по предупреждению их возможного вторичного загрязнения: герметичная упаковка пробы в несколько слоев полиэтиленовых пакетов, транспортировка засоленных почв в отдельных пластиковых контейнерах.

1.2 Методы химического анализа проб

Количественный химический анализ в образцах проводили на базе экоаналитической лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН, аккредитованной в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) Росстандарта России, сертификат РОСС RU № 0001.511257 от 25 сентября 2015 г.

3.3 Систематический список почв

В почвенной классификации, имеющей в России официальный статус, почвы Крайнего Севера не рассматриваются из-за ограниченности материалов по ним (Классификация и диагностика почв СССР, 1977, стр. 3). Более ранняя классификация (Иванова, 1976) содержала тундровые почвы, однако, исключение этих почв из изданной позднее официальной классификации показывает обнаружившиеся проблемы. К настоящему времени разработана "Классификация и диагностика почв России" (2004 и в модификации 2008 года), хотя и получила одобрение Всероссийского съезда почвоведов, но официально

не используется государственными учреждениями и проектными институтами. В этих условиях в качестве опорной классификации почв применили легенду опубликованного листа “Воркута” Государственной почвенной карты России масштаба 1:1млн (Государственная почвенная., 1998; Пояснительная записка к листу Q-41 Воркута, 2011). Очевидно, что в силу отсутствия пока подробной диагностики и мелкого масштаба этой карты, ее легенда не может в полной мере удовлетворять требованиям крупномасштабной почвенной картографии, которая была нашей задачей. К тому же на отрезок исследуемой мегатрансекты от р. Кары до Байдаркой губы опубликованные листы Государственной почвенной карты отсутствуют. На этот отрезок нам пришлось воспользоваться в качестве основы классификации легендой другой карты, еще более мелкомасштабной – Почвенной карты Российской Федерации масштаба 1:2.5 млн (Почвенная карта.., 1988), так что возникла необходимость преодолеть хотя и небольшие, но все же существующие несоответствия в терминологии между двумя легендами. В итоге за основу классификации почв принят синтез легенд двух опубликованных мелкомасштабных карт, с выделением на низких таксономических уровнях дополнительных почвенных разностей, отсутствующих в вышеупомянутых легендах, но неизбежно выявляемых при крупномасштабном картографировании.

Систематический список почв, встреченных на рассматриваемой территории приведен в таблице 1. Он включает 22 разности на таксономическом уровне, приблизительно соответствующем подтиповому при сопоставлении с классификацией почв 1977 г. (Классификация.., 1977). Точно таксономический уровень почв в легендах двух карт, используемых в качестве опорных, не оговаривается. Индексы горизонтов даны в основном в соответствии с классификацией почв 1977 г. В отличие от последней, однако, торфянистые горизонты обозначены как Т, символ Т – многолетняя мерзлота. Почвы в списке объединены в группы автоморфных, полугидроморфных, гидроморфных, аллювиальных и почв тундровых пятен и трещин. Правильность использования термина “автоморфные” применительно к суглинистым тундровым почвам, которые обычно оглеены даже при формировании на плакорах, подвергается сомнению (Соколов, 1993), поэтому этот термин сохранен исключительно для удобства пользования списком.

Таблица-1

Систематический список почв северной (типичной) тундры предгорной равнины Полярного Урала

Таксон высшего ранга (примерно соответствует типу почвы)	Таксон низшего ранга (примерно соответствует подтипу почвы)	Строение профиля
Автоморфные почвы		
Подбуры тундровые	без разделения	Ao-Bf-BC
Тундровые перегнойно-карбонатные	без разделения	Ao-A0A1ca-Bca-BCca^
Тундровые поверхностно-глеевые	глеевые	Ao-G-B-BC(BC^

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

Таксон высшего ранга (примерно соответствует типу почвы)	Таксон низшего ранга (примерно соответствует подтипу почвы)	Строение профиля
	глееватые	Ao-Bg-B-BC(BC^
	сухоторфянистые	Ao-T-Bg(G)-BC(BC^
Тундровые глеевые	типичные	Ao-Bg(G)-BgC^
	дерново-глеевые	Ao-Ад-Bg(G)-BgC(G)
	перегнойно-глеевые карбонатные	Ao-A0A1ca r-Bca r-BCca r^
Полугидроморфные почвы		
Болотно-тундровые	торфянисто-глеевые	Ao-T-Bg(G)-BgC^
	торфянисто-глеевые карбонатные	Ao-T[10-20 см]-Bg ca(Gca)-BgCca^
	торфяно- глеевые	Ao-T[20-30 см]-Bg(G)-BgC^
Гидроморфные почвы		
Болотные низинные	торфяно-глеевые	Ao-T[30-50 см] -G-G^
Болотные переходные	типичные	Ao-T-T^
	деградирующие	Ao-T-T^
Аллювиальные почвы		
Аллювиальные слоистые	без разделения	Ao-I-II-…
Аллювиальные перегнойные	типичные	Ao-AoA1-B(Br)
	глеевые	Ao-AoA1-Bg(^
Аллювиальные торфяно-глеевые	без разделения	Ao-T-G-G^
Почвы тундровых пятен и трещин		
Почвы тундровых пятен	типичные	B (Bg)-BC^
	карбонатные	Bca(Bg ca)-BCca^
Почвы тундровых трещин	без разделения	Ao-T-T^

Площади картографических единиц первого (низшего) порядка на территории мегатрансекты приведены в таблице 2.

При расчетах для картографических единиц второго порядка (мезокомбинаций почв) принято, что первый компонент занимает 70% площади соответствующего полигона, а второй 30%. Как видно из приведенной таблицы 2, на обследованной территории преобладают почвы бугорковатого комплекса, представленного тундровыми поверхностно-глеевыми (глееватыми) и тундровыми поверхностно-глеевыми (глееватыми) бугорков (35.0 % площади почвенного покрова), второе место по распространенности занимают однородные ареалы полугидроморфных болотно-тундровых торфянисто-глеевых почв (30.7%). Третье по значимости место (12%) занимают болотно-тундровые торфяно-глеевые почвы. На долю остальных выделенных почвенных разностей и микрокомбинаций приходится от 0.1 до 7.6 % от общей площади почвенного покрова.

Таблица-2

Площади почв/почвенных микрокомбинаций на территории 127-километровой мегатрансекты

Почва/почвенная комбинация	Площадь, км^2	% к общей площади почв	Индекс
Аллювиальные перегнойные	0.7	0.2	Ап
Аллювиальные перегнойно-глеевые,	2.5	0.7	Апг
Аллювиальные торфяно-глеевые мерзлотные	1.6	0.4	Атг
Аллювиальные слоистые	0.1	0.0	Ас
Болотные низинные торфяно-глеевые	11.3	2.9	Бн
болотные переходные почвы	2.1	0.5	Бп
Болотно-тундровые торфяно-глеевые	46.4	12.0	$Тб_2$
Болотно-тундровые торфянисто-глеевые	117.2	30.7	$Тб_1$
Тундровые дерново-глеевые	0.7	0.2	Тдг
Бугорковатый комплекс: тундровые поверхностно-глеевые (глееватые) и тундровые поверхностно-глеевые (глееватые) бугорков	133.6	35.0	Тпг
Пятнисто-бугорковатый комплекс: тундровые поверхностно-глеевые (глееватые), тундровые поверхностно-глеевые (глееватые) бугорков и почвы тундровых пятен	29.2	7.6	Тпго
Болотно-тундровые торфянисто-глеевые карбонатные	6.7	1.7	$Тб_1к$
Плоскобугристый комплекс: болотные переходные почвы мочажин и болотные переходные деградирующие почвы бугров	**10.1**	**2.6**	**БпБпо**
Плоскобугристый комплекс: болотно-тундровые торфяно-глеевые почвы бугров и болотные переходные почвы мочажин	3.4	0.8	$БпТб_2$
Плоскобугристый комплекс: болотно-тундровые торфяно-глеевые почвы бугров и болотные переходные почвы мочажин	0.4	0.1	$Тб_2Бп$
Бугорковатый комплекс: тундровые торфянисто-глеевые карбонатные, тундровые глеевые сухоторфяные карбонатные бугорков	8.6	2.2	$Тгк_1$
Пятнисто-бугорковатый комплекс: тундровые перегнойные карбонатные и карбонатные почвы тундровых пятен	6.8	1.8	Тгко
Подбуры, валуны	1.4	0.3	Пб
Бугорковатый комплекс: тундровые глееватые и тундровые глееватые бугорков	0.6	0.2	Тг
Пятнисто-бугорковатый комплекс: тундровые перегнойные карбонатные и карбонатные почвы тундровых пятен	0.2	0.1	Тко
Итого:	383.6	100.0	

Площади почв разного гранулометрического состава приведены в таблице 3. Основную роль в почвенном покрове играют суглинистые разности.

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

Таблица 3

Площади почв разного гранулометрического состава на территории 127-километровой мегатрансекты

Гранулометрический состав почвообразующей породы	Площадь, км²	% к общей площади
Суглинки	367.0	95.7
Супеси	2.8	0.7
Пески	0.7	0.2
Слоистые отложения	3.0	0.8
Торфяные залежи	**10.1**	**2.6**
Итого:	383.6	100.0

Далее рассмотрим детально только наиболее часто встречаемые почвенные комплексы – это минеральные мерзлотные почвы и болотные мерзлотные почвы.

Пятнисто-бугорковатый комплекс: тундровые поверхностно-глеевые (глееватые), тундровые поверхностно-глеевые (глееватые) бугорков и почвы тундровых пятен (рис. 1, индекс на карте Тпго). Этот комплекс формируется на наиболее дренированных вершинных холмов, прибровочных и выпуклых участках склонов, т.е. в позициях, где зимой мала толщина снежного покрова. Многолетняя мерзлота всегда обнаруживается на глубинах менее 2 метров, а обычно близко к глубине 1 метр. Это проявляется в образовании тундровых пятен и в целом более интенсивной криотурбированности почв.

По термическому режиму поверхностно-глеевые почвы существенно различаются между собой в зависимости от глубины залегания многолетней мерзлоты. При залегании мерзлоты глубже 2 м, что особенно характерно для южной части обследованной территории (примерно до р. Сыръяхи) почвы относятся к числу самых теплых минеральных почв территории. Зимой температуры в них не опускаются ниже 2-3°, а в теплые зимы субположительные температуры могут сохраняться до февраля-марта (Мажитова, Каверин, 2007). При залегании мерзлоты в первом метре от поверхности зимние минимумы опускаются до -15-18° С, однако нулевые завесы на глубинах 40-80 см все же сохраняются в отдельные годы до января-февраля. В формирование зимнего температурного режима почв равный вклад вносят температуры воздуха и мощность снежного покрова. Пороговым значением мощности, разделяющим мерзлотные и немерзлотные почвы, является ~50 см (Шаманова, 1970; Мажитова, Каверин, 2007). Летние температуры почв в значительной мере выровнены по территории (Кононенко, 1986; Мажитова, Каверин, 2007). Г.Г. Мажитовой были получены температурные ряды для 11 различных почв территории, термические режимы классифицированы по системе В.Н. Димо (1972). Немерзлотные почвы района исследований относятся к холодному годовому подтипу длительно сезоннопромерзающего типа, по лету переходные от холодных к очень холодным, а по зиме умеренно холодные. Мерзлотные минеральные почвы по годовым и летним характеристикам также очень холодные, но по зиме ближе к холодным. Метеостанции региона ведут наблюдения за температурой только почв без сливающейся мерзлоты.

Морфологическое описание почвы основной поверхности дано на примере разреза Т.91:

Горизонт	Глубина, см	Описание
Ao	0-3	Темно-бурая оторфованная подстилка, в основе рыхлая, но скреплена корнями
G	3-18	Голубовато-светло-серый с более ярким большим голубым пятном и мелкими охристыми пятнами, легкий суглинок, слитный, но явной тиксотропии нет
Bg	18-60	Светло-бурый, почти без оглеения, есть только единичные мелкие сизые пятна, средний к легкому суглинок, структура слоевато-ореховатая, отдельности отчетливо обособлены, но непрочные, легко деформируются из-за высокой влажности, сырой
Мерзлота на глубине 110 см		



Рис. 1 - Пятнистая ерниковая тундра и тундровая поверхностно-глеевая почва основной поверхности (Т. 91) (фото Г.Г. Мажитовой)

Поскольку тундровые поверхностно-глеевые почвы являются на обследованной территории доминирующей на плакорах почвенной разностью, мы приводим ниже сводку их аналитических параметров по всем проанализированным разрезам. Реакция водной суспензии кислая-слабокислая (pH водный 4-5). Реакция солевой вытяжки, дающая представление об обменной кислотности почв, составляет в среднем 3.70 (стандартное отклонение 0.51, n=101, осреднены данные по всем горизонтам), что соответствует сильнокислым почвам, при диапазоне 2.9-6.8. Значения выше 6.0 встречаются только в самых нижних горизонтах и могут быть связаны с карбонатностью подстилающей породы в отдельных разрезах. По профилю pH меняется слабо или повышается книзу. Гидролитическая кислотность в органо-аккумулятивных горизонтах (оторфованных подстилках, редко – перегнойных горизонтах) составляет в среднем 54.30 ммоль/100 г почвы (стандартное отклонение 16.34, диапазон 7.1–84.4, n=32). В нижележащих горизонтах она составляет 7.85 ммоль/100 г почвы (стандартное отклонение 3.80, диапазон 1.13-17.30, n=69). Потери при прокаливании в подстилочных и сухооторфованных горизонтах 55-89%. Содержание углерода (по Тюрину) в нижележащих горизонтах в среднем 1.22% (стандартное отклонение 1.33, диапазон 0.17-6.95, n=65). Отношение C:N, характеризующее глубину разложенности и

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

степень лабильности органического вещества, в органо-аккумулятивных горизонтах составляет в среднем 24 (стандартное отклонение 4, диапазо н 13-32, n=29), в минеральных горизонтах среднее 10 (стандартное отклонение 4, диапазон 4-19, n=43). Такие значения говорят о грубом характере органического вещества органо-аккумулятивных горизонтов, а также о преобладании достаточно грубого органического вещества в минеральных горизонтах, что объясняется не столько иллювиальной природой последнего, сколько заносом в результате криотурбаций. Сумма обменных Ca и Mg в органо-аккумулятивных горизонтах в среднем 11.71 ммоль/100 г почвы (стандартное отклонение 8.98, диапазон 0.94-40.04, n=29), что немного ниже среднего для аналогичных горизонтов всех минеральных некарбонатных почв территории (16.17 ммоль/100 г почвы). В нижележащих горизонтах диапазон значений этого показателя 0.1-12.2 ммоль/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями в среднем по всем горизонтам составляет 27% (стандартное отклонение 26, диапазон 0-100, n=101). Профильное распределение подвижного фосфора характеризуется минимумом в средней части профиля и максимальными значениями либо в органо-аккумулятивных горизонтах, либо в горизонтах переходных в породе. Максимум в содержании подвижного калия всегда приурочен к органо-аккумулятивным горизонтам. В органо-аккумулятивных (основных корнеобитаемых) горизонтах среднее содержание фосфора 101.60 мг/кг почвы (стандартное отклонение 50.77, диапазон 13.6-255.5, n=29), среднее содержание калия 499.76 (стандартное отклонение 165.32, диапазон 156.1-879, n=26).

Физико-химические показатели почв двух характерных разрезов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели тундровых поверхностно-глеевых почв

Горизонт	Глубина, см	pH водн.	pH сол.	Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы	Азот общ.	Углерод общ.	Углерод по Тюрину,	P_2O_5	K_2O
					%			мг/кг	
Тундровая поверхностно-глееватая (слабооглеенная) почва, разрез Т.97									
	0-2	5.6	3.7	42.00	1.12	23.30	**44.6***	68.5	690.6
	2-15	4.8	3.6	11.00	0.11	0.95	0.91	10.5	18.55
	15-25	4.8	3.8	11.00	0.24	3.00	2.52	12.6	12.86
	25-40	5.5	4.1	4.14	0.05	0.29	0.27	85.6	24.92
	40-60	5.8		2.07	0.04	0.20	0.17	131.9	42.22
	60-70	6.2	5.1	1.86	0.03	0.17	0.17	211.6	29.06
Тундровая поверхностно-глеевая почва, разрез Т.91									
	0-2(3)	4.6	4.1	29.90	1.07	34.00	**76.6***	174.9	1408
	2(3)-20	5.6	4.0	4.71	0.08	0.89	0.89	75.6	29.06
	20-40	5.8	4.1	3.79	0.05	0.30	0.31	64.8	32.89
	40-55	5.9	5.2	2.74	0.04	0.17	0.23	135.2	62.25

* – потеря массы при прокаливании

Продолжение таблицы 4

Горизонт	Глубина. см	Обменные катионы, ммоль/100 г почвы			Сумма обменных оснований, ммоль/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}		
Тундровая поверхностно-глееватая (слабооглеенная) почва, разрез Т.97						
	0-2	15.88	2.71	0.07	18.59	31
	2-15	2.66	0.71	0.011	3.37	23
	15-25	2.60	0.60	0.024	3.20	23
	25-40	6.67	2.24	0.039	8.91	68
	40-60	8.49	2.92	0.049	11.41	85
	60-70	9.09	3.12	0.038	12.21	87
Тундровая поверхностно-глеевая почва, разрез Т.91						
	0-2(3)	18.90	5.68	0.204	24.58	45
	2(3)-20	6.43	3.33	0.110	9.76	67
	20-40	6.24	3.13	0.084	9.37	71
	40-55	7.24	3.73	0.103	10.97	80

Плоскобугристый комплекс: болотные переходные деградирующие почвы бугров и болотные переходные почвы мочажин (рис. 2, индекс на карте БпоБп). Этот комплекс распространен на обследованной территории менее широко, чем предыдущий, отличается от него преобладанием по площади бугров над мочажинами. Комплекс чаще всего встречается в центральных частях озерных котловин и водораздельных депрессий, где приток влаги максимален и условия для развития пучения оптимальны



Рис. 2 - Плоскобугристое болото с преобладанием по площади бугров над мочажинами и почва бугра (Т. 264) (фото Г.Г. Мажитовой)

Морфологическое описание дано на примере разреза Т. 264-КВ.

Горизонт	Глубина, см	Описание
Т1	0-10	Подстилка торфянистая, темно-бурая, слоистая. Слаборазложившаяся, влажная, редкие корни. Переход отчетливый.
Т2	10-20	Торф среднеразложившийся, оранжево-коричневый, слоистый, сырой. Переход резкий.
Т3	20-40	Торф черного цвета, разложившийся. уплотнен. сырой. Переход постепенный.
Т4	40-60	Торф черного цвета, мажется. плотный. сырой. Мерзлота с 50 см.

ISSN 2181-0826 4/2024 y.

Физико-химические показатели почв плоскобугристых комплексов приведены в таблице 5. По значениям pH все почвы сильнокислые. Болотные переходные почвы характеризуются высокой кислотностью и ненасыщенностью (табл. 24). Широкие отношения общего углерода к азоту соответствуют низкой степени разложенности торфов.

Таблица 5 - Физико-химические показатели почв плоскобугристых комплексов

Горизонт	Глубина, см	pH водн.	pH сол.	Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы	Азот общ.	Углерод общ.	Углерод по Тюрину	P_2O_5	K_2O
					%			мг/кг	
Болотно-тундровая торфяно-глеевая почва (разрез 274-КВ)									
АО	0-15	3.6	2.83	72.1	1.38	42.5	93.37*	59.50	266.60
Ат	15-25	4.1	3.26	70.5	1.7	40.3	84.19*	56.10	84.50
Болотная переходная деградирующая почва (разрез на Т. 90)									
Т1	0-25	3.9	3.3	67.40	1.76	41.80	85.43*	39.8	92
Т2	25-32	4.1	3.3	61.60	1.68	44.60	87.37*	8.6	38
Болотная переходная почва (разрез на Т. 90)									
Т^	0-20	4.4	3.9	51.40	3.00	44.30	95.63*	Не опр.	Не опр.

* – потеря при прокаливании

Продолжение таблицы 24

Горизонт	Глубина, см	Обменные катионы, ммоль/100 г почвы			Сумма обменных оснований, ммоль/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}		
Болотно-тундровая торфяно-глеевая почва (разрез 274-КВ)						
АО	0-15	7.92	3.42	не опр.	11.34	14
Ат	15-25	0.23	0	не опр.	0.23	0
Болотная переходная деградирующая почва (разрез на Т. 90)						
Т1	0-25	9.59	0.97	0.03	13.78	17
Т2	25-32	12.81	2.08	0.013	14.89	19
Болотная переходная почва (разрез на Т. 90)						
Т^	0-20	9.59	0.97	0.03	13.78	17

Почвенно-географическое районирование обследованной территории

Почвенный покров территории, примыкающей к мегатрансекте, может быть разделен на 3 района, существенно различных по протяженности:

(1) 1-16 км мегатрансекты. Почвенный покров плакоров образован тундровыми поверхностно-глеевыми почвами с небольшим участием тундровых (профильно-) глеевых (последние замещают поверхностно-глеевые и доминируют на плакорах к северу от р. Кары). В полугидроморфных условиях доминируют болотно-тундровые торфянисто-глее-вые почвы. в гидроморфных – почвенные комплексы плоскобугристых болот.

(2) 16-37 км. Область распространения карбонатной морены и прилегающая к ней с северо-востока область распространения неразделенных ледниковых преимущественно карбонатных отложений. В почвенном покрове плакоров доминируют тундровые глеевые перегнойно-карбонатные и тундровые глеевые торфянисто-карбонатные

почвы. Полугидроморфные почвы, как и в первом районе представлены в основном болотно-тундровыми торфянисто-глеевыми. Но, в отличие от первого района, помимо бескарбонатных, распространены карбонатные разности. Гидроморфные почвы занимают ограниченные по сравнению с первым районом площади и представлены в основном болотными низинными торфяно-глеевыми.

(3) 37-127 км. Почвенный покров плакоров, несмотря на большую изрезанность контуров, характеризуется небольшим числом компонентов, наиболее простым строением и наибольшей однородностью. Почвенный покров плакоров образован тундровыми поверхностно-глеевыми почвами. Среди полугидроморфных почв, занимающих пологие склоны холмов-мусюров и полосы вдоль линий стока, доминируют болотно-тундровые торфянисто-глеевые почвы (как и в двух первых районах, но, в отличие от второго района, среди них нет карбонатных). Болотные почвы занимают очень небольшие площади по сравнению с двумя другими районами и формируются в немногочисленных озерных депрессиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория северной тундры, несмотря на небольшое количество типового разнообразия почв в целом по территории, характеризуется сложным почвенным покровом, характерной чертой которого является распространение почвенных микрокомбинаций;

- в соответствии с характером почвообразущих пород и условиями почвообразования на исследуемой территории можно выделить 3 района, различающихся по типам почв, их физико-химическим свойствам, степенью устойчивости к антропогенным воздействиям. Наиболее быстро будут восстанавливаться после антропогенных повреждений почвы гидроморфного ряда;

- к современным физико-геологическим процессам, осложняющим инженерно-геологические условия территории, относятся: наличие ММП, находящихся преимущественно в первом метре от поверхности почвы; высокая степень заболоченности территории; предрасположенность приповерхностных грунтов к проявлению тиксотропных, пучинистых свойств, проявлению сил морозного сцепления с подземными частями сооружений в пределах деятельного слоя; речная эрозия; обвально-осыпные, оползневые явления и процессы карстообразования;

- почвы исследуемой территории характеризуются низкой устойчивостью к техногенным воздействиям, низкими скоростями самовосстановления, что требует строжайшего соблюдения экологических требований при проектировании, строительстве и эксплуатации инфраструктурных объектов;

- растительность территории северной тундры, несмотря на интенсивный выпас оленей и строительства и эксплуатации магистрального газо-провода и прилегающей автодороги, можно оценить как имеющую слабую степень нарушения (практически полностью сохранена целостность растительного покрова и плодородный слой почвы). Основными типами антропогенных форм нарушений являются: грунтовые и вездеходные дороги, отсыпки линий УКЖД и площадные участки насыпного грунта.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследование выполнено при поддержке проекта РНФ 24-27-00056 «Уязвимость многолетнемерзлых торфяников в результате строительства линейных объектов в условиях современного климатического потепления в Арктике: оценка экономических и необратимых природных рисков».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Высшая школа, 1969. 104 с.
2. Андреичева Л.А. Плейстоцен европейского Северо - Востока. Екатеринбург: УрО РАН. 2002. 233 с.
3. Арчегова И.Б. Гумусообразование на Севере европейской территории СССР. – Л.: Наука, 1985. – 137 с.
4. Арчегова И.Б. О характере процессов почвообразования в некоторых ландшафтах Воркутинской тундры // Материалы по почвам Коми АССР. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. – С. 38–46.
5. Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2010. 356 с.
6. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии / Под ред. А.И.Таскаева. М.:ДиК, дрофа, 1997. 116 с.
7. Базовые шкалы свойств морфологических элементов почв: Методическое руководство по описанию почв в поле. М.: Почвенный институт им. В.В.Докучаева, 1982. 55 с.
8. Василевич, Р.С. Эволюция органического вещества бугристых болот побережья Баренцева моря в условиях меняющегося климата / Р. С. Василевич, О. Л. Кузнецов, Е. Д. Лодыгин [и др.] // Почвоведение. – 2022. – № 7. – С. 876-893. – DOI 10.31857/S0032180X22070127.
9. Геокриологическая карта СССР, масштаб 1:2.5 млн. Под ред. Ершова Е.Д.. Кондратьевой К.А. М.: Мин. геологии СССР и МГУ. 1998.
10. Геокриология СССР. Европейская территория СССР. М.: Недра. 1988. 538 с.
11. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору.
12. Государственная геологическая карта масштаба 1:200000 и объяснительная записка к ней. Серия Северо-Уральская. Лист Q-41-VI. Под ред. Ю.Б. Евдокимова. М.. 1981.
13. Государственная почвенная карта России масштаба 1:1000000. Лист Q-41 “Воркута”. По ред. Л.Л. Шишова / Забоева И.В.. Казаков В.Г.. Рубцов М.Д. и др. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России. 2000.
14. Денева, С. В. Особенности генезиса и проблемы классификации маршевых почв побережья Баренцева моря / С. В. Денева, Е. В. Шамрикова, О. С. Кубик // I Никитинские чтения "Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах" : материалы Международной научной конференции, Пермь, 19–22 ноября 2019 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ Прокростъ, 2020. – С. 51-55.
15. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М.: Колос. 1972. 360 с.
16. Евдокимова Т.В. Современная экологическая ситуация в Республике Коми и прогноз ее изменений при создании трассы газопровода // Газопровод Ямал-Центр: прогноз изменений и приемы восстановления природной среды. – Сыктывкар, 1993. – С. 5-16. – (Тр. Коми научн. центра УрО РАН; Вып. 131).
17. Забоева И.В. Объяснительная записка к листу “Воркута” Государственной почвенной карты России масштаба 1:1 млн. Рукопись.
18. Забоева И.В. Почвенные исследования в Коми АССР. // Почвоведение, 1952. № 9. С. 861-863.
19. Забоева И.В., Казаков В.Г., Рубцов М.Д., Втюрин Г.М. Государственная почвенная карта России, лист Q-41 (Воркута). М-б 1:1000000. Федеральная служба геодезии и картографии России. М., 2000.
20. Иванова Е.Н. Классификация почв СССР. М.: Наука, 1976. 227 с.
21. Игнатенко И.В. Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. М.: Наука. 1979. 278 с.
22. Классификация и диагностика почв России. Авторы и составители: Л.Л. Шишов.

В.Д. Тонконогов. И.И. Лебедева. М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена. 2004. 342 с.

23. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

24. Кононенко А.В. Гидротермический режим таежных и тундровых почв Европейского Северо-Востока. Л.: Наука. 1986. 145 с.

25. Мажитова Г.Г., Каверин Д.А. Динамика глубины сезонного протаивания и осадки поверхности почвы на площадке циркумполярного мониторинга деятельного слоя (CALM) в европейской части России // Криосфера Земли. 2007. Том 11. № 4. С. 20-30.

26. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3: Многолетние замеры. Части 1-6. Вып. 1. Кн. 1. Л.: Гидрометеоиздат. 1989. 483 с.

27. Оберман Н.Г. Мерзлые породы и криогенные процессы в Восточно-Европейской Субарктике // Почвоведение. 1998. №5. С. 540-550.

28. Почвенная карта Российской Федерации масштаба 1:2500000. Под ред В.М. Фридланда. 16 листов. М.: ГУГК. 1988.

29. Пояснительная записка к листу Q-41 (Воркута) // Государственная почвенная карта России. Масштаб 1 : 1000000. Сыктывкар, 2011. 76 с.

30. Природная среда тундры в условиях открытой разработки угля (на примере Юньягинского месторождения / Под общей редакцией д.б.н. М.В.Гецен. Сыктывкар, 2005. 246 с.

31. Русанова Г.В. Микроморфология почв Восточно-Европейского сектора Субарктики // Почвоведение, 1996, № 6, С. 803-807.

32. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука. 1993. 232 с.

33. Стенина, Т. А. Биологическая активность почв Воркутинской тундры / Т. А. Стенина // Почвоведение. – 1978. – № 10. – С. 59–64.

34. Тонконогов В.Д. Автоморфное почвообразование в тундровой и таежной зонах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. М. : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2010. — 286 с.

35. Шаманова И.И. Влияние снега. растительного покрова и распашки на тепловое состояние грунтов в районе Воркуты // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар. 1970. С. 186-195.

36. Шамрикова, Е. В. Распределение углерода и азота в почвенном покрове прибрежной территории Баренцева моря (Хайпудырская губа) / Е. В. Шамрикова, С. В. Денева, О. С. Кубик // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 558-569. – DOI 10.1134/S0032180X19030092.

37. Шамрикова, Е. В. Фракционный состав соединений некоторых типоморфных химических элементов в почвах прибрежной территории Баренцева моря (Хайпудырская губа) / Е. В. Шамрикова, О. С. Кубик, С. В. Денева // Почвоведение. – 2022. – № 9. – С. 1139-1153. – DOI 10.31857/S0032180X22090155.

38. Kaverin, D.A. Long-term active layer monitoring at CALM sites in the Russian European North / D. Kaverin, A. Pastukhov, A. Novakovskiy [et al.] // Polar Geography. – 2021. – Vol. 44, No. 3. – P. 203-216. – DOI 10.1080/1088937X.2021.1981476.

39. Mazhitova G., Malkova (Ananjeva) G., Chestnykh O., Zamolodchikov D. Active-layer Spatial and Temporal Variability at European Russian Circumpolar-Active-Layer-Monitoring (CALM) sites // Permafrost and Periglacial Processes. 2004. No 15. Pp. 123-139.

40. Oberman N.G.. Mazhitova G.G. Permafrost mapping of Northeast European Russia based on the period of climatic warming 1970-1995 // Norsk Geografosk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography. 2003. Vol. 57. No 2. Pp. 111-120.

41. Trans-Ural Polar Tour (July 26-31, 2004). Guidebook. G. Mazhitova and E. Lapteva (eds). Institute of Biology, Komi Science Centre, Russian Academy of Sciences. Syktyvkar, Russia, 2004. 55 p.