

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48

### МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ГОРНЫХ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ И РЕДКОЛЕСИЙ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

© 2019 г. Е. В. Жангуров<sup>а</sup>, \*, В. В. Старцев<sup>а</sup>, Ю. А. Дубровский<sup>а</sup>, С. В. Дёгтева<sup>а</sup>, А. А. Дымов<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, 167982 Россия

\*e-mail: zhan.e@mail.ru

Поступила в редакцию 06.02.2019 г.

После доработки 09.04.2019 г.

Принята к публикации 29.05.2019 г.

На основе профильно-генетического подхода проведена диагностика и определено классификационное положение ранее малоизученных почв лиственничных лесов и редколесий Приполярного Урала (Республика Коми), сформированных в различных ландшафтно-геоморфологических условиях. Дана морфологическая, физико-химическая и химическая характеристика исследуемых профилей почв. Выявлено, что основной фон почвенного покрова под лиственничниками с чернично-зеленомошным покровом составляют светлосемы иллювиально-железистые и подзолы иллювиально-железистые. Обе почвы по WRB-2015 являются Albic Podzol (Skeletal). Показано, что в условиях приречных скальных выходов карбонатных пород сформированы серогумусовые почвы (Calcagic Leptosol (Skeletal)) и подзолы иллювиально-железистые, которые занимают незначительные площади и могут быть отнесены к категории редких на данной территории почв. На верхней границе леса формируются литоземы (Lithic Leptosols (Skeletal)) и подбуры (Entic Podzol (Skeletal)), которые наиболее широко распространены в горно-тундровых ландшафтах. Установлено, что поверхностное, преимущественно напочвенное поступление растительного опада, медленная его минерализация обуславливают грубогумусность и торфянистость верхних горизонтов с широким молекулярным отношением C : N.

*Ключевые слова:* диагностические горизонты, лиственница сибирская, почвообразующие породы, классификация почв

DOI: 10.1134/S0032180X19120141

#### ВВЕДЕНИЕ

Изучение взаимозависимости лесной растительности и разнообразия почв в геохимически сопряженных ландшафтах представляет большой интерес, особенно в горных экосистемах бореальной зоны, где создаются контрастные экологические условия и почвенно-растительный покров формируется под воздействием сложного комплекса факторов. В этом отношении одним из наиболее интересных объектов для почвенно-географических исследований является Уральский горный хребет. Вследствие большой протяженности Урала с севера на юг (более 2000 км) и значительных изменений климатических условий в этом направлении, а также в связи с минералого-петрографическим разнообразием почвообразующих горных пород здесь формируется большая и разнообразная группа почв. Наличие многочисленных горных массивов определяет формирование вертикальной пояс-

ности, что делает почвенный покров сложным и многообразным.

Зона таежных (бореальных) лесов на Урале и прилегающих к нему равнинах занимает обширную территорию от 55° до 66° N. Сравнительный анализ данных научной литературы показывает, что генетические особенности почв Уральского горного хребта исследованы достаточно полно в пределах средней и южной подзон тайги, охватывающих горные ландшафты Северного и Среднего Урала [5, 19, 28, 33, 35–38, 47, 48].

Несмотря на длительную историю исследований, особенности почв и почвенно-растительного покрова северной части Приполярного Урала (особенно в труднодоступных районах) все еще изучены недостаточно [17, 41]. В частности, крайне малочисленны сведения о разнообразии и генетических особенностях почв горной ландшафтной зоны в пределах горно-лесного и подгольцового растительных поясов, дискуссионными являются вопросы классификации и диагностики этих почв

[13, 39]. Между тем почвоохранная и особенно водорегулирующая роль горных и водораздельных лесов исключительно велика. В горных лесах Урала берут начало многочисленные ручьи и горные реки, питающие крупные по площади бассейны рек Севера: Печоры и Оби [30].

Приполярный Урал – наиболее возвышенная и широкая часть древних Уральских гор, простирающаяся от истоков р. Хулга на севере ( $65^{\circ}40' N$ ) до горы Тельпос-Из на юге ( $63^{\circ}50' N$ ). Особый интерес представляют лесные массивы этой территории, так как леса на северном пределе распространения имеют большое экологическое значение в региональном и глобальном масштабе [3]. В условиях низко- и среднегорного рельефа ландшафтообразующими сообществами являются лиственничные и еловые леса с небольшой примесью березы, которые сменяются вверх по склонам редколесьями из лиственницы сибирской и березы.

К настоящему времени особенности формирования и функционирования лиственничных лесов в континентальном и умеренно-континентальном гумидном климате исследованы в различных регионах России [8, 10, 25, 35]. На обширных пространствах, охватывающих равнинные и горные ландшафты Западно-, Средне- и Восточно-Сибирской таежно-лесных областей, лиственничные леса сформированы в условиях массивно-островного и сплошного распространения мерзлых пород [1]. На европейском севере России лиственничные леса распространены в основном на Урале и Тимане на немерзлотных почвах и исследованы не в полной мере [18].

Существенные изменения в национальных и международных почвенных классификационных системах требуют пересмотра генетико-географических представлений о почвенном покрове Севера, включая территории горных ландшафтов [2, 8]. В связи с этим вопросы генезиса, морфологической и аналитической диагностики почв европейского северо-востока России (в том числе в горных экосистемах), а также оценки проявления элементарных процессов почвообразования можно рассматривать как малоисследованные и дискуссионные. С этой генетической проблемой тесно связаны сложности классификации изучаемых почв и определение особенностей строения почвенного покрова территории в целом.

Цель работы – выявление разнообразия и генетических особенностей почв лиственничников горно-лесного и подгольцового поясов Приполярного Урала, ландшафтно-экологических условий их формирования и определение классификационной принадлежности почв согласно “Полевому определителю почв России” [32].

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований послужили почвы горных лиственничников Приполярного Урала на хребтах Малдынырд, Юаснырд, Кузькудинер, геологического памятника природы “Риф Балбанью” в пределах национального природного парка “Югыд ва” – крупнейшей особо охраняемой природной территории Европы. Разрезы для характеристики почв закладывали в фитоценозах основных ассоциаций исследуемой формации и сопровождали детальными геоботаническими описаниями, которые выполняли по стандартным методикам [20]. При классификации описаний растительности в основу был положен эколого-фитоценотический подход. При морфологическом описании индексация горизонтов и классификация почв дана в соответствии с [32] и Международной реферативной базой почв [53]. Индексы цвета почвенных горизонтов определены по шкале Манселла [54]. Подстилки разделяли на подгор. L, F, H в зависимости от степени разложения органического вещества.

Физико-химические свойства почв определяли по стандартным методикам [43]. Количественный химический анализ объектов на содержание общего углерода и общего азота проводили на анализаторе EA 1100 (Carlo Erba) в Центре коллективного пользования “Хроматография”, действующем на базе Экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Обменные катионы извлекали ацетатно-аммонийной вытяжкой (pH 7) с последующим определением на атомно-эмиссионном спектрофотометре ICP Spectro ciros. Определение pH водной и солевой суспензий производили потенциометрически со стеклянным электродом, гранулометрического состава – по методу Качинского с диспергацией и кипячением в присутствии NaOH, валового состава – рентгенфлуоресцентным методом (VRA-33). Оксалаторастворимое железо определяли методом Тамма, дитиониторастворимое – Мера–Джексона [43]. Содержание скелетно-грубообломочной фракции (частиц >1 мм) исследовали весовым методом.

Климат района Приполярного Урала континентальный с преобладанием холодного периода над умеренно теплым [4], что обусловлено географическим положением и значительной высотой хребтов (1600–1800 м над ур. м.). Показатели климата сильно варьируют в зависимости от орографических особенностей и экспозиций склонов. Среднегодовая температура воздуха изменяется от  $-3$  до  $-7^{\circ}C$ . Количество осадков в зависимости от высоты хребтов изменяется от 800 до 1100 мм, большая часть осадков приходится на май–октябрь [4]. Согласно ботанико-географическому районированию [21], исследованная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской провин-

ции Евразийской таежной области. Здесь отчетливо выражена вертикальная поясность растительного покрова, представленная следующими поясами: горно-лесной (до высот 450–500 м), подгольцовый (500–550 м), горно-тундровый (от 550 до 800–850 м) пояса и пояс холодных гольцовых пустынь (выше 850 м) [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) – одна из основных видов-лесообразователей на территории России [35]. Она играет роль эдификатора в лесных экосистемах на значительных пространствах различных горных стран (Урал, Алтай, Саяны). Большая часть ареала вида располагается к востоку от Уральских гор. Доля лиственничных лесов на территории Республики Коми не превышает 1% [27], однако именно сообщества с доминированием *Larix sibirica* определяют облик растительного покрова горно-лесного и подгольцового поясов западного макросклона Приполярного Урала [25, 49, 56].

Исследованные сообщества горных лиственничников сформировались в экстремальных климатических условиях, что отражается на их структурной организации. Как правило, древостой характеризуются невысокой сомкнутостью крон, небольшими значениями таксационных показателей (высота и диаметр стволов), упрощенной вертикальной структурой (1–2 древесных полога из 2–3 видов деревьев). На изученной территории основными типами лиственничных лесов являются травяной и зеленомошный. В настоящей статье рассмотрены генетические особенности почв лиственничников зеленомошных, для которых характерно наличие хорошо развитого мохово-лишайникового яруса с доминированием *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*. Одна пробная площадь (разр. 8-2009) заложена в сообществе сфагнового типа (табл. 1).

Приводим сведения о морфологическом строении и физико-химических свойствах почв горно-лесного и подгольцового пояса Приполярного Урала, сформировавшихся под лиственничными лесами и редколесьями.

### Горно-лесной пояс

В условиях аккумулятивных и трансэлювиальных ландшафтов нижних и средних частей пологих склонов под лиственничниками чернично-зеленомошными и кустарничково-зеленомошными основной фон почвенного покрова образуют светлосемы иллювиально-железистые и подзолы иллювиально-железистые, относимые к Al-bic Podzol (Skeletal) по [53].

Светлосемы иллювиально-железистые формируются на относительно мощных суглинистых

отложениях, подстилаемых с 70 см плотными горными породами кислого (риолитами, кварцитами, кварц-мусковитовыми сланцами) и карбонатного (известняками) состава. В исследованных сообществах древостой достаточно сомкнутый, с двумя–тремя вертикальными пологами (максимальная высота *Larix sibirica* в нижних частях склонов – 19–22 м). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Vaccinium myrtillus* или *V. vitis-idaea*. На пробных площадях в составе травяно-кустарничкового яруса отмечено 14 (разр. 7-2010) и 11 видов (разр. 22-2009) сосудистых растений. Особенности морфологического строения и физико-химические свойства светлосемов исследованы на примере двух разрезов (22-2009 и 7-2010).

Разр. 22-2009 заложен в средней части пологого склона (крутизна 3°–5°) юго-восточной экспозиции хребта Малдынырд в лиственничнике чернично-зеленомошном. Координаты: 65°19'50" N; 60°40'08.2" E. Строение профиля: очес(0–3 см)–O(F + H)(3–6 см)–Ehi(6–14 см)–BF(14–27 см)–CRM(27–37 см)–BCrsm(37–55 см)–C(55–70 см). Под слаборазложившейся оторфованной подстилкой O(F + H) формируется подзолистый гор. Ehi с мощностью до 8 см – серовато-белесый (10YR 7/1) легкий суглинок. Иллювиально-железистый гор. BF (мощность до 13 см) имеет ярко-ржавую, местами коричневатую-бурую (10YR 5/6) окраску, легкий суглинок. В средней части профиля на глубине 27–55 см формируется горизонт со специфической структурной организацией, которую связываем с криогенным преобразованием минеральной почвенной массы на месте, то есть с процессами криогенного метаморфизма. В “Полевом определителе почв России” [32] этот горизонт определен как криометаморфический (CRM). Он имеет желтовато-бурую окраску (7.5YR 5/6–5/8); наблюдается горизонтальная делимость почвенной массы. Непрочные линзовидные агрегаты толщиной до 1 см рассыпаются на мелкокомковато-ореховатые или угловато-крупитчатые отдельности с размерами 4–7 мм по горизонтали и 3–4 мм по вертикали. С глубиной размер структурных отдельностей увеличивается до 10–12 мм, однако увеличение доли мелкой дресвы и щебня в нижних горизонтах препятствует формированию морфологической выраженности структуры (гор. BCrsm). Содержание мелкозема в гор. C закономерно уменьшается и составляет 10–20% от объема горизонта на глубине 55–70 см. Морфохромохимические признаки оглеения отсутствуют по всему профилю. Почва сформирована на элювиально-делювиальных переотложенных продуктах выветривания риолитов и кварц-серицитовых сланцев.

Разр. 7-2010 заложен в нижней части пологого склона (окрестности хребта Северные Малды) в лиственничнике кустарничково-зеленомошном. Координаты: 65°26'13.1" N; 60°32'50.9" E. Строе-

Таблица 1. Характеристика объектов исследований

№ разреза, тип почвы, почвообразующая порода	Положение в рельефе, абс. высота, м над ур. м.	Растительная ассоциация	Высота основного древесного полога, м	ОПП, %; доминанты кустарничкового яруса	ОПП, %; доминанты мохово-лишайникового яруса
Горно-лесной пояс					
22-2009. Светлозем иллювиально-железистый; Albic Podzol (Skeletal); (кварц-серицитовые сланцы, граниты)	Средняя часть склона, 510	Лиственничник чернично-зелено-мошный	16–18	60–70; <i>Vaccinium myrtillus</i>	90; <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i>
7-2010. Светлозем иллювиально-железистый; Albic Podzol (Skeletal); (карбонаты)	Нижняя часть склона, 406	Лиственничник кустарничково-зеленомошный	19–22	60–70; <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Empetrum hermaphroditum</i> , <i>Equisetum pratense</i> , <i>Geranium albiglorum</i>	98; <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Polytrichum commune</i>
83-2012. Подзол иллювиально-железистый; Albic Podzol (Skeletal); (карбонаты)	Вершина приречного увала, 443	Лиственничник кустарничково-зеленомошный	10–12	40–50; <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Empetrum hermaphroditum</i> , <i>Lycopodium clavatum</i>	95; <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i>
87-2012. Серогумусовая пирогенная; Calcic Leptosol (Skeletal); (карбонаты)	Средняя часть крутого склона, 410	Лиственничник кустарничково-зеленомошный	12–16	60–70; <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Cypripedium calceolus</i> , <i>Sanquisorba officinalis</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i>	60-70; <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>C. stellaris</i>
Подгольцовый пояс					
8-2014. Подзол иллювиально-железистый; Albic Podzol (Skeletal); (серицит-хлоритовые сланцы)	Средняя часть склона, 587	Лиственничник кустарничково-зеленомошный	10–12	30; <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Carex globularis</i>	95; <i>Pleurozium schreberi</i>
12-2016. Подбур оподзоленный; Entic Podzol (Skeletal) (кварциты, песчаники)	Верхняя часть склона, 552	Лиственничник чернично-зелено-мошный	8–10	60; <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Juncus trifidus</i>	80; <i>Pleurozium schreberi</i>
8-2009. Литозем грубогумусированный; Lithic Leptosols (Skeletal); (кварц-серицитовые сланцы)	Верхняя часть склона, 650	Лиственничник кустарничково-сфагновый	2–4	60; <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Ledum decumbens</i> , <i>Empetrum hermaphroditum</i>	60; <i>Sphagnum capillifolium</i> , <i>Cladonia rangiferina</i> , <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>

ние профиля: очес(0–4 см)–O(F)(4–14 см)–O(H)руг(14–16 см)–Eh(16–20 см)–BF(20–24 см)–CRM(24–40 см)–CRMi,Ca(40–55 см)–C<sub>Ca</sub>(55–70 см). Основные морфологические различия по сравнению с разр. 22-2009 связаны с более мощным органомным горизонтом, в нижней части которого присутствуют включения послепожарных углей. Подзолистый гор. Eh в верхней части пропитан потечным гумусом, поступающим из вышележащего органомного горизонта, и отличается темно-серой окраской (5YR 6/1). Гор. BF – желтовато-светло-коричневый (10YR4/4) суглинок, который с 25 см переходит в криометаморфический гор. CRM – светло-коричневый тяжелый суглинок с угловато-комковатой структурой, единично присутствуют обломки карбонатов. В нижней части гор. CRMi,Ca (40–50 см) на боковых гранях структурных отдельностей выражены тонкие прерывистые кутаны. С 60 см содержание карбонатов резко возрастает, встречаются как уплощенные, так и окатанные обломки карбонатных пород, которые активно вскипают от HCl, мелкозем вскипает только в непосредственной близости (5–10 мм) от карбонатных пород. Почва по [32] классифицируется как светлосем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный остаточный карбонатный пирогенный; Albic Podzol (Skeletal) [53].

В обоих разрезах отчетливая морфологическая дифференциация на генетические горизонты, отсутствие морфохроматических признаков оглеения вполне соответствует диагностике центрального типа светлосемов, которые были впервые охарактеризованы в северотаежных ландшафтах Западно-Сибирской равнины в 1980-х гг. Тонконоговым [45], а затем и другими авторами на северо-востоке Европейской части России [15, 33]. В исследуемом регионе Приполярного Урала светлосемы описаны нами впервые [16].

Сравниваемые светлосемы существенно различаются по физико-химическим свойствам, что связано с различиями почвообразующих пород. Светлосемы иллювиально-железистые, формирующиеся на элювиально-делювиальных переотложенных продуктах выветривания риолитов и кварц-мусковитовых сланцев (разр. 22-2009), характеризуются сильноокислой реакцией по всему профилю и ненасыщенностью основаниями (табл. 2). Минимальные значения pH солевой и водной суспензий отмечены в органомных горизонтах, где накапливается грубый гумус. Гидролитическая кислотность имеет высокие значения в органомном горизонте, что обусловлено большим содержанием в почвенно-поглощающем комплексе обменных форм оснований, в минеральных горизонтах их содержание незначительное.

Светлосемы на карбонатных породах (разр. 7-2010) отличаются слабоокислой реакцией среды верхних и средних горизонтов и нейтральной – нижних. Максимальные значения гидролитической кислотности характерны для органомных горизонтов, почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями. Содержание общего органического углерода имеет аккумулятивный характер распределения. По гранулометрическому составу мелкозем сравниваемые светлосемы сформированы на песчано-крупнопылеватых средне-тяжелосуглинистых отложениях: преобладают мелкопесчаная и крупнопылеватая фракции, составляющие 46–75% от суммы всех гранулометрических фракций (табл. 3). Как показано рядом исследователей [22, 34], в длительно сезоннопромерзающих почвах, формирующихся на суглинистых почвообразующих породах, относительно высокое содержание крупнопылеватой фракции является наименьшим пределом механического диспергирования горных пород в результате криогенного выветривания и разрушения крупнопесчаных фракций, а также диспергирования более тонких фракций [34, 40]. Высокое содержание фракций с размерностью >0.01 мм, наряду с увеличением степени каменистости в нижней части профиля (с глубины 55–60 см), определяет хорошую фильтрационную способность почвенной толщи и преобладание во всем профиле окислительных условий. Содержание илстой фракции и валового оксида Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не дифференцировано по профилю, но подзолистый горизонт обеднен силикатными и несилкатными формами Fe, иллювиальный максимум которых отмечен в гор. BF. Подобная закономерность отмечена ранее Тонконоговым [45] для светлосемов северной и средней тайги Западно-Сибирской равнины, где они являются широко распространенным элементом почвенного покрова наиболее дренированных поверхностей.

Наряду со светлосемами, закономерным компонентом почвенного покрова в пределах горно-лесного и подгольцового высотных поясов являются Al–Fe-гумусовые подзолы, которые сформированы на каменисто-мелкоземистых элювиально-делювиальных отложениях под листовничниками и листовничными редколесьями чернично-зеленомошными. В верхней части горно-лесного (450–500 м над ур. м.) и в подгольцовом (500–600 м над ур. м.) поясах Приполярного Урала подзолы формируются на продуктах выветривания кварц-серицитовых (серицит-хлоритовых) сланцев, часто образуя сочетания-мозаики с оподзоленными подбурами [52]. В нижней части горно-лесного пояса (350–450 м над ур. м.) в условиях приречных скальных склонов, сложенных толщей карбонатных пород и прикрытых сверху тонким плащом четвертичных отложений водноледникового генезиса, формируются подзолы ил-

Таблица 2. Физико-химические свойства исследуемых почв

Горизонт	Глубина, см	pH		Нг	Обменные основания		V	C <sub>общ</sub>	N <sub>общ</sub>	C/N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> d	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> o	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> o
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>							
		смоль(экв)/кг			%								
Разр. 22-2009. Светлозем иллювиально-железистый													
Очс	0-3	4.8	4.1	—	—	—	—	90.2*	—	—	—	—	—
O (F + H)	3-6	3.7	2.8	70.5	7.5	2.0	12	30.9 ± 1.0	1.41 ± 0.26	26	—	—	—
Ehi	6-14	3.8	2.9	23.3	0.5	0.2	3	2.90 ± 0.5	0.13 ± 0.02	26	0.41	0.20 ± 0.02	0.28 ± 0.07
BF	14-30	4.4	3.4	16.9	0.3	0.1	3	1.35 ± 0.23	0.09 ± 0.024	19	2.41	1.09 ± 0.16	0.64 ± 0.15
CRM	30-37	4.6	3.6	13.9	0.3	0.1	4	1.13 ± 0.2	0.08 ± 0.02	17	1.82	1.79 ± 0.26	0.59 ± 0.14
BCcm	37-55	4.7	3.7	12.2	0.3	0.1	3	1.13 ± 0.2	0.08 ± 0.02	17	2.04	1.14 ± 0.17	0.72 ± 0.17
C	55-70	4.6	3.7	13.9	0.2	0.1	3	1.39 ± 0.24	0.09 ± 0.02	18	2.28	1.73 ± 0.25	1.38 ± 0.23
Разр. 7-2010. Светлозем иллювиально-железистый													
Очс	0-4	4.9	4.0	—	—	—	—	96.2*	—	—	—	—	—
O(F)	4-14	4.2	3.1	68.0	16.2	5.9	25	45.40 ± 1.4	1.39 ± 0.25	38	—	—	—
O(H),рут	14-16	4.6	3.6	52.6	59.0	7.0	56	31.80 ± 1.0	1.40 ± 0.25	27	—	—	—
Ehi	16-20	5.6	4.1	7.5	16.6	6.5	75	2.20 ± 0.4	0.12 ± 0.02	22	1.30	0.87 ± 0.13	0.40 ± 0.1
BF	20-24	5.9	4.4	5.9	14.1	6.0	77	1.45 ± 0.26	0.10 ± 0.02	18	1.78	1.10 ± 0.1	0.59 ± 0.14
CRM	24-40	6.2	5.0	4.4	11.2	7.5	81	1.19 ± 0.21	0.09 ± 0.02	16	1.54	0.64 ± 0.09	0.65 ± 0.15
CRMi,ca	40-54	6.5	5.1	2.2	12.3	10.5	91	0.56 ± 0.27	0.05 ± 0.01	13	1.25	0.20 ± 0.07	0.37 ± 0.19
Cca	54-69	7.5	6.5	—	—	—	—	—	—	—	1.15	0.21 ± 0.07	0.29 ± 0.07
Разр. 83-2012. Подзол иллювиально-железистый													
O(F + H)рут	0-5	5.2	3.9	45.2	22.4	8.2	40	32.7 ± 1.0	1.15 ± 0.21	33	—	—	—
Ehi	5-10	4.8	3.5	11.7	9.9	3.5	53	5.02 ± 0.9	0.25 ± 0.04	23	0.86	0.67 ± 0.1	0.30 ± 0.07
E	10-15	5.4	3.8	7.41	5.3	2.1	50	1.71 ± 0.3	0.09 ± 0.02	22	1.08	0.91 ± 0.14	1.24 ± 0.19
ВНF**	15-20	7.0	6.5	1.67	14.8	7.7	93	3.32 ± 0.6	0.17 ± 0.03	23	2.11	0.75 ± 0.11	0.53 ± 0.13
ВНFca	15-20	5.5	4.0	7.41	3.5	2.1	43	0.92 ± 0.21	0.07 ± 0.01	16	1.68	0.25 ± 0.08	0.26 ± 0.07
BCca	20-40	7.4	6.7	0.55	8.1	6.2	96	2.21 ± 0.4	0.05 ± 0.01	52	0.87	0.21 ± 0.07	0.20 ± 0.05
Cca	40-60	7.7	7.0	—	—	—	—	—	—	—	0.87	0.32 ± 0.1	0.16 ± 0.04

Таблица 2. Окончание

Горизонт	Глубина, см	pH		Нг	Обменные основания		V	C <sub>общ</sub>	N <sub>общ</sub>	C/N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>							
Разр. 87-2012. Серогумусовая пирогенная почва													
O(F+N)рут	0-5	5.7	4.7	32.8	39.5	15.7	63	28.2 ± 0.9	0.99 ± 0.18	33	-	-	-
AУао	5-10	6.9	6.4	17.1	37.3	10.9	74	10.1 ± 1.3	0.47 ± 0.08	25	0.95	0.28 ± 0.08	0.26 ± 0.07
BCf	15-25	7.3	6.7	0.8	19.4	8.8	97	3.2 ± 0.6	0.13 ± 0.02	29	1.12	0.21 ± 0.07	0.30 ± 0.07
BCса	25-50	7.7	7.3	0.3	23.4	9.6	99	4.3 ± 0.8	0.13 ± 0.02	40	0.60	0.17 ± 0.06	0.16 ± 0.04
Cса	50-80	7.8	7.3	-	-	-	-	-	-	-	0.35	0.10 ± 0.04	<0.072
Разр. 8-2014. Подзол иллювиально-железистый													
Очес	0-4	4.4	3.5	-	-	-	-	82.4*	-	-	-	-	-
O(F+N)	4-8	3.8	3.0	157.5	9.0	4.1	8	44.90 ± 1.4	1.80 ± 0.3	29	-	-	-
E	8-20	4.0	3.3	13.1	0.3	0.1	4	1.25 ± 0.23	0.08 ± 0.02	18	0.19	0.14 ± 0.05	0.16 ± 0.04
BF	20-25	4.8	4.1	12.5	0.2	0.1	3	1.80 ± 0.31	0.10 ± 0.02	22	1.91	1.59 ± 0.25	0.52 ± 0.13
BC	25-50	5.1	4.2	7.76	0.0	0.0	0	0.46 ± 0.14	0.04 ± 0.01	14	0.48	0.31 ± 0.10	0.33 ± 0.08
Разр. 12-2016. Подбур оподзоленный иллювиально-железистый													
O(L+F)	0-5	3.6	3.2	84.4	11.7	3.9	16	28.2 ± 0.9	1.31 ± 0.21	25	-	-	-
BFе	5-10	3.8	3.3	16.9	0.3	0.2	3	10.21 ± 1.0	0.55 ± 0.11	22	1.20	0.69 ± 0.12	0.59 ± 0.14
BF	10-20	4.2	3.9	14.5	0.3	0.1	3	4.05 ± 0.6	0.23 ± 0.05	20	3.48	2.26 ± 0.3	1.25 ± 0.19
BC	20-40	4.3	4.2	12.2	0.2	0.1	2	4.24 ± 0.7	0.28 ± 0.06	18	3.20	1.43 ± 0.2	1.38 ± 0.23
Разр. 8-2009. Литозем грубогумусированный													
Очес	0-1	4.6	3.3	-	-	-	-	90.5*	-	-	-	-	-
O(F+N)	1-3	4.5	3.4	39.3	6.8	1.6	18	17.60 ± 1.8	0.91 ± 0.1	23	0.51	0.29 ± 0.10	0.34 ± 0.08
BCf	3-10	4.5	3.5	7.4	0.4	0.1	7	1.80 ± 0.31	0.22 ± 0.05	10	0.62	0.34 ± 0.11	0.23 ± 0.06
BC	10-20	4.4	3.5	7.9	0.5	0.1	8	2.40 ± 0.44	0.26 ± 0.06	11	0.57	0.31 ± 0.10	0.28 ± 0.06
C	20-35	4.6	3.7	4.5	0.3	0.1	8	0.79 ± 0.19	0.10 ± 0.02	10	1.06	0.26 ± 0.09	<0.09

\* Потери при прокаливании, %.

\*\* Участки с коричневато-кофейными морфонами.

Примечание. Нг – гидролитическая кислотность; V – степень насыщенности основаниями; Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> – дитигониторастворимое железо; Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub> – оксалогорастворимое железо; Al<sub>2</sub>O<sub>3o</sub> – оксалогорастворимый алюминий.

Таблица 3. Гранулометрический состав исследуемых почв

№ разреза	Горизонт	Глубина, см	Потеря при обработке от HCl, %	Содержание крупнозема, %	Содержание (%) агрегатов размером (мм)						Сумма частиц <0.01 мм
					1.0–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	
22-2009	Ehi	6–14	1.05	0	4	22	42	9	9	14	32
	BF	14–30	0.38	0	1	27	47	3	8	14	25
	CRM	30–37	1.06	5	3	24	41	6	11	15	32
	BC <sub>crm</sub>	37–55	1.16	40	15	17	38	4	11	15	30
	C	55–70	2.03	60	5	26	32	10	12	15	37
7-2010	Ehi	16–20	2.38	0	3	7	38	10	13	29	52
	BF	20–24	1.13	5	2	6	38	12	12	30	54
	CRM	24–40	3.05	5	2	9	39	8	9	33	50
	CRM <sub>i,ca</sub>	40–54	1.68	10	3	48	4	5	8	32	45
83-2012	Ehi	5–10	1.46	0	6	14	37	10	12	21	43
	E	10–15	1.06	0	4	68	0	0	6	22	28
	BHF*	15–20	3.78	10	8	27	28	0	18	19	37
	BHF	15–20	1.12	10	3	22	27	9	13	26	48
	BC <sub>Ca</sub>	20–40	3.00	40	4	63	0	0	12	21	33
	C <sub>Ca</sub>	40–60	3.29	60	4	67	0	0	7	22	29
87-2012	AY <sub>ao</sub>	5–10	4.11	5	10	28	22	9	7	24	40
	BC <sub>f</sub>	15–25	3.84	30	5	16	26	9	14	30	53
	BC <sub>Ca</sub>	25–50	3.51	50	4	15	25	8	16	32	56
8-2014	E	10–22	0.75	10	14	17	38	12	5	14	31
	BF	22–40	1.82	30	23	8	31	11	9	18	38
	BC	40–60	1.02	50	20	20	21	17	6	16	39
12-2016	BFe	5–10	1.69	10	29	7	27	12	13	12	37
	BF	10–20	2.69	50	16	8	31	14	14	17	45
	BC	20–40	2.91	90	8	9	37	13	15	18	46
8-2009	BC <sub>f</sub>	3–10	1.62	5	1	5	39	21	19	15	55
	BC	10–20	0.01	20	5	38	13	13	19	12	44
	C	20–35	0.20	60	14	32	25	9	9	11	29

\* Участки с коричневатого-кофейными морфонами.

лювиально-гумусово-железистые (разр. 83-2012) и серогумусовые иллювиально-железистые почвы (разр. 87-2012).

Разр. 83-2012 заложен в верхней части приречного склона, крутизна 2°–3° в листовничнике кустарничково-зеленомошном. Координаты: 65°22'24.9" N; 60°46'31.4" E. Строение профиля: O(F + H)руг(0–5 см)–Ehi(5–15 см)–BHFca(15–20 см)–BC<sub>Ca</sub>(20–40 см)–C<sub>Ca</sub>(40–60 см). Под среднеразложившейся оторфованной подстилкой O(F + H), руг с включениями остатков послепожарных углей формируется подзолистый гор. Ehi с мощностью до 10 см – в верхней части сероватой окраски (10YR 4/1) пропитан потеч-

ным гумусом, в средней части горизонта серовато-белесой окраски (10YR 5/6–6/1), легкий/средний суглинок. Иллювиально-гумусово-железистый гор. BHF (мощность до 5 см) имеет желтовато-коричневую (10YR 5/8–5/6) окраску, средний суглинок. Обломки карбонатных пород окаймлены коричневатого-кофейным (2.5YR 3/4–4/4) слоем суглинка мощностью до 1 см. Карбонаты активно вскипают от воздействия HCl, мелкозем вскипает слабо и только в зоне контакта с породой. Переход в следующий горизонт отчетливый по цвету и увеличению содержания обломков пород. В нижних горизонтах (BC<sub>Ca</sub>–C<sub>Ca</sub>) мелкозем залегает между крупными обломками пород (30–40% от площади горизонта занимают



карбонаты, активно вскипающие от HCl), с глубиной их количество резко возрастает. Наряду с карбонатными породами встречаются обломки массивно-кристаллических пород (базальты), а также окатанной гальки и валунов. Согласно [32], морфологическая диагностика горизонтов соответствует типу подзолов иллювиально-гумусово-железистых остаточно-карбонатных (пирогенных) или Albic Podzol (Skeletal) по [53].

Сильная щебнистость подзолов и закономерное увеличение вниз по профилю скелетно-грубообломочной части фракции обеспечивает высокую водопроницаемость и свободный внутрпочвенный дренаж, предотвращающие развитие процессов сезонного переувлажнения и оглеения.

Наличие в нижних горизонтах (с 25–30 см) обильно щебнистой толщи плотных карбонатных пород определяет специфические особенности почвообразования: слабокислую и нейтральную реакцию среды ( $pH_{KCl}$  6.5–7.5), относительно высокое содержание обменных форм  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  и, как следствие, высокую степень насыщенности основаниями, что не характерно для типа подзолов. Однако отчетливо выраженная морфологическая (наличие альфегумусового горизонта) и аналитическая дифференциация генетических горизонтов (минимальные значения pH водной и солевой вытяжек из подзолистого горизонта, элювиально-иллювиальное перераспределение илистой фракции почвенного мелкозема, а также валовых форм  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , относительное накопление  $SiO_2$  в гор. Ehi) подтверждают диагностику данного почвенного разреза в типе подзолов иллювиально-железистых в рамках подтипа остаточно-карбонатных. Формирование четко выраженного подзолистого гор. Ehi (мощностью до 10 см) в значительной степени определяется неоднородностью почвообразующего субстрата, представленного продуктами разрушения и переотложения карбонатных пород с примесью аллохтонного (более кислого) ледникового материала морены. Подзолы в условиях близкого подстилания карбонатных пород Приполярного Урала являются достаточно редкими и занимают небольшие ареалы в структуре почвенного покрова.

Разр. 87-2012 заложен в средней части крутого (крутизна  $20^\circ$ – $25^\circ$ ) приречного склона северной экспозиции в листовничнике кустарничково-зеленомошном. Координаты:  $65^\circ 28' 46.0''$  N;  $60^\circ 29' 30.3''$  E. В составе травяно-кустарничкового яруса встречается 19 видов, среди которых особо выделяются кальцефиты: *Cypripedium calceolus*, *Epipactis atrorubens*, *Gymnadenia conopsea*. Ниже по склону (в 100 м от разреза) расположен участок, пройденный пожаром. Строение профиля: O(F + H)пуг(0–5 см)–AYao(5–15 см)–BCf(15–25 см)–BC<sub>Ca</sub>(25–50 см)–C<sub>Ca</sub>(50–70 см). На месте заложения разреза гор. O(F + H)пуг представляет собой

серовато-коричневую хорошо разложившуюся сухую оторфованную подстилку, которая густо переплетена корнями. В нижней части органические остатки перемешаны с минеральным горизонтом, включения послепожарных углей размером до 3–5 мм. Ниже формируется серогумусовый гор. AYao – очень темно-серый средний суглинок (10YR 3/1–2/1) с примесью средне- и сильноразложившихся органических остатков, бесструктурный, густо переплетен корнями деревьев и кустарничков с диаметром 5–10 мм. Темно-серая окраска гор. AYao в значительной степени обусловлена пирогенным фактором в условиях крутого склона и высокой щебнистости всего профиля. Единично включения обломков карбонатных пород размером до 5 см. Переход резкий по цвету, граница сильно волнистая. С глубины 15 см выделяется гор. BCf – желтовато-коричневый (10YR 4/4) легкий суглинок, слегка влажный, структура порошистая, корней меньше. Включения обломков карбонатных пород размером 5–10 см и хорошо окатанного обломочного материала с размерами 2–3 см составляет 30–40% от площади горизонта. Переход по увеличению щебнистого материала. Гор. BC<sub>Ca</sub> (25–50 см) – светло-желтый (10YR 5/4) тяжелый суглинок, обильно щебнистый: до 50–60% от площади горизонта занимают уплощенной формы крупные (размером 20–30 см) обломки карбонатных пород, активно вскипающих от HCl. Гор. C<sub>Ca</sub> (50–80 см) отличается более светлой окраской (10YR 6/4–6/3), содержание мелкозема между крупными обломками карбонатных пород незначительное (10–20%). С 80–90 см расположена скальная толща без мелкозема, глубже – трещины и система пустот, мелкозем отсутствует.

Почва – серогумусовая ожелезненная остаточно-карбонатная (пирогенная) или Calcagic Leptosol (Skeletal) по [53].

Физико-химические свойства серогумусовой почвы на карбонатных породах отражают характерные для нее свойства: верхние горизонты имеют слабокислую и нейтральную среду, нижние – слабощелочную. Почвенный поглощающий комплекс насыщен ионами кальция и магния. Серогумусовые почвы сформированы на тяжелосуглинисто-глинистых щебнистых отложениях элювиально-делювиального генезиса в условиях крутых склонов. Сравнительно-географический анализ данных литературы свидетельствует о нешироком распространении серогумусовых остаточно-карбонатных почв в различных ландшафтных условиях бореально-гумидной зоны (Северный и Средний Урал, Алтай), где они являются закономерным компонентом почвенного покрова [2, 23, 28] наряду с сопутствующими почвами из органо-аккумулятивного отдела: перегнойно-гумусовыми и перегнойно-темногумусовыми остаточно-карбонатными метаморфизованными и глинисто-иллю-

вирированными [24]. В исследуемом районе Приполярного Урала общей закономерностью формирования органо-аккумулятивной части профиля (разр. 87-2012) является сочетание маломощного подстильно-торфянистого горизонта (с признаками пирогенеза) и серогумусового (грубогумусированного) горизонтов; предпосылками их формирования служат высокая крутизна склона, мощная мелкоземисто-щебнистая толща и резкий сброс повышенных атмосферных осадков. При невысокой теплообеспеченности формирование гумусового горизонта в полнее соответствует диагностике серогумусового гор. АУао (грубогумусированный подтип), отражающий заторможенность преобразования органических остатков. Подобные закономерности отмечены Конюшковым с соавт. [23], которые обсуждают проблемы корреляции дерново-карбонатных почв на почвенной карте РСФСР масштаба 1 : 2.5 млн и в системе новой классификации почв России.

#### Подгольцовый пояс

Биоклиматические и литолого-геоморфологические условия почвообразования в подгольцовом поясе существенно отличаются от таковых в горно-лесном поясе. В подгольцовом поясе, который представляет собой экотон между поясами горных лесов и горных тундр, лесные сообщества чередуются с зарослями кустарников (преимущественно из *Betula nana*), участками горных лугов и тундровых фитоценозов [11, 49]. На верхней границе леса (460–730 м над ур. м.) сообщества с доминированием *Larix sibirica* в зависимости от крутизны и экспозиции склонов, особенностей геоморфологического строения часто прерываются значительными по площади каменными россыпями [30]. На дренированных участках склонов наибольшие площади занимают листовенничные редколесья кустарничково-зеленомошные. Ниже охарактеризованы морфолого-генетические особенности наиболее часто встречающихся под их пологом типов почв.

Разр. 8-2014 заложен в средней части склона хребта Юас-нырд (крутизна 3°–5°) в листовенничнике кустарничково-зеленомошном. Координаты: 65°13' 55.8" N; 60°04' 34.4" E. Формирующиеся в этих условиях почвы отчетливо дифференцированы на генетические горизонты. Строение профиля: очес(0–4 см)–О(F + Н)(4–8 см)–Е(8–20 см)–ВF(20–25 см)–ВС(25–50 см). Под слаборазложившейся оторфованной грубогумусовой подстилкой О(F + Н) расположен подзолистый гор. Е – серовато-белесый, супесчаный, щебнистый. Ниже сформирован иллювиально-железистый гор. ВF – желтовато-коричневый, местами коричневатобурый обильно щебнистый опесчаненный легкий суглинок. На верхней стороне горизонтально лежащих плоских глыб (размер 40–

50 см и больше) и плитчатых обломков горных пород размером 15–20 см сформирован уплотненный слой глинистого мелкозема толщиной до 1–2 мм. Нижняя поверхность обломков чистая (без налипшего мелкозема), с отчетливо выраженными тонкими и размытыми по краям Al–Fe-гумусовыми пленками с характерной коричневато-кофейной окраской (10R 2.5/2). Переход в гор. ВС постепенный по увеличению содержания обломков серицит-хлоритовых сланцев, с глубины 25–30 см доля скелетно-грубообломочной фракции резко возрастает. Согласно [32], почвы диагностируются как подзолы иллювиально-железистые или Albic Podzol (Skeletal) по [53]. Они, как правило, образуют однородный почвенный покров. Благодаря хорошей дренированности застаивания влаги не происходит, поэтому морфологических признаков оглеения не наблюдается.

Физико-химические свойства и валовой химический состав отражают характерные свойства подзолов: кислую и сильнокислую реакцию среды (рН Н<sub>2</sub>O 4.3–5.1), очень низкую степень насыщенности основаниями (5–7%), элювиально-иллювиальное распределение общего углерода, валовых форм R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а также оксалато- и дитионорастворимых форм соединений железа (табл. 4). Молекулярное отношение С : N в минеральных горизонтах составляет 18–29, что характерно для аналогичных подзолов горно-лесного пояса Приполярного и Северного Урала [17, 33]. Наличие на верхней стороне горизонтально ориентированных плитчатых обломков пород слоя песчано-пылеватого материала (отличающегося несколько более тяжелым гранулометрическим составом) свидетельствует о подвижности тонких иловато-пылеватых фракций (процесс партлювации). Это отмечено для аналогичных подзолов других горных областей, сформированных на элювиально-делювиальных продуктах выветривания кислых пород [42, 46, 50, 57].

Лиственничные редколесья, расположенные на границе с горно-тундровым поясом, находятся в экстремальных для своего существования климатических условиях и отличаются разреженными древостоями (сомкнутость 0.2–0.4) с небольшой высотой стволов (2–8 м). В верхней части подгольцового пояса широко представлены каменные россыпи (курумы), спускающиеся в виде “языков” из горно-тундрового пояса, и различные типы криогенного микрорельефа (террасы-ступени солифлюкционного генезиса, пятна-медальоны без растительного покрова и др.).

Разр. 12-2016 заложен в нижней части очень пологого склона (крутизна 1°–2°) хребта Кузкудинер в листовенничном редколесье ассоциации листовенничник чернично-зеленомошный, имеющем вид небольшого острова, занимающего площадь около 100 м<sup>2</sup>. Координаты: 63°47' 22.1" N;

**Таблица 4.** Валовой химический состав почв, % от прокаленной навески

Горизонт	Глубина, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Разр. 22-2009. Светлозем иллювиально-железистый									
Ehi	6–14	77.17	3.76	13.42	0.35	0.73	2.37	1.01	0.21
BF	14–30	74.84	6.78	13.29	0.45	0.96	2.28	0.94	0.14
CRM	30–37	73.71	6.25	14.24	0.47	1.08	2.40	0.92	0.17
BC <sub>crm</sub>	37–55	71.30	6.87	15.71	0.46	1.27	2.65	0.92	0.24
C	55–70	68.48	7.42	17.78	0.44	1.21	2.64	1.03	0.25
Разр. 7-2010. Светлозем иллювиально-железистый									
Ehi	16–20	74.29	5.99	14.06	1.15	1.06	2.12	1.07	0.18
BF	20–24	72.71	6.97	14.73	1.09	1.16	2.10	1.01	0.17
CRM	24–39	72.77	6.57	14.87	1.14	1.27	2.19	0.94	0.20
CRM <sub>i,ca</sub>	39–54	72.89	6.35	14.82	1.13	1.35	2.30	0.93	0.18
C <sub>ca</sub>	54–69	70.16	6.57	13.64	4.13	2.07	2.23	0.94	0.19
Разр. 83-2012. Подзол иллювиально-железистый									
Ehi	5–10	74.79	4.81	14.48	1.02	1.84	1.89	0.98	0.11
E	10–15	75.39	5.13	13.89	0.87	1.87	1.80	0.94	0.06
BHF*	15–20	66.83	7.21	16.62	3.61	2.64	1.90	0.85	0.25
BHF	15–20	72.76	6.23	15.26	0.89	2.03	1.73	0.90	0.08
BC <sub>ca</sub>	20–40	70.13	5.76	13.28	5.01	2.85	1.97	0.80	0.14
C <sub>ca</sub>	40–60	67.28	5.54	13.32	7.63	3.33	1.90	0.75	0.16
Разр. 87-2012. Серогумусовая пирогенная почва									
A <sub>Yao</sub>	5–10	68.05	5.78	15.65	3.94	2.61	2.38	1.07	0.33
BC <sub>f</sub>	15–25	67.93	4.61	13.66	7.20	3.33	2.01	0.84	0.31
BC <sub>ca</sub>	25–50	36.04	0.72	7.36	43.69	9.37	1.42	0.41	0.93
Разр. 8-2014. Подзол иллювиально-железистый									
E	8–20	79.03	2.65	12.11	0.16	3.09	1.84	1.03	0.06
BF	20–25	75.55	5.55	12.86	0.32	2.85	1.91	0.91	0.01
BC	25–50	75.62	4.41	13.72	0.43	2.88	0.86	0.86	0.05
Разр. 12-2016. Подбур оподзоленный иллювиально-железистый									
BFe	5–10	6.32	17.24	1.13	2.84	1.67	1.6	1.6	0.29
BF	10–20	7.62	19.31	0.97	4.14	1.71	1.25	1.25	0.15
BC	20–40	7.23	20.04	1.03	4.08	1.85	1.12	1.12	0.19
Разр. 8-2009. Литозем грубогумусированный									
BC <sub>f</sub>	3–10	69.52	4.58	19.92	0.22	0.83	4.02	0.52	0.08
BC	10–20	69.93	4.31	19.87	0.22	0.81	3.95	0.55	0.09
C	20–35	72.42	4.59	17.42	0.20	0.85	3.61	0.58	0.06

\* Участки с коричневато-кофейными морфонами.

59°14'18.3" E. Выше по склону представлены горно-тундровые ландшафты с криогенно-пятнистым характером микрорельефа.

Строение профиля: O(L + F)(0–5 см)–BFe(5–10 см)–BF(10–20 см)–BC(20–40 см). Профиль почвы отчетливо дифференцирован на генетические горизонты и диагностируется по наличию признаков оподзоливания в виде осветленных линз (1–2 см) оподзоленного гор. BFe (окраска по

Манселлу 5YR 3/2) с содержанием щебня 10–20%. Залегающий ниже гор. BF имеет желтовато-бурю окраску (10YR 4/4–5/4). Это бесструктурный крупнопылеватый тяжелый суглинок, который отличается резким увеличением содержания мелкой дресвы, щебня и крупных (30–50 см) глыб. На нижней поверхности плитчатых обломков пород расположены тонкие Al–Fe-гумусовые пленки (10R 3/3). С 25–30 см скелетно-грубооб-

ломочная фракция резко преобладает (80–90%), содержание мелкозема мало. Почва: подбур оподзоленный [32] или Entic Podzol (Skeletal) по [53].

В составе мелкозема преобладают крупные фракции: средний и мелкий песок и крупная пыль, составляющие 54–63% от суммы всех гранулометрических фракций. Это, наряду с высоким содержанием скелетно-грубообломочных фракций, определяет хорошую фильтрационную способность почвенной тощи. Распределение оксалоторастворимых форм соединений  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$ , а также валовых форм  $R_2O_3$  отражает элювиально-иллювиальную дифференциацию и коррелирует с содержанием илистой фракции. Оподзоленный горизонт обеднен  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$  и относительно обогащен  $SiO_2$ . Почвы имеют сильноокислую реакцию по всему профилю. Наибольшая кислотность ( $pH_{KCl}$  3.2) характерна для гор. O(L + F), что подчеркивает влияние растительности на кислотность почв. Гидролитическая кислотность имеет высокие значения в органогенном горизонте, что обусловлено высоким содержанием в почвенном поглощающем комплексе обменных оснований. В минеральных горизонтах содержание обменных оснований незначительное (<1%). Относительно высокое содержание общего углерода в нижних горизонтах (4.2%) связано с резким возрастанием глыбисто-щебнистой толщи горных пород и, вероятно, аккумуляцией гумусовых углеродсодержащих соединений из-за отсутствия возможности их дальнейшей миграции вниз по профилю. Приведенные выше аналитические данные свойственны оподзоленным подбурам горно-тундровых ландшафтов Полярного и Северного Урала [12, 33], а также Кольского полуострова [31].

Разр. 8-2009 заложен на террасированном участке склона хребта Малдынырд с крутизной  $8^\circ$ – $10^\circ$ . Координаты:  $65^\circ 20' 04.7''$  N;  $60^\circ 39' 08.4''$  E. Растительный покров представлен листовничным редколесьем ассоциации листовничника кустарничково-сфагнового. Сомкнутость крон древесного яруса не превышает 0.2, высота стволов – 2–4 м. Наличие сфагновых мхов свидетельствует о переувлажнении, что связано с поступлением воды на поверхности почвы в результате таяния снежников в верхней части склона в поясе холодных гольцовых пустынь. На месте заложения разреза выражен бугорковато-пятнистый микрорельеф: пятна-медальоны имеют размеры 40–60 см и занимают 30–40% от всей площади сообщества, с поверхности суглинистый мелкозем перемешан с обломками породы. Многочисленные солифлюкционные террасы-ступени в виде узких полос имеют размеры 30–50 см по ширине и до 1–3 м в длину, лишены растительности, уплощенные обломки сланцев ориентированы большей плоскостью к дневной поверхности и

длинной осью вниз по склону. Наличие таких террас и закономерная ориентация обломочного материала на их поверхности свидетельствует о медленных склоновых движениях почвенно-грунтовой массы, они относятся к солифлюкционному типу склоновых образований. Почвообразующими породами служат продукты разрушения и переотложения сильно метаморфизованных и хорошо выветрелых кварц-серицитовых сланцев.

Для морфологического строения почвенного профиля характерна слабая дифференциация на генетические горизонты. Строение профиля: очес(0–1 см)–O(F + H)(1–4 см)–BCf–(4–10 см)–BC(10–20 см)–C(20–30 см). В верхней части органогенных горизонтов представлен очес из мхов и лишайников, который сменяется среднеразложившимся подстильно-торфянистым гор. O(F + H) коричневатобурой окраски мощностью 3–4 см, в нижней части которой присутствует грубогумусированный материал (смесь различных по степени разложения органических остатков с минеральными компонентами). Ниже формируются обильно щебнистые срединные минеральные гор. BCf–BC со слабыми признаками аккумуляции железистых соединений в виде тонких желтовато-охристых пленок иллювиирования на поверхности почвенных агрегатов. Характерной морфологической особенностью почвенного профиля является наличие сети горизонтальных (параллельных друг другу) трещин толщиной 2–3 мм в срединных горизонтах. Это также свидетельствует о медленном перемещении верхней части суглинисто-щебнистой толщи вниз по склону. Мощность профиля 30–35 см, с глубины 25–30 см скелетно-грубообломочная часть профиля закономерно увеличивается и переходит в подстилающие глыбы коренных пород. Согласно [32], почва диагностируется как литозем грубогумусовый ожелезненный или Lithic Leptosols (Skeletal) по [53].

По физико-химическим свойствам, распределению несиликатных форм  $Fe_2O_3$ , а также валовых форм соединений  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  рассматриваемые почвы дифференцированы слабо, что согласуется с морфологическим описанием профиля. Достаточно высокая крутизна ( $8^\circ$ – $10^\circ$ ) склона обеспечивает удовлетворительный латеральный и внутрипочвенный сток, что создает условия для сброса избытка влаги вниз по склону и проявления по всему профилю аэробного режима и соответственно свободной нисходящей миграции веществ. Почвы имеют кислую реакцию среды по всему профилю. Содержание обменных оснований достигает максимальных значений в органогенном горизонте, в минеральных горизонтах резко убывает и коррелирует с содержанием органического вещества, насыщенность почвенного

поглощающего комплекса основаниями очень низкая (8–18%). Гранулометрический состав литозема в значительной степени определяется сорбционными процессами, в результате которого происходит переотложение глинисто-тяжелосуглинистых продуктов выветривания в верхней части профиля. Профильное распределение песчаной и крупнопылеватой фракций также свидетельствует о явной литологической неоднородности.

Классификационно-номенклатурное положение почв, относимых нами к подзолам (разр. 8-2014 и 83-2012), вызывают ряд дискуссионных вопросов. Необходимо отметить, что решающее значение для определения классификационного положения приходится на литологический фактор: высокое содержание крупнозема (от мелкой дресвы и щебня до относительно крупных глыб пород), составляющих до 50–60% от массы горизонта в средней и нижней частях профиля. Следствием этого является высокая фильтрационная способность почвенной толщи и свободная нисходящая миграция почвенных растворов, что определяет интенсивный вынос обменных форм  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  и приводит к резкой ненасыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса (разр. 8-2014). Четкое профильное элювиально-иллювиальное перераспределение  $\text{R}_2\text{O}_3$  происходит на фоне общей десиликации профиля и обогащения его  $\text{R}_2\text{O}_3$  по сравнению с почвообразующей породой. Для разр. 83-2012, сформированного на элювии карбонатных пород, образование четко выраженного (по морфологии и физико-химическим свойствам) подзолистого горизонта в значительной степени определяется наличием кислого аллохтонного ледникового материала морены. Таким образом, перечисленные выше морфологические и аналитические признаки в полной мере свидетельствуют о правомерности отнесения данных почв к подтипу иллювиально-железистых подзолов. Необходимо отметить, что в субстантивно-генетической классификации почв России подзолы с насыщенностью 80% и близким к нейтральному рН описаны и охарактеризованы на примере единичных разрезов [6]. В этой связи, в свете развития и дальнейшего совершенствования “Классификации и диагностики почв России” подобным почвам необходимо определить нишу в классификационной иерархии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В контрастных биоклиматических условиях под листовниками горно-лесного и листовничных редколесьями подгольцового поясов в зависимости от характера почвообразующих пород и растительности сформировались почвы, существенно различающиеся по основным физико-химическим свойствам и содержанию органи-

ческого вещества. Выявлены почвы, имеющие как большой географический ареал (светлоземы, подзолы на кислых породах), так и своеобразные почвы (подзолы на карбонатных породах), занимающие незначительные ареалы и мелкоконтурные сочетания.

Светлоземы иллювиально-железистые (независимо от характера почвообразующих пород) представляют собой систему эталонных почв, подзолы на карбонатных породах относятся к категории редких почв. На приречных крутых склонах в местах близкого подстилания карбонатных пород распространены серогумусовые ожелезненные остаточно-карбонатные почвы. На верхней границе распространения листовничных редколесий формируются литоземы и подбуры, которые наиболее широко распространены в горно-тундровых ландшафтах.

В условиях горного рельефа исследуемого региона Урала специфика факторов и условий почвообразования (химико-минералогического состава пород, особенностей гидротермических и лесорастительных условий) обуславливают разное проявление и сочетание элементарных почвообразовательных процессов, которые приводят к формированию системы генетических горизонтов и образованию определенного почвенного профиля.

Региональные особенности исследованных почв заключаются в сочетании криогенного метаморфизма минеральной массы с альфегумусовым иллювированием (оподзоливанием) и выщелачиванием карбонатов со слабыми проявлениями партлювации и вымывания глинистого вещества (оглинивания) в нижней части профиля. Поверхностное, преимущественно напочвенное поступление растительного опада в лесах и редколесьях из *Larix sibirica*, его медленная минерализация обуславливают грубогумусность органогенных горизонтов с широким молекулярным отношением  $\text{C} : \text{N}$ . Результаты исследований расширяют представление о разнообразии почв листовничных горно-лесного и подгольцового пояса Приполярного Урала, их генезисе и географии и могут служить основой для почвенного картографирования изученной территории.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00455 мол\_а.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаимов А.П., Прокушкин С.Г., Зырянова О.А., Каверзина Л.Н. Особенности формирования и функционирования листовничных лесов на мерзлотных почвах // Лесоведение. 1997. № 5. С. 13–23.

2. *Ананко Т.В., Герасимова М.И., Конюшков Д.Е.* Почвы горных территорий в классификации почв России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 92. С. 122–146. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-92-122-146>
3. Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.
4. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа, 1997. 116 с.
5. *Втюрин Г.М.* Горные почвы верховьев Печоры // Тр. Печоро-Илычского заповедника. Вып. 14. 2005. С. 7–11.
6. *Гагарина Э.И., Счастливая Л.С., Хантулев А.А.* К характеристике таежных почв области нижнего течения р. Северной Двины // Вестник Ленинградского ун-та. Сер. биология. 1963. Вып. 2. № 9. С. 132–142.
7. *Горчаковский П.Л.* Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 283 с.
8. *Горячкин С.В., Водяницкий Ю.Н., Конюшков Д.Е., Лесовая С.Н. и др.* Биоклиматогенные и геогенные проблемы географии почв Северной Евразии // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2008. № 62. С. 48–68.
9. Государственная почвенная карта России (масштаб 1 : 1000000). Объяснительная записка к листу Q-41 (Воркута). Сыктывкар, 2011. 56 с.
10. *Дётева С.В., Дубровский Ю.А.* Лесная растительность бассейна р. Илыч в границах Печоро-Илычского заповедника. Санкт-Петербург: Наука, 2014. 291 с.
11. *Дётева С.В., Дубровский Ю.А.* Ценогическое разнообразие растительности горно-тундрового и подгольцового поясов хребта Маньпупунер (Северный Урал, Печоро-Илычский заповедник) // Растительность России. 2018. № 34. С. 47–84. <https://doi.org/10.31111/vegus/2018.34.47>
12. *Дымов А.А., Жангуров Е.В.* Морфолого-генетические особенности почв кряжа Енганэпэ (Полярный Урал) // Почвоведение. 2011. № 5. С. 515–524.
13. *Дымов А.А., Жангуров Е.В., Старцев В.В.* Почвы северной части Приполярного Урала: морфология, физико-химические свойства, запасы углерода и азота // Почвоведение. 2013. № 5. С. 507–516.
14. *Дымов А.А., Жангуров Е.В.* Разнообразие и генетические особенности почв Приполярного Урала // Пермский аграрный вестник. 2014. № 3. С. 45–52.
15. *Жангуров Е.В., Лебедева М.П., Забоева И.В.* Микростроение генетических горизонтов автоморфных таежных почв Тимана // Почвоведение. 2011. № 3. С. 288–299.
16. *Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А.* Характеристика почв и растительного покрова высотных поясов хребта Малдындыр (Приполярный Урал) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 4. С. 46–52.
17. *Жангуров Е.В., Дымов А.А.* Минеральный состав песчаных фракций в профиле подзолов хребта Малдындыр (Приполярный Урал) // Вестник ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 11. С. 20–23.
18. *Жангуров Е.В., Лебедева М.П., Шишков В.А.* Минералого-микроморфологическая диагностика особенностей почвообразования северотаежных почв на средне-основных породах Тимана // Почвоведение. 2018. № 11. С. 1372–1383. <https://doi.org/10.1134/S0032180X18110102>
19. *Забоева И.В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 347 с.
20. *Ипатов В.С., Мирин Д.М.* Описание фитоценоза. Методические рекомендации. Санкт-Петербург, 2008. 71 с.
21. *Исаченко Т.И., Лавренко Е.М.* Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Ленинград: Наука, 1980. С. 10–20.
22. *Конищев В.Н.* Формирование состава дисперсных пород в криолитосфере. Новосибирск: Наука, 1981. 197 с.
23. *Конюшков Д.Е., Герасимова М.И., Ананко Т.В.* Корреляция дерново-карбонатных почв на почвенной карте РСФСР масштаба 1 : 2.5 млн и в системе классификации почв России // Почвоведение. 2019. № 3. С. 276–289. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19030079>
24. *Краснощекоев Ю.Н.* Влияние пирогенного фактора на серогумусовые почвы сосновых лесов в центральной экологической зоне байкальской природной территории // Сибирский лесной журн. 2014. № 2. С. 43–52
25. *Кучеров И.Б., Зверев А.А.* Лиственничные леса севера европейской России. I. Предтундровые и подгольцовые редколесья // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2010. № 3(11). С. 81–108.
26. *Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Диагностические горизонты в классификации почв России // Почвоведение. 2012. № 9. С. 923–934.
27. Леса Республики Коми. М., 1999. 332 с.
28. *Михайлова Р.П.* Микроморфологические и химические особенности бурых грубогумусных почв центрально-горной полосы Среднего Урала // Почвоведение. 1976. № 5. С. 5–12.
29. Национальный Атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. 632 с.
30. *Непомилуева Н.И.* Лиственничные (*Larix sibirica*) редколесья Приполярного Урала // Изучение и охрана растительности Севера. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1984. С. 51–68.
31. *Переверзев В.Н.* Генетические особенности почв природных поясов Хибинских гор (Кольский полуостров) // Почвоведение. 2010. № 5. С. 548–557.
32. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
33. Почвы и почвенный покров Печоро-Илычского заповедника (Северный Урал) / Под ред. С.В. Дегтевой, Е.М. Лаптевой. Сыктывкар, 2013. 328 с.
34. *Рогов В.В.* Особенности морфологии частиц криогенного элювия // Криосфера Земли. 2000. Т. IV. № 3. С. 67–73.
35. *Рысин Л.П.* Лиственничные леса России. М.: Тов. науч. изд. КМК. 2010. 343 с.
36. *Самофалова И.А., Лузянина О.А.* Эколого-генетическая характеристика почв горно-лесного пояса на Среднем Урале // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(4). С. 426–443.
37. *Самофалова И.А.* Морфолого-генетические особенности почв на горе Хомги-Нёл (Северный Урал, заповедник “Вишерский”) // Пермский аграрный вестник. 2015. № 4. С. 64–72.

38. Семиколенных А.А., Бовкунов А.Д., Алейников А.А. Почвы и почвенный покров таежного пояса Северного Урала // Почвоведение. 2013. № 8. С. 911–923.
39. Симонов Г.А. Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 167 с.
40. Скворцова Е.Б., Шейн Е.В., Абросимов К.Н., Романенко К.А., Юдина А.В. и др. Влияние многократного замораживания-оттаивания на микроструктуру агрегатов дерново-подзолистой почвы (микротомографический анализ) // Почвоведение. 2018. № 2. С. 187–196.  
<https://doi.org/10.7868/S0032180X18020065>
41. Старцев В.В., Жангуров Е.В., Дымов А.А. Характеристика почв хребта Яптикнырд // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2017. № 38. С. 6–27.  
<https://doi.org/10.17223/19988591/38/1>
42. Таргульян В.О. О передвижении суспензий в горно-тундровых и горно-таежных почвах на массивно-кристаллических породах // Почвоведение. 1964. № 8. С. 26–36.
43. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. М., 2006. 400 с.
44. Тонконозов В.Д., Пастухов А.В., Забоева И.В. О генезисе и классификационном положении автоморфных почв на покровных суглинках северной тайги Европы // Почвоведение. 2006. № 1. С. 29–36.
45. Тонконозов В.Д. Автоморфное почвообразование в тундровой и таежной зонах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. 304 с.
46. Урусевская И.С. Почвенные катены цокольно-денудационных равнин лесотундры и северной тайги Кольского полуострова // Почвоведение. 2017. № 7. С. 771–789.  
<https://doi.org/10.7868/S0032180X17070127>
47. Фирсова В.П., Ржанникова К.Г. Бурые лесные почвы на гранитах Среднего Урала // Почвоведение. 1968. № 6. С. 14–24.
48. Фирсова В.П., Павлова Т.С. Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах. М.: Наука, 1983. 167 с.
49. Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк “Югыд ва” / Под ред. С.В. Дегтевой. М., 2016. 483 с.
50. Элементарные почвообразовательные процессы. Опыт концептуального анализа. М.: Наука, 1992. 184 с.
51. Юдин Ю.П. Лиственничные леса // Производительные силы Коми АССР. М., 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 158–185.
52. Dymov A.A., Zhangurov E.V., Hagedorn F. Soil organic matter composition along altitudinal gradients in permafrost affected soils of the Subpolar Urals // Catena. 2015. V. 131. P. 140–148.  
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.03.020>
53. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome. 2014. 181 p.
54. Munsell A. Munsell Soil Color Chart. Colmorgan Instruments. 1988. Baltimor. MD.
55. Samofalova I.A., Rogova O.B., Luzyanina O.A. Diagnostics of soils of different altitudinal vegetation belts in the Middle Urals according to group composition of iron compounds // Geography and Natural Resources. 2016. V. 1. P. 71–78.  
<https://doi.org/10.1134/S1875372816010108>
56. Sizonenko T.A., Dubrovskiy Y.A. Ectomycorrhiza of *Larix sibirica* Ledeb. along the gradients of main ecological factors and elevation at the Northern and Subpolar Urals // J. Mountain Sci. 2018. V. 15. P. 2603–2613.  
<https://doi.org/10.1007/s11629-018-5074-3>
57. Strand L.T. Comparison of different systems for classification of seven podzolized, sandy soils in Southern Norway // Norv. J. Agr. Sci. 1995. V. 9. P. 127–141.

## Morphogenetic Features of Soils under Mountainous Larch Forests and Woodlands in the Subpolar Urals

E. V. Zhangurov<sup>1, #</sup>, V. V. Startsev<sup>1</sup>, Yu. A. Dubrovskiy<sup>1</sup>, S. V. Degteva<sup>1</sup>, and A. A. Dumov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, 167982 Russia

<sup>#</sup>e-mail: zhan.e@mail.ru

On the basis of the profile-genetic approach, diagnostic features of poorly studied mountainous soils under larch forests and woodlands in different geomorphic positions of the Subpolar Urals were identified, and their classification position was determined. The morphological, physicochemical, and chemical characteristics of the studied soil profiles were described. It was found that the soil cover under blueberry–moss larch stands is mainly composed of iron-illuvial svertlozems and iron-illuvial podzols. Both soils were identified as Albic Podzols (Skeletal) in the WRB-2015 system. On the outcrops of calcareous rocks on slopes of river valleys, gray-humus soils (Calcaric Leptosols (Skeletal)) and iron-illuvial podzols were described. They occupy small areas and can be referred to as rare soils in the studied region. Near the upper treeline, lithozems (Lithic Leptosols (Skeletal)) and podburs (Entic Podzols (Skeletal)) are developed; these soils are common in the mountainous tundra landscapes. The accumulation of plant litter on the soil surface and its slow mineralization predetermine the raw-humus and peaty nature of the upper horizons with a broad C : N molecular ratio.

**Keywords:** diagnostic horizons, *Larix sibirica*, parent material, soil classification