

ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4(571.56-17)

ПОЧВЫ ВЕРХОЯНСКОГО ХРЕБТА В ПРЕДЕЛАХ АРКАЧАНСКОГО ПЛАТО

© 2020 г. М. В. Оконешникова^а, *, А. З. Иванова^а, Р. В. Десяткин^а

^аИнститут биологических проблем криолитозоны СО РАН, пр-т Ленина, 41, Якутск, 677980 Россия

*e-mail: mvok@yandex.ru

Поступила в редакцию 31.05.2019 г.

После доработки 21.10.2019 г.

Принята к публикации 27.12.2019 г.

Цель работы – изучить почвы высотного ландшафтно-экологического профиля Аркачанского плато (65° N, 130° E) и дать морфогенетическую характеристику этих почв в системе новой классификации почв России. Абсолютная высота гор в среднем достигает 1200 м, относительная высота колеблется от 400 до 500 м. Плато сложено песчаниками, алевролитовыми и глинистыми сланцами мезозойского возраста. Климат района суровый, резко континентальный. Многолетняя мерзлота в пределах провинции распространена повсеместно, однако в профиле горных почв она часто отсутствует, так как ее верхняя граница опускается за пределы сильнокаменистого почвенного профиля. Установлено, что в структуре вертикальной зональности Аркачанского плато преобладают горно-тундровый (выше 1100 м над ур. м.) и горно-таежный пояса (ниже 1000 м над ур. м.) с различными типами литоземов (Leptosols), торфяно-литоземов (Cryic Epirockic Histosols) и перегнойных почв (Eutric Histic Skeletic Leptosols). На надпойменных террасах горных рек сформированы маломощные криоземы глееватые (Turbic Cryosols), в аккумулятивных зонах склонов – каменистые торфяно-глееземы (Histic Reductaquic Cryosols) и в пойменной части – аллювиальные серогумусовые почвы (Skeletic Leptosols). Характерными особенностями всех типов почв являются небольшая мощность почвенного профиля, торфянистость и грубогумусность, высокая каменистость, кислая или слабокислая реакция почвенной среды, поверхностная ненасыщенность, слабовыраженная морфологическая и физико-химическая дифференциация профиля. Полученные результаты могут быть использованы для расширения базы данных и систематической характеристики почв слабоизученных горных областей.

Ключевые слова: горные почвы (Leptosols, Cryosols, Histosols), Якутия, криолитозона

DOI: 10.31857/S0032180X2005010X

ВВЕДЕНИЕ

Крупные горные хребты, плоскогорья и плато с вертикальной зональностью почвенного покрова занимают 58% площади земной поверхности Якутии [10]. Аркачанское плато расположено на юго-востоке Яно-Оймяконской геоморфологической области и входит в состав Янского плоскогорья Верхоянской горной системы [7]. Абсолютная высота гор в среднем достигает 1200 м, относительная высота колеблется от 400 до 500 м. Плато сложено, в основном, плотными осадочными породами (песчаниками, алевролитами с прослоями аргиллитов и конгломератов), в меньшей степени, массивно-кристаллическими магматическими породами переходной группы (диорит-гранодиорит-гранитная формация) [3]. Согласно почвенно-географическому районированию горных систем России [26], данная горная территория относится к бореальному классу (экстраконтинентальному мерзлотному подклассу) Верхоянской провинции северотаежной группы, включающей гольцово-

тундрово-подбуро-сухоторфянисто-подбуро-криоземно-палево, холодно-степной тип поясности. Изучением почвенного покрова отдельных частей обширной Верхоянской горной провинции в разное время занимались многие исследователи [4–6, 8, 11, 13, 14, 17, 18, 23–25]. Несмотря на большой вклад проведенных работ в области географии, генезиса, классификации и картографии горных почв криолитозоны разнообразие горных почв обширной Верхоянской горной провинции в научной литературе представлено фрагментарно. Для четкого понимания реальной картины неоднородности почвенного покрова и создания банка данных для составления более информативных и репрезентативных картографических материалов в последние годы большое внимание уделяется детализации почвенного покрова на разных частях Верхоянской горной системы. Так, впервые нами были получены детальные морфогенетические характеристики почв с четкой пространственной и вертикальной привязкой в системе высотных поясов Кисилыхского (67° N, 135° E)



Рис. 1. Район исследований и места заложения почвенных разрезов и трансекты.

и Хараулахского (72° N, 127° E) хребтов, расположенных на водоразделе северных рек Яна–Адыча и в низовьях р. Лена [20, 21]. Предлагаемая статья является продолжением детальных исследований почв высотного ландшафтно-экологического профиля обширной Верхоянской горной провинции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучение почвенного покрова проводили в бассейне р. Аркачан, занимающего центральную часть Аркачанского плато (рис. 1), методом заложения профиля–трансекты через типичные ландшафты долины р. Федор–Юрэгэ вблизи устья р. Мангазейка (рис. 2) и в ходе проведения маршрутных исследований вдоль долины р. Сирилэндэ. Географические координаты и высота над уровнем моря получены с помощью GPS-приемника. Физико-химические свойства и гранулометрический состав почв определяли в аналитической лаборатории ИБПК СО РАН: рН H_2O – на рН-метре Level 1 (WTW, Germany), общий углерод – по Тюрину с титриметрическим окончанием, обменные катионы – по Гедройцу, гидролитическая кислотность – по Каппену, гранулометрический состав – по Качинскому [2, 15]. Диагностика и идентификация почв проведена согласно классификации почв России [16, 22].

Рельеф района характеризуется куполообразными и пологими, почти плоскими вершинами и вогнутыми склонами, покрытыми мощными осыпями. Почвообразующими породами являются, главным образом, элювий, элюво-делювий и делюво-пролювий плотных осадочных пород, которые слагают водораздельные, склоновые и при-склоновые пространства. По долинам рек фрагментарно распространены аллювиальные галечные и мелкоземистые отложения.

Климат изученной территории суровый. Годовой радиационный баланс составляет $18\text{--}26$ ккал/см², средняя температура самого теплого месяца колеблется от 6 до 16°C , самого холодного от -35 до -40°C . Продолжительность безморозного периода $50\text{--}92$ дня, но заморозки возможны на протяжении всего вегетационного периода. Годовое количество осадков с поправками на смачивание составляет в среднем $319\text{--}420$ мм. Распределение осадков по времени не равномерно. Наибольшее количество выпадает в июле ($46\text{--}80$ мм), наименьшее – в феврале ($6\text{--}8$ мм). За теплый период (апрель–октябрь) осадков выпадает $261\text{--}360$ мм, что составляет $80\text{--}85\%$ годовой суммы. За зимний период (ноябрь–март) выпадает менее 20% годового количества осадков или всего $34\text{--}60$ мм [19].

В ряду вертикальной поясности климатические показатели существенно различаются. В

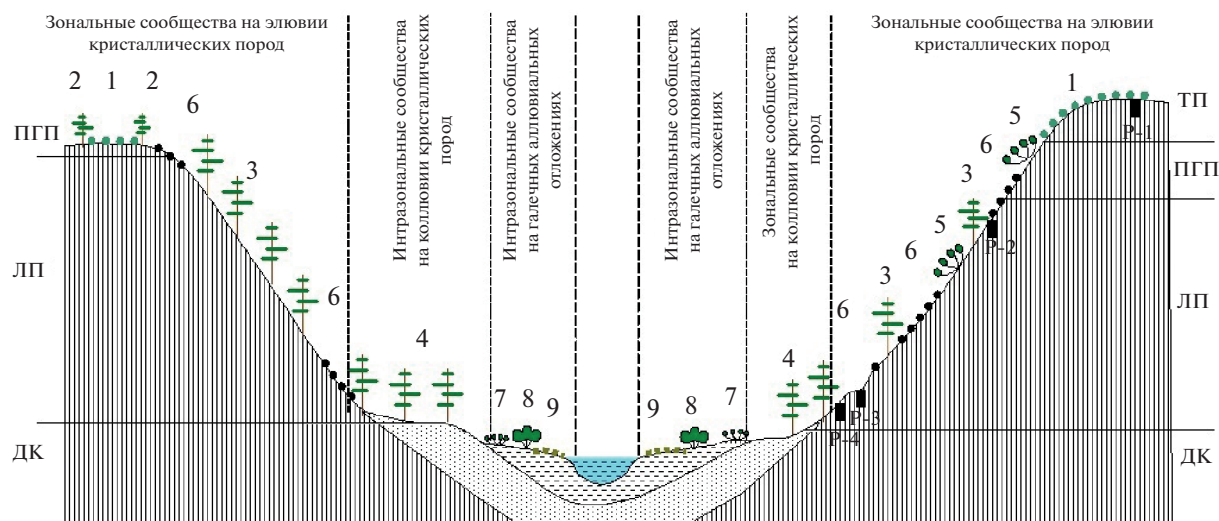


Рис. 2. Вертикальная поясность растительности по профилю долины р. Федор-Юрэг вблизи устья р. Мангазейки и места заложения почвенных разрезов. ДК — долинный комплекс; ЛП — лесной пояс; ПГП — подгольцовый пояс; ТП — тундровый пояс. Зональная растительность: 1 — горные тундры; 2 — горные лиственничные редколесья гипоарктокустарничково-лишайниковые; 3 — лиственничные редколесья багульниково-моховые; 4 — лиственничные редины ерничково-моховые; 5 — растопыреноберзовые сообщества мохово-лишайниковые; 6 — петрофитные и редкотравные сообщества на курумах. Интразональная растительность: 7 — ивково-тошеберзовые тундроподобные сообщества осоко-моховые; 8 — ивняки разнотравные; 9 — луговые и редкотравные лугоподобные сообщества на галечниках. Почвенные разрезы: P-1, P-2, P-3, P-4.

горно-тундровом поясе радиационный индекс сухости составляет 0.5–1, число дней с температурой выше 0°C — до 105, сумма температур выше 5°C — до 600°C . Температура многолетнемерзлых пород в среднем колеблется от -7 до -11°C , мощность сезонно-талого слоя от 0.2 до 0.7 м.

В горно-таежном поясе радиационный индекс сухости колеблется от 0.5 до 1.5, продолжительность безморозного периода 115–150 дней, сумма активных (выше 10°C) температур $560\text{--}1100^{\circ}\text{C}$. Температура многолетнемерзлых пород изменяется в пределах $-3\text{--}-9^{\circ}\text{C}$, мощность сезонно-талого слоя в среднем 1.2–1.8 м [27].

Следует отметить, что в профиле горных почв часто мерзлота отсутствует, так как ее верхняя граница опускается за пределы сильнокаменистого почвенного профиля.

В интразональном долинном комплексе температура многолетнемерзлых пород варьирует в зависимости от конкретных условий в пределах от -1 до -8°C , мощность сезонно-талого слоя — от 0.15 до 1.8 м [27].

В соответствии с геоботаническим районированием [1], на данной территории выделена подпровинция горных северотаежных редкостойных лиственничных лесов и северотаежных кустарничково-моховых и лишайниковых лесов с фрагментами участков степной растительности по наиболее теплым и сухим южным склонам. Леса сочетаются с болотами. Лиственничные горные редколесья низ-

копродуктивны, на значительных площадях несут следы пожаров. В изученной части провинции выделяются два главных вертикальных пояса: горно-тундровый (выше 1100 м над ур. м.) и горно-таежный (ниже 1000 м над ур. м.). Между ними залегает фрагментарный подгольцовый пояс, шириной примерно 50–100 м, преимущественно с зарослями березки и в меньшей степени — кедрового стланика (табл. 1). Горно-тундровый пояс представлен сочетанием дриадовых и лишайниковых ассоциаций с кустарничковыми тундрами с доминированием березки тощей, горно-таежный пояс — ерничково- и багульниково-моховыми лиственничными редколесьями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвы горно-тундрового пояса. В горно-тундровом поясе в сочетании со слабообразованными щебнистыми почвенными образованиями формируются маломощные *литоземы перегнойно-грубогумусовые, иллювиально-гумусированные* (согласно WRB [28] Dystric Skeletic Leptosol (Arenic)) на супесчано-щебнистом элювии плотных пород. Профиль такой почвы был описан под лишайниковой тундрой на вершине горы, расположенной слева от устья р. Мангазейки (разрез P-1, высота над ур. м. 1137 м). Координаты: $65^{\circ}42'40''\text{ N}$, $130^{\circ}10'10''\text{ E}$. Формула морфологического профиля почвы: $\text{AO}(0\text{--}6\text{ см})\text{--AOh}(6\text{--}11\text{ см})\text{--Chi}(11\text{--}25\text{ см})\text{--C}(25\text{--}31\text{ см})\text{--R}$. Грубогумусовый

Таблица 1. Условия формирования почв в районе исследования

Расположение	№ разреза	Положение в рельефе	Характер растительности
Трансекта по склону горы над руслом р. Федор-Юрэгэ, вблизи устья р. Мангазейки	Р-1	Горно-тундровый пояс (выше 1100 м над ур. м.)	
		Вершина горы	Лишайниковая тундра
		Подгольцовый пояс (фрагментарный, 1000–1100 м над ур. м.)	
	Р-2	Верхняя часть склона горы крутизной до 20°	Стланиково-березковая ассоциация
		Горно-таежный пояс (ниже 1000 м над ур. м.)	
		Верхняя граница пояса – склон южной экспозиции крутизной до 40°	Багульниково-моховое лиственничное редколесье
	Р-3	Западина склона южной экспозиции крутизной до 15°	Ерниково-моховая лиственничная редина
	Р-4	Склон южной экспозиции крутизной до 20°	
	Р-11	Склон южной экспозиции крутизной до 30°	Шиповниково-разнотравно-тонконоговый остепненный луг
		Почвы горно-долинных ландшафтов	
Профиль долины р. Сирилэндэ	Р-12	Надпойменная терраса	Аулякомниевое-моховое кустарниково-лиственничное редколесье
	Р-13	Склон надпойменной террасы	Бруснично-моховое лиственничное редколесье
	Р-15	Пойма	Закустаренный пойменный луг

горизонт темно-бурой окраски (по шкале Манселла 5YR 2/2), щебнистый, состоит из слоев разной степени разложения растительных остатков – в нижней части наблюдается наличие перегнойного мажущего материала. Затем следует мелкоземисто-сильнощебнистый горизонт Chi, с признаками гумусового иллювирования в виде бурой прокраски мелкозема (7.5YR 3/3) и единичными тонкими корнями. Ниже следует маломощный, менее темный (7.5YR 3/4) горизонт C, залегающий на обломках плотной породы. Следует отметить, что профиль данной почвы по совокупности диагностических горизонтов, в целом, соответствует представлению о литоземах. Однако более кислая реакция среды, легкий гранулометрический состав, относительно высокое содержание железа в нижнем минеральном горизонте отличают ее от литоземов горно-лесного пояса и позволяют предположить близость к подбурам.

В составе мелкоземисто-сильнощебнистых минеральных горизонтов значительно преобладают фракции песка и крупной пыли (86%), а фракция физической глины (14%), в том числе фракция ила (5%), имеет подчиненную роль. Большое количество фракций мелкого песка и крупной пыли в гранулометрическом составе данных почв свидетельствует о преобладании физического выветривания горных пород над ослабленным химическим. Реакция почвенной среды по всему профилю кис-

лая pH 4.5–4.7. Содержание органического углерода в горизонте Chi составляет 1.5%, в горизонте C – 0.7%. Почва не насыщена основаниями (табл. 2). Из-за маломощности минеральной мелкоземистой толщи почвы о дифференциации по валовому составу судить затруднительно, но можно отметить, что содержание железа чуть больше, чем в других типах почв. Судя по молекулярным соотношениям оксидов элементов, максимальное накопление железа отмечается в горизонте C, что говорит о слабом проявлении процесса иллювирования, где на фоне незначительного уменьшения кремнезема вниз по профилю немного возрастает содержание железа и алюминия. Коэффициент дифференциации для железа, кремния и алюминия (отношение содержания элемента в нижней части минеральной толщи к его содержанию в верхней части) лежит в пределах 1–1.1. По другим элементам наблюдается дифференциация, характерная для поверхностно-дренированных легких по гранулометрическому составу почв – элементы, образующие преимущественно нерастворимые в воде соединения (Ca, Mg, Mn), накапливаются в средней части, тогда как Na и K имеют максимумы содержания внизу профиля (табл. 3).

Почвы горно-таежного пояса. Лесная растительность на южном склоне, несмотря на сильную крутизну, начинает проявляться на высоте 960 м. Здесь на сильнощебнистом субстрате кол-

Таблица 2. Физико-химические свойства почв Аркачанского плато

№ разреза	Горизонт	Глубина, см	pH H ₂ O	ППП, %	C, %	Кислотность		Обменные катионы					Степень насыщенности основаниями, %	Содержание частиц (мм), %		
						обмен- ная, Н ⁺	гидролити- ческая	Са ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма		<0.001	<0.01	
Почвы горно-тундрового пояса																
P-1	АО	0–6	4.5	28.6	–	18.3	66.5	5.8	5.8	1.7	0.2	13.5	16.9	–	–	–
	АОh	6–11	4.7	23.9	–	14.9	66.5	4.0	3.2	1.4	0.2	8.8	11.7	–	–	–
	Chi	11–25	4.5	–	1.5	–	15.7	4.3	2.2	0.9	0.1	7.5	32.3	5.4	14.0	14.0
	C	25–31	4.6	–	0.7	6.2	12.3	2.8	2.2	1.3	0.3	6.6	34.9	4.6	13.1	13.1
Почвы горно-лесного пояса																
P-2	H	2–14	6.3	44.6	–	–	35.0	51.5	25.8	8.1	0.7	86.1	71.1	–	–	–
	AChi	14–25	6.3	–	8.1	–	19.3	24.7	16.1	3.6	0.3	44.7	69.8	6.8	24.7	24.7
P-3	Chi	25–52	6.4	–	8.4	–	19.3	27.2	20.1	3.5	0.3	51.1	72.6	7.0	25.0	25.0
	T	4–22	5.7	61.7	–	3.9	73.5	50.5	13.5	4.3	0.3	68.6	48.3	–	–	–
	Th	22–35	5.7	52.9	–	1.5	63.0	49.9	13.6	4.9	0.4	68.8	52.2	–	–	–
	AC	5–19	5.3	–	1.2	0.4	14.0	5.5	4.4	1.2	0.1	11.2	44.4	3.3	18.0	18.0
P-11	Ci	19–32	5.6	–	1.1	–	11.4	4.8	4.2	1.3	0.1	10.4	48.8	5.8	22.5	22.5
	[ao/r]	1–4	7.3	–	8.9	–	8.7	33.3	7.8	5.8	0.5	47.4	84.4	1.3	4.2	4.2
	AK	4–28	6.9	–	2.4	–	7.0	10.5	3.2	2.1	0.2	16.0	69.6	2.5	12.3	12.3
Почвы горно-долинных ландшафтов – надпойменных террас																
P-12	AC	7–9	6.2	–	1.7	–	8.7	8.3	2.3	2.0	0.2	12.8	59.3	2.1	7.4	7.4
	[O]	9–14	5.5	40.0	–	0.4	38.5	35.3	11.8	3.8	0.2	50.7	56.8	–	–	–
	CRg _L	14–30	4.9	–	2.4	0.7	17.5	7.3	1.6	2.1	0.2	11.2	38.9	8.6	37.2	37.2
P-13	TE	0–14	4.7	85.1	–	9.7	108.5	44.9	16.8	7.4	0.9	69.9	39.0	–	–	–
	T	14–21	6.3	56.4	–	–	29.7	87.6	19.0	8.1	0.4	115.2	79.7	–	–	–
	CG _L	21–34	6.2	21.3	–	–	21.0	42.4	8.3	3.8	0.2	54.8	72.3	15.6	51.1	51.1
Почвы горно-долинных ландшафтов – пойменной части																
P-15	AY	1–15	6.4	–	2.7	–	10.5	12.24	1.53	1.96	0.19	15.92	60.3	1.7	13.6	13.6

Примечание. Прочерк – не определяли.

Примечание. Прочерк – не определяли.

Таблица 3. Валовой состав почв Аркачанского плато, % от прокаленной навески

№ разреза	Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO	MnO	CaO	MgO	SO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	Молекулярное отношение		
														SiO ₂ R ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃
P-1	ВН	11–25	64.42	16.61	8.82	0.60	0.32	2.13	3.39	0.02	0.32	2.55	1.11	4.9	19.5	6.5
	ВН	25–31	63.14	17.60	9.94	0.60	0.21	1.20	2.62	0.07	0.23	2.90	1.55	4.4	16.9	6.0
P-2	Н	2–14	65.78	16.17	7.55	0.48	0.46	3.15	2.28	0.17	0.31	2.42	1.31	5.2	23.2	6.8
	АChi	14–25	65.22	16.76	7.08	0.60	0.36	2.63	2.44	0.02	0.21	2.75	1.79	5.1	24.6	6.5
P-4	Chi	25–52	64.92	17.24	6.69	0.60	0.44	2.84	2.43	0.02	0.23	2.61	1.67	5.1	25.9	6.3
	AC	5–19	64.78	17.29	6.88	0.68	0.10	3.22	2.43	0.02	0.14	2.83	2.13	5.0	25.1	6.2
P-11	Ci	19–32	64.78	17.43	6.75	0.68	0.12	2.22	2.49	0.05	0.16	3.00	2.21	5.0	25.6	6.2
	[ao/r]	1–4	59.39	19.86	6.58	0.53	0.27	4.70	3.62	0.15	0.25	2.45	2.00	4.1	24.1	5.0
P-12	AK	4–28	60.15	20.80	7.82	0.65	0.18	3.43	2.97	0.05	0.16	2.70	1.95	3.9	20.5	4.8
	AC	7–9	59.95	19.49	7.51	0.65	0.15	4.29	2.67	0.02	0.18	2.78	2.04	4.1	21.3	5.1
P-13	CRg _⊥	14–30	62.55	20.38	6.65	0.72	0.03	2.36	2.71	0.05	0.14	2.60	2.05	4.2	25.1	5.1
	CG _⊥	21–34	56.18	24.15	8.54	0.53	0.18	3.43	2.77	0.15	0.38	2.46	1.31	3.2	17.5	3.9

лювия алевролитов под багульниково-моховыми листовенничными редколесьями развивается *перегнойная потечно-гумусовая почва* (Eutric Histic Skeletic Leptosol (Loamic, Hyperhumic)) (разрез P-2) со строением профиля: O(0–2 см)–H(2–14(18) см)–AChi(14(18)–25(29) см)–Chi(25(29)–52 см)–R. Координаты: 65°42'20" N, 130°10'00" E. Данная почва характеризуется наличием сырого перегнойного горизонта средней мощности темно-бурой окраски (5YR 3/2), с редким включением камней и мелкозема сизоватого оттенка. В срединной части профиля выделяется переходный горизонт AC, сочетающий в себе признаки выше и ниже лежащих горизонтов: буровато-серая окраска (5YR 3/1), много обломков породы, прокрашивание потечным органическим веществом мелкозема и граней щебня, наличие корней. Переход постепенный, граница ровная. Ниже лежащий горизонт отличается лишь более высоким содержанием щебня (до 85% от объема), подстилается плотной породой. В отличие от других почв, в частности, расположенных ниже по склону, имеет большую мощность (50 см). Это, скорее всего, связано с перераспределением коллювиальных масс по крутому склону – в некоторых ложбинах верхней и средней части склона скапливаются мелкие щебни и мелкозем, где и формируется почва с более глубоким проникновением корней, тогда как ближе к подножию аккумулируются преимущественно крупные обломки, гораздо медленнее подверженные выветриванию.

Гранулометрический состав мелкозема представлен песчано-крупнопылеватым легким суглинком. Реакция почвенной среды слабокислая, близкая к нейтральной (рН 6.3). В поверхностном

горизонте этих почв содержится значительное количество слаборазложившихся растительных остатков, потеря при прокаливании достигает 45%. В минеральной толще содержание углерода высокое и увеличивается вниз по профилю, что, возможно, свидетельствует об иллювиировании потечного органического вещества. В отличие от почвы горно-тундрового пояса данная почва более насыщена основаниями (около 70%). По результатам анализа валового элементного состава здесь не наблюдается особой дифференциации. Оценка молекулярных отношений R₂O₃ и кремнезема показала, что участие окислов алюминия слабо увеличивается вниз по профилю, тогда как железа, наоборот, ослабевает.

Ниже по склону южной экспозиции в долине р. Федор-Юрэгэ в небольшом понижении под ерниково-моховыми листовенничными редирами (920 м над ур. м.) на делювиально-коллювиальном субстрате формируется *торфяно-литозем, перегнойно-торфяной* (Cryic Epirockic Histosol) (разрез P-3). Координаты: 65°42'10" N, 130°10'00" E. Морфологический профиль почвы: O(0–4 см)–T(4–22 см)–Th(22–35 см)–R. Данная почва диагностируется по наличию торфяного и перегнойно-торфяного горизонтов, бурой и темно-бурой окраски, представляющих собой слои с разной степенью разложения органического вещества, с включением щебня и каменной крошки, залегающие на плотной породе. Потеря при прокаливании в этих слоях высокая и достигает 62%. Реакция среды слабокислая (рН 5.7), распределена равномерно. Несмотря на биогенное накопление обменных катионов, высокая гидролитическая кислот-

ность обуславливает слабую насыщенность основаниями.

На более крутых участках на коллювии алевролитов под теми же ерниково-моховыми листовничными рединами описан *литозем грубогумусированный, глинисто-иллювицированный* (Dystric Skeletic Leptosol (Loamic)) (разрез Р-4, высота 915 м над ур. м.). Координаты: 65°42'20" N, 130°10'00" E. Морфологический профиль почвы: О_{ао}(0–5 см)–АС(5–19 см)–С_и(19–32 см)–R. В нижней части подстильно-торфяного горизонта находится слой темного грубогумусового материала (7.5YR 2/2) с мощностью недостаточной для выделения полноценного горизонта АО. Переход в нижележащий горизонт резкий, граница волнистая. Горизонт АС буровато-серый (10YR 4/2), рыхлый, щебнистый, мелкозем переплетен корнями. Переход заметный по содержанию камней и плотности, граница ровная. Нижележащий горизонт С_и представлен мелкоземисто-щебнистой толщей более темной окраски (10YR 2/2) с глинистыми пленками на поверхности камней. Залегает на обломках плотных горных пород.

Литоземы горно-таежного пояса имеют сильно-щебнистый с небольшим участием мелкозема, примитивный профиль. Гранулометрический состав мелкозема минеральных слоев супесчаный и легкосуглинистый, при этом фракция ила имеет максимум накопления в нижней части профиля, обуславливая незначительное утяжеление гранулометрического состава. Реакция почвенной среды по всему профилю кислая (рН 5.3–5.6). Содержание углерода в минеральной толще низкое и составляет около 1%. Почва не насыщена основаниями, и сумма обменных катионов не превышает 11 смоль(экв)/кг. По данным валового химического состава дифференциации профиля по распределению полуторных окислов не наблюдается.

На южных склонах под остепненными ксерофитными лугами на коллювиальных отложениях развиваются своеобразные поверхностно-каменные литоземы с задернованным гумусовым горизонтом. Профиль такой почвы (разрез Р-11, высота 864 м над ур. м.) описан на левом берегу р. Сирилэндэ, в районе устья, на крутом склоне южной экспозиции (уклон 30°), под шиповниково-разнотравно-тонконоговым остепненным лугом. Поверхность описанного участка преимущественно ровная с небольшими эрозионными канавками и единичными обнажениями окатанных камней размером не более 30 см, вероятно, осыпного происхождения. Координаты: 65°39'00" N, 130°10'05" E. Морфологический профиль почвы: О(0–1 см)–[ао/г](1–4 см)–АК(4–28 см)–(С)–R. Почва: *литозем криогумусовый* (Eutric Mollic Skeletic Leptosol (Arenic)). Отличительной особенностью строения профиля этой почвы является наличие под небольшой подстилкой маломощного

песчанисто-щебнистого стратифицированного наноса делювиального характера с признаками начального почвообразования. Данный слой неплотно переплетен корнями растений, имеет темно-бурю окраску (10YR 2/2), представляет собой смесь органических остатков слабой степени разложения с мелкоземом и щебнем (содержание камней составляет около 50%). Малая мощность наноса (<5 см) не позволяет диагностировать почву как стратифицированную. Криогумусовый супесчаный горизонт АК занимает основную часть профиля, имеет серовато-бурю окраску (10YR 3/2) со слабо-выраженной структурой в виде мелких комков по плотно переплетенным обильным корням, включения щебня до 15%. Ниже следует сравнительно резкий переход в плотную породу. В стратифицированном грубогумусованном слое гранулометрический состав мелкозема песчаный, реакция среды слабощелочная (рН 7.3), содержание органического углерода довольно значительное и связано с аккумуляцией грубогумусового материала, насыщенность основаниями высокая (84%). Нижележащий криогумусовый горизонт характеризуется супесчаным гранулометрическим составом, нейтральной реакцией среды, содержанием органического углерода – 2.4%, относительно сниженной насыщенностью основаниями (70%). По данным валового анализа, стратифицированный и гумусовый горизонты близки по составу. В отличие от степных криоаридных почв, выделенных Волковинцером [6] в пределах Верхоянской горной провинции, данная почва характеризуется отсутствием аккумулятивно-карбонатного горизонта, однако наличие криогумусового горизонта мощностью более 20 см, нейтральная реакция среды и высокая степень насыщенности основаниями свидетельствуют о признаках степного криоаридного почвообразования.

Почвы горно-долинных ландшафтов. На террасах горных рек под листовничным редколесьем поверхность почвы обладает выраженным мерзлотным бугристо-трещинным и бугристо-западинным микрорельефом, обуславливающим микрокомплексность почвенного покрова. При затрудненном внутриводном дренаже и высокой водоудерживающей способности грунтов на тяжелых по гранулометрическому составу породах развиваются криоземы в комплексе с мерзлотными торфянистыми и торфяными почвами.

В пределах первой террасы р. Сирилэндэ в аулякомниевом-моховом кустарниковом листовничном редколесье на небольшом бугорке был вскрыт *криозем глееватый* (Turbic Cryosol (Loamic, Humic)) с маломощным аллювиальным наносом на поверхности (разрез Р-12, высота 891 м над ур. м.). Координаты: 65°39'00" N, 130°10'00" E. Морфологический профиль почвы: О(0–7(9) см)–АС[~](7(9)–9(12) см)–[О](9(12)–14(16) см)–

CRg₁(14(16)–30 см). Относительно мощный поверхностный подстильно-торфяной горизонт, состоящий из слаборазложённых органических остатков, залегает на затронутом почвообразованием аллювиальном песчаном наносе темно-серого цвета (2.5Y 3/1) со слабовыраженной мелкокомковатой структурой и обильными корнями. Переход ясный, граница волнистая. Далее следует подстильно-торфяной горизонт темно-бурой окраски с красноватым оттенком (2.5YR 1.7/1) из органического материала разной степени разложения с небольшой примесью комковатого мелкозема. Нижележащий криотурбированный горизонт CRg с признаками оглеения, особенно в надмерзлотной части, и единичными корнями имеет неоднородную окраску: на темно-буровато-сером фоне (2.5Y 3/1) темно-бурые (7.5 YR 2/2) (10%) и сизые (5GY 4/1) (5%) пятна. Характерной особенностью профиля данной почвы является отсутствие камней и наличие мерзлого слоя на глубине 30 см.

Гранулометрический состав в аллювиальном наносе описанной почвы представлен рыхлым песком, в то время как в нижележащем минеральном слое – средним суглинком. Реакция среды – кислая, уменьшающаяся вниз по профилю, что в целом не характерно для криоземов Северной Якутии [12] и обусловлено спецификой формирования профиля (стратификацией). Почва характеризуется ненасыщенностью основаниями, при этом степень насыщенности минимальна в надмерзлотном горизонте. Потеря при прокаливании в погребенном гумусовом слое достигает 40%, и тут же наблюдается максимальное накопление обменных оснований. Содержание углерода в минеральных слоях колеблется в пределах 1.7–2.4%. Распределение элементов валового состава равномерное, отмечается лишь относительно повышенное содержание СаО в верхней части профиля, что, вероятно, связано с их биогенным накоплением.

На склоне первой террасы р. Сирилэндэ, в небольшом понижении, был описан *мерзлотный торфяно-глеезем* (Skeletal, Histic Reductaquic Cryosol (Clayic)) на глинисто-каменистом аллювии и делювии аргиллитов (разрез Р-13, высота 882 м над ур. м.). Координаты: 65°39'01" N, 130°10'04" E. Морфологический профиль почвы: TE(0–14 см)–T(14–21 см)–G/R₁(21–34 см). Верхняя часть включает эутрофно-торфяной и торфяной горизонты общей мощностью до 21 см. Они сменяются сизовато-бурым (5GY 4), сильнокаменистым (содержание камней составляет 80%) глеевым горизонтом, подстилаемым льдистой мерзлотой. Минеральный слой представлен легкой глиной с участием илистых частиц до 16%. Содержание органического вещества высокое по всему профилю, потеря при прокаливании достигает 56–85% в торфя-

ном слое и 21% в глеевом. При этом сильнокислая реакция среды наблюдается лишь в верхнем эутрофно-торфяном горизонте, гидролитическая кислотность которого достигает высоких значений. В нижележащем торфяном горизонте отмечается интенсивное накопление обменных катионов, обуславливающих высокую степень насыщенности основаниями, низкую гидролитическую кислотность и близкую к нейтральной реакцию среды. Глеевый горизонт также имеет почти нейтральную реакцию среды и характеризуется самым высоким содержанием R₂O (как фактически, так и относительно к SiO₂) по сравнению с другими исследованными типами почв.

В пойменной части горных рек под закустаренными пойменными лугами на каменистом аллювии развиты маломощные аллювиальные почвы.

Разрез Р-15 был заложен в пойме р. Сирилэндэ, в 700 м от устья в северо-западном направлении. Координаты: 65°39'01" N, 130°10'04" E. Морфологический профиль почвы: O(0–1 см)–AY(1–15 см)–C[~]/R(15 см –...). Полное название: *маломощная аллювиальная серогумусовая почва* (Skeletal Leptosol). Между небольшой мохово-травянистой подстилкой и аллювием, состоящим из окатанных обломков плотной породы, выделяется дерновый горизонт буровато-темно-серой окраски (10YR 2/2), непрочнокомковатый, супесчаный, плотно переплетенный корнями травянистых растений и с единичными включениями камней. Данный диагностический слой имеет достаточную мощность и характеризуется высоким содержанием органического углерода (2.7%), в связи с чем рассматриваемую маломощную почву трудно отнести к отделу слаборазвитых почв. Реакция среды слабокислая, близкая к нейтральной, гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований очень низкие, что характерно для почв облегченного гранулометрического состава.

Итак, на исследованном участке Аркачанского плато преимущественно развиты почвы постлиготогенного характера почвообразования (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структура вертикальной зональности почвенного покрова Аркачанского плато и закономерности его высотно-поясной дифференциации (65° N, 130° E) весьма сходны с ранее изученным Кисилыхским хребтом (67° N, 134° E), что обусловлено аналогичными условиями почвообразования и единым типом высотной поясности в пределах Верхоянской горной провинции. В структуре вертикальной зональности Аркачанского плато преобладают горно-тундровый (выше 1100 м над ур. м.) и горно-таежный (ниже 1000 м над ур. м.) пояса с различными типами литоземов, торфяно-литоземов и перегнойных почв. На надпойменных терра-

Таблица 4. Таксономическое разнообразие исследованных почв

Ствол	Отдел	Тип	Подтип	WRB	№ разреза
Постлитогенные почвы	Литоземы	Торфяно-литозем	Перегноино-торфяный	Cryic Epirockic Histosol	P-3
		Литозем	Перегноино-грубогумусовый, иллювиально-гумусированный	Dystric Skeletic Leptosol (Arenic)	P-1
		Литозем	Грубогумусированный, глинисто-иллювиированный	Dystric Skeletic Leptosol (Loamic)	P-4
		Литозем криогумусовый	Типичный	Eutric Mollic Skeletic Leptosol (Arenic)	P-11
	Органо-аккумулятивные	Перегноинная	Потечногумусовая	Eutric Histic Skeletic Leptosol (Loamic, Hyperhumic)	P-2
	Криогенные почвы	Криозем	Глееватый	Turbic Cryosol (Loamic, Humic)	P-12
Синлитогенные почвы	Аллювиальные	Глеевые	Торфяно-глеезем	Skeletic, Histic Reductaquic Cryosol (Clayic)	P-13
		Аллювиальная серогумусовая	Типичная	Skeletic Leptosol	P-15

сах горных рек сформированы маломощные криоземы глееватые, в аккумулятивных зонах склонов — каменистые торфяно-глееземы, и в пойменной части — аллювиальные серогумусовые почвы.

Для большинства почв исследованной территории характерны такие общие черты, как торфянистость и грубогумусность, небольшая мощность почвенного профиля, высокая каменистость, кислая или слабокислая реакция почвенной среды, надмерзлотное оглеение, поверхностная ненасыщенность, слабовыраженная морфологическая и физико-химическая дифференциация профиля, слабая минерализация и замедленные темпы разложения органического вещества, связанные с суровыми климатическими условиями. Все отмеченные свойства указывают на крайне низкое плодородие и слабую устойчивость почв [9]. Несмотря на эти неблагоприятные качества, изученные почвы являются фундаментом формирования хрупкой северной природы и выполняют важную экологическую роль, обеспечивая функционирование наземных экосистем северной тайги в условиях плато.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Статья подготовлена в рамках выполнения проекта СО РАН по теме 0376-2019-0006; регистрационный номер АААА-А19-119040990002-1 и гранта РФФИ 19-29-05151\19.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Перфильева В.И., Щербаков И.П. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. 154 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
3. Аристов В.В., Константинов М.М., Орлова Г.Ю., Соловьев К.В., Соловьев В.Н., Тямисов Н.Э., Задорожный Н.П., Золотилина Г.Д., Устинов В.И. Аркачанское золоторудное месторождение, Западное Верхоянье // Руды и металлы. 2003. № 4. С. 15–30.
4. Быстряков Г.М. Почвы и почвенный покров холодных полусухих областей Северо-Востока СССР. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1979. 22 с.
5. Васильковский А.П. Географические особенности почв лесной области Крайнего Северо-Востока СССР // Краеведческие записки. Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1960. Вып. 3. С. 72–109.
6. Волковинцев В.И. Степные криоаридные почвы. Новосибирск: Наука, 1978. 207 с.
7. Геоморфология Восточной Якутии / Под ред. Граве Н.А. Якутск: Якут. кн. изд-во, 1967. 375 с.
8. Григорьев А.А. Геология, рельеф и почвы северо-западной части Лено-Амгинского плато и Верхоянского хребта по данным экспедиции 1925 г. // Матер. Комис. по изуч. ЯАССР. Вып. 4. Л.: Изд-во АН СССР, 1926. 211 с.

9. Десяткин Р.В. Обретения и потери. Анализ факторов прямого и косвенного влияния строительства и эксплуатации промышленных объектов на экосистемы Западной Якутии // Крайний Север: проблемы экологии. М.: Ресурс-Инфо, 1999. С. 51–56.
10. Десяткин Р.В., Оконешикова М.В., Десяткин А.Р. Почвы Якутии. Якутск: Бичик, 2009. 64 с.
11. Еловская Л.Г., Петрова Е.И., Тетерина Л.В. Почвы Северной Якутии. Новосибирск: Наука, 1979. 304 с.
12. Иванова А.З., Десяткин Р.В. Криоземы бассейна реки Алазея // Наука и образование. 2011. № 2(62). С. 70–73.
13. Игнатенко И.В., Богданов И.Е., Пугачев А.А. Подзолистые Al–Fe-гумусовые почвы Магаданской области // География и генезис почв Магаданской области. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 123–242.
14. Игнатенко И.В., Хавкина Н.В. Подбуры Крайнего Северо-Востока СССР // География и генезис почв Магаданской области. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 93–118.
15. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 191 с.
16. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
17. Наумов Е.М. Почвы и почвенный покров северо-востока Евразии. Автореф. дис. ... докт. с-х. наук. М., 1993. 63 с.
18. Наумов Е.М., Градусов Б.П. Особенности таежного почвообразования на Крайнем Северо-Востоке Евразии. М.: Колос, 1974. 145 с.
19. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 24: Якутская АССР. Кн. 1. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 607 с.
20. Оконешикова М.В. Почвы Хараулахского хребта на самой северной границе леса // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25203>
21. Оконешикова М.В., Десяткин Р.В. Почвы северных отрогов хребта Черского в районе полюса холода: морфология, свойства, классификация // Почвоведение. 2017. № 8. С. 926–935. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17080093>
22. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
23. Соколов И.А., Быстряков Г.М. Палеовые почвы северной тайги Восточной Сибири и Дальнего Востока // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 1980. № 1. С. 30–37.
24. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.
25. Тетерина Л.В. Почвы северной тайги Якутии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1965. 16 с.
26. Уруевская И.С. Типы поясности и почвенно-географическое районирование горных систем России // Почвоведение. 2007. № 9. С. 1138–1146.
27. Федоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1 : 2500000). Новосибирск: Изд-во ГУГК СССР, 1989. 170 с.
28. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Soils of the Verkhoyan Ridge in the Location of the Arkachana Plateau

M. V. Okoneshnicova¹*, A. Z. Ivanova¹, and R. V. Desyatkin¹

¹Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Yakutsk, 677980 Russia

*e-mail: mvok@yandex.ru

The results of detailed systematic studies of the structure of the vertical zonality of the soil cover of the Verkhoyansk mountain province are discussed. The purpose of this article is to study the soils of the high-altitude landscape-ecological profile of the Arkachan Plateau (65° N, 130° E) and to give a morphogenetic characteristic of these soils in the system of the new classification of soils in Russia. The absolute height of the mountains reaches 1200 m, the relative height ranges from 400 to 500 m. The plateau is composed of sandstones, aleurolite and clay shales of Mesozoic age. The climate is continental. Permafrost within the province is widespread. However, in the profile of mountain soils often there is no permafrost, because upper bound of permafrost descends beyond the limits of the strongly rocky soil profile. It has been established that in the structure of vertical zonality of the Arkachan Plateau it was predominate the mountain-tundra zone (1100 m) and the mountain taiga zone (1000 m) with different types of lithozems (Leptosols), peat–lithozems (HisticeLeptosols) and humussoils (MollicLeptosols). Low-thickness cryozems (GleyicCryosols) are formed on the floodplain terraces of mountain rivers, peat-gley soils (CryicSkeletalHisticeGleysols) are found in accumulative zones of slopes, and in the floodplain, part are found alluvial soils (SkeletalFluvisols). Characteristic features of all soil types are low width of the soil profile, peaty and moder humus, high rockiness, acidic or slightly acidic reaction of the soil, surface unsaturation, meanly expressed morphological and physico-chemical differentiation of the profile. The results can be used to expand the database and systematical characterize the soils of meanly studied mountain areas.

Keywords: Arkachan Plateau, mountain soils (Leptosols, Cryosols, Gleysols), soil profile, diagnostic horizons, cryolithozone