



Оригинальная статья

Почвы на лёссовидных суглинках в сезонномерзлотных ландшафтах Селенгинского среднегорья (Западное Забайкалье)

Д. П. Сымпилова[✉], А. Б. Гынинова, Е. Ю. Шахматова

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Российская Федерация
[✉]darimasp@mail.ru

Аннотация

Лёссовидные суглинки Селенгинского среднегорья развиваются в слое длительно сезонно-промерзающих грунтов, для которых характерна малольдистая, «сухая» мерзлота. Цель работы – изучить генетические особенности почв на лёссовидных суглинках, формирующихся в условиях длительной сезонной мерзлоты Селенгинского среднегорья. Объектами исследования послужили дерново-палево-подзолистые грубогумусовые и палевые грубогумусированные оподзоленные остаточно-карбонатные почвы, которые расположены в элювиальных и трансэлювиальных позициях водоразделов основных хребтов Селенгинского среднегорья. В работе применен профилно-генетический метод. Изучение физических и химических свойств почв проведено с использованием ряда методов: общий органический углерод (C_{org}) определяли методом Тюрина; железо оксалат-растворимое – методом Тамма; гранулометрический состав определялся пипеточным методом. Типы почв были определены согласно Классификации и диагностике почв России и World Reference Base for Soil Resources. Ведущая роль в генезисе и свойствах исследованных почв принадлежит криогенным процессам. Установлено, что для дерново-палево-подзолистых грубогумусовых почв – дифференциация по элювиально-иллювиальному типу, для подзолистых горизонтов свойственна тонкопластинчатая структура со скелетаной на поверхности педов. Впервые изучена палевая грубогумусированная оподзоленная остаточно-карбонатная почва, которая слабо дифференцирована по цвету, структуре, гранулометрическому и валовому химическому составу. В связи с наличием в почвенном профиле углистых частиц, свидетельствующих о частых низовых пожарах, необходимо проводить мониторинг лесных пожаров и природоохранные мероприятия по сохранению природных ресурсов в условиях криолитозоны Селенгинского среднегорья.

Ключевые слова: лёссовидные суглинки, мерзлотное почвообразование, химические свойства, криогенное оструктуривание

Финансирование. Работа выполнена в рамках бюджетной темы (№ FWSM-2021-0004).

Для цитирования: Сымпилова Д.П., Гынинова А.Б., Шахматова Е.Ю. Почвы на лёссовидных суглинках в сезонномерзлотных ландшафтах Селенгинского среднегорья (Западное Забайкалье). *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2025;30(1):109–118. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2025-30-1-109-118>

Original article

Soils in loess-like loams within the seasonally frozen landscapes of the Selenga Middle Mountains (Western Transbaikial Region)

Darima P. Sympilova[✉], Ayur B. Gyninova, Ekaterina Yu. Shakhmatova

Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Ulan-Ude, Russian Federation
[✉]darimasp@mail.ru

Abstract

Loess-like loams in the Selenga Middle Mountains are formed within a layer of soils that experience prolonged seasonal freezing. The permafrost in this area is characterized by a low ice content. This study aims to explore the genetic characteristics of soils derived from loess-like loams under the long-term seasonal permafrost conditions prevalent in the Selenga Middle Mountains. The research focuses on Eutric Retisol and Eutric Cryosol, which are located

in eluvial and transeluvial positions on the watersheds of the primary ridges in the region. A profile-genetic approach was employed, and the physical and chemical characteristics of the soils were evaluated using standardized methodologies. The total organic carbon (C_{org}) content was measured in accordance with the Tyurin method, while the analysis of oxalate-extractable iron was conducted utilizing the Tamm method. The particle-size distribution was assessed through the pipette method. Soil classification adhered to the standards set forth in the Classification and Diagnostics of Soils of Russia and the World Reference Base for Soil Resources. The genesis and characteristics of the soils under investigation are predominantly influenced by cryogenic processes. Eutric Retisol exhibits a differentiation consistent with eluvial-illuvial processes, while the podzolic horizons are characterized by a thin-plate structure with a skeletal surface on the peds. This research represents the first examination of Eutric Cryosol, which displays minimal differentiation in terms of color, structure, soil texture, and elemental composition. The practical implications of this study are significant for the sustainable management of soil resources within the permafrost zone of the Selenga Middle Mountains. The presence of charcoal particles within the soil profile suggests a history of frequent ground fires, highlighting the necessity for monitoring forest fires and implementing environmental protection measures to safeguard natural resources.

Keywords: loess-like loams, permafrost soil formation, chemical characteristics, cryogenic structuring

Funding. This study was conducted within the framework of the budgeted topic (No. FWSM-2021-0004).

For citation: Sympilova D.P., Gyninova A.B., Shakhmatova E.Yu. Soils in loess-like loams within the seasonally frozen landscapes of the Selenga Middle Mountains (Western Transbaikial Region). *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2025;30(1):109–118. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-4-109-118>

Введение

Исследования влияния мерзлоты на почвообразование в ландшафтах Западного Забайкалья начались с работ Переселенческого управления, проводившихся под управлением К.Д. Глинки. В работах Л.И. Прасолова [1], Н.А. Ногиной [2], В.А. Вторушина [3], А.И. Куликова и др. [4], Н.Б. Бадмаева и др. [5], Г.Д. Чимитдоржиевой [6] и других исследователей показана специфика почвообразования в условиях вечной мерзлоты и длительно-сезоннопромерзающих грунтов Забайкалья.

Почвы, формирующиеся под влиянием мерзлотного фактора, А.О. Макеев предлагает объединить в криогенные почвы [7]. Такие почвы развиваются в периодически изменяющихся климатических условиях. Эти изменения проявляются в гидротермическом режиме, биологических процессах, физико-химических свойствах и морфологическом облике почв.

Ранее в отчетах экспедиций Переселенческого управления таежные почвы Южного Забайкалья объединялись с почвами подзолистого типа и выделялись как «слабоподзолистые» и «скрытоподзолистые», подчеркивалась слабая степень их оподзоленности или ее отсутствие [1]. Мерзлотно-таежные почвы со слабодифференцированным профилем описаны Н.А. Ногиной [2]. Подзолистые почвы плакорных водоразделов Восточного Забайкалья изучены Т.А. Соколовой и И.А. Соколовым [8]. В.А. Вторушиным в почвенном покрове верхней и средней тайги Южного Забайкалья выделены криоземы, в южной

тайге – дерновые таежные и дерново-подзолистые почвы [3]. При исследовании дерновых почв Усть-Селенгинской впадины установлено их сходство с палево-бурыми почвами Якутии [9]. Изучены дерново-подзолистые почвы на северном макросклоне хр. Цаган-Дабан в Селенгинском среднегорье [10].

В настоящее время в условиях изменения климата изучение физико-химических свойств мерзлотных почв, уточнение их классификационного положения являются актуальным.

Цель работы – изучить генетические особенности почв на лёссовидных суглинках, формирующиеся в условиях длительной сезонной мерзлоты Селенгинского среднегорья.

Материалы и методы

Селенгинское среднегорье расположено в переходной климатической зоне между прохладным континентальным климатом (Dwc) и холодным полуаридным климатом (Bsk) (обновленная карта мира климатической классификации Кёппена–Гейгера) [11]. В Селенгинском среднегорье в зимнее время устанавливается антициклональная атмосферная циркуляция воздушных масс, происходят сильное похолодание и иссушение почв. Низкие зимние температуры воздуха с малой высотой снежного покрова способствуют длительному сезонному промерзанию почв. Годовое количество осадков на водоразделах основных хребтов может достигать 300–400 мм.

Согласно геоэкологическому районированию, Селенгинское среднегорье находится в Забай-

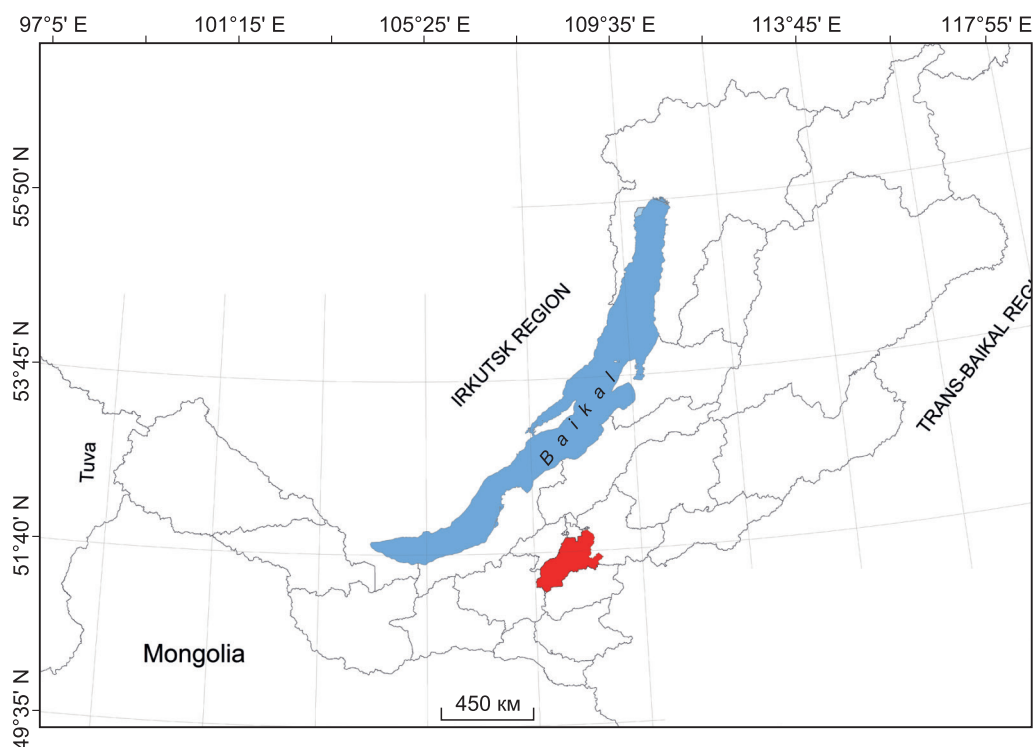


Рис. 1. Карта-схема территории исследования

Fig. 1. Schematic map of the study area

кальской геокриологической области южной геокриологической зоны. Криолитозона здесь имеет островное распространение и занимает до ~30 % территории [12].

Объектами исследования послужили дерново-палево-подзолистые грубогумусовые почвы, которые формируются на лёссовидных суглинках под лиственнично-березово-разнотравными с примесью кедра лесами, и палевые грубогумусированные оподзоленные остаточные карбонатные почвы, которые формируются на лёссовидных суглинках под сосново-лиственнично-березовыми с богатым разнотравьем лесами (рис. 1). В ландшафтно-геохимической катене северного склона хр. Цаган-Дабан Селенгинского среднегорья эти почвы расположены в наиболее гумидной части хр. Цаган-Дабан (рис. 2). Здесь в центральной части хребта с отметкой более 1000 м встречаются циркообразные водосборы, в которых концентрируются значительные массы воды. В осевой части хребта на выположенных вершинах элювий состоит из лёссовидных суглинков, имеет суглинистый гранулометрический состав с преобладанием фракции крупной пыли и мелкого песка. Суглинки характеризуются желтовато-бурой окраской, однородным строением,

комковато-ореховатой структурой. Мощность их может достигать 2–3 м [13]. На склонах в результате денудации (дефлюкции, солифлюкции) формируются на месте и поступают с водораздельной части лёссовидные суглинки с включением щебня и хряща.

В формировании лёссовидных суглинков на водоразделах и склонах Селенгинского среднегорья ведущая роль принадлежит криогенным процессам. Многолетнемерзлые породы здесь представлены малольдистой, «сухой» мерзлотой.

В работе использовались сравнительно-географический и профильно-генетический методы. Морфологическое описание почвенных горизонтов проведено согласно Б.Г. Розанову [13]. Для определения физико-химических свойств почв были применены общепринятые исследования: рН водной суспензии определялся потенциометрическим методом, содержание органического углерода – спектрофотометрическим методом, гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО, гранулометрический состав определялся пипеточным методом по Н.А. Качинскому, железо – в вытяжках Тамма [15, 16]. Валовой химический состав почв определялся с использованием титриметриче-

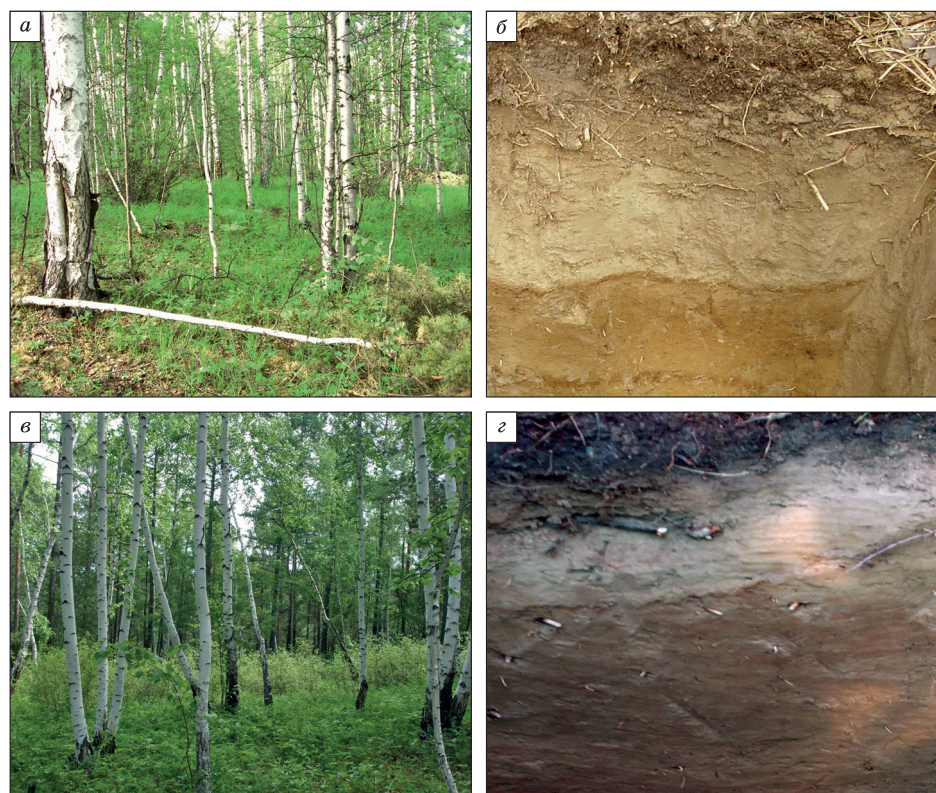


Рис. 2. Почвы на лёссовидных суглинках северного склона хр. Цаган-Дабан Селенгинского среднегорья (а, б – разрез 18А-11; в, г – разрез 1А-10)

Fig. 2. The soils found in the loess-like loams situated on the northern slope of the Tsagan-Daban ridge within the Selenga middle mountains. (а, б – pit 18А-11; в, г – pit 1А-10)

ского, гравиметрического, пламенно-фотометрического, спектрофотометрического методов и предварительной подготовкой образцов методом кислотного разложения и спекания с содой. Индексы цвета почвенных горизонтов определялись в сухом состоянии по шкале Манселла. Типы почв определены согласно Классификации и диагностике почв России и Полевому определителю [17, 18], WRB [19]. Почвенные разрезы были заложены в июне 2010 и июле 2011 гг., обработано 40 образцов.

Результаты

Разрез 18А-11 (51°28'27,2" N и 107°54'26,9" E) заложен на водоразделе хр. Цаган-Дабан, элювиальная позиция. Крутизна – 1°. Абсолютная высота – 960 м над ур. м. Растительность – березово-кустарниково-разнотравный лес. Доминанты – *Carex pediformis* С.А. Meyer, *Maianthemum bifolium* (L.). Содоминанты – *Rhododendron dauricum* L., *Vaccinium vitis-idaea* subsp., *Pyrola rotundifolia* L., *Rubus saxalitis* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fischer ex Blytt, *Paris quadrifo-*

lia L., *Ledum palustre* L. s. str. Проективное покрытие – 60 %. Почва – дерново-палево-подзолистая грубогумусовая на лёссовидном суглинке. Согласно WRB данная почва классифицируется как Eutric Albic Retisol (Folic, Cutanic, Lamellic, Siltic).

Формула профиля: АО (0–14 см) – АУ (14–21/25 см) – ЕLf (21/25–40 см) – ВТ1 (40–59 см) – ВТ2 (59–85 см) – ↓ВС (>85 см). Грубогумусовый горизонт буровато-темно-серый, состоит из органических остатков разной степени разложения. Гумусовый горизонт серовато-бурый, свежий, рыхлый, легкосуглинистый, пористый. Структура комковатая, включения корней, граница волнистая, переход по цвету. Подзолистый горизонт палево-белесый, свежий, легкосуглинистый, пористый, включения немногочисленных корней. Структура тонкопластинчатая, светлая скелетана на поверхности пластин. В нижней части горизонта охристый прослой толщиной 1 см. Граница слабоволнистая, переход по цвету. Горизонт ВТ1 буровато-охристый, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, пористый, включения единич-

Таблица 1

Гранулометрический состав почв

Table 1

Grain size distribution in soils

Горизонт, глубина, см /	Содержание фракций в %, размер частиц в мм					
	1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
Дерново-палево-подзолистая грубогумусовая почва (разр. 18А-11)						
AY (14–21/25)	0	21	54	9	12	4
Elf (21/25–40)	0	19	56	10	10	5
BT1 (40–59)	0	16	43	7	11	23
BT2 (59–85)	0	23	42	7	9	19
↓BC (> 85)	0	29	46	4	11	10
Палевая грубогумусированная оподзоленная остаточно-карбонатная почва (разр. 1А-10)						
AYao (0–9)	0	58	16	5	12	9
EL/BPL (9–20/25)	0	29	42	6	7	16
BPLc (20/25–76)	0	45	30	5	8	12
↓BCca (760110)	0	52	23	4	7	14

ных корней. Структура комковато-ореховатая, на поверхности педов скелетаны и кутаны. В нижней части горизонта охристый прослой толщиной 2 см. Граница слабоволнистая, переход по цвету и плотности. Горизонт BT2 палево-бурый, свежий, плотный, среднесуглинистый, пористый. Структура ореховатая, на поверхности агрегатов обильные кутаны кофейного цвета, скелетан меньше. Граница слабоволнистая, переход по цвету и плотности. Горизонт ↓BC палево-белесый, свежий, легкосуглинистый, очень плотный. На поверхности агрегатов тонкие скелетаны и кутаны.

Исследованная дерново-палево-подзолистая грубогумусовая почва характеризуется поверхностным поступлением органического вещества с разной степенью разложения. Почва имеет легко- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав, преобладают фракции крупной пыли и мелкого песка (табл. 1). В горизонте AY содержание гумуса низкое и резко падает вниз по профилю (табл. 2). Реакция среды слабокислая во всех горизонтах и нейтральная в почвообразующей породе. Высокая насыщенность основаниями всего профиля. Содержание железа в вытяжке Тамма по всему профилю невысокое. Данные валового химического состава указывают на дифференциацию профиля по элювиально-иллювиальному типу (табл. 3).

Разрез 1А-10 (51°35'05,2" N и 107°43'29,7" E) заложен на склоне северо-западной экспозиции хр. Цаган-Дабан, трансэлювиальная позиция. Крутизна – 2°. Абсолютная высота – 720 м над ур. м. Растительность – лиственнично-березово-разно-

травно-кустарниковый лес. Старая гарь. Доминанты – *Rhododendron dauricum* L., *Vaccinium vitis-idaea* subsp., *Carex pediformis* C.A. Meyer, *Bromopsis inermis* (Leysser) Holub. Содоминанты – *Rosa acicularis* Lindley, *Rubus saxatilis* L., *Fragaria vesca* L., *Pyrola rotundifolia* L., *P. asarifolia* Michaux [*P. incarnata* (DC.) Freyn], *Ledum palustre* L.s.str., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt. *Galium boreale* L. Проективное покрытие – 60 %. Почва – палевая грубогумусированная оподзоленная остаточно-карбонатная почва на лёссовидном суглинке. Согласно WRB данная почва классифицируется как Eutric Cambic Cryosol (Folic, Nechic, Lamellic, Siltic, Protocalcic).

Организация профиля: AYao (0–9 см) – EL/BPL (9–20/25) – BPLc (20/25–76) – ↓BCca (76–110). Гумусово-аккумулятивный горизонт AYao буровато-темно-серый до черного, свежий, легкосуглинистый, в верхней части грубогумусовый, в нижней – сизовато-серый. Уплотнен корнями травянистых растений, в нижней части скреплен корнями. Структура порошисто-комковатая. В верхней части, на контакте с подстилкой, включения грибного мицелия, угольков. Граница волнистая, переход по цвету. Горизонт EL/BPL палево-белесый, свежий, плотный, пористый, легкосуглинистый, комковато-пластинчатый, на контакте пластин – отсортированная светлая пылеватая фракция. Включения древесных и травянистых корней. В нижней части горизонта наблюдается кайма надмерзлотной верховодки шириной 1 см, буро-охристого цвета.

Таблица 2

Некоторые химические свойства почв
(± среднее значение, стандартное отклонение, n = 4)

Table 2

Selected chemical features of soils (± mean, standard deviation, n = 4)

Горизонт, глубина, см /	pH _{H₂O}	C _{орг} , г / 100 г / C _{org} , g/100 g	Поглощенные катионы		Hr*	Fe ₂ O ₃ по Тамму
			Ca ²⁺	Mg ²⁺		
			ммоль(+) / 100 г почвы / cmol × kg ⁻¹			
Дерново-палево-подзолистая грубогумусовая почва						
АО (0–14)	6,6 ± 0,08	40,03** ± 3,80	45,2 ± 2,34	20,1 ± 1,00	9,0 ± 0,13	0,36 ± 0,01
AY (14–21/25)	5,4 ± 0,09	1,45 ± 0,06	13,5 ± 0,87	5,1 ± 0,48	2,8 ± 0,18	0,56 ± 0,03
Elf (21/25–40)	5,5 ± 0,13	0,31 ± 0,01	11,1 ± 1,08	4,0 ± 0,28	1,75 ± 0,13	0,41 ± 0,02
BT1 (40–59)	6,0 ± 0,13	0,29 ± 0,02	16,0 ± 1,00	7,0 ± 0,38	1,76 ± 0,13	0,68 ± 0,03
BT2 (59–85)	6,0 ± 0,08	0,13 ± 0,03	18,1 ± 1,01	7,8 ± 0,25	1,44 ± 0,12	0,46 ± 0,03
↓BC (> 85)	6,6 ± 0,08	0,08 ± 0,01	14,4 ± 0,59	7,7 ± 0,32	0,97 ± 0,07	0,30 ± 0,02
Палевая грубогумусированная оподзоленная остаточно-карбонатная почва						
AYao (0–9)	6,5 ± 0,28	27,97** ± 6,39	31,4 ± 6,09	7,9 ± 0,34	4,2 ± 0,77	0,57 ± 0,07
EL/BPL (9–20/25)	5,9 ± 0,13	0,46 ± 0,14	8,1 ± 0,73	5,7 ± 0,40	1,4 ± 0,40	0,60 ± 0,03
BPLc (20/25–76)	6,5 ± 0,16	0,30 ± 0,06	8,1 ± 0,71	4,6 ± 0,42	0,9 ± 0,13	0,46 ± 0,11
↓BCca (76–110)	7,9 ± 0,14	0,48 ± 0,08	14,0*** ± 13,00***		–	0,16 ± 0,04

Примечание / Note: прочерк – не определялось / dash – not defined, * – гидролитическая кислотность / exchangeable acidity, cmol kg⁻¹, ** – потеря при прокаливании / loss on ignition, *** – емкость поглощения / adsorption capacity.

Таблица 3

Валовой химический состав почв, % от прокаленной навески

Table 3

Gross chemical composition of soils, % of the calcined sample

Горизонт, глубина, см /	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	MgO	TiO ₂	MnO	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Fe ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃
Дерново-палево-подзолистая грубогумусовая почва (разр. 18A-11)												
AY (15–21/25)	68,75	13,05	4,53	2,01	2,45	2,41	1,08	0,33	0,29	8,94	40,88	7,34
Elf (21/25–40)	64,98	15,23	5,71	1,48	2,36	2,68	1,25	0,49	0,08	7,24	30,06	5,84
BT1 (40–59)	65,03	16,41	6,98	1,98	2,75	3,77	1,38	0,41	0,11	6,73	24,61	5,28
BT2 (59–85)	64,75	16,27	6,12	2,54	2,04	3,29	1,27	0,37	0,10	6,74	28,37	5,44
↓BC (> 85)	65,13	16,01	5,28	1,89	3,18	3,12	0,87	0,31	0,14	6,90	32,85	5,71
Палевая грубогумусированная оподзоленная остаточо-карбонатная почва (разр. 1A-10)												
AYao (0–9)	51,90	12,21	3,98	2,48	3,01	2,65	1,32	0,68	0,30	7,21	34,56	5,97
EL/BPL (9–20/25)	65,28	14,98	5,22	2,01	2,04	2,09	1,60	0,79	0,11	7,39	32,94	6,04
BPLc (20/25–76)	64,90	15,01	5,04	2,78	2,81	3,12	1,69	0,80	0,09	7,35	33,78	6,04
↓BCca (76–110)	58,73	14,12	4,65	2,34	2,47	2,97	1,61	0,71	0,07	7,05	32,67	5,80

Граница кармановидная, переход постепенный по цвету. Горизонт BPLc палево-бурый, свежий, менее плотный, пористый, легкосуглинистый. Структура сложная – мелко- и крупнокомковатая. Крупные структурные отдельности представляют плиты, мелкие – комочки. Между слоями отсортированная более светлая пыль, но в

меньшем количестве. Включения корней. Граница волнистая, переход по цвету. Горизонт ↓BCca неоднородный по цвету, чередуются палево-белесые и буровато-белесые слои, свежий, очень плотный, легкосуглинистый, структура комковатая до порошистости, слабовыраженная слоистость. Карбонаты равномерно пропитывают почвенную

массу, бурное вскипание от 10%-й HCl. Включения единичных корней.

Палевая грубогумусированная оподзоленная остаточно-карбонатная почва характеризуется следующими показателями. Высокое содержание органического вещества с дальнейшим резким падением гумуса вниз по профилю. Реакция среды гумусово-аккумулятивного горизонта нейтральная, переходных горизонтов EL/BPL и BPLc слабокислая, горизонта $\downarrow$ BCca щелочная. Почвенный профиль насыщен основаниями. Гранулометрический состав всех почвенных горизонтов, где преобладают фракции мелкого песка и крупной пыли, легкосуглинистый. Содержание железа в вытяжке Тамма по всему профилю невысокое. В валовом составе наблюдается небольшое накопление R_2O_3 в горизонте EL/BPL.

Обсуждение

Лёссовидные суглинки северо-западного склона хр. Цаган-Дабан Селенгинского среднегорья формируются в условиях криогенеза, где процессы выветривания протекают в слое длительно-носезонно-промерзающих грунтов. По составу и свойствам они близки к лёссам, в них преобладают пылеватые частицы, высокая макропористость. Имеют однородное строение, палево-бурю окраску, комковато-плитчатую структуру.

Дерново-палево-подзолистые грубогумусовые почвы формируются на плоских водоразделах хр. Цаган-Дабан, на высотах 920–960 м над ур. моря на лёссовидных суглинках под березово-кустарниково-разнотравными с примесью лиственницы и кедра лесами. В почвенном профиле общая мощность аккумулятивной толщи составляет 20–25 см. Подзолистый горизонт палево-белесого цвета, легкосуглинистый, имеет тонкопластинчатую структуру со скелетаной на поверхности педов. Эти признаки свидетельствуют о выносе веществ из горизонта, однако механизм элювирования связан не с кислотным гидролизом, а с периодическим переувлажнением и мягкой пульсацией окислительно-восстановительного режима, определяющей палевость окраски. Здесь имеет место аккумуляция влаги не только атмосферных осадков, но и восходящая криогенная с формированием тонких ледяных шпиров. Это усиливает эффект элювирования. Скелетана на поверхности пластинок является продуктом криогенной дифференциации (выдавливание из плазмы пылеватых зерен первичных минералов). Наибольшее скопление скелетан вы-

явлено в горизонте ELf, также они наблюдаются во всех горизонтах профиля, кроме гумусового.

Текстурные горизонты буровато-охристого и палево-бурого цвета, тяжело- и среднесуглинистые, комковато-ореховатая и ореховатая структура. Обильные кутаны кофейного цвета на поверхности агрегатов и охристые прослои свидетельствуют о периодическом застое влаги в нижней части профиля и развитии современного иллювиально-глинисто-железистого процесса.

Характерными особенностями исследованной почвы является наличие признаков миграции веществ по всему профилю, включая горизонт $\downarrow$ BC, участие в процессе элювирования и агрегирования криогенных процессов.

Дерново-палево-подзолистые почвы в Селенгинском среднегорье имеют ограниченное распространение, что является следствием биоклиматических условий территории (сухость климата) и богатства пород основаниями.

Ранее дерново-подзолистые почвы в Селенгинском среднегорье были изучены на Заганском хребте, развивающиеся на маломощных (до 1 м) лёссовидных суглинках, подстилаемых щебнем [8].

Палевые грубогумусированные оподзоленные остаточно-карбонатные почвы формируются на лёссовидных суглинках в трансэлювиальных позициях водораздела хр. Цаган-Дабан на высотах от 720–860 м над ур. моря под березово-разнотравно-кустарниковыми с примесью лиственницы лесами. Для этих почв характерно поверхностное поступление органического вещества с формированием темного грубогумусированного материала разной степени разложения. Признаки оподзоливания морфологически диагностируются в виде осветленного материала, рассеянного в массе горизонта. Осветленные горизонты имеют палево-белесый цвет, легкосуглинистый гранулометрический состав, тонкопластинчатую структуру со скелетаной на поверхности агрегатов. Палево-метаморфические горизонты имеют палево-бурый цвет, мелко- и крупнокомковатую структуру. В горизонтах $\downarrow$ BCca аккумуляция карбонатов морфологически не выражена и диагностируется по вскипанию от 10%-й HCl.

Спецификой палевых грубогумусированных оподзоленных остаточно-карбонатных почв, формирующихся на лёссовидных суглинках, является отсутствие признаков миграции веществ. При высвобождении из кристаллической решетки минералов незначительное количество железа

остается на месте, образуя пленки на поверхности зерен минералов, что придает невыразительные светло-бурые и палевые тона окраски палево-метаморфическим горизонтам [9].

В морфологическом строении рассмотренных почв повсеместно присутствуют углистые частицы, что свидетельствует о влиянии частых низовых пожаров на почвенный покров исследуемой территории [20]. В условиях криолитозоны исследования влияния пожаров на свойства и режимы почв являются актуальными, необходима разработка научной основы рационального использования лесных ресурсов и их охраны [21–23].

Ранее в области распространения сплошной мерзлоты Восточного Забайкалья были изучены палевые темногумусовые почвы [24, 25]. При исследовании микростроения этих почв были выявлены следующие генетические особенности: криогенное агрегирование почвенной массы, железистый метаморфизм с образованием гидрооксидов железа, аккумуляция карбонатов.

Палевые почвы широко распространены в почвенном покрове Среднесибирского плоскогорья [26], в Центральной Якутии эти почвы были изучены как мерзлотные палево-бурые [27–29]. В работах Р.В. Десяткина и др. [30] было обосновано выделение типа дерново-палевых почв.

Ранее палевые почвы в Селенгинском среднегорье с позиции субстантивно-генетической классификации почв России не исследовались. Подобные почвы с бурым слабодифференцированным профилем, формирующиеся в условиях сезонной мерзлоты, классифицировались как дернотазежные в типе мерзлотно-таежных почв [2]. Эти почвы как типоморфное образование южно-таежного пояса непосредственно граничат с котловинными ландшафтами.

Заключение

Впервые представлены дерново-палево-подзолистые грубогумусовые и палевые грубогумусированные оподзоленные остаточного-карбонатные почвы на лёссовидных суглинках, которые формируются в слое длительно-сезоннопромерзающих грунтов Селенгинского среднегорья и периодического надмерзлотного переувлажнения профилей. Определяющую роль в формировании этих почв играют криогенные процессы.

Дерново-палево-подзолистые почвы строго приурочены к элювиальным позициям водоразделов Селенгинского среднегорья с листовеннично-березовыми с примесью кедра богаторазнотравными

сообществами. Эти почвы дифференцированы по элювиально-иллювиальному типу. Спецификой исследованных дерново-палево-подзолистых почв является наличие признаков миграции веществ по всему профилю, участие в процессе элювиирования и агрегирования криогенных процессов.

Палевые грубогумусированные оподзоленные остаточного-карбонатные почвы формируются в приводораздельных позициях Селенгинского среднегорья под сосново-лиственнично-березовыми кустарничково-разнотравными сообществами. Особенности исследованных палевых грубогумусированных оподзоленных остаточного-карбонатных почв являются слабая выраженность морфологических признаков, заторможенность почвообразовательных процессов. Палево-метаморфические горизонты представлены монотонной палевой, светло-бурой окраской, характеризуются слабой оструктуренностью.

Список литературы / References

1. Прасолов Л.И. *Южное Забайкалье (почвенно-географический очерк)*. Л.: Изд-во АН СССР; 1927. 422 с.
2. Prasolov L.I. *Southern Transbaikalia (soil and geographical description)*. Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1927. 422 p. (In Russ.)
3. Ногина Н.А. *Почвы Забайкалья*. М.: Наука; 1964. 314 с.
4. Nogina N.A. *Soils of Transbaikalia*. Moscow: Nauka; 1964. 314 p. (In Russ.)
5. Вторушин В.А. *Автоморфные почвы горной тайги Южного Забайкалья*. Новосибирск: Наука; 1982. 176 с.
6. Vtorushin V.A. *The automorphic soils of the mountain taiga in Southern Transbaikalia*. Novosibirsk: Nauka; 1982. 176 p. (In Russ.)
7. Куликов А.И., Дугаров В.И., Корсунов В.М. *Мерзлотные почвы: экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности*. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН; 1997. 312 с.
8. Kulikov A.I., Dugarov V.I., Korsunov V.M. *Permafrost soils: ecology, thermal energy, and productivity forecasting*. Ulan-Ude: Publishing House of the Buryat Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 1997. 312 p. (In Russ.)
9. Бадмаев Н.Б., Куликов А.И., Корсунов В.М. *Разнообразие почв криолитозоны Забайкалья*. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН; 2006. 165 с.
10. Badmaev N.B., Kulikov A.I., Korsunov V.M. *Diversity of soils in the permafrost zone of Transbaikalia*. Ulan-Ude: Publishing House of the Buryat Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 2006. 165 p. (In Russ.)
11. Чимитдоржиева Г.Д. *Органическое вещество холмных почв*. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН; 2016. 387 с.

- Chimitdorzhieva G.D. *Organic matter in cold soils*. Ulan-Ude: Publishing House of the Buryat Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 2016. 387 p. (In Russ.)
7. Makeev O.B. *Криология почв*. М.; 2019. 463 с.
Makeev O.V. *Soil Cryology*. Moscow; 2019. 463 p. (In Russ.)
8. Соколова Т.А., Соколов И.А. О горно-таежных почвах Восточного Забайкалья. В кн.: *О почвах Восточной Сибири*. М.: Изд-во АН СССР; 1963. С. 3–5.
- Sokolova T.A., Sokolov I.A. About the mountain taiga soils of Eastern Transbaikalia. In: *About of Eastern Siberia soils*. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1963. P. 3–5. (In Russ.)
9. Гынинова А.Б., Балсанова Л.Д. О сходстве дерновых серых лесных почв Усть-Селенгинской впадины Восточного Прибайкалья с палево-бурными почвами Якутии. *Наука и образование*. 2009; 3:77–82.
- Gyninova A.B., Balsanova L.D. On the similarity of soddy gray forest soils of the Ust-Selenginsk depression of the Eastern Baikal region with the pale-brown soils of Yakutia. *Nauka i obrazovanie*. 2009; 3:77–82. (In Russ.)
10. Sympilova D.P., Badmaev N.B. Soil formation in the taiga-steppe ecotone of the Selenga middle mountains, Western Transbaikalia region. *Eurasian Soil Science*; 2019; 52(2):122–132. <http://doi.org/10.1134/S1064229319020145>
11. Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2007; 4(2):439–473. <http://doi.org/10.5194/HESS-11-1633-2007>
12. *Экологический атлас бассейна озера Байкал*. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; 2015. 145 с.
- Ecological atlas of the Lake Baikal basin*. Irkutsk: Publishing House of the Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 2015. 145 p. (In Russ.)
13. Базаров Д.Б. *Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья*. Улан-Удэ: Бур. кн. изд-во; 1968. 166 с.
- Bazarov D.B. *Quaternary deposits and the main stages of development of the relief of the Selenga middle mountains*. Ulan-Ude: Buryatskoe Knizhnoe Izdatelstvo; 1968. 166 p. (In Russ.)
14. Розанов Б.Г. *Морфология почв*. М.: Академический проект; 2004. 431 с.
- Rozanov B.G. *Soil morphology*. Moscow: Akademicheskii projekt Publ.; 2004. 431 p. (In Russ.)
15. Воробьева Л.А. *Теория и практика химического анализа почв*. М.: ГЕОС; 2006. 400 с.
- Vorob'eva L.A. *Theory and practice of chemical analysis of soils*. Moscow: GEOS; 2006. 400 p. (In Russ.)
16. *Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв*. Шеин Е.В. (ред.). М.: Изд-во МГУ; 2001. 208 с.
- Field and laboratory methods for studying the physical properties and regimes of soils*. Shein E.V. (ed.). Moscow: Publishing House of the Moscow University; 2001. 208 p. (In Russ.)
17. *Классификация и диагностика почв России*. Смоленск: Ойкумена; 2004. 341 с.
- Classification and diagnostics of soils in Russia*. Smolensk: Oikumena; 2004. 341 p. (In Russ.)
18. *Полевой определитель почв России*. М.: Изд-во Почвенный ин-т В.В. Докучаева; 2008. 182 с.
- Field guide to soils in Russia*. Moscow: Publishing House of Dokuchaev Soil Science Institute; 2008. 182 p. (In Russ.)
19. 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.
20. Shakhmatova E.Yu., Ubugunov L.L., Sympilova D.P. Postfire transformations in pine forests in the midmountain pad of the Selenga River basin (Western Transbaikalia). *Geography and Natural Resources*. 2021; 42(1):44–50. <http://doi.org/10.1134/S1875372821010133>
21. Тарабукина В.Г., Саввинов Д.Д. *Влияние пожаров на мерзлотные почвы*. Новосибирск: Наука; 1990. 120 с.
- Tarabukina V.G., Savvinov D.D. *Fire impacts on permafrost soils*. Novosibirsk: Nauka; 1990. 120 p. (In Russ.)
22. Desyatkin R.V., Nikolaeva M.Kh., Ivanova A.Z., et al. The impact of 2021 large forest fires on vegetation and soils, on the territory of distribution of light soil-forming rocks in Central Yakutia. *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2024;118:231–275. <http://doi.org/10.19047/0136-1694-2024-118-231-275>
23. Chevychelov A.P., Shakhmatova E.Yu. Postpyrogenic polycyclic soils in the forest of Yakutia and Transbaikalia Region. *Eurasian Soil Science*. 2018;51(2):243–252. <http://doi.org/10.1134/S1064229318020023>
24. Gyninova A.B., Badmaev N.B., Tsybenov Yu.B., et al. Soils of the Darkhitui catena in the southern Vitim Plateau and their micromorphological features. *Proceedings of the IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;862(1):12068. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012068>
25. Гынинова А.Б., Бадмаев Н.Б. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов в почвах Еравнинской котловины Забайкалья. *Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География*. 2021;(2):15–30. <http://doi.org/10.18101/2587-7143-2021-2-15-30>
- Gyninova A.B., Badmaev N.B. Micromorphological diagnostics of soil-forming processes in the soils of the Eravinskaya depression of Transbaikalia. *Bulletin of Buryat State University. Biology. Geography*. 2021;(2): 15–30. (In Russ.)
26. Соколов И.А. Палеовые почвы Среднесибирского плоскогорья. *Почвоведение*. 1986;8:5–18.
- Sokolov I.A. Pale soils of the Central Siberian Plateau. *Pochvovedenie*. 1986;8:5–18. (In Russ.)

27. Еловская Л.Г. *Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии*. Якутск: ЯФ СО АН СССР; 1987. 172 с.

Elovskaya L.G. *Classification and diagnostics of frozen soils in Yakutia*. Yakutsk: Yakut Branch, Siberian Branch, the USSR Academy of Sciences; 1987. 172 p. (In Russ.)

28. Морозова Т.Д. Микроморфологические особенности палевых почв Центральной Якутии. *Почвоведение*. 1965;11:79–88.

Morozova T.D. Micromorphological features of pale-yellow soils of Central Yakutia. *Pochvovedenie*. 1965;11: 79–88. (In Russ.)

29. Чевычелов А.П., Захарова О.Г., Бурнашева М.П. Фосфатное состояние мерзлотных почв Центральной Якутии. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2023;28(1):104–116. <http://doi.org/10.31242/2618/-9712-2023-28-1-104-116>

Chevychelov A.P., Zakharova O.G., Burnasheva M.P. Phosphate state of permafrost soils in Central Yakutia. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2023;28(1):104–116. (In Russ.)

30. Desyatkin R.V., Okoneshnikova M.V., Ivanova A.Z., Lessovala S.N. Cryosols from tundra and taiga zones of Yakutia: properties, clay mineralogy, and problems of classification. *Eurasian Soil Science*. 2021;54(12):1783–1794. <http://doi.org/10.1134/S1064229321120048>

Об авторах

СЫМПИЛОВА Дарима Паламовна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Российская Федерация, <https://orcid.org/0000-0001-6769-8851>, ResearcherID: K-5033-2018, Scopus Author ID: 6505572601, SPIN: 5838-8956, e-mail: darimasp@mail.ru

ГЫНИНОВА Аюр Базаровна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Российская Федерация, <https://orcid.org/0000-0001-7897-7848>, ResearcherID: C-5559-2018, Scopus Author ID: 6504796482, SPIN: 3031-7518, e-mail: ayur.gyninova@mail.ru

ШАХМАТОВА Екатерина Юрьевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Российская Федерация, <https://orcid.org/0000-0002-1975-8773>, ResearcherID: K-5029-2018, Scopus Author ID: 8882783300, SPIN: 7369-2918, e-mail: ekashakhmat@mail.ru

Вклад авторов

Сымпилова Д.П. – разработка концепции, создание и редактирование рукописи; **Гынинова А.Б.** – разработка концепции, проведение исследования; **Шахматова Е.Ю.** – проведение исследования, редактирование рукописи

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

About the authors

SYMPILOVA, Darima Palamovna, Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-6769-8851>, ResearcherID: K-5033-2018, Scopus Author ID: 6505572601, SPIN: 5838-8956, e-mail: darimasp@mail.ru

GYNINOVA, Ayur Bazarovna, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7897-7848>, ResearcherID: C-5559-2018, Scopus Author ID: 6504796482, SPIN: 3031-7518, e-mail: ayur.gyninova@mail.ru

SHAKHMATOVA, Ekaterina Yurievna, Cand. Sci. (Biol.), Junior Researcher, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1975-8773>, ResearcherID: K-5029-2018, Scopus Author ID: 8882783300, SPIN: 7369-2918, e-mail: ekashakhmat@mail.ru

Authors' contribution

Sympilova D.P. – conceptualization, writing – review & editing; **Gyninova A.B.** – conceptualization, investigation; **Shakhmatova E.Yu.** – investigation, writing – review & editing

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 15.11.2023

Поступила после рецензирования / Revised 25.09.2024

Принята к публикации / Accepted 12.02.2025