

УДК 631.48

DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-37-67



Ссылки для цитирования:

Гынинова А.Б., Бадмаев Н.Б., Куликов А.И., Гынинова Б.Д., Мангатаев А.Ц., Рампилов М.О. Почвообразование на дериватах плотных пород различного состава в Забайкалье // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2025. Вып. 126. С. 37-67.
DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-37-67

Cite this article as:

Gyninova A.B., Badmaev N.B., Kulikov A.I., Gyninova B.D., Mangataev A.Ts., Rampilov M.O., Soil formation on derivatives of dense rocks of different composition in Transbaikalia, Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, V. 126, pp. 37-67, DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-37-67

Благодарность:

Исследование выполнено при поддержке бюджетного финансирования по теме НИР: № 121030100228-4 ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН.

Acknowledgments:

The study was carried out with the support of budget funding for research topic: No. 121030100228-4 FSBSI “Institute of General and Experimental Biology” of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Почвообразование на дериватах плотных пород различного состава в Забайкалье

© 2025 г. А. Б. Гынинова^{1*}, Н. Б. Бадмаев^{1**}, А. И. Куликов¹,
Б. Д. Гынинова^{1***}, А. Ц. Мангатаев^{1****}, М. О. Рампилов^{2*****}

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6,

*<https://orcid.org/0000-0001-7897-7848>, e-mail: ayur.gyninova@mail.ru,

**<https://orcid.org/0000-0002-0451-6560>, e-mail: nima_b@mail.ru,

***<https://orcid.org/0000-0002-4316-262X>, e-mail: gbaira@gmail.com,

****<https://orcid.org/0000-0002-3646-3141>, e-mail: aleksandr_man@mail.ru.

²Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Россия,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а,

*****<https://orcid.org/0000-0001-8059-1047>, e-mail: mrampilov@mail.ru.

Поступила в редакцию 07.03.2025, после доработки 08.09.2025,
принята к публикации 13.11.2025

Резюме: Исследованы почвы на дериватах плотных пород различного возраста, генезиса и состава в Забайкалье. Определены экологические ниши и классификационное положение почв. На фоне преобладающих в Забайкалье почв, сформированных на щебнисто-дресвянистых легких суглинках, супесях и песках – продуктах выветривания и переотложения широко развитых кислых магматических пород, выделяются почвы иного литологического состава, занимающие специфические экологические ниши. В статье рассмотрены три группы таких почв. В гумидных условиях, в зоне распространения многолетней мерзлоты, под лиственничной тайгой, на щебнисто-суглинистых дериватах метаморфических эффузивов, известняков, сланцев и песчаников кембрия формируется профиль криометаморфических грубогумусных оподзоленных почв мощностью > 1 м. Основными почвообразовательными процессами в них являются оглинение, агрегирование, образование грубого гумуса, оподзоливание и иллиммеризация. В условиях семиаридного климата, глубокого и длительного промерзания, в пределах пояса сухих сосняков, на продуктах выветривания биотитовых гранитов, гранодиоритов, сиенитов раннепалеозойских интрузий Витимканского комплекса, профиль почвы имеет мощность < 0.2 м. В почве получают развитие процессы опесчанивания, образования пылевой фракции, заторможенной гумификации с образованием буровато-серого горизонта АУ. Эти факторы и процессы приводят к формированию литоземов серогумусовых. В условиях аридного климата, глубокого и длительного промерзания в пределах криоаридного степного пояса, на продуктах выветривания трахибазальтов, субщелочных базальтов и плагиобазальтов юрского времени, в условиях развития процессов образования пылевой фракции, опесчанивания, денудации, гумификации и образования каштанового с красноватым оттенком горизонта АК, образуются литоземы криогумусовые.

Ключевые слова: почвообразующая порода; метаморфизм почв; гумусообразование; диагностика почв; классификация почв.

Soil formation on derivatives of dense rocks of different composition in Transbaikalia

© 2025 A. B. Gyninova^{1*}, N. B. Badmaev^{1**}, A. I. Kulikov¹,
B. D. Gyninova^{1***}, A. Ts. Mangataev^{1****}, M. O. Rampilov^{2*****}

¹*Institute of General and Experimental Biology SB RAS,
6 Sakhyanova Str., Ulan-Ude 670047, Russian Federation,
*<https://orcid.org/0000-0001-7897-7848>, e-mail: ayur.gyninova@mail.ru,
**<https://orcid.org/0000-0002-0451-6560>, e-mail: nima_b@mail.ru,
***<https://orcid.org/0000-0002-4316-262X>, e-mail: gbaira@gmail.com,
****<https://orcid.org/0000-0002-3646-3141>, e-mail: aleksandr_man@mail.ru.*

²*Geological Institute named after. N.L. Dobretsov SB RAS,
6a Sakhyanova Str., Ulan-Ude 670047, Russian Federation,
*****<https://orcid.org/0000-0001-8059-1047>, e-mail: mrampilov@mail.ru.*

Received 07.03.2025, Revised 08.09.2025, Accepted 13.11.2025

Abstract: The soils on the eluvium of dense rocks of different ages, genesis and composition were studied in Transbaikalia. The ecological niches of the soils and their classification position were determined. Under humid conditions, in the permafrost zone under the larch taiga on the rubble-loamy derivatives of metamorphic effusive rocks, limestones, shales, and sandstones of the Cambrian, the profile of cryometamorphic coarse-humus podzolized soils are formed with a thickness of more than 1 m. The main pedogenic processes are claying, aggregation, coarse humus forming, podzolization and illimerization. Under the conditions of a semi-arid climate, deep and prolonged freezing, within the belt of dry pine forests, on the products of weathering of biotite granites, granodiorites, syenites of the early Paleozoic intrusions of the Vitimkan complex, the soil profile has a thickness of less than 0.2 m. The processes of sandification, siltization, inhibited humification with the formation of a brownish-gray horizon AY are developed in the soil. These factors and processes lead to the gray-humus lithozems forming. Under the arid climate conditions, deep and prolonged freezing within the cryoarid steppe belt, cryohumus lithozems are formed on the products of weathering of trachybasalts, subalkaline basalts and plagiobasalts of the Jurassic period, with the processes of siltization, sandification, denudation, humification, and the formation of a chestnut horizon AK of the reddish tone.

Keywords: soil-forming rock; soil metamorphism; humus formation; soil diagnostics; soil classification.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития генетического почвоведения большое внимание уделяется особенностям почвообразующих пород (Градусов, 2005). Согласно И.А. Соколову (1973, 1997), С.В. Горячкину и др. (2008), С.В. Горячкину (2010) при исследо-

вании географии почв следует опираться не только на биоклиматогенные факторы, но и на геогенные. В Байкальском регионе это направление получило развитие в работах Л.Д. Балсановой, А.Б. Гыниновой (2015); Почвы... (2015); В.Л. Убугунова, В.И. Убугуновой (2017); А.Б. Гыниновой, Н.Б. Бадмаева (2021); Н.Б. Бадмаева, А.Б. Гыниновой (2021).

Согласно Н.А. Ногиной (1964) в Забайкалье в связи с горно-котловинным рельефом и геологической историей почвообразующие породы в основном представлены элювием, элюво-делювием, пролюво-делювием и делювием гранитоидов, среди которых доминируют песчано-пылеватые легкие суглинки и супеси, в верхней части склонов – щебнистые и дресвянистые. Причиной грубодисперсности элювия и материала, накопившегося в процессе денудации, считается доминирование физического выветривания, обусловленное резкой континентальностью климата. Однако в Забайкалье описаны почвы, как равнинные, так и горные, которые имеют средне- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Они приурочены либо к территориям с более мягким климатом: Прибайкалью (Цыбжитов, 2000; Цыбжитов и др., 1992; Убугунова и др., 1985; Балсанова, 2022), либо к горным территориям с коренными с почвообразующими породами, представленными продуктами выветривания глинистых сланцев (Вторушин, 1982), или на многолетнемерзлых породах (ММП) (Дугаров, Куликов, 1990; Почвы..., 2015; Gyninova et al., 2021; Гынинова, Бадмаев, 2021).

Причиной различий гранулометрического состава почвообразующих пород и почв является различие в выветривании, фоновой функцией которого является образование новой почвообразующей породы (Фридланд, 1955; Таргульян, 1971; Соколов, 1978; Белоусова, 2006). Различия в выветривании плотных пород в свою очередь находятся в зависимости от климата, растительного покрова, почвообразовательных процессов и генезиса, и состава плотных пород (Опанасенко, 2014). И.А. Соколов (2004) в зависимости от указанных факторов и, в первую очередь, климата и состава пород, выделяет гумидный, аридный, ледниково-перигляциальный, вулканогенно-осадочный, гидротермальный типы экзогенеза и криоэкзогенез. В зависимости от доминирования типа экзогенеза геодерма подразделяется на гумидно-

тропический, ледниково-перигляциальный, аридный, криогенный и вулканогенный секторы. И при этом автор отмечает, что триада “факторы – процессы – свойства” образуют особенно сложные закономерности формирования геодермы в пограничных областях. В Забайкалье в связи с горно-котловинным рельефом, вертикальной поясностью, экспозиционностью склонов и сложным геологическим строением чаще встречаются пограничные зоны, нежели строго определенные типы экзогенеза и секторы геодермы. То есть для исследованной территории в современный период характерны и гумидный, и аридный типы экзогенеза вулканогенных и интрузивных пород в сочетании с различным влиянием криогенного фактора.

Район исследований находится в пределах Саяно-Байкальской складчатой области со сложным геологическим строением, образовавшимся в процессе многократных горообразовательных процессов. Витимское плоскогорье и Селенгинское среднегорье сформированы в пределах Селенгино-Витимской подвижной зоны (Флоренсов, Олюнин, 1965), длительность и сложность развития которой обусловлены положением тектонических структур, контактирующих с Сибирской платформой и с Монголо-Охотским складчатым поясом. В этих условиях внедрение в палеозое различного состава интрузий в многокилометровые протерозойские толщи морских осадков и продукты вулканических извержений послужило причиной преобладания гранитоидных пород, занимающих не менее 80% площади региона (Ярмолюк и др., 1997; Цыганков, 2014; Руженцев и др., 2012).

На исследованной территории этот магматизм начался с формирования известково-щелочных биотитовых гранитов Ангаро-Витимского батолита (баргузинский комплекс) (Салоп, 1967). В дальнейшем периодическая активизация тектонических движений и внедрение кислых и основных магм привели к формированию горно-котловинного рельефа, в котором на фоне гранитоидов встречаются различного возраста эффузивы.

Целью работы является характеристика почв на дериватах плотных пород различного состава и выявление их положения в субстантивно-генетической классификации почв России.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для выявления специфики выветривания и почвообразования почвенные разрезы заложены на продуктах выветривания интрузивных и эффузивных пород в привершинной части возвышенностей с различными отметками и на различных породах в условиях влияния ММП (Геокриология СССР, 1989) в южной части Витимского плоскогорья (ключевой участок “Дархитуй”) и длительного сезонного промерзания на севере Селенгинского среднегорья (ключевые участки “Булум-1” и “Булум-2”) (рис. 1). Рельеф Витимского плоскогорья в южной части представлен невысокими увалами и межгорными понижениями с превышением < 100 м. Селенгинское среднегорье на территории исследования представлено хребтами и вытянутыми котловинами, ориентированными в направлении ЮЗ–СВ с превышением в основном < 100 , редко до 200 м.

Участок “Дархитуй”. Согласно материалам геологосъемочных работ и геологической карте (Геологическая..., 1966) коренные породы участка “Дархитуй” представлены вулканогенно-пирокластическими метаэффузивами, мраморизованными известняками, метаморфическими сланцами, песчаниками хохюртовской свиты нижнего отдела кембрия (St_1hh) (табл. 1, рис. 1).

Участок “Булум-1” в геологическом отношении представлен раннепалеозойскими биотитовыми гранитами, гранодиоритами и сиенитами Витимканского комплекса (PZ_1), местами перекрытыми стратифицированными отложениями хилокской свиты (J_3).

Участок “Булум-2” расположен в поле распространения хилокской свиты, пространственно тяготеющей к бортам Удинской впадины и представленной основными эффузивами базальтового ряда и осадочными породами. Хилокская свита состоит из нижней песчано-конгломератовой и верхней эффузивной подсвит, залегающих на поверхности размыва гранитоидов витимканского комплекса. Базальты верхней подсвиты пористые и миндалекаменные, темно-серого, черного, бурого цветов и относятся к трахибазальтовой формации.

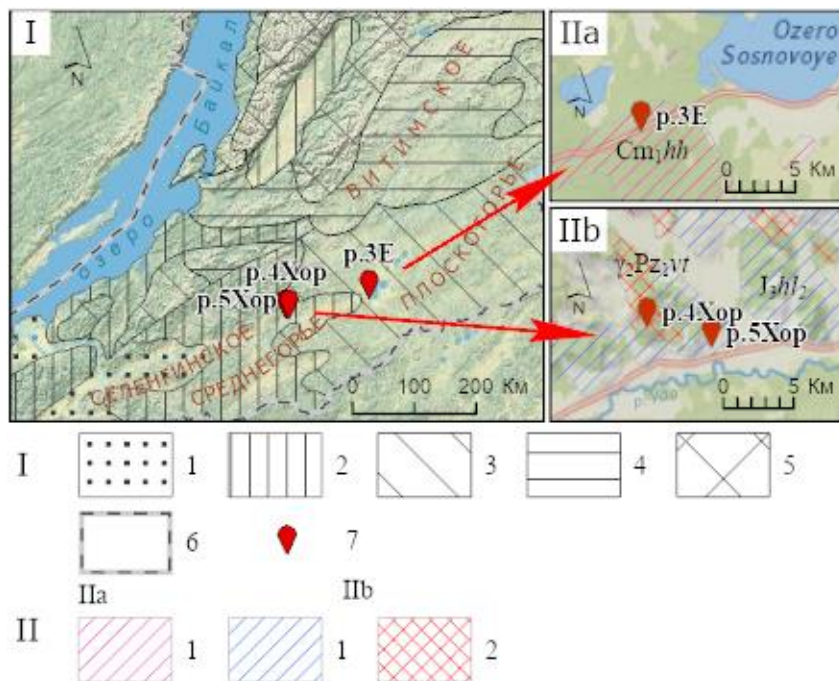


Рис. 1. Расположение объектов исследования. I – геокриологическое районирование. 1 – редкоостровное (до 10% площади), мощность (м) до 15 м, t_{cp} от 4 до -0.5 °C; 2 – островное (10–15% площади), м до 50 м, t_{cp} от 2 до -1.5 °C; 3 – прерывистое (50–80% площади), м – 50–200 м, t_{cp} от 1 до -3 °C; 4 – преимущественно сплошное (80–95 % площади), м – 100–300 м, t_{cp} от -1 до -5 °C; 5 – сплошное, м – 300–500 м и более, t_{cp} от -3 до -7 °C и ниже; 6 – граница Республики Бурятия; 7 – почвенные разрезы. II – схемы геологического строения. IIa – ключевой участок “Дархитуй”. 1 – Кембрийская система. Нижний отдел. Хохюртовская свита. Вулканогенно-пирокластические породы, мраморизованные известняки, метаморфические сланцы, песчаники. IIb – ключевой участок “Булум”. 1 – Юрская система. Верхний отдел. Хилокская свита. Верхняя подсвита. Трахибазальты, субщелочные базальты, плагиобазальты; 2 – Раннепалеозойские интрузии. II фаза. Лейкократовые биотитовые, реже двуслюдяные граниты (γ_2); дайки микрогранитов (γ_2), жилы пегматитов (p_2).

Fig. 1. Location of the research object. I – geocryological zoning. 1 – isolated patches (< 10% of area), depth < 15 m, T_{ave} from 4 to -0.5°C ; 2 – sporadic (10–15% of area), depth < 50 m, T_{ave} from 2 to -1.5°C ; 3 – discontinuous (50–80% of area), depth 50–200 m, T_{ave} from 1 to -3°C ; 4 – discontinuous (80–95 % of area), depth 100–300 m, T_{ave} from $-$ to -5°C ; 5 – continuous, depth 300–500 m and over, T_{ave} from -3 to -7°C or less; 6 – border of the Russian Federation; 7 – soil pits. II – geological maps. IIa – The Darkhitui area. 1 – Lower Cambrian: the Khokhurt suit. Basic metaeffusive rocks, volcanogenic-pyroclastic rocks, marbled limestones, metamorphic shales, sandstones. IIb – The Bulum area. 1 – Upper Jurassic. The Khilok suite. Upper subsuite. Trachybasalts, subalkaline basalts, plagiobasalts; 2 – Early Paleozoic intrusions. Phase II. Leucocratic biotite, less commonly two-mica granites (γ_2); microgranite dikes (γ_2), pegmatite veins (ρ_2).

Таблица 1. Экологические ниши почв
Table 1. Ecological niches of soils

Ключевой участок, разрез	“Дархитуй”, р. 3Е	“Булум-1”, р. 4Хор	“Булум-2”, р. 5Хор
<i>Факторы почвообразования</i>	<i>Показатели</i>		
Положение в рельефе	вершина	вершина	вершина
Высота, м	1017	870	780
Крутизна, $^{\circ}$	1–3	< 1	< 1
Обломки пород в горизонте С или D	Дацит, базальт, песчаник, алевролит	Гранит, гранодиорит, сиенит	Базальт, глинистый сланец
Породо-образующие и второстепенные минералы мелкозема материнской породы (из описания шлифов)	Калиевые полевые шпаты, кварц, слюда, плагиоклаз, биотит, магнетит, эпидот, амфибол, карбонаты	Кварц, плагиоклаз, микроклин, биотит	Плагиоклаз (основной) оливин, магнетит, амфибол, вулканическое стекло

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Ключевой участок, разрез	“Дархитуй”, р. 3Е	“Булум-1”, р. 4Хор	“Булум-2”, р. 5Хор
<i>Факторы почво- образования</i>	<i>Показатели</i>		
Возраст коренных пород (по геологи- ческой карте)	Кембрий	Ранний палеозой	Юра
Почвообразующие породы	Тяжелый су- глинок с при- сутствием щеб- ня и дресвы	Щебнисто- дресвянистый легкий сугли- нок	Щебнисто- дресвянистый песок связный
Среднегодовая t, °C	–4.1 °C	–2.7 °C	
Годовая Σ осадков, мм	305	210	
Испаряемость, мм	496	496,5	535,5
K _{увл}	0.61	0.42	0.39
Глубина, см протаивания* / промерзания**	270–300*	300–400**	
Климат	Гумидный	Семиаридный	Аридный
Растительность	Лиственничный лес с березой	Редкостойный сосняк	Криоксеро- фитная степ- ная

Юго-запад плоскогорья (участок “Дархитуй”) характеризуется среднегодовой температурой (t°) –4.1 °C, север Селенгинского среднегорья – –2.7 °C, сумма годовых осадков на юге плоскогорья составляет 305 мм/год против 210 на степном участке “Булум” (Жуков, 1960).

Вершина г. Дархитуй покрыта лиственничником. Климат характеризуется как гумидный или криогумидный. Вершины возвышенностей участка “Булум-1” покрыты редкостойным сосняком, климат характеризуется как семиаридный. Вершины холмов

участка “Булум-2” покрыты криоксерофитным травянистым покровом, климат – аридный. Испаряемость на открытой местности резко увеличивается и коэффициент увлажнения в степной экосистеме понижается на ~0.2 единицы (Бадмаев, 2021). Ландшафты, подобные ландшафтам участка “Дархитуй”, характерны для Витимского плоскогорья, а ландшафты, подобные участку “Булум”, распространяются на юг до предгорий Хангая (Убугунов и др., 2018).

Анализ морфологического строения проведен в соответствии с методами, предлагаемыми Б.Г. Розановым (2004). Физико-химические свойства и химический состав определялись согласно “Теории и практике...” (2006). Определение гранулометрического состава почвы проводили при помощи лазерного дифракционного анализатора размера частиц (Konert, Vandenberghe, 1997). При определении классификационного положения почв руководствовались полевым определителем (Полевой, 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическое строение почв

Ключевой участок “Дархитуй”. Разрез 3Е заложен в вершинной части горы Дархитуй с отметкой 1017 м, в ~8 км на запад от с. Сосново-Озерское. Координаты: 52°31'04.7" N, 111°26'02.3" E. Вершина выположена, уклон ~1–2° на запад. В микрорельефе приствольные повышения и западинки.

Растительность: лиственничный лес с березой (рис. 2б). Заросли кустарника: рододендрон даурский, спирея иволистная. В подлеске много подроста лиственницы, в напочвенном покрове – *Vaccinium vitis-idaea* L. – брусника обыкновенная, *Orthilia secunda* (L.) Hous – ортилия однобокая, *Lathyrus frolovii* Rupr – чина Фролова, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – ве́йник наземный. Проективное покрытие 5–10%. Высота древостоя до 30 м, сомкнутость крон – 0.5. Приземная часть стволов повреждена низовым пожаром. Лес имеет признаки угнетенности в виде большого количества сухостоя подроста лиственницы.



Рис. 2. Участок “Дархитуй”. **а** – профиль разреза 3Е; **б** – лиственничник.
Fig. 2. The “Darkhituy” site. **a** – soil profile in soil pit 3Е; **b** – larch forest.

Профиль почвы разреза 3Е состоит из горизонтов АУао (0–5/6) – АУ (5/6–9) – АУе (9–14) – CRMi (14–32) – CRM (32–53) – BCcrn (53–108) (рис. 2а).

АУао (0–5/6 см). Сухой опад хвои лиственницы, в верхней части неразложившийся, в средней части – среднеразложившийся, буровато-темно-серый (7.5 YR 3/2), в нижней части (4–6 см) свежий, темно-серый до черного, с обилием грибных гифов и корней, ферментативный (70–80% органики).

АУ (5/6–9). Свежий, на буровато-сером фоне (7.5 YR 4/1) буровато-темно-серые участки разлагающегося ОБ (7.5 YR 3/2). Рыхлый, слегка уплотнен корнями, по гранулометрическому составу – легкий суглинок, структура порошисто-комковатая, скреплена корнями. Включения дресвы, большого количества корней. Граница с кармановидными затеками.

АУе (9–14 см). Свежий, серовато-светло-бурый (7.5 YR 5/3), плотноватый, по гранулометрическому составу – средний суглинок, структура творожистая рассыпчатая (d агрегатов ~1–3 мм), частично скреплена корнями. Включения дресвы, щебня базальта, песчаника, алевролита, корней древесных растений, мелкозема

значительно больше, чем в АУ. Граница ровная.

CRMi (14–32 см). Влажноватый, бурый (7.5 YR 4/4), средне-суглинистый. Структура комковато-творожистая, сложная, мелкие агрегаты d 2–5 мм, крупные комки d 1–3 см. На поверхности агрегатов очень тонкая глинистая кутана. Плотный, но на участках с большим количеством корней – относительно рыхлый. Включения щебня и дресвы, покрытых глинистой кутаной, (~10% от массы почвы), древесных корней мочковатого типа, скрепляющих почву. Переход замечен по цвету, граница волнистая.

CRM (32–53 см). Влажноватый, желтовато-бурый (7.5 YR 5/4), среднесуглинистый опесчаненный. Структура мелкотворожистая, рассыпчатая, скреплена корнями. Очень тонкая глинистая кутана по граням агрегатов. Включения дресвы, щебня (4–10 см) (< 10%). Щебень разрушается руками (сапролит) и при зачистке лопатой создает белые пятна. На поверхностях участки с белым налетом, возможно, аморфный кремнезем. Переход замечен по цвету. Граница ровная.

BCsm (53–108 см). Влажноватый, буровато-желтый (10 YR 6/4), тяжелый суглинок, структура угловато-мелкокомковатая рассыпчатая, плотность неравномерная. Включения дресвы и корней. Обломки породы встречаются редко, представлены базальтами, песчаником и алевролитом. Доминирующие минералы из описаний шлифов почвообразующей породы: полевой шпат, кварц, слюда, плагиоклаз, биотит, магнетит, эпидот, амфибол, карбонаты, гиалобазальт, риолит-порфир. В сентябре почва талая. Температурные данные свидетельствуют о протаивании почвы на 270–300 см и смыкании сезонной мерзлоты с многолетней (табл. 1).

Для профиля почвы характерна замедленная гумификация листовенничного опада с образованием грубогумусированного горизонта и маломощного гумусового горизонта. Слой ферментации пронизан гифами грибов и, очевидно, продуцирует агрессивные формы гумуса, что способствует развитию оподзоливания и осветлению почвенной массы под гумусовым горизонтом. Особенностью морфологического строения исследованной почвы и почвообразующей породы является высокая степень трансформации плотных пород, сопровождающаяся образованием сапролитов и приводящая к оглиниванию. Продукты выветривания плотных

пород представляют собой легкий суглинок в поверхностных горизонтах, средний суглинок в средней части профиля, почвообразующая порода имеет тяжелосуглинистый состав. Количество щебня с глубиной уменьшается. Это может быть связано с возрастом плотных пород и глубоким химическим выветриванием.

Характерной чертой морфологического строения почвы также является высокая степень агрегированности не только почвенной массы, но и почвообразующей породы. В гумусовом горизонте агрегаты формируются благодаря влиянию свежего гумуса, определяющего порошистость и комковатость структуры. В минеральных горизонтах доминирует творожистость, а сама почвообразующая порода имеет угловато-мелкокомковатую рассыпчатую структуру. Учитывая, что глубина протаивания составляет 270–300 см, можно считать, что подобные виды структур являются признаком криогенного агрегирования и формирования криометаморфических почв в условиях глубокого протаивания и отсутствия надмерзлотного переувлажнения (Полевой..., 2008). Строение верхней части профиля свидетельствует о формировании типа почвы – дерново-криометаморфическая грубогумусированная, подтипа – оподзоленная.

Ключевые участки “Булум-1” и “Булум-2” заложены ~ в 100 км на ЗЮЗ от участка “Дархитуй”. В рельефе низкие горы и холмы. Привершинные части гор покрыты сосняками, склоны световых экспозиций и холмы – ксерофитной степной растительностью.

На участке “Булум-1” заложен разрез 4Хор. Местоположение ~ в 5 км на ЮЗ от с. Булум, в 35 км на СВ от п. Хоринск в привершинной части склона юго-западной экспозиции крутизной 3°–5°, координаты: 52°21'01" N; 110°13'27" E; h – 870 м.

Растительность: редкотравный разреженный сосновый лес (рис. 3б). Сомкнутость крон < 5.

В травянистом покрове осока стоповидная (*Carex pediformis* С.А. Меу.), горошек жилковатый (*Vicia nervata* Sipliv.), патриния скальная (*Patrinia rupestris* (Pall.) Dufr.), полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia* L.). Высота травостоя < 10 см. Проективное покрытие ~ 5%. В микрорельефе приствольные повышения, западинки.

Профиль почвы р. 4Хор состоит из горизонтов О (0–2) – АУ (2–6) – Chf (6–14) – С (14–22) (рис. 3а).

О (0–2 см). Подстилка слаборазложившаяся, рыхлая, состоит из хвои сосны и остатков травянистых растений. Включение угольков.

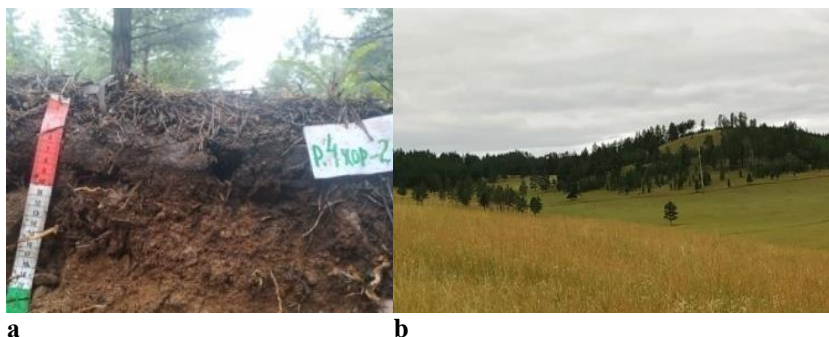


Рис. 3. Участок “Булум-1”. **а** – профиль почвы разреза 4Хор; **б** – сосновый лес занимает привершинные части низких гор.

Fig. 3. The “Bulum-1” area. **a** – soil profile of the soil pit 4Хор; **b** – pine forest occupies the summit parts of the low mountains.

АУ (2–6 см). Влажный. Буровато-серый (7.5 YR 3/3). По гранулометрическому составу – опесчаненный легкий суглинок. Структура комковатая. Рыхлый. Включения живых и мертвых корней, щебня, дресвы. Переход ясный по цвету. Граница ровная.

Chf (6–14 см). Свежий. Окраска охристо-бурая (7.5 YR 4/4). Опесчаненный средний суглинок, рыхлый. Структура непрочно-комковатая. Включения дресвы, корней. Переход ясный по цвету. Граница слабоволнистая.

Р (14–20 см). Влажный. Окраска буровато-желтая (7.5 YR 4/6). Щебнистый с дресвянисто-песчаным с заполнителем. Плотный. Бесструктурный. Включения корней. Плотные породы представлены гранитом, гранодиоритом и сиенитом. Главные породообразующие минералы – кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, биотит (табл. 1).

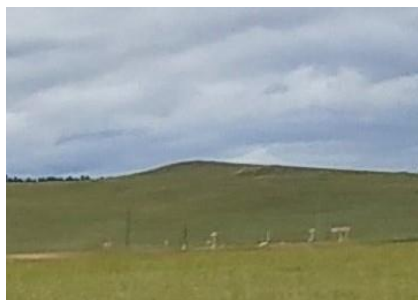
Общая мощность профиля составляет 14 см, ниже залегает

плотная порода. Маломощность профиля является признаком почв отдела Литоземы. Наличие слаборазложившейся лесной подстилки свидетельствует о небольшом поступлении опада и его замедленной переработке. Гумусовый горизонт характеризуется буроватостью окраски, что позволяет предполагать образование форм гумуса, связанных с железом. Особенностью профиля почвы является аккумуляция железа и гумуса в горизонте Chf охристо-бурого цвета (7.5 YR 4/4). Щебнистые с песчаным с дресвой заполнителем продукты выветривания пород, обеспечивающих свободный дренаж, являются условием миграции веществ из гумусового горизонта. Указанные признаки обнаруживают принадлежность почвы к типу литоземы серогумусовые (Полевой ..., 2008).

На участке “Булум-2”, расположенном в 2.5 км на восток от участка “Булум-1”, на вершине холма, заложен разрез 5Хор (рис. 4). Координаты: 52°20'33" N; 110°15'55" E; h – 780 м.



a



b

Рис. 4. Участок “Булум-2”. **a** – профиль почвы разреза 5Хор; **b** – сухая степь занимает низкие горы и холмы.

Fig. 4. The “Bulum-2” area. **a** – soil profile of the soil pit 5Xop; **b** – dry steppe occupies low mountains and hills.

Растительность: криоксерофильная степная. В составе сообщества мятлик Крылова (*Poa krylovii* Reverd), осока твердоватая *Carex duriusula* С.А. Meyer), горноколосник мягколистный (*Orostachys melacophylla* (Pall.) Fish), житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata*), по-

лынь холодная (*Artemisia frigida* Willd.), лук неравноногий (*Allium anisopodium*), тимьян байкальский (*Thymus baicalensis*), таран узколистный (*Aconogonon angustifolium* (Pall.) H. Nara), юнгия тонколистная (*Youngia tenuifolia* (Willd.) Babc. Stebbins), еремогоне волосовидная (*Eremogone capillaris*), полынь одноколосая (*Artemisia monostachya* Bungeex Maxim). Высота травостоя ~ 30 см. Проективное покрытие травянистых растений ~ 30%, с мхами и лишайниками – 80–90%.

Профиль почвы состоит из горизонтов АК (0–14 см) – АС (14–20/22 см) – R (> 22–28 см) (рис. 1а).

АК (0–14 см). Влажный. Окраска каштановая с красноватым оттенком (5 YR 4/2). Супесчаный, уплотнен корнями. Структура комковатая, скреплена корнями. Включения обилия корней, дресвы, единично – щебня. Переход постепенный, заметен по цвету. Граница ровная.

АС (14–20/22 см). Влажный. Окраска серовато-светло-бурая (10 YR 4/2). Супесчаный, плотноватый. Структура комковатая, хрупкая, легко рассыпается при давлении. Включения корней, щебня, дресвы. Переход резкий по содержанию щебня. Граница ясная по степени каменистости.

R (> 22–28 см). Щебень остроугольной формы размером 5–7 см упакован плотно. В составе каменистой фракции плотной породы доминируют базальты, базальты с цеолитом и сланцы. Главные породообразующие и акцессорные минералы представлены плагиоклазом (основным) оливином, магнетитом, с включением амфиболов, вулканического стекла.

Профиль почвы на вершине не покрытого лесом холма имеет мощность 20–22 см и резко сменяется плотной породой. Маломощность профиля и подстиление его плотной породой является признаком литозема (Полевой..., 2008). Гумусовый горизонт имеет красноватый оттенок – признак горизонта АК, что позволяет отнести почву к подтипу криогумусовые. Под гумусовым горизонтом выделяется серовато-светло-бурый переходный горизонт АС. Почва по морфологическому строению более близка к типу криогумусовые отдела литоземы.

Физико-химические свойства

Гумусовые горизонты почвы участка “Дархитуй”, несмотря на таежный тип почвообразования, при условии влияния активной биогенной аккумуляции щелочноземельных катионов, имеют близкую к нейтральной реакцию среды (табл. 2). Почва, за исключением таежной подстилки, насыщена основаниями, что также может быть связано с влиянием мерзлоты, т. к. при кристаллизации вода очищается от примесей, а в талой части растворенные вещества концентрируются, частично выпадают в осадок и задерживаются в горизонте (Савич и др., 2020). В минеральных горизонтах реакция среды кислая, очевидно, в связи с формированием кислых форм гумуса и их вертикальной миграцией. Содержание органического вещества (ОВ) поверхностного горизонта и гумуса в горизонте АУ высокое – 23.85% и 6.33%, ЕКО также высока. Указанные физико-химические свойства почвы могут способствовать развитию метаморфических процессов.

В почве под сосняком участка “Булум-1” гумусовый горизонт имеет нейтральную реакцию среды, а подгумусовый – слабокислую. Возможно, что этому способствует слабый вынос биогенных элементов в условиях семиаридного климата, а также процесс их аккумуляции при промерзании почвы. Содержание гумуса в аккумулятивном горизонте около 4%, вниз по профилю уменьшается постепенно в условиях короткопрофильности и высокого содержания корней и, очевидно, закрепления в виде соединений с железом. Поглотительная способность относительно невелика и снижается вниз по профилю постепенно. Все горизонты, и в т. ч. почвообразующая порода, насыщены основаниями. Почва имеет признаки дерново-подбуров (кислая или слабокислая реакция и характер распределения гумуса). Необходимо отметить, что почва формируется на дериватах гранитоидов. Возможно, это является условием формирования альфегумусовых почв. Все данные не противоречат отнесению почвы к подтипу литозем серогумусовый.

Таблица 2. Физико-химические свойства
Table 2. Physicochemical properties

Горизонт, глубина, см	pH		Гумус общ., %	Обменные катионы		Н ⁺ гидр.	ЕКО	СНО
				Ca ²⁺	Mg ²⁺			
	H ₂ O	KCl		смоль(экв)/кг почвы				
Криометаморфическая грубогумусная, р. 3Е								
AYao (0–5/6)	6.5	6.5	23.85*	30.00	1.25	35.9	67.15	46.54
AY (5–9)	6.0	5.3	6.33	19.00	7.00	3.82	29.82	87.19
AYe (9–14)	6.0	4.7	1.59	10.20	4.41	2.62	17.23	84.79
CRMi (14–32)	6.1	4.5	0.81	11.25	8.75	2.11	22.11	90.46
CRM (32–53)	6.2	4.5	0.83	13.10	8.75	2.16	24.01	91.00
BCerm (53–108)	6.2	4.5	0.84	12.10	8.53	2.16	22.79	90.52
Литозем серогумусовый, р. 4Хор								
AY (2–8)	7.0	6.6	4.05	15.62	3.12	3.31	22.04	85.0
Chf (8–16)	6.1	5.8	2.09	12.20	3.03	2.87	17.43	87.4
C (16–22)	5.9	5.4	1.43	8.33	2.27	1.95	12.5	84.8
Литозем криогумусовый, р. 5Хор								
AK (0–14).	7.3	-	4.60	24.00	10.00	-	34.00	0.19*
AC (14– 20/22)	7.2	-	3.69	24.20	9.09	-	33.29	0.28*

Примечание. * – CO₂ карбонатов.

Note. * – carbonates CO₂.

В почве под ксерофитным травянистым покровом (р. 5Хор), в т. ч. и в гумусовых горизонтах, реакция слабощелочная. Содержание гумуса относительно высокое: в аккумулятивных горизонтах – больше 4%, в нижележащем – 3.7%, очевидно, в связи с короткопрофильностью и наличием корней. Поглощительная способность почвы значительно выше, чем в литоземе серогумусовом. Содержание CO_2 карбонатов возрастает вниз по профилю. Указанные признаки, по-видимому, диктуются тем, что почва формируется на дериватах базальтов. В целом, несмотря на наличие сходства с криоаридными почвами, признаки литозема криогумусового доминируют.

Таким образом, физико-химические свойства исследованных почв имеют весьма значимые отличия и подтверждают принадлежность их разным типам. Причиной тому – различие занимаемых ими экологических ниш. Параметры экологических ниш задаются типами ландшафтов: таежные, лесные сосновые, ксерофитные степные. На географию последних большое влияние оказывают высотные отметки, наличие (отсутствие) многолетней мерзлоты и, очевидно, почвообразующие породы, представляющие собой дериваты сильно отличающихся по происхождению и возрасту коренных пород, их гранулометрический и вещественный составы.

Гранулометрический состав

Выветривание пород и почвообразование в привершинной части возвышенности участка “Дархитуй” приводит к формированию мелкозема от средне- до тяжелосуглинистого состава на глубину 1 м и более (табл. 3). Содержание илистой фракции в почве участка “Дархитуй” колеблется в пределах 9.6–20.9%, возрастая вниз по профилю с резким увеличением в горизонте CRMi. Но наибольшее значение характерно для почвообразующей породы, которая имеет тяжелосуглинистый состав. Объяснить это можно не столько процессом иллиммеризации, сколько выветриванием, сапролитизацией и оглиниванием породы, происходивших после кембрия. Содержание песчаных и пылеватых фракций выше илистой примерно в 3 раза.

Гранулометрический состав литозема серогумусового обна-

руживает высокое содержание песчаных и пылеватых фракций и, в отличие от криометаморфической почвы, очень низкое содержание илистой фракции. Это свидетельствует о слабом глинистом метаморфизме, что характерно для выветривания гранитоидов. Очевидно, большое значение в развитии процессов выветривания имеет снижение высотных отметок. В почвообразующей породе доминирует средний песок, а содержание фракций крупной пыли максимально в поверхностном горизонте и снижается к почвообразующей породе. Это свидетельствует об активном опесчанивании почвообразующей породы и силтизации в почвенных горизонтах, где часто происходят переходы через нулевой рубеж, а изменения температуры характеризуются большой амплитудой.

В разрезе 5Хор участка “Булум-2” по горизонтам почвенного профиля отчетливо выраженного перераспределения фракций гранулометрического состава не наблюдается, что согласуется с данными Н.И. Белоусовой (2006), свидетельствующих о том, что в условиях аридного континентального климата, малой подвижности образующегося при выветривании мелкозема, состав последнего в значительной степени будет отражать состав коренных пород, а последний, в свою очередь, – свойства мелкозема. Доминирующими фракциями являются пылеватая и мелкопесчаная. Высокое содержание этих фракций может быть обусловлено не только физическим выветриванием, но и микроагрегацией тонкодисперсных частиц, цементированием их железом и последующей его кристаллизацией в период весенне-летнего иссушения и прогревания (Соколов и др., 2006; Макеев, 2019; Савич и др., 2020). Высокое содержание фракций пыли обуславливает снижение водопроницаемости (Цыбжитов, 2000).

Очевидно, что в результате выветривания и почвообразования в почвах формируются такие соотношения между фракциями песка, пыли и ила, которые обуславливают хорошие условия для фильтрации в почве под сосняком, затрудненные – под степью и хорошие, в условиях хорошей агрегированности, – под тайгой. Указанные различия в гранулометрическом составе пород и почв, а значит и в режиме влажности, по-видимому, должны влиять на все свойства почв, и в т. ч. на валовой химический состав.

Таблица 3. Гранулометрический состав почв
Table 3. Soil texture

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций (мм), %: размер частиц в мм									песок : пыль : ил
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	< 0.001	< 0.01	1-0.05 песок	0.01-0.001 пыль	
Криометаморфическая грубогумусная, р. 3Е										
AY (5-9)	30.9	13.8	35.1	9.3	9.3	9.6	28.3	44.7	53.7	4.7 : 5.6 : 1.0
AYe (9-14)	32.2	17.3	26.4	10.2	11.2	13.7	35.0	49.5	47.8	3.6 : 3.5 : 1.0
CRMi (14-32)	31.9	13.2	23.5	12.3	8.5	18.3	39.1	45.1	44.3	2.5 : 2.4 : 1.0
CRM (32-53)	35.3	12.9	23.3	10.3	9.7	18.2	38.2	48.2	43.3	2.6 : 2.4 : 1.0
BCrm (53- 108)	39.2	11.6	17.6	10.2	10.5	20.9	43.7	50.8	38.3	2.4 : 1.8 : 1.0
Литозем серогумусовый, р. 4Хор										
AY (2-8)	16.8	35.8	25.2	8.0	11.4	2.8	22.2	52.6	44.6	18.8 : 15.9 : 1.0
Chf (8-16)	24.6	22.1	19.3	12.4	17.4	4.2	34.0	46.7	49.1	11.1 : 11.7 : 1.0
C (16-22)	40.6	13.1	17.3	10.5	14.9	3.6	29.0	53.7	42.7	14.9 : 11.9 : 1.0
Литозем криогумусовый, р. 5Хор										
AK (0-14)	1.4	45.6	42.9	3.7	4.8	1.6	10.1	47.0	51.4	29.4 : 32.1 : 1.0
AC (14- 20/22)	2.0	41.5	48.0	3.0	4.0	1.4	8.4	43.5	55.0	31.1 : 39.3 : 1.0

Валовой химический состав

Данные валового химического состава (табл. 4) показывают, что почвообразующая порода привершинной части почвы участка “Дархитуй”, представленная дериватами метаморфизованных эффузивов, известняков и сланцев кембрия, имеет кислый состав с содержанием SiO_2 68.50%. В процессе почвообразования происходит вынос из верхней части профиля железа и алюминия, в меньшей степени – магния. При этом относительно накапливается кремнезем до 71.65%. В результате отношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ вниз по профилю несколько снижается, обнаруживая основность коренных пород. Биогенно в аккумулятивных горизонтах накапливаются Mn, Ti, Ca, Na, P.

Легкосуглинистая каменистая порода под литоземом серогумусовым, формирующаяся на продуктах выветривания раннепалеозойских гранитоидов, имеет кислый состав. В отличие от криометаморфической почвы в верхней части профиля происходит аккумуляция не только Ca, Mg, Mn, Ti, K, P, но и Fe и Al, очевидно, в связи с семиаридностью климата и слабой выраженностью нисходящего движения влаги. Отчетливо выносятся вниз по профилю только Na и K. Соответственно, отношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ в горизонтах профиля ниже, чем в почвообразующей породе.

Резко отличается по содержанию SiO_2 (~47–48%) почва под ксерофитной степной растительностью, формирующаяся на продуктах выветривания базальтов. Полученные данные демонстрируют более высокое содержание Fe, Al, Ca, Mg, Mn и Ti в горизонтах профиля по сравнению с почвами на дериватах метаэффузивов кембрия и гранитоидов палеозоя. Высокое содержание железа и биогенных элементов тесно связано с составом коренных пород. Очевидно также, что выносу веществ за пределы почвенного профиля препятствуют аридность климата и промерзание.

ВЫВОДЫ

1. В целом анализ показал, что современные климатические и экологические факторы почвообразования в Забайкалье имеют большие отличия в зависимости от высотного положения территории и в меньшей степени от широты местности.

Таблица 4. Валовой химический состав почв (% на прокаленную бескарбонатную навеску)

Table 4. The Bulk composition of soil (% of calcined decarbonated weighed samples)

Горизонт, глубина, см	Ппп	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂ /R ₂ O ₃
<i>Криометаморфическая грубогумусная, р. 3Е</i>												
AYao (0–5/6)	24.84	69.32	14.77	4.78	0.51	0.90	2.01	1.00	3.78	2.18	0.31	3.55
AY (5–9)	16.09	70.55	14.66	4.48	0.42	0.89	1.56	0.92	3.92	2.30	0.24	3.69
AYe (9–14)	6.07	71.65	14.80	4.46	0.12	0.90	1.08	0.85	3.82	2.37	0.17	3.72
CRMi (14–32)	5.82	69.76	15.82	5.49	0.10	0.83	0.97	1.06	3.82	2.10	0.12	3.27
CRM (32–53)	5.93	68.46	16.16	5.85	0.22	0.87	1.02	1.12	3.83	2.14	0.12	3.11
BCrsm (53–108)	5.99	68.50	16.17	6.03	0.21	0.87	1.01	1.12	3.84	2.16	0.12	3.09
<i>Литозем серогумусовый, р. 4Хор</i>												
AY (2–8)	7.50	62.38	17.08	7.03	0.26	0.93	2.55	1.59	3.75	4.03	0.22	2.59
Chf (8–16)	5.20	63.58	17.06	6.96	0.15	0.90	2.19	1.44	3.71	4.16	0.15	2.65
C (16–22)	3.16	66.91	16.11	5.28	0.06	0.64	1.64	0.90	4.02	4.29	<0.10	3.13
<i>Литозем криогумусовый, р. 5Хор</i>												
AK (0–14)	9.91	48.63	17.06	14.41	0.23	3.16	6.76	2.98	2.67	3.11	1.66	1.55
AC (14–20/22)	9.64	47.37	17.39	15.27	0.25	3.20	7.08	3.18	2.56	3.13	1.73	1.45

Разнообразие различных экологических ниш обуславливают формирование почв, морфологическое строение которых характеризуется ярко выраженными отличительными чертами.

2. Наряду со всеми параметрами экологических ниш большое влияние на валовой и гранулометрический составы, физико-химические свойства и классификационное положение оказывают состав и свойства продуктов выветривания коренных пород.

3. На дериватах вулканогенно-пирокластических метаэффузивов, мраморизованных известняков, метаморфических сланцев и песчаников кембрия, в условиях глубокого протаивания мерзлоты формируются криометаморфические грубогумусированные оподзоленные почвы.

4. В почвах семиаридных и аридных условий почвообразование и выветривание приводят к накоплению пылеватых и мелкопесчаных фракций и к весьма слабому развитию оглинивания.

5. На дериватах раннепалеозойских биотитовых гранитов, гранодиоритов и сиенитов Витимканского комплекса раннего палеозоя в семиаридных условиях под влиянием длительного сезонного промерзания в поясе сосновых лесов формируются литоземы серогумусовые, несущие признаки развития альфегумусовых процессов.

6. На продуктах выветривания основных пород юрского периода в сухостепном поясе под криоксерофильными степями в аридных условиях в привершинных частях холмов и низких гор формируются литоземы криогумусовые с признаками криоаридных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадмаев Н.Б., Гынинова А.Б., Цыбенков Ю.Б. Климатические ареалы полей в координатах системы “почва-климат” по территории южной границы криолитозоны Забайкалья // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, География. 2021. № 2. С. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2021-2-3-14>.
2. Балсанова Л.Д., Бадмаев Н.Б., Найданов Б.Б., Балсанов А.В. Разнообразие и свойства буроземов прибрежных горных поднятий на восточном побережье оз. Байкал // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, География. 2022. №3. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2022-3-3-13>.

3. Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б., Бадмаев Н.Б. Роль литогенной основы в формировании разнообразия дерново-подбуров в Забайкалье // Доклады РАСХН. 2015. № 6. С. 28–31.
4. Белоусова Н.И. Внутрипочвенное выветривание основных пород в гумидных полярно-бореальных условиях // Почвообразовательные процессы. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. С. 91–141.
5. Вторушин В.А. Автоморфные почвы горной тайги Центральной части Южного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1982. 176 с.
6. Геологическая карта Бурятской АССР масштаба 1 : 200 000. Объяснительная записка. Л.: Ленкартфабрика, 1966. 150 с.
7. Геокриология СССР. Горные страны юга СССР / Под ред. Э.Д. Еришова. М.: Недра, 1989. 359 с.
8. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010. 414 с.
9. Горячкин С.В., Водяницкий Ю.Н., Конюшков Д.Е., Лесовая С.Н., Мергелов Н.С., Титова А.А. Биокоиматогенные и геогенные проблемы географии почв Северной Евразии // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2008. Вып. 62. С. 48–68.
10. Градусов Б.П. Закономерности географии и генезиса минералогокристаллохимической основы почв и процессов ее изменений при почвообразовании // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1138–1146.
11. Гынинова А.Б., Бадмаев Н.Б. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов в почвах Еравнинской котловины Забайкалья // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, География. 2021. № 2. С. 15–30. DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2021-2-15-30>.
12. Дугаров В.И., Куликов А.И. Агрофизические свойства мерзлотных почв. Новосибирск: Наука СО РАН, 1990. 255 с.
13. Жуков В.М. Климат Бурятской АССР. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1960. 188 с.
14. Макеев О.В. Криология почв. М.: РАН, 2019. 464 с.
15. Ногина Н.А. Почвы Забайкалья. М.: Наука, 1964. 314 с.
16. Опанасенко Н.Е. Роль рельефа и плотных горных пород в выветривании и почвообразовании скелетных почв // Бюллетень ГНБС. 2015. Вып. 114 С. 69–74. URL: <https://boolt.nbgnscl.ru/download/114/114.pdf>.
17. Полевой определитель Почв России. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
18. Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию профессора О.В. Макеева). Путеводитель научных экскурсий

Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва–Улан-Удэ, 2015. 178 с.

19. Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: Акад. Проект, 2004. 431 с.

20. Руженцев С.В., Минина О.Р., Некрасов Г.Е., Аристов В.А., Голионко Б.Г., Доронина Н.А., Лыхин Д.А. Байкало-Витимская складчатая система: строение и геодинамическая эволюция // Геотектоника. 2012. № 2. С. 3–28.

21. Салоп Л.И. Геология Байкальской горной области. Т. 2. М., 1967. 653 с.

22. Савич В.И., Белопухов С.Л., Балабко П.Н., Сорокин А.Е., Дмитриевская И.И. Влияние промораживания и криогенеза на свойства почв // Вестник РГАТУ. 2020. № 1(45). С. 52–56. DOI: <https://doi.org/10.36508/RSATU.2020.45.1.009>.

23. Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.

24. Соколов И.А. О геохимии почвенного внутригоризонтного выветривания // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 236–244.

25. Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1997. 244 с.

26. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: “Гуманитарные технологии”, 2004. 288 с.

27. Соколов И.А., Конюшков Д.Е., Наумов Е.М., Ананко Т.В., Якушева Т.Е. Почвенный криогенез // Почвообразовательные процессы. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. С. 144–167.

28. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.

29. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.

30. Убугунов В.Л., Убугунова В.И. Почвообразующие породы – ключ к пониманию самобытности почвообразования в Западном Забайкалье // Природа внутренней Азии. 2017. № 4(5) С. 37–50. DOI: <https://doi.org/10.18101/2542-0623-2017-4-37-50>.

31. Убугунов Л.Л., Убугунова В.И., Белозерцева И.А., Гынинова А.Б., Сороковой А.А., Убугунов В.Л. Почвы и почвенный покров бассейна оз. Байкал // География и природные ресурсы. 2018. № 4. С. 65–71.

32. Убугунова В.И., Цыбжитов Ц.Х., Большаков В.А. Бурые горно-лесные почвы Прибайкалья // Почвоведение. 1985. № 7. С. 14–24.

33. Флоренсов Н.А., Олюнин В.А. Рельеф и геологическое строение // Прибайкалье и Забайкалье. М.: Наука, 1965. С. 23–91.

34. Фридланд В.М. О роли выветривания в создании почвенного профиля и разделении почвенной массы // Почвоведение. 1955. № 12. С. 7–17.

35. Цыбжитов Ц.Х., Убугунова В.И. Генезис и география таежных почв бассейна оз. Байкал. Улан-Удэ, 1992. 239 с.

36. Цыбжитов Ц.Х., Цыбжитов А.Ц. Почвы бассейна озера Байкал. Т. 3: Генезис, география и классификация таежных почв. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000. 172 с.
37. Цыганков А.А. Позднепалеозойские гранитоиды Западного Забайкалья: последовательность формирования, источники магм, геодинамика // Геология и геофизика. 2014. Т. 55(2). С. 197–227.
38. Ярмолюк В.В., Будников С.В., Коваленко В.И., Антипин В.С., Горегляд А.В., Сальникова Е. Б., Котов А.Б., Козаков И.А., Ковач В.П., Яковлева З.С., Бережная Н.Г. Геохронология и геодинамическая позиция Ангаро-Витимского батолита // Петрология. 1997. Т. 5. № 5. С. 451–466.
39. Gyninova A.B., Badmaev N.B., Sybenov Yu.B., Gonchikov B.-M.N., Mangataev A.T., Kulikov A.I., Sympilova D.P. Soils of the Darkhitui catena in the southern Vitim Plateau and their micromorphological features // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. Syktyvkar: 2021. 862 012068.
40. Konert M., Vandenbergh J. Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction // Sedimentology. 1997. Vol. 44(3). P. 523–535.

REFERENCES

1. Badmaev N.B., Gyninova A.B., Tsybenov Ju.B., Klimaticheskie arealy polej v koordinatah sistemy “pochva-klimat” po territorii yuzhnoj granicy krio-litozony Zabajkal'ya (Climatic areas of fields in the coordinates of the soil-climate system along the southern boundary of the Transbaikalian permafrost zone), *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, Geografiya*, No. 2, pp. 3–14, DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2021-2-3-14>.
2. Balsanova L.D., Badmaev N.B., Najdanov B.B., Balsanov A.V., Raznoobrazie i svoystva burozemov pribrezhnykh gornyykh podnyatiy na vostochnom poberezh'e oz. Bajkal (Diversity and properties of burozems of coastal mountain uplifts on the eastern coast of Lake Baikal), *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, Geografiya*, 2022, No. 3, pp. 4–12, DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2022-3-3-13>.
3. Balsanova L.D., Gyninova A.B., Badmaev N.B., Rol' litogennoy osnovy v formirovanii raznoobraziya dernovo-podburov v Zabajkal'e (The role of the lithogenic base in the formation of soddy podbur diversity in Transbaikalia), *Doklady RASHN*, 2015, No. 6, pp. 28–31.
4. Belousova N.I., Vnutripochvennoe vyvetrивание osnovnykh porod v gumidnykh polyarno-boreal'nykh usloviyakh (Intrasoil weathering of basic rocks under humid polar-boreal conditions), In: *Pochvoobrazovatel'nye process* (Soil for-

mation processes), Moscow: Pochvennyj in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2006, pp. 91–141.

5. Vtorushin V.A., *Avtomorfnye pochvy gornoj tajgi Central'noj chasti Yuzhnogo Zabajkal'ya* (Automorphic soils of the mountain taiga of the central part of southern Transbaikalia), Novosibirsk: Nauka, 1982, 176 p.

6. *Geologicheskaya karta Buryatskoj ASSR masshtaba 1 : 200 000. Ob'yasnitel'naya zapiska* (Geological map of the Buryat ASSR at a scale of 1 : 200,000. Explanatory note), Leningrad: Lenkartfabrika, 1966, 150 p.

7. E.D. Ershov (Ed.), *Geokriologiya SSSR. Gornye strany juga SSSR* (Geocryology of the USSR. Mountainous countries of the south of the USSR), Moscow: Nedra, 1989, 359 p.

8. Goryachkin S.V., *Pochvennyj pokrov Severa (struktura, genesis, ekologiya, evolyuciya)* (Soil cover of the North (structure, genesis, ecology, evolution)), Moscow: GEOS, 2010, 414 p.

9. Goryachkin S.V., Vodyanickij Yu.N., Konyushkov D.E., Lesovaya S.N., Mergelov N.S., Titova A.A., *Biokoimatogennye i geogennye problem geografii pochv Severnoj Evrazii* (Biocoimatogenous and geogenic problems of soil geography in Northern Eurasia), *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2008, No. 62, pp. 48–68.

10. Gradusov B.P., *Zakonomernosti geografii i genezisa mineralo-kristallohimicheskoy osnovy pochv i processov ee izmenenij pri pochvoobrazovanii* (Patterns of geography and genesis of the mineralogical and crystallochemical basis of soils and the processes of its changes during soil formation), *Pochvovedenie*, 2005, No. 9, pp. 1138–1146.

11. Gyninova A.B., Badmaev N.B., *Mikromorfologicheskaya diagnostika pochvoobrazovatel'nyh processov v pochvah Eravninskoj kotloviny Zabajkal'ya* (Micromorphological diagnostics of soil-forming processes in soils of the Eravninskaya depression of Transbaikalia), *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, Geografiya*, 2021, No. 2, pp. 15–30, DOI: <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2021-2-15-30>.

12. Dugarov V.I., Kulikov A.I., *Agrofizicheskie svoystva merzlotnyh pochv* (Agrophysical properties of permafrost soils), Novosibirsk: Nauka SO RAN, 1990, 255 p.

13. Zhukov V.M., *Klimat Burjatskoj ASSR* (Climate of the Buryat ASSR), Ulan-Udje: Burjat. kn. izd-vo, 1960, 188 p.

14. Makeev O.V., *Kriologiya pochv* (Soil cryology.), Moscow: RAN, 2019, 464 p.

15. Nogina N.A., *Pochvy Zabajkal'ya* (Soils of Transbaikalia), Moscow: Nauka, 1964, 314 p.

16. Opanasenko N.E., *Rol' rel'efa i plotnyh gornyh porod v vyvetrivanii i pochvoobrazovanii skeletnyh pochv* (The role of relief and dense rocks in

- weathering and soil formation of skeletal soils), *Byulleten' GNBS*, 2014, Vol. 114, pp. 69–74, URL: <https://boolt.nbgnc.ru/download/114/114.pdf>.
17. *Polevoj opredelitel' Pochv Rossii* (Field guide to soils of Russia), Moscow: Pochvennyj in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2008, 182 p.
18. Pochvy holodnyh oblastej: genezis, geografiya, ekologiya (k 100-letiyu professora O.V. Makeeva) (Soils of cold regions: genesis, geography, ecology (on the 100th anniversary of professor o. V. Makeev)), *Putevoditel' nauchnyh ekskursij Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* (Guide to scientific excursions of theAall-russian scientific conference with international participation), Moscow–Ulan-Ude, 2015, 178 p.
19. Rozanov B.G., *Morfologiya pochv* (Soil morphology), Moscow: Akad. Proekt, 2004, 431 p.
20. Ruzhencev S.V., Minina O.R., Nekrasov G.E., Aristov V.A., Golionko B.G., Doronina N.A., Lyhin D.A., Bajkalo-Vitimsкая skladchataya sistema: stroenie i geodinamicheskaya evolyuciya (Baikal-Vitim fold system: structure and geodynamic evolution), *Geotektonika*, 2012, No. 2, pp. 3–28.
21. Salop L.I., *Geologiya Bajkal'skoj gornoj oblasti* (Geology of the Baikal mountain region), Vol. 2., Moscow, 1967, 653 p.
22. Savich V.I., Belopuhov S.L., Balabko P.N., Sorokin A.E., Dmitrevskaya I.I., Vliyanie promorazhaivaniya i kriogeneza na svojstva pochv (The influence of freezing and cryogenesis on soil properties), *Vestnik RGATU*, 2020, No. 1(45), pp. 52–56, DOI: <https://doi.org/10.36508/RSATU.2020.45.1.009>.
23. Sokolov I.A., *Vulkanizm i pochvoobrazovanie* (Volcanism and soil formation), Moscow: Nauka, 1973, 224 s.
24. Sokolov I.A., O geohimii pochvennogo vnutrigorizontnogo vyvetrivaniya (On the geochemistry of soil intrahorizon weathering), In: *Problemy pochvovedeniya* (Problems of soil science), Moscow: Nauka, 1978, pp. 236–244.
25. Sokolov I.A., *Pochvoobrazovanie i ekzogenez* (Soil formation and exogenesis), Moscow: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva, 1997, 244 p.
26. Sokolov I.A., *Teoreticheskie problem geneticheskogo pochvovedeniya* (Theoretical problems of genetic soil science), Novosibirsk: “Gumanitarnye tekhnologii”, 2004, 288 p.
27. Sokolov I.A., Konyushkov D.E., Naumov E.M., Ananko T.V., Yakusheva T.E., Pochvennyj kriognenez (Soil cryogenesis), In: *Pochvoobrazovatel'nye processi* (Soil formation processes), Moscow: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2006, pp. 144–166.
28. Targul'yan V.O., *Pochvoobrazovanie i vyvetrivanie v holodnyh gumidnyh oblastyah* (Soil formation and weathering in cold humid regions), Moscow: Nauka, 1971, 268 p.

29. *Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv* (Theory and practice of chemical analysis of soils), Moscow: GEOS, 2006, 400 p.
30. Ubugunov V.L., Ubugunova V.I., Pochvoobrazuyushchie породы – klyuch k ponimaniyu samobytnosti pochvoobrazovaniya v Zapadnom Zabajkal'e (Soil-forming rocks – the key to understanding the uniqueness of soil formation in Western Transbaikalia), *Priroda vnutrennej Azii*, 2017, No. 4(5), pp. 37–50, DOI: <https://doi.org/10.18101/2542-0623-2017-4-37-50>.
31. Ubugunov L.L., Ubugunova V.I., Belozereva I.A., Gyninova A.B., Sorokovoj A.A., Ubugunov V.L., Pochvy i pochvennyj pokrov bassejna oz. Bajkal (Soils and soil cover of the Lake Baikal basin), *Geografiya i prirodnye resursy*, 2018, No. 4, pp. 65–71.
32. Ubugunova V.I., Tsybzhitov C.H., Bol'shakov V.A., Burye gorno-lesnye pochvy Pribajkal'ya (Brown mountain forest soils of the Baikal region), *Pochvovedenie*, 1985, No. 7, pp. 14–24.
33. Florensov H.A., Olyunin V.A., Rel'ef i geologicheskoe stroenie (Relief and geological structure), In: *Pribajkal'e i Zabajkal'e*, Moscow: Nauka, 1965, pp. 23–91.
34. Fridland V.M., O roli vyvetrivaniya v sozdanii pochvennogo profilya i razdelenii pochvennoj massy (On the role of weathering in the formation of a soil profile and the division of the soil mass), *Pochvovedenie*, 1955, No. 12, pp. 7–17.
35. Tsybzhitov C.H., Ubugunova V.I., *Genezis i geografiya taezhnyh pochv bassejna oz. Bajkal* (Genesis and geography of taiga soils of the Lake Baikal basin), Ulan-Ude, 1992, 239 p.
36. Tsybzhitov C.H., Tsybzhitov A.C., *Pochvy bassejnaozeraBajkal. Vol. 3: Genezis, geografiya i klassifikaciyataezhnyh pochv* (Soils of the Lake Baikal basin. Vol. 3: Genesis, geography, and classification of taiga soils), Ulan-Ude: Izd-vo BNC SO RAN, 2000, 172 p.
37. Tsygankov A.A., Pozdnepaleozojskie granitoidy Zapadnogo Zabajkal'ya: posledovatel'nost' formirovaniya, istochnikimagm, geodinamika (Late Paleozoic granitoids of Western Transbaikalia: formation sequence, magma sources, geodynamics), *Geologiya i geofizika*, 2014, Vol. 55(2), pp. 197–227.
38. Yarmolyuk V.V., Budnikov S.V., Kovalenko V.I., Antipin V.S., Goreglyad A.V., Sal'nikova E. B., Kotov A.B., Kozakov I.A., Kovach V.P., Yakovleva Z.S., Berezhnaya N.G., Geohronologiya i geodinamicheskaya poziciya Angaro-Vitimskogo batolita (Geochronology and geodynamic position of the Angara-Vitim batholith), *Petrologiya*, 1997, Vol. 5, No. 5, pp. 451–466.
39. Gyninova A.B., Badmaev N.B., Cybenov Yu.B., Gonchikov B.-M.N., Mangataev A.T., Kulikov A.I., Sympilova D.P., Soils of the Darkhitui catena in the southern Vitim Plateau and their micromorphological features, *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science, Syktyvkar, 2021, 862 012068.

40. Konert M., Vandenberghe J., Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction, *Sedimentology*, 1997, Vol. 44(3), pp. 523–535.