

УДК 631.4

## ПОЧВЫ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ШЕРЛОВГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

М.А. Солодухина<sup>1</sup>, С.Г. Дорошкевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>2</sup> Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия



Представлены данные по изучению пространственного распределения почв на примере Шерловогорского рудного района. Ранее почвенных исследований в этом районе не было. В основу статьи положены исследования, проведенные авторами в 2011–2012 гг. Использовались сравнительно-географические, картографические и морфологические методы изучения почв. На изученной территории выделено 4 типа (6 подтипов) почв: чернозем (бескарбонатный и мучнисто-карбонатный), каштановая мучнисто-карбонатная почва, щебнистая маломощная и мерзлотная лугово-лесная почва. Почвы имеют легко- и среднесуглинистый гранулометрический состав, слабощелочную, близкую к нейтральной и нейтральную реакцию среды, высокое содержание гумуса (за исключением каштановой почвы), среднюю степень насыщенности почв основаниями. Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает влияние на почвы, выражающееся в нарушении естественного сложения и плотности природных почв, а также в формировании новых почвенных образований – техноземов.

**Ключевые слова:** почвы, сухостепная зона, рудный район, Забайкалье.

### Введение

Шерловогорский рудный район находится на юго-востоке Забайкальского края в пределах Онон-Аргунской степи, в бассейне р. Борзя. Согласно схеме физико-географического районирования принадлежит к Центрально-Азиатской пустынно-степной области, Монгольской степной провинции высоких равнин и гор [Атлас... 1967]. В природном отношении объект расположен в пределах природного Борзинского степного округа [Типы местности... 1961].

Шерловогорская рудно-магматическая система приурочена к гранитной интрузии мезозойского возраста [Барабанов, 1975; Гайворонский, 1995]. По Б.А. Гайворонскому абсолютный возраст онгоитов – 136–153 млн лет, что соответствует поздней юре – раннему мелу [Гайворонский, 1995].

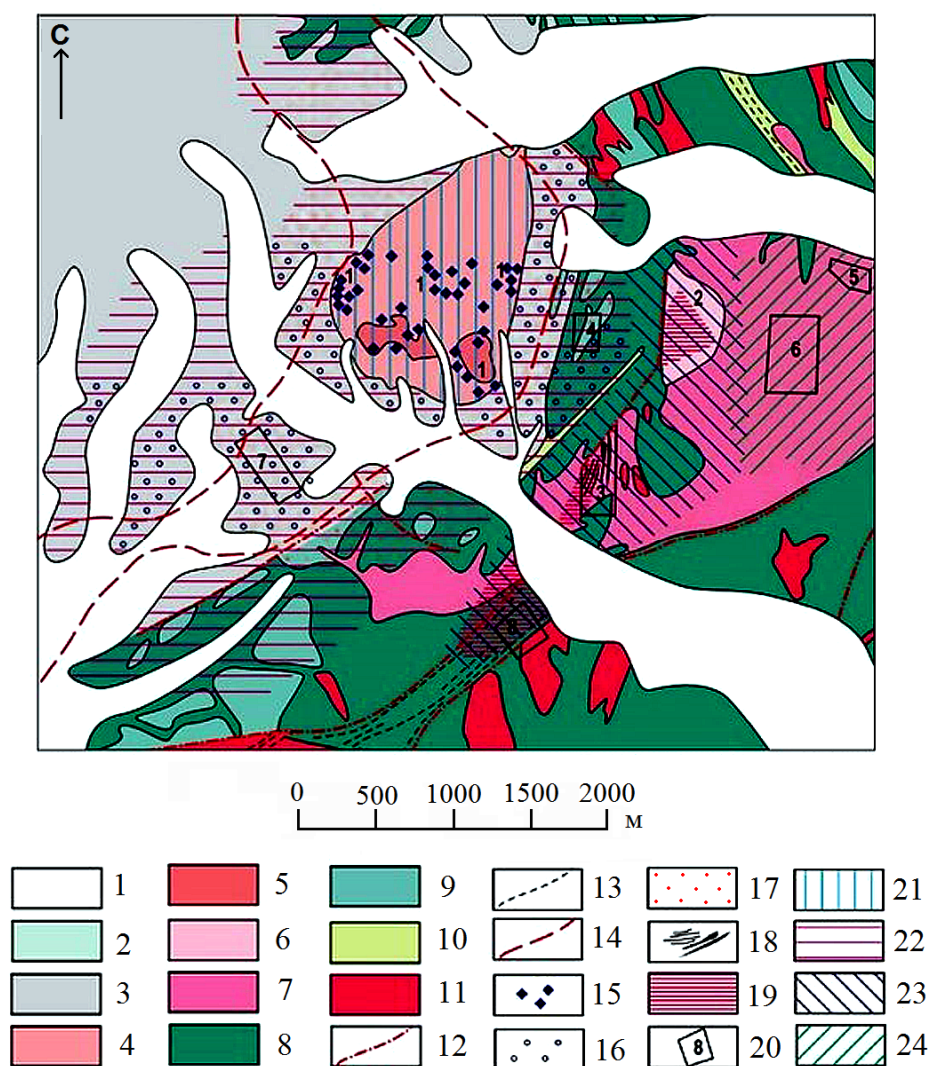
Интрузия эта локализована в зоне сочленения нескольких разломов, развитых в зоне изгиба контакта герцинских габбро-диоритов с песчанико-сланцевой толщей нижнего карбона. Каменноугольные толщи являются вмещающими горными породами Шерловогорских интрузий [Онтеев, 1974; Барабанов, 1975; Гайворонский, 1995].

По данным [Аристов и др., 1961], геологическое строение Шерловогорского гранитного интрузива представляется следующим образом. Наиболее изученная южная часть Шерловогорской интрузии сложена крупнозернистыми порфировидными гранитами, гранит-порфирами и аплитовидными гранит-порфирами (рис. 1).

Эти горные породы рассечены трещинами, разломами, зонами дробления и во многих местах интенсивно грейзенизированы. Метапесчаники и сланцы нижнекаменноугольной толщи в зоне контакта с гранитоидной интрузией превращены в ороговикоподобные песчаники и сланцы, а также роговики. Здесь же, в зоне экзоконтакта гранитного массива вскрыта эруптивная брекчия, в которой обломки ороговикоподобных металевролитов и метапесчаников сцементированы гранит-порфиром. Глубина эрозионного среза Шерловогорского гранитного массива не превышает 200 м (рис. 1) [Барабанов, 1975].

Формирование гранитного массива было длительным. Завершение собственно магматической деятельности сопровождалось проявлением тектонических подвижек, в результате чего подновились более древние разломы. Эти разрывные нарушения вскрыли более глубокие очаги еще не застывшей магмы, насыщенной летучими и рудными компонентами, продуктами эволюции которой стали грейзеновые тела и кварцево-жильные образования, сложенные кварцем, топазом, бериллом, вольфрамитом, касситеритом, висмутином, молибденитом и другими рудными минералами. Заключительный этап истории развития структуры Шерловогорского интрузива выразился в возобновлении тектонических напряжений, приведших к образованию жил безрудного халцедоновидного кварца [Барабанов, 1975].

Многочисленные рудопроявления, приуроченные к Шерловогорскому гранитному массиву, генетически связаны с его становлением.



**Рис. 1. Геологическая карта Шерловогорской рудно-магматической системы [Онтоев, 1974]**

Схематическая геологическая карта Шерловогорского рудного поля: 1) четвертичные отложения; 2) отложения нижнего мела, тургинский ярус: песчаники, аргиллиты, конгломераты; 3) нижний карбон: сланцево-песчаниковая толща с прослоями эффузивных пород и реже известняков с фауной турне-визейского возраста; 4) гранит-порфир и порфировидный гранит (Mz); 5) равномерно среднезернистый гранит; 6) эруптивная брекчия кварцевых порфиров II фазы (Mz); 7) субинтрузивные кварцевые порфиры I фазы; 8) диоритовые порфириды и порфиры, реже габбродиорит-порфириды, габбродиориты и диориты (Pz); 9) флюидальные порфириды, их туфы и туфобрекчии (Pz); 10) серпентиниты (по ультрабазитам); 11) плагиограниты и граниты палеозоя; 12) разрывные нарушения; 13) зона смятия, расланцевания и дробления; 14) предполагаемое подземное продолжение Шерловогорского массива гранитов; 15) грейзеновые тела; 16) участки грейзенизации во вмещающих граниты породах; 17) зона контактового метаморфизма; 18) кварц-турмалиновые жилы с оловом; 19) зоны турмалинизации; 20) рудные участки и их номера: 1 – Шерловогорский грейзеново-вольфрамовый, 2 – Сопка Большая, 3 – Кварц-турмалиновый отрог, 4 – Аплитовый отрог, 5 – Северо-восточный, 6 – Восточный, 7 – верховье пади Заводской, 8 – Высокий; 21–24 – зоны минерализации: 21 – вольфрамитовая-грейзеновая в гранитах; 22 – кварц-полевошпат-вольфрамит-касситеритовая; 23 – турмалино-сульфидно-касситеритовая; 24 – сфалерит-галенитовая со слабым сульфидно-касситеритовым оруденением

**Fig. 1. The geological map of the Sherlovogorsk ore-magmatic system [Ontoev, 1974]**

Schematic geological map of the Sherlovogorsk ore area: 1) Quaternary deposits; 2) Lower Cretaceous deposits, Turginsky layer: sandstones, mudstones, conglomerates; 3) Lower Carboniferous: shale-sandstone stratum with interbeds of effusive rocks and less commonly limestones with fauna of the Tournaisian age; 4) porphyry granite and porphyry granite (Mz); 5) uniformly medium-grained granite; 6) eruptive breccia of quartz porphyry phase II (Mz); 7) subintrusive quartz porphyry phase I; 8) diorite porphyrites and porphyrites, less commonly gabbrodiorite-porphyrites, gabbrodiorites and diorites (Pz); 9) fluid porphyrites, their tuffs and tuff breccias (Pz); 10) serpentinites (according to ultrabases); 11) plagiogranites and Paleozoic granites; 12) explosive violations; 13) zone of crushing, shattering and crushing; 14) the alleged underground continuation of the Sherlovogorsk massif of granites; 15) greisen bodies; 16) areas of greisenization in rocks containing granite; 17) a zone of contact metamorphism; 18) quartz-tourmaline veins with tin; 19) tourmaline zones; 20) ore sites and their numbers: 1 – Sherlovogorsk greisen-tungsten, 2 – Sopka Bolshaya, 3 – Quartz-tourmaline spur, 4 – Aplit spur, 5 – North-East, 6 – East, 7 – the upper reaches of the Zavodskaya paddy, 8 – Tall; 21–24 – mineralization zones: 21 – tungsten-greisen in granites; 22 – quartz-feldspar-tungsten- cassiterite; 23 – tourmaline-sulfide-cassiterite; 24 – sphalerite-galena with weak sulfide-cassiterite mineralization

Более сложной является геологическая история той части Шерловгорского массива, с которой связано олово-полиметаллическое оруденение, с мышьяком в арсенопирите. Здесь, в районе сопки Большой в киммерийский магматический цикл на месте пересечения двух крупных тектонических нарушений, расположенных восточнее выхода гранитной интрузии, возник вулкан, который дал субинтрузии, покровы и дайки кварцевых порфиров и фельзитов их туфы и туфобрекчии [Барабанов, 1975], с которым генетически связано оруденение.

Важной особенностью полиметаллического Шерловгорского месторождения в целом является формирование его в два этапа, на протяжении которых рудообразование пространственно приурочено к различным участкам месторождения. Для первого, раннего, этапа характерно образование редкометального оруденения жильного и грейзенового типов с ферберитом, касситеритом, бериллом, топазом,

сидерофиллитом в гранитном массиве и зонах экзоконтакта. На заключительных стадиях этого этапа произошло приоткрытие кварц-топазовых жил в эндоконтактной зоне гранитной интрузии и образование в гранитах слабой трещиноватости северо-восточного простирания, заполненных топаз-сульфидной минерализацией с касситеритом и минералами висмута. Во второй этап происходит формирование олово-полиметаллического оруденения, локализуемого в разломах и в интенсивно трещиноватой зоне штокверкового типа в кварцевых порфирах [Солодухина, Юргенсон, 2018]. Шерловгорское олово-полиметаллическое месторождение представлено штокверком сопки Большой, Восточным полем, зоной Северо-Восточного разлома, Аплитовым отрогом, Северо-Восточным участком и Кварц-турмалиновым отрогом (рис. 1). Руды месторождений характеризуются сложным минеральным составом (табл. 1).

Таблица 1

**Перечень первичных эндогенных минералов Шерловгорского рудного поля по материалам Е.И. Доломановой [Отноев, 1974]**

Table 1

**The list of primary endogenous minerals of the Sherlovogorsky ore district based on the materials of E.I. Dolomanova [Otnoev, 1974]**

| Относительная распространенность минералов | Гипогенные минералы                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | Нерудные                                                                                                                          | Рудные                                                                                                                                                                  |
| Главные                                    | Кварц, топаз, мусковит (серицит), сидерофиллит, турмалин                                                                          | Арсенопирит, сфалерит, ферберит, касситерит, галенит                                                                                                                    |
| Второстепенные                             | Микроклин, альбит и альбит-олигоклаз, флюорит, актинолит, лепидомелан, тремолит, хлорит, сидерит, анкерит, кальцит                | Пирротин, пирит, бисмутинит, самородный висмут                                                                                                                          |
| В малом количестве                         | Аксинит, эпидот, цидозит, серпентинит, тальк, адуляр, олигонит, гидробитит, гидромусковит, шабазит, стильбит, натролит, стеллерит | Молибденит, халькопирит, лёллингит, пирит тонкодисперсный, марказит, гематит, магнетит, станнин, блеклая руда, самородное серебро                                       |
| Редкие и крайне редкие                     | Циркон, монацит, ортит, апатит, сфен, данбури (?), корунд, шпинель, пренит, бавенит, гранат, берилл (аксессуарный)                | Валлериит, ильменит, анатаз, рутил, колумбит, даналит, никелин, хромит, кобальтин, саффорит, глаукот (?), шеелит, галеновисмутин, пекоит, падераит, хаммарит, антимонит |

Почвы Шерловгорского рудного района относятся к формации нейтральных и щелочных почв суббореального умеренно теплого климата, выделены в фацию резко континентального климата [Природа мира, 1983]. Расположены в степной зоне обыкновенных и южных черноземов Забайкальской равнинной провинции в пределах Агинско-Аргунского котловинного округа [Атлас Забайкалья, 1967].

Изучение почвенного покрова сухих степей Забайкалья было проведено рядом авторов [Ногина, 1964; Ишигинов, 1972; Волковинцер, 1978; Цыбжитов и др., 1999; Убугунов и др., 2000; Меркушева и др., 2006 и др.]. Наиболее распространены каштано-

вые и темно каштановые почвы, черноземы. Верхняя граница распространения каштановых почв достигает 800 м над уровнем моря, а черноземов – 1 000 м. В.И. Волковинцер [Волковинцер, 1978] выделил особый тип почв – степные криоаридные среднегумусные почвы, формирующиеся в условиях холодных аридных ландшафтов на высотах, не превышающих 600–800 м над уровнем моря. Данные почвенные исследования, большей своей частью, касаются западной части Забайкалья, а именно территории, приуроченной к Бурятии. Исследования же почвенного покрова сухих степей Забайкальского края ограничены.

Разработка месторождений оказывает влияние на окружающую среду, в частности на почвенный покров. В ряде рудных районов проведены изыскания почв, сформировавшихся на отвальных породах известковых и глиняных месторождений [Абакумов и др., 2011], угольных месторождений [Андроханов, 2005; Дымов и др., 2013; Костенков и др., 2013; Брагина, Герасимова, 2017]. Большая часть исследований представлена изучением химического загрязнения почв районов добычи полезных ископаемых [Бачурин, 2008; Uzarowicz, Skiba, 2011; Гаськова и др., 2012; Рихванов и др., 2017; Опекунова и др., 2017; Bortnikova et al., 2018 и т.п.].

Цель настоящей работы – установление пространственного распределения почв в районах разработки месторождений сухостепной зоны Забайкалья на примере Шерловгорского рудного района.

### Объекты и методы

В основу статьи положены исследования, проведенные авторами в 2011–2012 гг. Объект исследования – почвенный покров Шерловгорского рудного района. Полевые почвенные исследования проведены путем маршрутных ходов. Закладка почвенных шурфов (разрезов, полуям и прикопок) выполнена с учетом ландшафтных условий изучаемой террито-

рии (рельеф, растительность). Определение типов почв и их классификация даны по Классификации и диагностике почв СССР [Классификация... 1977]. При закладке основных разрезов по генетическим горизонтам были отобраны почвенные образцы на анализ для определения их физических и химических свойств. Определение содержания физической глины в образцах почвы проведено в Аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ ГСАС «Бурятская» (Улан-Удэ, Россия) с использованием ускоренного пирофосфатного метода анализа [Практикум по почвоведению, 1980]. Изучение химических свойств почвы сделано в Аналитическом центре минералогических, геохимических и изотопных исследований при Геологическом институте СО РАН (Улан-Удэ, Россия) с применением общепринятых методов исследований [Аринушкина, 1970]: pH водной вытяжки (потенциометрическим методом), содержание гумуса (по Тюрину в модификации Никитина), обменные кальций и магний – трилонометрическим методом (после вытеснения 1 н NaCl).

### Результаты и обсуждение

На изученной территории нами выделено 4 типа (6 подтипов) почв (рис. 2).

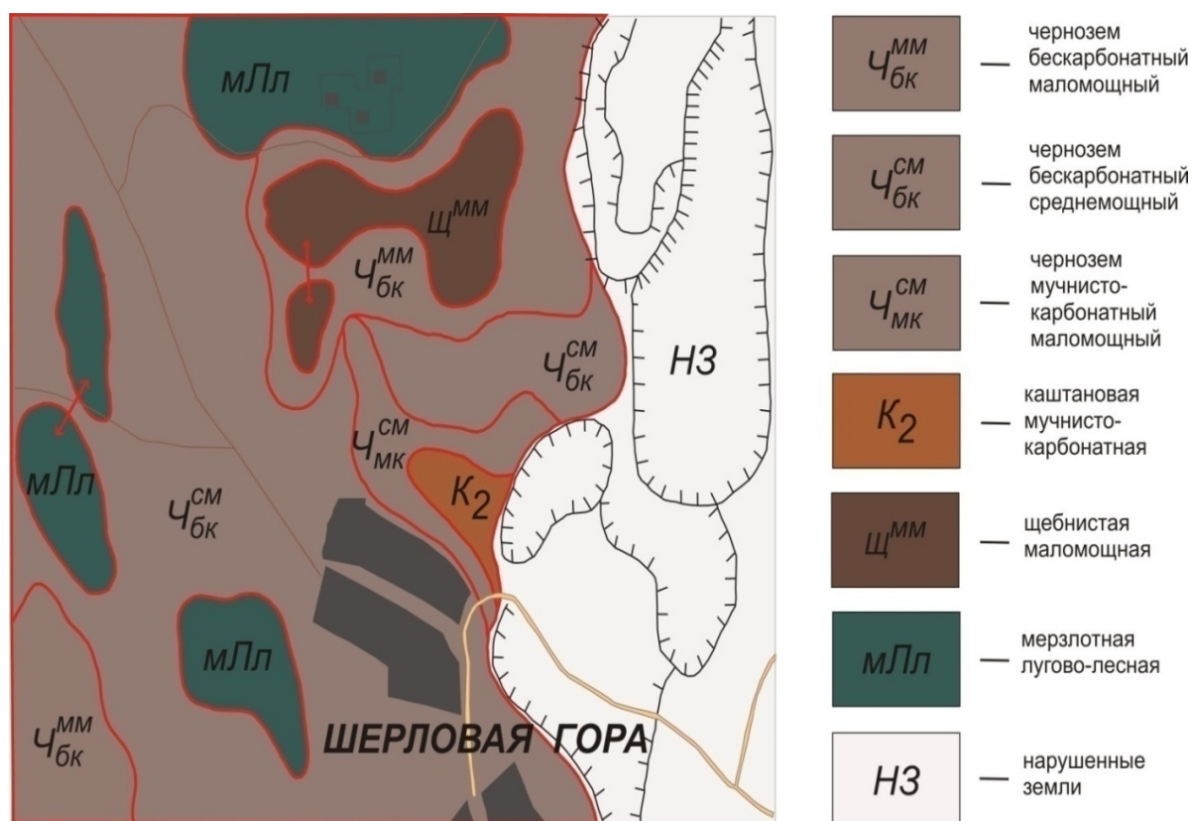


Рис. 2. Картограмма почв Шерловгорского рудного района

Fig. 2. Map of the soils of the Sherlovogorsky ore district



**Рис. 3. Черноземы бескарбонатные**

а – профиль чернозема бескарбонатного маломощного, б – характерный ландшафт, с – профиль чернозема бескарбонатного среднемощного

**Fig. 3. Non-carbonate tchernozems**

а – profile of chernozem of carbonate-free low-power, б – characteristic landscape, с – profile of chernozem of carbonate-free low-power

*Черноземы бескарбонатные* (рис. 3) приурочены к высотам около 950 м БС, формируются под лугово-степной растительностью на наносах делювиально-элювиального происхождения. Их отличительной особенностью является отсутствие сплошного карбонатного горизонта, в большинстве случаев по профилю почвы не наблюдается вскипания от HCl. Для них характерен следующий морфологический профиль: Адер-А1-А1В-В-С.

Гумусово-аккумулятивный горизонт черноземов бескарбонатных имеет мощность 12–31 см (см. рис. 2), характеризуется черной окраской с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Переходный гумусовый горизонт (А1В) темно-серый или серый с коричневым оттенком. Далее до глубины 40–55 см переходный горизонт коричнево- или охристо-бурого цвета. Почвообразующая порода желтовато-бурого цвета. По профилю наблюдаются включения в виде щебня и камня разного размера: в гумусовом слое – 10–20%, в нижележащих горизонтах – до 80–90% от объема. На исследуемой территории по мощности гумусового слоя выделено 2 подтипа чернозема бескарбонатного: среднемощный (А1+В – 40–80 см) и маломощный (А1+В < 40 см).

Реакция почв: нейтральная в верхней части профиля, слабокислая и близкая к нейтральной – в нижней. Содержание гумуса в гумусовом горизонте находится в пределах 5,0–6,0%. Поглощающий комплекс насыщен основаниями. В составе поглощенных оснований преобладает кальций (табл. 2).

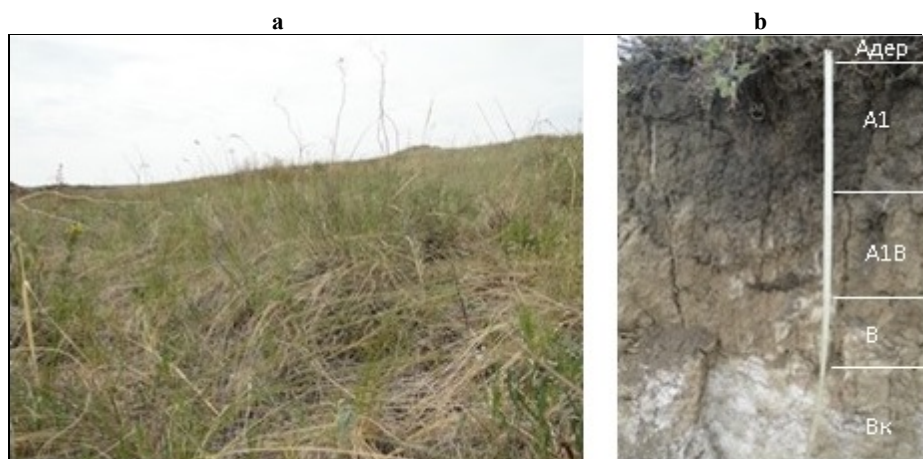
*Черноземы мучнистокарбонатные* (рис. 4) приурочены к высотам 900 м БС, формируются под лугово-степной растительностью на делювиальных

отложениях. Их отличительной особенностью является наличие сплошного карбонатного горизонта, бурно вскипающего от HCl, находящегося в средней части почвенного профиля. Для них характерен следующий морфологический профиль: Адер-А1-А1В-Вк-С.

Гумусово-аккумулятивный горизонт черноземов мучнистокарбонатных (до 33 см) характеризуется черной окраской с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Переходный гумусовый горизонт (А1В) серого цвета с бурым оттенком до глубины 56 см; переходный элювиальный горизонт желтовато-коричневого цвета – до 85 см. Карбонатный горизонт имеет мощность 45 см; карбонаты представлены мучнистой присыпкой. Почвообразующая порода красновато-коричневого цвета. По профилю наблюдаются включения в виде щебня и камня разного размера: в гумусовом слое – 5–10%, в нижележащих горизонтах – до 50–60% от объема.

Реакция почв нейтральная в верхней части профиля и щелочная – в нижней (см. табл. 2). Содержание гумуса в гумусовом горизонте находится в пределах 5,0–6,0%. Поглощающий комплекс насыщен основаниями. В составе поглощенных оснований преобладает кальций.

*Каштановые мучнистокарбонатные почвы* (см. рис. 5) приурочены к высотам 850 м БС, формируются под степной растительностью на делювиальных отложениях. Для них характерен следующий морфологический профиль: Адер-А1-В-Вск-С. Гумусово-аккумулятивный горизонт каштановых мучнистокарбонатных почв имеет мощность до 23 см и характеризуется серо-коричневой окраской.



**Рис. 4. Чернозем мучностокарбонатный**  
а – характерный ландшафт; б – морфологический профиль

**Fig. 4. Flour chernozem**  
а – characteristic landscape; б – morphological profile

Таблица 2

## Физико-химические свойства почв Шерловгорского рудного района

Table 2

## Physico-chemical properties of soils of the Sherlovogorsky ore district

| Горизонт (глубина, см)             | < 0,01 мм, % | рН водный | Гумус, % | Обменные основания,<br>мг-экв./100г почвы |                  |       |
|------------------------------------|--------------|-----------|----------|-------------------------------------------|------------------|-------|
|                                    |              |           |          | Ca <sup>2+</sup>                          | Mg <sup>2+</sup> | Сумма |
| Чернозем бескарбонатный маломощный |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (1–22)                          | 26,4         | 6,20      | 5,87     | 19,7                                      | 7,0              | 26,7  |
| A1B (22–33)                        | 21,8         | 5,95      | 1,91     | 20,8                                      | 6,4              | 27,2  |
| B (33–56)                          | 35,9         | 5,56      | 0,28     | 20,0                                      | 6,8              | 26,8  |
| C (56–80)                          | 31,1         | 5,60      | 0,12     | 19,9                                      | 6,3              | 26,2  |
| Каштановая мучнистокарбонатная     |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (1–23)                          | 35,7         | 7,26      | 1,51     | 35,8                                      | 7,7              | 43,5  |
| B (23–62)                          | 32,1         | 7,04      | 0,87     | 37,6                                      | 7,2              | 44,8  |
| BCк (62–95)                        | 27,7         | 8,29      | 1,09     | –                                         | –                | 20,3* |
| C (95–122)                         | 40,5         | 7,98      | 0,73     | 22,0                                      | 6,0              | 28,0  |
| Щебнистая маломощная               |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (0–10)                          | 24,8         | 5,81      | 5,24     | 18,1                                      | 3,9              | 22,0  |
| C (10–60)                          | –            | –         | –        | –                                         | –                | –     |
| Щебнистая маломощная               |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (0–15)                          | 22,9         | 6,42      | 5,95     | 19,2                                      | 5,3              | 24,5  |
| C (15–56)                          | 32,0         | 4,80      | 0,80     | 18,5                                      | 4,6              | 23,1  |
| Щебнистая маломощная               |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (0–15)                          | 24,2         | 7,20      | 5,21     | 17,6                                      | 6,0              | 23,6  |
| C (15–62)                          | 32,4         | 5,50      | 0,46     | 17,0                                      | 5,9              | 22,9  |
| Мерзлотная лугово-лесная           |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (7–32)                          | 27,5         | 5,87      | 8,57     | 17,9                                      | 5,7              | 23,6  |
| B (32–60)                          | 38,9         | 6,48      | 1,33     | 16,7                                      | 6,2              | 22,9  |
| C (60 и далее)                     | –            | –         | –        | –                                         | –                | –     |
| Нарушенные земли                   |              |           |          |                                           |                  |       |
| A1 (1–23)                          | 26,4         | 6,30      | 1,84     | 17,5                                      | 6,7              | 24,2  |

Примечания: «–» – не определялось; \* – емкость поглощения, мг-экв./100 г почвы.

Note: «–» – not determined; \* – absorption capacity, mEq / 100 g of soil.

Переходный элювиальный горизонт до 85 см коричнево-бурого цвета, далее до 95 см залегает карбонатный горизонт (карбонаты представлены мучнистой присыпкой). Почвообразующая порода красновато-бурого цвета. По профилю наблюдаются включения в виде щебня и камня разного размера до 20–40% от объема.

Реакция почв слабощелочная в верхней части профиля и щелочная в нижней. Содержание гумуса в гумусовом горизонте низкое (1,5–2,0%). Поглощающий комплекс насыщен основаниями. В составе поглощенных оснований преобладает кальций (см. табл. 2).

*Щебнистые маломощные почвы* (рис. 6) приурочены к наиболее высоким отметкам исследованной территории (1 010–1 028 м). Формируются под степной растительностью на элювиальных отложениях. Для щебнистых маломощных почв характерна значительная скелетность и укороченность почвенного профиля. Морфологический профиль слабодифференцирован: Адер–А1–С. Гумусовый горизонт залегает непосредственно на почвообразующей породе – грубообломочных элювиальных отложениях (хрящ, щебень, камни). Мощность гумусового горизонта находится в пределах 10–15, реже 22 см. Переходный горизонт отсутствует.

Реакция почв нейтральная или слабощелочная в верхней части профиля и слабо- и среднекислая в нижней. Содержание гумуса в гумусовом горизонте находится в пределах 5,0–6,0%. Поглощающий комплекс насыщен основаниями. В составе погло-

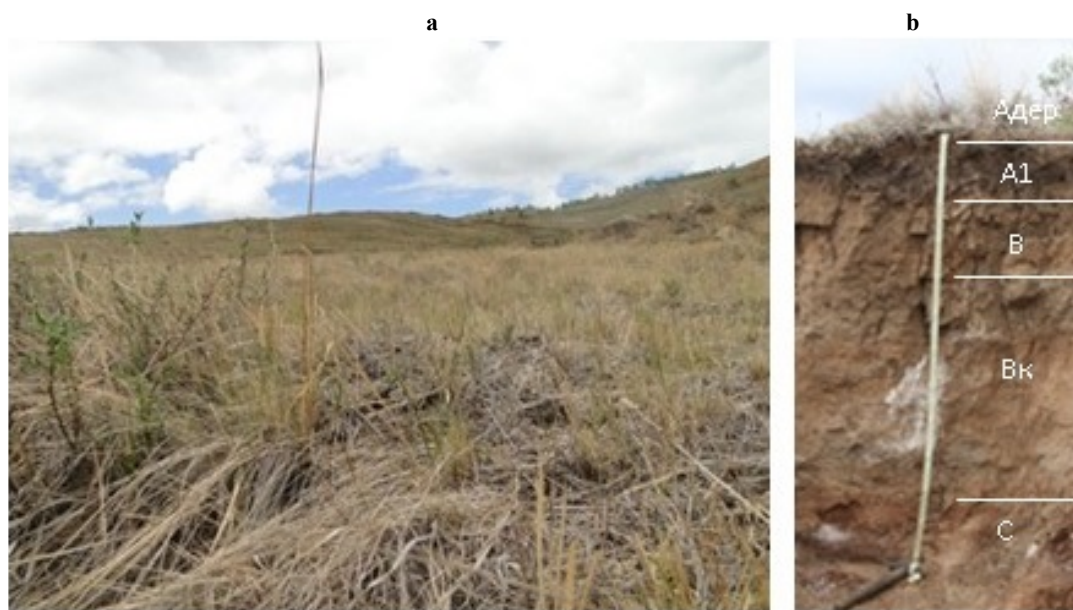
щенных оснований преобладает кальций (см. табл. 2).

*Мерзлотные лугово-лесные почвы* (рис. 7) не имеют широкого распространения на изучаемой территории (небольшие площади на севере и западе).

Они формируются под березовыми лесами с хорошо развитым кустарниковым ярусом и травянистым покровом на делювиальных отложениях; приурочены к склонам северо-восточной экспозиции с высотными отметками 900–940 м БС. Для них характерен следующий морфологический профиль: А0–А1–В–С. В профиле выделяется хорошо выраженный гумусовый горизонт мощностью около 30 см, залегающий под лесной подстилкой мощностью 7–10 см. Далее до глубины 60–70 см – горизонт желтовато-коричневого цвета. В нижней части профиля присутствуют признаки оглеения, отмечающиеся в виде мелких Mn-Fe-конкреций и пленок оглеения на гранях структурных отдельностей.

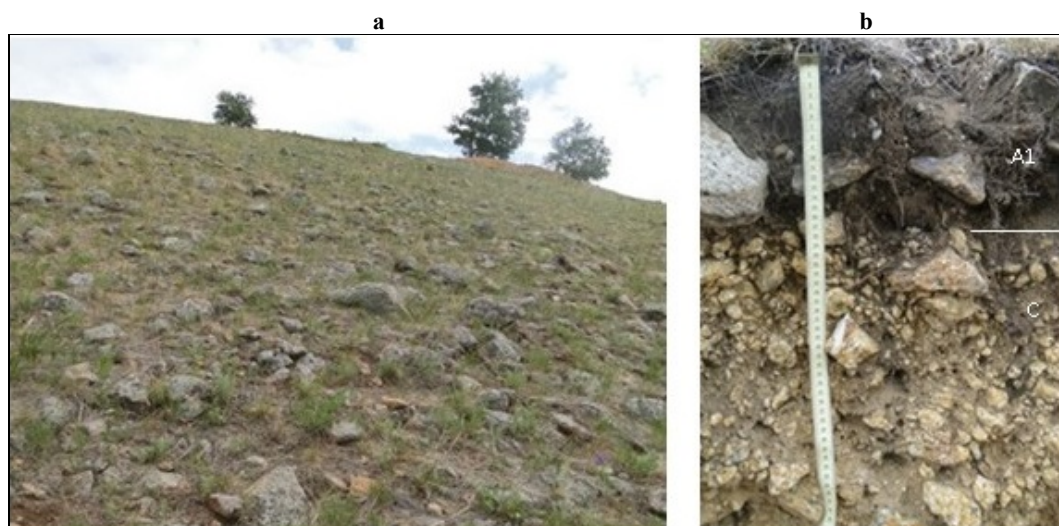
Реакция почв близкая к нейтральной в верхней части профиля и нейтральная в нижней. Содержание гумуса в гумусовом горизонте высокое и находится в пределах 8,0–9,0%. Поглощающий комплекс насыщен основаниями. В составе поглощенных оснований преобладает кальций (см. табл. 2).

*Нарушенные земли* представляют собой местами полностью перемешанные, местами пересыпанные каменисто-щебнистым материалом почвенные слои, расположенные, в свою очередь, в разнообразной последовательности (рис. 8). На территории района широко развиты техноземы (рис. 9).



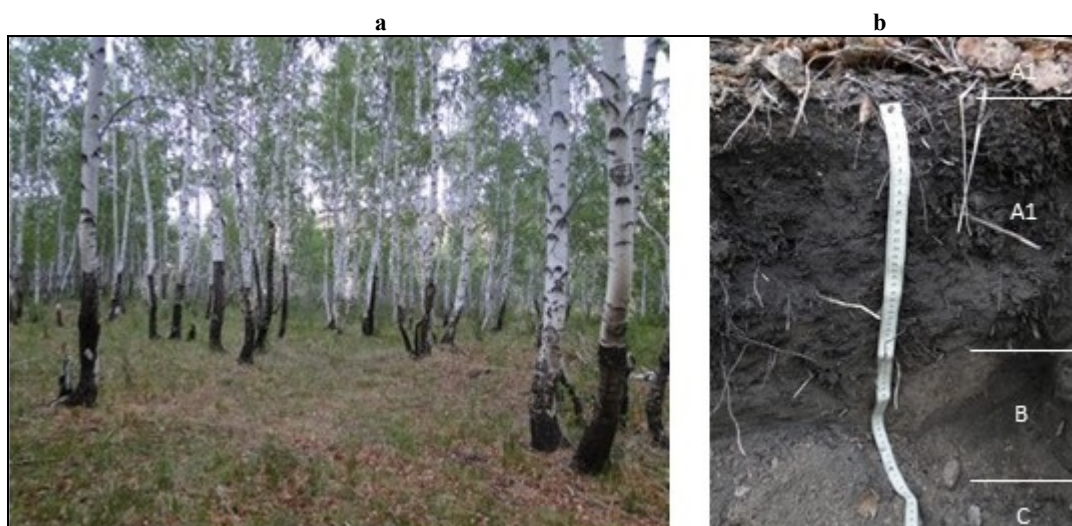
**Рис. 5. Каштановая мучностокарбонатная почва**  
а – характерный ландшафт, б – морфологический профиль

**Fig. 5. Chestnut powdery carbonate soil**  
а – characteristic landscape, б – morphological profile



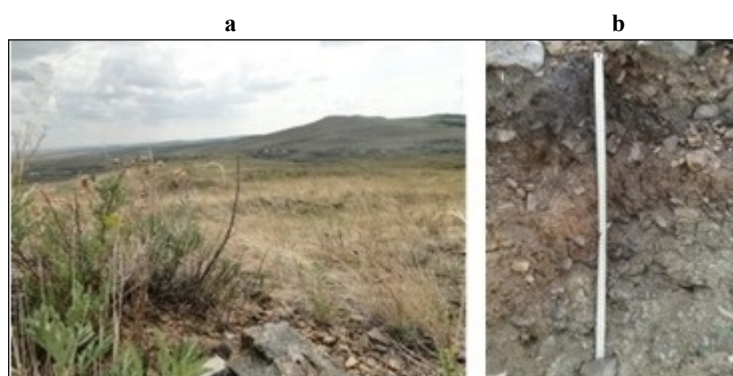
**Рис. 6. Щебнистая маломощная почва**  
*a* – характерный ландшафт, *b* – морфологический профиль

**Fig. 6. Crushed, thin soil**  
*a* – characteristic landscape, *b* – morphological profile



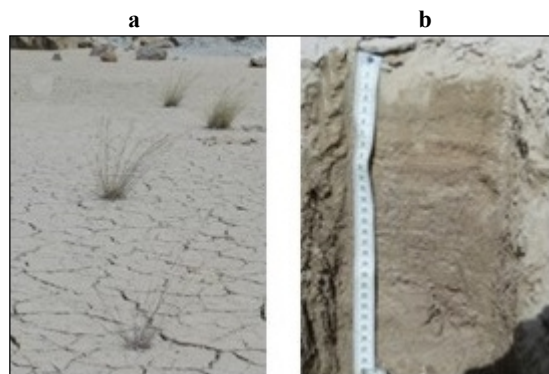
**Рис. 7. Мерзлотная лугово-лесная почва**  
*a* – характерный ландшафт, *b* – морфологический профиль

**Fig. 7. Permafrost meadow-forest soil**  
*a* – characteristic landscape, *b* – morphological profile



**Рис. 8. Почвенный покров техногенных ландшафтов (нарушенные земли)**  
*a* – характерный ландшафт, *b* – морфологический профиль

**Fig. 8. The soil cover of technogenic landscapes (disturbed lands)**  
*a* – characteristic landscape, *b* – morphological profile



**Рис. 9. Почвенный покров техногенных ландшафтов (технозем)**

а – характерный ландшафт, б – морфологический профиль

**Fig. 9. The soil cover of technogenic landscapes (technozem)**

a – characteristic landscape, b – morphological profile

Техноземы представляют собой насыпные минеральные грунты отвалов вскрышных и вмещающих пород Шерловгорского олово-полиметаллического месторождения, отходы бывшего Шерловгорского горно-обогатительного комбината, грунтовые насыпи и выровненные грунтовые площадки, созданные при разработке месторождения.

#### Заключение

Для природных почв Шерловгорского рудного района характерно вертикально-поясное распределение. Под лугово-степной растительностью на более повышенных участках рельефа (более 1 000 м) формируются щебнистые маломощные почвы, на менее повышенных (900–950 м) – черноземы бескарбонатные и мучнистокарбонатные. Выявлено

также проявление аридно-теневой зональности, что подтверждается формированием среди почв степного ряда мерзлотных лугово-лесных почв.

Почвы в большинстве своем легко- и среднесуглинистые, имеют слабощелочную, близкую к нейтральной и нейтральную реакцию среды, высокое содержание гумуса (за исключением каштановой почвы), среднюю степень насыщенности почв основаниями; в составе обменных оснований преобладает кальций.

Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает некоторое влияние на почвы. С одной стороны, происходит нарушение естественного сложения и плотности природных почв. С другой стороны, формируются новые почвенные образования – техноземы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов Е.В., Максимова Е.И., Лагода А.В., Копцева Е.М. Почвообразование на отвалах карьеров по добыче известняка и глин в районе г. Ухта // Почвоведение. 2011. № 4. С. 417–423.
- Андроханов В.А. Специфика и генезис почвенного покрова техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2005. № 5. С. 795–800.
- Ариниушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во МГУ, 1970. 87 с.
- Аристов В.В., Петрова М.Г., Королев Б.Н. Структура рудопроявления и условия образования Шерловгорского гранитного интрузива // Геология рудных месторождений. 1961. № 6. С. 41–53.
- Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / гл. ред. В.Б. Сочава. Москва ; Иркутск : Изд-во ГУГК, 1967. 176 с.
- Барабанов В.Ф. Минералогия вольфрамитовых месторождений Забайкалья. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. Т. 2. 360 с.
- Бачурин Б.А. Эколого-геохимические аспекты загрязнения природных геосистем в районах нефтедобычи // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2008. № 8. С. 111–115.
- Брагина П.С., Герасимова М.И. Техногенные поверхностные образования на отвалах и хвостохранилищах в Кемеровской области: опыт классификации // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 89. С. 90–103. DOI: 10.19047/0136-1694-2017-89-90-103
- Волковинцер В.И. Степные криоаридные почвы. Новосибирск : Наука, 1978. 208 с.
- Гайворонский Б.А. Шерловгорское месторождение // Месторождения Забайкалья : в 2 кн. / гл. ред. академик РАН Н.П. Лавров. Чита ; Москва, 1995. Т. 1, кн. 1. С. 130–133.
- Гаськова О.Л., Бортникова С.Б., Кабанник В.Г., Новикова С.П. Особенности загрязнения почв в районе хвостохранилища отходов пиromеталлургического извлечения цинка на Беловском цинковом заводе // Химия в интересах устойчивого развития. 2012. № 20. С. 419–429.
- Дымов А.А., Каверин Д.А., Габов Д.Н. Свойства почв и почвоподобных тел г. Воркута // Почвоведение. 2013. № 2. С. 240–248. DOI: 10.7868/S0032180X13020032
- Ишигенов И.А. Агрохимическая характеристика почв Бурятии. Улан-Удэ : Бурят. кн. изд-во, 1972. 211 с.
- Классификация и диагностика почв СССР. М. : Колос, 1977. 224 с.

**Костенков Н.М., Комачкова И.В., Пуртова Л.Н.** Почвы техногенных ландшафтов Приморья (Лучегорский и Павловский угольные разрезы // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1283–1293. DOI: 10.7868/S0032180X13110075

**Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Корсунов В.М.** Биопродуктивность почв сенокосов и пастбищ сухостепной зоны Забайкалья. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. 515 с.

**Ногина Н.А.** Почвы Забайкалья. М. : Наука, 1964. 314 с.

**Онтоев О.Д.** Стадийность минерализации и зональность месторождений Забайкалья. М. : Наука, 1974. 224 с.

**Опекунова М.Г., Сомов В.В., Папян Э.Э.** Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья // Почвоведение. 2017. № 6. С. 744–758. DOI: 10.7868/80032180X17060089

**Практикум по почвоведению** / ред. И.С. Кауричев. М. : Колос, 1980. 273 с.

**Природа мира (серия): Почва** / Е.В. Лобова, А.В. Хабаров. М. : Мысль, 1983. 303 с.

**Рихванов Л.П. и др.** Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2017. 437 с.

**Солодухина М.А., Юргенсон Г.А.** Мышьяк в ландшафтах Шерловогорского рудного района (Восточное Забайкалье). Чита : ЗаБГУ, 2018. 176 с.

**Типы местности** и природное районирование Читинской области. М. : Изд-во АН СССР, 1961. 158 с.

**Убугунов Л.Л., Лаврентьева И.Н., Убугунова В.И.** Разнообразие почв Иволгинской котловины: эколого-агрохимические аспекты. Улан-Удэ : БГСХА, 2000. 208 с.

**Цыбжитов Ц.Х., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Цыбжитов А.Ц.** Почвы бассейна озера Байкал. Т. 1: Генезис, география и классификация каштановых почв. Новосибирск : Наука, 1999. 128 с.

**Bortnikova S.B., Yurkevich N.V., Abrosimova N.A., Devyatova A.Yu., Makas A.L., Troshkov M.L., Edelev A.V.** Assessment of emissions of trace elements and sulfur gases from sulfide tailings // Journal of Geochemical Exploration. 2018. № 186. P. 256–269.

**Uzarowicz L., Skiba S.** Technogenic soils developed on mine spoils containing iron sulphides: Mineral transformations as an indicator of pedogenesis // Geoderma. 2011. V. 163, is. 1–2. P. 95–108.

#### Авторы:

**Солодухина Мария Анатольевна**, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия.

E-mail: mabn@ya.ru

**Дорошкевич Светлана Геннадьевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Геологического института СО РАН, Улан-Удэ, Россия.

E-mail: sv-dorosh@mail.ru

*Geosphere Research*, 2019, 4, 24–34. DOI: 10.17223/25421379/123/3

**M.A. Solodukhina<sup>1</sup>, S.G. Doroshkevich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia*

<sup>2</sup> *Geological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia*

#### SOILS OF STEPPE LANDSCAPES OF THE SHERLOVOGORSKY ORE AREA (EASTERN TRANSBAIKALIA)

The article presents data on the study of the spatial distribution of soils on the example of Sherlovogorskoe ore district. Previously, soil studies in this area were not carried out. The article is based on the research conducted by the authors in 2011–2012. comparative geographical, cartographic and morphological methods of soil study were used.

For natural soils Sherlovogorsky ore district is typical of vertical-belt distribution. Under meadow-steppe vegetation on more elevated terrain areas (more than 1000 m) are formed gravelly low-power soils, on less elevated (900–950 m) - black soil carbonate-free and powdery carbonate.

On the studied territory 4 types (6 subtypes) of soils are allocated-Chernozem (carbonate-free and powdery-carbonate), chestnut powdery-carbonate soil, gravelly low-power and permafrost meadow-forest soil. Soils are mostly light and medium loamy, have a slightly alkaline, close to neutral and neutral reaction of the medium, high humus content (except for chestnut soil), an average degree of saturation of soils with bases; calcium predominates in the composition of exchange bases. Carbonate-free chernozem is confined to altitudes of about 950 m BS, formed under meadow-steppe vegetation on sediments of deluvial-eluvial origin. Their distinctive feature is the absence of a continuous carbonate horizon, in most cases, the soil profile is not observed boiling from HCl. Powdery carbonate chernozem are confined to the heights of 900 m BS, formed under meadow-steppe vegetation on deluvial deposits. Their distinctive feature is the presence of a continuous carbonate horizon, rapidly boiling from HCl, located in the middle part of the soil profile. Chestnut powdery carbonate soils are confined to heights of 850 m BS, formed under steppe vegetation on deluvial deposits. They are characterized by the following morphological profile: Ader-A1-B-VSK-C. Humus-accumulative horizon of chestnut powdery carbonate soils has a capacity of up to 23 cm and is characterized by gray-brown color. Transitional eluvial horizon up to 85 cm brown-brown, then up to 95 cm lies carbonate horizon (carbonates are powdery powder). Soil-forming rock of red-dish-brown color. On a profile inclusions in the form of crushed stone and a stone of the different size to 20–40% from volume are observed. Gravelly low-power soils are confined to the highest marks of the studied territory (1010–1028 m). They are formed under steppe vegetation on eluvial deposits. For gravelly low-power soils characterized by significant skeletal and shortening of the soil profile. Permafrost meadow-forest soils are not widespread in the study area (small areas in the North and West), formed under birch forests with a well-developed shrub layer and grassy cover on deluvial deposits; confined to the slopes of the North-Eastern exposure with elevations of 900–940 m BS. The disturbed lands are in places completely mixed, in places interspersed with stony-gravelly material soil layers, located, in turn, in a diverse sequence. The district is widely developed technozema. Technozems are bulk mineral soils of overburden and host rock dumps of Sherlovogorsky tin-polymetallic Deposit, waste of the former Sherlovogorsky mining and processing plant, soil embankments and leveled soil sites created during the development of the Deposit.

The development of mineral deposits has an impact on the soil, expressed in the violation of the natural composition and density of natural soils, as well as in the formation of new soil formations – technozems.

**Key words:** soils, dry-steppe zone, ore region, disturbed lands, Transbaikalia.

## References

- Abakumov E.V., Maksimova E.I., Lagoda A.V., Koptseva E.M. Soil formation in the quarries for limestone and clay production in the Ukhta region // *Eurasian Soil Science*. 2011. V. 44. № 4. pp. 380–385.
- Androkhov V.A. *Spetsifika i genezis pochvennogo pokrova tekhnogennykh landshaftov* [The specificity and the Genesis of the soil cover of man-made landscapes] // *Siberian Journal of Ecology*, 2005. № 5. pp. 795–800. In Russian
- Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv* [Chemical Soil Analysis Guide]. Moscow: Izd-vo MGU, 1970. 487 p. In Russian
- Aristov V.V., Petrova M.G., Korolev B.N. *Struktura rudoproyavleniya i usloviya obrazovaniya Sherlovogorskogo granitnogo intruziva* [The structure of deposits and conditions of formation Sherlovogorskoe granite intrusion] // *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 1961. №6. pp. 41–53. In Russian
- Atlas Zabajkal'ya (Buryatskaya ASSR i Chitinskaya oblast')* [Atlas of Transbaikalia (Buryat Autonomous Soviet Socialist Republic and the Chita Region)] /ch.red. V.B. Sochava. Moscow–Irkutsk: Izd-vo GUGK, 1967. 176 p. In Russian
- Barabanov V.F. *Mineralogiya volframitovykh mestorozhdeniy Zabaykalya* [Mineralogy of wolframite deposits of Transbaikalia] Tom 2. Leningrad: Izd-vo Leningr. universiteta, 1975. 360 p. In Russian
- Bachurin B.A. *Ehkologo-geokhimicheskie aspekty zagryazneniya prirodnnykh geosistem v rayonakh nefte dobychi* [Ecological and geochemical aspects of pollution of natural geosystems in oil production areas] // *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2008. № 8. pp. 111–115 In Russian
- Bragina P.S., Gerasimova M.I. *Tekhnogennye poverkhnostnye obrazovaniya na otvalakh i khvostokhranilishchakh v Kemerovskoy oblasti: opyt klassifikatsii* [Technogenic surface formations on dumps and tailings dumps in Kemerovo region: classification experience] // *Dokuchayev Soil Bulletin*, 2017. V. 89. pp. 90–103. DOI 10.19047/0136-1694-2017-89-90-103. In Russian
- Volkovintser V.I. *Stepnye krioaridnye pochvy* [Steppe cryoarid soils]. Novosibirsk: Nauka, 1978. 208 p. In Russian
- Gayvoronskiy B.A. *Sherlovogorskoe mestorozhdenie* [Sherlovogorsky deposit] // *Mestorozhdeniya Zabaykalya v 2 kn.*; ed. red. akademik RAN N.P. Laverov. Chita – Moscow, 1995. V.1, kn. 1. pp. 130–133. In Russian
- Gaskova O.L., Bortnikova S.B., Kabannik V.G., Novikova S.P. Features of soil pollution in the area of tailings waste pyrometallurgical extraction of zinc at the Belovsky zinc plant // *Chemistry for Sustainable Development*, 2012. № 20. pp. 419–429.
- Dymov A.A., Kaverin D.A., Gabov D.N. Properties of soils and soil-like bodies of Vorkuta // *Eurasian Soil Science*, 2013. № 2. pp. 217–224. DOI: 10.1134/S1064229313020038
- Ishigenov I.A. *Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv Buryatii* [Agrochemical characteristics of soils of Buryatia]. Ulan-Udeh: Buryat. kn. izd-vo, 1972. 211 p. In Russian
- Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* [Classification and diagnostics of soils of the USSR]. Moscow: Kolos, 1977. 224 p. In Russian
- Kostenkov N.M., Komachkova I.V., Purtova L.N. Soils of technogenic landscapes in the Far East: The Luchegorsk and Pavlovsk coal strip mines // *Eurasian Soil Science*. 2013. T. 46. № 11. pp. 1049–1058. DOI: 10.1134/S1064229313110057
- Merkusheva M.G., Ubugunov L.L., Korsunov V.M. *Bioproduktivnost' pochv senokosov i pastbishch sukhostepnoy zony Zabaykal'ya* [Bioproductivity of soils hayfields and pastures of dry steppe zone of Transbaikalia]. Ulan-Udeh: Izd-vo BNTS SO RAN, 2006. 515 p. In Russian
- Nogina N.A. *Pochvy Zabaykal'ya* [Soils Of Transbaikalia]. Moscow: Nauka, 1964. 314 p. In Russian
- Ontoev O.D. *Stadiynost' mineralizatsii i zonal'nost' mestorozhdeniy Zabaykal'ya* [Stages of mineralization and zonation of deposits of Transbaikalia]. Moscow : Nauka, 1974. 224 p. In Russian
- Opekunova M.G., Somov V.V., Papyan E.E. Soil contamination in the impact zone of mining enterprises in the Bashkir Transural region // *Eurasian Soil Science*. 2017. T. 50. № 6. pp. 732–745. DOI: 10.1134/S1064229317060084
- Praktikum po pochvovedeniyu* [Workshop on soil science] (red. Kaurichev I.S.). Moscow: Kolos, 1980. 273 p. In Russian
- Priroda mira (seriya): Pochva* [Nature of the world (series): Soil] / E.V. Lobova, A.V. Khabarov. Moscow: Mysl', 1983. 303 p. In Russian
- Rikhvanov L.P. i dr. *Biogeokhimicheskiy monitoring v rayonakh khvostokhranilishch gornodobyvayushchikh predpriyatiy s uchetom mikrobiologicheskikh faktorov transformatsii mineral'nykh komponentov* [Biogeochemical monitoring in the areas of tailings dumps of mining enterprises taking into account microbiological factors of transformation of mineral components]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2017. 437 p. In Russian
- Solodukhina M.A., Yurgenson G.A. *Mysh' yak v landshaftakh Sherlovogorskogo rudnogo rayona (Vostochnoe Zabaykal'e)* [Arsenic in landscapes Sherlovogorskoe ore district (Eastern Transbaikalia)]. Chita: ZabGU, 2018. 176 p. In Russian
- Tipy mestnosti i prirodnoe rayonirovanie Chitinskoy oblasti* [Types of terrain and natural zoning of the Chita region]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961. 158 p. In Russian
- Ubugunov L.L., Lavrent'eva I.N., Ubugunova V.I. *Raznoobrazie pochv Ivolginskoy kotloviny: ehkologo-agrokhimicheskie aspekty* [The diversity of the soils of the Ivolginsk depression: ecological-agrochemical aspects]. Ulan-Udeh: BGSKHA, 2000. 208 p. In Russian
- Tsybzhitov Ts.Kh., Tsybikdorzhiev Ts.Ts., Tsybzhitov A.Ts. *Pochvy basseyna ozera Baykal. T.1. Genezis, geografiya i klassifikatsiya kashtanovykh pochv* [The soils of the lake Baikal basin. Vol. Genesis, geography and classification of chestnut soils]. Novosibirsk: Nauka, 1999. 128 p. In Russian
- Bortnikova S.B., Yurkevich N.V., Abrosimova N.A., Devyatova A.Yu., Makas A.L., Troshkov M.L., Edelev A.V. Assessment of emissions of trace elements and sulfur gases from sulfide tailings // *Journal of Geochemical Exploration*, 2018. № 186. pp. 256–269. DOI: 10.1016/j.gexplo.2017.12.008
- Uzarowicz L., Skiba S. Technogenic soils developed on mine spoils containing iron sulphides: Mineral transformations as an indicator of pedogenesis // *Geoderma*, 2011. V.163. Iss. 1–2. pp. 95–108. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.04.008

## Authors:

**Solodukhina Maria Anatolievna**, Cand. Sci. (Geography), Researcher, Laboratory of Geochemistry and Ore Genesis, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia. E-mail: mabn@ya.ru

**Doroshkevich Svetlana Gennadiyevna**, Cand. Sci.(Biology), Senior Researcher, Laboratory of hydrogeology and geoecology Geological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia. E-mail: sv-dorosh@mail.ru