

Условия восстановления растительного покрова на карьерах по добыче строительных материалов в степной зоне Монголии

Д. Батжаргал¹, Б.Л. Тальгамер², А.Ю. Болотнев³, Б.Н. Олзоев⁴✉

^{1,2,3,4}Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. Монголия является страной бескрайних степей и пустынь. К естественному процессу опустынивания добавляется негативное влияние на земную поверхность горных работ. Целью исследования является изучение условий восстановления растительности на карьерах по добыче строительных материалов на примере монгольских степей. Предмет исследования связан с гео-экологической оценкой восстановительной способности растительности в условиях степной зоны с использованием ГИС-технологий, технологий дистанционного зондирования Земли из космоса и полевых геоботанических работ. В результате исследования были получены оценки условий зарастания земель, нарушенных горными работами, в условиях степной зоны Монголии, выявлены факторы, оказывающие влияние на условия восстановления растительного покрова, предложены технические решения по перераспределению стока атмосферных осадков, которые будут способствовать влагонасыщению поверхностного слоя в карьере и, как следствие, интенсивности самозарастания нарушенных горными работами земель в условиях степной зоны. Были сделаны следующие выводы: зарастанию нарушенных горными работами земель будут способствовать мероприятия по сдерживанию смыва мелкозема с наклонных поверхностей и уменьшению коэффициента стока для таких участков, что привели к влагонасыщению поверхностного слоя и более интенсивному росту травянистых растений.

Ключевые слова: степная зона, открытые горные работы, нарушенные земли, восстановление растительности, самозарастание земель

Для цитирования: Батжаргал Д., Тальгамер Б.Л., Болотнев А.Ю., Олзоев Б.Н. Условия восстановления растительного покрова на карьерах по добыче строительных материалов в степной зоне Монголии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2026. Т. 16. № 1. С. 102–109. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-1-102-109>. EDN: HPYEQC.

Original article

Conditions for the restoration of vegetation cover at quarries for the extraction of building materials in the steppe zone of Mongolia

Batjargal Dolgorsuren¹, Boris L. Talgamer²,
 Aleksandr Yu. Bolotnev³, Boris N. Olzoev⁴✉

^{1,2,3,4}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. Mongolia is a country of endless steppes and deserts. The natural process of desolation is complemented by the negative impact of mining operations on the Earth's surface. The purpose of the study is to study the conditions of vegetation restoration in quarries for the extraction of building materials using the example of the Mongolian steppes. The subject of the research is related to the geo-ecological assessment of the regenerative ability of vegetation in the steppe zone using GIS technologies, technologies for remote sensing of the Earth from space and field geobotanical work. As a result of the study, estimates of the conditions of vegetation of lands disturbed by mining operations in the conditions of the steppe zone of Mongolia were obtained, factors influencing the conditions of vegetation restoration were identified, technical solutions for the redistribution of precipitation runoff were proposed, which will contribute to the moisture saturation of the surface layer in the quarry and, as a result, the intensity of self-

healing of lands disturbed by mining operations in the conditions of the steppe zone. The following conclusions were drawn: overgrowth of lands disturbed by mining operations will be facilitated by measures to curb the flushing of fine earth from inclined surfaces and reduce the runoff coefficient for such areas, which led to moisture saturation of the surface layer and more intensive growth of herbaceous plants.

Keywords: steppe zone, open-pit mining, disturbed lands, vegetation restoration, overgrowth of lands

For citation: Batjargal D., Talgamer B.L., Bolotnev A.Yu., Olzoev B.N. Conditions for the restoration of vegetation cover at quarries for the extraction of building materials in the steppe zone of Mongolia. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2026;16(1):102-109. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-1-102-109>. EDN: HPYEQC.

ВВЕДЕНИЕ

Монголия является страной бескрайних степей и пустынь, которые занимают основную часть территории. Примерно 85 % площади Монголии находится в засушливых климатических зонах, таких как экстрааридные, аридные, семиаридные и сухие субгумидные. Примерно 41,3 % площади подвержено процессам опустынивания [1–3]. Процессы опустынивания несут серьезные последствия для окружающей среды, т. к. оказывают негативное воздействие на растительный покров, плодородие почв и форму рельефа. Развитие процессов опустынивания может привести к деградации экосистемы и потере биоразнообразия.

К естественному процессу опустынивания добавляется негативное влияние на земную поверхность горных работ, которые получили значительное развитие за последнее время. В настоящее время в Монголии выявлено свыше 80 видов различных природных ископаемых промышленных масштабов.

Основными ресурсами из них являются уголь, медь, молибден, золото, плавиковый шпат и уран. Золото добывают в 110 км к северу от г. Улан-Батора на рудниках Бороо и Гацуурт. Уголь добывается в 120 км к западу от г. Улаангома. На юге Монголии находятся угольные разрезы Таван-Толгой и медный рудник Оюу-Толгой. На сегодняшний день в Монголии насчитывается 17 действующих угольных разрезов. Интерес могут представлять месторождения цинка, известняка, гипса, графита, полудрагоценных камней и строительных материалов. Общие запасы минеральных ресурсов Монголии на сегодняшний день – это более 6 тыс. месторождений полезных ископаемых, в том числе 2 млрд меди, 3100 золота, 7,55 млн цинка, более 150 млрд угля, 5 млрд баррелей нефти [4, 5].

Помимо разработки рудных и угольных месторождений на территории страны ведутся работы по добыче строительных материалов. Добытое сырье используется при строительстве дорог и зданий.

Карьеры по добыче песка или строительного камня располагаются вблизи от населенных пунктов и оказывают негативное влияние на их экологическую обстановку. Месторождения стройматериалов имеют небольшие запасы полезного ископаемого и разрабатываются в короткие сроки отработки, по истечении которых карьеры обычно оставляют в заброшенном состоянии [6, 7].

Объектом исследования являются отработанные карьерами месторождения стройматериалов в пойме р. Туул. Расстояние от карьеров до г. Улан-Батор в юго-западном направлении составляет примерно 25 км. Объекты исследования расположены на левом берегу реки и удалены от нее на расстоянии около 2 км (рис. 1).

МЕТОДЫ

Поиск выведенных из эксплуатации карьеров произведен при помощи сканерных космических снимков серии Landsat-7, Landsat-8 и Landsat-9 [8], полученных в августе 2014 и 2021 гг. с учетом минимального значения облачности (до 10 %). На карьерах по добыче строительных материалов проводились натурные исследования, в процессе которых осуществлялся посев травянистых растений на разных участках нарушенной поверхности с последующим наблюдением за процессом зарастания и анализом полученных результатов. Методика исследования включала следующие этапы:

- выявление заброшенных карьеров;
- подбор и разметка участков в пределах карьеров с различными гидротехническими условиями, в том числе с разными экспозициями, углами наклона поверхности и расположением относительно дна карьера в вертикальной плоскости;
- взятие проб грунта для определения влажности и гранулометрического состава поверхностного слоя;
- разметка участка, рыхление почвы, посев семян травянистых растений;
- ежемесячное наблюдение за выбранными участками и анализ полученных результатов.

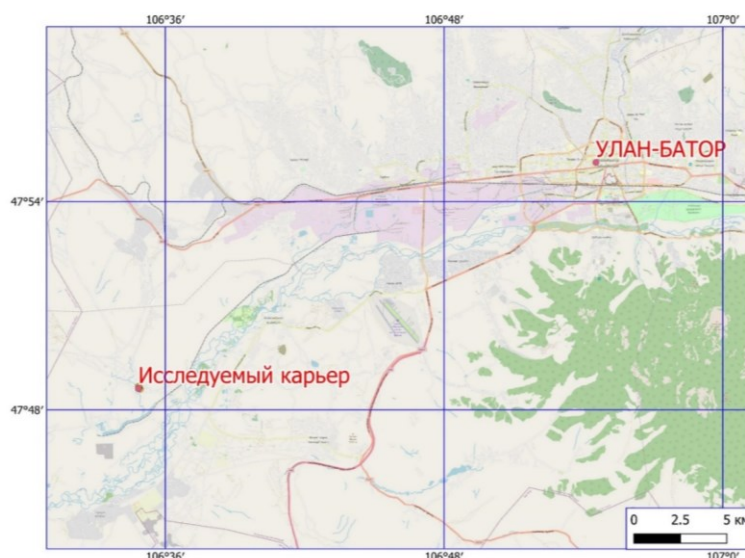


Рис. 1. Расположение карьеров относительно реки Туул
Fig. 1. Location of quarries relative to the Tuul River

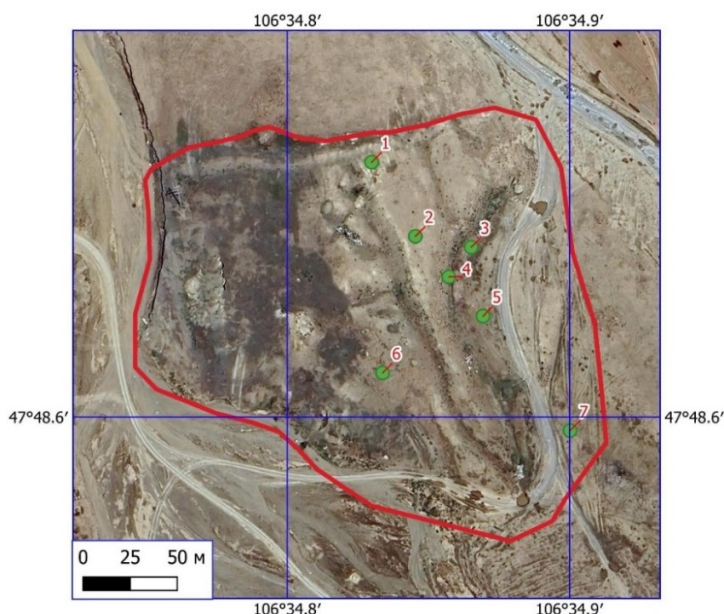
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования процесса самозарастания нарушенных горными работами земель проводились две серии полевых работ – в весенний и летний периоды. В весенний период на заброшенном карьере, площадь которого составляет около 42 тыс. м², было выбрано семь участков для посева травянистой растительности (рис. 2). Участки располагались на дне карьера и на его бортах. Для посева использовались следующие семена растений:

райграс пастбищный (*Lolium perenne* L), райграс мультифлорум (*Lolium multiflorum*), овсяница луговая (*Arrhenatherum elatius*) и овсяница красная (*Festuca rubra*).

Границы посева выкладывали камнями или обломками кирпичей (рис. 3а и 3б). Только на самом нижнем участке № 4 (рис. 2), на дне карьера, наблюдался обильный рост посеянных растений (рис. 4).

Высота посеянных растений на этом участке составляла от 5 до 15 см и отмечался их хороший прирост.



Условные обозначения

— Граница карьера

● Участки для посева травянистой растительности

Рис. 2. Граница карьера и расположение участков № 1-7 для посева травянистых растений
Fig. 2. The border of the quarry and the location of plots No. 1-7 for sowing herbaceous plants



a



b

Рис. 3. Места посева травянистой растительности. Граница посева отмечена камнями (a) и обломками кирпичей (b)

Fig. 3. Places of sowing of herbaceous vegetation. The border of the crop is marked by stones (a) and fragments of bricks (b)



a



b

Рис. 4. Участки в нижней части дна карьера до (a) и после (b) посева растений
Fig. 4. Areas in the lower part of the quarry floor before (a) and after (b) sowing

Основной причиной неравномерной всхожести семян и растений в разных точках карьера является наличие или отсутствие влаги в почве.

Для исследования содержания влаги и гранулометрического состава поверхностного слоя были отобраны три пробы с участков под номерами 1, 4 и 7 (рис. 2).

Отбор проб произведен с горизонтальной (№ 1) и наклонной поверхностей (№ 7), а также

с нижнего участка дна карьера (№ 4). Влажность отобранных проб определялась методом высушивания до постоянной массы согласно ГОСТ 5180-2015. Гранулометрический состав грунта проведен ситовым методом по ГОСТ 12536-2014. Результаты представлены в таблице. Согласно замерам влажность на горизонтальной и наклонной поверхности составляет в среднем 2,39 %. Пески на нарушенной поверхности гравелистые и средней крупности.

Характеристики мест отбора проб
Characteristics of sampling sites

№ пробы	Место отбора	Влажность, %	Разновидность песков по ГОСТ 25100—2020	Содержание массы частиц размерами менее 0,25 мм, %
1	Горизонтальная поверхность у борта карьера	2,14	Гравелистый	10,67
4	Борт карьера	2,64	Средней крупности	64,59
7	Дно карьера	4,15	Мелкий	77,23

Атмосферные осадки вымывают мелкие частицы грунта с бортов карьера и переносят их в пологие участки ближе ко дну. Мелкие фракции грунта имеют большую площадь поверхности в сравнении с крупными частицами и могут поглощать и удерживать больше влаги. Это связано с увеличением капиллярных сил, которые способствуют подъему воды вверх в мелкозернистых грунтах. Вода находится в капиллярах почвы в капельножидком состоянии

и это наиболее благоприятная, доступная для растений форма почвенной влаги [9]. Поэтому влажность на дне карьера почти в два раза выше и составляет 4,15 %.

Более высокое содержание мелкозема и повышенная влажность на дне карьера способствуют улучшению условий для роста растений.

Такая зависимость отмечается на всех заглублениях в карьере (рис. 5).

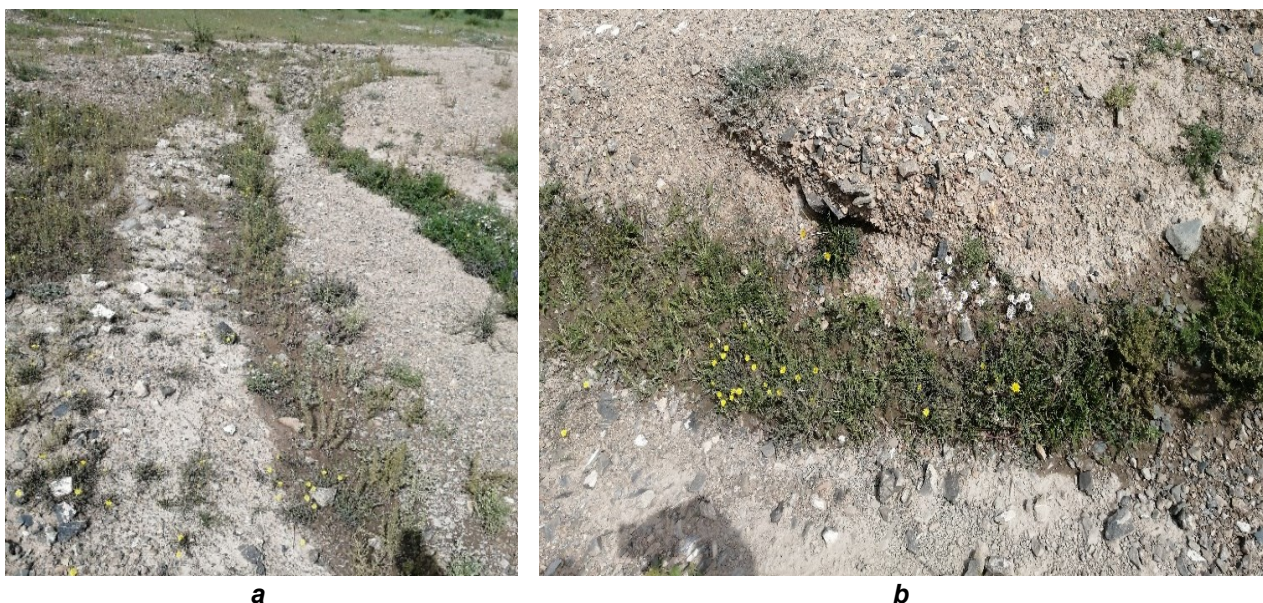


Рис. 5. Зарастание канав в карьере.
Общий вид дна карьера (а) и заросшая канава на дне карьера (b)
Fig. 5. Overgrowth of ditches in the quarry.

General view of the bottom of the quarry (a) and the overgrown ditch at the bottom of the quarry (b)

Согласно рис. 5 в канаве после выпадения атмосферных осадков заметно скопление влаги и более интенсивное развитие травянистой растительности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований на старых карьерах по добыче стройматериалов можно сделать следующие выводы. Степная зона Монголии стремится к опустыниванию. Ведение открытых горных работ вносит

свой негативный вклад в этот процесс. Зарастанию нарушенных горными работами земель будут способствовать мероприятия по сдерживанию смыва мелкозема с наклонных поверхностей и уменьшению коэффициента стока для таких участков, что привели к влагонасыщению поверхностного слоя и более интенсивному росту травянистых растений.

Одним из эффективных способов удержания влаги в поверхностном слое является

нарезка поперечных борозд на бортах и наклонном дне карьера.

Борозды могут быть пройдены с использованием навесного оборудования для бульдозерной техники. Нарезанные борозды могут су-

щественно сдерживать естественный сток дождевых и талых вод, что уменьшит эрозию и смыл мелкозема и таким образом улучшат условия для самозарастания нарушенных земель [10].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гармаев Е.Ж., Цыдыпов Б.З. Пространственно-временная динамика растительного покрова аридной и семиаридной климатических зон Центральной Монголии на основе временных серий NDVI и натурных исследований // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. 2013. № 2. С. 219–229. EDN: QZBXOF.
2. Содномов Б.В., Аюржанаев А.А., Цыдыпов Б.З., Жарникова М.А., Батомункуев В.С., Гармаев Е.Ж. Динамика растительного покрова приграничных территорий России и Монголии // Проблемы устойчивого развития региона. IX школа-семинар молодых ученых России, посвященная 70-летию академика РАН Арнольда Кирилловича Тулохонова (г. Улан-Удэ, 03–07 июля 2019 г.). Улан-Удэ, 2019. С. 152–156. EDN: ZCBAXP.
3. Самбуу-Ёндон У., Дукарт С.А., Афрюткина А.А. Современное горнорудное и горно-обогачительное производство в Монголии: экономический аспект // Вестник науки Сибири. 2017. № 1. С. 38–46. EDN: YORHCF.
4. Мундагбаатар М. Состояние горнорудной промышленности Монголии: проблемы и перспективы развития // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2012. № 2-1. С. 13–18. EDN: REREMP.
5. Долгосурэн Б., Тальгамер Б.Л. Анализ интенсивности самозарастания нарушенных земель при добыче песчано-гравийной смеси в Монголии // Перспективы развития горно-металлургической отрасли (Игошинские чтения – 2019). Материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 28–29 ноября 2019 г.). Иркутск, 2020. С. 33–39. EDN: XZYFHH.
6. Батжаргал Д., Тальгамер Б.Л., Олзоев Б.Н., Болотнев А.Ю. Анализ степени зарастания нарушенных земель при добыче строительных материалов в условиях степной зоны Монголии // Известия Уральского государственного горного университета. 2024. № 1. С. 114–120. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2024-1-114-120>. EDN: OBDMKN.
7. Тимофеева С.С., Карпова И.А. Мониторинг деятельности по добыче песчано-гравийной смеси в Иркутском районе по данным космических снимков // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 7. С. 50–54. EDN: SIJXKL.
8. Тарасенко П.В., Губов В.И. Резервы повышения эффективности использования водных ресурсов в сухостепной зоне Саратовского Заволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2012. № 11. С. 37–40. EDN: PIGBGN.
9. Недбаев И.С., Елсукова Е.Ю. Изучение мирового и российского опыта по разработке оптимальных путей рекультивации нарушенных земель // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 6. С. 1–13. EDN: AIICKP.
10. Мануйлов А.А. Естественное зарастание карьерно-отвальных геоконструкций меломергельных пород и трансформация эдафических условий в условиях лесостепной зоны // Успехи современного естествознания. 2022. № 8. С. 44–51. <https://doi.org/10.17513/use.37867>. EDN: JJTCAR.

REFERENCES

1. Garmaev E.Zh., Tsydypov B.Z. Spatio-Temporal Dynamics of Vegetation Cover of Arid and Semiarid Climatic Zones in Central Mongolia on the Basis of Time Series NDVI and Field Studies. The Bulletin of the Buryat Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 2013;2:219-229. (In Russ.). EDN: QZBXOF.
2. Sodnomov B.V., Ayurzhanaev A.A., Tsydypov B.Z., Zharnikova M.A., Batomunkuev V.S., Garmaev E.Zh. Dynamics of Vegetation Cover in the Border Areas of Russia and Mongolia. In: *Problemy ustoichivogo razvitiya regiona. IX shkola-seminar molodykh uchenykh Rossii, posvyashchennaya 70-letiyu akademika RAN Arnolda Kirillovicha Tulokhonova* = *Problems of Sustainable Development of the Region. IX School-Seminar of Young Scientists of Russia Dedicated to the 70th Anniversary of Academician of the Russian Academy of Sciences Arnold Kirillovich Tulokhonov*. 03–07 July 2019, Ulan-Ude. Ulan-Ude; 2019. P. 152–156. (In Russ.). EDN: ZCBAXP.
3. Sambuu-Endon U., Dukart S.A., Afryutkina A.A. Modern Mining and Mineral Processing in Mongolia: Economic Aspects. *Vestnik nauki Sibiri*. 2017;1:38-46. (In Russ.). EDN: YORHCF.

4. Mundagbaatar M. The State of the Mining Industry in Mongolia: Problems and Development Prospects. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsii i perspektiv razvitiya*. 2012;2-1:13-18. (In Russ.). EDN: REREMP.
5. Dolgosuren B., Talgamer B.L. Analysis of the Intensity of Spontaneous Overgrowing of Disturbed Lands during the Extraction of Sand and Gravel Mixture in Mongolia. In: *Perspektivy razvitiya gorno-metallurgicheskoi otrasli (Igoshinskie chteniya – 2019). Materialy XIX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Prospects for the Development of the Mining and Metallurgical Industry (Igoshin Readings – 2019). Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference*. 28–29 November 2019, Irkutsk. Irkutsk; 2020. P. 33–39. (In Russ.). EDN: XZYFHH.
6. Batzhargal D., Talgamer B.L., Olzoev B.N., Bolotnev A.Yu. Analysis of the Degree of Overgrowth of Lands Disturbed During the Extraction of Building Materials in the Steppe Zone of Mongolia. *News of the Ural State Mining University*. 2024;1:114-120. (In Russ.). <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2024-1-114-120>. EDN: OBDMKN.
7. Timofeeva S.S., Karpova I.A. Satellite Imagery-Based Monitoring of Sand and Gravel Mixture Extraction in Irkutsk Region. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2014;7:50-54. (In Russ.). EDN: SIJXKL.
8. Tarasenko P.V., Gubov V.I. Reserves of Hydro Resources Utilization's Raising Efficiency in the Conditions of Dry Steppe Zone of Saratov Zavolzh'ye. *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova*. 2012;11:37-40. (In Russ.). EDN: PIGBGN.
9. Nedbaev I.S., Elsukova E.Yu. The Study of World and Russian Experience in the Development of Optimal Ways of Recultivation of Disturbed Lands. *The Eurasian Scientific Journal*. 2021;13(6):1-13. (In Russ.). EDN: AIICKP.
10. Manuylov A.A. Natural Overgrowth of Quarry-Dump Complexes and Transformation of Edaphic Conditions in the Conditions of the Forest-Steppe Zone. *Advances in Current Natural Sciences*. 2022;8:44-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/use.37867>. EDN: JJTCAR.

Информация об авторах

Батжаргал Долгорсурэн,
горный инженер, аспирант,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: doogii.do@mail.ru

Тальгамер Борис Леонидович,
д.т.н., профессор,
профессор кафедры разработки месторождений
полезных ископаемых,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: talgamer@istu.edu,
<https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>
Author ID: 447805

Болотнев Александр Юрьевич,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры разработки месторождений
полезных ископаемых,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: abolotnev@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-4250-6216>
Author ID 504503

Information about the authors

Batjargal Dolgorsuren,
Mining Engineer,
Postgraduate Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: doogii.do@mail.ru

Boris L. Talgamer,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Professor of the Department of Mineral Deposits
Development,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russia,
e-mail: talgamer@istu.edu,
<https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>
Author ID: 447805

Aleksandr Yu. Bolotnev,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mineral
Deposits Development,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russia,
e-mail: abolotnev@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-4250-6216>
Author ID 504503

Олзоев Борис Николаевич,

к.г.н., доцент,
доцент кафедры маркшейдерского дела
и геодезии,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
✉e-mail: bnolzoev@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7105-6341>
Author ID: 585990

Boris N. Olzoev,

Cand. Sci. (Geo.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Mine Surveying and Geodesy,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russia,
✉e-mail: bnolzoev@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7105-6341>
Author ID: 585990

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 14.11.2025.
Одобрена после рецензирования 11.12.2025.
Принята к публикации 29.12.2025.

Information about the article

The article was submitted 14.11.2025.
Approved after reviewing 11.12.2025.
Accepted for publication 29.12.2025.