

Код МРНТИ 38.17.19:38.17.93

D.M. Baklagin¹, M.V. Lepyavko², M.V. Ponomareva³, *Ye.V. Ponomareva³¹Coal Department of JSC «Qarmet» (Karaganda, Kazakhstan),²Directorate for Special Mine Installation and Degasification of JSC «Qarmet» (Karaganda, Kazakhstan),³Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

STUDY OF THE TECTONICS OF THE PALEOZOIC STRATA OF THE BIDAİK ORE FIELD

Abstract. This article is dedicated to the study of tectonic and geological processes at the Bidaik Ore Field, located in the Ulytau district of the Karaganda region in Kazakhstan. Special attention is given to the role of tectonic disturbances in the formation of ore bodies and their industrial significance for the region. The objective is to study the geological structure and tectonic disturbances at the Bidaik Ore Field to assess its ore potential and industrial capacity. Research tasks include the analysis of tectonic structures influencing ore body localization, including faults and folded structures; the study of the stratigraphy of Paleozoic and Cenozoic deposits and their metamorphic changes; the application of a complex of geological-geophysical methods to clarify ore-bearing zones and assess their industrial significance.

Key words: Bidaik Ore Field, tectonic disturbances, polymetallic ores, stratigraphy, mineralization, Central Kazakhstan.

Бидайық кен кенірінің палеозой тізілігінің тектоникасын зерттеу

Аннотация. Мақала Қазақстанның Қарағанды облысының Ұлытау аймағында орналасқан Бидайық кен орнының тектоникалық және геологиялық процестерін зерттеуге арналған. Кен денелерінің түзілуіндегі тектоникалық бұзылулардың маңызына және олардың аймақ үшін өнеркәсіптік маңызына басты назар аударылады. Мақсаты – Бидайық кен орнының геологиялық құрылымы мен тектоникалық бұзылыстарын зерттеу, оның кен құрамы мен өндірістік әлеуетін бағалау. Ғылыми-зерттеу міндеттері: кен денелерінің локализациясына әсер ететін тектоникалық құрылымдарды, оның ішінде жарылымдар мен қатпарлы құрылымдарды талдау; палеозой және кайнозой шөгінділерінің стратиграфиясын және олардың метаморфтық өзгерістерін зерттеу; кенді аймақтарды нақтылау және олардың өндірістік маңызын бағалау үшін геологиялық-геофизикалық әдістер кешенін қолдану.

Түйінді сөздер: Бидайық кен орны, тектоникалық бұзылыстар, полиметалл кендері, стратиграфия, минералдану, Орталық Қазақстан.

Изучение тектоники палеозойских толщ Бидайского рудного поля

Аннотация. Статья посвящена исследованию тектонических и геологических процессов Бидайского рудного поля, расположенного в Улытауском районе Карагандинской области Казахстана. Основное внимание уделено значению тектонических нарушений в формировании рудных тел и их промышленной ценности для региона. Целью является исследование геологического строения и тектонических нарушений на Бидайском рудном поле для оценки его рудоносности и промышленного потенциала. Задачи исследования: анализ тектонических структур, влияющих на локализацию рудных тел, включая разломы и складчатые структуры; исследование стратиграфии палеозойских и кайнозойских отложений и их метаморфических изменений; применение комплекса геолого-геофизических методов для уточнения рудоносных зон и оценки их промышленной значимости.

Ключевые слова: Бидайское рудное поле, тектонические нарушения, полиметаллические руды, стратиграфия, минерализация, Центральный Казахстан.

Introduction

The Bidaik Ore Field is a large polymetallic deposit located in the Ulytau district of the Karaganda region, Central Kazakhstan. Geologically, the ore field is associated with tectonic fault zones trending northeast and northwest, which contribute to the localization of ore bodies. The main types of minerals include lead, zinc, and copper. The mineralization processes at the deposit are primarily associated with the circulation of fluids through fault structures, which led to the formation of ore bodies in fractured and deformed rocks.

The deposit is characterized by a high concentration of polymetals, which determines its economic importance for the region.

Methods of Investigation

A complex of geological-geophysical methods was used to map and study the geological features of the Bidaik Ore Field, allowing for the assessment of ore potential and tectonic structures. The main method applied was gold metric surveying, which helped identify areas with elevated gold and polymetallic concentrations, such as lead and zinc. This method helped define the contours of the ore bodies and evaluate their prospects for further development.

Magnetic prospecting and gravimetry were used to refine the structure of the Earth's crust and locate the ore bodies, helping to identify magnetic and density anomalies associated with the presence of metallic ores. These methods played a key role in interpreting tectonic disturbances and their impact on the ore zones [1].

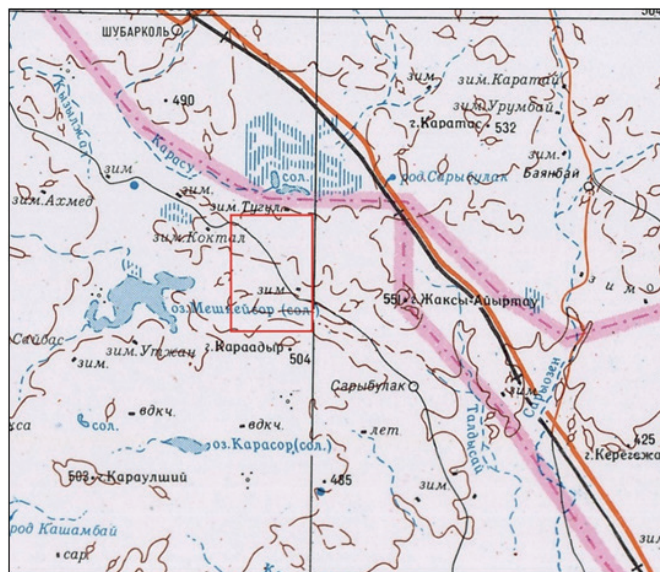


Figure 1. Overview map of the area.
Сурет 1. Ауданның шолу картасы.
Рис. 1. Обзорная карта района.

The induced polarization (IP) method was used to study the conductivity of rocks and identify areas with sulfide minerals, indicating deeper ore bodies. Electrical prospecting using the Frequency Domain Induced Polarization method (IP-FDP) was carried out in an areal configuration with a 100 x 20 m grid along pre-established profiles. The total volume of IP-FDP surveys amounted to 23,625 linear meters, including a

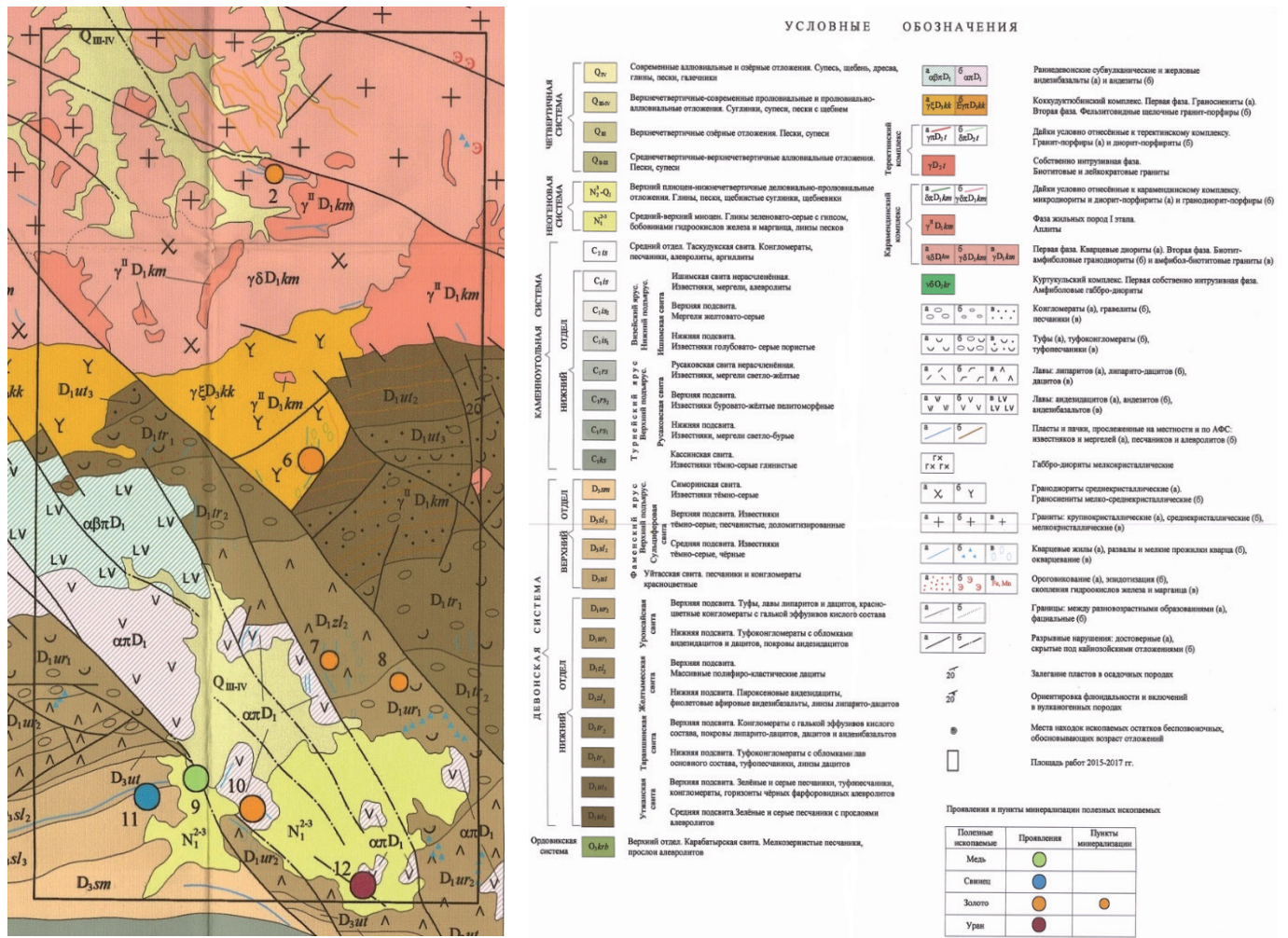


Figure 2. Geological map of the Bidaik ore field.
Сурет 2. Бидайық кен орнының геологиялық картасы.
Рис. 2. Геологическая карта Бидайкского рудного поля.

5% control. Experimental work to determine the optimal frequency was conducted within a range of 0.153 Hz to 4.88 Hz. The IP-FDP setup employed the following geometric parameters: AB = 2000 meters, MN = 20 meters. The AB distance of 2000 meters was selected to achieve the required investigation depth of up to 200 meters.

Measurements on the site were performed using 2–4 modern, high-sensitivity EIN-209M instruments. All signal measurements were conducted with mandatory repeat measurements (accumulations) at survey points. The recorded parameters included the amplitude of the first harmonic A0 (ΔU_{mn}) in mV and the dual-frequency phase parameter of induced polarization φ_k.

A gamma survey was also conducted to detect radioactive anomalies, which could be associated with certain types of ore bodies and mineralization zones.

An important part of the research involved deep geochemical prospecting, which provided information on the chemical composition of rocks at significant depths, allowing for the understanding of the vertical zoning of the ore field. Mining operations included the excavation of trenches by manual methods. Trenching was carried out in areas identified during reconnais-

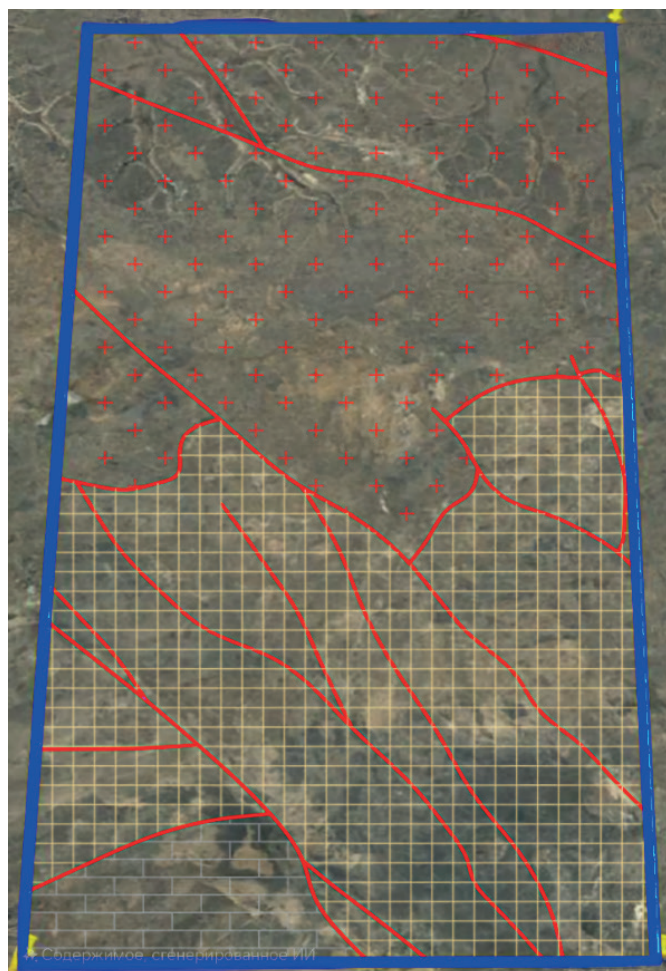
sance surveys as zones of hydrothermally altered rocks and quartz veins, with the objective of exposing and tracing these features in detail along their strike. A total of 29 trenches were excavated, with a combined volume of 1,230.3 m³ and a total length of 1,329.6 m. The trench lengths ranged from 25.5 m to 74.0 m. The average trench depth was 0.93 m, with variations from 0.85 m to 1.57 m.

Following excavation, the surface of each trench was manually cleaned to prepare it for geological documentation, geochemical sampling, and channel sampling. The volume of manual cleaning amounted to 123 m³. Exploration drilling and trenching provided detailed studies of ore bodies at various levels, confirming the data from the geophysical methods and enabling direct analysis of the ore material [2, 3].

This integrated approach not only allowed the mapping of the ore field but also revealed its industrial significance, making the Bidaik Ore Field promising for further geological exploration and mining operations.

Scientific Results

The stratified formations of the area are diverse in composition, genesis, and metamorphism, and belong to the Paleozoic



1 – Tectonic disturbances; 2 – Shubarkul Pluton; 3 – Shubarkul Horst-Anticline; 4 – Taldysai Graben-Syncline

Figure 3. Combined map of the Bidaik ore field.

Сурет 3. Бидайық кен орнының құрама картасы.

Рис. 3. Совмещенная карта Бидайкского рудного поля.

and Cenozoic erathems. The Paleozoic strata formed both in marine conditions (terrigenous, siliceous, and carbonate rocks) and in continental volcanic conditions. Additionally, Paleozoic deposits in the Mesozoic erathem underwent weathering and laterization processes. The Cenozoic deposits are typical continental formations, varying in genesis and composition (Figure 2).

The data obtained at the Bidaik ore field are comparable to the results of studies at the Akshatau and Zhairam deposits. Both regions are characterized by a high degree of polymetallic mineralization and similar tectonic conditions. In particular, at the Akshatau deposit, density and magnetic anomalies indicate zones of ore body localization similar to those identified in Bidaik.

At the Zhairam deposit, fracture zones and increased permeability, formed as a result of intensive tectonic processes, are also noted. The comparison with the results obtained at these deposits confirms the key role of faults and fold structures in the localization of ore bodies at the Bidaik ore field.

The Paleozoic erathem is composed of sandstones of greenish-gray, and less commonly, dark green color, with rare interlayers of siltstones and argillites. The rocks are characterized by submeridional strike and dip angles of approximately 20–30°. The visible thickness of the deposits does not exceed 500 m [4, 5].

The Cenozoic erathem is represented by montmorillonite clays of grayish-green or bluish-green colors. In the upper parts, the clays often have a rusty-brown color due to the oxidation of iron impurities contained within. The clays are massive, lumpy, and contain small inclusions of black ferromanganese concretions and unevenly distributed inclusions of gypsum crystals. According to drilling data, the thickness of the clays ranges from 25 to 30 m.

Main Types of Tectonic Disturbances

Folding and fold formation are processes that alter the bedding of rocks. The main feature of this process is the bending of bodies (usually stratified), differing in both shape and scale. Folding in certain regions is characterized by manifestation at specific historical stages, with the process primarily involving vertical movements of the Earth's crust during the final stages of the geosyncline development [6].

The Shubarkul pluton, Shubarkul horst-anticlinal, and Taldysai graben-synclinal are important tectonic structures of the Bidaik Ore Field (Figure 3) [7, 8].

The crest and northern flank of the horst-anticline are composed of granitoids from the Karamen, Terektin, and Kokkuduktyubin complexes, forming the large Shubarkul Pluton. Only in the extreme northeast are fragments of Lower Devonian volcanic rocks observed.

South of this structure lies the Shubarkul horst-anticline, which is adjacent to and comparable in size to the northern structure. Its composition is predominantly Devonian granitoids and Lower Devonian volcanic rocks.

Further to the south, the next major structural element of the area is the Taldysai graben-syncline, composed of carbonate rocks from the Famennian and Lower Carboniferous [9].

Influence of Tectonic Processes

Tectonic disturbances in the region create favorable conditions for the formation of ore bodies due to intensive fracturing and the penetration of hydrothermal solutions. The main types of disturbances are faults and thrusts, which form zones of increased permeability and concentration of mineralized fluids.

Deep faults passing through the Bidaik ore field play a key role in mineralization processes. These faults provide migration paths for fluids, as confirmed by geophysical survey and drilling results. Similar processes are observed at other deposits in Central Kazakhstan, such as Akshatau and Zhairam, where mineralization is associated with zones of intensive tectonic fracturing.

In the southern part of the area, where the highest number of tectonic disturbances is observed, the most promising ore bodies with significant concentrations of polymetals have formed. This makes the area promising for further exploration and development [10].

Conclusion

Tectonic disturbances in the Bidaik Ore Field play a key role in the formation and distribution of ore bodies. Faults, shifts, folded structures, horizontal displacements, and thrusts create a complex geological environment that requires thorough study and monitoring. These tectonic processes facilitate the penetration of hydrothermal fluids, magmatic intrusions, and deformations, which, in turn, influence ore formation and the effectiveness of mineral extraction in

the region. The geological structure of the ore field comprises formations from the Devonian, Carboniferous, Paleogene, and Quaternary systems. The complexity of the area's geotectonic structure has led to a relative diversity of types and genetic classifications of mineral resources. All identified metallic mineral occurrences are classified as mineralization showings or points. Previous studies in the area have revealed occurrences and points of mineralization for copper, lead, gold, and uranium.

REFERENCES

1. *Otchet o rezul'tatakh rabot po ob'ektu: «Poiskovyye raboty na zoloto na rudnom pole Bidaikskoe» [Report on the results of work on the object: «Exploration work for gold in the Bidaikskoe ore field»], Tarasov I.A., Chernov P.V., Shtey P.A., Zhumabekov N.N., Tsvetkov N.N., Romanov Yu.N. 2017, 261 p. (in Russian)*
2. *Structural geological atlas / Biswas T., Bose N., Dasgupta S. [et al.]. Springer. 2020. 627 p. (in English)*
3. *Geologiya Kazakhstana [Geology of Kazakhstan], Kazakhstanskii nauchnyi zhurnal [Kazakhstan Scientific Journal]. 2020. V. 14. No. 3. 45–58 pp. (in Russian)*
4. *Kudryashov M.A. Tektonika i magmatizm Tsentral'nogo Kazakhstana [Tectonics and Magmatism of Central Kazakhstan], Almaty: Nauka, 2015. 275 p. (in Russian)*
5. *Geologic maps. A practical guide to preparation and interpretation / Spencer E.W. Waveland Press. 2018. 235 p. (in English)*
6. *Lebedev A.N. Gidrogeologiya i geokhimiya rudnykh mestorozhdenii [Hydrogeology and Geochemistry of Ore Deposits], Almaty: Nurly Kitap, 2018. 310 p. (in Russian)*
7. *Baibosynov Zh. Sovremennyye metody geologorazvedki v Kazakhstane [Modern Geological Exploration Methods in Kazakhstan], Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan [Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan]. 2019. V. 12. No. 1. 120–135 pp. (in Russian)*
8. *Investigating Plate Tectonics, Earthquakes, and Volcanoes / Anderson M. Britannica. 2012. 88 p. (in English)*
9. *Cheon Y., Kim J., Lee S. (2023). Comprehensive reinterpretation and new insights into the Ulsan Fault Zone: Geological and geophysical analysis. EGU Sphere. <https://egusphere.copernicus.org> (in English)*
10. *Geophysical Journal International. (2022). Interaction between magmatic and tectonic processes in local fault genesis: Implications from recent geophysical modeling. Oxford Academic. <https://academic.oup.com/gji> (in English)*

ПАЙДАЛААНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Бидайық кен орнындағы алтын барлау жұмыстары» нысанындағы жұмыстардың нәтижелері туралы есеп / Тарасов И.А., Чернов П.В., Штей П.А., Жұмабеков Н.Н., Цветков Н.Н., Романов Ю.Н. 2017, 261 б. (орыс тілінде)
2. Геологиялық құрылымдар картасы / Бисвас Т., Босе Н., Дасгупта С. [және т. б.]. Спрингер. 2020. 627 б. (ағылшын тілінде)
3. Қазақстан геологиясы // Қазақстан ғылыми журналы. 2020. – Т. 14. № 3. Б. 45–58 (орыс тілінде)
4. Кудряшов М.А. Орталық Қазақстан тектоника және магматизмі: Алматы: Ғылыми, 2015. 275 б. (орыс тілінде)
5. Геологиялық карта. Дайындау және түсіндіру бойынша практикалық нұсқаулық / Спенсер Э.В. Уэйвленд Пресс. 2018. 235 б. (ағылшын тілінде)
6. Лебедев А.Н. Кенді кенорындарының гидрогеология және геохимиясы: Алматы: Нурлы кітап, 2018. 310 б. (орыс тілінде)
7. Байбосынов Ж. Қазақстандағы геологиялық барлаудың заманауи әдістері // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының жаңалықтары. 2019. Т. 12. № 1. Б. 120–135 (орыс тілінде)
8. Плитаның тектоникасын, жер сілкінісін және жанартауларды зерттеу / Андерсон М. Британника. 2012. 88 б. (ағылшын тілінде)
9. Чон Ю., Ким Дж., Ли С. (2023). Ульсан сынық аймағына қатысты кешенді қайта бағалау және жаңа түсініктер: геологиялық және геофизикалық талдау. ЭГУ Сфера. <https://egusphere.copernicus.org> (ағылшын тілінде)

10. Халықаралық геофизикалық журнал. (2022). Жергілікті жарықтар генезисінде магмалық және тектоникалық процестердің өзара әрекеттесуі: соңғы геофизикалық модельдеуден алынған түсініктер. Оксфорд Академик. <https://academic.oup.com/gji> (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет о результатах работ по объекту: «Поисковые работы на золото на рудном поле Бидаикское» / Тарасов И.А., Чернов П.В., Штей П.А., Жумабеков Н.Н., Цветков Н.Н., Романов Ю.Н. 2017, 261 с. (на русском языке)
2. Атлас геологических структур / Бисвас Т., Босе Н., Дасгунта С. [и др.]. Спрингер. 2020. 627 с. (на английском языке)
3. Геология Казахстана // Казахстанский научный журнал. 2020. Т. 14. № 3. С. 45–58 (на русском языке)
4. Кудряшов М.А. Тектоника и магматизм Центрального Казахстана: Алматы: Наука, 2015. 275 с. (на русском языке)
5. Геологическая карта. Практическое руководство по подготовке и интерпретации / Спенсер Э.В. Уэйвлэнд Пресс. 2018. 235 с. (на английском языке)
6. Лебедев А.Н. Гидрогеология и геохимия рудных месторождений: Алматы: Нурлы кітап, 2018. 310 с. (на русском языке)
7. Байбосынов Ж. Современные методы геологоразведки в Казахстане // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. 2019. Т. 12. № 1. С. 120–135 (на русском языке)
8. Исследования тектоники плит, землетрясений и вулканов / Андерсон М. Британника. 2012. 88 с. (на английском языке)
9. Чон Ю., Ким Дж., Ли С. (2023). Комплексная переоценка и новые идеи о разломной зоне Ульсана: Геологический и геофизический анализ. ЭГУ Сфера. <https://egosphere.copernicus.org> (на английском языке)
10. Международный геофизический журнал. (2022). Взаимодействие магматических и тектонических процессов в генезисе локальных разломов: выводы из недавнего геофизического моделирования. Оксфорд Академик. <https://academic.oup.com/gji> (на английском языке)

Information about the authors:

Baklagin D.M., master's degree student at the Department of «Geology and exploration of mineral deposits», «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» NPJSC (Karaganda, Kazakhstan), KrasavchiKZ_44@list.ru; <https://orcid.org/0009-0002-1499-9313>

Lepuyavko M.V., master's degree student at the Department of «Geology and exploration of mineral deposits», «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» NPJSC (Karaganda, Kazakhstan), Lepuyavko_mikhail@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2110-527X>

Ponomareva M.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Geology and Exploration of Mineral Deposits Department, «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» NJSC (Karaganda, Kazakhstan), my_ponomareva18@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8652-9607>

Ponomareva Ye.V., Ph.D, acting Associate Professor of the Geology and Exploration of Mineral Deposits Department, «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» NJSC (Karaganda, Kazakhstan), sea_kitten_1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1322-6773>

Авторлар туралы мәліметтер:

Баклагин Д.М., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Леявякко М.В., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Пономарева М.В., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының доценті, т. ғ. к. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Пономарева Е.В., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының доцентінің м. а., Ph.D (Қарағанды қ., Қазақстан)

Сведения об авторах:

Баклагин Д.М., магистрант кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет им. Абылқаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Леявякко М.В., магистрант кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет им. Абылқаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Пономарева М.В., к. т. н., доцент кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет им. Абылқаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Пономарева Е.В., Ph.D, и. о. доцента кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет им. Абылқаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)