

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 441 (2020), 72 – 78

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.56>

UDC 550.83

IRSTI 38.57.23

A. Sharapatov, E. E. Taikulakov, N. A. Assirbek

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.sharapatov@satbayev.university

**GEOPHYSICAL METHODS CAPABILITIES IN PROSPECT
EVALUATION AND DETECTION OF COPPER-BEARING
LOCALISATIONS OF WESTERN PRE-BALKHASH**

Abstract. In the Western Pre-Balkhash region, deposits of iron, tin, lead, zinc, copper, bismuth, fluorite and wollastonite, as well as copper, silver and gold occurrences are known. All listed ore fields are assigned to Sholpan and Pre-Balkhash formation types. Study covers territories of the famous Bie and potential Besoba ore fields. The aim of the article is to study the prospect evaluation capabilities and sensitivity levels of geophysical methods in the detection of copper ore of the Western Pre-Balkhash. For this purposes, published and archive materials were used, and the results of gravimagnetic studies of recent years were analyzed together with litho-geochemical data.

Two arbitrary areas were assigned to predict distribution of statistical-probability parameters of gravi-magnetic fields. They were selected according to geochemical data based on the presence-absence of copper ore concentrations. Two arbitrary areas were assigned for prediction of statistical-probability parameters of gravity-magnetic fields distribution. Calculation of statistical parameters determines the rate of reflection of ore-concentrating bodies in each of observed fields. Statistical parameters are capable of choosing a rational set of geophysical methods for solving problems and optimize the size of search areas. It has been confirmed that granitoids are the most promising bodies in the exploration of copper ore mineralization. For further detailing of their spatial position, a set of geophysical methods is recommended: magnetic, electrical exploration - vertical electrical sounding (dipole modification) + induced polarization method, using geochemistry data.

The following conditions of application this technique for evaluation geophysical data sensitivity based on the detailed study of gold-bearing ore bodies of the region are listed below: an additional analysis of geological and geophysical data and detailed study of the petrophysical parameters of ore and ore-bearing rocks are required.

Key words: Western Pre-Balkhash, intrusions, copper bearing, gravimagnetic field, geochemistry, statistical processing.

Introduction. Geological exploration in the Western Pre-Balkhash region began at the end of the 19th century and had rare small-scale path intersections nature. In subsequent years, issues of stratigraphy, magmatism, tectonics and hydrogeology were studied; the tungsten-bismuth-tin deposit Karaoba and the tungsten deposit Karakamys (1946) and deposits of tin - Sholpan, Shakshagayly, Karaungir, Korgasyndy, Ayakzhartas group, tungsten – Oktyabrsky, lead and zinc – area XIV, lead-zinc and zinc-tin; area XVIII, copper – Saryshagan were discovered; summary maps (or sets of maps) were compiled, stratigraphy, magmatism and tectonics aspects were correlated, typification of geological and ore formations were revised, tectonic and metallogenic zoning were considered, and a qualitative and quantitative forecast assessment of ore-bearing areas and individual objects (1977-2000 years) was given.

Exploration and prospecting studies were accompanied by geochemical and geophysical surveys, such as: litho-geochemical, magnetic, gravity and small-scale electrical surveys. Consequently, as the result of regional and local researches, deposits of lead and zinc – Bie Vostochny; tin – Pre-Balkhash, Kazarinovskoe, Bie; bismuth – Dvuhmetallnoe, as well as a large number of occurrence and mineralization areas of non-ferrous and rare metals: gold, fluorspar, and etc. were discovered.

Problem statement. Data analysis of previously executed geological-geophysical and geochemical materials of the study area indicate necessity to choose specific set of methods (internal – integrated geophysical methods, and external – geophysical, geochemical and other methods) for further evaluation work. Therefore, the sensitivity of geophysical data within ore-concentration structure must be examined. The solution to the problem is possible by predicting the statistical distribution of physical fields across the study area.

The problem solution. In terms of geology, the field of Bie-Besoba located in an extremely complex structure. It is located at the junction of the Buryltas meganticlinorium, which is part of the Shu-Ili fold zone, and the Mointy synclinorium, which is a substructure of the West Pre-Balkhash megasynclinorium of the Central Kazakhstan Devonian volcanic belt. The northwestern part of the study area hasn't been properly investigated, the undervaluation of the region by economic reasons (lack of large field deposits, poor infrastructure), occurrence of a fresh approaches and development of modern models and distribution (mounting) of non-ferrous deposits and rare metals, are the main factors that determined boundary of the study area.

According to the state of exploration, the Bie's field is considered as an ore, the Besoba's field as a prospective ore-bearing deposits [1]. The ore belts of the Bie site are evenly distributed over its territory and have an isometric or slightly elliptical shape. Their diameter ranges from 2 to 12 km. The Besoba's site is located in the western part of the Bie field and includes a significant number of copper ore occurrences. It is controlled by the Balateniz massif and has slightly angular isometric shape, whose diameter is 14-22 km.

Copper-porphyrific mineralization is spatially and genetically associated with small-scale subalkaline intrusions, which is moderately composed of the Early Permian Torangylyk complex. In the host rocks, following hydrothermal changes are observed: silicification, sericitization, berezization, argillization, vein-disseminated pyritization, kalifeldsparization. Disseminated mineralization is concentrated in brecciation and fractured zones or in vein-vein silicification areas. Typical representatives of copper-porphyrific ore deposits are the Saryshagan field [1].

The data of the previous studies were analyzed to evaluate the possibilities of geophysical data application in allocating of copper-porphyrific mineralization. According to Kashafutdinov V. Kh. et al (1985, 1992), the density of ore-bearing complex is varying 2.57-2.61 g/cm³, the average is 2.60 g/cm³; magnetic susceptibility – 0-3000·10⁻⁶ CGSM units, average – 630·10⁻⁶ CGSM units [1]. Magnetic and gravitational anomalous fields' values in the region vary from -50 to 500 nTl and -4.5-5 mGal, respectively.

Study area includes different geological features. Geophysical fields' anomalies are similar in shape and sign. Sensitivity assessment of magnetic and gravitational fields in the allocation of ore sites was resolved into prediction of statistical-probability parameters of gravi-magnetic fields distribution (ΔT , nTl and Δg , mGal). Thus, two arbitrary areas were assigned (figures 1 and 2). The contours were drawn on the basis of litho-geochemical data, which is distinguishing zones of copper-ore concentration. Continuously, some distinguished zones are perspective, while others are not. They must be originating from false anomalies. In the first case, there is a non-zero hypothesis (target detection), in the second - the null hypothesis (false target). The reliability of target detection by geophysical (petrophysical) data can be estimated by the method described in [2].

An error of the first kind (false target) arises when H_1 hypothesis is accepted, but in fact there is no signal. There is interference similar to a signal. The probability of such an error is estimated by the area α :

$$\alpha = \int_{S_1} P(F / H_0) dF = \int_h^{\infty} P(F / H_0) dF \quad (1)$$

An error of the second kind (missed target) occurs when the measured value is accepted as interference. That is, H_0 hypothesis is accepted (the null hypothesis), but in fact there is a signal. A similar situation occurs when the interference distorts the signal that becomes similar to interference. The probability of an error of the second kind is determined by β :

$$\beta = \int_{S_0} P(F / H_1) dF = \int_{-\infty}^h P(F / H_1) dF \quad (2)$$

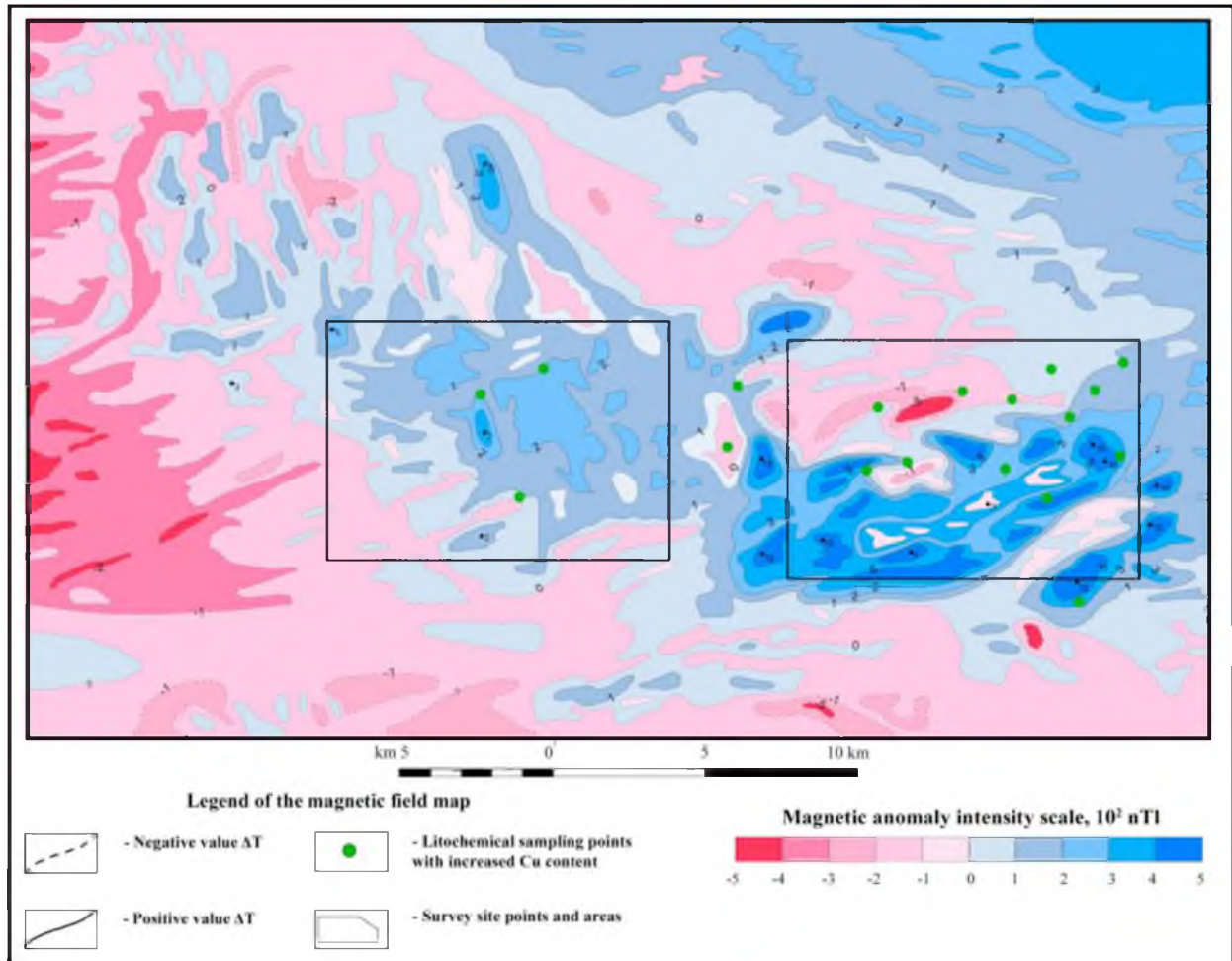


Figure 1 – Map of magnetic field ΔT , 10^2 nTl, of study area in western Pre-Balkhash part with litho-geochemical data

If a priori probabilities of the hypotheses P_0 and P_1 inserted, then we can calculate q - the total unconditional probability error, which associated with false target and missed target.

$$q = P_0 \cdot \alpha + P_1 \cdot \beta \quad (3)$$

Then the reliability (probability of correct selection) of dividing targets into classes (zero or non-zero hypotheses)

$$\gamma = 1 - q \quad (4)$$

As a special case, the probability of correct signal selection is considered

$$\gamma = 1 - \beta \quad (5)$$

Mentioned above method of calculating statistical parameters was used for each of the observed fields. A quantitative probability assessment of the correct targets dividing into classes showed that magnetic exploration data is more informative for distinguishing bodies of copper mineralization. They were objectively reproduced in the values of the calculated statistical parameters: $\gamma=0.723$ – in magnetic, and $\gamma=0.572$ – in gravitational field (according to formula 5).

As the experience of using geophysical methods in studying the areas of sulfide mineralization shows, the results of magnetic studies require further detailing by an electrical exploration complex - vertical electrical sensing (including in dipole modification) and induced polarization. The parameters of electrical resistivity (ρ) and polarizability coefficient (η), jointly obtained using modern hardware systems, and a comprehensive interpretation of the data ΔT , ρ , η will allow to clarify the spatial (deep) positions of ore-bearing objects [3].

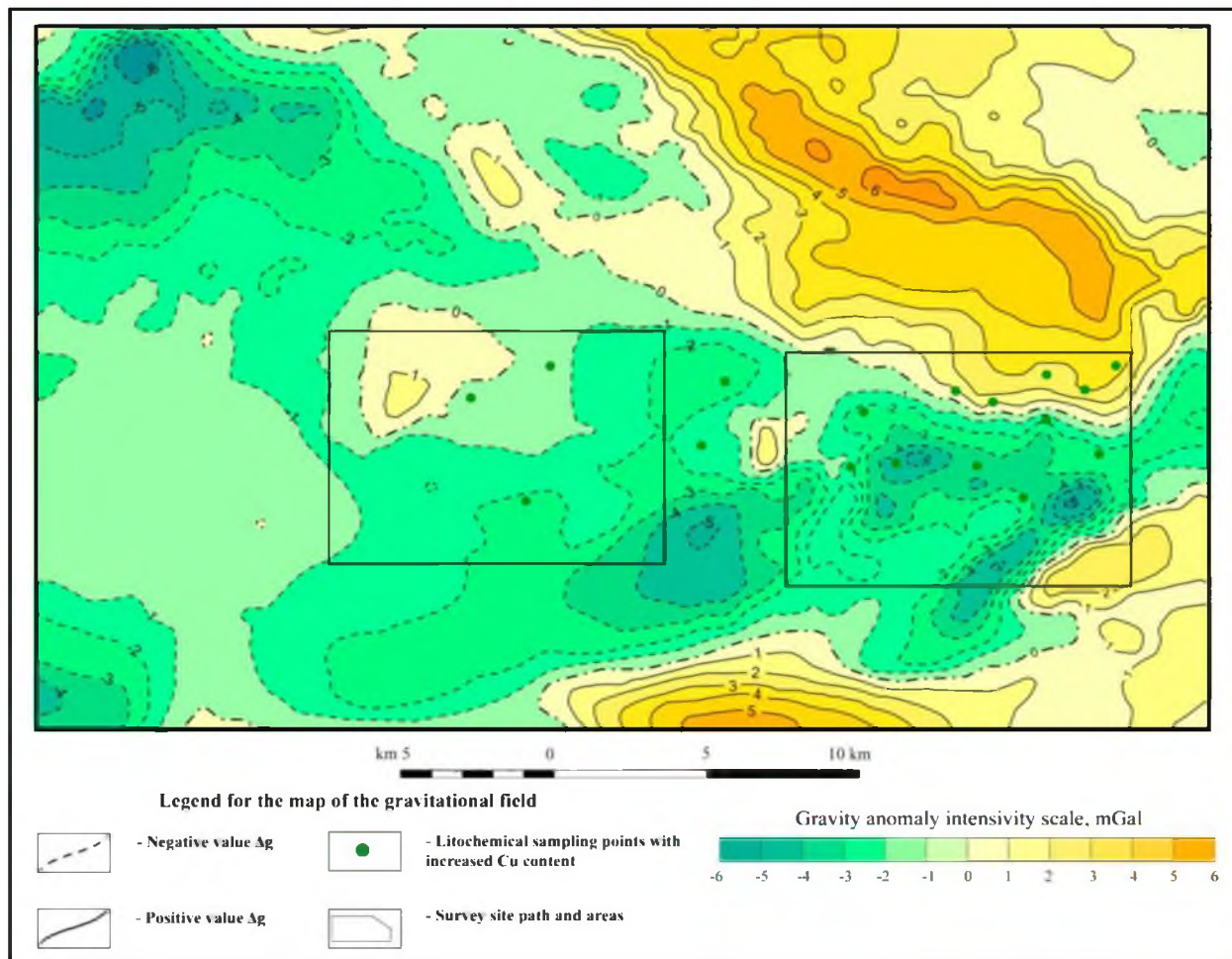


Figure 2 – Map of gravitational field Δg , mGal, of study area in western Pre-Balkhash part with litho-geochemical data

Research prospects. The geological features of the Bic-Besoba's ore field are sufficiently delineated in gravi-magnetic fields. In the northwestern part of the Zhastar's fault zone (outside the study area), it is distinguished by an integration of geological and geophysical data and represents a set of gradients in magnetic and gravitational fields. According to gravity data, elliptical and round minima are distinguished in it, which can be interpreted as untapped stocks by erosion or roots of granitoids lying above basement massifs, characterized by lack of mass (density up to 2.58 g/cm). The Zhastar's zone controls the gold-bearing ore structures of the Zheltau formation (Mynaral).

According to geological and geophysical data, two east-west trending fault zones are distinguished: Karaungir and Usembay. Width of the zones varies from 1.5 to 15 km, and length more than 80 km. Fault zones are distinguished by magnetic and gravitational gradients. They correspond to zones of increased fracturing, folded at a depth by rocks with excessive density. Often zones are accompanied by belt dikes of the dolerite series. Probably, they are relicts of diffuse continental riftogenesis zones, actively operated in the Mesozoic era. Accordingly, it is assumed that they are ore-concentrating structures, which contain ore regardless of its mineragenic type. The intersection of these faults with north-west trending gold ore-bearing faults (Zhastar's zone) determines location of the gold ore mineral areas. Within the study area, most of the small-scale intrusive bodies and snouts composed of felsic rocks have not been properly studied. Among them, ore-bearing granitoids can be found, which previously have not been emphasized into separate complexes. It is most likely that weakly eroded Mesozoic granitoids may be missed: subalkaline leucogranites with equal amounts of alkalis (Be, Mo, Nb, Li), alkaline alaskites (TR, Sn, Nb, F, Zn, Pb), subalkaline Na-K bicarbonate leucogranites (Sn, Nb) and amazonite microcline-albite leucogranites (W, Sn, Mo, Bi, Be, Ta). It's necessary to perform additional analytical studies to investigate granitoids, which consist of small-scale bodies [1].

Conclusion. The results of the research revealed that 1) more detailed study requires investigate ore-bearing granitoids, as well as a detailed analysis of their magnetic and electrical properties; 2) integrated analysis of gravi-magnetic and litho-geochemical data is useful in determining ore-bearing deposits, especially copper-bearing. Statistical estimation showed that the efficiency of using magnetic data ($\gamma = 0.723$) is higher compared to gravitational, where $\gamma = 0.572$; 3) in studying the sulfide mineralization, the results of magnetic data require further prospecting by integrated electrical surveying – vertical electrical sounding (including in dipole modification) and induced polarization. The parameters of electrical resistivity (ρ) and polarization coefficient (η), acquired by using modern hardware systems, and integrated interpretation of ρ , η allows to clarify the spatial position of ore-bearing bodies; 4) Belt of dolerite series dykes may prove to be ore-concentrating features of gold and additional study and analysis is required, including statistical analysis of petrophysical parameters and/or geophysical fields of ore and non-metallic objects using the above methodology.

Ә. Шарапатов, Е. Е. Тайқұлақов, Н. Ә. Әсірбек

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

БАТЫС БАЛҚАШ МАҢЫНДАҒЫ МЫСТЫ РУДАШОҒЫРЛАНУДЫ АНЫҚТАУДА ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРДІҢ ІЗДЕУ-БАҒАЛАУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аннотация. Мақала зерттелетін аудан Батыс Балқаш маңы Шу-Іле қатпарлы белдеуі жүйесіне енетін Бурылтас мегантиклинорийі мен Мойынты синклинийінің (Орталық Қазақстан девон жанартау белдеуі Батыс Балқаш мегасинклинийінің құрылымы) біріккен тұсында орналасқан. Батыс Балқаш маңында геологиялық зерттеулер ХІХ ғасырдың соңында басталған, темір, калайы, қорғасын, мырыш, мыс, висмут, фторит және волластонит кен орындары, сонымен қатар мыс, күміс және алтынның рудалары белгілі. Олар 2 формациялық типтерге қатысты: Шолпан және Балқаш маңы. Іздеу-барлау жұмыстары алдын ала немесе бірге жүргізілген геофизикалық (магниттік, гравитациялық, кейбір жерлерде электрлік барлау) және геохимиялық (литогеохимия) зерттеулермен толықтырылған.

Соңғы жылдары зерттеулер белгілі Бие және әлеуетті Бесоба рудалы алаңдарының территорияларын қамтиды. Зерттеу ауданының контурын анықтайтын факторлар қатарына территорияның солтүстік батыс бөлігінің салыстырмалы түрде зерттелуін, экономикалық себептерге байланысты (ірі кен орындардың болмауы, инфрақұрылымның жеткіліксіздігі) жете бағаланбауын, түсті және сирек металдардың пайда болуы мен кен орындарының орналасу заңдылықтарында жаңа көзқарастардың пайда болуын жатқызуға болады.

Мақаланың мақсаты – Бие-Бесоба алаңындағы мысты кенденудің мысалында геофизикалық әдістердің іздеу-барлау мүмкіндіктерін, ақпараттық деңгейін зерттеу. Ол үшін зерттеу ауданы бойынша жарияланған және фондтық материалдардың қолданылды, соңғы жылдарғы гравимагниттік зерттеулердің нәтижелері литогеохимия мәліметтерімен бірге сараптаудан өтті.

Зерттеудегі гравимагниттік өрістердің рудалы учаскелерді анықтаудағы ақпараттық бағалау олардың бақыланған мәндерінің (ΔT , нТл и Δg , мГал) таралуының ықтималды-статистикалық параметрлерін есептеумен орындалды. Есептеулерді орындау үшін 2 учаске таңдалды. Олар геохимия жұмыстарының нәтижелеріндегі мыстың шоғырлану деңгейі бойынша контурланған. Сонымен, 1-объектіде іздеу жұмыстарының перспективасы бар, 2-сінде жоқ. Себебі мұндағы геологиялық объектілер жалған аномалияларды құрайды. Бірінші жағдайда – нөлдік емес гипотеза (объект бар), екіншісінде нөлдік гипотеза орын алады. Сонымен қатар рудалы және рудалы емес геологиялық объектілердің геофизикалық өрістер аномалиялары пішіні мен таңбасы жағынан ұқсас. Фактілік материалдар бойынша объектілердің физикалық қасиеттері мен гравимагниттік өрістерінің кернеуліктері келесі сандық сипаттамаларға ие: тығыздық мәндері 2,57-2,61 г/см³ арасында өзгереді, орташа мәні – 2,60 г/см³; магнит қабылдағыштық 0-ден 3000·10⁻⁶ CGSM бірліктеріне дейін ауытқиды, орташасы 630·10⁻⁶ CGSM бірліктеріне тең; магниттік және гравитациялық аномалиялы өрістер мәндерінің аудан бойынша өзгерістері, тиісінше, -50-ден 500 нТл-ға дейін және -4.5-тен 5 мГал-ға дейінгі аралықта.

Сарапталатын өрістердің статистикалық параметрлерін есептеулер рудашоғырланушы орталардың магниттік өрісте жоғарырақ деңгейде тіркелетінін көрсетті. Есептеулер нәтижелері тапсырмаларды орындауда қолданылатын барынша тиімді геофизикалық әдістер кешенін құрауға және іздеу алаңдарының өлшемдерін ықшамдауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде: мысты кенденген алаңдарды контурлауға магниттік барлау әдісі, ары қарай рудашоғырланудың тереңдік орнын анықтауды нақтылауға электрлік барлау әдісі – верти-

каль электрлік зондтау (дипольдік модификациясы) мен табиғи поляризация тәсілдерін бірге қолдану ұсынылды. Зерттеулер геохимия нәтижелерін қолдану арқылы жүргізіледі. Сонымен қатар мысты рудашоғырлануларды іздеуге ең перспективалы объектілерге шағын денелі гранитоидтар жататыны нақтыланды.

Бие-Бесоба кенді алаңы бойынша қазіргі кезде бар геологиялық-геофизикалық, геохимиялық түсірулердің фактілік материалдары, оған қоса түсті және басқа металдар мөлшерлерін сынамалау мәліметтерінің жеткілікті көлемі осы әдістемені басқа объектілерді іздеуде геофизикалық әдістерді таңдауда да қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, ауданның алтынрудалы объектілерін нақты зерттеулерде геофизикалық әдістердің мүмкіндіктерін осы әдістеменен бағалау шарттары келтірілген: геологиялық-геофизикалық материалдарды қосымша сараптау және алтынды, алтынсыз тау жыныстарының петрофизикалық параметрлерін барынша нақты сараптау қажеттігі.

Түйін сөздер: Батыс Балқаш маңы, интрузиялар, мыстылық, гравимагниттік өріс, геохимия, статистикалық өңдеу.

А. Шарапатов, Е. Е. Тайкулаков, Н. А. Асирбек

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ МЕДЕНОСНЫХ РУДОЛОКАЛИЗАЦИЙ ЗАПАДНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ

Аннотация. Район исследования – Западное Прибалхашье – находится на сочленении Бурылтасского мегантиклинория, входящего в систему Шу-Илийского складчатого пояса, и Моинтинского синклинория – структурой Западно-Балхашского мегасинклинория Центрально-Казахстанского девонского вулканического пояса. Геологические исследования в Западном Прибалхашье были начаты в конце XIX века, известны месторождения железа, олова, свинца, цинка, меди, висмута, флюорита и волластонита, а также проявления меди, серебра и золота. Они отнесены к двум формационным типам: шолпанскому и прибалхашскому. Поисково-съёмочные исследования сопровождались опережающими или одновременными геофизическими и геохимическими работами – литогеохимическими съёмками, магниторазведкой, гравиразведкой, локально электроразведкой.

В последние годы исследованиями охвачены территории известного Биеского и потенциального Бесобинского рудных полей. Относительно слабая опоскованность северо-западной части территории, недооцененность района по экономическим причинам (отсутствие крупных месторождений, слабая инфраструктура), возникновение новых взглядов и разработка современных моделей образования и размещения месторождений цветных и редких металлов – основные факторы, которые определили контур площади исследования.

Целью статьи является изучение поисково-оценочных возможностей, уровней информативности геофизических методов при выявлении рудных площадей на примере медного оруденения в Бие-Бесобинском поле. Для этого были использованы опубликованные и фондовые материалы по району исследования, проанализированы результаты гравимагнитных исследований последних лет совместно с данными литогеохимических работ.

Оценка информативности гравимагнитных полей при выделении рудных участков сводилась к расчету вероятностно-статистических параметров распределения их наблюдаемых значений (ΔT , нТл и Δg , мГал). Для проведения расчетов выделены 2 участка. Они выбраны по данным геохимических работ по признаку уровня концентраций в них меди. Таким образом, один участок представляет поисковый интерес, другой поискового интереса не представляет, так как геологические тела являются источниками ложных аномалий с точки зрения меденосности. В первом случае имеет место ненулевая гипотеза (объект обнаружения), во втором – нулевая гипотеза (ложный объект). При этом аномалии геофизических полей рудных и безрудных объектов сходны по форме и знаку. По фактическим материалам их физические свойства и напряженности гравимагнитных полей имеют следующие количественные характеристики: значения плотности для рудоносного комплекса пород находятся в пределах 2,57-2,61 г/см³, среднее – 2,60 г/см³, магнитной восприимчивости – 0-3000·10⁻⁶ ед. CGSM, среднее – 630·10⁻⁶ ед. CGSM; значений магнитного и гравитационного аномальных полей по району варьируют в диапазонах, соответственно, от -50 до 500 нТл и от -4.5 до 5 мГал.

Расчеты статистических параметров анализируемых полей показали более высокую степень отражения рудоконцентрирующих сред в магнитном поле. Результаты расчетов позволили определить наиболее рациональный комплекс геофизических методов для решения задачи и оптимизировать размеры поисковых

площадей. Так, для оконтуривания площадей медных оруденений, как более информативный метод, предложена магниторазведка, для дальнейшей детализации глубинного положения рудоконцентраций рекомендована электроразведка – вертикальное электрическое зондирование (дипольная модификация) совместно с методом вызванной поляризации, с использованием данных геохимии. Подтверждена, что к наиболее перспективным объектам в поисках медных рудолокализаций относятся гранитоиды, слагающие малые тела.

Имеющиеся на данное время фактические материалы геолого-геофизических, геохимических съемок по Бие-Бесобинскому рудному полю, а также объемы данных опробования на содержание цветных и других металлов позволяют применить данную методику при решении задачи выбора геофизических методов для других объектов поиска. Так, в статье изложены условия её применения для оценки возможностей геофизических методов при исследованиях золоторудных объектов района: необходимость дополнительного анализа геолого-геофизических материалов и более детального изучения петрофизических параметров рудных и безрудных горных пород по участкам исследования.

Ключевые слова: Западное Прибалхашье, интрузии, меденосность, гравимагнитное поле, геохимия, статистическая обработка.

Information about authors:

Sharapatov A., candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geophysics, Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan; a.sharapatov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2578-3817>

Taikulakov E. E., doctoral student of the Department of Geophysics, Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan; e.taikulakov@satbayev.university

Assirbek N. A., assistant of the Department of Geophysics, Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan; n.assirbek@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-9803-4011>

REFERENCES

[1] Vinogradova Y.A., Alperovich E.V. et al. Report on: Geological further appraisal on a scale of 1: 200 000 on area of 9090 square km within L-43-XIX-XX sheets – the southern part of the Saryshagan test site for 1997-2001. Geological structure and minerals of the Western Pre-Balkhash. Archive materials of the Geological Administration of the Interregional Department "Yuzhkaznedra", Almaty, 2002. [Otchet po zadaniyu: Geologicheskoye doizucheniye v masshtabe 1:200000 na ploshchadi 9090 kv. km v predelakh listov L-43-XIX, XX – yuzhnaya chast' Saryshaganskogo poligona za 1997-2001 gg. Geologicheskoye stroyeniye i poleznyye iskopayemye Zapadnogo Pribalkhash'ya] (in Rus.)

[2] Nikitin A.A. The theoretical basics of the geophysical information processing. UDC 550.83:519.2. M.: Nedra, 1986. 342 p. [Teoreticheskiye osnovy obrabotki geofizicheskoy informatsii] (in Rus.)

[3] Sharapatov A., Shayahmet M., Arshamov Ya.K. About modern technology field geophysical research areas sulfide mineralization in Western Kazakhstan // News of the National academy of sciences of the Republic Kazakhstan, series of geology and technical sciences, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). Vol. 1, N 415 (2016). P. 102-107. [O sovremennykh tekhnologiyakh polevykh geofizicheskikh issledovaniy uchastkov sul'fidnogo orudneniya Zapadnogo Kazakhstana] (in Russ.). <http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/archive>