

Поиски прожилково-вкрапленной минерализации геофизическими методами на участке Жасылтюбе

¹УМИРОВА Гульзада Кубашевна, PhD, ассоциированный профессор, gulmuha@mail.ru,

^{1*}АБЛЕСЕНОВА Зухра Нигметжановна, докторант, старший преподаватель, zuhjan_b@mail.ru,

¹АРЫСТАНБЕКОВ Ернур, магистрант, ernurarys@gmail.com,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Для проведения дальнейших геологоразведочных работ и оценки перспективности участка Жасылтюбе необходимо создание новейшей геофизической основы. В электро-магниторазведке наблюдается бурное развитие имеющихся технологий, которые могут быть потенциальными источниками новой информации. Магниторазведочные исследования позволили выделить границы интрузивных массивов. Выявить тектонические нарушения, зоны гидротермально измененных пород, благоприятных для рудопроявлений полиметаллов и золота. Детализация полученных результатов электроразведкой позволила выделить потенциально перспективные области на обнаружение зон сульфидной минерализации прожилково-вкрапленного типа.

Ключевые слова: участок Жасылтюбе, метод вызванной поляризации (ВП), магниторазведка, геоэлектрические параметры, сульфидная прожилково-вкрапленная минерализация, жарсурская свита нижнего девона.

Введение. В условиях истощения запасов встает задача поиска скрытых месторождений, которая сводится к выяснению закономерностей размещения оруденения в пределах металлогенических областей, выделения зон брекчирования, окварцевания, сульфидной минерализации, тектоники и контактов интрузий с вмещающими породами, с чем обычно может быть связана минерализация. Все эти задачи на высоком технологическом уровне решаются методами геофизики. Площадь исследований входит в состав Майкаинского рудного района, приурочена к продолжению Сувенир-Александровского рудного узла, рассматривающегося перспективным для поисков месторождений золота, меди свинца и других металлов. Поскольку фонд легко открываемых месторождений с поверхности исчерпан, то необходимость продолжения геолого-геофизических исследований в пределах района исследований является бесспорной и актуальной.

Целью данных исследований является определение геоэлектромагнитных параметров среды, прослеживание зон сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации с целью создания современной геофизической основы участка Жасылтюбе для последующего детального изучения.

Задачи исследований включают:

- сбор, анализ и уточнение геологических особенностей участка Жасылтюбе, выявление первичных геолого-геофизических критериев для обоснования комплекса геофизики для получения наиболее кондиционного материала;

- картирование интрузий, уточнение тектоники, положения разломных зон, границ геологических комплексов по данным высокоточной магниторазведки;

- выявление и прослеживание зон прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации по данным электроразведки ВП.

Участок Жасылтюбе находится в северо-восточной части листа М-43-33-В.

История работ прошлых лет показывает довольно слабую изученность района исследования и обосновывает здесь проведение современных электро-магнитометрических исследований для более детального изучения перспективного участка [1, 6].

В геологическом строении района исследований принимают участие стратифицированные образования и интрузивные комплексы. Особенностью стратиграфического разреза является преобладание вулканогенных пород над осадочными. Участок Жасылтюбе располагается в районе развития эффузивно-осадочных образований жар-

сорской свиты (D1žr), сложенных порфиrowыми андезибазальтами и трахиандезибазальтами.

Анализ ранее выполненных геофизических работ позволил выделить первичные геофизические критерии на поиски зон сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации. Преобладание в разрезе основных пород вызывает повышение интенсивности как в магнитном поле, так и в гравитационном, и наоборот, кислые разновидности уменьшают интенсивность физических полей.

Магнитная восприимчивость пород баянаульского интрузивного комплекса колеблется от $5,4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ (Хромых, 1972) до $726 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ ед. СИ (Хромых, 1968). Поэтому баянаульский комплекс, в основном, картируется положительным магнитным полем интенсивностью до 200-300 нТл. В гравитационном поле породы баянаульского интрузивного комплекса, испытывающие дефицит плотности ($\delta = 2.52-2.56$ г/см³), картируются значительным понижением силы тяжести (до 3 мГал).

Материалы и методы исследований. Поскольку ранее проведенный комплекс в составе электроразведки методом ВП и высокоточной магниторазведки дал наиболее кондиционные материалы, было решено использовать этот же комплекс с применением современной аппаратуры и оборудования [3].

Проведение магниторазведочных работ предусматривало решение задач картирования интрузивных массивов; выявления тектонических нарушений, зон гидротермально измененных пород; выявления аномалиеобразующих объектов, не выходящих на поверхность, определения их параметров; установления и прослеживания литологических контактов; оценки общих перспектив на поиски полезных ископаемых; выделения тектонически ослабленных зон и развития гидротермально измененных пород, благоприятных для рудопроявлений полиметаллов и золота [4, 8].

Магнитная съёмка проводилась в масштабе 1:10 000 по сети профилей с межпрофильным расстоянием 100 м. На участке Жасыльтобе профили ориентированы вкрест простирания основных структур 90° по часовой стрелке с севера.

Современные электроразведочные работы методом вызванной поляризации выполнялись в профильном варианте в методике глубинной электротомографии ВП, отлично зарекомендовавшей себя при поисках рудных месторождений жильного и штокверкового типа оруденения. 32 приёмных диполя, разложенных вдоль профиля с шагом 25 м обеспечивали высокую разрешающую способность и чувствительность. Работы проводились в модификации поль-диполь, обеспечивающей глубину регистрации до 350 м. Расстояние между профилями ВП составляло 250 м.

Просмотр данных с первичной оценкой качества осуществлялся с помощью программы Oasis Montaj (Geosoft Inc.), IP Post-Processing производства Instrumentation GDD. В качестве основно-

го интерпретационного параметра ВП выбрано среднее значение поляризуемости. Дальнейшая обработка и инверсия выполнялись с помощью программ ZondRes2D и ZondRes3D.

Результаты и обсуждение. Магнитное поле участка носит мозаичный, знакопеременный характер. В целом, для изолиний магнитного поля характерно меридиональное направление, что указывает на преобладание многочисленных дизъюнктивных нарушений.

При анализе магнитометрических исследований учитывались следующие основные закономерности между характером наблюдаемого физического поля и их приуроченностью к тем или иным геологическим образованиям:

- линейными магнитными аномалиями относительно пониженной интенсивности отмечаются тектонически ослабленные зоны, зоны смятия и дробления, гидротермально измененных пород;
- знакопеременные магнитные поля отвечают интрузиям основного и кислого составов (диориты, гранодиориты, плагиограниты, граниты) верхнепалеозойского возраста;

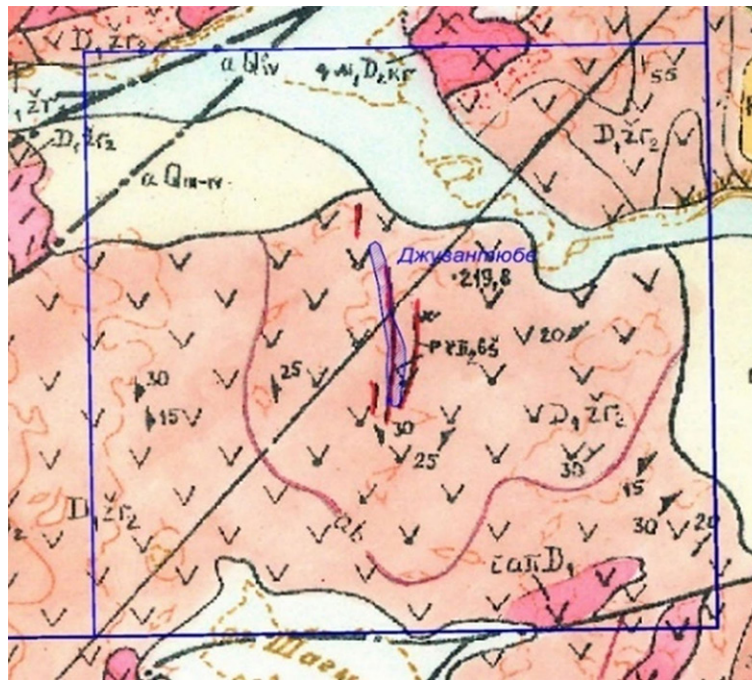
- высокоинтенсивными (до 1500 нТл и более) локальными аномалиями фиксируются зоны развития даек основного состава, сложенных, вероятнее всего, габбро-диоритами;

- слабоизрезанные отрицательные магнитные аномалии наблюдаются над вулканогенно-осадочными образованиями, состоящими из порфировых андезитов, андезибазальтов, туфов, дацитов жарсорской свиты нижнего девона.

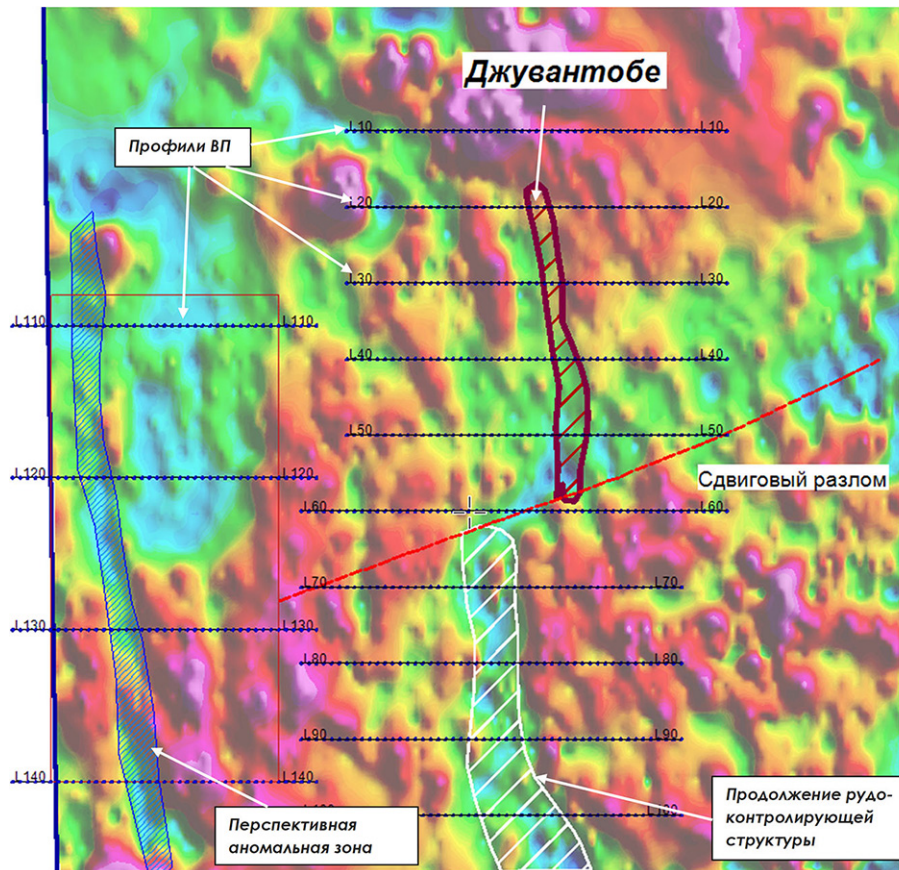
В центральной части участка Жасыльтобе в вулканогенных образованиях карасорской свиты прослеживаются в меридиональном направлении на протяжении 1 000 м при ширине до 150 м две параллельные зоны дробления, брекчирования и окварцевания с медно-полиметаллической минерализацией – западная и восточная. Они вскрыты канавами, расположенными через 100 м. Выявлено 7 рудных тел.

Западная рудная зона прослежена в меридиональном направлении на 840 м. На севере она перекрывается озёрными отложениями. Видимая мощность её на поверхности колеблется от 0.8 до 11 м. В пределах зоны наблюдаются раздувы и пережимы, а также небольшие смещения поперечными тектоническими нарушениями. Зона имеет восточное падение: на севере она падает под углами 50°-65°, а на юге под углами 68°-72°. В южной части рудная зона на глубине выполаживается до 55°-60°.

Рудные тела залегают, в основном, среди расланцованных пород кварц-хлоритового, кварц-серицитового и кварц-серицит-хлоритового состава, образовавшихся в зоне дробления и брекчирования вулканогенных пород жарсорской свиты. Присутствуют также и редкие дайки плагиогранит-порфиров беспокинского комплекса. По падению рудное тело прослежено на 250 м почти без выклинивания [5, 8, 6].



а)



б)

а) магнитное поле; б) перспективные объекты на участке Жасылтобе

Рисунок 1 – Участок Жасылтобе (Джансеитов Е., 2021)

Процессы окварцевания в восточной зоне дробления проявлены локально. Здесь присутствуют в основном крутопадающие (70°-80°) линзы окварцованных пород и кварцевые жилы. Протяжённость линзообразных тел окварцованных по-

род колеблется от 40-60 м до 350 м при мощности до 7-10 м. Кварцевые жилы мощностью от 20-30 см до 1 м протягиваются не более чем на 35-40 м. В пределах восточной зоны выделено 6 рудных тел (рисунок 2).

Изучение рудной зоны месторождения Жасылтюбе явилось основанием для детализации ее геологического строения электроразведочными работами ВП по сети 250×25 м. Поляризуемость горных пород изучалась с целью выявления и прослеживания зон прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации. В нашем случае отследить характер и интенсивность процесса сульфитизации, размеры зоны и ее пространственное расположение удалось по аномалиям поляризуемости рудной зоны Жасылтюбе, поскольку они оказались пространственно связаны с рудными интервалами, несущими медно-полиметаллическое оруденение с золотом и серебром.

Аномалии поляризуемости на профиле 10 (крайний северный) не отмечаются, что совпадает с первоначальным мнением геофизиков, что у рудной зоны нет продолжения на север. Данный факт подтверждается и результатами интерпретации магнитометрических данных. Геоэлектрические разрезы поляризуемости показывают, что рудная зона не прослеживается на большую глубину, ее нижние кромки картируются на отметке 60 м, что является, видимо, нижним уровнем эрозионного среза оруденения.

Электроразведочными измерениями на профилях 70 и 80 обнаруживается продолжение рудной зоны Жасылтюбе на юг. Мы уже говорили о том, что магниторазведочные данные показали наличие здесь тектонического разлома, проходящего через профиль 60 (рисунок 1, б), который является пострудным, сдвиговым дизъюнктивом, сместившим рудоконтролирующую структуру на амплитуду до 300 м в юго-западную сторону (аз. 260° по часовой стрелке с севера).

Аналогичные результаты были получены и по электроразведочным измерениям, когда мы видим, что основная рудная зона, в которой были оценены прогнозные запасы по результатам изучения Александровской ПСП (рисунок 1, б), имеет своё продолжение на юг и прослеживается на двух профилях 70 и 80 и простирается на более

250 м. Так как определяющая роль в размещении месторождений рудных полезных ископаемых района принадлежит прежде всего тектоническому фактору (ослабленные зоны, разломы), в отношении перспектив участка Жасылтюбе это даёт основания прогнозировать три аномалии, отождествляемых с разломами и зонами дробления, как наиболее перспективные на обнаружение полиметаллической минерализации. Две из них (западнее от рудной зоны) характеризуются теми же магнитными свойствами, что и известная рудная зона, а именно линейно вытянутые в меридиональном направлении объекты напряжённостью от 0 до 50 нТл. Перспективная зона южнее рекомендована как продолжение зоны дробления и брекчирования, вмещающая рудные тела, однако сужение аномалии предполагает выклинивание зоны на поверхность, следовательно, ставя под сомнение промышленное содержание целевых полезных ископаемых. Рудовмещающая зона дробления, основываясь на трёхмерной модели, не находит своё продолжение с северной стороны, упираясь в погребённую интрузию и погружаясь под неё [10, 12].

Выводы. В результате проведения на участке Жасылтюбе комплекса геофизических работ в составе электроразведки и магниторазведки были получены современные геофизические данные, которые позволили изучить сложное тектоническое строение площади на глубине до 300 м; выполнено кондиционное геологическое истолкование геофизических аномалий; выяснен характер отражения рудоносных структур и рудовмещающих элементов в физических полях; установлены перспективы оруденения на глубину до 60 м; аномалией поляризуемости обнаружен южный фланг месторождения, смещённый дизъюнктивом сдвигового характера – потенциальный прирост запасов +25%; выработаны рекомендации по подготовке к эксплуатации месторождения при получении положительной геолого-экономической оценки.

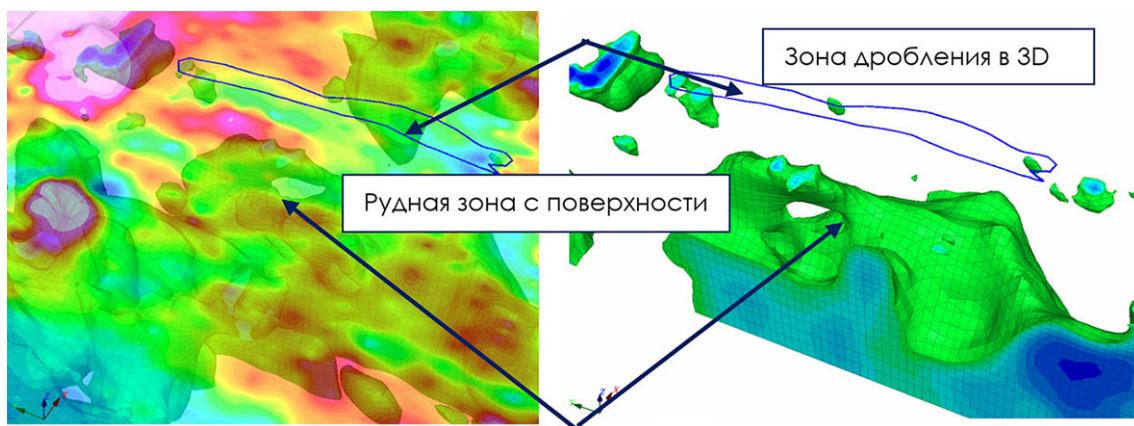


Рисунок 2 – 3D-модель магнитной восприимчивости зоны дробления, к которой приурочено полиметаллическое оруденение Жасылтюбе (Джансеитов Е., 2021)

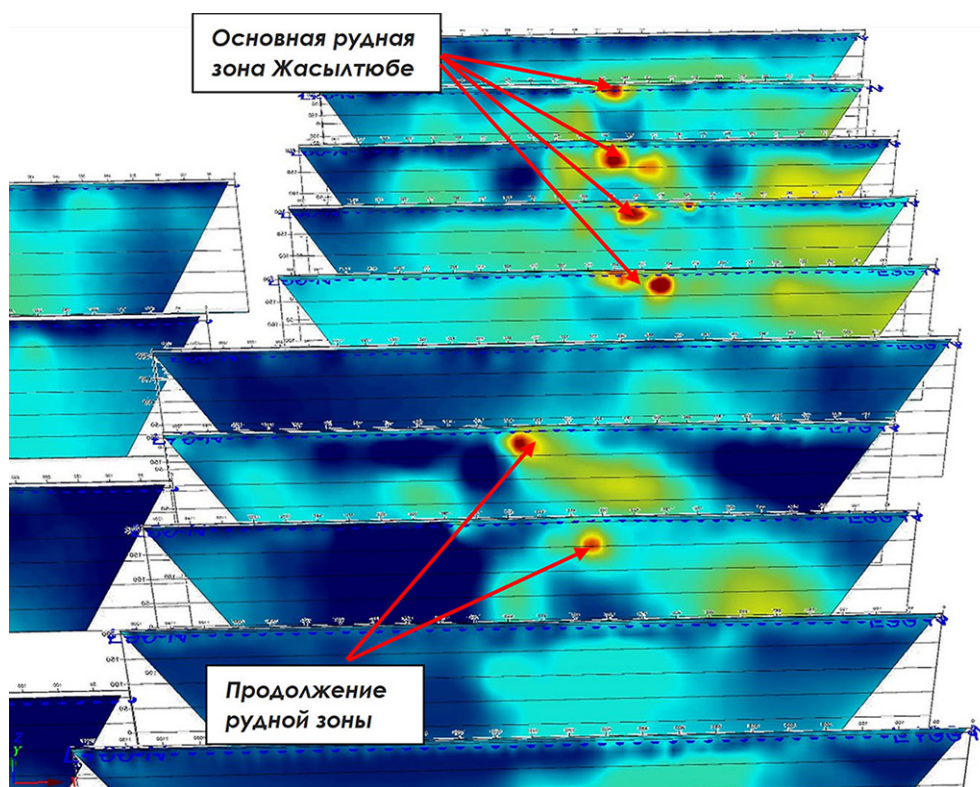


Рисунок 3 – Продолжение рудной зоны Жасылтүбе, прирост прогнозных запасов на 25-30% (Джансеитов Е., 2021)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джансеитов Е. и др. Отчёт по результатам электроразведочных работ методом вызванной поляризации на участке «Жасылтүбе». Астана, 2021.
2. Степанов В.В. Тектонические критерии поисков скрытого оруденения в Казахстане: Дис. ... доктора геолого-минералогических наук в форме научного доклада. Новосибирск, 1992.
3. Ганьцзе, Ли Хуя, Хэ Чжэнвэйя, Ган Юй, Му Цзюньцин, Лю Хуан, Ван, Линь. Применение и значение геологических, геохимических и геофизических методов на месторождении золота Нанпо в Лаосе // Минералы. Том 12. Выпуск 1. 2022.
4. Ди Цинъюнь, Сюэ Гоцянь, Лэй Да, Цзэн Циндун, Фу Чанмин, Ань Чжиго. Краткое изложение технологии комплексной геофизической разведки золотого рудника в Северо-Китайском кратоне // Science China Earth Sciences. Том. 64. Выпуск 9. С. 1524-1536, 2021.
5. Тоғизов К.С., Жолтаев Г., Исаева Л.Д. Роль трехмерных моделей месторождения и термодинамических условий его формирования при выборе и оценке ресурсов перспективных участков // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геолого-технических наук. Том 5 (437). Алматы, 2019. С. 169-176.
6. Ratov B.T., Uteпов Z.G., Tulepbergenov A.T., Baiboz A.R., Sharauova A.B. About a half-wave length of the bottom-hole core drill composed of structural elements of different stiffness / 17th International multidisciplinary scientific geoconference (Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining / Issue 12) / ISBN 978-619-7105-99-5. ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593 / sgem 2017/12 Volume 17, Issue 12 (2017), 33-39.
7. Омирсериков М.С., Дучмал-Черникович А., Исаева Л.Д., Асубаева С.К., Тоғизов К.С. Прогнозирование ресурсов редкометалльных месторождений на основе анализа рудоконтролирующих факторов // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геолого-технических наук. Том № 3 (423). Алматы, 2017. С. 35-43.
8. Рахманова С.Н., Умирова Г.К., Аблессенова З.Н. Изучение юго-запада Большого Каратау комплексом геофизических исследований в поисках полиметаллического оруденения корково-карстового типа // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, Серия геолого-технических наук. 2022, 2022 (1). С. 76-82.
9. Mamalis A., Mechnik V., Morozow D., Ratov B., Kolodnitskiy V., Samociuk W., Bondarenko N. Properties of Cutting Tool Composite Material Diamond-(Fe-Ni-Cu-Sn) Reinforced with Nano-VN // Machines 2022, 10, 410. <https://doi.org/10.3390/machines10060410>.

Жасылтүбе учаскісінде геофизикалық әдістермен жила секілді минерализация зоналарын іздеу

¹УМИРОВА Гульзада Қубашқызы, PhD, қауымдастырылған профессор, gulmuha@mail.ru,

^{1*}АБЛЕСЕНОВА Зухра Ниғметжанқызы, докторант, аға оқытушы, zuhjan_b@mail.ru,

¹АРЫСТАНБЕКОВ Ернұр, магистрант, ernurarys@gmail.com,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Әрі қарай геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу және «Жасылтөбе» учаскесінің келешегін бағалау үшін ең соңғы геофизикалық базаны жасау қажет. Ғылымның электро-магниттік көлемінде қолданыстағы технологиялардың қарқынды дамуы, олар жаңа ақпараттың ықтимал көзі бола алады. Магниттік түсірулер интрузивті массивтердің шекарасын анықтауға мүмкіндік берді. Тектоникалық бұзылыстарды, полиметалдар мен алтынның рудалық пайда болуына қолайлы гидротермиялық өзгерген тау жыныстарының аймақтарын анықтауға мүмкіндік берді. Электр барлау көмегімен алынған нәтижелерді нақтылауда жила секілді және таза емес сульфидті минералдану аймақтарын ашу үшін потенциалды перспективалық аймақтарды анықтауға мүмкіндік берді.

Кілт сөздер: Жасылтөбе учаскесі, индукциялық поляризация әдісімен электр барлау, магниттік барлау, геоэлектрлік параметрлер, сульфидті тамырлы минералдану, төменгі девондық жарсор қабаты.

Prospecting for Vein-Disseminated Mineralization by Geophysical Methods at the Zhasylytubey Site

¹UMIROVA Gulzada, PhD, Associate Professor, gulmuha@mail.ru,

¹*ABLESSENOVA Zukhra, Doctoral Student, Senior Lecturer, zuhjan_b@mail.ru,

¹ARYSTANBEKOV Yernur, Master Student, ernurarys@gmail.com,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. In order to conduct further exploration and assess the prospectivity of the Zhasylytubey area, it is necessary to create a state-of-the-art geophysical basis. In the electro-magnetic exploration there is a rapid development of available technologies, which can be potential sources of new information. Magnetic surveying allowed us to identify the boundaries of intrusive massifs. Identify tectonic disturbances, zones of hydrothermally altered rocks, favorable for polymetal and gold ore occurrences. Detailed results obtained by electrical prospecting allowed us to identify potentially promising areas for the detection of zones of vein-disseminated sulfide mineralization.

Keywords: Zhasylytubey section, induced polarization (IP) method, magnetic survey, geoelectric parameters, sulfide vein-disseminated mineralization, Zharsor Formation of the Lower Devonian.

REFERENCES

1. Dzhanseitov Ye. i dr. Otchot po rezul'tatam elektrorazvedochnykh rabot metodom vyzvannoy polarizatsii na uchastke «Zhasylytubey». Astana, 2021.
2. Stepanov V.V. Qazaqstanda jasyryn kendenydi izdeydiñ tektonikalıy kriteriileri. Ǵylymı baıandama túrinde geologia-mineralogia ǵylymdarynyñ doktory ǵylymı dárejesin alýǵa arnalǵan Disertasiya. Novosibirsk, 1992. <https://earthpapers.net/tektonicheskie-kriterii-poiskov-skrytogo-orudneniya-v-kazahstane>.
3. Gan'tsye, Li Khuya, Khe Chzhenveyya, Gan Yuy, Mu TSzyun'tsin, Lyu Khuan, Van, Lin'. Primeneniye i znachenıye geologicheskikh, geokhimicheskikh i geofizicheskikh metodov na mestorozhdenii zolota Nanpo v Laose // Mineraly. Tom 12. Vypusk 1. 2022. DOI10.3390/min12010096.
4. Di Tsin'yun', Syue Gotsyan, Ley Da, TSzen Tsindun, Fu Chanmin, An' Chzhigo. Kratkoye izlozheniye tekhnologii kompleksnoy geofizicheskoy razvedki zolotogo rudnika v Severo-Kitayskom kratone // Science China Earth Sciences. Tom 64. Vypusk 9. Pp. 1524-1536, 2021. DOI 10.1007/s11430-020-9818-2.
5. Togizov K.S., Zholtayev G., Isayeva L.D. Rol' trekhmernykh modeley mestorozhdeniya i termodinamicheskikh usloviy yego formirovaniya pri vybore i otsenke resursov perspektivnykh uchastkov // Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya geologo-tekhnicheskikh nauk. Tom 5 (437). Almaty, 2019. Pp. 169-176.
6. Ratov B.T., Utepov Z.G., Tulepbergenov A.T., Baiboz A.R., Sharauova A.B. About a half-wave length of the bottom-hole core drill composed of structural elements of different stiffness / 17th International multidisciplinary scientific geoconference (Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining / Issue 12) / ISBN 978-619-7105-99-5. ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593 / sgem 2017/12 Volume 17, Issue 12 (2017), 33-39.
7. Omirserikov M.S., Duchmal'-Chernikevich A., Isayeva L.D., Asubayeva S.K., Togizov K.S. Prognozirovaniye resursov redkometall'nykh mestorozhdeniy na osnove analiza rudokontroliruyushchikh faktorov // Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya geologo-tekhnicheskikh nauk. Tom no. 3 (423). Almaty, 2017. Pp. 35-43.
8. Rakhmanova S.N., Umirova G.K., Ablessenova Z.N. Izucheniye yugo-zapada Bol'shogo Karatau kompleksom geofizicheskikh issledovaniy v poiskakh polimetallicheskogo orudneniya korkovo-karstovogo tipa // Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan, Seriya geologo-tekhnicheskikh nauk. 2022, 2022 (1). Pp. 76-82.
9. Mamalis A., Mechnik V., Morozow D., Ratov B., Kolodnitskiy V., Samociuk W., Bondarenko N. Properties of Cutting Tool Composite Material Diamond-(Fe-Ni-Cu-Sn) Reinforced with Nano-VN // Machines 2022, 10, 410. <https://doi.org/10.3390/machines10060410>.