

Код МРНТИ 37.31.15:38.57.23

А. Шарапатов, Г.А. Кабдихова, *Н.А. Асирбек, А.Б. Садуов
КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

ПЛОТНОСТНЫЕ И МАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОД ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ САРЫСУ-ТЕНИЗСКОГО ПОДНЯТИЯ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Аннотация. Район находится на южной окраине Тенизской впадины. Он относится к известной рудной провинции – Центральному Казахстану. Разнообразие полиметаллических оруденений в районе связано с полифациальностью магматических образований Сарысу-Тенизского поднятия. Выбор оптимальных для решения геопрогнозных задач методов разведочной геофизики, оценка уровня их геологической информативности осуществляются детальным изучением петрофизических параметров горных пород по территории исследования. Проведены сбор и анализ большого объема геологических и петрофизических сведений. По диапазонам изменения значений свойств выполнено группирование горных пород. Таких групп по значениям плотностей – 6. По магнитной восприимчивости горные породы разделены на 4 группы – от немагнитных до сильномагнитных. Результаты систематизации данных по физическим свойствам позволяют прогнозировать состав источников гравимагнитных аномалий.

Ключевые слова: Сарысу-Тенизское поднятие, металлогенические зоны, рудоперспективные участки, петрофизика, плотность, магнитная восприимчивость, источники аномального поля.

Сарысу-Теніз көтерілімі (Орталық Қазақстан) таужыныстарының тығыздық және магниттік сипаттамалары

Аңдатпа. Аудан Теніз ойысының оңтүстік шетінде орналасқан, белгілі рудалы провинцияға – Орталық Қазақстанға жағады. Аудандағы полиметаллды минералданудың әртүрлілігі Сарысу-Теніз көтерілімінде магмалық түзілімдердің полифациалы болуымен байланысты. Геоологиялық болжауды орындау үшін геофизикалық әдістерді таңдау және олардың геологиялық мәліметтілігін бағалау таужыныстардың петрофизикалық параметрлерін терең зерттеулер арқылы орындалады. Сондықтан геологиялық, петрофизикалық мәліметтердің үлкен көлемі жинақталды және талданды. Құрылымның кимасындағы таужыныстар тығыздығы мен магниттік қасиеттерінің өзгеру аралықтары бойынша топтастырылды. Тығыздық мәндері бойынша аудандағы таужыныстар 6 топтан тұрады. Таужыныстардың магнит қабылдағыштығы бойынша 4 топқа бөлінді: магнитсізден бастап, магниттілігі күшті таужыныстарға дейін. Физикалық қасиеттер туралы мәліметтерді жүйелеу нәтижелері гравимагниттік аномалиялар көздерінің табиғатын болжауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: Сарысу-Теніз көтерілімі, металлогениялық аймақтар, рудаға перспективалы учаскелер, петрофизика, тығыздық, магнит қабылдағыштық, аномалиялы өріс.

Density and magnetic characteristics of rocks in the eastern part of the Sarysu-Teniz uplift (Central Kazakhstan)

Abstract. The area is located on the southern outskirts of the Teniz Basin and is part of the renowned ore province of Central Kazakhstan. The diversity of polymetallic ore occurrences in the region is linked to the polyfacial nature of the magmatic formations of the Sarysu-Teniz Uplift. The selection of optimal methods for exploratory geophysics to address geopredictive tasks, along with the assessment of their geological informativeness, is carried out through a detailed study of the petrophysical parameters of rocks across the research territory. A substantial amount of geological and petrophysical data has been collected and analyzed. Rocks have been grouped based on the range of property values: six groups were formed based on density values, and the rocks were divided into four groups based on magnetic susceptibility, from non-magnetic to highly magnetic. The systematic organization of data on physical properties allows for the prediction of the composition of sources of gravimagnetic anomalies.

Key words: Sarysu-Teniz uplift, metallogenic zones, ore-promising areas, petrophysics, density, magnetic susceptibility, sources of anomalous field.

Введение

Аktуальность исследований заключается в необходимости выбора и составления геологически эффективного метода или комплекса геофизических методов при выделении рудоперспективных объектов на медь, свинец, цинк и золото на рудоперспективных участках в восточной части Сарысу-Тенизского поднятия (Центральный Казахстан). Они расположены в зоне сочленения южной окраины Тенизской впадины, восточной части Сарысу-Тенизского поднятия и Сарысу-Тенизского сегмента девонского вулканоплутонического пояса [1-3].

Представления о геологическом строении района сложились после проведения геологических съемок масштаба 1:200 000 в 60-х годах 20-го века. Они значительно конкретизированы результатами геологических съемок масштаба 1:50 000, выполненных в 80-90-х годах (Кондрашенков И.И., Серых В.И. и другие, 1986 г., Гранкин М.С. и другие, 1991 г.) и обобщены в последующих публикациях [2-4]. Изучаемые площади находятся в пределах известной рудной провинции – Центрального Казахстана. Их металлогеническая специфика изучена казахстанскими и зарубежными специалистами-геологами с разной степенью детальности [3, 5-8].

В строении района отчетливо выделяется три структурных этажа: *позднекаледонский (геосинклинальный), орогенный (постгеосинклинальный) и складчатый комплекс наложенных прогибов. Нижний структурный этаж со-*

стоит из вулканогенно-морских образований базальтовой формации нижнего-среднего кембрия, кремнисто-терригенных отложений верхнего кембрия – нижнего-среднего ордовика, вулканитов андезитового, базальтового состава среднего-позднего ордовика и терригенной толщей нижнего силура. *Орогенный складчатый комплекс* объединяет складчатые и вулканические структуры девона: вулканогенные и осадочные образования тараншинской, желтымесской, талдысайской свит. *Складчатый комплекс наложенных прогибов* образован структурами верхнего девона – нижнего отдела каменноугольной системы карбонатно-терригенного состава.

В металлогеническом плане выделены три зоны (области): *Тенизская* (единичные пункты минерализации цинка – область изучена явно недостаточно), *Сарысу-Тенизская* (железо-марганцевое оруденение каражалского типа, инфильтрационно-остаточный тип рудопроявления марганца со свинцом и баритом) и *Восточно-Сарысу-Тенизская и Северо-Карасуский рудный узел* (оловянное оруденение касситерит-турмалиновой и касситерит-сульфидной) (рис. 1, Кондрашенков И. И., Серых В.И. и др., 1986 г.).

Для распознавания геологической природы геофизических полей и оценки выявленных аномалий необходимо иметь данные о физических свойствах пород, слагающих разрез и распространенных на поверхности, находящихся на контактах тектонических нарушений и другие. Сбор,

обработка и анализ фактических материалов по физическим свойствам пород позволяют выбрать наиболее информативные геофизические методы и поля для решения геопрогнозных задач и оценки пространственных положений, природы их источников [9-10].

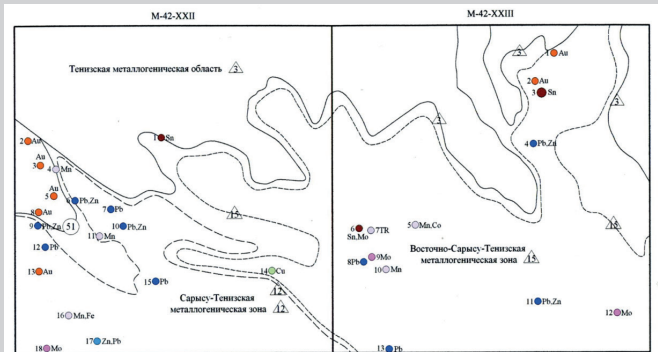


Рис. 1. Схема размещения рудных полезных ископаемых по району.

Сурет 1. Аудан бойынша рудалы пайдалы қазбалардың тарау сұлбасы.

Figure 1. Scheme of distribution of ore minerals in the region.

Подготовка физико-геологических основ выбора геологически информативных методов разведочной геофизики охватывает: систематизацию физических свойств (магнитных, плотностных) прогнозных объектов и вмещающей среды, которые в дальнейшем также могут использоваться для петрофизического обоснования интерпретации гравимагнитных полей; оценку возможностей наземных и аэрогеофизических методов с учетом геологических и петрофизических особенностей района изучения.

Методы и материалы

При изучении и систематизации петрофизических характеристик горных пород площади, приведенной на рисунке 1, было использовано группирование их по диапазонам изменения плотности (σ , г/см³), магнитной восприимчивости (χ , $n \cdot 10^{-5}$ единицы СИ). Проводились анализ и обобщение большого объема фактических геолого-геофизических материалов по Тенизской впадине, полученные в разные годы ее многоцелевого изучения (Мальченко Е.Г. и др. за 1974-1976 гг.; Дунай Г.С., Марков Н.А. и др. за 1981-1983 гг.; Бурканов Е.И., Маркина Л.А. и др. за 1983-1986 гг. и 1988 г.; Бродский А.В., Посметный Н.Ф. за 1986-1990 гг.; Кульшаров Х.И. и др. за 1991-1996 гг.; Глухов А.М., Климахина З.А., 2013 г.), и сведения из опубликованных работ исследователей района.

Приуроченность территории к зоне сочленения крупнейших структур Центрального Казахстана, напряженная тектоническая обстановка, широкое распространение полифациальных магматических образований (как обнажающихся на поверхности, так и прослеженных геофизическими методами на глубине) обусловили довольно высокую металлогеническую нагрузку площади, особенно в южной и восточной ее частях.

По территории исследования находятся в целом около тридцати рудоперспективных участков на цветные металлы: *Sn, Au, Pb, Zn, Cu, Mn, Co, Mo* с сопутствующими элементами – *Ag, As, Ba, Y, Fe, Ge, B, Bi, In, Be, W*. Кроме перечисленных видов минерального сырья в пределах территории широкое распространение имеют неметаллические полезные ископаемые: строительные материалы (известняки, песчаники, интрузивные породы, глины), облицовочные камни, агаты, присутствуют проявления барита, алунита, диаспора. Часть проявлений традиционно используется для нужд местного строительства, современное состояние освоения и перспективы других – не ясны.

Полифациальность магматических образований, многообразия и достаточно высокая металлогеническая нагрузка площади порождают необходимость повсеместного петрофизического изучения горных пород, определяющих геологическое строение района.

Результаты: характеристики плотности, магнитной восприимчивости пород района

Плотность пород. Всю совокупность горных пород площади (рис. 1) по плотности условно можно разделить на шесть плотностных групп.

К первой группе относятся габбро-диориты Кырыккудыкского комплекса (*O_{3k}*), слагающие фации эндоконтакта интрузивных массивов. Они обладают аномально высокими значениями плотности – 2,77-3,00 г/см³ (средняя – 2,90 г/см³). Повышенной плотностью характеризуются ороговикованные песчаники и туфы основного состава, входящие в кояндинскую свиту среднего-верхнего ордовика (*O_{2-3kn}*, $\sigma = 2,86$ г/см³). Породы распространены в западной части площади. Там же отмечаются незначительные выходы базальтов и андезитобазальтов карынбайской свиты нижнего-среднего кембрия (*E_{1-2kr}*) со средней плотностью $\sigma = 2,90$ г/см³; туфы с $\sigma = 2,86$ г/см³).

Плотность диабазов нижнего девона (*D₁*) достигает 2,93 г/см³, в среднем составляя 2,85 г/см³.

В эту же группу входят ожелезненные породы русаковской свиты нижнего карбона (*C_{1rs}*, $\sigma = 2,95$ г/см³), выходящие на поверхность небольшими площадями преимущественно в северной половине исследуемой площади.

Ко второй группе пород, характеризующимися средними значениями плотности 2,70-2,77 г/см³, отнесены ороговикованные терригенные породы нерасчлененного ордовика (*O*), вулканогенно-терригенные образования савидской свиты (*O_{2sv}*), терригенные отложения нижнего силура (*S₁*) и базальты верхней толщи живетского-франского возраста (*D_{2zv-D_{3f}}*). На исследуемой территории обозначенной плотностью обладают базальтовые и андезитобазальтовые порфириды тараншинской свиты (*D_{1tr}*, $\sigma = 2,71$ г/см³), раннедевонские гранодиориты (*γδD₁*) Беладырского массива ($\sigma = 2,75$ г/см³, крайний восток площади) и ранне-среднедевонские трахиандезитовые порфириды субвулканической фации (*та, п D₁₋₂*), диориты кырыккудыкского комплекса (*δO₃*, $\sigma = 2,70$ г/см³).

Третья петроплотностная группа объединяет весьма обширную и дифференцированную по возрасту, генезису и литолого-фациальному составу группу образований. Для нее характерны плотности от 2,64 г/см³ до 2,69 г/см³.

К данной группе отнесены доломитизированные известняки нижнего турне (C_1t) и известняки сульфидеровой свиты (D_3, sl); туфопесчаники, дацитовые и андезитовые порфиры нижнего-среднего девона ($\zeta, ал D_{2,3}$); диориты карамендинского комплекса (δD_1) и сиено-грано-диориты среднедевонского ($\zeta\gamma\delta D_2$) интрузивного комплекса; субвулканические тела трахиандезитовых порфиритов ($\tau\alpha D_{2,3}$) и жильная кварц-турмалиновая порода.

Четвертая петроплотностная группа объединяет породы с плотностями 2,54-2,63 г/см³. К группе относятся пирокластические образования средне-верхнего ($D_{2,3}$) и нижнего-среднего девона ($D_{1,2}$), эффузивные и интрузивные породы кислого состава и терригенные образования нижнего карбона (C_1).

Пятая группа пород, объединяющая породы с плотностью от 2,42 г/см³ до 2,53 г/см³, включает в себя карбонатно-терригенные отложения нижнего-среднего визе ($C_1\nu_{1,2}$).

Шестая группа пород характеризуется наиболее низкими значениями плотности – от 2,41 г/см³ и менее (средневзвешенное $\sigma = 2,30$ г/см³). Она представлена кремненными известняками и мергелями ишимской (C_1is) и русаковской (C_1rs) свит. Породы выступают, как реперный горизонт аномально низкой плотности.

Магнитная восприимчивость пород. К первой группе относятся практически все осадочные и хемогенные образования силура, девона и карбона, а также часть осадочных образований ордовика. Каменноугольные и девонские песчаники, алевролиты, известняки, мергели характеризуются $\chi = 0-20 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Магнитное поле характеризуется отрицательными значениями и спокойным характером поля.

Из магматических пород к этой группе относятся породы, главным образом, кислого ряда: риолиты, биотитизированные гранодиориты, граносиениты, гранит-порфиры, а также вторичные кварциты. Средние значения магнитной восприимчивости гранитов $\chi = 69 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, гранит-порфиритов $\chi = 44 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, каолинизированных и щелочных гранитов $\chi = (6-9) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ.

Метаморфические образования докембрия практически немагнитны – в основном $\chi = (0-50) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. В этой группе относительно незначительной повышенной магнитной восприимчивостью – $(50-100) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ отличается ряд метаморфических пород докембрия.

Вторую группу составляют грубообломочные и пирокластические образования нижнего девона, песчаники

и конгломераты ордовика, трахиандезиты и трахитовые порфиры.

Ко второй группе со значениями магнитной восприимчивости от 100 до $500 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ (иногда до $700 \cdot 10^{-5}$ СИ, что может быть отнесено к третьей группе), можно условно отнести нижнекаменноугольные мергели, алевролиты и песчаники со средним значением магнитной восприимчивости $175 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, туфы риолитовых порфиритов со средним значением магнитной восприимчивости $114 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ и туфы кварцевые порфиритов ($\chi = 163 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), а также субвулканические интрузии риолитовых порфиритов со средним значением $115 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Вся нижнекаменноугольная осадочная толща характеризуется наличием в своем составе как слабо- и среднемагнитных, так и совсем немагнитных пород.

Среднедевонские риолитовые порфиры субвулканической фации при средней магнитной восприимчивости $115 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ имеют смещение в сторону немагнитных пород (80% образцов).

Сильномагнитными породами четвертой группы с $(1000-5600) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ являются ороговикованные породы основного состава куяндинской свиты, туфоосадочные и эффузивные отложения савидской и куяндинской свит.

Магнитная восприимчивость интрузивных пород изменяется от 0 у гранитов до $5220 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ у габбро-диоритов, подчиняется общим закономерностям, то есть с повышением основности увеличивается.

Заключение и вывод

Результаты группирования горных пород рудоперспективной площади по плотностным и магнитным свойствам, анализ дифференциации их значений для основных литологических разностей показали, что:

1. Основными источниками аномалий в поле силы тяжести на площади исследования являются образования собственно-геосинклинального складчатого комплекса и интрузивные породы;

2. Магнитные объекты – источники аномальных значений магнитного поля сосредоточены в разрезе от среднего девона. Количество магнитных пород увеличивается вниз по разрезу. Совместно с интрузивными образованиями среднего и основного ряда отложения девона, силура и ордовика могут создать довольно сложную картину магнитного поля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коллектив авторов. Геология СССР. Том XX. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 2. М.: Недра, 1972, С. 380 (на русском языке)
2. Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. Геологическое строение и этапы тектонической эволюции палеозойд Казахстана. Литосфера, 2019, Т. 19. №3, С. 347-371 (на русском языке)
3. Роман А.Т. Изучение структурно-тектонической позиции и минерализации жаильминской грабен синклинали: дис. на соискание степени д-ра философии (PhD). Караганда, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова: 2022. 155 с. (на русском языке)
4. Коробаяева А.Н. Тектонические факторы накопления примесных элементов на Шубаркольском угольном месторождении (Казахстан). / А.Н. Коробаяева, V.S. Portnov, S.P. Kim, A. Atangeldykyzy, N.S. Askarova. // Научный вестник Национального горного университета. 2021. №5. С. 11-15 (на английском языке)

5. Cossette P.M., Bookstrom A.A., Hayes T.S., Robinson G.R., Jr. Wallis J.C., and Zientek M.L. Оценка содержания меди в песчаниках бассейна Тенгиз, Казахстан: отчет о научных исследованиях Геологической службы США за 2010-5090 гг., 2014, 42 с. и пространственные данные (на английском языке)
 6. Korobkin V.V. Тектоника и геодинамика Западно-Центральноазиатского складчатого пояса (Казахстанские палеозоиды). / V.V. Korobkin, M.M. Buslov. // Российская геология и геофизика. 2011. Т. 52. С. 1585-1603 (на английском языке)
 7. Aidarbekov Zh.K. Классификация геофизических полей при изучении геологических и структурных особенностей Жезказганского рудного района. / Zh.K. Aidarbekov, S.A. Istekova. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, серия геолого-технических наук. 2022. Т. 2. №452. С. 33-48 (на английском языке)
 8. Vlackbourn G. Статья о поиске и открытиях. // Нефтяная геология Казахстана. Зап. Лотиан, Великобритания, 2015. №10711 (на английском языке)
 9. Sharapatov A. Возможности геофизических методов в оценке перспектив и обнаружении медьсодержащих локализаций западного Прибалхашья. / A. Sharapatov, E.E. Taikulakov, N.A. Assirbek. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, серия геолого-технических наук. 2020. Т. 3. №441. С. 72-78 (на английском языке)
 10. Шарapatov A. Геомагнитные данные и использование их при решении задач геонаук. / А. Шарapatov, Б.Т. Жумабаев, А.Б. Садуов, Н. Асирбек. // Научно-технический и производственный Горный журнал Казахстана. 2023. №12 (224). С. 30-36 (на русском языке)
- ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**
1. Авторлар коллективі. КСРО геологиясы. XX Том. Орталық Қазақстан. Геологиялық сипаттамасы. Кітап 2. М.: Недра. 1972, Б. 380 (орыс тілінде)
 2. С.Г. Самыгин, Т.Н. Хераскова. Қазақстанның палеозоидтарының геологиялық құрылымы мен тектоникалық эволюциясының кезеңдері. Литосфера, 2019. Т. 19. №3, Б. 347-371 (орыс тілінде)
 3. Роман А.Т. Жайылма грабен синклиннің құрылымдық-тектоникалық позициясы мен минералогиясын зерттеу: философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған Диссертация. Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті: 2022. 155 б. (орыс тілінде)
 4. Коробаева А.Н. Шұбаркөл көмір кен орнында (Қазақстан) қоспа элементтерінің жинақталуының тектоникалық факторлары. / А.Н. Коробаева, V.S. Portnov, S.P. Kim, A. Amangeldyкузу, N.S. Askarova. // Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. 2021. №5. Б. 11-15 (ағылшын тілінде)
 5. Cossette P.M., Bookstrom A.A., Hayes T.S., Robinson G.R., Jr. Wallis J.C. and Zientek M.L. Теңіз Бассейнінің құмтас мысын бағалау, Қазақстан: АҚШ геологиялық қызметінің ғылыми зерттеулері туралы есеп 2010-5090-R. 2014, 42 б. және кеңістіктік деректер (ағылшын тілінде)
 6. Korobkin V.V. Батыс Орта Азия Қатпарлы Белдеуінің тектоникасы мен геодинамикасы (Қазақстандық Палеозоидтар). / V.V. Korobkin, M.M. Buslov. // Ресей геологиясы және геофизикасы. 2011. Т. 52. Б. 1585-1603 (ағылшын тілінде)
 7. Aidarbekov Zh.K. Жезқазған кен ауданының геологиялық және құрылымдық ерекшеліктерін зерттеудегі геофизикалық кен орындарының жіктелуі. / Zh.K. Aidarbekov, S.A. Istekova. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының жаңалықтары, геология және техникалық ғылымдар сериясы. 2002. Т. 2. №452. Б. 33-48 (ағылшын тілінде)
 8. Vlackbourn G. Издеу және табу мақаласы. // Қазақстанның мұнай геологиясы. Батыс Лотиан. Ұлыбритания. 2015. №10711 (ағылшын тілінде)
 9. Sharapatov A. Геофизикалық әдістер батыс балқашқа дейінгі мыс мойынтіректерінің локализациясын перспективалық бағалау және анықтау мүмкіндіктері. / A. Sharapatov, E.E. Taikulakov, N.A. Assirbek. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының жаңалықтары, геология және техникалық ғылымдар сериясы. 2020. Т. 3. №441. Б. 72-78 (ағылшын тілінде)
 10. Шарapatov A. Геомагниттік деректер және оларды геоғылым мәселелерін шешуде қолдану. / А. Шарapatov, Б.Т. Жумабаев, А.Б. Садуов, Н. Асирбек. // Қазақстанның ғылыми-техникалық және өндірістік тау-кен журналы. 2023. №12 (224). Б. 30-36 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Kollektiv avtorov. Geologiya SSSR. Tom XX. Tsentral'nyi Kazakhstan. Geologicheskoe opisaniye. Kniga 2. M.: Nedra, 1972, S. 380 [Team of authors. Geology of the USSR. Volume XX. Central Kazakhstan. Geological description. Book 2. M.: Nedra, 1972, P. 380] (in Russian)

2. *Samygin S.G., Kheraskova T.N. Geologicheskoe stroenie i etapy tektonicheskoi evolyutsii paleozoid Kazakhstana. Litosfera, 2019, T. 19. №3, S. 347-371 [Samygin S.G., Kheraskova T.N. The geological structure and stages of tectonic evolution of the paleozoic of Kazakhstan. Lithosphere, 2019. V. 19. №3. P. 347-371] (in Russian)*
3. *Roman A.T. Izuchenie strukturno-tektonicheskoi pozitsii i mineragenii zhail'minskoj graben sinklinali: dis. na soiskanie stepeni d-ra filosofii (PhD). Karaganda, Karagandinskii tekhnicheskii universitet imeni Abylkasa Saginova: 2022. 155 s. [Roman A.T. The study of the structural and tectonic position and mineralogy of the Zailma graben syncline: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD). Karaganda, Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov: 2022. 155 p.] (in Russian)*
4. *Kopobayeva A.N. Tectonic factors of impurity elements accumulation at the Shubarkol coal deposit (Kazakhstan). / A.N. Kopobayeva, V.S. Portnov, S.P. Kim, A. Amangeldykyzy, N.S. Askarova. // Scientific bulletin of the National Mining University. 2021. №5. P. 11-15 (in English)*
5. *Cossette P.M., Bookstrom A.A., Hayes T.S., Robinson G.R., Jr. Wallis J.C. and Zientek, M.L. Sandstone copper assessment of the Teniz Basin, Kazakhstan: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5090-R. 2014, 42 p. and spatial data (in English)*
6. *Korobkin V.V. Tectonics and geodynamics of the western Central Asian Fold Belt (Kazakhstan Paleozoides). / V.V. Korobkin, M.M. Buslov. // Russian Geology and Geophysics. V. 52. 2011. P. 1585-1603 (in English)*
7. *Aidarbekov Zh.K. Classification of geophysical fields in the study of geological and structural features of the zhezkazgan ore district. / Zh.K. Aidarbekov, S.A. Istekova. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences. 2022. V. 2. №452. P. 33-48 (in English)*
8. *Blackbourn G. Discovery Article. The Petroleum Geology of Kazakhstan. West Lothian, UK. 2015. №10711 (in English)*
9. *Sharapatov A. Geophysical methods capabilities in prospect evaluation and detection of copper-bearing localizations of western pre-Balkhash. / A. Sharapatov, E.E. Taikulakov, N.A. Assirbek. // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, series of geology and technical sciences. 2020. V. 3. № 441. P. 72-78 (in English)*
10. *Sharapatov A. Geomagnitnye dannye i ispol'zovanie ikh pri reshenii zadach geonauk. / A. Sharapatov, B.T. Zhumabaev, A.B. Saduov, N. Assirbek. // Nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyi Gornyi zhurnal Kazakhstana. 2023. №12 (224). S. 30-36 [Sharapatov A. Geomagnetic data and their use in solving geosciences problems. / A. Sharapatov, B.T. Zhumabaev, A.B. Saduov, N. Assirbek. // Scientific, Technical and Industrial Mining Journal of Kazakhstan. 2023. №12 (224). P. 30-36] (in Russian)*

Сведения об авторах:

Шарпатов А., кандидат геолого-минералогических наук, ассоциированный профессор кафедры «Геофизика и сейсмология» КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), a.sharapatov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2578-3817>

Кабдсихова Г.А., магистрант кафедры «Геофизика и сейсмология» КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), g.qabdsihova@stud.satbayev.university; <https://orcid.org/0009-0004-8208-4566>

Асирбек Н.А., магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Геофизика и сейсмология» КазННТУ им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), n.assirbek@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-9803-4011>

Садуов А.Б., докторант кафедры «Геофизика и сейсмология» КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), a.saduov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-1501-7772>

Авторлар туралы мәліметтер:

Шарпатов Ә., геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Сәтбаев Университеті «Геофизика және сейсмология» кафедрасының қауымдастық профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Кабдсихова Г.А., магистрант, Сәтбаев Университеті «Геофизика және сейсмология» кафедрасы (Алматы қ., Қазақстан)

Әсирбек Н.Ә., техника ғылымдарының магистрі, Сәтбаев Университеті «Геофизика және сейсмология» кафедрасының аға оқытушысы (Алматы қ., Қазақстан)

Садуов Ә.Б., докторант, Сәтбаев Университеті «Геофизика және сейсмология» кафедрасы (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Sharapatov A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geophysics and Seismology, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Qabdsihova G.A., Master's student of the Department of Geophysics and Seismology, Satbayev University, (Almaty, Kazakhstan)

Assirbek N.A., Master of technical sciences, Senior-lecturer of the Department of Geophysics and Seismology, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Saduov A.B., PhD student of the Department of Geophysics and Seismology, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)