

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К.Турсыова

Кафедра «Геофизики»

Нуркайдарова Асем Нурлановна

Толкынбекова Арайлым Нуржанкызы

«Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с
использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном
Казахстане»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломной работе

5В070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Алматы 2022 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К.Турысова

Кафедра «Геофизики»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой Геофизики
Доктор геол.-минерал. наук,
Профессор

 Абетов А.Е.
«17» мая 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане»

по специальности 5В070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Выполнили

Рецензент
Начальник отдела геофизических исследований ТОО «НПЦ «Геокен»

 Шаяхмет М
«17» мая 2022 г.

 Нуркайдарова А. Н.
 Толкынбекова А.Н.

Научный руководитель,
маг. тех. наук, лектор
кафедры Геофизики

 Асирбек Н.А.
«14» мая 2022 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К. И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра «Геофизики»

5В070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики
Доктор геол.-минерал. наук,
Профессор

 Абетов А. Е.

«17» мая 2022 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающихся Нуркайдаровой Асем Нурлановне, Толкынбекове Арайлым
Нуржанкызы

Тема: «Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане»

Утверждена приказом Ректора Университета № 2131-Б от "24" ноября 2021 г.

Срок сдачи законченной работы "18" мая 2022 г.

Исходные данные к дипломной работе : были получены при прохождении
производственной практики

Краткое содержание дипломной работы:

- a) Способы поисков редкометалльных месторождений в Центральном Казахстане
- b) Общие сведения о месторождении
- c) Оцифровка геофизических полей с использованием программы
- d) Интерпретация геофизических полей с использованием Программной платформы Oasis Montaj

Перечень графического материала: представлены 7 слайдов
презентационной работы

Рекомендуемая основная литература:

- 1.Беспаяев Х.А., Мирошниченко Л.А. месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата: Наука, 2004.
- 2.Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник, Алматы, 1998.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых Вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Общие сведения о месторождении	10.02.2022	Выполнено
Оцифровка геофизических полей с использованием программ	12.04.2022	Выполнено
Комплексная интерпретация гравиметрических и магнитометрических данных	11.05.2022	Выполнено

Подписи

консультантов и нормо-контролёра на законченную дипломную работу
указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, Ф. И. О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения о месторождении	Асирбек Н.А. маг. тех. наук, лектор	10.02.2022	
Оцифровка геофизических полей с использованием программы	Асирбек Н.А. маг. тех. наук, лектор	12.04.2022	
Комплексная интерпретация гравиметрических и магнитометрических данных	Асирбек Н.А. маг. тех. наук, лектор	11.05.2022	
Нормоконтролер	Кисеева Ш.О., маг. тех. наук, ассистент	17.05.2022	

Научный руководитель



Асирбек Н.А.

Задание принял к исполнению обучающийся




Нуркайдарова А. Н.

Толкынбекова А.Н.

Дата

«14 » мая 2022

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тақырыбы «Орталық Қазақстанда Oasis Montaj бағдарламалық платформасын пайдалана отырып гравиметриялық және магнитометриялық материалдарды интерпретациялау».

Дипломдық жұмыс грави -, магниттік барлау деректерін қолдана отырып, сирек металды геологиялық ортаны бөлу және контурлау бойынша геологиялық-геофизикалық зерттеулерге арналған. Гравимагниттік деректерді өңдеу және интерпретация кезінде Oasis Montaj (Geosoft Canada) бағдарламалық жасақтамасының мүмкіндіктері пайдаланылды. Нақты материалдар ретінде Көктенкөл (Орталық Қазақстан) кен орындары қарастырылды. Жұмысты орындау барысында аналогтық графикалық ақпаратты цифрлауды қоса алғанда, Oasis Montaj ортасында геофизикалық ақпаратты өңдеу және түсіндіру әдістемесінде көрсетілген барлық рәсімдер орындалды.

Жұмыс нәтижелері грави -, магнитті барлау деректері болжамды міндеттерді шешу үшін және Oasis Montaj бойынша – нақты геофизикалық материалдардың технологиялық құралы болып табылатынын көрсетті.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа на тему «Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане».

Дипломная работа посвящена геолого-геофизическим исследованиям по выделению и оконтуриванию редкометальных геологических сред с применением данных грави-, магниторазведки. При обработке и интерпретации гравимагнитных данных использованы возможности программного обеспечения Oasis montaj (Geosoft Canada). В качестве фактических материалов были привлечены месторождения Коктенколь (Центральный Казахстан). В ходе выполнения работы были выполнены все процедуры в указанной в методике обработки и интерпретации геофизической информации в среде Oasis montaj, включая оцифровку аналоговой графической информации.

Результаты работы показали, что данные грави-, магниторазведки являются информативными для решения прогнозных задач и ПО Oasis montaj – технологичным инструментом фактических геофизических материалов.

ANNOTATION

Diploma work on the topic «Interpretation of gravimetric and magnetometric materials using the Oasis Montaj Software Platform in Central Kazakhstan».

The diploma work is devoted to geological and geophysical research on the isolation and delineation of rare-metal geological environments using data from gravity and magnetic exploration. When processing and interpreting gravimagnetic data, the capabilities of Oasis montaj (Geosoft Canada) software were used. The Koktenkol deposits (Central Kazakhstan) were used as actual materials. In the course of the work, all procedures were performed in accordance with the methodology for processing and interpreting geophysical information in the Oasis montaj environment, including digitization of analog graphic information.

The results of the work showed that the data of gravity and magnetic exploration are informative for solving predictive tasks and Oasis montaj is a technological tool for actual geophysical materials.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Способы поисков редкометалльных месторождений в Центральном Казахстане	12
1.1 Комплекс поисковых работ	16
1.1.1 Региональные исследования	16
1.1.2 Площадные поисковые работы	17
1.1.3 Детальные поисково-оценочные работы	18
2 Общие сведения о месторождении	21
2.1 Геолого-геофизическая изученность месторождения Коктенколь	21
2.1.1 Геологическая изученность	21
2.1.2 Геофизическая изученность	25
3 Компьютерные технологии и обработки истолкования гравимагнитных данных	28
3.1 Гравиметрические исследования	28
3.2 Магнитометрические исследования	28
3.3 Оцифровка геофизических полей с использованием программы Mapinfo, Arcgis, Surfer	30
3.4 Оцифровка гравитационного поля	30
3.5 Оцифровка магнитного поля	31
3.6 Истолкование геофизических полей с использованием программной платформы Oasis Montaj	34
Заключение	49
Список использованной литературы	50

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Казахстан – является одним из важнейших производителей редкометалльных провинций мира, в недрах которой сосредоточены значительные ресурсы вольфрама, молибдена, бериллия и многих других металлов. Ценность месторождений минерального сырья Казахстана создают не только главные компоненты, но и целый ряд редких и рассеянных элементов, попутное извлечение которых возможно при комплексной переработке руд. В последние десятилетия повысилась потребность на редкие металлы. Интерес сырьевого рынка к редким металлам, подтверждает, что огромный потенциал Казахстана привлекает внимание +это особая металлогеническая провинция, которая известна в мире своим огромным количеством полезных ископаемых, и в первую очередь, месторождениями редких металлов – W, Mo, Be, Sn. По распространенности в земной коре Be, Mo, W имеют низкие, в тоже время, близкие по значению кларковые содержания, характеризующиеся схожим геохимическим поведением и генетически тесно связаны между собой в месторождениях редких металлов штокверкового и грейзенового типа. Металлы, относящиеся к месторождениям редких металлов, образуют как собственные, так и комплексные месторождения. В Центральном Казахстане имеется ряд крупных редкометалльных месторождений со значительными запасами, таких как Верхнее Кайракты, Коктенколь, Южный Жаур, Жанет, Акчатау и другие, в которых главными рудными элементами являются W, Mo, Be

В настоящее время с уменьшением фонда, легкооткрываемых в месторождениях в Казахстане возникает необходимость прогнозирования и поиска скрытых и глубокозалегающих рудных объектов. Для решения таких задач, требуется анализ и обобщение большого объема геолого-геофизических материалов, которые должны быть обработаны на базе современных геолого-геофизических методов при поиске и разведке рудных месторождений, в том числе месторождений редких металлов.

В этой связи на перспективных площадях известных рудных полей Казахстана проектируется интенсификация геологоразведочных работ с целью поисков новых месторождений редких металлов с содержаниями. В решении данной проблемы одними из ведущих методов поиска и разведки являются геофизические методы. Основные принципы комплексирования геофизических методов были заложены в работах А. Г. Тархова, Г. С. Вахромеева, В. М. Бондаренко, Г. П. Новицкого, А. А. Никитина, В. К. Хмелевского и других

Объект исследования – является редкометалльное месторождение Центрального Казахстана штокверкового типа-Коктенколь.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является интерпретация и оцифровка гравиметрических и магнитометрических данных Центрального Казахстана.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

— Сбор, анализ и обобщение геолого-геофизических материалов месторождения Коктенколь;

— Изучение особенностей геологического строения района исследования;

— Оцифровка данных с использованием Mapinfo, ArcGIS Pro, Surfer;

— Комплексная интерпретация данных гравиразведки и магниторазведки.

Практическая значимость работы. Отдельные материалы и выводы (рисунки, таблицы и другие) дипломной работы могут быть использованы в учебном процессе при наглядной демонстрации и эффективность результатов комплексирования геофизических методов, для

решения геологических задач

1 Способы поисков редкометалльных месторождений в Центральном Казахстане

В Центральном Казахстане находятся основные редкометалльные месторождения Республики. Это почти отработанные грейзеново-кварцевожильные месторождения Акшатау, Караоба и отработанные месторождения Восточный и Северный Конырат. Это крупнейшие, но с низкими содержаниями штокверковые месторождения Верхний Кайракты (вольфрам), Коктенколь (молибден) и крупные штокверки Байназар, Батыстау, Селтей, Южный Жаур, Жанет и другие, содержащие молибден-вольфрамовое оруденение. Важными в практическом отношении являются скарново-грейзеновые месторождения типа как Катпар, с комплексными молибден – вольфрамовыми рудами и сопутствующими висмутом, медью, свинцом и цинком. Для Центрального Казахстана также характерны порфировые вкраплено-прожилковые месторождения штокверкового типа. Среди них практические значения имеют молибденовые месторождения Шалгия, Каратас и др., а также порфировые молибдено-медные месторождения Конырат, Борлы и др.

В Центральном Казахстане месторождения и рудопроявления редких металлов впервые были обнаружены визуальным методом в 20-30-х годах прошлого столетия при проведении маршрутных исследований или изучении некоторых районов М.П.Русаковым, Р.А.Борукаевым, В.Ф.Беспаловым, А.С.Осиповым и др.

В дальнейшем поискам редких металлов уделяется значительное внимание и организуются экспедиции и отряды, работы которых привели к открытию определенного количества новых месторождений и рудопроявлений вольфрама и молибдена кварцево-жильной формации.

Планомерные поиски новых месторождений редких металлов были начаты в послевоенные годы и наиболее широкое развитие поиски получили после начала планомерных геохимических и геофизических исследований в Центральном Казахстане, выполнявшихся Агадырской геофизической экспедицией.

В геологическом отношении территория Центрального Казахстана включает области каледонской и герцинской консолидации с очень сложной тектонической зональностью и широким распространением магматических пород. Положение Центрального Казахстана в глобальных структурах Центральный Казахстан охватывает западную часть Урало-Монгольского складчатого пояса (самый крупный структурный элемент континентальной коры в пределах Казахстана), который представляет собой палеозойскую геосинклинально-складчатую область, формирование началось с протерозоя на разных возрастных его уровнях в различных секторах пояса.

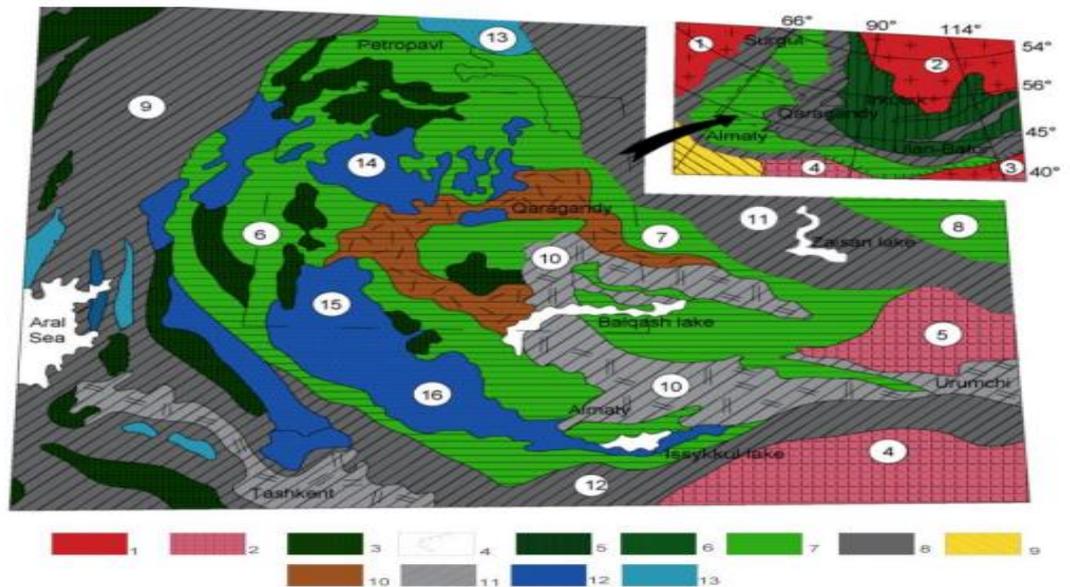


Рисунок 1.1 — Тектоническая позиция Центрального Казахстана в глобальных структурах

Условные обозначения : 1 – раннедокембрийские платформы; 2 – посткарельские платформенные массивы; 3 – докембрийские массивы, переработанные палеозойскими тектоническими движениями; структуры Урало-Монгольского складчатого пояса: 4 – границы пояса; 5 – байкалиды; 6 – салаириды; 7 – каледониды; 8 – герциниды; 9 – альпиды; вулканоплутонические пояса: 10 – Центрально-Казахстанский (девонский); 11 – Балхаш-Илийский (позднепалеозойский); 12 – наложенные мульды на складчатом каледонском фундаменте; 13 – наложенные герцинские мульды. Номера на карте: платформы: 1 – Восточно-Европейская; 2 – Сибирская; 3 – Корейско-Китайская; платформенные массивы: 4 – Таримский; 5 – Жунгарский; каледонские складчатые пояса: 6 – Кокчетав-Северо-Тяньшанский; 7 – Чингизский; 8 – Алтае-Саянский; герцинские складчатые пояса: 9 – Уральский; 10 – Жунгаро-Балхашский; 11 – ИртышЗайсанский; 12 – Южно-Тяньшанский; впадины: 13 – Тобольская; 14 – Тенизская; 15 – Жезказганская; 16 – Чуйская

К концу палеозоя-началу мезозоя Центральный Казахстан, как область резкого «перелома» субширотных структур на северо-северо-западные, приобрел тектоническое строение в виде сочетания изменяющих простирание блоков. Подобное строение принято относить к типу "мозаичных" структур.

Каледонская складчатая область Кокшетау-Северо-Тянь-Шаньская и Чингиз-Тарбагатайская складчатые системы характеризуются каледонской складчатостью, тогда как Жонгаро-Балхашская складчатая система является результатом герцинской фазы складчатости. Поэтому, говоря о стратиграфии структур этой системы, отметим лишь ее отдельные отличительные особенности: 1) в пределах системы довольно часто отмечаются крупные срединные массивы и отдельные блоки докембрийских образований, состоящие

из метаморфических пород различного генезиса, по возрасту среди них преобладают протерозойские образования 2) структуры западной и центральной части системы консолидированы в позднеордовикское время, поэтому они относятся к ранним каледонидам (так называемые, такониды); в этих структурах силурийские отложения отсутствуют; 3) восточные структуры системы относятся к поздним каледонидам, поскольку в этих структурах консолидация континентальной земной коры произошла в позднем силуре; 4) в пределах системы обнажаются, так называемые, «офиолитовые палеозойские зоны»

Итак, выделяются несколько этапов исследования:

Первый этап – с 1917 по 1930 гг., в этот период производились эпизодические маршрутные исследования, главным образом с целью выяснения геологического строения, позволившие попутно выявить рудопроявления вольфрама, молибдена и олова;

Второй этап – 1931-1936 гг., отличался тем, что геологическими учреждениями были созданы специальные экспедиции и отряды, имевшие целью поиски месторождений редких металлов. Эти исследования привели к открытию ряда промышленных месторождений в различных частях региона;

Третий этап – с 1937 по 1970 гг., в этот период проводится детальное тематическое изучение геологии, петрографии, минералогии месторождений, выявляются общие закономерности размещения редкометалльного оруденения. Этот период самый насыщенный по результатам и нарастающему объему исследований;

Четвертый этап – с конца 1970 годов начался новый этап в изучении редкометалльных месторождений Центрального Казахстана. Развитие науки и техники позволили исследовать геологическую среду аналитическими и количественными методами.

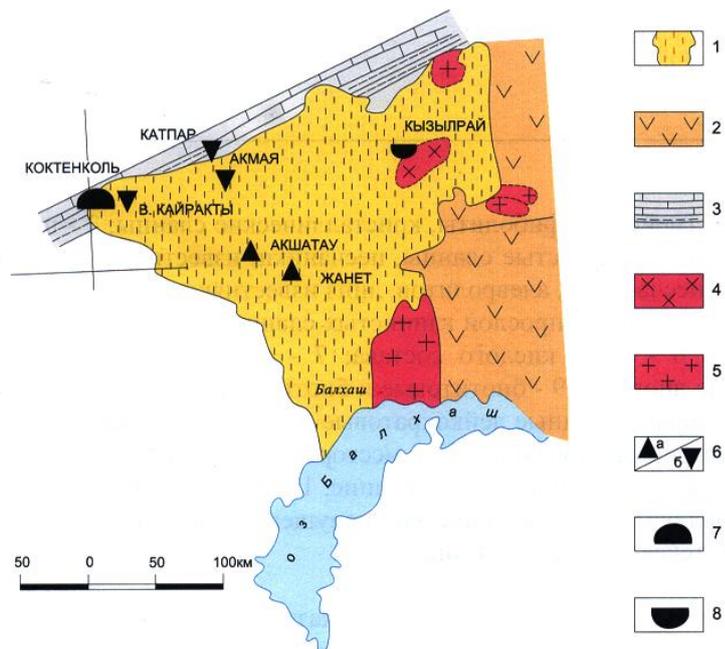


Рисунок 1.2 — Закономерная приуроченность редкометального оруденения к тыловой области окраинно-континентального верхнепалеозойского вулканоплутонического пояса

Условные обозначения: 1 – западный сектор верхнепалеозойского вулканоплутонического пояса, 2 – преимущественно флишеидные отложения ордовика-силура тыловой области верхнепалеозойского вулканоплутонического пояса, 3 – терригенно-карбонатные отложения верхнего девона-нижнего карбона Успенской рифтогенной зоны, 4 – гранитоиды, 5 – граниты, 6-8 – месторождения: 6 – вольфрама: а – вольфрамит, б – шеелита, 7 – молибдена, 8 – бериллия.

Для обнаружения месторождений редких металлов были привлечены следующие методы геофизических поисков: магниторазведка, гравиразведка, радиометрия, гидрогеохимия, электроразведка, каротаж, петрофизическое изучение и т.д.

В зависимости от конкретных геологических условий того или иного района или месторождения указанные методы применяются в различных модификациях и комбинациях. Причем, постановка некоторых видов работ необязательна, если заведомо известно, что при имеющейся геологической обстановке он неэффективен или малоэффективен.

Месторождение Коктенколь, рассматриваемое в дипломной работе на данном этапе развития сырьевой базы Республики Казахстан имеют практическое значение.

Месторождение Коктенколь разведано, установлены крупные запасы руд со средним содержанием молибдена – 0,071%, вольфрама -0,057%, висмута – 0,005%, меди – 0,042%, серебра – 0,71%.

1.1 Методика и комплекс поисковых работ

Методика и комплекс поисковых работ, направленные в основном на выявление редкометалльных штокверков, выработаны на основании многолетнего изучения большой территории Центрального Казахстана производственными и опытно-методическими работами многих исследователей (К.Ш.Сатыбалдин, 1968 и др.). Наиболее рациональным, приведшим к открытиям новых месторождений штокверкового типа, считались проведение комплекса геофизических, геохимических и геологических методов в следующей последовательности:

- 1) Региональные исследования масштаба 1:500 000 – 1: 200 000;
- 2) Площадные поисковые работы масштаба 1:50 000;
- 3) Детальные поисково-оценочные работы масштаба 1:10 000 – 1:2000.

1.1.1 Региональные исследования

Региональные исследования масштабов 1:500 000 – 1: 200 000 проводятся с целью уточнения структурно- тектонического строения больших территорий в помощь геологическому картированию мелких масштабов. Они не носят прямого поискового характера месторождений редких металлов штокверкового типа, а результаты этих исследований используются в основном для установления закономерностей в пространственном распределении рудопроявлений и выделения перспективных площадей для поисков месторождений другими геофизическими, геохимическими и геологическими методами.

Основными методами при региональных исследованиях являются гравиметрическая съемка масштабов 1:500 000 – 1: 200 000, аэромагнитная и аэрорадиометрическая съемки более крупных масштабов (1:25 000). Основной для интерпретации результатов гравиметрических, аэромагнитных и аэрорадиометрических работ являются физические свойства горных пород.

Исследование физических свойств образцов пород и руд Центрального Казахстана и полевые геофизические наблюдения показывали достаточную дифференциацию комплексов палеозойских пород и руд редких металлов по электрическим, магнитным, плотностным, радиоактивным и упругим свойствам, что благоприятствует применению геофизических методов для решения тех или иных геологических задач.

На основании изучения физических свойств пород Центрального Казахстана, начатого в начале пятидесятых годов прошлого столетия Агадырской геофизической экспедицией установлены общие закономерности, которые сводятся к следующему:

1) Магнитные свойства пород Центрального Казахстана меняются в широких пределах. Осадочные породы верхнего силура, девона, карбона, представленные в основном песчаниками, сланцами, известняками, редко мергелями и конгломератами, являются практически немагнитными

$$\chi = 100 * 10^{-6}$$

Повышенной магнитной восприимчивостью обладают андезитовые, пироксеновые и пироксен-плаггиоклазовые порфириды. Значение магнитной восприимчивости их варьирует от 600 до $1200 \cdot 10^{-6}$. Кислые эффузивные толщи, образующие слабо дислоцированные покровы имеют магнитную восприимчивость пород от 100 до 300.

Магнитные свойства интрузивных пород находятся в прямой зависимости от их основности: кислые лейкократовые граниты и интрузивные кварцевые порфиры зачастую характеризуются нормальным магнитным полем, тогда как основные и ультраосновные породы имеют магнитную восприимчивость от 800 до 1500 и более.

Магнитные свойства пород в значительной мере зависят от наложенных вторичных процессов. Так, например, процесс ороговикования в большинстве случаев резко увеличивает магнитную восприимчивость, тогда как гидротермальная переработка пород, наоборот, снижает их магнитные свойства;

2) Породы Центрального Казахстана по плотностным свойствам не совсем резко, но достаточно различаются друг от друга. Для осадочных вулканогенных толщ наблюдается закономерное увеличение плотности от молодых образований к более древним, что, по-видимому, обусловлено нарастающей степенью динамометаморфизма (от 2,73 до 2,75 г/см³).

Плотность интрузивных пород находится в прямой зависимости от основности и меняется от 2,8 до 2,55 г/см³;

3) По радиоактивности пород относительно слабым гамма - полем выделяются осадочные образования силура, девона и карбона.

Активность магматических пород находится в прямой зависимости от их основности: чем кислее состав, тем выше активность, и в связи с этим интенсивным гамма – полем выделяются площади, где обнажены пермские аляскистовые граниты.

Из вулканогенных образований максимальной активностью обладают кислые разности эффузивов верхнего и среднего карбона, а эффузивы среднего и основного состава отмечаются полями относительной низкой интенсивностью.

1.1.2 Площадные поисковые работы

Площадные поисковые работы масштаба 1:50000 проводятся с целью выделения перспективных участков в районе и являются основными видами работ по поискам.

Основными методами при поисковых работах является гравиметрическая и магнитная съемки и второстепенными - гидрогеохимическая съемка и шлиховое опробование.

Например, для месторождения Коктенколь по результатам мелкомасштабной съемки имелись единичные пробы с повышенным

содержанием вольфрама, то при сгущении сети на участке ореола рассеяния устанавливались обогащенные им площади.

1.1.3 Детальные поисково-оценочные работы

Детальные поисково-оценочные работы масштабов 1:10 000 – 1:2000 являются заключительным этапом всех работ, проведенных в районе.

С учетом геологического строения и результатов поисковых работ района ореолов рассеяния вольфрама и молибдена и, возможно совпадающие с ними аномалии гравиразведки и магниторазведки подвергаются детализации. Выбор размеров участка и направление профилей здесь имеет очень большое значение, и в связи с этим необходимо тщательно изучить район аномалии и после выбрать направление профилей в крест простирания структурам или тектоническим нарушениям, зонам осветления и ожелезнения и т.д.

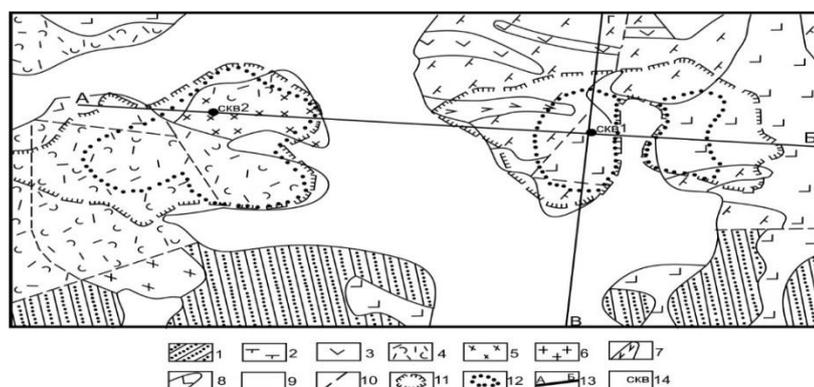


Рисунок 1.3 - Геологическая карта с результатами геофизических работ

Условные обозначения: 1 – силурийские алевролиты, песчаники; 2 – плагиопорфиры; 3 – кварцевые порфиры и их туфы; 4 – фельзиты и их туфы; 5 – гранодиориты; 6 – гранофиновые аплит-порфиры; 7 – дайки крупновкрапленных кварц-полевошпатовых порфиров (интрузивных); 8 – дайки плагиоклазовых порфиритов; 9 – четвертичные отложения; 10 – тектонические нарушения; 11 – ореол рассеяния молибдена по данным металлотрии; 12 – контур распространения штокверка (кварцевых прожилков) на поверхности; 13 – профили высокоточной гравиметровой съемки; 14 – скважины.

Комплекс детальных поисково-оценочных работ включает магниторазведку, гравиразведку, электроразведку, изучение физических свойств образцов пород и руд, шлиховое опробование, горно-опробовательские и буровые работы. Кроме ореолов рассеяния вольфрама и молибдена, над месторождениями и рудопроявлениями также повсеместно устанавливаются ореолы рассеяния висмута, олова, свинца, цинка, меди и др. Ореолы рассеяния висмута и олова вписываются в пространственном отношении в площади распространения ореолов рассеяния вольфрама и молибдена, тогда как ореолы

рассеяния цветных металлов располагаются обособленно и приурочиваются к периферии редкометалльной рудной зоны и как бы окаймляют последнюю.

Магниторазведочные работы проводятся исключительно в целях помощи геологическому картированию и выделения по возможности штокверковых зон.

Магнитометрические наблюдения проводятся по сети 100x20м и иногда 50x10м. Этими видами работ удается четко оконтурить зоны окварцевания и ороговикования, куда собственно приурочены рудные штокверки.

Для штокверковых месторождений характерны приуроченность их к интенсивно дислоцированным участкам и наличие большого количества различно ориентированных мелких рудовмещающих трещин. Размеры трещин, на всех редкометалльных месторождениях, отличаются большим непостоянством – от нитевидных до несколько сантиметров.

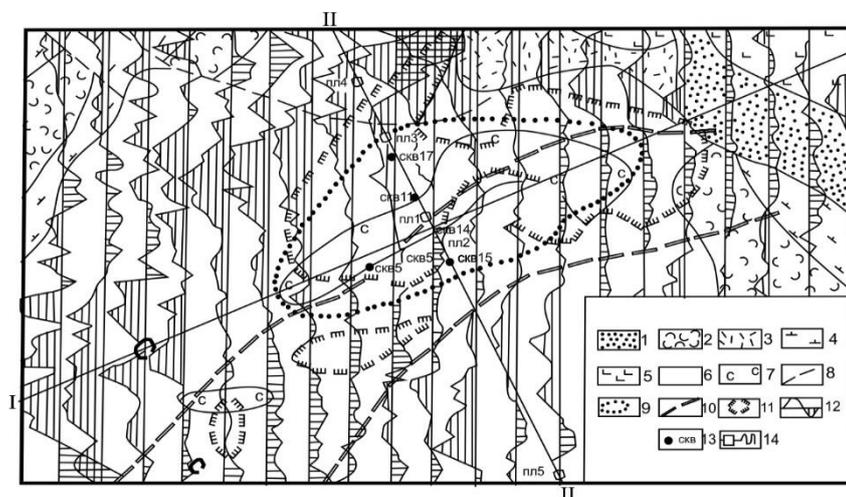


Рисунок 1.4 - Геологическая карта по участку А с результатами геофизических работ

Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – литокристаллические фельзитовые туфы; 3 – фельзит-порфиры; 4 – плагиоклазовые порфиры; 5 – диабазы; 6 – гранодиорит-порфирсреднезернистый; 7 – серицитизация; 8 – полерудные тектонические нарушения; 9 – контур распространения штокверка (кварцевых прожилков) на поверхности; 10 – контур штокверка на глубине по данным магниторазведки; 11 – ореол рассеяния вольфрама по данным металлотрии; 12 – графики Δz : а – положительные, б – отрицательные; 13 – скважины; 14 – площадки и профили микромагнитной съемки.

Зоны развития штокверков среди окварцованных и серицитизированных пород хорошо выделяются пониженными значениями магнитного поля.

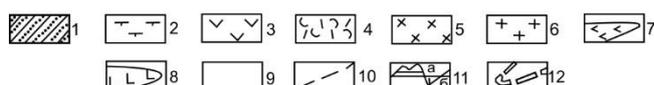
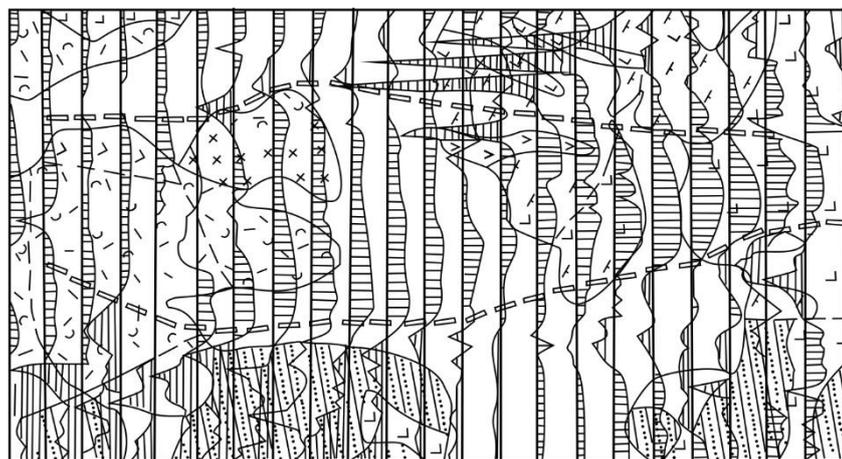


Рисунок 1.5 - Геологическая карта с результатами магниторазведки месторождения Б

Условные обозначения: 1 – силурийские алевриты, песчаники; 2 – плагиопорфиры; 3 – кварцевые порфиры и их туфы; 4 – фельзиты и их туфы; 5 – гранодиориты; 6 – гранофировые аплит-порфиры; 7 – дайки крупновкрапленных кварц-полевошпатовых порфиров (интрузивных); 8 – дайки плагиоклазовых порфиров; 9 – четвертичные отложения; 10 – тектонические нарушения; 11 – графики Δz ; 12 – контур штокверка по данным магниторазведки.

Совершенно противоположенная картина наблюдается над рудными штокверками, расположенными в надинтрузивной зоне среди ороговикованных пород. При магнитометрической съемке районы редкометалльных штокверков в надинтрузивных зонах «слепых» интрузий, отмечаются повышенными аномалиями магнитного поля. Аномалии характеризуются большими площадными размерами, сравнительно небольшой амплитудой, очень плавными и постепенными возрастанием значений магнитного поля.

Гравиметрические работы с высокоточными гравиметрами дают также положительные результаты для прослеживания размеров рудного штокверка. В районах почти всех редкометалльных штокверков наблюдается понижение гравитационного поля, которое может быть объяснено приближением к дневной поверхности лейкократовых гранитов, характеризующих пониженной плотностью.

Непосредственно над месторождениями гравиметрические работы проводятся по выборочным профилям. Если в районе месторождения проведена гравиметрическая съемка масштаба 1:50 000 и мельче и установлена общая конфигурация залегания интрузии на глубине, то над рудным штокверком достаточно пройти один профиль по простиранию, и другой - вкрест для установления приблизительных размеров штокверка.

2 Общие сведения о месторождении

2.1 Геолого-геофизическая изученность месторождения Коктенколь

Крупное вольфрамово-молибденовое штокверное месторождение на юго-западном фланге Успенской тектонической зоны, трижды детально разведывалось и изучалось. Месторождение открыто Г.И. Бедровым в 1956 г. Разведывалось под руководством О. В. Иванова, В.Г. Ли, Г.А. Паркадзе, К. Н. Фаткулина, П.П. Кровякова.

В месторождении выделяют Южный, Промежуточный и Северный рудные участки. Промежуточный участок характеризуется наличием коры выветривания мощностью до 100 м и более с вольфрамовой минерализацией, ниже которой располагаются коренные карбонатные породы. Впервые исследованиями коры выветривания в этом районе занимался А. К. Мазуров. На Южном и Северном участках преобладает молибденовое оруденение в виде прожилков, кора выветривания практически отсутствует. Общий вертикальный размах оруденения на флангах месторождения составляет 800—900 м.

По данным большинства исследователей месторождение сформировалось в несколько этапов послемагматической деятельности:

- 1) молибденоворудный;
- 2) вольфрамоворудный;
- 3) сульфидный.

Продукты первого этапа составляют промышленную ценность месторождения. Молибденоворудный этап начался с калишпатизации и образования калишпатовых прожилков с относительно редкими кварцем, магнетитом, карбонатом, гипсом, флюоритом, эпидотом, хлоритом, ангидритом, цеолитом. Среднее содержание полезных компонентов в рудах (%): Mo – 0.07, WO₃ – 0.022, Bi – 0.0046, Cu – 0.046, BeO – 0.01, CaF – 0.5, Ba – 0.1, Zn – 0.04, Au – 0.03 г/т, Ag – 1.5 г/т, Re – 0.153 г/т, Se – 0.582 г/т, Te – 0.142 г/т. Молибден на 93% представлен молибденитом; триоксид вольфрама на 76.5% вольфрамитом и гюбнеритом, на 23.5% шеелитом; медь – на 70.2% халькопиритом, на 25.5% халькозином, 5% связано с сульфосолями висмута.

2.1.1 Геологическая изученность

Геологическое строение рудного поля. Рудное поле расположено в месте пересечения продольной субширотной редкометаллоносной зоны с субмеридиональной Ортауской.

Структура представлена в основании вулканогенными (андезито-дациты) и вулканогенно-осадочными отложениями среднего - верхнего девона, перекрытыми породами фамена и нижнего карбона (алевролиты, аргиллиты, углисто-кремнистые алевролиты и известняки), заполняющими в виде узких мульд осевую часть Успенского трога.

Генезис месторождения рассматривался многими исследователями (Г.И. Бедров, Г.А. Паркадзе, В.Т. Покалов, Г.Н. Щерба и др.). Все исследователи связывали происхождение месторождения с интрузией лейкократовых гранитов. Доказательством этого считали тесную пространственную связь гранитов и оруденения при отсутствии других более молодых интрузивных пород; одинаковое проявление постмагматических процессов как в материнской интрузии, так и вмещающих ее породах, с образованием в них сети прожилков, более или менее тождественных по строению, составу и характеру околожильных изменений; наличие одних и тех же минералов в составе интрузии и в жильных образованиях месторождения.

Месторождение Коктенколь полиформационное, полихронное. Оно содержит руды трёх генетических типов:

- 1) вольфрам-молибденовое оруденение в эндо-экзоконтакте гранитоидов;
- 2) вольфрамовое скарново-грейзеновое (скарново-шеелитовое) в известняках и скарнах;
- 3) вольфрамовое оруденение кайнозой-мезозойской коры выветривания.

Вольфрам-молибденовое оруденение участка полностью аналогично оруденению Южного и Северного участков месторождения. Оно представлено штокверком кварц-полевошпатовых прожилков с молибденитом, вольфрамитом, шеелитом, медной минерализацией, сульфосолями висмута и др. По температурной гомогенизации 460-500°C оруденение относится к грейзеново-гидротермальным (пневматолитово-гидротермальным), с высокими температурами начала процесса и гомогенизацией в преимущественно газовую фазу и понижением температуры от 340° до 50° в гидротермальной части рудообразования. Глубина формирования месторождения, по геологическим данным, термодинамическим расчётам (Букуров, Лаумуллин, 1976), определению давления в гидротермальной системе (1200-350 атм.), по данным изучения газовой-жидких включений (Павлунь, 1982) составляет 2-3 км. Формирование оруденения происходило под воздействием гидротермальных растворов хлоридно-калий-натриевого гидросиликатного (молибденовые руды) и фторидно-хлоридно-калий-натриевого состава (вольфрамовые руды). Пострудный минералогенезис осуществлён углисто-водными и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевыми растворами.

Скарново-грейзеновое (скарново-шеелитовое) вольфрамовое оруденение в карбонатных породах Промежуточного участка сформировано в двух основных этапах постмагматической деятельности, включающих скарнирование и последующую наложенную грейзенизацию.

Гипергенное вольфрамовое оруденение мезозой-кайнозойской коры выветривания сформировано в процессе развития остаточной линейной контактово-карстовой коры выветривания по незначительным скарново-грейзеновым и вольфрам-молибденовым рудам. Кора выветривания участка, развитая по скарново-грейзеновым рудам, образуется в результате развития рудного карста и переотложения на месте химического преобразования

продуктов разложения скарновых руд. Параллельно с карстообразованием происходил процесс заполнения полостей переотложенным щебнистым рудным материалом с его постепенным разложением, гидратацией, сопровождавшимися явлениями усадки. В результате длительного стадийного карстообразования сформирован современный зональный, щебнисто-глинистый профиль коры выветривания скарново-грейзеновых руд.

Рудные стадии. На месторождении отчетливо выражена многостадийность процесса рудообразования – как в связи с отдельными комплексами, так и с их фазами: в этом отношении его можно отнести к полигенным и полихронным. С самыми ранними серыми биотитовыми гранитами калдырминского комплекса связаны альбитизация, грейзенизация и метасоматические молибденит-кварцевые прожилки. Определяющее значение в образовании руд месторождения имеют интрузивные фазы более поздних лейкократовых гранитов акшатауского комплекса. Каждая из них характеризуется последовательным развитием калишпатизации, грейзенизации, жиллообразования.

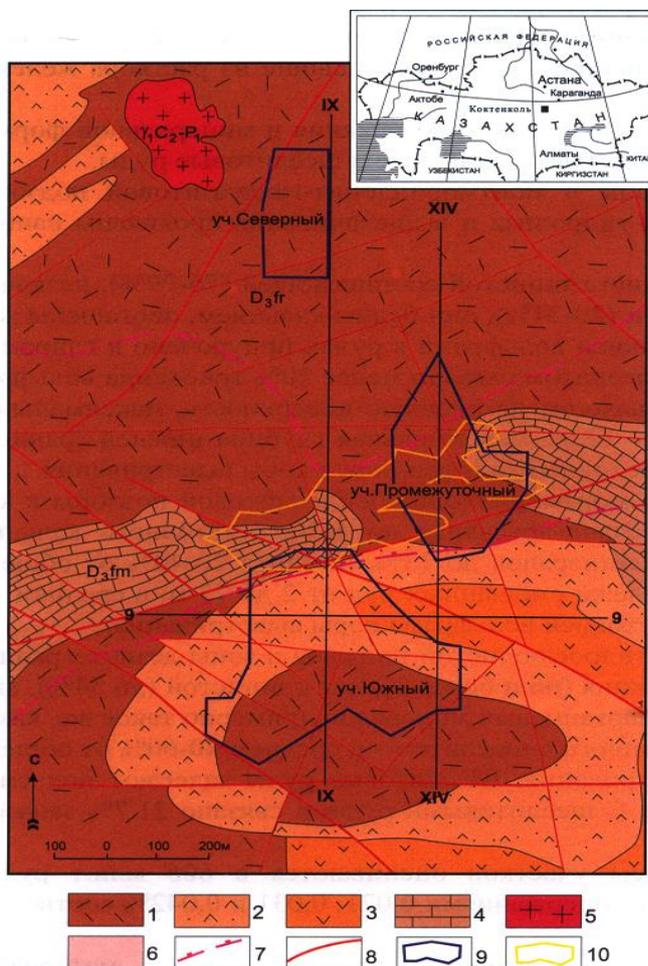


Рисунок 2.1 - Геологическая карта месторождения Коктенколь (А. К. Мазуров, 2004)

Условные обозначения: 1-3 биотитизированные кристаллотуфы; 1 – риолитов; 2 – дацитов; 3 – андезитов ; 4 – мраморизованные известняки; 5-6

– граниты; 7 – границы коры выветривания; 8 – тектонические нарушения; 9 – контуры балансовых молибденовых руд; 10 – контуры вольфрамных руд коры выветривания.

Контактный метаморфизм. Вмещающие вулканогенно-осадочные породы около интрузива ороговикованы. В карбонатных породах происходили мраморизация и скарнирование, регенерация барита и сульфидов более ранней минерализации атасуйского типа. В дорудную стадию также возникали метаморфические жилы и прожилки кварца. Прожилки рудного штокверка заполняли трещины нескольких направлений с разными углами падения, занимали как доинтрузивные, так и послеинтрузивные трещинные системы. Послерудные нарушения представлены сбросами (центральный грабен) и малоамплитудными зонами трещиноватости.

Первая фаза главным образом молибденоносная; сопровождается грейзенами, кварц-полевошпат, кварцевыми метасоматическими прожилками и жилками выполнения. Отложение вещества происходило в такой последовательности: вначале в зальбандах отлагался калишпат, а затем все возрастающую роль играл кварц, в результате чего возник ряд рудных жил и прожилков: калишпатовые → калишпатовые с кварцем в осевой части прожилка → кварц-полевошпатовые с равным количеством этих минералов-кварцевые с полевошпатовыми оторочками → кварцевые. Вместе с этим в них возрастало содержание вольфрама.

Вторая фаза несла комплексное вольфрамовое оруденение, преобладают вольфрамово-кварцевые прожилки и жилы выполнения, нередко с друзовыми структурами агрегатов. Это наиболее мощные жильные образования.

С третьей фазой связаны отдельные, достаточно крупные кварцевые жилы, по внешнему облику менее высокотемпературные, с молочно-белым кварцем, сфалеритом, блеклыми рудами и гюбнеритом. Имеются внутрирудные дайки диоритовых порфиритов.

Морфология рудных тел. Густая сеть жил и прожилков создает рудный штокверк. Самыми распространенными (около 90%) являются крутопадающие (60-90°) прожилки в основном северо-восточного простирания (около 70%) с падением в обе стороны; менее разбиты северо-западные, также с разными падениями; отмечаются и пологозалегающие системы. Мощность прожилков колеблется от нескольких миллиметров до 15 см (в среднем около 1 см), а их густота достигает 10-15 на 1 метр. Штокверк приурочен к гребню рудоносных гранитов и его куполам, располагается преимущественно в надинтрузивной зоне и в тело гранитного массива проникает лишь на 100-150 м.

На Южном участке рудоносный блок имеет форму гриба. Концентрация оруденения возрастает к внутренней части, где возник рудный столб с раздувом, склоняющийся к юго-западу. Содержание молибдена заметно возрастает к кровле гранитного массива, затем, при переходе в граниты, несколько ослабевает. В подрудной зоне граниты интенсивно альбитизированы, микроклинизированы, переходы к корневой части штокверков ясно выражены (выклинивание, прожилки приобретают метасоматический характер).

2.1.2 Геофизическая изученность

Центальный Казахстан в целом характеризуется высокой степенью геофизической изученности этими методами, поэтому глубинные построения в достаточной мере обеспечены геофизическими материалами.

Геофизическая характеристика рудоносного гранитного массива. Многофазный массив гранитов прорывает отложения девона и карбона и обнажен лишь в одном выступе на Северном участке. По геофизическим данным, массив имеет овальную форму (размеры 18x15 км) несколько вытянутого в широтном направлении; контакты массива падают в сторону вмещающих пород полого, за исключением северного, где магнитное поле имеет большие градиенты, указывающие на крутое падение; его кровля оснащена выступами на глубинах 0,3-0,5 км и более, а подошва размещается на глубине 3-5 км. Вертикальная мощность массива 3-4,3 км.

Нами детально изучены гравитационные и магнитные поля в пределах рудных зон, полученные Агадырской геофизической экспедицией при проведении региональных геофизических работ среднего масштаба. Изучены особенности проведения качественной и количественной интерпретации геолого-геофизических данных. В поле силы тяжести месторождения Коктенколь наблюдается отрицательная аномалия, связанная с разломами. По геофизическим данным кровля массива образует два купола. Первый расположенный на глубине 500-600 м, вытянутым в северо-западном направлении на расстоянии более 10 км. Второй купол предлагается под месторождением на глубине 1250 м. Они фиксируются отрицательными гравитационными аномалиями интенсивностью 5мГал и 1мГал.

Из рисунка, видно что Месторождение не выделяется контрастными аномалиями силы тяжести. Некоторые слабые по интенсивности аномалии второго порядка в районе, приурочены к межгорным впадинам, вызваны выполнявшими их рыхлыми протерозой-мезозойскими отложениями, характеризующими плотностью 1,8-2,2 г/см³. Некоторые разрывные нарушения отметились узколокальными аномалиями силы тяжести, интенсивностью до 0,5мГал. Они указывают на участки проседания ослабленных зон.

Район месторождения Коктенколь выделяются крупным по размерам (3-3,5 км) магнитными аномалиями -20 до 60 нТл. Мощность зоны достигает 500-1000м

В результате проведенных работ выделены следующие геолого-геофизические признаки редкометальных месторождение Центрального Казахстана:

- по петроплотностной характеристике породы на месторождениях редких металлов Центрального Казахстана делятся на три группы: более плотными породами с плотностью от 2,70 до 2,84 г/см³ являются метаморфические (роговики, сланцы) и вулканогенные породы основного и среднего состава (андезитовые порфириды); основные эффузивные породы кислого состава и осадочные отложения девона имеют среднюю плотность в

пределах 2,65 г/см³; Менее плотными породами являются интрузивные породы всех комплексов, кроме топарского (акшатауский, калдырминский) с минимальным значением плотности до 2,54 г/см³ и гидротермально измененные породы (серицитизированные и окварцованные – плотностью 2,40 г/см³), рудные штокверки имеют среднюю плотность в пределах 2,72 г/см³, скарно-грейзеновые рудные тела – 3,00 г/см³. Избыточная плотность вызывающая гравитационную аномалию, не превышает 0,3 г/см³.

- в гравиметрических полях куполовидные строения интрузивных массивов, с чем пространственно и генетически связаны редкометальные месторождения Коктенколь, выделяются отрицательными значениями в пределах от 1 до 5 Гал.

- по магнитным свойствам породы делятся на три группы: немагнитные-известняки; слабомагнитные-интрузивы всех комплексов, умеренномагнитные-роговики, диабозовые и андезитовые порфириды, значение их магнитной восприимчивости достигает от 500 до 2500 * 10⁻⁶ СГС.

- в магнитометрических полях редкометальные штокверки разделяются следующим образом: штокверки интрузивной зоны характеризуется уменьшением напряженности магнитного поля, а штокверки надинтрузивной зоны – увеличением последней.

Рудная зональность оруденения такова: внизу основной молибден, выше к нему добавляются висмут и вольфрам, верхние уровни занимают вольфрам и его спутники (в том числе регенерированные). Телескопированная геохимическая зональность (снизу вверх и к периферии рудного поля) следующая: Mo → Mo(Sn, Bi, W) → W(Mo, Bi, Pb) → Cu, Pb, Zn.

Глубина денудации различная; на севере эрозией удалена вся продуктивная зона и обнажены корни рудного блока. Промежуточный участок в мезозое был опущен, по нему образовалась кора выветривания. На Южном участке сродирована основная вольфрамоносная часть рудной колонки и затронуты верхи молибденовых руд.

Юго-восточнее месторождения, по данным геофизических работ (А. Т. Буртубаев и др.), на глубине 300-500 м намечается еще один купол гранитного массива, прорывающий карбонатные породы фамена; на поверхности имеется геохимическая аномалия W, Mo и Bi, отмечается скарнирование.

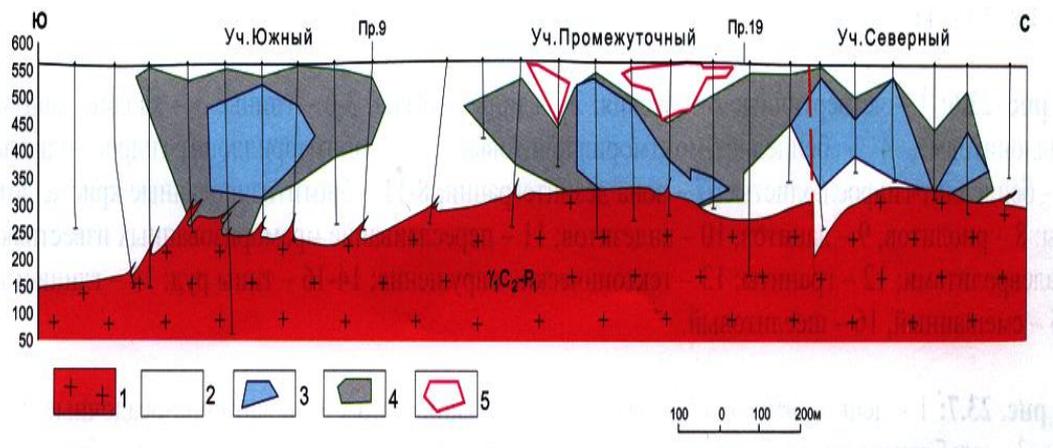


Рисунок 2.2 - Геологический разрез месторождения Коктенколь (А. К. Мазуров, 2004)

Условные обозначения: 1 – граниты; 2 – биотизированные вулканогенно-осадочные породы франского яруса; 3-4 – молибденовые руды: 3 – балансовые, 4 – забалансовые; 5 – вольфрамовые руды коры выветривания.

3 Компьютерные технологий и оцифровка, интерпретация гравиметрических и магнитометрических данных

3.1 Гравиметрические исследования

Карта гравиметрического поля, в пределах месторождения, характеризуется отрицательными значениями Δg . Гравитационный отрицательный минимум в пределах месторождения соответствует «слепым» куполовидным выступам гранитного массива.

Эти «слепые» куполовидные выступы, залегающие на незначительных глубинах, имеют значительные размеры по протяженности и в поперечнике. Кроме того, этим выступам приурочены рудные участки с молибденовой и вольфрамовой минерализацией. Плотность жил и прожилков с редкометалльными оруденениями для подобных месторождений более $2,62 \text{ г/см}^3$. Следовательно, по плотности зоны редкометалльной рудной минерализации мало отличаются от плотности вмещающих толщ ($2,64-2,65 \text{ г/см}^3$), но относительно гранитов остается дифференциация по плотности ($0,1 \text{ г/см}^3$). Поэтому зоны отрицательных минимумов гравитационных полей от 4,5 до 5 мГал на месторождении Коктенколь являются одним из признаков перспективности на обнаружения редкометалльной руды.

Выходы гранитов на поверхности в северной части месторождения также четко прослеживается в гравиметрическом поле с отрицательными градиентами в пределах 2,0 -2,5мГал.

Следует отметить, что на месторождении Коктенколь кислые интрузивные породы-граниты, залегающие среди палеозойских вулканогенно-осадочных пород, обуславливают изометричные отрицательные аномалии силы тяжести.

3.2 Магнитометрические исследования

Магнитная разведка при поисках месторождений редких металлов входит в состав геофизического комплекса в виде основного или дополнительного метода, применяемого с целью выявления перспективных площадей, характеризующихся определенным сочетанием контролирующих литологических, магматических и структурных факторов, оконтуривания рудных зон и поисков отдельных залежей (при благоприятной дифференциации магнитных свойств пород и руд).

В Центральном Казахстане вольфрамовые и молибденовые штокверки генетически связаны с аляскитовыми и лейкократовыми гранитами, в районах их распространения наблюдаются большие по размерам слабоинтенсивные (200-500 гамм) положительные магнитные аномалии, обусловленные в основном ороговикованием пород (осадочных и магматических) надинтрузивных зон. Штокверковые месторождения приурочены к этим зонам.

Этот характер отображения перспективных площадей и структур в магнитном поле обусловил применение аэромагнитной и наземной магнитной съемок при проведении комплексных геофизических работ масштаба 1:200 000 и 1:50 000 с целью поисков месторождений редких металлов.

Магниторазведка применяется также и на этапе детального изучения выявленных объектов (комплексные геофизические исследования масштаба 1:10 000 и 1:2000), оказывая на некоторых месторождениях существенную помощь при определении контуров рудных залежей и выявлении гидротермально переработанных пород, несущих оруденение (зоны пониженных значений ΔZ).

Картирование зон гидротермального изменения пород с помощью магнитных измерений также имеет большое значение, поскольку первичные ореолы рассеяния в большинстве случаев сопровождаются гидротермальными изменениями пород. Совместное наличие этих признаков (ореол рассеяния и гидротермальные изменения) представляет важный поисковый критерий. Выделять зоны изменения можно с помощью измерений магнитной восприимчивости образцов и пород на обнажениях, поскольку гидротермальные изменения четко отмечаются пониженными значениями магнитной восприимчивости. Гидротермальные изменения коренных пород могут быть зафиксированы при измерениях магнитной восприимчивости рыхлых отложений, но при интерпретации этих данных следует иметь в виду возможность уменьшения магнитной восприимчивости рыхлых отложений за счет гипергенных превращений магнитных минералов в немагнитные. Во многих случаях гидротермальные изменения пород фиксируются пониженными значениями магнитного поля.

3.3 Оцифровка геофизических полей с использованием программы Surfer

3.3.1 Оцифровка гравитационного поля

Сбор и анализ геолого-геофизической информации, формирование сводных числовых массивов гравиметрических, магнитометрических данных.

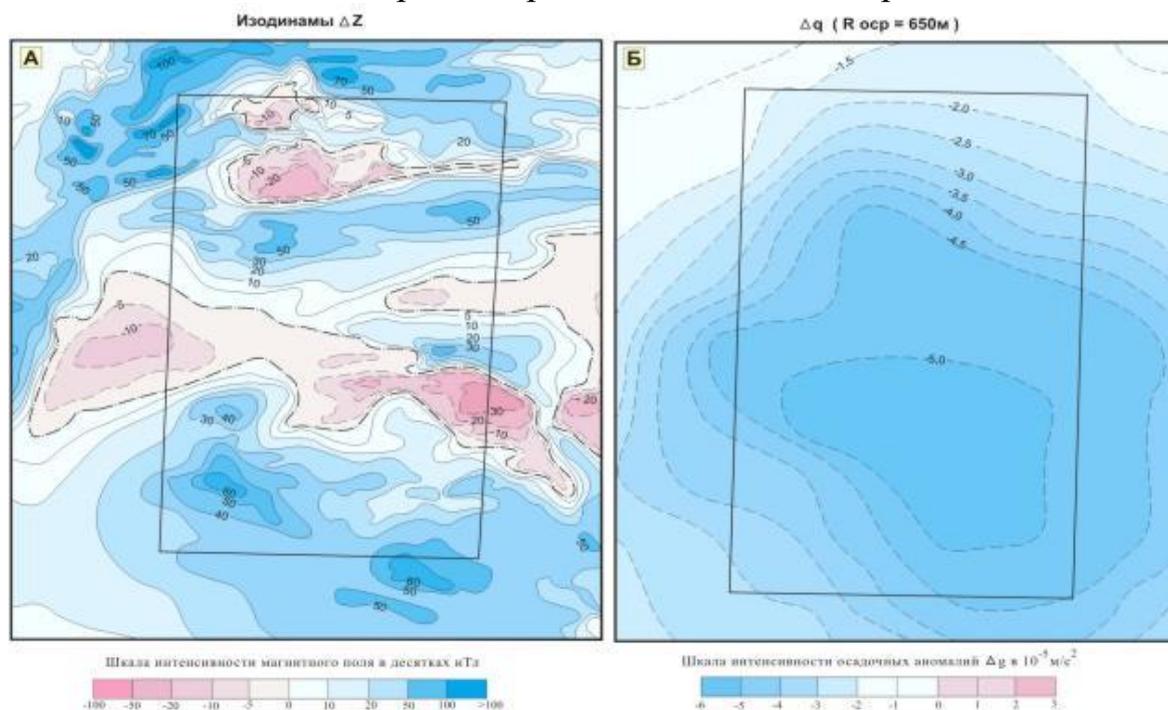


Рисунок 3.1 - Положение месторождения Коктенколь в А - магнитометрических полях, Б – гравиметрических полях.

В Surfer предусмотрена возможность снимать значения X и Y координат в произвольных точках как построенных сеточных карт, так и импортированных извне растровых изображений. Этот процесс называется *оцифровка (Digitizing)*. Чаще всего её применяют для перевода в электронную форму старых отсканированных растровых карт. Импорт подобных карт для последующей оцифровки выполняется с помощью создания карты-основы.

Карта-основа позволяет изобразить в окне плот-документа информацию, которая не может быть представлена в виде сеточной карты. Чаще всего карта-основа представляет собой растровый рисунок, импортированный из внешнего графического файла. В подобном случае координаты этой карты – номер пикселя, считая от левого нижнего угла изображения. Карта-основа может быть скомбинирована с любым другим видом карт.

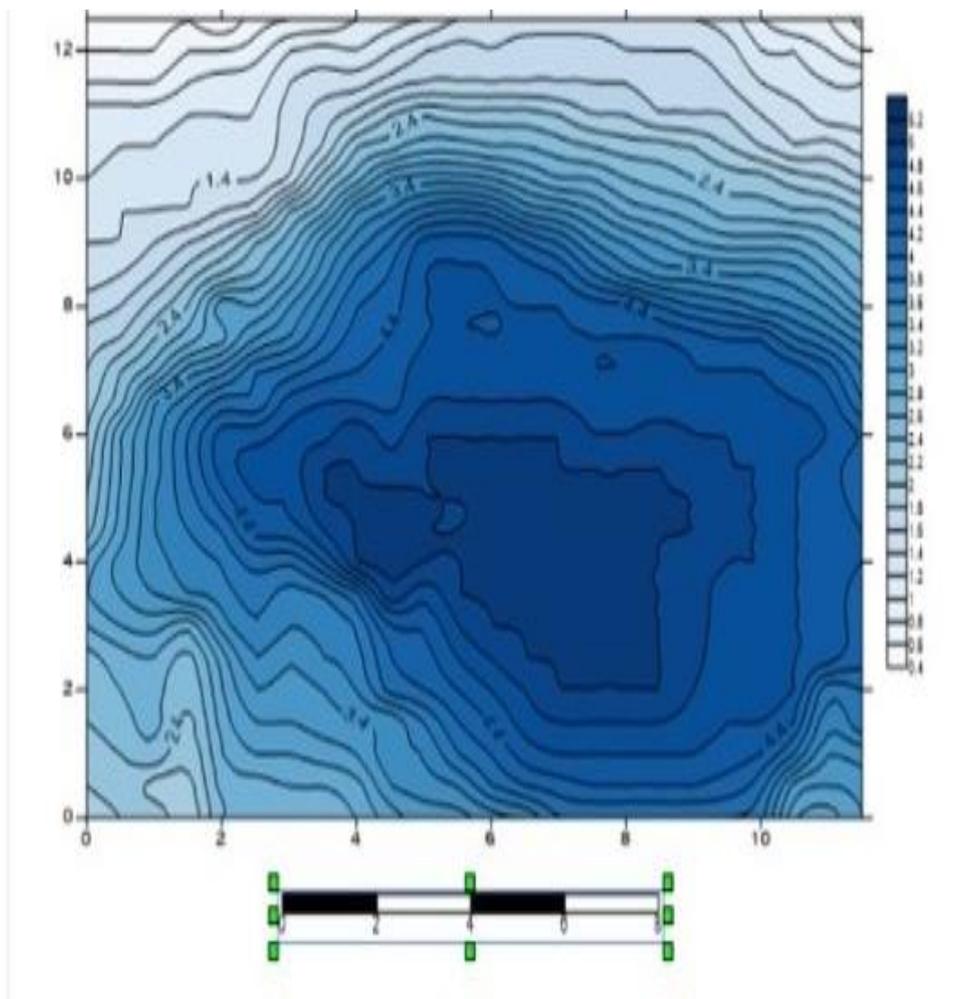


Рисунок 3.2 – Результаты оцифровки гравитационного поля

3.3.2 Оцифровка магнитного поля

В ArcGIS набор географических объектов с общим типом геометрии (точки, линии или полигоны), одинаковым набором атрибутов и одинаковой пространственной привязкой. Классы пространственных объектов могут храниться в базе геоданных, либо содержаться в шейпфайлах, покрытиях и прочих наборах пространственных данных. Классы пространственных объектов группируют однородные пространственные объекты в отдельные единицы хранения. Например, автострады, улицы и переулки можно сгруппировать в класс пространственных объектов «дороги». Классы пространственных объектов в базах геоданных могут хранить также аннотации и измерения.

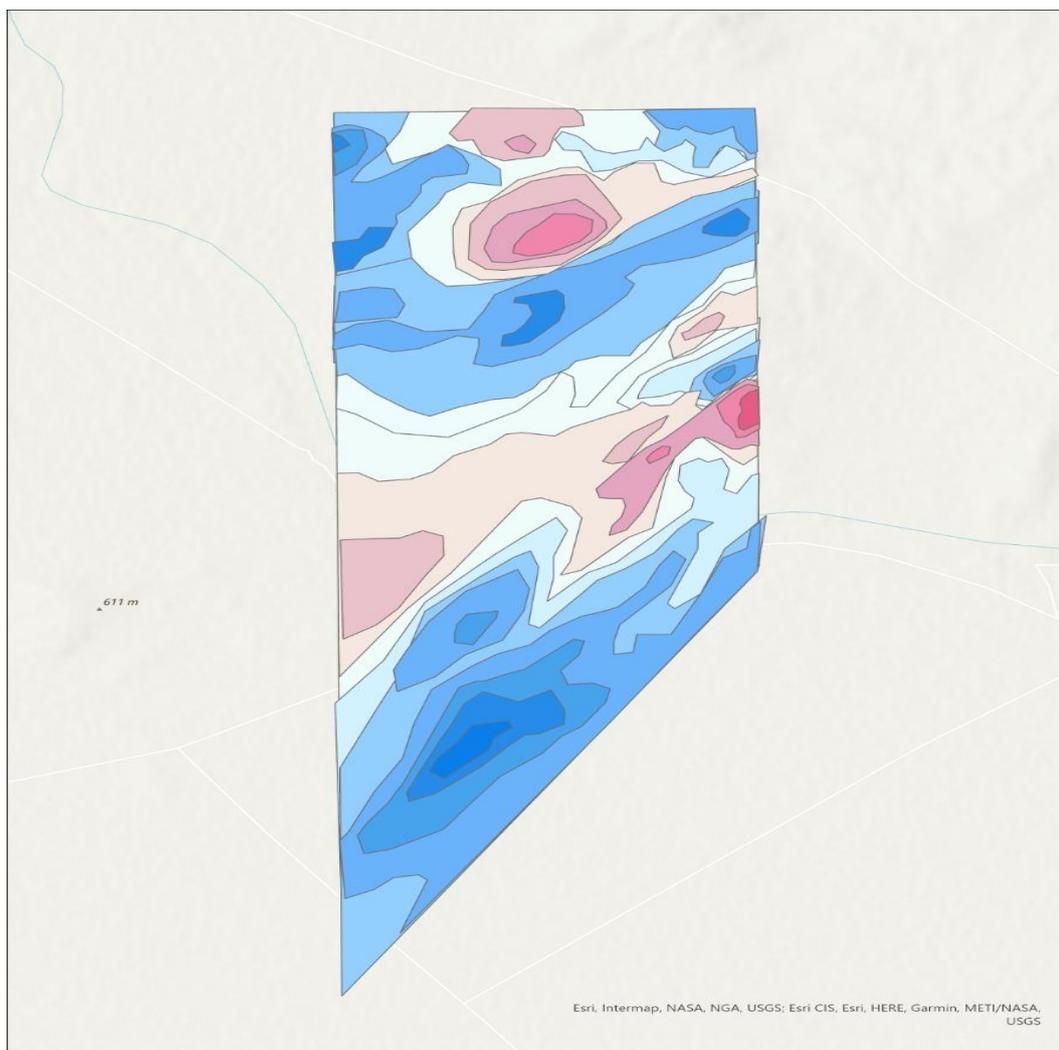


Рисунок 3.3 – Результаты оцифровки магнитного поля

При оцифровке нужно соблюдать несколько простых но необходимых для получения качественного результата правил:

1. Объекты разных геометрических классов (точка, линия, полигон) нужно помещать в разные слои.

2. Объекты разных тематических классов нужно помещать в разные слои (например, наборы атрибутов для рек и дорог будут серьезно различаться, и, если речные и дорожные сегменты поместить в один слой, то они будут отбирать больше ресурсов компьютера, чем если бы размещались в разных слоях; удобство работы с данными тоже не последний из аргументов в пользу этого правила).

3. При векторизации линейного покрытия нужно обрывать линию в местах, где пересекаются хотя бы три линии. Точно привязывать начало новой линии в режиме Snap и векторизовать новую линию до следующего пересечения. Линию можно заканчивать и начинать и вне точек пересечений линий.

4. Если два полигона имеют общую границу, то контуры полигонов в пределах этой границы должны.

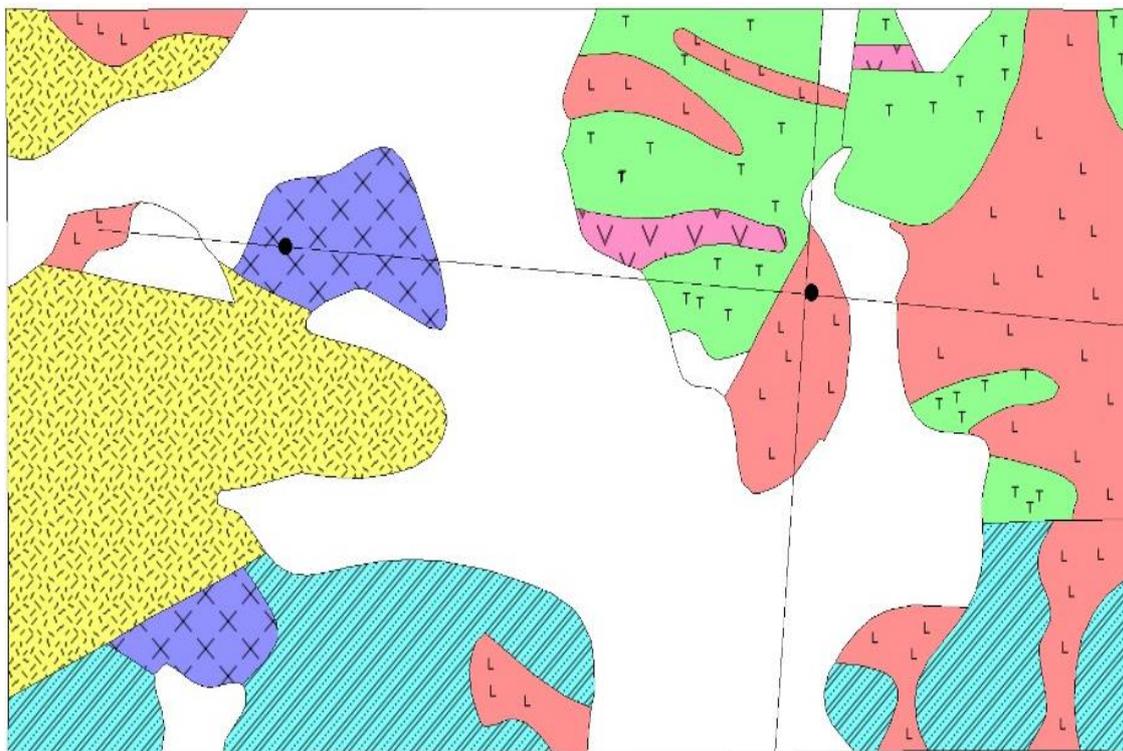


Рисунок 3.4 – Геологическая карта с результатами магниторазведки месторождения

3.4 Истолкование геофизических полей с использованием программной платформы Oasis Montaj

Задача всестороннего изучения геологического строения среды не может решаться только одним геофизическим методом. Целесообразность и эффективность проведения комплексных исследований, включая, на ряду, с сейсморазведкой магниторазведку, гравиразведку, электроразведку и другие виды геолого-геофизических работ, убедительно доказана многолетней успешной практикой поисков и разведки редких металлов. В рамках данной работы анализ гравимагнитных данных включал в себя следующие виды работ:

а) Сбор и анализ геолого-геофизической информации, формирование сводных числовых массивов гравиметрических, магнитометрических данных.

б) Вычисление наиболее информативных трансформант гравитационного и магнитного полей (разделение полей на локальные и региональные составляющие, градиентные характеристики и т.п.), анализ результатов, районирование и составление интерпретационных схем.

в) Построение объемных плотностных и магнитометрических моделей.

г) Комплексный анализ и геологическую интерпретацию, нацеленные на выделение для дальнейших исследований участков.

Масштаб 2: 1:10000 в 1см-50нТл

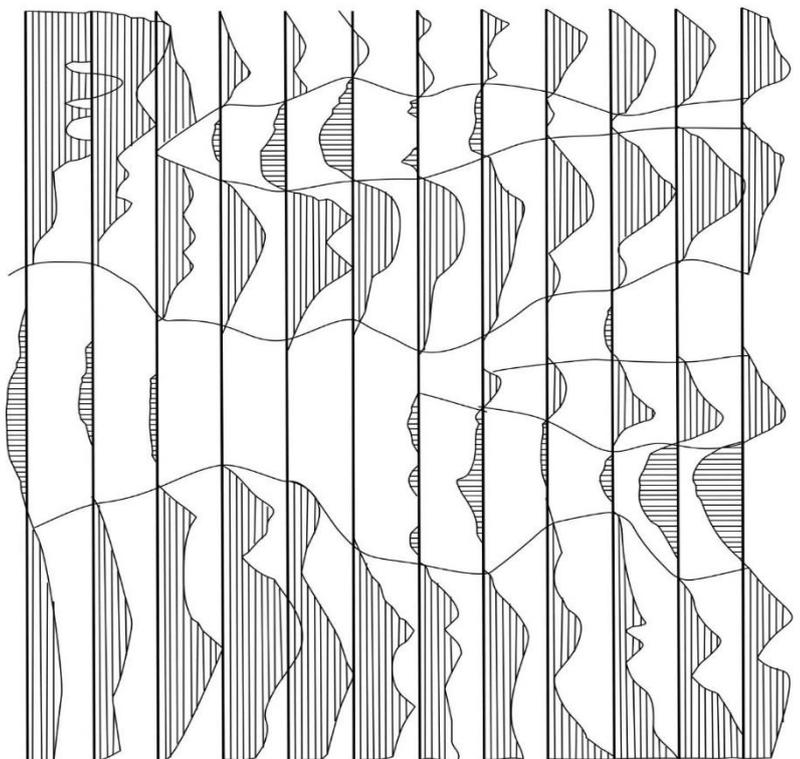


Рисунок 3.5 — Выделение штокверковых зон на месторождении Коктенколь на основе обработки карты магнитного поля.

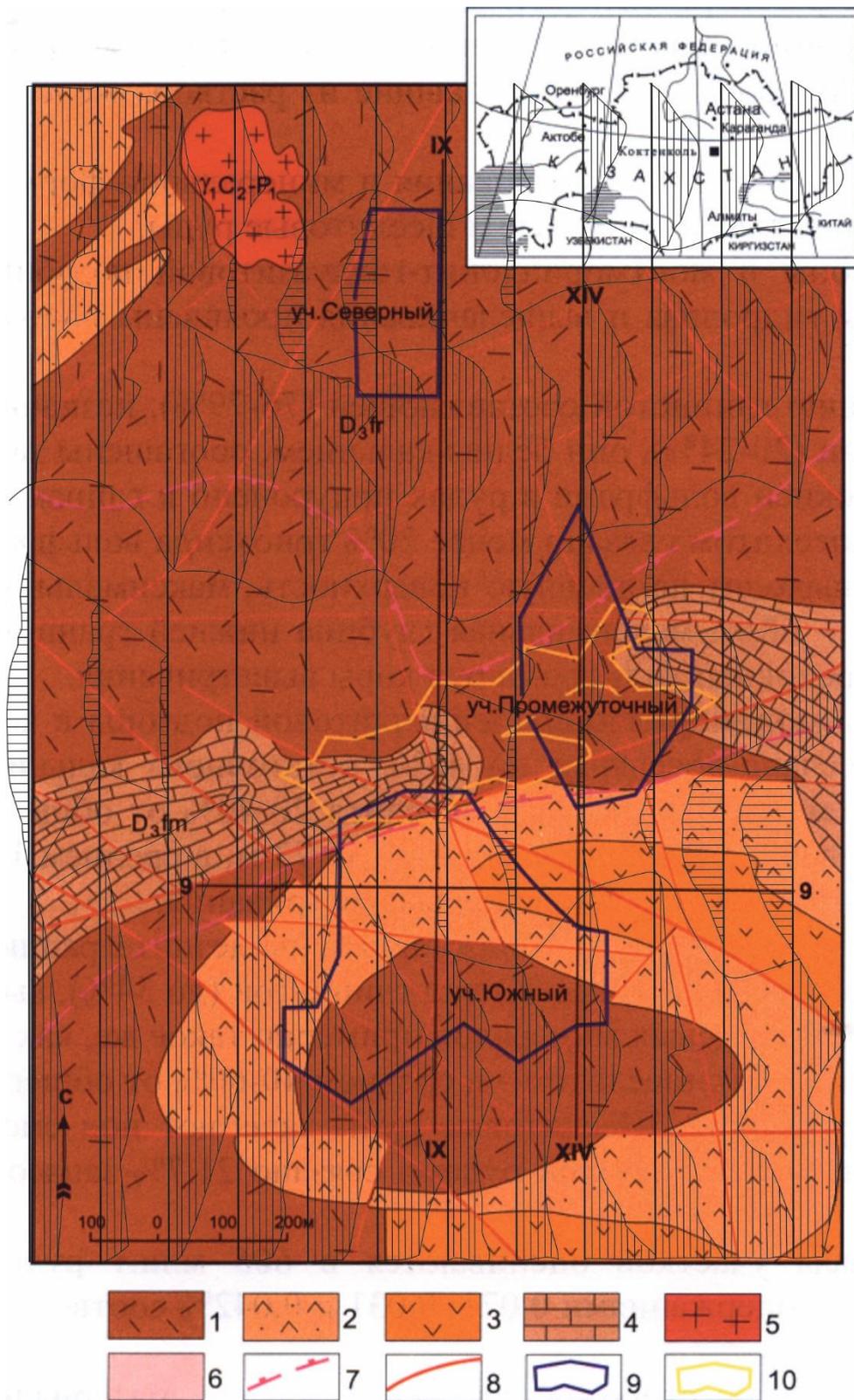


Рисунок 3.6 — Сопоставление геологической карты месторождения Коктенколь с картой напряженности магнитного поля

Условные обозначения: 1-3 биотитизированные кристаллотуфы; 1 – риолитов; 2 – дацитов; 3 – андезитов ; 4 – мраморизованные известняки; 5-6 – граниты; 7 – границы коры выветривания; 8 – тектонические

нарушения; 9 – контуры балансовых молибденовых руд; 10 – контуры вольфрамовых руд коры выветривания.

Геофизической интерпретацией полей называется процесс выявления источников этих полей, т.е. нахождения распределения объектов, определяющих данное поле. Геологическая интерпретация заключается в объяснении найденного распределения масс с точки зрения особенностей геологического строения изучаемого участка и представляет наиболее трудный, ответственный и важный этап любых геофизических исследований. Интерпретация аномалий подразделяется на качественную и количественную. Под качественной интерпретацией подразумевается получение сведений об источниках аномального поля на основании визуального рассмотрения морфологии этого поля, а также исходя из некоторых общих положений теории потенциала и на основе накопленного опыта. При этом в понятие качественной интерпретации включаются и ориентировочные определения некоторых количественных характеристик, возмущающих тел. При качественном анализе карт геопотенциальных полей прежде всего определяют их общий характер:

- 1) наличие медленно изменяющихся компонент – так называемых региональных полей;
- 2) наличие переменной части поля так называемых локальных аномалий;
- 3) наличие участков с примерно одинаковым характером строения локальных аномалий;
- 4) степень сложности локального поля на каждом участке.

Региональными называются аномалии, проявляющиеся на больших площадях (в десятки и сотни тысяч кв. км) и обусловленные крупными образованиями в земной коре и верхней мантии. Присутствие региональных аномалий обычно проявляется в тенденции изолиний поля к ориентировке (вытягиванию) в определенном направлении и в систематическом изменении величин, характеризующих поля в этом направлении. Перпендикулярно к этому направлению поля обычно плавно изменяются. Локальные аномалии проявляются на картах в трех формах:

- 1) наличием систем замкнутых изолиний с одним или несколькими относительными максимумами или минимумами;
- 2) наличием локальных вариаций (изгибов) в ходе изолиний;
- 3) наличием сгущений изолиний (зон резко повышенного градиента поля). По своей морфологии локальные аномалии обычно подразделяются на изометричные и линейные. Изометричные аномалии характеризуются концентрическим характером изолиний, линейные – параллельным расположением с резким изменением формы в области замыкания.

Выполнение работы:

Создание database- Database-new Mag

Размеры (200 / 200)

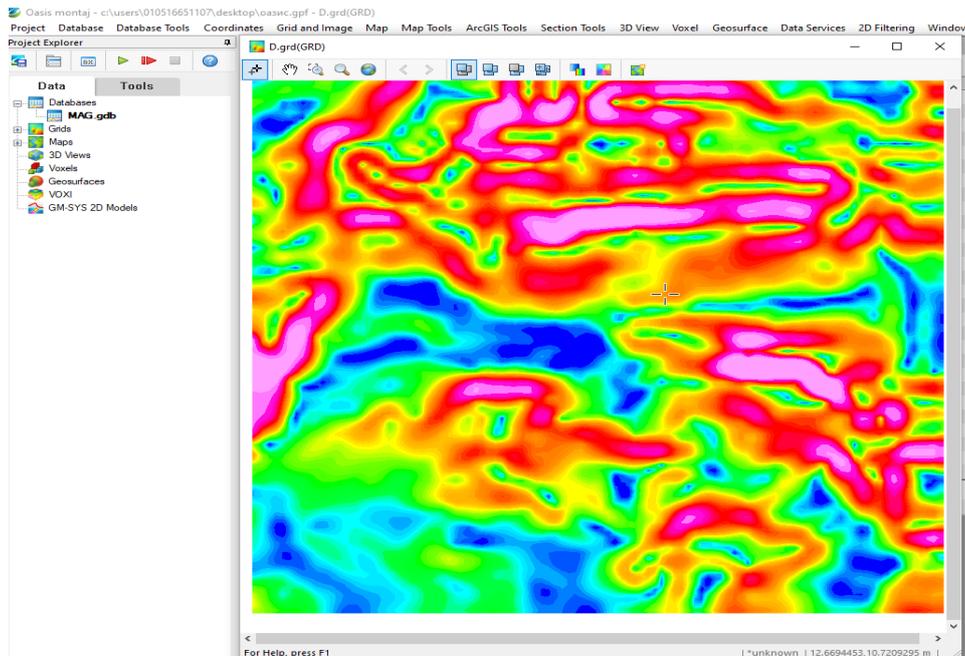


Рисунок 3.9 – Первая производная

Находим производные
 Grid and image-filters- horizontal gradient
 Находим вторую производную
 Grid and image-filters-horizontal gradient
 Первая производная D
 Вторая производная DD

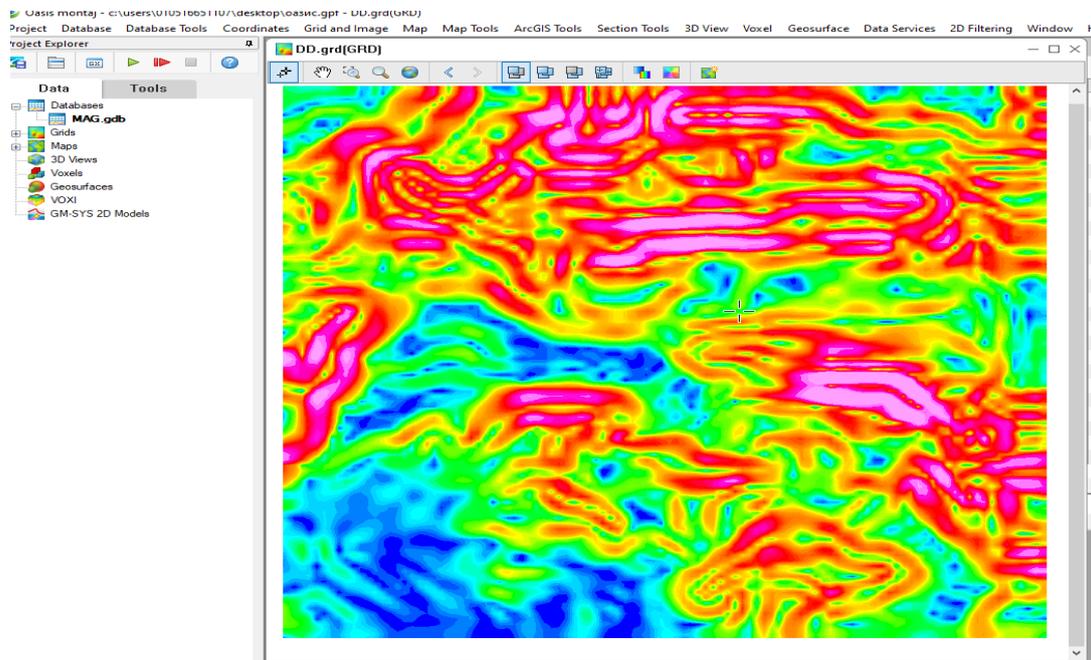


Рисунок 3.10 – Вторая производная

2D filtering-Mag map-
Выбираем исходную карту
Фильтр
Create filter
Первый фильтр directional cosine
Второй фильтр buttrworth

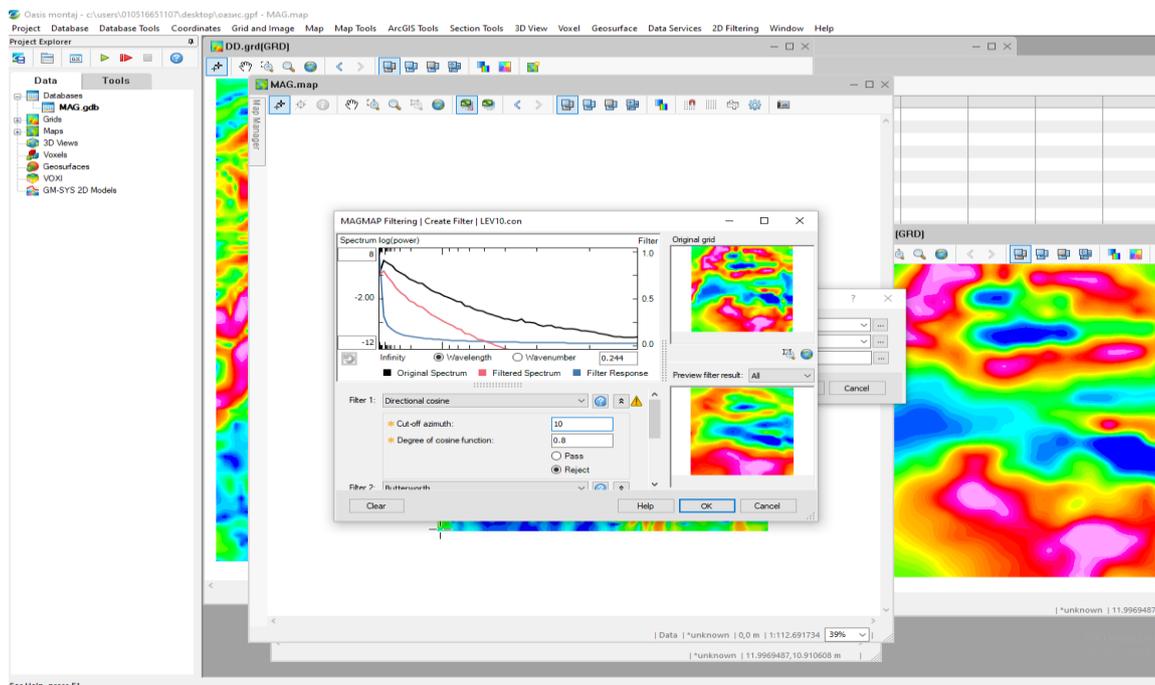


Рисунок 3.11 - Фильтрации карт

Заключения об источниках аномалий основываются на следующих принципах:

1. Наличие аномалий с относительным максимумом свидетельствует о наличии избытка масс – присутствии возмущающего тела с положительной эффективной плотностью (интенсивностью намагничения) и, наоборот, наличие аномалий с относительным минимумом свидетельствует о наличии дефекта масс.

2. Наибольшие по абсолютной величине значения аномалий наблюдаются, как правило, вблизи проекций центров тел на дневную поверхность. Исключением в некоторых случаях являются магнитные аномалии, обусловленные объектами с наклонным намагничением и вертикально намагниченными горизонтальными пластами малой вертикальной мощности.

3. Линии наиболее быстрого изменения поля (наибольших по абсолютной величине градиентов поля) приближенно соответствуют боковым границам возмущающих тел.

4. Простираание аномалий соответствует простираанию возмущающих тел; изометричные аномалии соответствуют телам с изометричной проекцией на дневную поверхность.

5. Наличие симметрии на графиках поля вдоль направлений перпендикулярных простираанием изолиний свидетельствует о симметричном расположении плотностных и магнитных (при вертикальном намагничении) масс относительно вертикальной плоскости, проходящей через точку максимума (или минимума) графика. Асимметрия графиков свидетельствует об асимметрии в распределении масс.

6. Сложная конфигурация изолиний в плане, особенно наличие нескольких экстремумов, свидетельствует о присутствии нескольких, достаточно близко расположенных возмущающих тел. Под количественной интерпретацией понимается нахождение по наблюдаемому аномальному полю параметров распределения масс (элементов залегания возмущающих тел) на основе аналитических или графических соотношений. Количественная интерпретация может включать в себя определение всех или только некоторых параметров возмущающих тел. Методы количественной интерпретации аномалий опираются на теорию решения прямой и обратной задач гравитационно-магнитного потенциала. Прямой задачей называются методы вычисления и нахождения картины структуры поля (нахождение значений потенциала или его производных) в любых точках пространства, внешнего к образующим поля массам, по заданному распределению этих масс (плотности или интенсивности намагничения масс и их координат). Обратной задачей предусматривается нахождение распределения параметров масс, создающих наблюдаемое поле по его значениям. Для расчетов и интерпретации аномалий геопотенциальных полей могут применяться следующие методы:

1. Расчеты и интерпретация аномалий по аналитическим формулам.
2. Расчеты и интерпретация различными палетками.

3. Интерпретация по атласам и по палеткам теоретических кривых.
4. Интерпретация интегральными методами.
5. Интерпретация аномалий на основе изучения вероятностно – статистических закономерностей полей.

После того, как проведена качественная и количественная интерпретация и найдено распределение масс, производят геологическое осмысливание полученных результатов. Рекомендуется геологическую интерпретацию совмещать с процессом качественной и количественной (геофизической) интерпретации, что поможет надежнее выбирать форму источников, их размеры, пространственное положение и отбраковывать те или иные варианты распределения объектов возмущения полей, исходя из геологических соображений.

Под качественной интерпретацией понимают анализ аномалий с целью их описания и районирования, определения геологической природы аномалеобразующих объектов, выбора и подготовки аномалий для количественной интерпретации. Главными методами качественной интерпретации являются визуальный анализ и сравнительно простые трансформации поля, которые представляют определенный интерес для интерпретатора.

Для проведения качественной интерпретации необходимо иметь:

1. Карты изолиний или карты графиков.
 2. Геологическую карту участка и опорные геологические разрезы.
 3. Сведения о магнитных и плотностных свойствах горных пород участка.
3. 1. Описание и районирование поля

Основной задачей этого этапа является создание представления об основных особенностях поля, которые, как правило, связаны с геологическим строением участка работ. При описании поля сначала выделяют наиболее крупные по площади его неоднородности (аномальные области), которые различают между собой по интенсивности и знаку поля, по его изрезанности и контрастности, по градиенту, по преобладающему направлению аномалий и их форме. В пределах этих областей, если возможно, выделяются и описываются по вышеуказанным признакам наиболее характерные аномальные зоны или отдельные аномалии. При описании всех выделяемых областей, зон и аномалий необходимо указывать:

1. Занимаемую ими площадь.
2. Форму, простирание, длину и ширину.
3. Преобладающий знак поля.
4. Экстремальные и средние значения поля.

При описании аномалий желательно применить их буквенную или цифровую индексацию. В результате приведенного описания поля участка составляется схема районирования. На этой схеме все поле с помощью соответствующих условных обозначений разбивается на ряд областей и зон, характеризующихся определенным набором вышеописанных признаков. В процессе качественного изучения аномалий можно получить сведения о

размерах, форме и положении в пространстве геологических тел, вызывающих эти аномалии. При этом руководствуются выше перечисленными условностями.

1. Форма геологических объектов оценивается по форме аномалии: изометричным аномалиям соответствуют объекты типа сферы или вертикального кругового цилиндра (штока), а вытянутые, линейные аномалии - объектам типа пласта или горизонтально кругового цилиндра.

2. Если поле резко изменчиво и представлено рядом узких пиков, то это говорит о небольшой глубине залегания тела. Отдельные пики могут быть связаны с отдельными частями тела: либо с более магнитным участком, либо с выступами на верхней кромке тела. Если аномалия имеет плавный характер и значительные площадные размеры, то она, вероятно, связана с глубоко расположенным объектом.

3. Оценка распространения вертикально намагниченного тела на глубину производится по наличию или отсутствию отрицательных значений вертикальной составляющей, окаймляющих положительную часть аномалии. Если аномалия не имеет окружающей ее отрицательной кромки, то это говорит о большой вертикальной мощности объекта и наоборот.

4. Вертикально намагниченный объект «падает» в ту сторону, где площадь отрицательной аномалии меньше. Разрывные нарушения выделяются по резкому изменению среднего уровня поля, по нарушению корреляции аномальных осей по участкам «пережимов» аномальных зон, по наличию линейных аномальных зон положительного или отрицательного знака. В результате анализа схема районирования наполняется геологическим смыслом и на основе ее составляется главный отчетный документ качественной интерпретации – схема интерпретации, на которой показывается вся геологическая информация, полученная по результатам съемки.

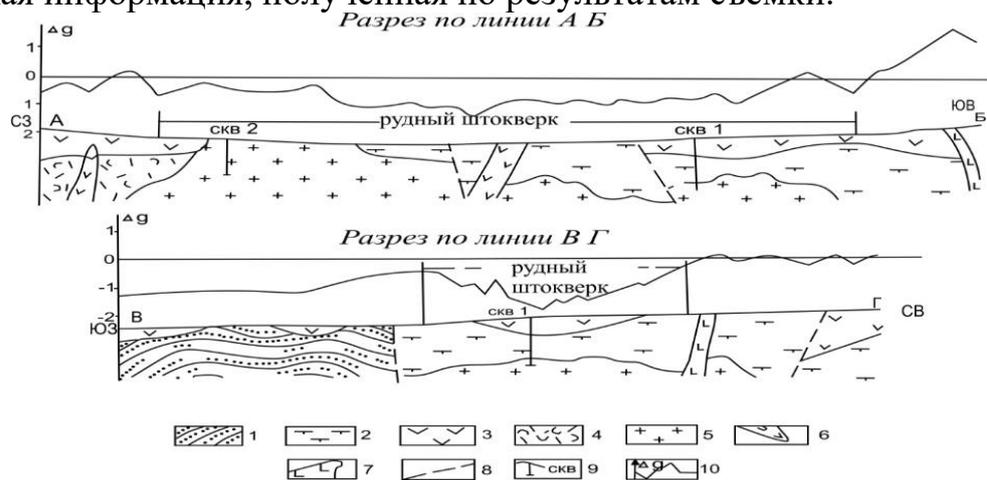


Рисунок 3.12 - Геологические разрезы с результатами высокоточной гравиразведки по месторождению Б

Условные обозначения: 1 – силурийские алевролиты, песчаники; 2 – плагипорфириты; 3 – кварцевые порфиры и их туфы; 4 – фельзиты и их туфы;

5 – гранофировые аплит-порфиры; 6 – дайки крупновкрапленных кварц-полевошпатовых порфиров (интрузивных); 7 – дайки плагиоклазовых порфиринов; 8 – тектонические нарушения; 9 – скважины; 10 – графики Δg (нулевая линия выбрана условно).

Интерпретация результатов магнитной разведки довольно сложна и значительно менее доступна, чем интерпретация аномалий любых других геофизических полей. При интерпретации данных магнитной съемки требуется значительно больше всяких условностей, ограничений и допущений, так как магнитное поле зависит от большого числа исходных параметров. Ниже приводятся, преимущественно разработанные Миковым Д.С., основные условности и допущения, которые принимаются для расчета и интерпретации магнитных и гравитационных аномалий.

1. Допускается однородность намагничения возмущающих тел.
2. Допускается сплошность и монолитность тел, т.е. они считаются сплошными, без пустот и разрывов.
3. Допускается по форме аномалии ориентировочно предопределять или даже условно задаваться наиболее подходящей, геометрически правильной формой возмущающего тела.
4. Допускается принимать для расчетов ориентировочные значения плотности и интенсивности намагничения тел и условно задаваться направлением намагниченности тел.

При интерпретации аномалий следует учитывать следующие условности:

1. По форме аномалий при известном направлении намагничения можно определять форму возмущающих тел.
2. По линейным размерам аномалий можно определить глубину и линейные размеры тел. Исключением являются только аномалии от тел типа шара и горизонтального кругового цилиндра, для которых определяется только глубина центра, а радиусы их могут быть определены только при известной интенсивности намагничения (плотности). Для эллиптических тел определяется только положение точек фокусов, а величину осей можно определить только при известных значениях интенсивности (плотности).
3. По локальным магнитным аномалиям можно определить направление намагничения возмущающих тел.
4. Для интерпретации следует брать профили и планы детальной съемки.
5. Интерпретируемые напряжения аномалии должны представлять собою чистые аномальные значения с исключенным нормальным полем и с вычитанием местного градиента.
6. Для интерпретации следует выбирать типичные или осредненные значения напряжений как среднее арифметическое из нескольких профилей через двухмерную аномалию или из нескольких радиальных профилей через аномалию изометрической формы.
7. Неоднородность строения, неоднородность намагниченности и плотности возмущающих тел значительно влияют на вид аномалии при близких

расстояниях точек наблюдения к телу. С удалением от тел влияние неоднородности быстро уменьшается.

8. Форма аномалии в значительной мере зависит от формы возмущающих тел только на близком расстоянии.

9. Аномалии трехмерных изометрических тел с удалением от них по форме приближаются к аномалиям шара.

10. Аномалии двухмерных, изометрических в сечении, тел с удалением от них по форме приближаются к аномалиям кругового цилиндра.

11. Аномалии крутопадающих пластов (вертикально намагниченных) с удалением от них по форме приближаются к аномалиям однополюсной линии (тонкого пласта).

12. Аномалии вертикально намагниченных столбообразных тел с удалением от них по форме приближаются к аномалиям однополюсной точки.

13. Для тел с вертикальным намагничением отмечается подобие магнитных и гравиметрических аномалий.

14. Всякие подобные тела (намагниченные в одном направлении) создают подобные между собой аномалии и напряженности их в подобных точках пропорциональны интенсивности намагничения и плотности этих тел и не зависят от размеров тел.

15. Неглубоко залегающие тела имеют более четкие аномалии с относительно большими градиентами.

16. При малых наносах или при их отсутствии, т.е. при малых расстояниях до поверхности возмущающих тел аномалии почти всегда получаются незакономерными, состоящими из отдельных пиков.

17. С увеличением глубины залегания локальных тел или высоты наблюдения ширина аномалий увеличивается пропорционально глубине до их центра, а интенсивность напряженности аномалий уменьшается.

18. Далеко распространяющиеся на глубину тела создают магнитные аномалии, медленно затухающие по сторонам. Вертикальная составляющая при вертикальном намагничении при этом не имеет по сторонам отрицательных значений. Наличие отрицательных вертикальных напряжений по сторонам локальных аномалий при вертикальном намагничении тел указывает на небольшую протяженность тела на глубину.

19. Симметричные тела относительно вертикальной плоскости (при вертикальном намагничении) создают симметричные аномалии.

20. В направлении падения возмущающих тел аномалии имеют более пологое затухание, а со стороны висячего бока пластов при вертикальном намагничении сверху вниз всегда появляются отрицательные значения вертикального напряжения. При пологом падении пластов эти отрицательные значения выражены очень сильно и в сторону от пластов быстро исчезают, а при крутом падении пластов эти отрицательные значения по интенсивности небольшие, но распространяются в сторону они далеко.

Выделение штокверковых зон по результатам магниторазведочных работ на месторождении Коктенколь. На данном месторождении рудные штокверки

приурочены к зонам окварцевания и ороговикования, то есть к зонам метасоматических и метаморфических измененных пород. Эти зоны в карте напряженности магнитного поля выделяются пониженными их значениями по сравнению с окружающими неизменными породами. В пределах штокверковых зон напряженность магнитного поля уменьшается до -5 нТл. Это связано тем, что метаморфические и гидротермально измененные породы по минеральному составу отличаются от неизмененных вмещающих пород. Поэтому нами анализируются минералогический состав измененных пород на месторождении Коктенколь.

Метаморфические породы, которые формировались за счет контактового воздействия гранитов во вмещающую среду, имеют следующий минералогический состав: плагиоклаз, кварц, мусковит, актинолит, биотит.

Мергели на удалении 50-100 м от контакта с гранитами превращены в породу, состоящую из гроссуляра, диопсида, везувиана, кварца и кальцита.

Метасоматические породы, они формировались за счет функционирования гидротермальных растворов. Минеральные метасоматические ассоциации, связанные с формированием месторождения, по вещественному составу подразделяются на: кварц-биотитовую, скарновую, кварц-амфибол-эпидотовую, кварц-щелочно-полевошпатовую, кварц-мусковитовую, кварц-мусковит-хлоритовую.

Интерпретация данных магнитной разведки привела к выделению контуров рудных штокверков, которой совпадает с пониженными значениями напряженности магнитного поля.

Участок Северный выделяется отдельно, а участки Промежуточный и Южный выделяются общим участком с пониженными значениями напряженности магнитного поля, так как они пространственно расположены относительно недалеко друг от друга. Кроме того, кристаллические известняки характеризуются отрицательной магнитной восприимчивостью, и это также влияет на общий фон магнитного поля.

По данным магниторазведки, продолжение зон пониженных значений напряженности магнитного поля прослеживается на юго-восточном направлении за пределами контура месторождения Коктенколь. Поэтому этот участок предстает поисковый интерес, так как об его перспективности утверждает и данные гравиметрических исследований. По геофизическим данным юго-восточнее месторождения Коктенколь на глубине 300-500м намечается еще один купол гранитного массива, прорывающий карбонатные породы фамена, который перспективен на обнаружение месторождений или рудопроявлений.

Для данной работы большой практический интерес представлял участок на юго-восточной границе месторождения Коктенколь. При выделении границ рудных штокверков по данным магниторазведки эта зона также, как и другие рудные участки попадала к зонам пониженных значений напряженности магнитного поля. Поэтому нами были рассмотрены разрезы, проходящие прямо по восточной границе данного месторождения.

На данном участке по магнитные аномалии состоят из нескольких положительных и из одного отрицательного экстремумов. Положительная аномалия имеет четыре максимума интенсивностью от 10 и 50 нТл, одна отрицательная аномалия по интенсивности достигают до -10нТл. Положительные аномалии приурочены к зонам распространения вмещающих пород франского яруса, к чередованию вмещающих пород франского и фаменского ярусов в северной части разреза совпадает три положительные экстремумы магнитной аномалии.

Единственная отрицательная магнитная аномалия (ΔT) в данном разрезе сопровождается также с отрицательной гравитационной аномалией (Δg). Такое совпадение приведет к выводу, что отрицательный гравитационный минимум приурочен к предполагаемому выступу гранитной интрузии, а отрицательная магнитная аномалия приурочена к предполагаемой рудной штокверковой зоне, пространственно и генетически связанной с гранитной интрузией.

Из вышеизложенного следует, что рудное поле перспективен на обнаружение новых месторождений редких металлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе обобщения обширного фактического материала и его тщательного анализа получено множество выводов различного уровня и значимости. В настоящее заключение вынесены наиболее важные выводы:

Результатами сравнительного анализа оцифровки карты месторождения Центрального Казахстана, доказано, что использование программ является важной частью при геофизических исследованиях.

Результаты интерпретаций гравиметрических и магнитометрических данных Центрального Казахстана. Оцифровка данных с использованием программ «Mapinfo», «Surfer», «Argis Pro». Интерпретация данных гравиразведки и магниторазведки с использованием программы «Oasis Montaj».

Исследование физических свойств образцов пород и руд Центрального Казахстана и полевые геофизические наблюдения показывали достаточную дифференциацию комплексов палеозойских пород и руд редких металлов по магнитным и упругим свойствам что благоприятствует применению геофизических методов для решения тех или иных геологических задач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Щерба Г.Н., Кудряшов А.В., Сенчило Н.П. Редкометалльное оруденение Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1988.
- 2 Щерба Г.Н., Лаумулин Т.М., Кудряшов А.В. и др. Геолого-генетические модели главных типов эндогенных редкометалльных месторождений Казахстана// Генетические модели эндогенных рудных формаций. - Новосибирск: Наука,1983. -Т.2.
- 3 Беспаяев Х.А., Мирошниченко Л.А. месторождения полезных ископаемых. Алма-Ата: Наука, 2004.
- 4 Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник, Алматы, 1998.
- 5 Бекжанов Г. Р. (ред.) Геологическая карта Казахстана. Масштаб 1:1000000, 1998.
- 6 Гладкий К.В., Гравиразведка и магниторазведка, – М., Недра, 1967
- 7 Логачев А.А., Захаров В.П., Магниторазведка, М., Недра, 2008 Страхов В.Н. Методы интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. Пермь, изд. Пермского университета, 2004.
- 9 Хмелевского В.К. Геофизические методы исследования. – Москва, «Недра». 1988.
- 10 Карта магнитного поля Казахстана. М-б 1:1000000. Гл. редактор Б.С.Ужкенов. /составители Е.Нусипов, О.В. Игнатюк и др.- Алматы, 2001.

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На дипломный проект Нуркайдаровой Асем Нурлановны, и Толкынбековой Арайлым Нуржанкызы
Специальность 5В070600 – Геология и разведка метсорождений полезных ископаемых

Тема: Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане.

Дипломный проект состоит из введения, _ разделов, заключения, используемой литературы и _ наименований. Всего __ страниц текста, __ графических приложений. Авторами дипломного проекта был проанализирован и обработан большой объем геолого-геофизических материалов из архивных фондов, научных трудов, и открытых источников. Было изучено геолого-геофизическое строение исследуемого объекта, которые приведены по месторождениям Кайракты и Коктенколь по Центральному Казахстану. Выполнена интерпретация гравиметрических и магнитометрических данных на Oasis Montaj, и выполнены ряд работ по обработке геофизических данных. Так же использовались такие програмные обеспечения для привязки первичных данных на Arcgis, с помощью которых были построены карты на ПО Surfer, затем экспортировались все данные в ПО Mapinfo для составления базы данных, по которой производились обработки и интерпретации геофизических данных на ПО Oasis Montaj.

Все поставленные перед студентками задачи были выполнены своевременно, добросовестно и с большой ответственностью.

При подготовке дипломного проекта Нуркайдарова Асем и Толкынбекова Арайлым успешно применили теоритические и практические знания полученные за эти годы в университете на кафедре Геофизики. Дипломный проект Нуркайдаровой Асем и Толкынбековой Арайлым может быть рекомендован к защите с заслуженной высокой оценкой 95%, с присвоением им академической степени бакалавра техники и технологии по специальности 5В070600-Геологияи разведка месторождений полезных ископаемых.

Научный руководитель
Магистр технических наук, лектор


Асирбек Н.А.
«14» мая 2022 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Нуркайдаровой Асем Нурлановны, Толкынбековой Арайлым Нуржанкызы
Специальность 5В070600 – Геология и разведка метасорождений полезных ископаемых

На тему: Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ листах
- б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломный проект Нуркайдаровой А., Толкынбековой А. имеет логическую последовательность, написана самостоятельно студентами. Решили ряд по поставленной цели. Описали про поиски редкометалльных месторождений в Центральном Казахстане. Собрали геолого-геофизические материалы по месторождениям Коктенколь и Кайракты.

Выделили методику и комплекс поисковых работ, описали про региональные исследования масштаба, вместе с площадными и детальными работами проводимые в различных масштабах. Также включили об информацию о гравиметрических и магнитометрических исследованиях. Провели оцифровочные работы геофизических полей с использованием различных программ, как Surfer. ArcGis. Mapinfo.

Результатами дипломного проекта стала интерпретация геофизических полей на программной платформе Oasis Montaj. Из представленного дипломного проекта видно, что задачи, поставленные перед авторами, полностью решены.

В целом, рассматриваемый дипломный проект «Интерпретация гравиметрических и магнитометрических материалов с использованием Программной платформы Oasis Montaj на Центральном Казахстане» в результате обобщения и анализа большого материала, и интерпретации на различных ПО по месторождения Коктенколь выполнена на высоком уровне и имеют высокую значимость.

Оценка работы

Авторы работ - Нуркайдаровой А., Толкынбековой А. – заслуживают высокую оценку- 95%, и присвоение академической степени бакалавра техники и технических наук.

Рецензент

начальник отдела геофизических исследований
ТОО «НПЦ «Геосен»

_____ Шаяхмет М.
«17» мая 2024 г.

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

