

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К. И. Сатпаева

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

Кафедра «Геофизики»

Отар Еділ Аралбайұлы

«Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы для выделения
перспективных площадей на редкие металлы на месторождении Акмая
(Центральный Казахстан)»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

7M07105 «Нефтегазовая и рудная геофизика»

Алматы 2023 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К.И.Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

УДК 550.31

Отар Еділ Аралбайұлы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра

Название диссертации: «Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы
для выделения перспективных площадей на редкие металлы на месторождении
Акмая (Центральный Казахстан)»

Направление подготовки 7M07105 - Нефтегазовая и рудная геофизика

Научный руководитель, доктор г.м - н,
Ассоц профессор

 Исаева Л. Д.
«21» 06 2023 г.

Рецензент
Канд. геол.-минерал. наук,
старший научный сотрудник
РГП «КТИМС»

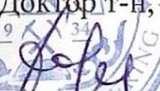
 Ахметов Е.М.
«21» 06 2023 г.

Нормоконтролер
Преподаватель кафедры ГФ

 Кисеева Ш.Ө
«22» 06 2023 г.



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГФ,
Доктор т-н, ассоц. профессор

 Ратов Б.Т.
«21» 06 2023 г.

Алматы 2023 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Геологии, нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Геофизика

7M07105 – «Нефтегазовая и рудная геофизика»



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ГФ,
Доктор т-н, ассоц. профессор

Ратов Б.Т.
«22» 06 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Обучающемуся Отар Еділ Аралбайұлы

Тема: «Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы для выделения перспективных площадей на редкие металлы на месторождении Акмая (Центральный Казахстан)»

Утверждена приказом Ректора Университета № 680-М от "17" мая 2023 г.

Срок сдачи законченной работы "20" мая 2023 г. Исходные данные к магистерской диссертации: были получены при прохождении производственной практики

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Общие сведения о месторождении
- б) Краткая геолого-геофизическая характеристика рудного района
- в) Цифровые 3D модели месторождения Акмая
- г) Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы месторождения Акмая и выделение перспективных площадей в пределах месторождения

Перечень графического материала: представлены 49 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 2 источников:

- 1 Субботин И.Н. и др. Пояснительная записка к подсчету запаса Акмаинского редкометального месторождения по состоянию 01.01.1952г.
- 2 Справочник. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. - Алматы. 1998.-136с.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Сбор, систематизация и анализ геологических, геофизических и петрофизических моделей для месторождения Акмая Центрального Казахстана.	01.02.2023	+
Комплексный анализ рудоконтролирующих факторов редкометальных оруденений, определение петрофизических характеристик метаморфически, метасоматически измененных вулканогенно-осадочных пород и рудных зон.	22.02.2023	+
Изучить существующие трехмерные модели (каркасные и блочные) данного месторождения.	15.04.2023	+
Усовершенствовать геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы и, выделить перспективные зоны на редкие металлы.	23.04.2023	+
Заключение	20.05.2023	+

Подписи

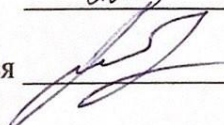
Консультантов и нормоконтролёра на законченную магистерскую диссертацию
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, Ф. И. О. (уч. Степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения о месторождении	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	01.02.2023	
История открытия и разведки месторождения Акмая	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	22.02.2023	
Краткая геолого-геофизическая характеристика рудного района	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	15.04.2023	
Цифровые 3D модели месторождения Акмая	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	23.04.2023	
Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы месторождения Акмая и выделение перспективных площадей в пределах месторождения	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	02.05.2023	
Заключение	Исаева Л.Д. Доктор геол. – минерал. Наук, ассоциированный профессор	20.05.2023	
Нормоконтроль	Кисеева Ш. Э. Преподаватель, магистр технических наук.	22.06.2023	

Научный руководитель

 Исаева Л.Д.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Отар Е.А.

Дата

“22” июня 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Данное исследование состоит из 5 глав, в которых рассматривается проведение геологоразведочных работ с использованием методов магнитного и гравиметрического анализа, а также петрофизики.

В рамках исследования были проведены геологоразведочные работы с применением метода магниторазведки, который позволяет изучать геологические структуры и свойства земной коры с использованием данных о магнитном поле. Также был использован гравиметрический анализ, основанный на измерении силы тяжести, чтобы определить геологические изменения и распределение плотности материалов под поверхностью.

По результатам проведенной разведки было пробурено 32 скважины. Данные, полученные из этих скважин, подтвердили физические свойства и характеристики изучаемой территории. Эти данные играют важную роль в определении геологической структуры, состава и потенциала ресурсов данной области и по этим данным была построена 3D модель рудного тела.

В целом, данное исследование представляет собой комплексный подход к геологической разведке, включающий применение различных методов анализа и исследования для получения более полной информации о геологическом строении и потенциале исследуемой территории.

АНДАТПА

Бұл зерттеу магниттік және гравиметриялық барлау әдістерін, сондай-ақ петрофизикалық мәліметтерді пайдалана отырып, геологиялық барлау жұмыстарын жүргізуді қарастыратын 5 тараудан тұрады.

Зерттеу барысында магнит өрісі туралы деректерді пайдалана отырып, жер қыртысының геологиялық құрылымдары мен қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік беретін магниттік барлау әдісін қолдана отырып, геологиялық барлау жұмыстары жүргізілді. Ауырлық күшін өлшеуге негізделген гравиметриялық талдау жер бетіндегі геологиялық өзгерістер мен тығыздығының таралуын анықтау үшін де қолданылды.

Жүргізілген барлау нәтижелері бойынша отыз екі ұңғыма бұрғыланды. Осы ұңғымалардан алынған мәліметтер зерттелетін аумақтың геофизикалық қасиеттері мен сипаттамаларын растады. Бұл деректер осы аймақтың ресурстарының геологиялық құрылымын, құрамы мен әлеуетін анықтауда маңызды рөл атқарады және осы мәліметтер бойынша кен денесінің 3D моделін құрастырылды.

Тұтастай алғанда, бұл зерттеу геологиялық барлауға кешенді тәсіл болып табылады, ол зерттелетін аумақтың геологиялық құрылымы мен әлеуеті туралы толық ақпарат алу үшін әртүрлі талдау және зерттеу әдістерін қолдануды қамтиды.

ABSTRACT

This study consists of 5 chapters, which consider the conduct of geological exploration using methods of magnetic and gravimetric analysis, as well as petrophysics.

As part of the study, geological exploration was carried out using the method of magnetic exploration, which allows us to study the geological structures and properties of the earth's crust using magnetic field data. Gravimetric analysis based on gravity measurements was also used to determine geological changes and the density distribution of materials below the surface.

According to the results of the exploration, 32 wells were drilled. The data obtained from these wells confirmed the physical properties and characteristics of the studied area. These data play an important role in determining the geological structure, composition and potential of the resources of this area and a 3D model of the ore body was built based on these data.

In general, this study is a comprehensive approach to geological exploration, including the use of various methods of analysis and research to obtain more complete information about the geological structure and potential of the studied area.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 Общие сведения о месторождении	11
1.1 Административное и географическое положение месторождения Акмая	11
1.2 Рудоконтролирующие факторы	12
2 История открытия и разведки месторождения Акмая	16
3 Краткая геолого-геофизическая характеристика рудного района	18
4 Цифровые 3D модели месторождения Акмая	22
4.1 Каркасная модель рудного тела	31
4.2 Блочная модель месторождения Акмая	38
4.3 Интерпретация блочной модели по разрезам	41
5 Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы месторождения Акмая и выделение перспективных площадей в пределах месторождения	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60
СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ	61

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований: В условиях научно-технического прогресса конкурентоспособность экономики стран определяется, прежде всего, состоянием и развитием высокотехнологичных производств - авиапромышленности, электроники, машиностроения, точного приборостроения, нанопромышленности, нефтехимии, атомной энергетики. В настоящее время большую ценность в промышленности приобретают редкометалльные и редкоземельные металлы. Они используются во многих высокотехнологичных производствах. Эксперты полагают, что именно эти элементы в дальнейшем будут играть важную роль в развитии глобальной экономики.

В Казахстане известны многочисленные месторождения и рудопроявления редких металлов, многие из которых имеют мировую известность. Но, к сожалению минерально-сырьевая база со временем истощается, поэтому необходимость проведения научных исследований, направленных на выявления перспективных участков для постановки геологоразведочных работ, является актуальной.

Цель исследований: Методическое обоснование геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы для выделения перспективных площадей на редкие металлы.

Объект исследования: Редкометалльное месторождение Акмая (Центральный Казахстан).

а) **Решаемые задачи:** Сбор, систематизация и анализ геологических, геофизических и петрофизических моделей для месторождения Акмая Центрального Казахстана. Проведение аналитических работ.

б) Проводить комплексный анализ рудоконтролирующих факторов редкометальных оруденений, определить петрофизических характеристик метаморфически, метасоматически измененных вулканогенно-осадочных пород и рудных зон.

в) Изучить существующие трехмерные модели (каркасные и блочные) данного месторождения.

г) Усовершенствовать геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы и, выделить перспективные зоны на редкие металлы.

1 Общие сведения о месторождении

1.1 Административное и географическое положение месторождения Акмая

Месторождение Акмая находится в Шетском районе, Карагандинской области Республики Казахстан. Расположено в 4-х км к СВ от месторождения Северный Катпар в пределах Акмая-Катпарской рудной зоны. Ближайшими населенными пунктами являются: отделение совхоза «Успенский» - Айгыржал – в 10 км к юго-западу; совхоз «Шетский» - в 12 км к северу.

Географические координаты месторождения:

Северная широта: 1 - 48°45'42.21"С 2 - 48°45'42.21"С 3- 48°44' 24.27"С 4 - 48°44'24.27"С

Восточная долгота: 1 - 73° 1'28.22"В 2 - 73° 3'33.29"В 3 - 73° 3'33.29"В 4 - 73° 1'

Месторождение находится в пределах Акмая-Катпарской рудной зоны, включающей в себя также месторождение Северный Катпар, рудопроявления Западный Катпар, Северо-Восточный Катпар, Домеке, Западное Домеке и Бибигуль.

Климат района месторождения характеризуется незначительным количеством выпадающих осадков (200-260 мм), сильными засушливыми ветрами, жарким летом и продолжительной зимой, сопровождающейся буранами. Годовая амплитуда колебаний температуры воздуха от +40° до +46°С. Среднегодовая температура +25°С.

Наиболее холодным месяцем в году считается январь со среднемноголетней температурой воздуха минус 13-16°С. Наиболее жарким месяцем является июль, со среднемноголетней температурой воздуха +19-21°С. Продолжительность ветреного периода 230-280 дней, среднегодовая скорость ветра 4 м/сек. Наиболее часты ветры юго-западного направления, в основном характерные для холодного периода года, но нередки и летом. С юго-западными ветрами связаны летом дожди, а зимой – снегопады и бураны. Широко распространены ветры противоположного северо-восточного направления, действующие чаще в теплые сезоны года.

Дефицит влажности наблюдается круглый год и достигает максимальной величины 14 миллибар в июле. Значительный дефицит влажности и высокая температура влекут за собой высокие температуры почвы. По данным Долинской метеостанции, температуры почвы на поверхности достигают +66°С, на глубине 10 см – до+25°С, на глубине 1,6 м – до +15°С.

Морфологически район месторождения представляет собой сочетание мелкосопочника с грядовым низкогорьем. Наиболее возвышенной частью рельефа являются горы Жаксы-Тагыла, где абсолютные отметки отдельных вершин достигают 1081м, а относительные превышения – более 200м, общее понижение рельефа происходит с юго-востока на северо-запад. Территория месторождения представляет собой слабовсхолмленный участок с

относительным превышением отметок до 15м в виде обособленных возвышений (северная часть месторождения) на фоне равнины, средняя абсолютная высота 700м.

Гидрографическая сеть представлена притоками рек Шерубай-Нура и Сарысу (Шортанды, Апарсу), которое не имеют постоянного водотока и в летнее время пересыхают. Питание рек осуществляется, главным образом, за счет весенних талых вод при снеготаянии, а в летний период – исключительно за счет подземных вод. С удалением от истоков, в районе гор Жаксы-Тагыла, вода в речках становится минерализованной и приобретает соленый вкус. Поверхностный водоток сохраняется только во время паводка, а в остальной период, особенно в летнее и осеннее время, водотоки проявляются только по погребенным руслам.

Становление снежного покрова – октябрь-ноябрь, период таяния – конец марта - вторая декада апреля. Средняя высота снежного покрова по многолетним наблюдениям на открытой равнине равна 20-22см, в холмистой местности – около 40см. Глубина промерзания почвы в районе достигает 1,8м. Полное оттаивание почвы в увлажненных местах происходит к концу мая – началу июня.

Почвы района месторождения, в основном, каштановые и используются под сенокосы, пастбища и посевы, незначительное распространение в межгорных долинах имеют солончаковые почвы площадью до нескольких гектаров.

Экономическая освоенность района. В Карагандинской области район имеет промышленно-аграрный экономический профиль. В пределах первого находится горнодобывающее предприятие Акжал. В радиусе 100-400 км от месторождения расположен ряд действующих горнорудных предприятий: Балхашский ГМК, Жайремский ГОК, Жезказганский ГМК, рудник Акжал.

В этом же районе выявлен и разведан ряд месторождений редких и цветных металлов: Верхнее Кайракты (17 км), Коктенколь (39 км), Байназар (60 км), Южный Жаур (60 км), Батыстау (68 км), Нура-Талды (55 км), Акмая (4 км), Женет (170 км), Узунжал (130 км), Аксоран (93 км) и др.

1.2 Рудоконтролирующие факторы

В последние десятилетия в геологии и в геологоразведочной практике активно развивалось геологическое, физико-геологическое, петрофизическое, геохимическое, физико-химическое, геолого-математическое, структурное моделирование рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых. Необходимость моделирования рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых определяется задачами создания обобщенных образов природных объектов для прогноза, поисков и разведки с целью повышения эффективности геологоразведочных работ на всех стадиях геологоразведочного процесса.

Реальность создаваемых моделей и возможности их использования для научных и прикладных целей подтверждается обнаружением промышленно значимых скоплений полезных ископаемых на перспективных площадях, выделенных при прогнозировании на основе таких моделей типовых рудных полей и месторождений.

При прогнозе рудных месторождений исходными данными служит совокупность признаков – геологических, геохимических, геофизических, стратиграфических, магматических, минералогических и др., свидетельствующих о нахождении того или иного оруденения в данном месте, о его количестве и качестве.

В этой связи, настоящее время общеприняты следующие понятия рудоконтролирующих факторов.

Рудоконтролирующие факторы (РФ) – это вещественное выражение причин и условий формирования полезного ископаемого. Множество РФ неоднородно. Одни из них контролируют рудные районы, другие – рудные поля, третьи – рудные тела и т.д., то есть рудоконтролирующие факторы различаются по масштабу действия. Во-вторых, в рудообразовании участвуют разные геологические процессы: разрывные, складчатые, вулканические, литологические (стратиграфические), магматические и др.

Таким образом, рудоконтролирующие факторы систематизируются по масштабу действия и по видам.

Систематизированный набор рудоконтролирующих факторов может рассматриваться как предварительная, качественная модель благоприятных геологических позиций оруденения и использоваться при разработке количественной модели.

Наборы рудоконтролирующих факторов существенно различаются для разных генетических типов полезных литологические и т.д.

Процесс прогнозирования размещения полезных ископаемых состоит из двух этапов. Первый этап – это формирование моделей благоприятных геолого-структурных позиций оруденения, второй – анализ их размещения в геологическом пространстве, то есть собственно прогноз. На первом этапе из множества геологических тел и явлений, связанных с интересующим нас полезным ископаемым, выделяются рудоконтролирующие факторы и определяется их значимость. Для этого используются разные методы: геолого-статистические, логико-информационные, экспертных оценок и др. На втором этапе на основании установленных факторов оконтуриваются перспективные площади, на которых проектируются и проводятся поисковые работы.

Факторы рудоконтролирующие литолого-стратиграфические – сочетание литологических и стратиграфических факторов, благоприятствующее закономерной приуроченности полезного ископаемого к осадочным и осадочно-вулканогенным породам определенного состава и возраста.

Факторы рудоконтролирующие стратиграфические - возраст горных пород, как причина или условие локализации в них оруденения. Часто проявляются не в чистом виде, а как факторы литолого-стратиграфические.

Факторы рудоконтролирующие структурные - элементы складчатых и разрывных структур и их сочетания, влияющие на размещение месторождений и рудных тел; благоприятные для оруденения свойства горных пород в сочетании с определенными тектоническими элементами (литолого-структурные факторы); элементы структуры интрузивных массивов. Некоторые исследователи подчеркивают различие в характере структурного контроля в нижних и верхних структурных ярусах. Положение рудных полей в пределах толщ, относимых к нижним структурным ярусам, определяется сочетанием складчатых и разрывных элементов структуры при существенной роли согласных разрывов. При размещении рудных полей в толщах верхних ярусов большое значение приобретают секущие разрывы. Кроме этого отдельные ученые придают большое значение в определении структурной позиции рудных полей скрытым глубинным разломам, участкам их пересечений.

Факторы рудоконтролирующие структурно-магматические - геологические структуры, возникшие в связи с образованием комплексов магматических пород, а также морфология, структура, прототектоника интрузивных тел, благоприятные для оруденения; сравнимые глубины формирования магматических пород и рудных месторождений, указывающие на общность фациальных условий этого формирования; зональность оруденения различных типов; размещение оруденения по отношению к интрузиям и т. д.

Факторы рудоконтролирующие литолого-структурные - сочетание литологических и структурных факторов, обуславливающее закономерную приуроченность полезного ископаемого к определенной среде, благоприятной для рудоотложения горных пород.

Факторы рудоконтролирующие геоморфологические - формы рельефа, определяющие локализацию экзогенного оруденения (кор выветривания, россыпей), а также глубина эрозионного среза. Для месторождений кор выветривания это формы рельефа в момент образования и современное их соотношение, для россыпей — положение древних и современных русел, террас, морских и озерных береговых линий и т. д.

Факторы рудоконтролирующие магматические - свойства магматических пород, обуславливающие проявление оруденения. Связь оруденения с магматизмом в наиболее широком смысле определяют известные положения о наличии интрузивных комплексов со специализированной рудоносностью и о связи интрузивных комплексов с рудными для различных этапов развития подвижных поясов и о значении тектономагматических факторов.

Факторы рудоконтролирующие метаморфические - метаморфизм горных пород, как причина или условие локализации в них оруденения.

Метаморфогенные процессы часто приводят к весьма существенным изменениям горных пород и генетически связанных с ними месторождений полезных ископаемых. При этом могут не только метаморфизоваться существующие, но и создаваться новые месторождения, в частности, за счет горных пород до того не имевших промышленного интереса (например, образование месторождений кровельных сланцев), или в связи с коренным изменением первоначальных свойств полезного ископаемого (например, образование месторождений графита как продукта метаморфизма каменных углей).

Геофизические рудоконтролирующие факторы - физические поля.

При изучении закрытых и полужакрытых территорий выявляемые физические поля позволяют интерпретировать обусловившие их скрытые геологические тела, структуры, в том числе рудоконтролирующие, под рыхлыми отложениями, покровами эффузивов. Физические поля отражают геологическое строение участка не только в плоскости древнего рельефа, но и на глубоких горизонтах, например, при проведении глубинного геологического картирования. В этих случаях используются способы разделения физических полей, создаваемые геологическими объектами, расположенными на разных глубинах.

Факторы рудоконтролирующие петрофизические - химические и физико-механические свойства горных пород (состав, пористость, трещиноватость и др.), благоприятные для рудоотложений. В сочетании со структурными литологическими факторами часто определяют пути движения рудных растворов, локализацию оруденения и форму рудных тел. В ряде случаев литологические особенности вмещающих п. оказывают влияние и на состав магматических пород и послемагматических растворов, обуславливая ассимиляционную металлогеническую специализацию магмы.

2 История открытия и разведки месторождения Акмая

Геологическое изучение района месторождения Акмая началось еще дореволюционное время. Однако в тот период исследования в этом районе носили узко специальный характер касаясь, вопросов расширения меднорудной базы Спасских заводов.

В послереволюционный период геология района стала изучаться в более широких масштабах. В 1930-1932 г.г. опубликованы несколько работ по геологии района И.С.Яговкина, М.И.Ваганова, П.И.Преображенского и М.П.Русакова.

В 1935-1936 г.г. в районе месторождения работал один из отрядов Центрально-Казахстанской экспедиции АН СССР и в результате геологической съемки масштаба 1:100000 в 1936 г. было открыто месторождение Акмая А.К.Каюповым и В.М.Поповым.

Месторождение Акмая рекомендовалось для разведки на олово и вольфрам, однако, геологоразведочные работы на нем были организованы только в конце 1941 года Успенской ГРП треста «Казцветметразведка» попутно с добычей вольфрамового концентрата силами старателей.

В 1942-1943 г.г. в районе Акмая работала Сарысуйская поисково-съемочная партия треста «Казцветметразведка», в результате составлена геологическая карта района месторождения Акмая в масштабе 1:25000 на площади 86 кв.м.

В течение 1941-1949 г.г. месторождение хищнически разрабатывалось старательской артелью Акчатаустроя. Старатели отрабатывали имеющиеся небольшие россыпи и верхушки наиболее богатых жил коренного месторождения. За весь период ими добыто около 160 тонн 60% вольфрамового концентрата. Переработка руды производилась на небольшой обогатительной фабрике производительностью 5-10 тонн руды в сутки. Добычные работы велись старателями без всякого геологического и горного надзора, в результате чего поверхность рудного поля была изрыта бесчисленным множеством карьеров, закопшек и ям глубиной до 8-10 метров. Вследствие этого, геологическое изучение выхода рудного штокверка на поверхность практически невозможно из-за большого количества беспорядочно расположенных старательских выработок и отвалов.

Впервые месторождение Акмая рассмотрено как штокверковое тело в 1945 г.г. старшим геологом треста «Казцветметразведка» А.О.Кайзер и геологом И.Н.Субботиным.

Акмаинское месторождение было первым штокверковым редкометалльным месторождением Казахстана. Опыт Акмая помог правильно оценить и приступить к разведке коренных выходов других штокверковых месторождений, к числу которых относятся Верхнее Кайракты, Байназар, Сельтей и др. которое в свое время не привлекали на себя внимания разведчиков.

За период с 1947 по 1952 г.г. на месторождении пройдено несколько тысяч кубометров канав, скважины колонкового бурения, а также глубокая шахта, шурфы, а в ближайших окрестностях скважины ручного бурения.

Первоначально руды месторождения Акмая разрабатывались на вольфрамит, во время войны (1944-45 гг.) запасы руды были полностью исчерпаны. Затем, в начале 80-х была проведена до разведки и обнаружили шеелит.

3 Краткая геолого-геофизическая характеристика рудного района

В пределах Успенского прогиба наибольший интерес представляет *Акмая-Катпарская рудная зона*. Месторождение Акмая расположено в западной части Успенской зоны смятения и характеризуется сложным геологическим строением.

Стратиграфия. В районе развиты осадочные и вулканогенные образования предположительно ниже-силурийского возраста, эффузивы нижнего и среднего девона, комплекс осадочных и осадочно-вулканогенных пород верхнего девона и нижнего карбона, вулканические образования верхнего палеозоя, интрузивы, третичные и четвертичные отложения (Рисунок 1).

Породы ордовика слагают горы Кушук и сопку Домеке. Эти отложения представлены двумя литологически отличными толщами: вулканогенной и осадочной. Вулканогенная толща составляет нижнюю часть разреза состоит из эффузивов представленных дацитовыми и плагиоклазовыми порфиритами. Осадочная толща состоит из песчаников, алевролитов, алевропелитов и сланцев зеленовато-бурого и серого цветов, она установлена на северных склонах вышеуказанных сопок. Мощность толщи 1000-1500м.

Нижний и средний девон ($D_1 + D_2$) представлен породами эффузивной толщи, слагающими северо-западные склоны гор Джаксы-Тагалы. Породы представлены кварцевыми порфирами, порфироидами, диабазовыми порфиритами и туфами кварцевых порфиров. Мощность толщи 600-700м.

Верхний девон (D_3 фаменский ярус). Отложения фаменского яруса слагают центральную часть рудного района, залегая полосой между цепью гор Катпар, Домеке-Кушук и горами Джаксы-Тагалы. Отложения фамена представлены песчаниками и известняками, связанными между собой постепенными переходами, что указывает на образование их в условиях мелкого моря.

Третичные отложения заполняют пониженные части рельефа вокруг сопки Акмая и Домеке и далее на СВ и ЮЗ. Третичные отложения залегают под тонким (0.5-2.0м) плащом четвертичных отложений имея мощность от единиц до 40м, представлены пятнистыми пестроцветными глинами часто лишенными слоистости.

древне-аллювиальные, пролювиальные, делювиальные и аллювиальные. Мощность отложений колеблется в пределах 2-3 м.

Интрузивные породы занимают площадь по северной части рудного района, это – горы Калдырма и Катпар, представляют однородную крупнозернистую лейкократовую породу, подверженному физическому выветриванию.

Тектоника рудного поля. В районе преобладают две основные системы тектонических нарушений: северо-восточные – субширотные, успенские – глубинные разломы, наиболее широкоразвитые, – многочисленные надвиги, сбросы, шарьяжи, и северо-западные региональные разломы – крутопадающие сбросы, взбросы и сдвиги, остальные нарушения носят второстепенный характер и являются оперяющими производными двух основных систем.

Итак, тектоника рудного поля характеризуется наличием и сочетанием пликативной и дизъюнктивной дислокации.

В период пликативных дислокаций, в котором происходило формирования региональных структур, сопровождающееся внедрением гранитных интрузий, относится дотурнейскому и турнейскому времени. Пликативные дислокации привели к созданию в пределах района синклинальной структуры северо-восточного простирания, в ядре которого расположено месторождение Акмая.

После складкообразования и возможно в его процессе, в результате бокового давления по направлению с ЮВ на СЗ образовались мощные тектонические швы регионального характера, образовавшиеся на контактах между литологическими разными пачками.

В результате напряжений в осадочных породах появилась складчатость второго и третьего порядков, а эффузивные породы подверглись расланцеванию.

Тектонические швы регионального характера были усложнены поперечными сдвигами, а в пределах месторождения головы пластов оказались смещенными в виде чешуй с амплитудой смещения до нескольких метров. В результате таких смещений известковая пачка, к которой приурочено рудное поле, имеет в плане непостоянную мощность, создающую иллюзию раздувов и пережимов.

В пределах месторождения кроме чешуйчатых надвигов в горизонтальной плоскости имеются две системы трещин. Одна система трещин проходит по гребню сопки Акмая по простиранию пород. К этой системе трещин приурочена большая безрудная жила. Вторая система трещин

, секущая первую распространена в пределах известковой пачки пород располагаясь, вкрест ее простириания с падением на юго-запад. Концы трещин заходят на небольшое расстояние в сланцы лежащего и реже туфосланцы висячего бока известковой пачки.

Образованию этих трещин предшествовало окварцевание и ороговикование пород известковой пачки. В результате хрупкие роговики и скарны, зажатые между более упругими сланцами лежащего и висячего боков пачки, под воздействием бокового давления дали систему трещин, расположенных вкрест простирианию пород (Рис.2).

Эта система трещин выполнена высокотемпературным кварцем, полевым шпатом и рудными минералами, составляющие все богатство месторождения.

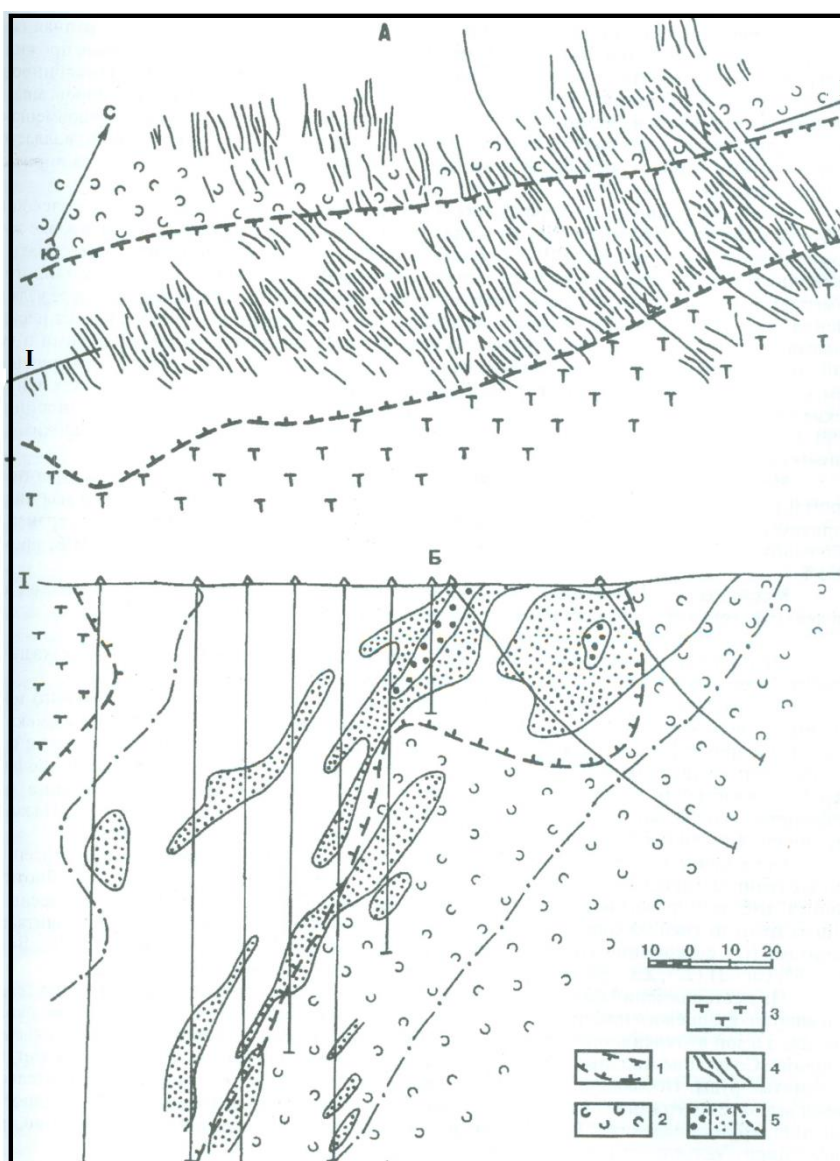


Рисунок 2. Месторождение Акмая: 1-роговики и скарнированные породы известковой линзы; 2-ороговикованные кварц-серицитовые сланцы; 3-ороговикованные туфосланцы; 4-кварцевые жилы с грейзеновыми

оторочками; 5-контуры зон (на разрезе), с богатым (а), повышенным (б) и рядовым (и) содержанием оруденения

Минералогия месторождения. Главные минералы: гроссуляр, диопсид, везувиан, волластанит; второстепенные: эпидот, кальцит, флюорит, микроклин, кварц. В кварце отмечается пирит, халькопирит, сфалерит; рудные минералы: вольфрамит с примесями ниобия и скандия, молибденит, самородный висмут. Молибденит двух генераций: 1 - в кварцевых жилах в виде мелкочешуйчатых агрегатов размером 0,1-3,0, редко 10-15 мм в поперечнике, 2 - в кварц-полевошпатовых жилах в ассоциации с хлоритом и халькопиритом, реже с самородным висмутом, который широко распространен, но в небольших количествах. Среднее содержание вольфрама по месторождению - 0,28%, висмута - 0,035%.

Морфология рудного тела. Основную ценность месторождения составляют ранние кварцевые и кварц-полевошпатные жилы и прожилки с вольфрамитом. Судя по морфологии и поперечной ориентировке жилы и прожилки выполняют трещины отрыва в более хрупких метасоматически измененных породах. Рудное тело имеет крестообразную форму узла пересечения субширотного и субмеридиального простирания. Рудный штокверк в виде столба расположен в центре узла пересечения, но имеет более крутое, чем вмещающие породы падение, чем и объясняется несколько большая степень оруденение подстилающих сланцев по сравнению с туфопесчаниками и туфосланцами. С глубиной отмечается склонение рудного тела на запад по углом 80° , увеличение его размеров и размазывание оруденения.

Поле силы тяжести. Граниты Акмаинского и Катпарского массивов в поле силы тяжести фиксируются единым гравиминимумом в форме правильного эллипса интенсивностью 0,2 – 0,3 мГал, ориентированного в северо-восточном направлении. Размеры его по длинной оси 10 км, короткой – 3 км. Вертикальная мощность массивов, по данным интерпретации гравиразведочных материалов, колеблется от 500 до 4000 м. Контакты гранитов на севере до глубины 600 м крутые (60-80%), далее выглаживаются до горизонтального положения, а на юге на уровне глубин 1200 – 1500 м они соединяются с гранитами Жаксы-Тагалинского массива. Внедрение Акмаинского и Катпарского массивов происходило по долгоживущему Домеке-Кушукскому разлому. Здесь выявлены две рудные зоны: 1 – Катпар-Домекинская, контролируется гребневидными выступами гранитов Акмаинского массива, здесь в известняках локализованы скарново-рудные тела; 2 – Акмая-Катпарская рудная зона приурочена к южному борту Акмаинского массива и представлена известняками нижнего турне и

надвинутыми на них терригенными отложениями верхнего фамена. К зоне надвига приурочено месторождение Северный Катпар и ряд геохимических аномалий, цепочкой протягивающихся от месторождения Северный Катпар до месторождения Акмая на расстояние 6 км. Интерпретация геофизических и геохимических материалов показывает, что в пределах зоны под алевролитами, выполняющими роль экрана, залегают достаточно мощные линейные рудоносные скарны, объединяющие эти месторождения в одно целое (Рисунок 3).

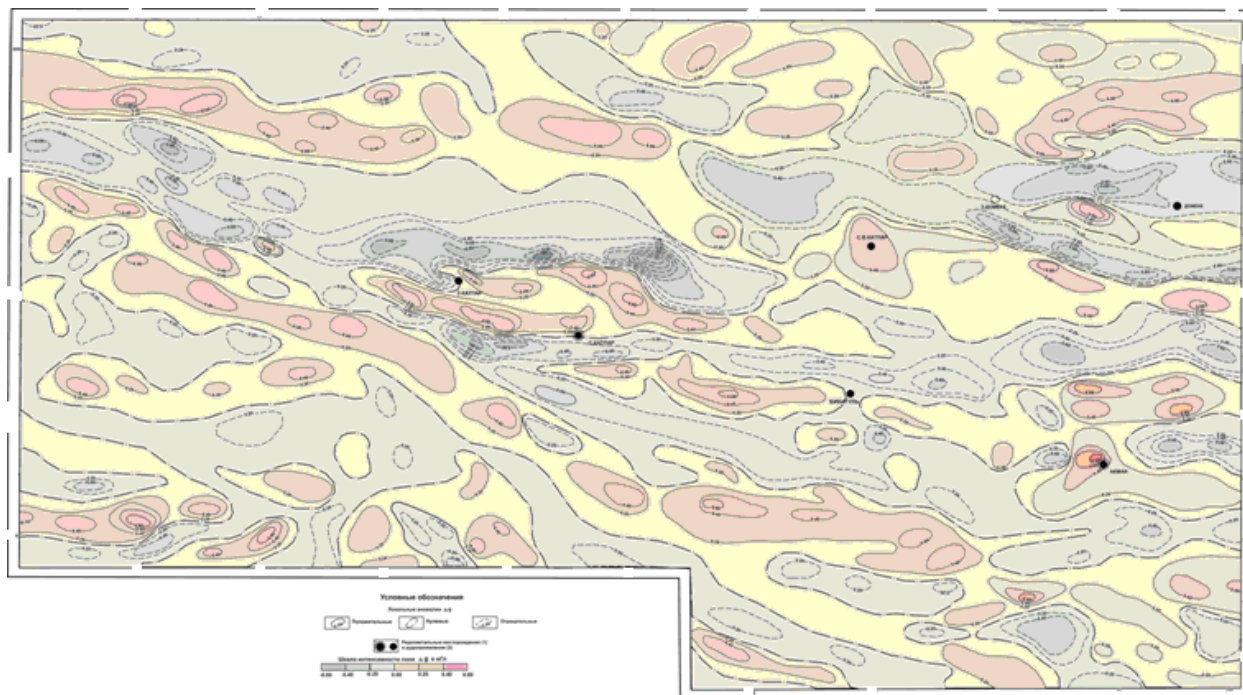


Рисунок 3. Карта изоаномал силы тяжести Акмая-Катпарского рудного поля. Масштаб 1:10000 (Агадырская ГРЭ, 1993)

Магнитное поле рудной зоны. Карта изодинам использована для изучения магнитного поля Катпар-Акмаинской рудной зоны (Рисунок 31). В Катпар-Акмаинской рудной зоне положительными аномалиями напряженностью от 50 до 500 нТл откартировались андезитовые порфириты карбонового возраста, распространенные в пределах Акмаинской синклинали.

Положительными аномалиями интенсивностью 50 – 250 нТл выделялась также интрузив-надинтрузивная зона Акмаинского массива.

По данным магниторазведки северная граница рудной зоны четко выделяется отрицательными аномалиями и зоной градиентов магнитного поля, а южная граница по затуханию отрицательной магнитной аномалии, что соответствует контакту вулканогенно-осадочной толщи девонского возраста с терригенными отложениями лудловского яруса нижнего силура.

В целом, по магнитным свойствам породы редкометалльных месторождений Акмая-Катпарской зоны делятся на три группы: немагнитные – это известняки; слабомагнитные – интрузивы всех комплексов; умеренномагнитные – роговики, диабазовые и андезитовые порфириды, значение их магнитной восприимчивости достигает от 500 до $2500 \cdot 10^{-6}$ СГС;

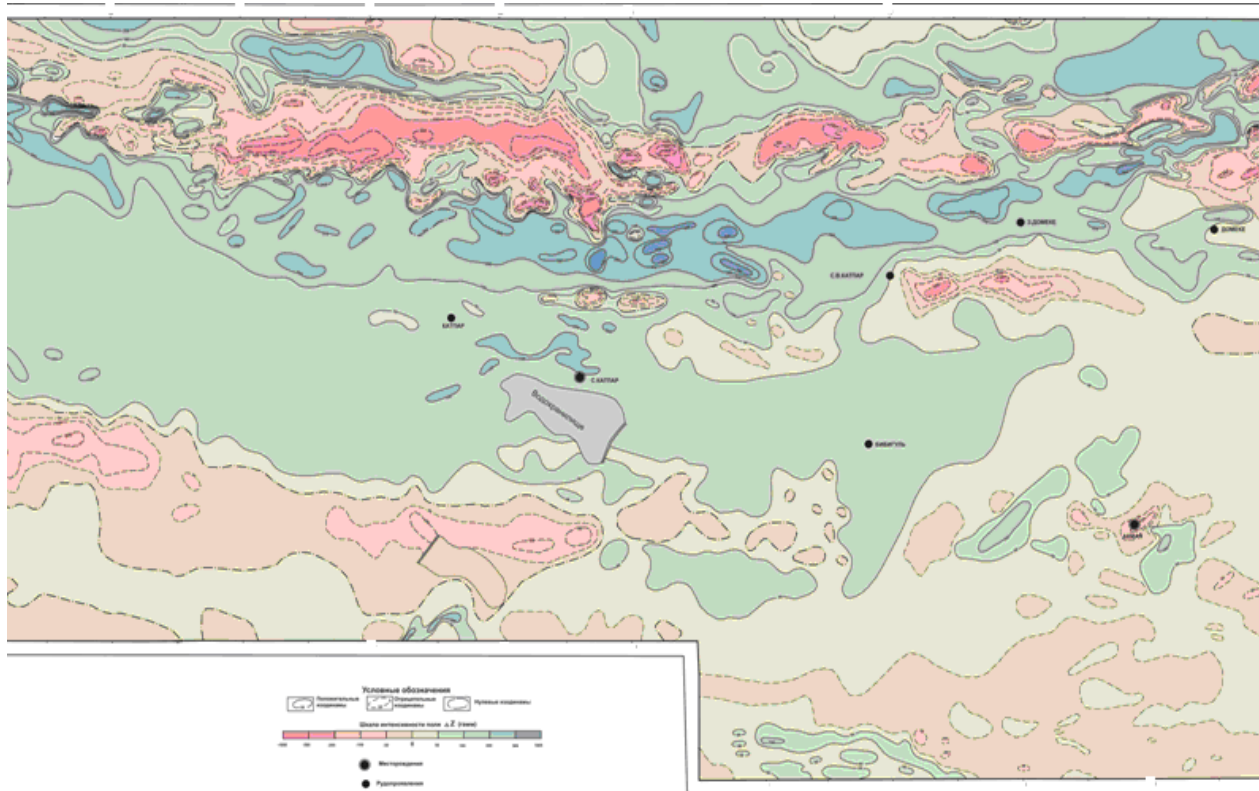


Рисунок 4. Карта изодинам Акмая-Катпарской рудной зоны.

М: 1:10 000 (Агадырская ГРЭ,1993)

Петрофизические характеристики рудного поля и месторождения.

А) Плотность. Породы на данном рудном поле по плотности подразделяются на четыре группы [4]:

1 - группа – породы с плотностью менее $2,57 \text{ г/см}^3$, это гранитоиды верхнего карбона и верхней перми;

2 - группа – породы с плотностью $2,57 - 2,62 \text{ г/см}^3$, это эффузивные породы субвулканические фации липаритовых порфиров карбона;

3 - группа – породы с плотностью $2,62 - 2,68 \text{ г/см}^3$, это липаритовые породы и их туфы среднего и нижнего девона, карбонатные породы карбон;

4 - группа – породы с плотностью $2,68 - 3,00 \text{ г/см}^3$, это мраморизованные известняки карбона, андезитовые порфириды, скарново-грейзеновые тела.

Как известно, 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 породы (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 – с плотностью 2,40 г/см³), рудные штокверки имеют среднюю плотность в пределах 2,72 г/см³, скарново-грейзеновые рудные тела – 3,00; избыточная плотность, вызывающая гравитационную аномалию, не превышает 0,3 г/см³ [7].

По петроплотностным характеристикам редкометалльные тела (штокверки, скарны, грейзеновые тела) и вулканогенно-осадочные породы не составляют аномалии, но относительно рудоносных гранитов данная закономерность нарушается;

Б) Магнитная восприимчивость. Вмещающие породы данного рудного поля отличаются тем, что магнитная восприимчивость пород колеблется в широких пределах от 12 – 3840*10⁻⁶ СГС [8].

Магнитная восприимчивость эффузивных пород девона и карбона predetermined пестрым литологическим составом и разнообразием морфогенетических типов проявления (лавы, субвулканические тела, туфы и т.д.). Кроме того, на эти породы район существенное влияние оказывают процессы контактового и пневмалито-гидротермального метаморфизма, тектонические нарушения, рассланцевание. В одних случаях эти процессы (рассланцевание, зоны гидротермальной переработки, термальный метаморфизм) приводят к уменьшению магнитной восприимчивости, в других (экзоконтактовый метаморфизм) – к увеличению.

Породы месторождения по магнитным свойствам делятся на три группы:

1 группа – немагнитные породы, ими являются карбонатно-терригенные отложения нижнего и верхнего фамена, пирокластические образования липарит-дацитового состава живет-франа девонского возраста, субвулканические фации липаритовых порфиритов, вулканогенные образования девона (12 – 15)*10⁻⁶ СГС;

2 группа – слабомагнитные породы, это липарито-дацитовые порфириты, граниты лейкократовые ($60 - 120 \cdot 10^{-6}$ СГС);

3 группа – магнитные породы, это порфириты силура и девона ($3840 \cdot 10^{-6}$ СГС) и ороговикованные образования силура и среднего девона, биотитовые ($240-960 \cdot 10^{-6}$ СГС).

Кажущееся сопротивление. По электрическим свойствам породы данного месторождения являются высокоомными. Особенно следует выделить интрузивные и эффузивные породы месторождения, где кажущееся сопротивление имеет значение в пределах 1500-3000 Ом*м.

Поляризуемость. По поляризуемости породы девона и карбона не дифференцируются, так как они имеют приблизительно одинаковые значения коэффициента поляризуемости в пределах 1,3 – 1,66%. Поляризуемость пермских гранитов в два раза выше (2,8%) поляризуемости пород девона и карбона.

Итак, месторождение Акмая приурочено к пачке известняков, которые подстилаются кварц-серецитовыми и глинистыми сланцами. Известняки частично метаморфизованы, частично ороговикованы с образованием биминеральных метасоматитов, состоящих из кварца и пироксена, и скарнированы с формированием существенно пироксен-гранатовых пород с везувианом и волостонитом. Роговики и сланцы слагают небольшие линзы, перемежающиеся со слабо измененными известняками и сланцами. Породы собраны в сжатые брахискладки северо-восточного простирания. Строение складок осложнено разрывной тектоникой. Наиболее интенсивно она проявлена в зоне перехода антиклинальной складки к синклинальной, именно к этому участку и приурочен рудный штокверк. Оруденение концентрируется в основном в известковой пачке и лишь частично в подстилающих ее сланцах.

Месторождение относится к скарново-карбонатно-грейзеновой формации, вольфрамовому типу. Оно образовалось на контакте гранитной интрузии с карбонатными породами, зараженными Fe, Mn, Pb, Zn, S.

Рудный процесс начинался в конце скарнообразования, максимально проявился в грейзеновый этап и завершался в гидротермальную стадию.

Месторождение мелкое по запасам, но в связи с установлением на глубине акмаинской интрузии лейкократовых гранитов остается недоразведанным на глубоких горизонтах.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ СУЩЕСТВУЕТ «Вольфрамовый Проект Акмауа»

Оператор Проекта: ТОО «Акмауа Tungsten»,

Описание Проекта: Вольфрамовое месторождение Акмая, Проект Акмауа, находится в Шетском районе, Карагандинской области, в 11 км на юго-восток от поселка Унрек,

Текущий статус Проекта: в настоящий момент ведутся заверочные геологоразведочные работы и ведется подготовка проекта к завершению стадии Scoring с целью перехода на этап Пред-ТЭО (PFS),

Запасы Проекта: геологические ресурсы месторождения – 11 млн тонн руды, 27,6 тыс тонн металла (WO₃), при среднем содержании 0,25%.

Добыча Открытая,

Технология Проекта: Комбинированная (Флотационно-гравитационная технология обогащения),

Срок реализации проекта: 14 лет,

Срок отработки месторождения: 10 лет,

Проектная производительность предприятия: 1 млн тонн в год по руде, 2 500 тонн в год по металлу,

Обеспечено финансирование на текущий этап реализации проекта: Финансированием Проект обеспечен в 100% объеме,

Начало строительства Предприятия: 2025 год,

Начало запуска Предприятия: 2026 год.

4 ЦИФРОВЫЕ 3D МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКМАЯ

Предварительная обработка цифровых геоданных для **месторождения Акмая** позволила получить следующие результаты:

1. Для создания базы данных были использованы фондовые графические материалы по месторождению Акмая. Созданная база данных (опробования и координаты буровых скважин, данные поверхностей – топографические основы в цифровом формате), импортировали в горно-геологическую систему Micromine. Космоснимок, карту топоповерхности и геологическую карту месторождения привязали по географическим координатам месторождения в программу. Произвели проверку данных опробования на предмет ошибок при вводе данных. На космоснимок месторождения, вынесли ранее пробуренные скважины и проверили правильность работы наложением на космоснимок изолиний поверхности, что представлено на рисунке 5,6.

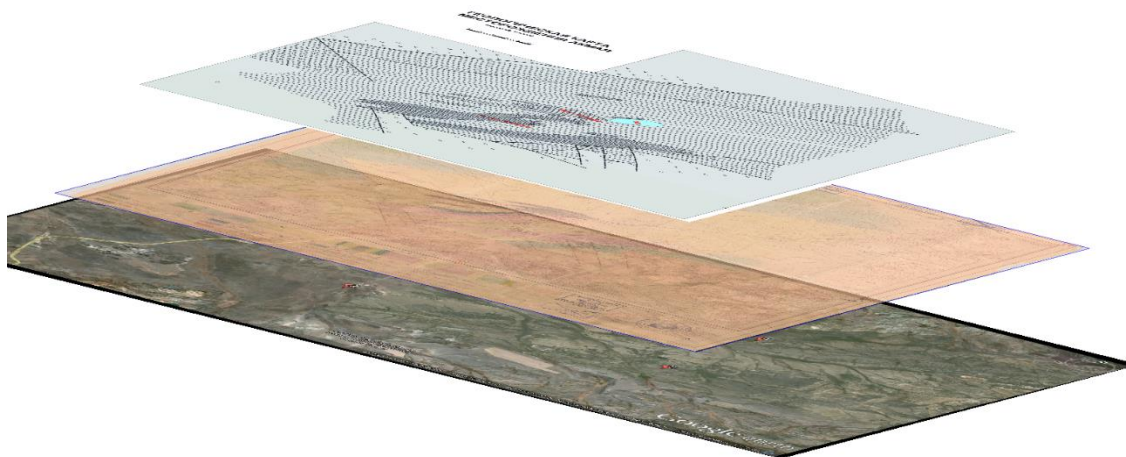
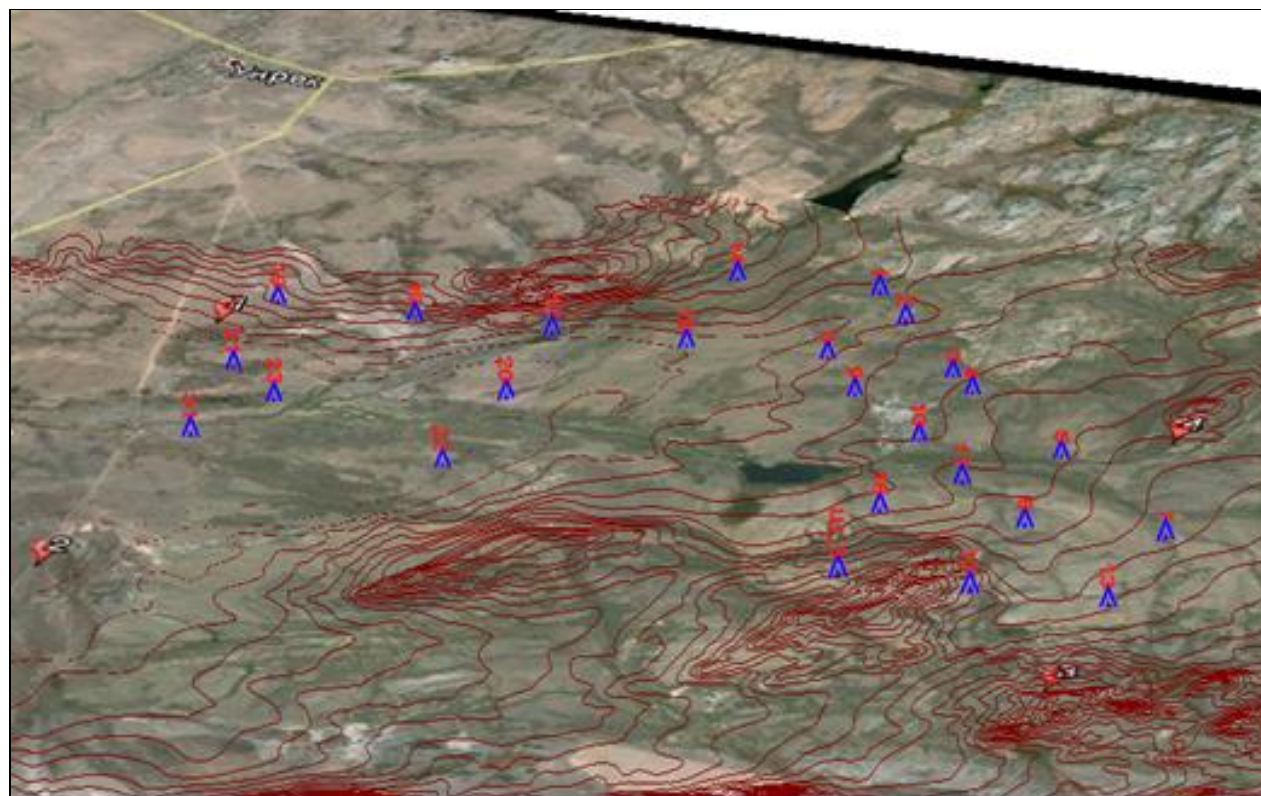


Рисунок 5 –слои карт, сверху вниз – геологическая карта, карта изолиний, космоснимок.



Условные обозначения



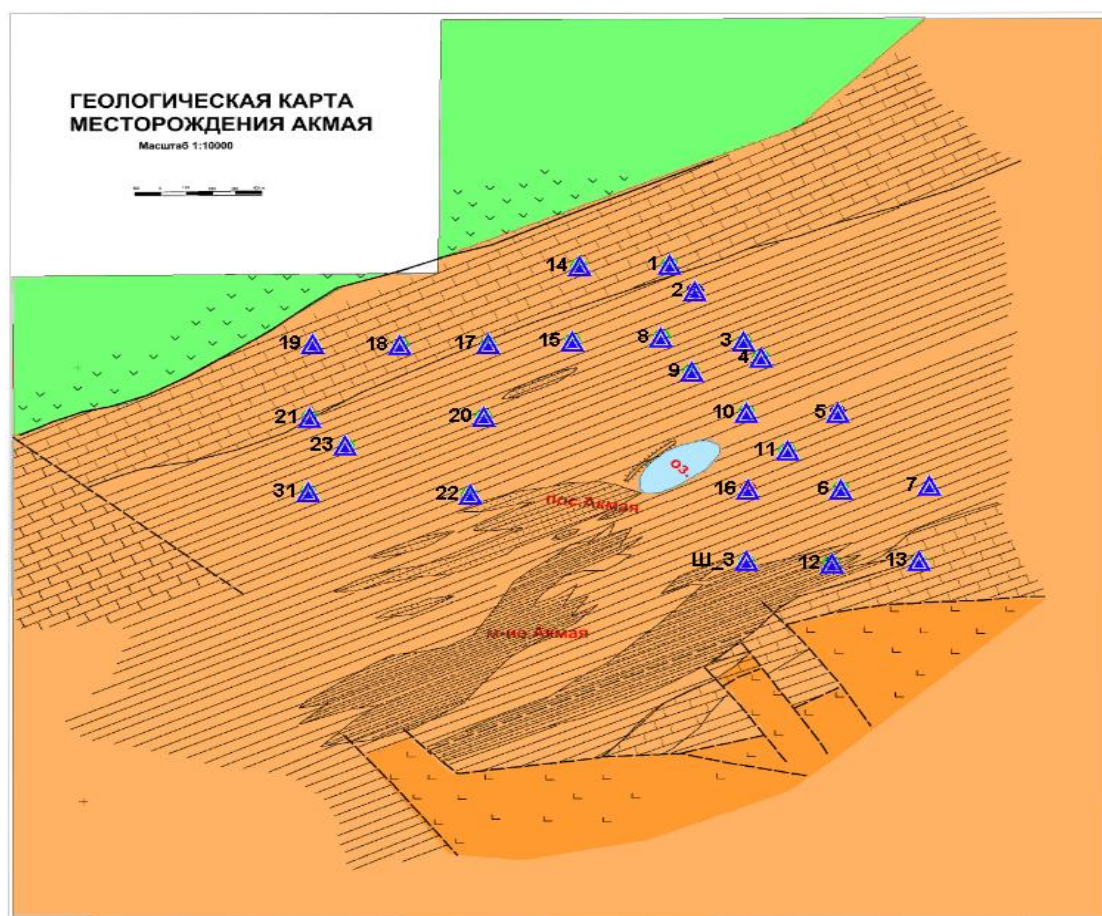
изолинии поверхности



скважина

Рисунок 6-Космоснимок месторождения Акмая с отображением изолиний поверхностей и разведочными скважинами

2. Геологическая карта была оцифрована с помощью программы Mapinfo и импортирована в горно-геологическую систему Micromine для проверки на предмет ошибок геологических данных по скажинам, это представлено на рисунке 7.



Условные обозначения:



D_3^2 – Метаморфизованные известняки



D_3^2 - Ороговикованные глинистые и кварцево-серицитовые сланцы



D_3^2 - песчаники



D_3^2 –туфосланцы и туфопесчаники



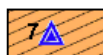
D_1+D_2 –кварцевые порфиры, порфиroidы, диабазовые порфириты и туфы кварцевых порфиритов



S_1^4 - Дацитовые и плагиоклазовые порфириты



Тектонические нарушения



скважина

Рисунок 7-Геологическая карта 10 000 масштаба месторождения Акмая с нанесенными на карту разведочными скважинами

4.1 Каркасная модель рудного тела

Исходные данные для построения цифровой трехмерной модели по месторождению Акмая были предоставлены в виде геологической карты, планов опробования поверхности и подземных горизонтов, а также подсчётных таблиц из геологических отчетов [9].

Программа MicroMine, с помощью которой были построены трехмерные модели месторождения, позволила провести геологические разрезы, охватывающие сеть разведочных скважин, на основе которых определены границы рудных тел по разрезам, что позволили построить стринги для создания трёхмерных замкнутых каркасных и блочных моделей рудных тел.

Моделирование пространственных границ рудного тела производилось в программе MicroMine. За основу каркасной модели брались границы рудного тела *по бортовому содержанию трехокси вольфрама на 0,15%.*

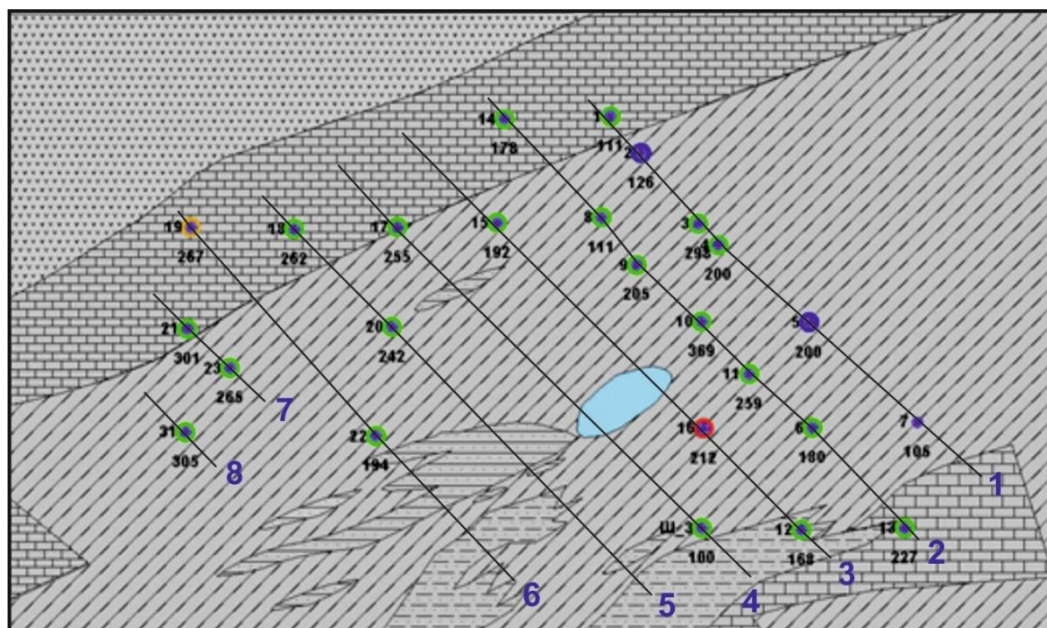


Рисунок 8 - Геологическая карта месторождения с разведочными скважинами и разведочными профилями

Разведочные скважины по программе MicroMine визуализированы с содержанием трехокси вольфрама и литологическим расчленением разреза (Рис.8). Как известно, месторождение Акмая локализовано в карбонатной среде, но на больших глубинах жилы переходят из известковой пачки в сланцевую. По геологическим данным имеет северо-восточное простирание с падением на юго-восток под углом 70-85°, мощность пачки 30-70 метров, а протяженность 1100м.

Известковая пачка, состоящая из линз известняков, известковых сланцев и сланцев в результате регионального и контактового метаморфизма превращены в роговики, скарны и сланцы. Визуализация литологического разреза в пределах месторождения показывает, что роговики и скарны являются наиболее распространенными породами, по геологическим данным они составляют около 80% от пород, слагающих месторождение (роговики - 50%, скарны - 30%). Отличительной особенностью роговиков и скарнов известковой пачки является их частая перемежаемость, с постепенными переходами от роговиков к скарнам и мраморам и обратно, поэтому они в процессе визуализации литологического разреза рассматриваются единым обозначением (ISVSR). Не меньше распространены, особенно в северо-восточной части месторождения, кварц-серицитовые сланцы (QSS). Юго-восточной части встречаются ороговикоподобные туфосланцы (ООТР) (Рис.8).

Как известно, рудные жилы распространены в известковой пачке пород, в меньшей мере в сланцах и туфосланцах. По геологическим данным примерное соотношение последовательно 70, 27 и 3%.

Визуализация концентрации триоксида вольфрама по разведочным скважинам показывает, что наблюдается определенная закономерность по содержанию триоксида вольфрама в пространстве, где в юго-западном направлении наблюдается снижение содержания вольфрама (скв.№3,17), тем не менее большой интерес представляет его глубокие горизонты. В некоторых случаях отмечены ураганные содержания вольфрама (более 9%, скв.№16,18,19,20), в общем случае средние и глубокие горизонты месторождения отмечаются более высокими содержаниями триоксида вольфрама (от 0,3-0,9%). С поверхности наблюдается одна точка с ураганным содержанием вольфрама (скв.№16). Во всех разведочных скважинах преобладает среднее содержание триоксида вольфрама в пределах от 0,20 до 0,30%. Тогда следует отметить, что наблюдается некоторая закономерность в распределении рудного вещества, где по вертикали содержание триоксида вольфрама увеличивается с глубиной (Рис.9).

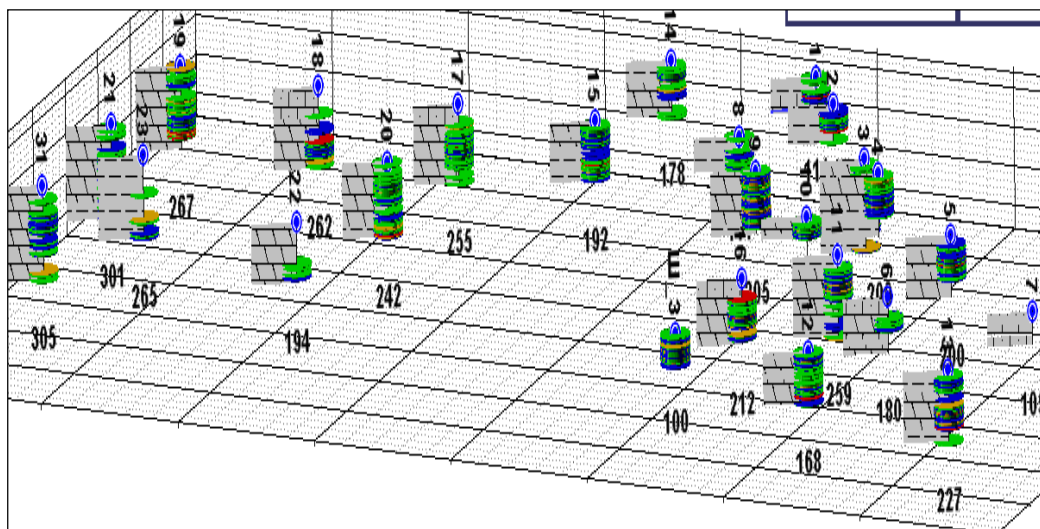


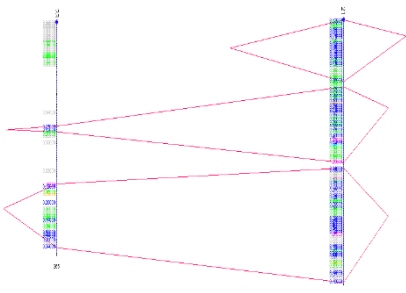
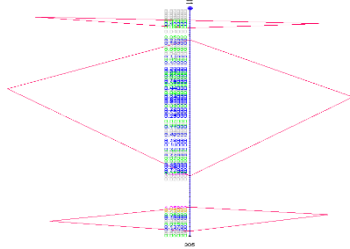
Рисунок 9 – Пространственная модель литологического строения месторождения Акмая с визуализацию содержаний вольфрама по разведочным скважинам

Условные обозначения: кварц- серицитовые сланцы-QSS- ; метаморфизованные известняки с флюоритом - ISVM- ; роговики и скарны -ISVSR- ; туфосланцы –OOTP- ;

По геологическим данным внутри контура рудного тела есть участки с непромышленными рудами или просто пустые породы. По скважинным данным такие участки измеряются иногда метрами иногда и доходят до 12-16 метров. Такие участки пустых пород, по геологическим данным, в пространстве распределены без какой либо закономерности, кроме того, в них нередко выходят высокотемпературные кварцевые и кварцво-полевошпатовые жилы, могущие содержать богатую минерализацию, поэтому выделить эти участки пустых пород за контур промышленных руд не представлялся возможным. Построенные стринги позволят визуализировать в геологических разрезах этих пустых пород (Таблица №1).

Таблица №1 – стринги по профилям месторождения Акмая

№ профиля	Стринги с концентрацией триоксида вольфрама;	Качественная интерпретация
	Wo_спектр < 0.15 0.15 до 0.20 0.20 до 0.30 0.30 до 0.60 >= 0.60	

7		Разрез состоит из трех тел, разные по мощности и по простирацию, проходящий по юго-западному флангу мощность пустых пород увеличивается к западу, а мощность рудного тела к югу.
8		Разрез, проходящий по юго-западному флангу, состоит из трех тел. Мощность пустых пород увеличивается на глубоких горизонтах.

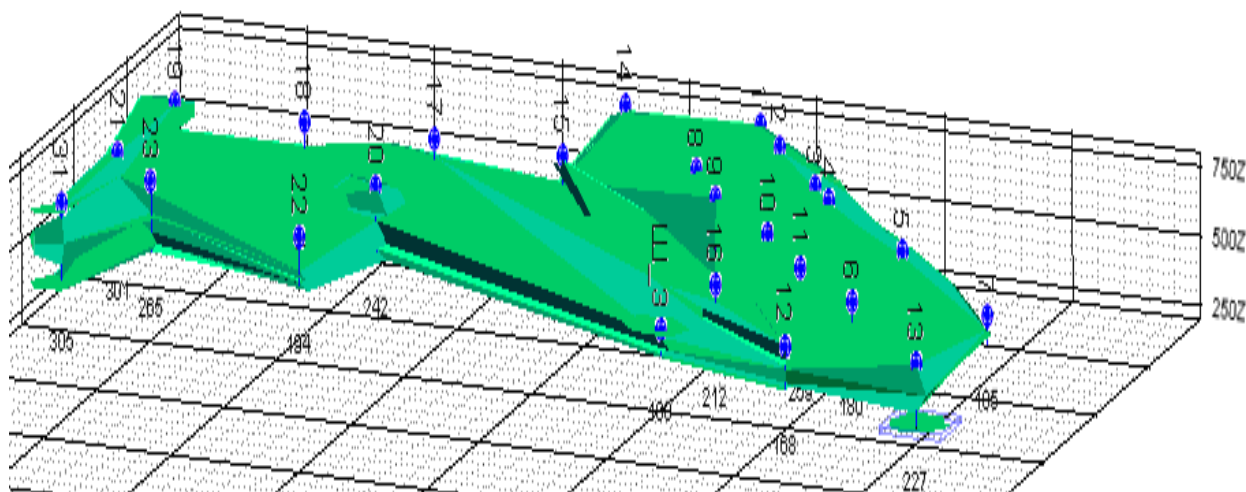


Рисунок 10 – Трехмерная каркасная модель рудного тела на месторождении Акмая

Визуализация рудных тел в геологических разрезах показывает, что в общем плане наблюдается определенная закономерность по распределению пустых пород в пределах рудного поля. Наиболее мощные пустые породы распространены по ЮЗ флангу, в центральной части и ЮВ флангах пустые породы незначительные по мощности.

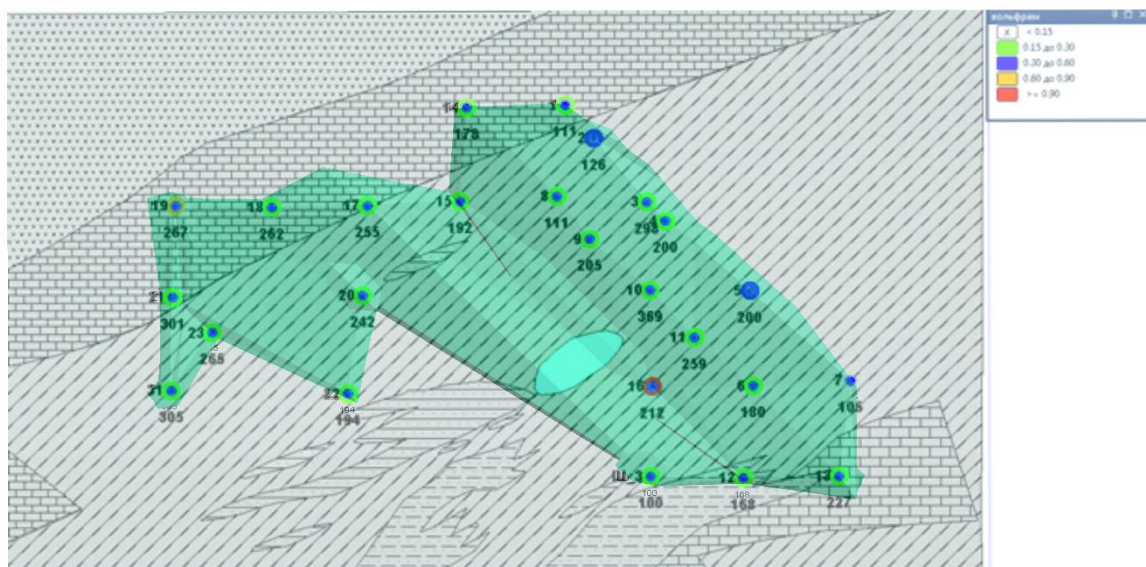
Следующим этапом моделирования является построение **каркасной модели** рудного тела. 3D модель рудного тела для месторождения Акмая имеет

несложное строение, так как конфигурация его в общем случае не меняется с глубиной (Рис. 11,12).

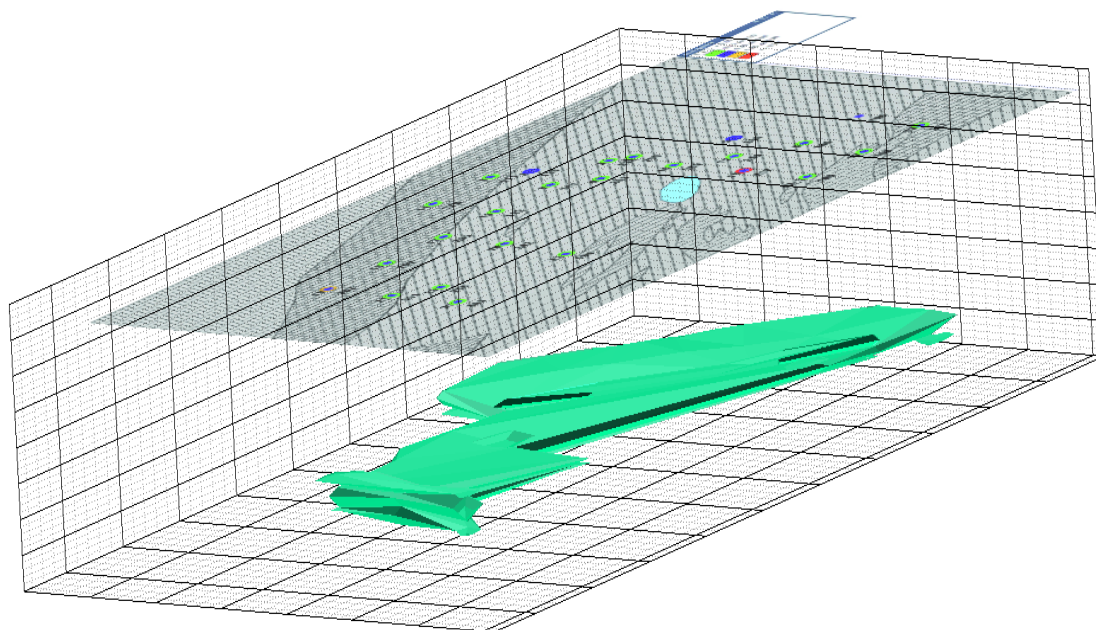
Как видно, площадь рудной зоны имеет вытянутую форму, располагаясь длинной осью по простиранию известковой пачки пород (Рис.11,12А,Б).

Пространственная конфигурация штокверка показывает, что границы его со всех сторон оконтурены с достаточной надежностью. Наиболее интересным является юго-западный фланг, где верхняя граница рудной зоны погружается более на 100 метров, а нижняя более чем на 200-240 метров (Рис.12).

По геологическим данным на рассматриваемой площади учтены свыше 250 рудных жил, не считая мелких прожилков, не подающихся учету. Содержание полезных компонентов в них получается только за счет оруденелых кварцевых и кварц-полевошпатовых жил. Рудные жилы имеют общее простирание в пределах 115° и падают на юго-запад под средним углом 60° . Приурочены они к известковой пачке пород и, в меньшей мере, к сланцам лежащего бока. Вмещающие жилы роговики, скарны и мраморы практически безрудны. Это обстоятельство предопределяют морфологию рудного штокверка так, как положение его в пространстве целиком и полностью зависит от расположения и степени концентрации рудных жил.



А



Б

Рисунок 11 – каркас рудного тела с совмещением геологической карте
А- в плане, Б- изометрический вид.

Как видно, из трехмерной модели рудного тела конфигурация штокверка на глубоких горизонтах не изменяется, погружается в юго-западном направлении по углом $40-50^{\circ}$. Штокверк имеет склонение только в плоскости простирания известковой пачки. В плоскости падения этой пачки штокверк направлен вертикально, поэтому на глубоких

горизонтах рудные жилы, в большем процентном соотношении, чем на поверхности, залегают в сланцах лежащего бока (скв. №3,15,23).

Как известно, на месторождении проявлены **дорудная** (скарнирование, окварцование), **рудная** (кварц-вольфрамитовые жилы и прожилки, халькопирит-пирротин-молибденит-хлоритовые прожилки) и **послерудная** (кварц-цеолитовые и цеолитовые прожилки и жилы) стадии. На ореол скарнирования пород наложено позднее интенсивное окварцевание.

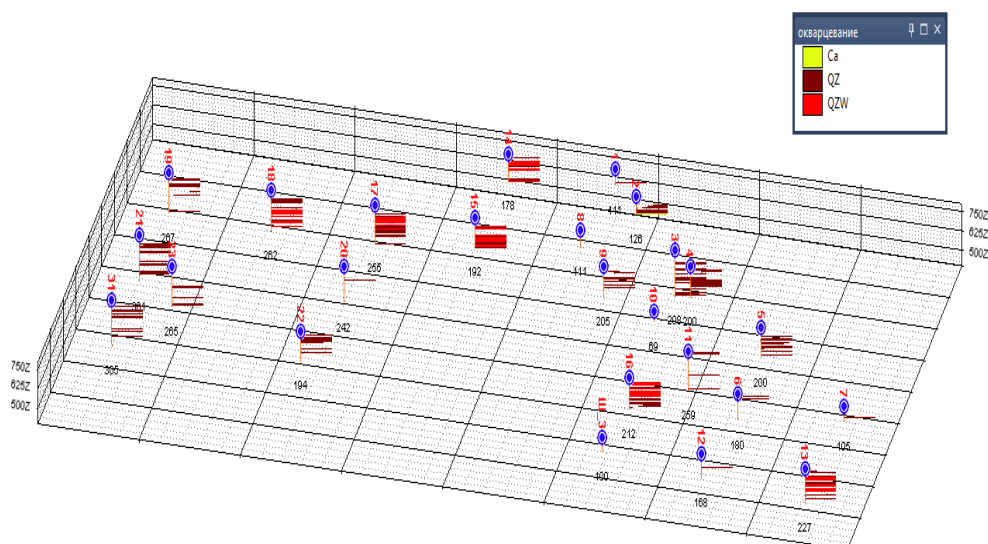


Рисунок 12 – трехмерная модель гидротермально-измененных пород на месторождении Акмая

Также визуализированы гидротермальные изменения вмещающей известковой среды: окварцевание (QZ) и окварцованные зоны с видимым вольфрамитом (QZW) (Рис.8). Следует отметить, что по рудному полю широкое распространение имеют окварцованные зоны с видимым вольфрамитом (скв.№13,14,15,16,17,18).

4.2 Блочная модель месторождения Акмая

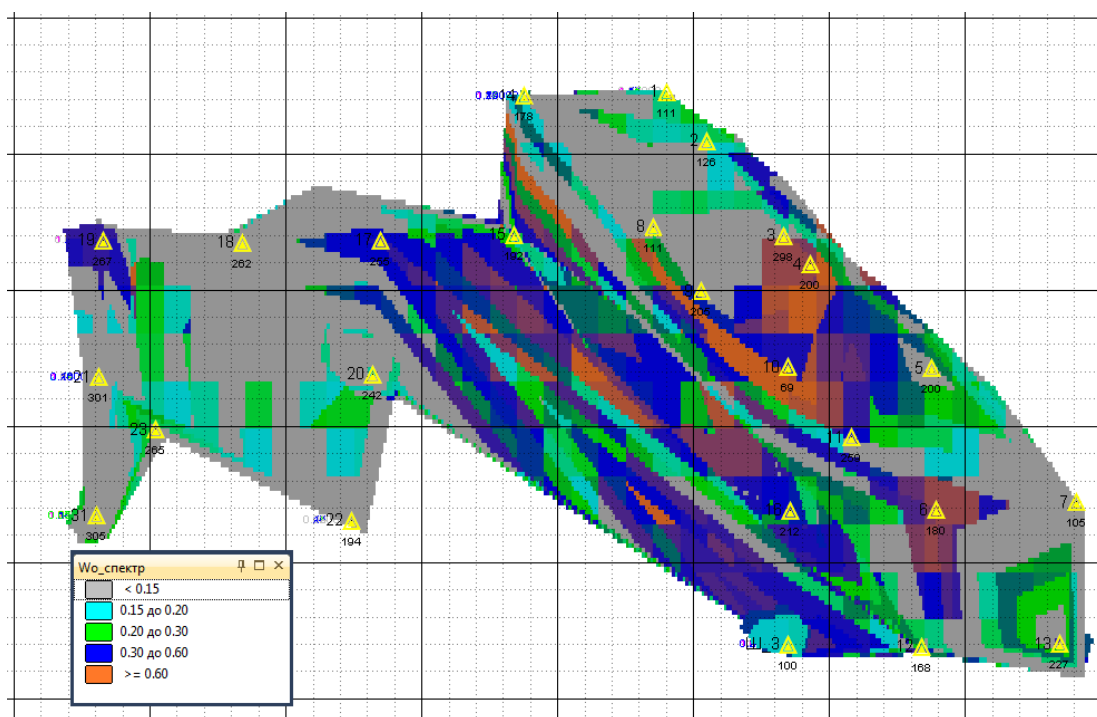
Основную промышленную ценность месторождения составляют кварцевые, кварц-полевошпатовые жилы и прожилки с вольфрамитом, наличие большого количества этих жил на сравнительно небольшой площади позволяет вести разведку и отработку месторождения на всю горную массу в пределах промышленного контура запасов.

Главный рудный минерал – вольфрамит, он наиболее ранний и наблюдается в виде толстотабличатых выделений длиной до 2, реже до 4 см. Идиоморфен по отношению к кварцу, пирите, слюде и полевоому шпату. Окраска в массе черная, в тонких осколочках – буроватая. В участках жил, характеризующихся наличием хлорита, вольфрамит в той или иной степени замещен шеелитом. Распределение вольфрамит в массе жильного кварца неравномерное [2].

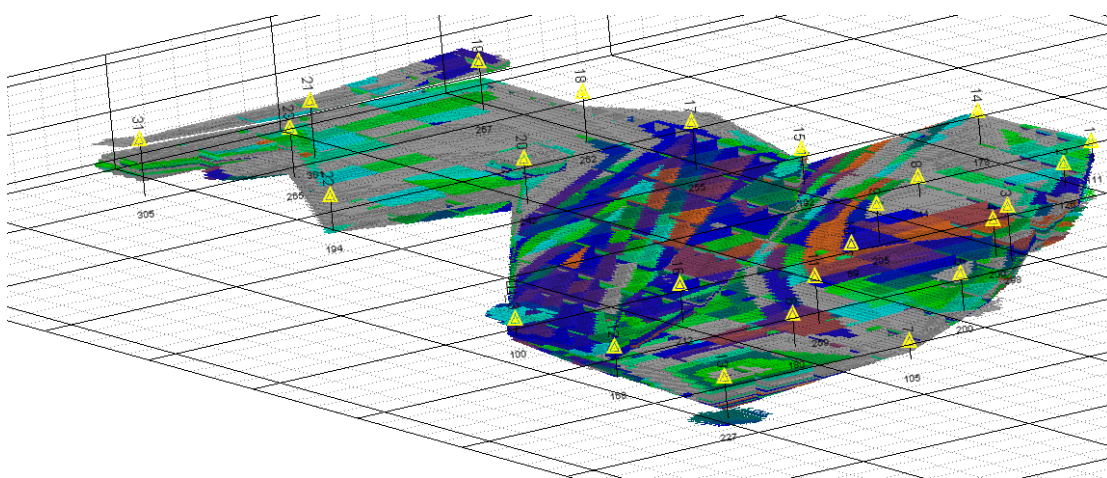
Для визуализации распределения содержаний триоксида вольфрама, как основного рудного минерала, построена блочная модель месторождения Акмая.

Трехмерная блочная модель месторождения Акмая показывает следующую закономерность в распределении триоксида вольфрама (Рис.12):

- а) По мере склонения рудного тела на глубину в юго- западном направлении площадь сечения его в пространстве не изменяя конфигурации, увеличивается, а процентное соотношение жил к горной массе и содержание трехокси вольфрама уменьшаются, что и приводит к выкливанию промышленного контура руд. По геологическим данным содержание трехокси вольфрама по скважинам № 9,10,11,13 колеблется в пределах 0,35-0,40%, то по скважинам №3-12-17 оно равно 0,24%, снижаясь в юго-западном направлении до не промышленного;
- б) Наиболее распространенными по верхнему горизонту месторождения (в плане) является бортовое и среднее содержания трехокси вольфрама. Однако, на поверхности в районе скважин №10,9, 11,13,15 химические анализы устанавливают сравнительно богатое вольфрамовое оруденение, в виде шеелита, и зона рассматривалась как зона окисленного вольфрамита, и в начале 80-х годов была проведена доразведка и обнаружили шеелит. Вмещающими породами для шеелитового оруденения в основном являются метасоматически измененные, скарнированные известняки, которые переслаиваются с ороговикованными алевролитами и другими породами [1];
- в) В распределении содержаний трехокси вольфрама наибольший интерес представляет средние зоны месторождения (в плане), где отмечены различные его содержания (0,15 -0,60% и выше);
- г) В вертикальном разрезе блочной модели выше перечисленные закономерности о распространенности содержаний трехокси вольфрама особо не изменяются, но есть некоторые детали, которых можно отметить. В глубоких горизонтах северо-западной и юго-западной частей месторождения встречаются участки с высокими содержаниями трехокси вольфрама до 0,60% и выше, когда в верхних горизонтах преобладает зоны с бортовыми его содержаниями. Поэтому большой интерес представляет глубокие горизонты этих частей месторождения. Следует отметить, что месторождение до сих пор остается недоразведанным на глубоких горизонтах (рис.7) [2];



А



Б

Рисунок 12 – Трехмерная блочная модель месторождения Акмая.

А – в плане, Б – изометрический вид.

- д) По минералогическим данным вольфрамиты месторождения Акмая относится гюбнеритам или к вольфрамитам, в которых марганец преобладает над железом [12]. Но есть данные о закономерностях изменения состава вольфрамита с глубиной. Из анализа и обобщения результатов химического анализа по определению состава

вольфрамиты установлены, что с глубиной увеличивается в вольфрамитах содержание ферберитовой молекулы. Например по скважине №9 в интервалах от 80 до 300м содержание ферберитовой молекулы увеличивается от 25 до 38%. По скважинам №17 и №22 в интервалах глубин 130-160м содержание ферберитовой молекулы достигает до 19%.

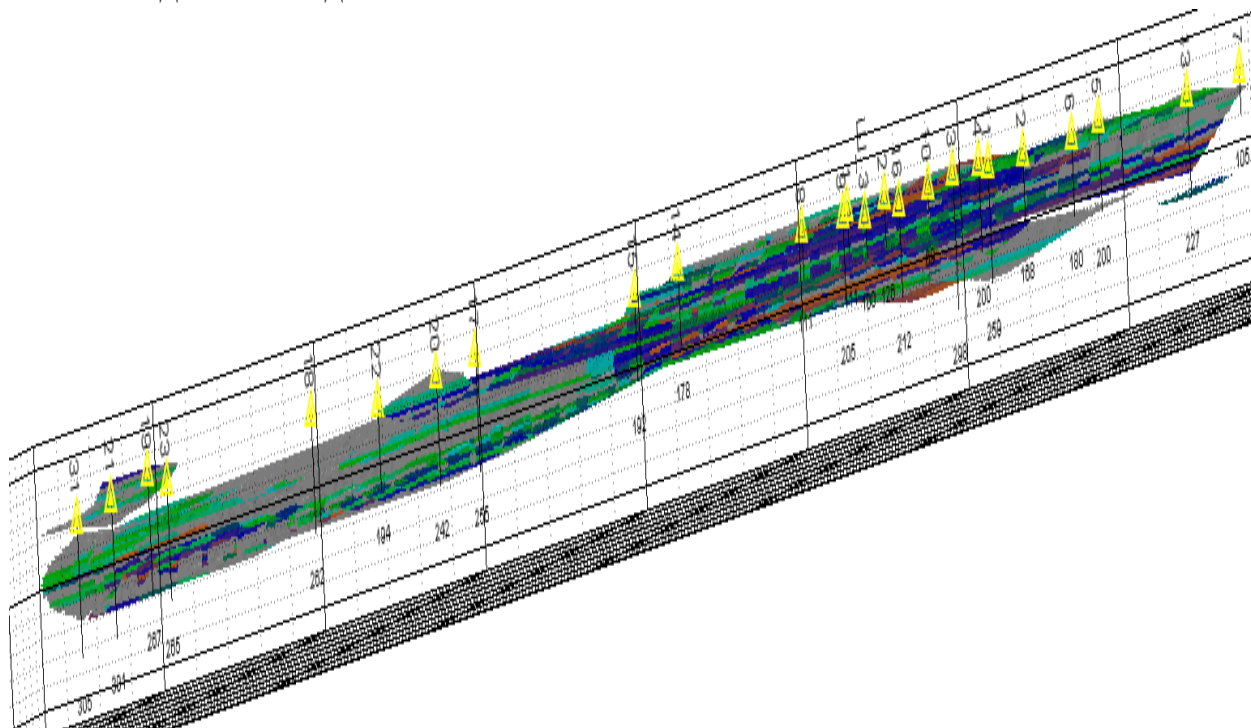


Рисунок 13 – Вертикальный разрез блочной модели месторождения Акмая

Следовательно, горизонтальное распределение содержаний ферберитовой молекулы вольфрамита остается постоянной.

Однако, учитывая результаты модельных построений по месторождениям редких металлов, можно сделать предположение о том, что вольфрамиты на месторождении Акмая кристаллизовались в условиях тепловой неравновесности, так как область рудообразования находилась в некотором удалении от рудонесущей интрузии. Вольфрамиты ферберитовой молекулы кристаллизуются в равновесных тепловых условиях, т.е. ближе к рудонесущей интрузии, поэтому они могут занимать более глубокие горизонты месторождения Акмая [3].

4.3 Интерпретация блочной модели по разрезам

Воспользуясь возможностями компьютерной программы MicroMine рассматривались по разведочным профилям каждый разрез блочной модели и они были оформлены в виде таблицы (Таблица №2). Такая визуализация каждого разреза дает полную и более подробную информацию о распределении содержаний триоксида вольфрама, особенно, в его глубоких частях. Кроме того,

сравнительный анализ, сделанный на основе блочной модели разрезов, позволяет выделить наиболее перспективные площади в пределах месторождения.

Таблица №2 – Блочные модели разрезов месторождения Акмая

№	Блочные модели разрезов:
1 4905	Wo_спектр < 0.15 0.15 до 0.20 0.20 до 0.30 0.30 до 0.60 >= 0.60
2 6013	
3 5087	
4 5194	
5 2814	

6 2787	
7 1422	
8 457	

Полученные блочные модели разрезов позволяют сделать следующие выводы:

- а) По содержанию триоксида вольфрама интересными являются разрезы по разведочным профилям №1,2,3,4, так как здесь сосредоточена основная масса вольфрамита и его содержание меняется от бортового (0,15%) до максимального (выше 0,60%) и они являются наиболее протяженными с сложными формами, их мощность достигает до 200м. В этих разрезах в средних и глубоких горизонтах встречаются зоны с высокими содержаниями триоксида вольфрама.
- б) Разрезы по разведочным профилям №5,6,7,8 проходит по северо-западной и юго-западной частей месторождения. Следует отметить, что верхняя граница рудного тела в этих разрезах на 100м лежит ниже, чем в разрезах по профилям №1,2,3,4 и по протяженности они в 2 и 3 раза меньше. Кроме того, формы разрезов - пластообразные, но встречаются отдельные линзообразные тела. Эти обстоятельства четко выделяются по расположению рудного разреза в координатной сетке. Мощность разрезов оценивается в пределах 125-150 м.

Здесь распространены бортовое и среднее содержания триоксида вольфрама, но разрез по профилям №5,6 показывает, что в средних и глубоких его горизонтах встречаются зоны с высокими содержаниями вольфрамита, это район скважины №18,19 в северо-западной части

месторождения. Разрезы по профилям №7,8 показывают, что здесь могут быть обнаружены разообщенные между собой рудные тела (возможно корни месторождения). Тогда следует отметить, что глубокие горизонты северо-западной и юго-западной частей месторождения являются перспективной на обнаружения высокого содержания триоксида вольфрама. Кроме того, по геофизическим данным, установлена на глубине акмаинская интрузия лейкократовых гранитов и она является источником рудного вещества, хотя выходов интрузивных пород в пределах месторождения нет [1].

По минералогическим данным алевролиты состоят из глинисто-кремнистого вещества, переполненного новообразованиями серицита, хлорита и тончайшей вкрапленностью рудного минерала, а также зерна кварца и полевого шпата [].

Визуализация разрезов разведочных профилей показывают, что более солидные перспективы имеют северо-западная и юго-западная частей месторождения и они могут увеличить запасы триоксида вольфрама.

5 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКМАЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В ПРЕДЕЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Основой прогнозирования месторождений редких металлов в Центральном Казахстане служит система геологических, геохимических и геофизических критериев и признаков, по которым определяются наиболее вероятные области локализации редкометалльного оруденения, его размеры и качество. По ним оценивается уникальность редкометалльных месторождений. К крупным и уникальным относятся месторождения с весьма большими запасами редкометалльного сырья, пригодные для рентабельного освоения по технологическим свойствам руд и условиям их залегания.

Таблица 3- Основные рудоконтролирующие факторы по месторождениям Акмая

Основные РФ	Продукты геологических процессов	Масштабы распространения	Прогнозно-поисковые критерий
Структурно-тектонический	Успенская зона смятия и ее пересечение с разломами северо-восточного и северо-западного простираний.	Брекчирование и линзирование пород. К зоне брекчирования приурочена линейно-жилково-прожилковая рудная зона.	Тектонические нарушения, брекчирование и линзирование пород.
Литологический	Неизмененные породы: алевролиты, песчаники и известняки	Геологическая среда локализации месторождения	Вулканогенно-осадочные и известковые породы
Магматический	Лейкократовые граниты акшатауского комплекса	Источник редкометалльного оруденения	Интрузивные образования, специализированные на редкие металлы
Метаморфический	Измененные породы: Роговики, мраморы.	Геологическая среда локализации месторождения	Мраморированные известковые породы, роговики по алюмосиликатным породам
Метасоматический	Скарны по известнякам, скарнированные породы по роговикам, грейзены по скарнам и гранитам	Рудовмещающая среда	Гидротермальные изменения в апикальной части лейкократовых гранитов и известковой среды
Геофизический [3]	Поле сила тяжести – гравиминимумом. Магнитные аномалии: положительные – надинтрузивная зона Акмаинского массива, отрицательные – район месторождения	Геологическая среда локализации месторождения	Гравитационное поле имеет отрицательные аномалии, магнитное поле – положительные аномалии.
	Плотность пермских гранитоидов 2,55 г/см ³ , вулканогенно-осадочных образований – 2,64-2,78 г/см ³	Рудовмещающая среда	Петроплотностные характеристики пород для поиска интрузивных тел.
Вещественный	Вольфрам, молибден	Распределение концентрации рудных элементов.	Содержание рудных компонентов.

Одним из перспективных месторождений Акмая-Катпарской рудной зоны является месторождение Акмая. Для установления геолого-геофизических рудоконтролирующих факторов по месторождению Акмая использованы геологические карты (м.1:1000) и геологические разрезы по разведочным

линиям, карты геофизических аномалий (м.1:10000), 3D блочные модели месторождения и их 2D срезы по разведочным линиям и модели рудообразующих систем.

На основе анализа всех имеющихся материалов подготовлены следующие исходные данные, позволяющие определить значимость каждого рудообразующего фактора для месторождения Акмая (Таблица №):

Структурно-тектонический фактор. Месторождение располагается в западной части Успенской зоны смятия. Тектоника рудного поля характеризуется наличием и сочетанием пликативной и дизъюнктивной дислокации. В период пликативных дислокаций происходило формирования региональных структур, сопровождающееся внедрением гранитных интрузий. Пликативные дислокации привели к созданию в пределах района синклинальной структуры северо-восточного простирания, в ядре которого расположено месторождение Акмая.

Литологический фактор. В районе развиты осадочные и вулканогенные образования предположительно нижне-силурийского возраста, эффузивы нижнего и среднего девона, комплекс осадочных и осадочно-вулканогенных пород верхнего девона и нижнего карбона, вулканические образования верхнего палеозоя, интрузивы, третичные и четвертичные отложения. Месторождение Акмая приурочено к пачке известняков, которые подстилаются кварц-серецитовыми и глинистыми сланцами.

Магматический фактор. Установлена на глубине акмаинская интрузия лейкократовых гранитов и она является источником рудного вещества, хотя выходов интрузивных пород в пределах месторождения нет.

Метаморфический фактор. По известнякам образовались мраморы и мраморизированные породы. Роговики и сланцы слагают небольшие линзы, перемежающиеся со слабо измененными известняками и сланцами.

Метасоматический фактор. В пределах месторождения выделяются скарны и скарнированные породы. По мраморизированным известнякам образованы известковые скарны, в роговиках – скарнирования, это проявлено в виде вкрапленности пироксена.

Геофизический фактор. Сходство минералогического состава руд и морфологии рудного тела на всех редкометалльных месторождениях Центрального Казахстана выражается в сходном характере физических полей, а именно: зоны отрицательных минимумов гравитационных полей и зоны положительных магнитных аномалий являются признаком редкометалльной рудоносности.

Гравиразведкой отрицательными аномалиями картируются гранитные массивы, несущие редкометалльную минерализацию. Интенсивность отрицательных аномалий силы тяжести зависит от размеров, глубины залегания и плотности интрузивов, а также от плотности и вертикальной мощности вмещающих пород.

Граниты Акмаинского и Катпарского массивов в поле силы тяжести фиксируется единым гравиминимумом в форме правильного эллипса интенсивностью 0,2-0,3 мГал, ориентированного в северо-восточном направлении, район месторождения фиксируется отрицательной магнитной аномалией, положительными магнитными аномалиями отметились скарнированные карбонатные породы, а также интрузив-надинтрузивная зона Акмаинского массива.

Вещественный фактор. Визуализация концентрации трехокси вольфрама по разведочным скважинам показывает, что наблюдается определенная закономерность по содержанию трехокси вольфрама в пространстве, где в юго-западном направлении наблюдается снижение содержания вольфрама, тем не менее большой интерес представляет его глубокие горизонты. В некоторых случаях отмечены ураганные содержания вольфрама (более 9%, скв. №18,19,20), в общем случае средние и глубокие горизонты месторождения отмечаются более высокими содержаниями трехокси вольфрама (от 0,3-0,9%). Во всех разведочных скважинах преобладает среднее содержание трехокси вольфрама в пределах от 0,20 до 0,30%.

Следует отметить, что наблюдается некоторая закономерность в распределении рудного вещества, где по вертикали содержание трехокси вольфрама увеличивается с глубиной. Это позволяет сделать заключение о том, что **глубокие горизонты северо-западной и юго-западной частей месторождения могут быть перспективной на обнаружения высокого содержания трехокси вольфрама.**

Металлогеническая специализация СФЗ (рисунок 1.2) полиметалльная. В зоне на данный период изученности выявлено 43 объекта различной минерализации – Pb, Zn, Cu, Ni, Mo, Ag, W, Bi, Ba, Mn, Fe. Преобладающей является редкометалльная минерализация. В СФЗ находятся крупнейшие редкометалльные месторождения Центрального Казахстана – Коктенколь, Северный Катпар, Верхнее Кайракты, Акмая, Нураталды.

Сиенитов раннепермского торангылыкского (P1 3 tr) комплексов. Металлогения зоны (рисунок 1.2) своеобразна и характеризуется многокомпонентным (W, Sn, Au, Pb, Cu, P, Fe) профилем. В южной части СФЗ

выделена Бесикжал-Карабулакская рудная зона. В венд-кембрийское время здесь формировались осадочные и гидротермальноосадочные залежи, включающие пластовые фосфориты (проявление Карабулак Фосфоритовый) и стратиформные вольфрамовые руды (проявление Карабулак Вольфрамовый, Дюсень и др.) с широким комплексом сопутствующих элементов - Sn, Cu, Pb, Zn, Ag, Ba, V. В зоне на некоторых проявлениях вольфрамовое оруденение совмещено с колчеданно-медно-полиметаллическим, магнетитовым (проявления Низкое, Карабулак, Придорожное и др.). Под воздействием интрузивного магматизма вмещающие породы и, очевидно, седиментные руды часто скарнированы, грейзенизированы и метаморфизованы. Следы контактового метаморфизма и регенерации отмечаются на многих рудных объектах. В зоне установлено также золото-серебряное оруденение. Оно представлено проявлениями и пунктами минерализации кварцево-жильного типа среди гранито-гнейсов и кристаллических сланцев докембрия, гранитов кызылэспинского комплекса (Гематитовое), зонами скарнирования (Низкое). В северной части зоны оконтурена Торжан-Торангылыкская рудная зона, включающая несколько перспективных участков. Акжал-Аксоранская СФЗ (II-7) (рисунок 1.2) Как видно из рисунок 1.1 вертикальный ряд формаций СФЗ состоит из морской вулканогенно-осадочной молассовой (нижняя моласса, D2gv-D3f) и карбонатно-терригенной (D3fm-C1) формаций, формировавшихся в условиях позднего этапа существования окраинного Жонгаро-Балхашского моря. Характерной особенностью разрезов краевоморских комплексов является быстро меняющиеся состав и мощности по горизонтали и вертикали, что обусловлено различной расчлененностью внутрибассейнового рельефа, близостью зон активного вулканизма, неоднократной сменой прибрежных условий наземными. В тектоническом отношении зона представляет собой шовную структуру 21 рифтогенного типа. В Акжал-Аксоранской СФЗ находится плутонотип позднеордовикского акжалского диорит-гранодиорит-гранитового комплекса (ОЗак), расположенный южнее рудника Акжал. В комплексе выделяются: фаза начальных внедрений – габбро, габбро-диориты, 1 фаза – кварцевые диориты, тоналиты, 2-я – преимущественно гранодиориты, 3-я – плагиограниты, послегранитовые дайки. Во второй и третьей фазах имеются внутриинтрузивные дифференциаты – дополнительные интрузии и жильные образования. Кроме плутонотипа акжалского комплекса, в южной части Акжал-Аксоранской СФЗ, заходящей на территорию Акшатау-Коньратского рудного района, расположены лейкократовые граниты первой фазы позднедевонского кызылэспинского комплекса (D3ks). На востоке зоны на правобережье р. Жамши находится выход 4-ой фазы топарского комплекса (дополнительные интрузии C2 1 tr). Металлогения Акжал-Аксоранской СФЗ (рисунок 1.2) детально изучена и описана в ряде работ [86, 87]. Зона, прежде всего, характеризуется широким распространением стратиформного барит-свинцово-цинкового оруденения

атасуйского типа. На территории района в ней расположено крупное эксплуатируемое свинцово-цинковое месторождение Акжал и недостаточно изученное мелкое Акжартас, относящиеся к раннегерцинской (D3fm-C1t) металлогенической эпохе. В Акжартасском рудном поле интерес представляют зоны окисления, где отмечены высокие содержания золота (Акжартас Золоторудный), а также его фланги и глубокие горизонты. Западно-Токрауская (II-8), Южно-Токрауская (II-9), Жантауская (III10) (рисунок.1.2) занимают центральную часть ЖБСС и являются отдельными секторами единой крупной мегаструктуры, которая раньше выделялась как Токрауская впадина, а в последние 25-30 лет интерпретируется как северозападный блок Балхаш-Илийского внутриконтинентального ВПП. БалхашИлийский ВПП расположен во внешней части герцинид Жонгаро-Балхашской складчатой системы, наложенной на Казахстанский микроконтинент. Описываемые СФЗ, являясь частью Балхаш-Илийского внутриконтинентального ВПП, характеризуются подобно ему пониженным, минимальным для Центрального Казахстана уровнем гравитационного поля и беспокойным, знакопеременным мозаичным магнитным полем, обусловленным максимальной для Центрального Казахстана мощностью земной коры (свыше 50 км) и значительным увеличением мощности гранитного слоя. Все эти геофизические данные о глубинном строении Балхаш-Илийского ВПП свидетельствуют также о значительно гетерогенном составе его основания. Строение позднепалеозойских СФЗ сложное и разнообразное, что связано с неравномерным распределением по площади вулканических построек, с несопоставимой длительностью их активности (моновулканы, полиритмичные и т. д.) и резко отличающейся интенсивностью проявления вулканической деятельности в различные временные отрезки. 22 Позднепалеозойский разрез описываемых СФЗ, изучавшийся многими исследователями представлен следующими континентальными, прибрежноконтинентальными и лагунными мелководными вулканогенными и вулканогенно-осадочными формациями: последовательно дифференцированной андезибазальт-андезит-дацит-риолитовой, ассоциирующей в разных процентных соотношениях с вулканогенноосадочными отложениями визе-раннесерпуховского возраста (каркаралинская свита, C1v2-s1kr); типичной вулканогенной андезитовой (калмакэмельская свита, C1s2-C2b1kl); дацит-риолитовой (керегетасская свита, C2b2-m1kg); вулканогенноосадочной с ультракислыми вулканитами (коскызыльская свита, C2m2-C3ks); раннепермскими трахиандезибазальт-трахиандезит-андезитовой (джангельдинская, P1 1dž) и андезит-андезидацитовой калиевой щелочности (достарская, P1 1ds); трахидацит-риодацит-риолитовой (шангельбайская, P2 1šn); трахибазальт-андезибазальт-трахиандезитовой (майтасская свита, P1-2mt) и риолит-трахириолитовой (жанская свита, P2žn) [19]. Преимущественное развитие в Жантауской, Южно- и Западно-Токрауской СФЗ вулканогенных и комагматичных с ними интрузивных

образований обусловило то, что морфотектонический облик этих зон определяют главным образом, широко развитые здесь изометричные и кольцевые магматогенные депрессивные и купольные вулcano-тектонические (ВТС) и вулcano-плутонические (ВПС) структуры различных размеров, длительности развития и глубины заложения. Интрузивные массивы в Западно - и Южно-Токрауской СФЗ представлены выходами гранодиоритов позднекаменноугольного топарского (С1 2tp), а также монцодиоритов и сиеногранодиоритов раннепермских кокдомбакского (Р1 2 kk) и граносиенитовых массивов торангылыкского (Р1 3 tr) комплексов. В Жантауской СФЗ наблюдаются крупные выходы граносиенитов раннепермского торангылыкского комплекса, позднепермских монцогаббро-монцодиоритов кадырского (Р2 1 kd) и граносиенитов кызыладырского (Р2 2 kzd), гранитов позднепермского-раннетриасового кызылрайского (Р2-Т1 2 kz) комплексов. В металлогеническом отношении главенствующее значение в ЮжноТокрауской СФЗ [88, 89, 90, 91] (рисунок 1.2) имеют месторождения и проявления редкометалльно-редкоземельного профиля (месторождение Жанет, ПМ Северный Коныркульжа) и золото-серебряного, золотополиметаллического (проявления Умит, Торткуль, Биркси, Саргуль и др.). В зоне широко развиты массивы вторичных кварцитов, характеризующихся небольшими скоплениями высокоглиноземистого сырья и частым проявлением точечного золотого оруденения. Металлогению Западно-Токрауской СФЗ (II-8) (рисунок 1.2) определяют золоторудные проявления (Аксенгир, Жаумен) в северной части, медные и полиметаллические типа трещинно-жильных и минерализованных зон на всей ее территории (проявления Сарыоба, Тарак, Алабие, Актумсук, Сенькубай и др.). На продолжении зоны к северо-востоку в ней известны 23 мелкие золоторудные месторождения Кудер, Слушокы, Айлы, золотополиметаллическое - Жосабай. В зоне оконтурены перспективные полукольцевой формы АксенгирЖауменская золоторудная зона и медная рудоносная площадь Алабие. В восточной части зоны на границе с Жантауской СМЗ выделены рудоносные площади Акгирек и Орункой, перспективные на золото. Металлогения Жантауской зоны (II-9) (рисунок 1.2) выражена наличием комплексного золото-поли-металлического, золото-медного, редкометалльно-редкоземельного и золотого оруденения. Здесь оконтурены крупные по размерам Орункой-Адылбайский рудный район с золото-медносвинцово-молибденовой специализацией и Кенели-Майтасский с редкометалльно-редкоземельным оруденением и перспективная на золото Кызыладырская рудоносная площадь. Котанэмель-Калмаэмельская СФЗ (II-12) (рисунок 1.1 и 1.2). В Котанэмель-Калмаэмельской СФЗ известно всего 4 месторождения. Все месторождения золоторудные (Au), среди которых одно среднее (Таскора), остальные мелкие. Месторождение Таскора. Форма рудных тел – жилы, жильные зоны. Вмещающими породами являются позднекаменноугольная (С2-С3)

терригенновулканогенная андезит-дацит-риолитовая формация (таскоринская свита). Палеотектоническая обстановка – внутриконтинентальный вулканоплутонический пояс (каменноугольно-пермский Балхаш-Илийский). Баканасская СФЗ (II-13) (рисунок 1.1 и 1.2). На карте полезных ископаемых масштаба 1:1 000 000 в Баканасской СФЗ отмечено всего 5 месторождений. Все месторождения меднорудные, из которых 1-среднее и 4 мелких, то есть для зоны просматривается четкая медная специализация. В силу слабой изученности этих медных проявлений не исключается вероятность их золотоносности. Среднее по предварительной оценке медно-цеолитовое месторождение Аи с пластовой формой рудных тел, приурочено к ранне-среднепермской (P1- P2) карбонатно-туфогенно-вулканогенной риолит-базальт-трахибазальтовой (контрастной) формации (бакалинская свита). Палеотектоническая обстановка – континентальный рифтогенез. Помимо разведанной группы медных проявлений, заметно перспективными оцениваются в районе проявления Тайсойган и Караул. Рудопроявления по геологическим критериям предварительных поисковых работ подобны месторождениям актогайской группы и также относятся к штокверковому медно-порфировому типу, поэтому требуют доизучения. Медные месторождения Караул и Тайсойган - штокверковые месторождения, приурочены к позднекаменноугольной (C2 1) габбро-диоритгранодиорит-гранитной формации (кокдалинский комплекс). Палеотектоническая обстановка – континентальный вулcano-плутонический пояс. Месторождения Нурбай и Сарыбулак (форма рудных тел – штоки) находятся на средне-позднедевонском D2-3 стратиграфическом уровне. Все 24 описанные объекты находятся по периферии СВ сектора внутриконтинентального Балхаш-Илийского ВПП. Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельская СФЗ (Окраинноконтинентальный каменноугольный ВПП) (II-141,2,3,4) (рисунок 1.2) Тастыйская подзона (II-141) (рисунок 1.1 и 1.2). Зона характеризуется ярко выраженной медной специализацией, в связи с локализацией вблизи с северной ее границей 4 медных месторождений, из которых три месторождения Актогай, Айдарлы, Кызылкия представляют известную группу месторождений уже разведанных и подготовленных к эксплуатации, но из-за низких содержаний пока не осваиваемых. Все три месторождения связаны с раннепермской (P1 2) габбро-монцодиорит-гранодиорит-гранитовой формацией (актогайский комплекс). Палеотектоническая обстановка формирования СФЗ – каменноугольный окраинно-континентальный вулканоплутонический пояс. В СФЗ проявлена минерализация Sb, As, представленная мелким месторождением Колдар, форма рудных тел у которого - жилы. Вмещающими породами минерализации является раннедевонская (D2ef) вулканогеннокарбонатно-терригенная формация. Кроме того, в зоне с позднекаменноугольной вулканогенно-осадочной каменноугольной формацией связано месторождение Туз. Два месторождения золота Музбель и Жиланды представляют другую возрастную группу. Оба они

приурочены к раннекаменноугольной (C1ms) габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой формации (музбельский комплекс). Последние два месторождения расположены также в пределах окраинно-континентального вулканоплутонического пояса. Котырасанская подзона (II-143) (рисунок 1.2) охватывает значительную территорию Акшатау-Коныратского рудного района и занимает центральную часть ее восточной половины. В региональном плане она является югозападным фрагментом протяженного Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельского окраинно-континентального ВПП. Для подзоны устанавливается следующий формационный ряд: яшмодиабазовая формация ордовика (казыкская свита, O2 kz), морская терригеннокарбонатная фамена (D3fm), морская терригенно-осадочно-вулканогенная лейкобазальт-андезит-дацит-плагиориолитовая турне-нижевизейская с натриевым типом щелочности вулканитов (C1t-v1), прибрежно-морская вулканогенно-осадочная, контрастная андезибазальт-риолитовая натриевой щелочности поздневизе-раннесерпуховская (кусакская свита C1v2-s1ks). Приведенный вертикальный формационный ряд показывает, что наиболее активный этап в ее развитии связан с формированием фаменнижекаменноугольных осадочных и вулканогенно-осадочных отложений. Именно в этот этап, то есть в фаменском веке, Котырасанская СФЗ стала формироваться как структура типа вторичной островной дуги и просуществовала вплоть до верхнего визе, расчленив единый до того 25 краевоморский осадочный бассейн на отдельные части. Расцвет вулканической деятельности пришелся на раннетурнейское время. Для зоны характерно интенсивное проявление и н т р у з и в н о г о магматизма, реализованного в виде крупных массивов балхашского (C1b), топарского (C2tp), калдырминского (C2 2 kl), реже акшатауского (P1 1 а) комплексов. В совокупности они образуют протяженный субмеридиональный Токрауский интрузивный пояс. Более детально изучен Токрауский плутон, выполняющий на значительной площади Коунрадское сводовое поднятие и в большей своей части представленный гранитоидами балхашского комплекса. В его строении участвуют четыре интрузивных фазы. С поздней фазой - гранодиоритплагиогранит-, гранит-порфировыми малыми интрузиями - связано медное оруденение. Металлогения подзоны довольно отчетливая и выражена широким развитием медно-порфирового оруденения (рисунок 1.2). В южной части зоны, с гранитами акшатауского комплекса связаны крупные редкометалльные месторождения - Восточный и Южный Коунрад. На отдельных участках зоны отмечены мелкие проявления золота (Торткуль, Шубар и др.). На территории СФЗ известны медно-порфировые месторождения и проявления, образующие четыре рудные зоны - Коунрадскую, Шозек-БорлыКарабасскую, Аузбаки-Кепчам-Кенькудукскую и Прибрежно-Прикоунрадскую. В северной части обособлены небольшая Шоинды-Кеньказганская рудная зона и рудоносная площадь Есентау-Северное. Каждая из рудных зон включает до трех-

четырёх рудных полей (площадей) и одно крупное или 1-2 средних-мелких месторождений (соответственно Коунрад, Борлы, Каскырказган, Аузбаки, Прибрежное). Длина рудных зон составляет 30-35 км, при ширине до 10-15 км. Зоны расположены в бортовых частях Коунрадского свода и на участке дугообразного (максимального) перегиба Котырассанской зоны, т.е. перехода ее от северосеверо-восточного простирания на севере на меридиональное в центре и юговосточное на юге. Северо-Балхашская СФЗ (П-15) (рисунок 1.2) в центральной части ЖБСС, будучи окружена со всех сторон, за исключением юго-восточной, окраинно-континентальным каменноугольным Тасты-Кусак-КотырассанАлтынэмельским вулcano-плутоническим поясом ВПП. Северо-Балхашская СФЗ представляет внутришельфовую часть окраинного Жонгаро-Балхашского палеобассейна. Процесс осадконакопления в ней был почти непрерывным, начиная со среднего ордовика и до конца карбона. Исходя из состава формаций, для СФЗ можно выделить следующие основные тектонические комплексы: комплекс океанической стадии или зоны рассеянного спрединга – это итмурундинская (O1-2it), казыкская (O2kz), тюретайская (O2tr) свиты; комплекс краевого моря, формирующийся длительное время от позднего ордовика (жаманшурукская 26 свита) до позднего карбона, отложения которого относятся к позднегеосинклинальной, раннеорогенной и орогенной стадиям развития зоны. Для СФЗ характерно слабое проявление интрузивного магматизма, который, после главной позднекаменноугольной складчатости, проявился в виде небольших интрузий габбро-монцодиорит-гранодиоритового состава умитского комплекса ($\mu\delta$ - $\gamma\delta P1um$) и гранит-порфиров кунгисаякского (γ - $\gamma P1kn$). Северо-Балхашская СФЗ отличается от всех ранее описанных слабым проявлением и н т р у з и в н о г о магматизма, который, фактически, не имеет никакого влияния на тектонику зоны. Кроме редких мелких интрузивных тел ультрабазитов, игравших определяющую роль в тектонике СФЗ в начальной стадии ее формирования, картируются мелкие отдельные тела гранитоидных интрузий, отнесенных к раннепермским умитскому (P1um) и кунгисаякскому (P1ks) интрузивным комплексам. В зоне отчетливо фиксируются многообразные складчатые и разрывные дислокации. В прогрессивный этап развития палеобассейна происходило формирование конседиментационных линейно-вытянутых грабенов, горстантиклиналей и сложных коробчатых, угловатых синклиналей, нередко ступенчатых и флексуобразных. Они часто сопряжены с крупными разломами (сдвигами, раздвигами) и имеют характерное асимметричное строение и фиксируют собой зоны растяжения]. В орогенный этап эти структуры были значительно осложнены многочисленными разломами, главным образом сбросами, взбросо-надвигами, вследствие чего в настоящее время отмечается своеобразное кулисообразное строение многих участков зоны. Преобладающее направление тектонических движений северо-западное и субмеридиональное. С разломами часто сопряжены диагональные, нередко

ветвящиеся трещинно-кливажные зоны, выполненные местами дайками и кварцевыми жилами (рудное поле Бактай и др.). Выделены региональные разломы, системы глубинных зон нарушений, среди которых на территории района отмечены фрагменты ИткудукБактайской, Итмурундинской, Котырасанской систем. Металлогения зоны (рисунок 1.2) довольно отчетливая. В раннюю рифтовую стадию ее развития формировались небольшие скопления руд хрома, железа (проявления Мортай II и др.), связанные с телами ультрабазитов в зоне Иткудук-Бактайского разлома и яшмами кызыкской свиты ордовика. С вулканогенно-осадочным процессом в фаменское время связывается накопление маломощных прослоев фосфоритов (рудопоявление Айнабулак, L43-IV). Более широко в зоне распространены месторождения и проявления меди и золота, имеющие промышленное значение (Долинное, Пустынное, Бактай, Иткудук). На территории района оконтурено несколько перспективных золоторудных зон и рудоносных площадей [90]. Саякская СФЗ (II-16) (рисунок 1.1). В металлогеническом отношении СФЗ давно оценивается весьма продуктивной (рисунок 1.2) 27 В Саякской СФЗ выявлено 14 месторождений. Это прежде всего Саякская группа Cu месторождений, которых насчитывается восемь (8). Гидротермальное прожилково-вкрапленное месторождение Беркара штокверкового типа, приуроченное к раннепермской (P1 2) габбромонцодиорит-гранодиорит-гранитовой формации (умитский комплекс). Скарновые медные месторождения: Саяк IV-Медный, месторождение Саяк II, Саяк III, Тастау с формой рудных тел в виде пластовых залежей находится в отложениях, позднекаменноугольной (C2m2-g) туфогенно терригенной формации (кунгисаякская свита), формировавшийся в обстановке прибрежного шельфа остаточного прогиба окраинного моря. Месторождение Саяк I и Молдыбай, также скарновые медные проявления, связаны с более ранней бурултасской свитой, которая типизируется с раннекаменноугольной (C1s2-b1) карбонатно-туфогенно-дацит-андезитовотерригенной формацией, формировавшейся в палеотектонической обстановке остаточного прогиба окраинного моря (шельфовая фация). Ещё один уровень Cu минерализации фиксирует месторождение Жамбас-Восточный, с пластовой формой рудных тел, приуроченных к раннесилурийской (S1l) туфогенно - терригенной формации (альпеисская свита). Палеотектоническая обстановка – окраинное море, внешний шельф. Au месторождение Шолкызыл, с жильной формой рудных тел, локализуется в интрузивных породах раннепермской (P1 2) габбромонцодиоритгранодиорит-гранитовой формации (умитский комплекс).

Особенно велика роль региональных разломов. Они контролируют размещение магматических образований, гидротермально-измененных пород, рудных узлов, полей и отдельных месторождений. В то же время пространственное распространение самих рудных залежей определяется более

мелкими, локальными структурами. Они обычно уходят от основных швов региональных дизъюнктивов и локализуются в разрывных нарушениях более высокого порядка, в трещинах разрыва и скалывания. В зависимости от соотношения форм залегания вмещающих пород с трещинными структурами и тектонических трещин между собой, морфология рудных тел может быть самой разнообразной: жилы, линзы, трубообразные залежи, штокверки и т. д. При этом сказываются и экранирующие свойства отдельных пород или дорудных разрывных нарушений. Естественно, что при изучении морфологии оруденения должны учитываться также первичные или создавшиеся в результате тектонических усилий коллекторские свойства пород. Совокупность выше перечисленных структурных критериев нередко приводят к образованию рудных столбов и бананцев (Комшток, Крипл Крик и др.). Факторы структурного контроля специфичны для каждого рудного района и имеют важное поисковое значение. Касаясь магматического фактора контроля оруденения, следует, прежде всего, указать на проблематичность вопроса связи близповерхностных месторождений с плутоногенным, либо вулканогенным магматизмом. Одни исследователи (П. Ниггли, Г. Шнейдерхен, И. А. Усов, Ф. Н. Шахов, И. С. Рожков, Н. А. Фогельман и др.) подчеркивают более тесную связь золотосеребряных месторождений с явлениями вулканизма (экструзиями). В. А. Обручев, А. Ботман, Г. Нолан, Г. П. Воларович и многие другие оснований для такого противопоставления не видят, поскольку интрузивные образования относятся к приповерхностной фации глубинности. Спецификой близповерхностного оруденения является то, что месторождения ассоциируют с интрузивами субвулканической фации глубинности, зачастую представляющими неизлившийся лавовый эквивалент, и пространственно тяготеют к локальным, нередко изолированным, участкам наибольшей проницаемости (см. рис. 2.4). Их важнейшая особенность – набор минеральных типов и закономерности пространственного развития гидротермально-измененных пород, вмещающих рудные тела. Основным признаком отличия околорудных пород этих объектов от более глубинных – своеобразная полярность адуляра и альбита. Альбитизация свойственна более глубинным (гипабиссальным) месторождениям, адуляризация – близповерхностным. Весьма разнообразны минеральные виды их руд. Они выражены присутствием окислов, сульфидов, сульфосолей, самородных металлов и теллуридов, что является следствием телескопирования минеральных ассоциаций. По вещественному составу среди руд близповерхностных месторождений различаются: 1. Месторождения самородного золота. Нитевидное золото и его вкрапленность находятся в породах существенно кремнистого (кварц, халцедон 33 и др.) состава, содержащих небольшое количество адуляра, карбонатов, сульфатов (барит, гипс) и цеолитов. Из рудных минералов с золотом ассоциирует небольшое количество пирита; 2. Сульфидные месторождения со свободным

золотом – тип «Гингуро» (Япония), Тонопа (США) и др. Содержание сульфидов варьирует от 1-3 до 8-15 %. Среди них преобладает пирит. Присутствуют также сфалерит, галенит, халькопирит, аргентит и др.; 3. Месторождения золотоносных сульфидов – тип «Курамоно» (Япония). Самородное золото не характерно. Сульфиды представлены пиритом, сфалеритом, галенитом и халькопиритом (месторождения Камчатки, Курильских островов, некоторые жилы месторождений и др. в Румынии и т. д.); 4) Месторождения теллуридов золота. Продуктивной минеральной ассоциацией являются нагиагит, сивланит, петцит, креннерит, гессит, (Баян Ариеш в Румынии, Крипл Крик в США, Зодское в России); 5. Золото-селенидный тип (Рипаблик в США); 6. Золото-алунитовый тип (Гольфилд в США, Арманское в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе России); 7. Золото-аргентитовый тип (Эль-Оро в Мексике, Тонопа в США и др.). Следует подчеркнуть, что между многими из выделенных по вещественному составу типов месторождений имеются взаимопереходы, обусловленные вертикальной зональностью. В общем виде в вертикальном разрезе близповерхностных месторождений намечается 3 зоны, отличающиеся минеральными парагенезисами, текстурно-структурными особенностями руд, формой нахождения золота и серебра другими свойствами: в е р х н я я (100-200 м) – зона золотоносного халцедоновидного кварца, часто с карбонатами; с р е д н я я (200-400 м) – золото-серебряная, либо сереброносная, содержащая сульфоарсениды, сульфоантимониты и сульфовисмутиды, золотосеребросодержащие сульфиды; и наконец, н и ж н я я (400-900 м) – зона развития золотоносных сульфидов свинца, цинка и меди. В зоне золотоносных сульфидов минералы серебра обычно более редки или исчезают совсем. В то же время золотоносные сульфиды, особенно пирит – обильны; на более глубоких горизонтах к пириту присоединяются сфалерит, галенит, халькопирит. Эрозионный срез эпитермальных месторождений далеко не всегда совпадает с зоной промышленного оруденения, поэтому первостепенной задачей исследований является изучение первичных геохимических ореолов рассеяния и определение глубины эрозионного среза. По данным Н. А. Китаева, В. В. Поликарпочкина (1967), Такашима, Кишимото, Като и др. (1963) основные особенности первичных ореолов – их элементарный состав, а также форма, размер и внутреннее строение. Характерными элементами ореолов являются серебро, медь, свинец, цинк, мышьяк, сурьма, ртуть, таллий. Серебро основной элемент-спутник золоторудных месторождений. Повышенная сереброносность золота и наличие минералов серебра в этих объектах приводят к сдвигу золото-серебряного отношения в сторону серебра в среднем (1:20) для вмещающих пород. В то же время мышьяк и другие элементы не всегда могут быть их надежными индикаторами, поскольку в значительных количествах выделяются при вулканических извержениях независимо от процессов рудообразования. Интересной особенностью золото-серебряных месторождений

являются крупные размеры ореолов по сравнению с масштабами рудных тел. При изучении первичных ореолов можно ориентироваться на элементы, обладающие наименьшей склонностью к рассеянию (золото, серебро, в меньшей степени медь и цинк). По мере приближения к рудному телу количество их заметно возрастает, однако содержание свинца, возможно, ртути в зальбандах жил резко уменьшается. По данным Н. А. Китаева и В. В. Поликарпочкина, на месторождениях Забайкалья высота ореолов над верхней кромкой промышленного золотосеребряного оруденения составляет 300 м. Видимо, примерно такая её величина характерна и для других месторождений. Вертикальная зональность ореолов рассеяния, выражающаяся в смене по вертикали зоны оптимального выделения различных элементов, выглядит следующим образом (сверху вниз): Au, Ag –Pb –As, Sb-Cu. Глубина формирования близповерхностных месторождений оценивается как 100-500 м от дневной поверхности на момент рудоотложения. При этом размах оруденения измеряется сотнями метров, но обычно не более 1 км. Особенность Тихоокеанского кольца состоит в том, что в нем практически отсутствуют «пустые» сегменты. При рассмотрении обедненных золото-серебряными объектами сегментов кольца необходимо иметь в виду, что, помимо собственно золото-серебряных месторождений, здесь развиты связанные с ними фациальными переходами золото-медно-порфировые, золотопорфировые и золото-мышьяковисто-порфировые объекты (Форт-Нокс, Бревери-Крик, Райян-Лод и другие). Кроме того, сопоставление различных сегментов кольца позволяет прогнозировать месторождения новых типов. Не исключено, что разные эпохи золотого оруденения обладают различной металлогенической специализацией. Имеющиеся данные по изотопным датировкам месторождений позволяют наметить в Российской части Тихоокеанского пояса несколько разновозрастных рядов. Возрастные соотношения близповерхностных золоторудных месторождений свидетельствуют о том, что большинство их формировалось в позднем мезозое и кайнозое. Палеозойские близповерхностные руды выявлены на территории стран СНГ в Восточном Узбекистане и на территории Казахстана в основном в герцинидах Жонгаро-Балхашской складчатой области (ЖБСС).

Значительная часть вулканогенно-плутоногенных золото-серебряных проявлений, размещающихся в Тасарал-Кызылэспинской СФЗ, связана, главным образом, с гранитами позднедевонского кызылэспинского комплекса (позднедевонская калиево-гранит-лейкогранитовая формация). Эта повышенная золотоносность позднедевонских гранитоидов Тасарал-Кызылэспинской СФЗ, конечно же, требует тщательного изучения, учитывая локализацию промышленной группы месторождений Акбакайской рудной площади также в позднедевонских гранитоидах, представляемых в этом регионе

кызылжартасским комплексом (D3kz). Еще одной четко выявляемой закономерностью проявления вулканогенного эпитермального Au-Ag оруденения является хорошо прослеживаемая связь его с площадями развития гидротермальнометасоматически переработанными породами (метасоматитами). М.С. Рафаиловичем и Л.К. Алексеевой золото-продуктивные гидротермалиты подразделены на четыре метасоматические формации: кварцадуляровую, аргиллизитовую, вторично-кварцитовую и кварц-серицитовую. Из перечисленных метасоматических формаций на территории ЖБСС по мнению ряда геологов, изучавших этот тип оруденения наибольшим распространением пользуется вторично-кварцитовая формация. Далее, по мере убывания: кварцадуляровая, кварц-серицитовая, аргиллизитовая формации [120]. На территории ЖБСС картируются сотни массивов вторичных кварцитов (рисунок 3.11), которые, начиная с Наковника И.Н., исследованы В.А. Соколовым, Т.Ч. Чолпанкуловым, Н.А. Румянцевой, К.А. Азбелем, И.Б. Соколовой, Л.К. Алексеевой, В.В. Солодиловой, Е.В. Пучковым, А.М. Смирновым, Л.С. Калиниченко, Д.Х. Хайрутдиновым, Ж.Л. Диаровой, В.А. Нарсеевым и многими другими. Это массивы и целые площади: Жосалы, Уштоган, Нуртай, Курпетай, Жилынды, Северное, Актогай, Кыра, Косшоки, Жакедуан, Косе, Сарыоба, Акшоки, Сымбыл, Аксенгир, Ктай, Акгирек, группа массивов вторичных кварцитов ВПС Жанет, Саргуль Родниковый, Южный Саргуль, Биркси, Кокдомбак, Каратеке, Карабас, Борлы, Торт-Куль, Жамантуз, Наурызбай, Итлай, Уштобе, Шешенкара, Сокуркой, Биркси, Таргыл Западный, Табак-Калган, Улькен Табак-Калган, Сона, Кызылкайнар, Бесшоки, Балабосага, Жорга, Жиланды Восточное, Запалат и другие, в большинстве из которых обнаруживаются признаки золото-серебряной минерализации, совершенно не изученной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты магистерской диссертации по теме: «Геолого-геофизические рудоконтролирующие факторы для выделения перспективных площадей на редкие металлы на месторождении Акмая (Центральный Казахстан)» привели к следующим заключениям:

1) Анализ геологической карты и карт геофизических аномалий, а также изучение петрофизических характеристик измененных зон – метаморфизованных и метасоматически измененных рудовмещающих пород – будут приняты за основу установления рудоконтролирующих факторов редкометалльных оруденений Акмая-Катпарской рудной зоны.

2) Петроплотностные характеристики указанных месторождений в принципе определяют природу остаточных гравитационных аномалий. Четкая петроплотностная характеристика границ верхнекарбонových и пермских гранитоидов ($2,55 \text{ г/см}^3$) с одной стороны и вулканогенно-осадочных образований силура и карбона ($2,64\text{--}2,78 \text{ г/см}^3$) с другой, позволяет применять петроплотностные характеристики пород как рудоконтролирующий фактор для поисков месторождений редких металлов скарново-грейзенового типа.

3) Граниты Акмаинского и Катпарского массивов в поле силы тяжести фиксируются единым гравиминимумом в форме правильного эллипса интенсивностью $0,2 - 0,3$ мГал, ориентированного в северо-восточном направлении. Карта изодинам показывает что, положительными аномалиями интенсивностью $50 - 250$ нТл выделяется интрузив-надинтрузивная зона Акмаинского массива.

Район месторождения Акмая выделяется положительной магнитной аномалией с интенсивностью от 50 до 100 нТл, причиной является низкая магнитная восприимчивость рудовмещающей среды.

4) Моделирование пространственных границ рудного тела производилось в программе MicroMine. За основу каркасной модели брались границы рудного тела **по бортовому содержанию триоксида вольфрама на $0,15\%$** . Площадь рудной зоны имеет вытянутую форму, располагаясь длинной осью по простиранию известковой пачки пород.

5) В глубоких горизонтах северо-западной и юго-западной частей месторождения встречаются участки с высокими содержаниями триоксида вольфрама до $0,60\%$ и выше, когда в верхних горизонтах преобладают зоны с бортовыми его содержаниями. Поэтому большой интерес представляет глубокие горизонты этих частей месторождения и они могут увеличить запасы триоксида вольфрама.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Субботин И.Н. и др. Пояснительная записка к подсчету запасу Акмаинского редкометального месторождения по состоянию 01.01.1952г.
- 2 Справочник. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. - Алматы.1998. -136с.
- 3 Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д., Геолого-динамическая модель формирования месторождений редких металлов Центрального Казахстана, Изд. «Нурай Принт Сервис», 2010. С.215
- 4 Авдеев С.А. Отчет о детальной разведке месторождения Северный Катпар подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1993г.
- 5 Уразаев Б.М. Физические свойства горных пород и геофизические поля. Алма-Ата: Наука, 1971. - 245 с.
- 6 Курскеев А.К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1983. - 286 с.
- 7 Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана // под редакцией А.А.Абдулин – Алматы: 1998. - 102 с
- 8 Справочник. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. - М: Недра, 1984.
- 9 Смелов А.А., Григорьев В.Н., и др. О петрофизической классификации горных пород и ее использовании при прогнозировании и поисках рудных месторождений// Сб. трудов «Современные представления о глубинном и геологическом строении и рудоконтролирующих структурах Казахстана.» Алма-Ата: 1985. 123 с.
- 10 Соловьёв Г.А. Петрофизическая характеристика эндогенных месторождений. - М: Недра, 1984.
- 11 Софронов А.А. Использование плотности и магнитной восприимчивости пород при изучении метасоматических процессов. // В кн. Методика и техника петрофизических исследований. - Апатиты: 1977. С. 56-57.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
Отар Еділ Аралбайұлы
Кафедра Геофизика

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Петрофизические характеристики Акмая-Катпарской рудной зоны (Центральный Казахстан)	Статья	СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ VII Международной научно-практической конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ И РУДНОЙ ГЕОФИЗИКИ»	5 стр.	Аблесенова З. Н., Исаева Л. Д., Серікбаев Е. Ә.
2	Выделение перспективной площади в пределах известных месторождений на основе модельных построений	Статья	СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ VII Международной научно-практической конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ И РУДНОЙ ГЕОФИЗИКИ»	6 стр.	Аблесенова З. Н.

Автор

Научный руководитель

Заведующий кафедрой Геофизики

Отар Е.А.

Исаева Л.Д.

Ратов Б.Т