

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

На правах рукописи

КОТЕЛЬНИКОВ
ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

**СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПАЛЕЗОЙСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА
ТЕЛЬБЕССКОЙ СТРУКТУРЫ
ГОРНОЙ ШОРИИ**

Специальность 25.00.01

Общая и региональная геология.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2010 г.

Работа выполнена на кафедре месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского Университета Дружбы Народов (РУДН).

Научный руководитель кандидат геолого-минералогических наук,
зав. кафедрой Дьяконов В.В. (РУДН)

Официальные оппоненты доктор геолого-минералогических наук,
в.н.с. Кузнецов Н.Б. (ГИН РАН)

кандидат геолого-минералогических наук,
зав. сектора Карпузова Н.У. (МФ ВСЕГЕИ)

Ведущая организация
Геологический факультет МГУ

Защита диссертации состоится 24 июня 2010 г. в 15⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д.212.121.03 в Российском государственном геологоразведочном университете им. Серго Орджоникидзе по адресу: 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, РГГРУ, ауд. 5-81.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке РГГРУ по адресу: 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук,
доцент

Филатова Л.К.

Общая характеристика работы.

Актуальность исследований

В последнее время в России наблюдается устойчивая тенденция к наращиванию объемов добычи металлических полезных ископаемых - меди, железа, золота и др., что, в свою очередь, требует восполнения минерально-сырьевой базы за счет прироста запасов. Так как ресурсный потенциал россыпных месторождений выбывает в первую очередь, то прирост запасов, в основном, происходит за счет коренных источников. Особенно остро проблема подготовки прогнозных ресурсов и запасов полезных ископаемых стоит для давно сформировавшихся горнодобывающих регионов страны. Интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых привела к «истощению» источников сырья. Это, в полной мере, относится и к рассматриваемому в диссертации региону – югу Сибири. Подавляющие объемы ресурсов и разведанных запасов железных руд, меди и цинка сосредоточены в регионах, имеющих значительное удаление от металлургических комплексов, а рассматриваемая территория - Тельбесский район, располагается в непосредственной близости (в пределах 100-150 км) от крупных промышленных предприятий (Кузнецкий металлургический комбинат, Западно-Сибирский металлургический комбинат, Салаирский горно-химический комбинат).

Резко сократившиеся в конце прошлого века объемы геологоразведочных работ, направленных на восполнение минерально-сырьевой базы действующих рудников юга Сибири (Горная Шория, Салаир, Хакассия), создали реальную угрозу закрытия действующих горнодобывающих предприятий региона. А если учесть то, что многие рудники являются градообразующими предприятиями, возникает серьезная социальная напряженность в регионе. Для решения таких проблем разработана программа правительства по решению проблем моногородов. С целью устранения вышеперечисленных негативных факторов необходимо в ближайшее время создать прирост запасов месторождений полезных ископаемых вблизи действующих предприятий, так как развитая инфраструктура делает их привлекательными для освоения и позволяет быстро и экономично вести разработку даже относительно некрупных объектов.

Проведенные исследования открывают новые возможности в развитии ресурсной базы металлических полезных ископаемых в пределах территории с развитой горнодобывающей и перерабатывающей промышленностью.

Цель работы

Выявление условий локализации рудопроявлений и месторождений золота на территории юго-западной части Горной Шории.

Совершенствование прогнозно-поисковых критериев для поисков рудных концентраций в крупных вулканоплутонических структурах.

Прогнозирование рудопроявлений и новых месторождений, на основе предлагаемого комплекса методов с использованием современного компьютерного обеспечения.

Основные задачи исследований

1. Изучение геолого-структурных особенностей юго-западной части Горной Шории.
2. Реконструкция Тельбесской палеовулканической структуры, на основе: фациального анализа отложений; дешифрирования аэро- и космоснимков.
3. Определение петрохимических особенностей вулканогенных образований.
4. Выявление геолого-геофизических параметров при проведении палеореконструкции.
5. Выявление структурных условий локализации рудной минерализации и выделение перспективных участков.

Фактический материал и методика исследований

В основу диссертационной работы положены данные, полученные автором при проведении геолого-разведочных полевых работ и камеральных исследований в юго-западной части Горной Шории и обработки материалов предшественников.

Полевые исследования включали геологические маршруты в пределах исследуемой площади и перспективных участков, направленные на изучение палеовулканической постройки; документацию канав и керн скважин; штучное и шлиховое опробование, в котором автор участвовал в качестве геолога ЗАО «ЗСГУ», в течение 3-х полевых сезонов.

Сбор и анализ данных аналитических исследований: силикатный анализ, химический (пробирный) анализ, полуколичественный спектральный анализ; шлиховой; минералогический анализ протолок; общим объемом 250 шт., из них авторских 47 шт.

В камеральный период самостоятельное изучение включало:

- изучение минерального состава руд и пород под микроскопом (прозрачные и полированные шлифы) 85 шт.;

- дешифрирование аэрофотоснимков масштаба 1:25 000 и спектральнозональных космоснимков Landsat 7 с разрешением на местности 30 м, площадью около 35 000 м²;

- работа в фондах позволила ознакомиться и изучить материалы 43 производственных отчетов (с 1944 по 1999 гг.);

- статистическая обработка геофизических данных предшественников, химических анализов по данным опробования предшественников, построение графических иллюстраций с помощью программ Statistica, COSCAD 3D, ArcView Gis 3.2a, ArcGis 9.2, ГИС ПАРК 6.

Методика исследования включает в себя: изучение геологического материала масштабов 1:200 000, 1:50 000, опробование горных выработок и керна скважин (штуфное, бороздовое, сколковое и др.), шлиховые исследования, минераграфическое и петрографическое изучение руд и пород, петрохимические пересчеты, фаціальный анализ вулканогенных формаций, анализ результатов геофизических съемок: гравиметрическая 1:200 000, аэромагнитная 1:200 000; дешифрирование аэро- и космоснимков, статистическая обработка геологических и геофизических данных.

Научная новизна

В результате проведенных исследований получены новые данные по геологическому строению региона и условиям локализации золото–серебряной полиметаллической минерализации в юго-западной части Горной Шории. Основные положения исследований можно выразить следующим образом:

1. В пределах Тельбесского района (Горная Шория) выявлена крупная палеовулканическая структура, в поперечнике около 100 км, приуроченная к зоне сочленения глубинных разломов.
2. Установлены области развития жерловой, склоновой, удаленной фаций, как для первой (базальт-андезитовая), так и для второй (андезит-дацит-риолитовая) стадий единой вулканоплутонической ассоциации.
3. По результатам дешифрирования космо- и аэрофотоснимков в пределах Тельбесского района выявлена основная закономерность размещения тектонических и структурных элементов.
4. Выявлены особенности рудной локализации в пределах Тельбесской палеовулканической структуры: известная золото–серебряная полиметаллическая минерализация располагается в склоновой группе фаций. Перспективными являются склоновая и околожерловая фации палеовулкана.
5. На основе проведенных исследований рекомендуется рациональный комплекс методов для поисков эндогенного оруденения, включающий в себя: космо- и аэродешиф-

рирование, палеовулканическую реконструкцию, петрохимический анализ, анализ геофизических полей.

Практическая значимость

1. Предложен новый взгляд на геологическое строение Тельбесского района Горной Шории с позиции палеовулканической реконструкции.
2. Результаты выполненных исследований позволили предложить комплекс методов при поисках оруденения, который позволил наметить новые перспективные участки на выявление золотого оруденения.
3. Создана геолого-геофизическая модель Тельбесского района ранне-среднедевонской вулканоплутонической структуры в западной части Горной Шории, позволяющей по-новому взглянуть на геологическое строение района и его перспективы на выявление новых месторождений полезных ископаемых.
4. Предложенная методика исследований палеовулканических структур может быть использована в аналогичных геологических условиях.

Структура работы

Диссертация содержит: 193 страницы, состоит из введения, пяти глав и заключения, 9 таблиц и 85 рисунков, и списка литературы из 93 наименований. В автореферате материал изложен по защищаемым положениям.

Работа выполнена на кафедре месторождений полезных ископаемых и их разведки В.М. Крейтера Российского Университета Дружбы Народов под научным руководством кандидата геолого-минералогических наук заведующего кафедрой В.В. Дьяконова, которому автор выражает глубокую признательность. Автор благодарит, также, сотрудников кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки В.М. Крейтера Университета Дружбы Народов, консультации и замечания которых были учтены и использованы на всех этапах подготовки диссертации.

Неоценимую помощь оказали: заместитель начальника управления геологических основ, науки и информатики Федерального Агентства по недропользованию МПР РФ Карпузов А.Ф., геологи юга Сибири - начальник управления по недропользованию по Кемеровской области МПР РФ Мамлин А.Н., геологи Западно-Сибирского геологического управления (ЗАО «ЗСГУ») в лице генерального директора – Котельникова Е.И., главного геолога – Курьяновича В.Г., начальника геологического отдела – Кононова О.А., главного геолога Шалымской ГЭ – Яшина В.Д., Шокальского С.П. («ВСЕГЕИ»), Бабина Г.А. («СНИИГ-

ГиМС»), Кузнецова С.П. (ФГУГП «Запсибгеолсъемка») и других геологов за консультации и замечания по данной работе и помощь в сборе фондовой информации и проведении полевых работ.

Апробация работы

Основные положения диссертации опубликованы в шести статьях (2 в печати) и доложены на научных конференциях: в 2006 г. на XXV научно-технической конференции студентов инженерного факультета «Приоритетные направления техники и технологии в XXI веке» (г. Москва, РУДН), в 2007 г. на VIII международной научной конференции «Новые идеи в науках о земле». (г. Москва, РГГРУ) в 2008 г. на научно-технической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов инженерного факультета. Современные инженерные технологии (г. Москва, РУДН).

Основные защищаемые положения

- В пределах западной части Горной Шории, Тельбесского района выявлен крупный орогенный палеовулкан длительного развития возраста D_{1-2} .
- Вулканогенные и интрузивные породы, слагающие Тельбесскую структуру, относятся к единой вулcano-плутонической ассоциации с гомодромной известково-щелочной направленностью магматизма.
- В пределах Тельбесского палеовулкана известная золоторудная минерализация концентрируется в площади развития склоновых отложений, пространственно приуроченных к субвулканическим телам, располагающимся в зонах сочленения кольцевых и радиальных разломов.

История геологического изучения

По архивным данным в 1811 г. татаринем Елейской волости Низороковым был открыт Успенский свинцово-серебряный прииск от Риддерского акционерного общества.

Систематически же, геология западной части Горной Шории стала изучаться с 30-х годов, т.е. с момента создания местной сырьевой базы для Кузнецкого металлургического комбината. С тех пор выполнены большие объемы работ, включающие геологические съемки масштабов 1:200000, 1:100000, 1:50000, геофизические работы различных масштабов и видов, поисковые работы на золото, железо, полиметаллы и другие полезные ископаемые.

В 30-х годах прошлого века партиями Алтайского управления казенных Калывано-Воскресенских заводов были открыты первые промышленные россыпи золота в системе р. Кондома и, несколько позднее, в бассейне р. Мундыбаш.

В 1953-54 гг. Открыто Киришлекское свинцово-флюоритовое месторождение (Никитина, 1955).

В 1956г. Южной геофизической партией юго-западнее железнодорожной станции Калары выявлены вторичные ореолы рассеяния свинца и цинка (Пипар, 1956).

В 1967-68 гг. Чугунашской ПСП выявлена золото-полиметаллическая зона протяженностью 1.5км (Сергиенко и др., 1971).

В 1967г. В.В. Сыроватским и Я.Я. Ржиго составлена "Прогнозная карта на рудное золото масштаба 1:500000 листа N-45" и записка к ней.

На всей территории Горной Шории, на протяжении нескольких десятков лет, проводились целенаправленные геофизические работы. Тельбесская структура на сегодняшний день полностью покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1: 200 000 с неравномерной сетью наблюдений с шагом от 1 до 2 км, интерполированной в регулярную сеть 1 x 1 км, сечение изолиний составило 2.5 мГал. Аэромагнитная самолетная съемка выполнялась на высоте около 200 м аэро-спектрометрической станцией СТК-28 по субширотным профилям, расположенным на расстоянии от 1.5 до 2 км.

Геологическое строение Тельбесского района Горной Шории

Исследуемая территория находится на южной оконечности Кузнецкого Алатау, который, в свою очередь, является частью салаирско-каледонской (раннекаледонской) складчатой системы Алтае-Саянской области, входящей в состав Центрально-Азиатского подвижного пояса (Урало-Монгольского пояса). На юге Кузнецкий Алатау граничит с каледонидами Горного Алтая, на западе и востоке перекрывается герцинскими структурами Кузнецкого прогиба и Минусинской впадины, на севере погружается под мезозойско-кайнозойские отложения чехла Западно-Сибирской плиты. Алтае-Саянская складчатая область на востоке ограничена древней Сибирской платформой, а на западе — герцинской Иртыш-Зайсанской зоной.

На основе региональных геологических исследований и материалов глубинного зондирования определено, что Тельбесская структура располагается в зоне сочленения крупных региональных разломов (Бийско-Большереченского и Кузнецко-Алтайского и Присалаирского).

В геологическом строении района принимают участие верхнепротерозойские (известняки, сланцы, песчаники), кембрийские (вулканиты основного и среднего состава, известняки), ордовикские (песчаники, алевролиты, известняки), девонские (вулканиты основного, среднего и кислого состава, песчаники, алевролиты) отложения, и интрузивные породы (Тельбесский монцодиорит-гранодиорит-меланогранитовый комплекс, Кистальский граносиенит-гранит-лейкогранитовый комплекс - диориты, гранодиориты, граниты), и мезокайнозойские образования (песчаники, глины, мергели).

Первое защищаемое положение

В пределах западной части Горной Шории, в Тельбесском районе, выявлен крупный орогенный палеовулкан длительного развития возраста D_{1-2} .

На исследуемой территории широко развиты пирокластические, лавовые и вулканогенно-осадочные породы, принадлежащие к разным вулканогенным фациям девонского возраста, каждая из которых занимает вполне определенное пространственное положение.

В этих отложениях присутствуют породы различных зон вулканического аппарата, но, к сожалению, они не были разделены исследователями на фациальные зоны. Поэтому на основе теоретических представлений о строении фациальных зон вулканов и собственных полевых наблюдений (Составление детальных геологических разрезов, отбор проб в различных частях территории) предлагается собственная интерпретация размещения отложений в пространстве. **Под вулканогенной фацией по Авдониу В.В. (1986) понимается горная порода, геологическое тело или совокупность характерных вулканогенных пород, образовавшихся в конкретных физико-географических и термодинамических условиях, отраженных в особенностях их строения.** В ряду фаций, по степени удаленности от центра извержений, выделяются околожерловая (преимущественно лавовые, туфолавовые отложения и туфобрекчии, а также субвулканические тела), промежуточная (склоновая - более развиты лавовые, вулканогенно-осадочные отложения, туфы) и удаленная группы (осадочные породы с примесью вулканитов). Т.е. по мере удаления от выводного канала уменьшается степень спекания обломков, количество пирокластики, уменьшаются размеры обломков, и увеличивается примесь перемытого вулканогенного и осадочного материала.

В процессе анализа собранных геологических материалов были выделены две стадии развития вулканической постройки, различных по составу, условиям залегания пород, в которых, в свою очередь автором диссертации выделены, согласно Авдониу В.В., три основные поверхностные фации вулканогенных пород:

1 - стадия: базальт – андезитовая. Состоит из следующих вулканических фаций:

- Околожерловая. Представлена многочисленными субвулканическими и экстррузивными телами диоритовых порфиров, андезитов, дацитов. Потоки андезитов.
- Склоновая. Представлена туфами, лавами разной размерности основного и среднего состава, по мере удаления от центра извержения лавовые потоки уменьшаются.
- Фрагменты удаленной. Представлена туфами, пепловыми туфами и туфопесчаниками различного состава, и в небольшом объеме лавами.

2 - стадия: андезит-дацит-риолитовая. Состоит из следующих вулканических фаций:

- Околожерловая. Экстррузивные тела андезитов, дацитов. Потоки риолитов, игнимбритов кислого и среднего состава, а также агломератовые туфы и туфобрекчии с цементом кислого и среднего состава.
- Склоновая и удаленная. Представлена туфами, лавами средне-кислого состава, по мере удаления от центра извержения среди лавовых потоков начинает преобладать туфовая составляющая. Туфопесчаники различного состава.

Вулканическая деятельность выражается не только выбросами вулканического материала на поверхность, но и образованием ряда близповерхностных тел различной формы. Среди вулканогенных фаций выделяются поверхностные и глубинные фации. На завершающей стадии развития произошло внедрение интрузивов.

С большой долей уверенности можно сказать, что по внешней зоне вулканической постройки проходит кольцевой разлом, по которому вулканическая постройка «просела», что подтверждается присутствием отложения мела в северо-западной части структуры, которые практически не выходят за границы внешней зоны. Юго-восточная часть структуры была поднята и отложения девонского возраста были размыты.

Предпосылкой к проведению фациального анализа стало дешифрирование космоснимков и аэрофотоснимков территории Тельбесского района.

Основные виды геологической информации, полученные при анализе материалов дистанционного зондирования сгруппированы в три крупных класса:

- Тектоническая - разрывные нарушения, складчатые структуры, блоковые структуры, кольцевые структуры;
- Литолого-петрографическая (вещественно-структурная) – литолого-генетические комплексы четвертичных образований, вещественные и структурно-вещественные

комплексы стратифицированных дочетвертичных образований, метаморфические образования, интрузивные образования;

- Историко-геологическая - структурные этажи, проявления неотектонических движений.

Для исследования территории были использованы космоснимки Landsat с разрешением на местности 30 м. На территории данных космоснимков выделяются два типа элементов дешифрирования – линейные и кольцевые.

Общие направления линейных элементов: субмеридианальное, субширотное и северо-восточное. Длина выделенных элементов колеблется от 10 км до 120 км. Они приурочены к спрямленным руслам рек, к протяженным хребтам, а также элементам, имеющим резкую границу фототона и границу между разными текстурами. Наиболее отчетливо проявляются эти линейные элементы при комбинации 3-каналов снимка 3-4-5 (RGB).

Для выделения кольцевых структур предлагаются следующие основные признаки.

- Концентрический или радиально-концентрический характер рисунка изображения орографических, гидрографических, почвенных, растительных и прочих элементов ландшафта.
- Круговая или овальная форма аномального фототона зон изображения, обусловленная морфоструктурными особенностями ландшафта или вещественным составом геологического субстрата.
- Сочетание обоих признаков.

Кольцевые элементы, в основном, представлены дугами и выделяются по скругленным руслам рек, реже по фототону при крупном масштабе, а при уменьшении масштаба - наоборот. Речная сеть на данной территории имеет сложный рисунок, который зависит от территории, по которой протекает река.

По комбинации дуг между собой, а также линейных элементов вырисовывается концентрически кольцевая структура, представляющая собой вложенные кольца диаметром от 15-20 км до 110 км.

На фотоснимке устанавливаются несколько различных типов горных пород (фаций), отличающихся текстурой изображения, характером речной сети, наличием чередующихся линейных зон с различным фототонем (зебра), различной насыщенности фототона, в комбинации с рельефом. Для этого был использован семиканальный космоснимок, со следующими цветовыми гаммами (RGB): 7-4-2, 7-5-4, 4-5-1, 4-3-2. Эти фации соответствуют различным зонам палеовулканического сооружения, и в большей мере отвечают следующим свитам: ка-

занкольской, тазовской, учуленской, а также риолитоидной и базальтоидным толщам в тель-бесской серии, кувасской толщи, палатнинской-копьевской, аскизско-бейской и восточно-кузбасская серий.

По отношению к вулканическому аппарату они имеют следующее пространственное соотношение:

- Околожерловая (тазовская, базальтоидная)
- Склоновая (тазовская, учуленская, риолитоидная, базальтоидная)
- Удаленная (казанкольская, учуленская, риолитоидная, базальтоидная, абрамовская, кувасская, палатнинско-копьевская, аскизско-бейская, восточно-кузбасская)

Кроме дешифрирования космоснимка, была произведена сборка аэрофотоснимков, перекрывающих значительную часть территории (в масштабе 1:25 000) в количестве 580 шт., а также построение линеаментов. Длины линейных элементов от 100 м до 2 км, диаметры кольцевых элементов от 100 м до 1,5 км. Увеличение масштаба не дало возможности выявить какие-либо крупные структуры. Однако удалось выделить следующую тенденцию:

Первая стадия развития вулканической постройки: В зоне распространения преимущественно основных вулканогенно-осадочных отложений, преимущественное направление линейных элементов – северо-восточное.

Вторая стадия развития вулканической постройки: Сгущение линеаментов происходит в зонах распространения преимущественно кислых вулканогенно-осадочных отложений, кроме того, встречаемость кольцевых линеаментов в этих зонах также значительно выше, чем в остальных. Преимущественные направления линейных элементов – субмеридиональное и северо-западное.

Интрузивные образования: Для кислых интрузивных массивов характерно наличие линейных элементов трех направлений – субширотное, северо-западное, и северо-восточное. Кольцевые линеаменты располагаются в краевых частях интрузивных массивов. Интрузии также выглядят более сглажено на фоне вулканогенно-осадочных пород девона.

Тектонические нарушения: В зоне сочленения глубинных разломов, в центральной части вулканической структуры так же отмечено большое количество кольцевых элементов.

Дешифрирование космоснимка и аэрофотоснимков позволяет еще на предварительном этапе изучения наметить крупные палеовулканические структуры и стать предпосылкой к изучению территории с точки зрения фациального анализа вулканических образований.

Второе защищаемое положение

Вулканогенные и интрузивные породы, слагающие Тельбесскую структуру, относятся к единой вулканоплутонической ассоциации с гомодромной известково-щелочной направленностью магматизма.

Петрохимические исследования используются для классификации горных пород, фашиально-формационного, металлогенического, геотектонического анализа, представляя собой весьма эффективный метод познания закономерностей природных геологических процессов. Петрохимические исследования проведены по материалам предшественников (200 шт.) и собственных анализов (24 шт.). Изучение петрохимических особенностей горных пород выполнялось различными методами. При этом, как подчеркивал А.Н. Заварицкий (Заварицкий А.Н., 1950), необходимо понимать, что анализируются химические свойства поликомпонентных систем, а каждый химический анализ является числовым выражением составных частей горной породы. Их пересчет, на основе выбранных методик, дал новые числовые выражения. Это позволило выполнить сравнительный анализ и сделать определенные выводы о петрохимических особенностях формирования горных пород исследуемого района.

Петрохимическая характеристика Тельбесского комплекса в координатах $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (по А.А. Маракушеву).

Первый этап вулканизма. Основные породы первого этапа вулканизма располагаются подавляющей массой фигуративных точек в полях развития щелочноземельных пород и пород повышенной щелочности (базальтов, андезитобазальтов). Содержания SiO_2 46 - 56%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 1,5 - 7,5%

Средние породы первого этапа в основном расположены в группе щелочноземельных пород (андезитобазальтов, диоритов и андезитов). Содержания SiO_2 54 - 60%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 4,0 - 9,5%

Кислые породы первого этапа находятся преимущественно в группе щелочноземельных пород (риолитов). Характерно наличие кварца, как минерала. Содержания SiO_2 62 - 78%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 3,5 - 9,0%

Второй этап вулканизма. Средние породы второго этапа характерно располагаются преимущественно в полях развития щелочноземельных пород (андезитов). Характерно наличие кварца, как минерала. Содержания SiO_2 55 - 75%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 4,0 - 8,0%

Кислые породы второго этапа расположены в полях развития щелочноземельных пород (риолитов). Характерно наличие кварца, как минерала. Содержания SiO_2 63 - 83%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 2,0 - 9,5%

Интрузивные образования.

Располагаются в полях развития щелочноземельных пород (гранитов). Содержания SiO_2 55 - 78%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 4,2 - 9,0%.

По соотношению калия и кремнезема в породах толеитовых, известковощелочных и щелочных базальтоидных серий основная масса пород относится к известково-щелочной серии и немного к щелочной базальтоидной серии.

По составам и трендам мафическо-салических ассоциаций основная масса вулканогенно-осадочных и интрузивных пород относится к полям развития андезитовых, трахиандезитовых и тоналит-плагиогранит-гранодиоритовых ассоциаций. Вполне закономерно размещение пород первой (основной) стадии развития вулкана в андезитовой и трахиандезитовой ассоциации, и, соответственно, второй (кислой) стадии в полях тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой ассоциации.

Для первой стадии вулканизма наблюдается довольно большой разброс значений как коэффициента глиноземистости (5-25), так и соотношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (0-27), хотя основная масса фигуративных точек сосредоточена в диапазоне $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ от 0 до 5.

Вторая стадия и интрузивные образования, завершающие вторую стадию, характеризуется также большим разбросом коэффициента глиноземистости (3-32) и соотношением $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ от 0 до 2.

Тренды вулканических серий на диаграмме АФМ показывают, что практически все фигуративные точки расположены по линиям, отвечающим толеитовой и известковощелочной сериям, образуя единую последовательность.

По петрохимической диаграмме вариаций отношения окислов калия и титана в зависимости от содержания кремнезема видно, что:

- Первая стадия вулканизма четко видна на графике – она приходится на содержание SiO_2 от 40 до 65 % и соотношение $\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ от 0 до 5.
- Для второй стадии характерно содержание SiO_2 от 65 до 85 % и соотношение $\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ от 5 до 60, где основная масса концентрируется около значений от 10 до 20.

В целом, для пород Тельбесского комплекса выявляется тенденция возрастания значений отношений окислов калия и титана и содержаний кремнезема от более ранних к более поздним стадиям развития. Отчетливо видно, что вулканогенные породы образуют непрерывный ряд от основных к кислым породам, следовательно, они принадлежат к единому очагу развития и составляют единый вулканоплутонический комплекс.

Предпринята попытка визуализировать данные петрохимических анализов на площади развития отложений 1-й и 2-й стадии магматизма. На схемах распределения элементов

высокие значения окислы SiO_2 , $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ попадают в поля развития 2-й стадии, а MgO , TiO_2 , $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ отвечают полям развития 1-й стадии. Хотя полного совпадения и нет, но в целом породам каждой из этих стадий присущи свои характерные признаки.

Породы Тельбесского комплекса характеризуются следующими петрохимическими особенностями:

а) все они относятся к нормальному и субщелочному рядам по соотношению кремнезема и суммы щелочей.

б) среди пород нормального ряда преобладают разности с повышенной щелочностью;

в) породы относятся к известково-щелочной серии;

в) породы имеют калиево-натровую специализацию;

г) принадлежат к высоко и весьма высокоглиноземистым.

Сопоставление петрохимических особенностей эффузивных и интрузивных пород изученной территории указывает на принадлежность их к единой вулканоплутонической ассоциации гомодромной последовательности.

Анализ геофизических данных.

Общие закономерности особенностей глубинного строения региона определяются из анализа гравитационных и магнитных полей и результатов работ по сейсмическому профилю Колпашево-Томск-Таштагол. Глубинные сейсмические зондирования показали, что мощность земной коры по линии профиля увеличивается с севера на юг с 37 до 48 км. Она уменьшена до 40 км под Кузнецким прогибом, увеличена до 45 км под Томь-Колыванской складчатой зоной и до 48 км под блоково-складчатыми сооружениями Горной Шории. Кроме того, сейсморазведка по резкому уступу (вертикальное смещение 8-10 км) в уровне слоя Мохоровичича выявила зону сближенных глубинных разломов, которые называются Кузнецко-Алтайский разлом, в районе г. Таштагола, уходящих в мантию, что подтверждается и по материалам грави- и магнитных исследований.

Юго-западная часть Горной Шории в гравитационном поле имеет четко-выраженный портрет, отражающий переход от Кузнецкого прогиба к Горному Алтаю (с севера на юг) и стык с Кузнецким Алатау (с запада на восток). В западной части Горной Шории наблюдается овальная положительная аномалия гравитационного поля, приуроченная к Тельбесскому прогибу, заполненному более плотными породами вулканогенно-осадочного состава (кембрийскими, сверху девонскими). Таким образом можно видеть, что Тельбесская структура приурочена к области сопряжения глубинных разломов Бийско-Большереченского и Прислаирского.

Были собраны и проанализированы материалы региональных геофизических исследований:

- гравиметрическая съемка масштаба 1:200000;
- аэромагнитная съемка масштаба 1:200000;
- глубинное сейсмическое зондирование.

Материалы сейсмического зондирования позволили определить характер глубинного строения региона и Горной Шории.

Тельбесская структура на сегодняшний день полностью покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1: 200 000 с неравномерной сетью наблюдений с шагом от 1 до 2 км, интерполированной в регулярную сеть 1 x 1 км, сечение изолиний составило 2.5 мГал. Аэромагнитная самолетная съемка выполнялась на высоте около 200 м аэро-спектрометрической станцией СТК-28 по субширотным профилям, расположенным на расстоянии от 1.5 до 2 км. По материалам съемки предшественников составлена карта магнитного поля с регулярной сетью 1 x 1 км, сечение изолиний составило 1 мЭ.

Магнитное и гравитационное поля Горной Шории характеризуются большой изменчивостью, обусловленной сложным геологическим строением.

Гравитационное поле

Отчетливо видна овальная положительная локальная аномалия северо-восточного простирания и имеющая интенсивность 36 мГал (от -6 до -42 мГал). Аномалия приурочена к распространению девонских и кембрийских вулканогенно-осадочных толщ. В южной части положительная локальная аномалия замещается изометрической интенсивной отрицательной аномалией - -22 мГал (от -42 до -64 мГал), связанной с кислым интрузивным массивом. Менее интенсивные отрицательные аномалии той же природы просматриваются и на восточном фланге структуры. Центральная часть структуры характеризуется слабым понижением гравитационного поля, вытянутым в СВВ направлении (интенсивностью -5 мГл). Предполагается, что это «залеченный» подводящий канал, пространственно связанный с ослабленной зоной. В целом, положительная гравитационная аномалия отвечает более плотным вулканогенно-осадочным породам девонского и кембрийского возраста, заполнившим Тельбесский прогиб.

По изменению гравитационного поля, пересчитанного для разных интервалов глубин, можно сделать следующие выводы:

- положительные аномалии, образующиеся от плотных девонских вулканогенно-осадочных образований, относятся к интервалу глубин 0-2.5 км;

- в интервале глубин 2.5-5 км начинают проявляться аномальные эффекты, связанные с кембрийскими вулканогенно-осадочными отложениями;
- отрицательные аномалии изомеричной формы, относящиеся к кислым интрузивным массивам, отмечаются только на интервалах глубин 0-2.5 км и 2.5-5 км, в интервале 5-7.5 км они затухают;

Магнитное поле

Магнитное поле характеризуется большой изменчивостью. Глубинность магнитных масс, создающих аномальные эффекты относительно невелика в пределах 1 км.

В региональном плане наблюдается положительная аномалия, проходящая с ССВ на ЮЮЗ через палеовулканическую постройку. С восточной стороны наблюдается высокоградиентное линейное поле, связанное с глубинным разломом.

Локальная составляющая магнитного поля характеризуется чередованием знакопеременных линейных аномалий и также изометрических аномалий, собранных в вытянутые цепочки. Аномальные эффекты связаны с тектоникой и изменчивостью магнитной восприимчивости горных пород верхней части геологического разреза. Максимальные значения магнитного поля связаны с развитием железорудных месторождений Горной Шории (Таштагольское, Шерегешевское, Казское, Темир-Тау и другие.).

Вулканическая структура в геофизических полях картируется на основании интерпретации данных магнитного и гравитационного полей, в которых она выявляется: **внешняя часть** кальдеры проседания – в гравитационном поле средние и низкие значения (от -60 до -10 мГал, размах 50 мГал), в магнитном поле – резким переходом средних значений поля в сильно отрицательные (для докембрийских пород от -6 до -3 мЭ, размах 3 мЭ) и сильно положительные (для палеозойских отложений от 2 до 14 мЭ, размах 12 мЭ); **центральный купол** – в гравитационном поле повышенные значения (от -30 до -10 мГал, размах 20 мГал), в магнитном поле – средние значения (от -1 до 6 мЭ, размах 7 мЭ); **жерло** – в гравитационном поле средние значения поля (от -25 до -20 мГал, размах 5 мГал), в магнитном поле – средние значения (от 0 до -6 мЭ, размах 6 мЭ).

В гравитационном поле, в первую очередь, выделяются кислые и основные интрузивы, нижнекембрийские породы и их выступы и поднятия под девонскими толщами;

В магнитном поле – выделяются интрузивы и их контактные зоны (с повышенными магнитными свойствами), а также вулканогенные породы среднего и смешанного состава, слабее – кислого состава.

В результате интерпретации геофизических данных стало возможно определить уровень эрозионного среза для интрузивных массивов. Для массивов, находящихся в юго-восточной и восточной части палеовулкана уровень среза весьма глубокий, однако ножки массивов еще не вскрыты. Для массивов, находящихся в западной и северной частях структуры – часть из них вскрыта лишь незначительно, а часть еще перекрыта вышележащими отложениями мелового возраста. И именно эти зоны наиболее перспективны на присутствие месторождений цветных металлов.

Следует отметить, что эффективность интерпретации геофизических данных достигается только на основе совместного анализа геофизики с материалами геологических исследований.

Результатом геологических, дистанционных, петрохимических, и геофизических исследований стало построение объемной модели исследуемой территории, которая отражает не только глубинное строение, но и структурные особенности Тельбесского района.

Третье защищаемое положение

В пределах Тельбесского палеовулкана известная золоторудная минерализация концентрируется в площади развития склоновых отложений, пространственно приуроченных к субвулканическим телам, располагающимся в зонах сочленения кольцевых и радиальных разломов.

В пределах изучаемой территории широко развито золото-полиметаллическое оруденение, наиболее изученным объектом на сегодняшний день является Каларское золото-серебрянное месторождение.

Каларское месторождение находится в склоновой зоне палеовулканического аппарата, приближено к жерловой зоне, в пределах отложений первой стадии относящейся к учуленской свите (преимущественно средне-основные эффузивы). На Каларском месторождении выявлено 8 золотоносных зон, представляющих собой зоны гидротермально измененных пород с золоторудной минерализацией, мощностью от 5 до 50м, протяженностью от 100 до 800м. Рудные тела месторождения представляют собой кварцевые жилы, мощностью от 0.1 до 4.5м, длиной от 10 до 108м.

Для пород месторождения характерны зеленые, темно-зеленые, серые, серо-белые, черные, вишневые, вишнево-красные и красно-бурые цвета. Красноцветная окраска пород особенно часто встречается в верхней пачке. Наряду с широко распространенными густо-миндалекаменными и обильно пузыристыми (до 50-70% от объема породы) текстурами лав, красноцветная окраска вулканитов служит признаком явно наземного извержения лав и пи-

рокластики. Липарито–базальтовый состав вулканитов и наземный характер извержения явились отражением позднеорогенного (или посторогенного) типа магматизма.

Горные породы Каларского месторождения относятся к 3 группам: стратифицированным вулканогенным, субвулканическим и гидротермально-метасоматическим.

Группа вулканогенных пород представлена базальтовыми, андезито-базальтовыми, андезитовыми и дацит-андезитовыми порфиритами, туфами смешанного, андезитового, базальтового и кислого состава, игнимбритами, туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами.

Группа субвулканических пород представлена липаритовыми и липарит-дацитовыми порфирами, дацитовыми и дацит-андезитовыми порфиритами, диоритами.

Группа гидротермально метасоматических образований включает хлорит-серицитовые, серицит-эпидот-хлоритовые и пирит-карбонат-кварцевые породы, арсенопирит-пиритовые руды и др.

Выделяются следующие типы руд:

- а) золото-полиметаллические окисленные;
- б) золото-серебряные, частично окисленные;
- в) золото-серебряно-мышьяк-пиритовые первичные;
- г) золото-полиметаллические первичные.

Из 4-х типов руд были изучены с различной детальностью первые три.

1. Окисленные руды представляют собой породу бедантит-гидрогетит-скородит-кварцевого состава, содержащую золота – 3,6г/т, серебра – 72,6г/т, мышьяка – 19,01%, свинца – 1,6%. Золото и серебро, в основном, тонкодисперсное и связано с гипергенными минералами. Свободного золота и серебра мало и оно мелкое (менее 0,03мм).

2. Руды представляют собой гидротермально измененные, витролитокластические, частично окисленные туфы андезитового состава с вкрапленниками и прожилками сульфидов и кварца с содержанием золота 5,6г/т, серебра 8,6г/т, мышьяка 0,74%. Золото в пробе встречается в виде самостоятельных мелких зерен и как примесь в других минералах. Самостоятельные зерна золота представлены неправильными, пластинчатыми, проволочными или изометричными зернами с неровной губчатой поверхностью. Размеры зерен золота – 0,03-0,06мм. В качестве примеси золото присутствует в кварце (0,7г/т), гидрогетите (15,0г/т) и пирите (15,0г/т).

3. Породы представляют собой колчеданную арсенопирит-пиритовую золото-серебряную руду. Заключение в кварце золота 13,6%, серебра 12,2%, в сульфидах - золота 9,2%, серебра 6,0%.

Выделяется два этапа рудообразования (гидротермальный и гипергенный), и три стадии для гидротермального этапа (ранняя рудная, поздняя рудная и пострудная).

Основные рудные минералы:

- 1) самородные: золото, электрум, серебро, свинец, медь;
- 2) сульфиды: пирит, марказит, арсенопирит, пирротин, леллингит, молибденит, реальгар, галенит, сфалерит, халькопирит, киноварь;
- 3) сульфосоли: тетраэдрит, теннантит, буланжерит;
- 4) окислы: магнетит, гематит, касситерит.

В геологической литературе в настоящее время по основным генетическим признакам обычно выделяется 3 группы гидротермальных месторождений золота:

плутогенные, т.е. связанные пространственно и генетически с относительно крупными гранитоидными массивами и являющиеся преимущественно средне – глубинными и глубинными;

вулканогенные – парагенетически и пространственно связанные с мелкими субвулканическими телами, а в целом с субвулканическим магматизмом, и генетически – с вулканическими аппаратами и являющиеся преимущественно малоглубинными или близповерхностными;

метаморфогенные – пространственно и парагенетически связанные с зонами зеленосланцевой фации метаморфизма, преимущественно в прогибах миогеосинклинального типа.

Каларское месторождение по этой систематике относится к группе вулканогенных месторождений, так как оно является близповерхностным, генетически связано с вулканогенным магматизмом, пространственно и парагенетически – с субвулканическим комплексом дайкообразных тел.

На Каларском месторождении, кроме золота и серебра, в повышенных концентрациях встречаются мышьяк, свинец, сурьма, висмут, теллур, селен и колчеданные руды.

Изученность территории достаточно низкая и проведенные исследования позволяют провести прогноз на следующие типы полезных ископаемых:

В пределах центрального жерла в полях развития жерловой фации следует ожидать по внешнему контуру – золото-сульфосолевое (аналог месторождения «Купол» на Чукотке), а в центральной части золото-медно-порфировое, золото-магнетит-скарновые (месторождения Ауэрбаховско-Турьинского рудного района). По классификации американских геологов это месторождения ресургентных кальдер (обрушения).

В склоновой фации следует ожидать золото-полиметаллические рудопроявления и месторождения.

Перспективными являются апикальные части интрузивных массивов, где можно ожидать золото-магнетитовое (скарновое) («Новогоднее Монто») и порфириновые месторождения с золотом по классификации месторождений плутонического типа.

Заключение

1. Основной структурой Тельбесского прогиба является крупная палеовулканическая структура, располагающаяся в зоне сочленения глубинных разломов (Бийско-Большереченского и Присалаирского), внешний диаметр которой около 100 км, с единым центром извержения, диаметром 10-15 км. Ее формирование в девонское время происходило в две стадии:

базальт-андезитовая (здесь развиты лавы и туфы базальтов, андезибазальтов, андезитов и трахиандезитов; горизонты лав и туфов, с незначительным количеством калиевых риодацитов и риолитов, прослой туффитов и туфобрекчий, а также связанные с ними субвулканические тела: штоки и дайки андезитов, диоритовых порфиритов и диабазов);

андезит-дацит-риолитовая (здесь развиты лавы, туфы, игнимбриты калиевых риолитов, риодацитов, редко дацитов; горизонты лав трахиандезитов и реже базальтов, а также связанные с ними субвулканические тела: серые крупнозернистые порфиридные микроклиновые биотитовые граниты, лейкократовые граниты, дайки диоритовых, гранодиоритовых и диабазовых порфиритов, гранит-порфиров, кварцевых порфирами, фельзит-порфиров);

Завершающим этапом было внедрение интрузивных массивов (граниты, гранодиориты).

2. Палеовулканическая структура находит свое подтверждение в результатах дешифрирования космо- и аэрофотоматериалов.

3. Палеовулкан сложен магматическими продуктами единой вулcano-плутонической ассоциации, относящейся к известково-щелочной серии.

4. В результате анализа геофизических данных установлено, что:

а) Вулканическая структура отображается в геофизических полях и их трансформациях. Каждой из зон постройки соответствует определенный набор параметров магнитного и гравитационного полей, отличающихся от обрамляющих отложений. В то же время следует отметить, что эффективность интерпретации геофизических данных достигается только на основе совместного анализа геофизики с материалами геологических исследований.

б) В результате интерпретации геофизических данных стало возможным определить уровень эрозионного среза для интрузивных массивов. Для массивов, находящихся в юго-восточной и восточной частях палеовулкана уровень среза весьма глубокий, однако ножки массивов еще не вскрыты. Для массивов, находящихся в западной и северной частях структуры – часть из них вскрыта лишь незначительно, а часть еще перекрыта вышележащими отложениями мелового возраста.

в) Геофизическую съемку можно рассматривать в качестве вспомогательного метода для подтверждения выводов, базирующихся на геологическом картировании и выявлении рудных очагов.

Таким образом, данные геофизических исследований, в целом, подтверждают наличие в пределах Тельбесского субпрогиба крупного палеовулканического сооружения.

5. Для данной территории впервые проведен анализ структурного положения уже известных точек рудной минерализации и выполнен прогноз обнаружения новых рудопроявлений и месторождений в выявленной палеовулканической структуре.

В пределах центрального жерла в полях развития жерловой фации следует ожидать по внешнему контуру – золото-сульфосолевое (аналог месторождения «Купол» на Чукотке), а в центральной части золото-медно-порфиоровое, золото-магнетит-скарновые (месторождения Ауэрбаховско-Турбинского рудного района). По классификации американских геологов это месторождения ресургентных кальдер (обрушения).

В склоновой фации следует ожидать золото-полиметаллические рудопроявления и месторождения.

Перспективными являются апикальные части интрузивных массивов, где можно ожидать золото-магнетитовое («Новогоднее Монто») и порфиоровые месторождения с золотом по классификации месторождений плутонического типа.

Проведенные исследования показали, что важнейшим направлением для поисков новых рудных объектов является целенаправленное выявление и палеорекострукция вулканоструктур с выделением в ее пределах жерловой и околожерловой групп фаций.

Список работ автора по теме диссертации

1. Палеовулканические структуры западной части Горной Шории и компьютерный прогноз золоторудных месторождений. //Региональная геология и металлогения. - Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, № 29. - С.100-109. (Соавтор Е.И.Котельников).
2. Палеореконструкция древних структур западной части Горной Шории и условия локализации золоторудной минерализации. //Доклады, VIII международная конф. «Новые идеи в науках о земле» М.: Изд-во РГГРУ, 2007, том 1, С. 108-111. (Соавторы В.В. Дьяконов, А.Е. Котельников).
3. Изучение палеовулканических структур западной части Горной Шории. //Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. - М: РУДН, 2008, № 1. - С. 64-69. (Соавтор В.В. Дьяконов).
4. Особенности отображения девонской палеовулканической постройки юга Горной Шории в геофизических полях. //Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. - М: РУДН, 2009, № 1. - С. 11-16. (Соавтор В.В. Дьяконов).
5. Геолого-геофизическая модель девонской рудоносной палеовулканической структуры юга Горной Шории. //Разведка и Охрана Недр, 2010, № 2. - С. 29-31. (Соавторы В.В. Дьяконов, А.Е.Котельников).
6. Особенности петрохимической характеристики вулканогенных пород Тельбесского комплекса. //Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. - М: РУДН, (Соавтор В.В. Дьяконов). (В печати).
7. Геолого-геофизические особенности строения девонской палеовулканической структуры (Горная Шория). //Известия Высших Учебных Заведений. Геология и Разведка. РГГРУ, (Соавторы В.В. Дьяконов, А.Е.Котельников). (В печати).