

На правах рукописи

Орехов Александр Николаевич

ПРИРОДА АНОМАЛИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВЕРХНЕ-
ЕНАШИМИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Специальность 04.00.12 – геофизические методы поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

ТОМСК-1998

Работа выполнена в Томском политехническом университете

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор Л.Я. Ерофеев

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор А.Ф.Коробейников

кандидат геолого-минералогических наук, доцент С.Ф.Богачев

Ведущая организация: ГГК «Красноярскгеология»

Защита состоится 23 декабря 1998 года в 15 часов в 111 ауд. 1 корпуса ТПУ на заседании диссертационного совета К063.80.08 в Томском политехническом университете.

Адрес: 634034, Томск, пр. Ленина, 30

С диссертацией можно ознакомиться в Научно-технической библиотеке Томского политехнического университета.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат геолого-минералогических наук

В.К.Бернатонис

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Ввиду того, что рудные тела месторождений золота в большей части случаев непосредственно не создают заметного аномального эффекта в физических полях, информацию о них с помощью геофизических методов получают обычно по косвенным признакам. Выявление этих признаков связано с изучением закономерностей отображения в физических полях различного рода геологических образований, контролирующих оруденение. К ним в разной мере относятся факторы литологического, структурного контроля и, особенно интенсивно изучаемые в последнее время, связи оруденения с метасоматическими преобразованиями пород, происходящими на всех этапах формирования месторождений золота (Ерофеев Л.Я., 1980, 1989, Номоконова Г.Г., 1985, Мозголин Ю.А., 1986, Безер А.Р., 1993 и др.). Как показывает практика геофизических работ в ряде золоторудных провинций, именно последний фактор зачастую является единственным или ведущим среди ряда других признаков, позволяющих успешно использовать геофизические методы при поисках и разведке золотоносных площадей.

Определение закономерностей отображения в физических полях изменений пород, вызванных многократно проявленным разнообразным метасоматозом, требует применения пространственно-временного подхода, предусматривающего использование комплексных геолого-геохимических, геофизических и петрофизических данных.

Настоящая работа посвящена решению подобной задачи для условий Верхне-Енашиминского рудного узла Енисейского края (ВЕРУ).

Актуальность данных исследований обуславливается двумя обстоятельствами. Во-первых, этот район является одним из самых молодых и наиболее перспективных золотодобывающих районов Красноярского края. Вовлечение его месторождений золота в эксплуатацию продолжается. Здесь выполнен значительный объем комплексных геолого-геофизических работ. Анализ и обобщение их результатов необходимы для получения дополнительной информации о геологическом строении района, его месторождениях и выявления

возможностей геофизических методов при решении различного рода геологических задач условиях района.

Не менее важным представляется приведение специальных петрофизических исследований в этом районе и в более общем плане: здесь открыты уникальные и весьма ценные в промышленном отношении золоторудные месторождения сульфидного прожилково-вкрапленного типа терригенно-карбонатных формаций, физико-геологические особенности которых изучены слабо. Это по существу новый, весьма сложный для геофизических методов разведки генотип месторождений золота.

Цель работы: Выяснение природы аномалий физических полей рудного узла сульфидного прожилково-вкрапленного типа терригенно-карбонатных формаций и изучение его геологического строения.

Основные задачи исследований.

1. Определение структуры физических полей месторождений и рудного узла.
2. Выявление закономерностей и природы изменения физических свойств пород.
3. Установление связи структуры физических полей с проявлениями процессов тектоно-магматической и метасоматической деятельности.
4. Проведение геологической интерпретации геофизических материалов по ВЕРУ.

Научная новизна работы. Состоит в доказанной возможности изучения пространственного распределения метасоматитов на месторождениях ВЕРУ геофизическими методами; в выявленной закономерности приуроченности золоторудной минерализации к определенной ситуации в физических полях, отражающей зональность метасоматитов и их физических свойств, а также в переоценке перспектив района и участков на основе вновь полученных данных.

Практическая ценность работы. На примере ВЕРУ определена и опробована схема геофизического изучения месторождений золота сульфидного прожилково-вкрапленного типа, локализованных в древних карбонатно-терригенных отложениях; составлены схемы структурно-тектонического строения и рудно-метасоматической зональности ВЕРУ; дана оценка перспектив на оруденение отдельных рудопроявлений и узла в целом.

Фактическая основа работы. Работа базируется на результатах петрофизических исследований, площадной радиометрической съемки, профильных гамма-спектрометрических работ, выполненных коллективом сотрудников ТПИ в течении пяти лет. Площадь, охваченная радиометрической съемкой масштаба 1:5000 составила 2,5 км², профильная гамма-спектрометрия выполнена по профилям и канавам общей протяженностью 60 п. км. Изучены магнитная восприимчивость (более 250 тыс. измерений), электродный потенциал (более 100 тыс. измерений), остаточная намагниченность (200 образцов), радиоактивность (100 образцов), плотность (150 образцов). Проведены эксперименты по терморазмагничиванию (30 образцов). В работе также использованы фондовые материалы геолого-геофизических исследований масштаба 1:5000-1:50000, выполненных в пределах ВЕРУ на площади около 900 км² главным образом Северо-Енисейской геофизической экспедицией.

Апробация работы. Осуществлялась путем полевой проверки научных выводов и рекомендаций, а также обсуждения основных положений диссертации на совещаниях и конференциях в г.г. Томске, Красноярске, Улан-Удэ, Лесосибирске, п.г.т. Шушенском, на научных семинарах кафедры геофизических методов поисков и разведки МПИ геологоразведочного факультета ТПУ. По теме диссертации опубликовано 10 статей и тезисов докладов. Материалы диссертации вошли в научно-производственный отчет, находящийся в фондах ГГК "Красноярскгеология".

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 271 странице машинописного текста и состоит из введения, 3 глав, заключения и списка литературы, содержащего 274 наименования. Текст иллюстрирован 14 таблицами и 92 рисунками.

Работа выполнена под руководством профессора Л.Я. Ерофеева, которому автор выражает глубокую искреннюю благодарность. Большую помощь в проведении исследований оказывали сотрудники и студенты кафедры геофизических методов поисков и разведки МПИ ТПУ, сотрудники Северо-Енисейской геофизической экспедиции и ПГО "Бурятгеология". Всех их автор сердечно благодарит.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении излагаются актуальность и цель работы, ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе дается физико-геологический очерк Верхне-Енашиминского рудного узла по материалам Арефьевой В.И., Бровкова Г.П., Бобыкина В.В., Василенко В.П., Волобуева М.И., Вызу А.И., Даценко В.М., Долгинова Е.А., Звягиной Е.А., Злобима В. А., Кокодзеева И.К., Комова И.Л., Корнева Т.Я., Кренделева Ф.П., Круглова Г.П., Ли Л.В., Лопатина А.П., Михеева В.Г., Новожилова Ю.И., Ножкина А.Д., Петрова В.Г., Поперекова В.А., Постельникова Е.С., Прохорова В.Г., Середенко Г.А., Туркиной О.М., Хисамутдинова А.Б., Нельковского А.Ф., Шохинной О.И. и других. Приведены результаты обобщения петрофизической информации по узлу в целом, данные интерпретации региональных физических полей, дана геофизическая характеристика основных геологических образований района.

Верхне-Енашиминский рудный узел расположен в приосевой части Панимбинского антиклинория Енисейского кряжа в области перехода от эв-кмиогесинклинали.

В строении ВЕРУ принимают участие отложения тейской и сухопитской серий средне- и верхнерифейского возраста соответственно. Тейская серия сложена высокометаморфизованными карбонатно-терригенными образованиями пенченгинской свиты мощностью до 3500 м. Они представлены сланцами различного состава, переслаивающимися с мраморами и кварцитами. Сухопитская серия включает в себя карбонатно-терригенные отложения кординской и горбилукской свит, различие которых проявляется в смене темно-серых углистых сланцев кординской свиты зеленоватыми кварц-хлоритоидными - горбилукской, при одновременном исчезновении карбонатного материала. Для отложений сухопитской серии характерна постоянная вкрапленность углеродистого вещества.

На территории района широко распространены верхнепротерозойские интрузивные образования Тейского, Татарско-Аяхтинского и Глушихинского комплексов. Реже встречаются метаультрабазиты и ортоамфиболиты Лендахского, габбро-диабазы Токминского и диабазы Ведугинского комплексов.

Район характеризуется сложным структурно-тектоническим строением. Здесь выявлено несколько систем разрывных нарушений, кольцевых структур и гранито-гнейсовых куполов,

В пределах Верхне-Енашиминского рудного узла масштабно проявлены полиметаморфические преобразования пород, носящие опережающий рудо-подготовительный характер и гидротермально-метасоматические процессы, развитие которых привело к формированию золотого оруденения.

По результатам анализа геолого-геофизических данных установлено:

- Верхне-Енашиминский рудный узел характеризуется высокодифференцированными и сложноизменяющимися физическими полями. Диапазон изменения естественного электрического поля здесь составляет более 1200 мВ.; магнитного - более 1500 нТл; радиоактивности - более 8 мкР/ч; кажущегося сопротивления - более 10000 Ом. Для всех полей характерна значительная анизотропия. Наблюдаются линейно вытянутые и изометричные аномалии различной ориентировки и размеров;
- однотипные комплексы осадочно-метаморфических пород или их отдельные пачки, свиты не выделяются какими-либо специфическими аномалиями. Структуры физических полей ВЕРУ (магнитного, радиоактивности, удельного электрического сопротивления, естественного электрического) определяются в основном степенью и видом метаморфизма пород, приводящим к вариациям в них содержания U, Th и K, проявлению пиритовой, ферромагнитной пирротиновой, титаномагнетитовой и графитовой минерализации;
- метаморфогенно-магматические комплексы пород узла сопровождаются физическими полями, структуры которых также обуславливаются главным образом особенностями метаморфизма пород; наиболее дифференцированными полями (в первую очередь магнитным полем и полем радиоактивности) отмечаются гранитоидные массивы центральной части ВЕРУ, где прошли интенсивные метасоматические изменения пород. Аналогичные образования на периферии узла имеют "спокойные" картины физических полей. Общим для всех гранитоидов ВЕРУ является пониженное над ними поле силы тяжести;
- основные элементы структурно-тектонического строения узла находят закономерное отражение в комплексе физических полей; подтверждаются выводы

В.П. Василенко о единстве структурной композиции всей территории узла с постоянным ослаблением интенсивности динамометаморфических процессов с северо-запада на юго-восток и об отсутствии единой ориентировки складок, шарниры которых часто изогнуты по направлениям, параллельным крупным близлежащим разломам; в физических полях (наиболее уверенно в поле удельного электрического сопротивления выделяется значительное число ранее неизвестных структурных элементов, большая часть которых кулисообразно расположена по отношению к гранитоидным телам, образуя в совокупности структуры типа "интрузивного вала";

— из-за высокой степени пластичности пород, каковой обладают осадочно-метаморфические отложения ВЕРУ, уверенное картирование тектонических нарушений разных направлений, возрастов и природы удастся проводить в условиях узла лишь по результатам анализа комплекса геолого-геофизических данных.

По материалам этой главы выдвигается **первое защищаемое положение**: Верхне-Енашиминский рудный узел имеет сложную структуру и ярко выраженную аномальность физических полей, отражающих главным образом вид и интенсивность преобразования пород комплексом метасоматических и тектонических процессов.

Во второй главе на примере наиболее изученного в геологическом плане и типичного для ВЕРУ весьма ценного в промышленном отношении Олимпиадинского месторождения золота рассмотрены характер и причины изменения физических свойств пород непосредственно в околорудном пространстве и закономерности проявления рудных тел в физических полях.

Рудные тела представляют собой метасоматиты кварцево-карбонатно-слюдистого и кварцево-карбонатного составов. Они локализируются в средней части интенсивно дислоцированных высокометаморфизованных карбонатно-терригенных отложений средней подсвиты кординской свиты, расчленяемой на четыре пачки: в основании разреза и в его верхней части залегают двухслюдяные кварцевые сланцы, в средней-тесно переслаивающиеся между собой карбонатно-слюдисто-кварцевые и углеродистые кварцево-слюдистые сланцы.

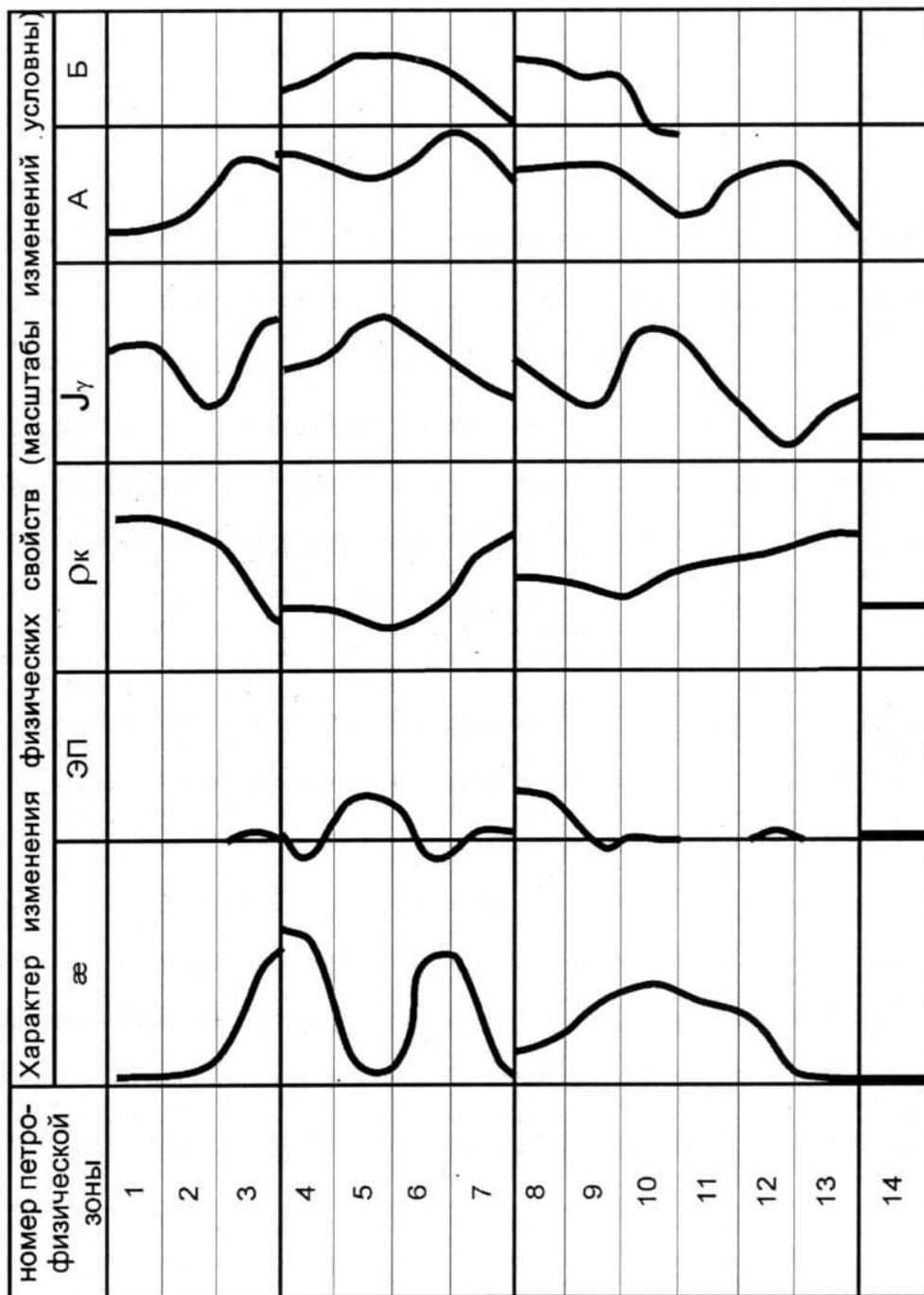


Рис. 1. Петрофизическая зональность Олимпиадинского рудного поля
 1-двуслюдяные сланцы; 2-кварц-карбонатно-слюдистые сланцы; 3-кварц-серцитовые сланцы с графитом, 4-фронтальная зона предрудных петрофизических изменений; 5-зона предрудной графитизации; 6-зона предрудной пирротинизации; 7-внутренняя зона предрудных петрофизических изменений; 8-пирит-графитовая надрудная зона; 9-графит-пиритовая надрудная зона; 10-кварцево-карбонатная рудовмещающая зона; 11-арснопирит-пиритовая рудовмещающая зона; 12-пирротин-пирит-арснопиритовая рудовмещающая зона; 13-подрудная (ядерная) петрофизическая зона; 14-кора выветривания; А-содержание сульфидов; Б-обуглероженность сланцев.

Установлено, что в околорудном пространстве физические свойства пород изменяются зонально. Здесь выделяется четыре стадии метаморфогенных и гидротермально-метасоматических преобразований пород, так или иначе повлиявших на их физические свойства: дорудная, предрудная, рудная и пострудная (см. рис. 1).

Основным отличием дорудноизмененных углеродистых сланцев от более поздних продуктов их преобразования являются одновременно повышенные значения их магнитности и естественной радиоактивности. Углеродистые сланцы, измененные на более поздних этапах, имеют либо повышенную магнитность, либо повышенную радиоактивность. Для слюдисто-кварцевых пород дорудного этапа характерны в целом повышенные значения удельного электрического сопротивления и естественной радиоактивности при обратной связи между их изменениями. Слюдисто-кварц-карбонатные породы этого этапа преобразования практически немагнитны и обладают несколько повышенным (до 5000 Омм) удельным электрическим сопротивлением.

Петрофизическая зональность предрудноизмененных пород отражает прежде всего наступление слюдисто-кварцево-карбонатного метасоматоза по повышенно проницаемым зонам на дорудноизмененные породы. Граница между этими двумя зонами практически вертикальна. В пределах предрудноизмененных пород выделяются: 1) фронтальная зона предрудных изменений; 2) зона предрудной графитизации; 3) зона предрудной пирротинизации; 4) внутренняя зона предрудных изменений. Первые три зоны развиты по углеродисто-мусковит-кварцевым сланцам.

Фронтальная зона предрудных изменений занимает самое верхнее положение среди них и результаты слюдисто-кварцево-карбонатного метасоматоза проявились здесь лишь на некоторых участках. На это указывает фрагментарное увеличение магнитной восприимчивости и электродного потенциала. Две нижерасположенные зоны характеризуются диаметрально противоположными свойствами. Если породы в пределах зоны предрудной графитизации практически немагнитны, но зато обладают повышенными радиоактивностью и электродным потенциалом, то породы зоны предрудной пирротинизации

повышенномагнитны при отрицательном электродном потенциале и пониженной радиоактивности. Образования самой нижней (внутренней) зоны предрудных изменений развиты в пределах двуслюдяных карбонатно-кварцевых метасоматитов. Для них характерна максимальная степень проявления слюдисто-кварцево-карбонатного метасоматоза. В зависимости от дорудного разреза отмечаются практически безсульфидные, пониженнорадиоактивные, либо сульфидсодержащие - повышениорадиоактивные породы. В целом для образований этой зоны характерно повышенное до 5000 Омм удельное электрическое сопротивление.

Гидротермально-метасоматические процессы рудного этапа, развитые по предрудноизмененным породам привели к образованию надрудных, рудных, и подрудных петрофизических зон. Особенности физико-геологической обстановки надрудных зон связаны с дальнейшим перераспределением углеродистого вещества и пирротина в процессе рудного метасоматоза. Образования пирит-графитовой и графит-пирротиновой зон развиты по трем верхним зонам предрудных изменений и располагаются непосредственно над рудным телом. Для них характерно повышенное содержание углеродистого вещества, убывающее к низам графит-пирротиновой зоны. Углеродистое вещество в пределах пирит-графитовой зоны имеет более высокие значения электродного потенциала и естественной радиоактивности по сравнению с углеродистым веществом графит-пирротиновой зоны. В отличие от пирит-графитовой зоны, для которой характерны невысокая магнитность и повышенная радиоактивность, графит-пирротиновая зона характеризуется однородной повышенной магнитной восприимчивостью и невысокой радиоактивностью.

Рудовмещающие (рудные) и подрудная зоны представлены метасоматитами биотит-карбонат-кварцевого, биотит-мусковит-карбонат-кварцевого состава, а также углеродсодержащими серицит-кварцево-карбонатными и кварцево-карбонатными метасоматитами. Характерным для рудных петрофизических зон является наличие повышенномагнитных пирротинизированных горизонтов, которые, как показали наши исследования, являются унаследованными от исходных пород. Оруденение локализуется относительно этих горизонтов по-разному. Так в пределах пирротин-пирит-арсенопиритовой зоны,

характеризующейся повышенной радиоактивностью и магнитностью, а также убывающей на глубину пирротинизацией, оруденение приурочено к участкам между максимумами магнитной восприимчивости. Вместе с этим, для арсенопирит-пирротиновой зоны (зоны повышенной пирротинизации) отмечаются повышенная магнитность, пониженная радиоактивность и совпадение интервалов повышенной магнитности и золотоносности. Именно такое неоднозначное поведение последних параметров обусловило неудачу попытки обнаружения корреляции между содержанием пирротина и золота на Олимпиадинском месторождении.

Образования кварцево-карбонатной зоны занимают центральное место в рудном теле и являются конечным продуктом рудного процесса. Их пространственное положение и форма определяются тектоническими особенностями. В пределах этой зоны широко развит пирит. Породы кварцево-карбонатной зоны характеризуются резко пониженными магнитностью и естественной радиоактивностью при высоком (до 5000 Ом и более) удельном электрическом сопротивлении.

Наиболее низкий гипсометрический горизонт занимает подрудная (ядерная) петрофизическая зона, которая развита в основном вблизи главного рудоконтролирующего нарушения. Образования этой зоны представлены метасоматитами слюдисто-карбонатно-кварцевого и карбонатно-слюдисто-кварцевого состава при невысоком содержании карбонатов и фрагментарном появлении сульфидов. Для подрудной зоны характерны высокое удельное электрическое сопротивление и невысокая радиоактивность.

Пострудные образования накладываются на все предыдущие зоны. Низкотемпературные гидротермально-метасоматические преобразования, приведшие к формированию аргиллизитов, существенно изменили физические свойства исходных пород. У аргиллизитов практически отсутствует электродный потенциал, резко понижены магнитные свойства и общая радиоактивность, которая, тем не менее, повторяет закономерности, характерные для исходных пород.

Образование петрофизической зональности отражает процессы перераспределения вещества, приводящие к пространственному разделению углерод - и карбонатсодержащие породы. Причем, продукты более поздних

изменений занимают секущее положение по отношению к продуктам более ранних преобразований. Общая направленность этого процесса - к образованию пород с диаметрально противоположными физическими свойствами (например, углеродистые и кварц-карбонатные сланцы).

Процессы формирования петрофизической зональности и золотого оруденения тесно взаимосвязаны. Золотое оруденение образуется на фронте метасоматических изменений на границе пород с резко отличающимися друг от друга физическими свойствами.

Особенностью локализации золотого оруденения является его приуроченность к породам, обогащенным минералами-полупроводниками, обладающими различными электродными потенциалами, то есть можно говорить о существовании в данном случае "гальванического элемента". Возникающие токи, как показали исследования, могли оказаться одним из факторов, способствующих локализации оруденения.

Петрофизическая зональность захватывает гораздо больший объем пород, чем геолого-минералогическая или метасоматическая зональность, выявленные по геологическим данным, и распространяется на сотни метров от рудных тел.

Анализ характера физических полей непосредственно участков локализации рудных тел, сопоставление структуры полей с выделенными по петрофизическим данным зонами метасоматитов показали, что собственно рудные тела не находят заметного отображения ни в одном физическом поле, но над этими участками фиксируются отчетливые локальные аномалии физических полей, соответствующие областям развития различных зон метасоматитов: 1) зона фрагментной пирротинизации отмечается локальными аномалиями магнитного поля; 2) надрудная пиритграфитовая зона характеризуется низкими значениями удельного электрического сопротивления при несколько повышенном потенциале ЕП; 3) надрудная графит-пирротиновая зона-отрицательными аномалиями естественного электрического поля, смещенными к внешней части зоны и положительными аномалиями магнитного поля в ее внутренней части; 4) рудовмещающая арсенопирит-пирротиновая зона характеризуется положительными аномалиями магнитного поля при средних значениях электрических полей; 5) рудовмещающая

кварцево-карбонатная зона отмечается более низкими магнитным и радиоактивными полями при несколько повышенном значении потенциала естественного электрического поля; б) для ядерной (подрудной) зоны характерно более высокое удельное электрическое сопротивление. При этом одноименные надрудные и рудные зоны объединены.

Наблюдаемые аномалии физических полей в местах локализации рудных тел представляются обычно "не в полном составе", соответствующем полной зональности, они в разном сочетании пространственно совмещаются или располагаются заметным сдвигом друг относительно друга, имеют различную форму, интенсивность и размеры. Все это определяется, во-первых, уровнем среза объемной, зонально построенной рудовмещающей структуры и, во-вторых, степенью развития (по объему и интенсивности) различных петрофизических зон.

Существенное влияние оказывают на картину наблюдаемых физических полей также "коры выветривания", которые снижают уровни радиоактивного и магнитного полей, амплитуды естественного электрического поля и поля кажущихся удельных сопротивлений. И, наконец, структуры наблюдаемых физических полей и их взаимоотношения зависят от характера взаимоотношений рудоподводящих и рудоконтролирующих нарушений.

Выявленная петрофизическая зональность в околорудном пространстве, закономерности ее проявления в физических полях, позволили определить причины различного "отображения" "одинаковых" рудных тел в физических полях и на этой основе сформулировать поисковые признаки, которые использованы нами для оценки перспектив золоторудных месторождений и рудопроявлений ВЕРУ.

Материалами, изложенными в этой главе диссертационной работы, защищается **второе положение:** в околорудном пространстве физические свойства пород (магнитность, радиоактивность, электродный потенциал, удельное электрическое сопротивление) изменяются зонально, петрофизические зоны находят заметное отображение в физических полях, что позволяет прогнозировать местоположение рудных тел и оценивать масштабы оруденения по данным геофизических съемок.

В **третьей главе** приводятся результаты применения выявленных поисковых критериев к геофизическим материалам по другим месторождениям и

рудопроявлениям ВЕРУ и в целом по узлу. К анализу привлекаются выводы, сделанные в первой и второй главах работы.

В настоящее время многие основополагающие вопросы геологического строения ВЕРУ и его перспективы на оруденение находятся в стадии дискуссии, что во многом обусловлено недостаточностью информации.

Полученные нами данные позволили прийти к следующим выводам, дополняющими имеющиеся данные:

1. Формирование Верхне-Енашиминского рудного узла произошло в результате деятельности единого гидротермально-метасоматического процесса. Об этом свидетельствует:
 - а) наличие в пределах центральной части узла кольцевой структуры центрального типа первого порядка, которая отчетливо фиксируется в магнитном поле, поле радиоактивности и силы тяжести;
 - б) закономерное распределение от центральной части узла к его периферии петрофизических преобразований пород осадочно-метаморфического комплекса:
 - по периферии рудного узла располагаются в основном аномалии магнитного поля и радиоактивности, преимущественно магнетитовой и урановой природы соответственно;
 - в центральной части доминируют аномалии магнитного поля, обусловленные пирротиновой минерализацией, развитой в углеродистых сланцах, сопровождающиеся аномалиями естественных электрических полей;
 - в) характер проявления в физических полях гранитоидных массивов: степень дифференциации магнитного, радиоактивного полей и поля кажущихся сопротивлений над интрузиями от центра узла к его периферии убывает.
2. Размещение золотооруденения в пределах ВЕРУ контролируется системой тектонических нарушений. По геофизическим материалам следует, что главное направление метасоматических, в том числе и рудных, процессов шло от центра кольцевой структуры на восток и восток-северо-

восток по системе радиальных тектонических нарушений. В меньшей степени эти процессы проявились по другим направлениям. В связи с этим, наблюдается асимметрия распределения оруденения по отношению к центру кольцевой структуры. Оно смещено к северо-востоку, в то время как сама структура вытянута на юго-запад.

3. Известные рудопроявления и месторождения узла пространственно тяготеют к гранитоидам (располагаются вблизи аномалий пониженных значений поля силы тяжести), становление которых вероятно способствовало формированию благоприятных для рудоотложения структур, генетически же оруденение связано, по-видимому, с более поздними процессами, о чем свидетельствует характер взаимоотношений интрузивов и метасоматитов, а также данные палеомагнитного анализа.

4. Совместный анализ комплекса физических полей позволяет говорить о наличии в пределах ВЕРУ кольцевых структур второго и более высокого порядка. Наиболее отчетливо выделяется две системы кольцевых структур. Первая проявлена в Коноваловском массиве в пределах Тырадинского гранито-гнейсового купола вторая - в виде разнопорядковых кольцевых структур, наиболее крупная из которых имеет эпицентр к западу-юго-западу от Олимпиадинского месторождения.

5. По геофизическим данным, все известные рудопроявления ВЕРУ в промышленном отношении малоперспективны - их запасы невелики. Наиболее благоприятными участками для открытия новых месторождений являются площади, расположенные в восточной и северо-восточной части ВЕРУ, где на поверхность выходят, судя по структуре физических полей, верхние горизонты гидротермально-метасоматической колонны, зональность которой наиболее близка к зональности Олимпиадинского месторождения. При всем этом, обнаружение в пределах ВЕРУ месторождений, соизмеримых по масштабам оруденения с Олимпиадинским, маловероятно.

Материалы этой и предыдущих глав позволяют сформулировать **третье защищаемое положение: Верхне-Енашиминский рудный узел представляет собой**

обособленное сложно построенное геологическое образование с единой структурно-тектонической и гидротермально-метасоматической системой формирования и развития. Вероятность обнаружения новых месторождений золота, с запасами, соизмеримыми с Олимпиадинским, невелика. Возможен прирост запасов на глубину в восточной части узла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа данных специально выполненных комплексных петрофизических работ и значительных по объему разносторонних геолого-геофизических материалов установлено, что структура и интенсивность изменения физических полей Верхне-Енашиминского золоторудного узла и его месторождений, определяются главным образом характером метасоматического преобразования пород как осадочно-метаморфического, так и интрузивно-метаморфического комплексов.

Для метасоматитов околорудного пространства характерна ярко выраженная астрофизическая зональность, которая находит отражение в магнитном, естественном электрическом, радиоактивном полях и поле кажущихся удельных электрических сопротивлений. При этом собственно золоторудные тела как таковые не создают заметного аномального эффекта в наблюдаемых физических полях.

Анализ взаимосвязи полей с петрофизическими преобразованиями пород позволили определить поисковые признаки, которые были использованы для оценки перспектив рудопроявлений и месторождений ВЕРУ, а также изучения геологического строения этого узла. В результате сделан прогноз: все известные рудопроявления узла в промышленном отношении малоперспективны, прирост запасов может быть достигнут только в восточной и северо-восточной частях узла.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО

В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Ерофеев Л.Я., Орехов А.Н. Влияние геологического разреза на структуру радиополя СДВ диапазона.//Распространение километровых и более длинных волн: тез. докл. Межвед. семинара, - Томск, 1991.- С.77.
2. Меркулов В.П., Орехов А.Н. Некоторые результаты палеомагнитных исследований на Олимпиадинском месторождении золота//Геофизические исследования в Средней Сибири. Красноярск, 1997,- С. 197-202.
3. Номоконова Г.Г., Орехов А.Н., Колмаков Ю.В., Колмакова О.В. Петрофизический контроль золотого оруденения.//Геофизические методы поисков и разведки рудных и нерудных месторождений Свердловск, 1991.- С.86-90.
4. Орехов А.Н. Природа аномалий физических полей Верхне-Енашиминского золоторудного узла (Енисейский кряж)// Молодежь и проблемы геологии: тез. докл. - Томск, 1997.-С.135-137.
5. Орехов А.Н., Номоконова Г.Г. Природа аномалий физических полей Верхне-Енашиминского рудного района.// Геофизические исследования в Средней Сибири. - Красноярск, 1997.- С.202-207.
6. Орехов А.Н. Некоторые результаты измерения физических свойств пород на одном из месторождений золота Енисейского кряжа.// Новые данные по геологии и полезным ископаемым Красноярского края и Тувинской АССР: Тез. докл. 4 краевой конференции молодых специалистов 15-19 апреля 1985 г. Красноярск, 1985.- С. 130-131.
7. Орехов А.И., Меркулов В.П. Палеомагнитно-металлогенические исследования на месторождениях золота в углеродистых сланцах (Енисейский кряж).//Новые данные по геологии и полезным ископаемым Красноярского края и Тувинской АССР: Тез. докл. 6 краевой конференции молодых специалистов 23-26 апреля 1990 г. Красноярск, 1990.-С.81-83.
8. Орехов А.Н. Геолого-геофизические критерии и результаты прогнозирования золотого оруденения в углеродистых породах.//Новые данные по геологии

и полезным ископаемым Красноярского края и Тувинской АССР: Тез. докл. 6 краевой конференции молодых специалистов 23-26 апреля 1990 г. Красноярск, 1990.- С.97-98.

9. Орехов А. Н. Геолого-геофизические критерии и результаты прогнозирования золотого оруденения в углеродистых породах.//Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Материалы 5 Всероссийской студенческой научной конференции им. акад. М.А. Усова.- Томск, 1990.- С.5-6.- Деп. в ЦПИИЦветметэкономики и информации.
10. Орехов А.М. Некоторые результаты применения ЭВМ для обработки геофизических полей на одном из золоторудных месторождений Енисейского края.//Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Материалы 5 Всероссийской студенческой научной конференции им. акад. М.А. Усова.- Томск, 1990.- С.46-47.- Деп. в ЦПИИЦветметэкономики и информации.