

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

МОСКОВСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
имени С.ОРДЖОНИКИДЗЕ

Для служебного пользования

экз. № 8

Б.Г.БЕЗИРГАНОВ

1970
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И МЕТОДИКА ПОИСКОВ
СКРЫТЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ТЕЛ, ПРИУРОЧЕННЫХ К
ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ПОРОДАМ
(на примере Зодского золоторудного поля
Малого Кавказа)

Специальность 132 - геохимические методы поисков
и разведки месторождений полезных ископаемых

Автореферат диссертации,
представленной на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 1969



Работа выполнена в Московском геологоразведочном институте им. С.Орджоникидзе

Научный руководитель — доктор геолого-минералогических наук, профессор В.В.Аристов.

Научный консультант — кандидат геолого-минералогических наук, доцент Д.С.Крейтер.

Официальные оппоненты:

1. Доктор геолого-минералогических наук П.Ф.Сопко.

2. Кандидат геолого-минералогических наук А.А.Гармаш.

Ведущее предприятие: Зодская ГРЭ Геологоразведочного треста Арм. ССР МЦМ СССР.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1969 г.

Защита диссертации состоится 21 мая 1969 г. на заседании Ученого совета геологоразведочного факультета Московского геологоразведочного института им. С.Орджоникидзе, по адресу: г. Москва, К-9, проспект Маркса, 18, корпус "Ж", тел. 2299353.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета

доцент

А.П.Бакалдина

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
В в е д е н и е	
I. Методика исследований по теме.....	4
II. Общие геологические и минералого-геохимические особенности золоторудных полей и месторождений, приуроченных к основным и ультраосновным породам.....	6
III. Зодское золоторудное поле Малого Кавказа как один из примеров рудных полей, приуроченных к основным и ультраосновным породам.....	10
IV. Эндогенные геохимические ореолы рудного поля и месторождения.....	16
V. Поисковые предпосылки и признаки золоторудных месторождений, приуроченных к основным и ультраосновным породам.....	22
VI. Методика поисков скрытых золоторудных месторождений, приуроченных к основным и ультраосновным породам.....	26
Заключение.....	31
Список опубликованных работ по теме диссертации..	34

ным породам, при этом основное и ультраосновное горные породы
содержат значительные количества золота и серебра, что свидетельствует
о тесной связи с эндогенным комплексом металлов и руд.

Для сопоставления результатов геолого-геохимических исследований золоторудного поля Малого Кавказа автором произведено обобщение данных по некоторым подобным золоторудным полям Малого Урала, Северного Казахстана и других районов.

В В Е Д Е Н И Е

В пределах известных рудных полей и районов постоянно возникает необходимость в расширении и укреплении сырьевой базы горно-рудных предприятий. Для решения этой задачи поисковые работы приходится направлять прежде всего на выявление скрытого оруденения.

Целенаправленные поиски скрытого эндогенного оруденения требуют знаний геолого-структурных и минералого-геохимических особенностей рудных полей и закономерностей локализации оруденения; обязательным условием успешного их проведения является комплексность исследований с использованием геохимических методов.

В связи с возникшей необходимостью расширения сырьевой базы местного рудника и поисков скрытого оруденения б. Геолого-геохимическим трестом в пределах района и рудного поля Малого Кавказа с 1963 по 1966 г. проводились геохимические исследования, в которых автор принимал участие в качестве геолога. В 1966-1969 гг. автор продолжал изучение рудного поля и месторождения в качестве аспиранта кафедры методики поисков и разведки МГРИ.

Зодское золоторудное поле Малого Кавказа является типичным примером рудных полей, приуроченных к основным и ультраосновным породам. При этом основные и ультраосновные породы являются лишь вмещающими для золотого оруденения, которое парагенетически связывается с постороженным комплексом малых интрузий.

Для сопоставления результатов геолого-геохимических исследований золоторудного поля Малого Кавказа автором произведено обобщение данных по некоторым подобным золоторудным полям Южного Урала, Северного Казахстана и других районов.

В процессе работы над темой применялся широкий комплекс исследований, включавший опытно-методические геолого-геохимические исследования на известном золоторудном месторождении; площадная геохимическая съемка по коренным породам, а также геолог-структурные и минералогические наблюдения, и анализ физико-механических свойств рудовмещающих пород. В итоге составлялись геохимические, геологические и минералогические карты, разрезы и другие графические документы.

В период работы над темой автором было задокументировано более 3000 естественных обнажений, около 1600 п.м. поверхностных горных выработок (канав, ширфов), более 2900 п.м. подземных горных выработок (штолен), около 1200 п.м. керн буровых скважин; отобрано 10900 геохимических проб; обобщены результаты 16020 приближенно-количественных и 320 количественных спектральных, и около 25000 пробирных (химических) анализов; просмотрено 120 прозрачных и полированных шлифов, а также 220 естественных и искусственных шлифов из проб-протолок; выполнено 1250 определений физико-механических свойств пород; составлено 30 карт эндогенных геохимических ореолов, 13 геохимических разрезов, 3 детальные геологические карты и большое количество схем, диаграмм, графиков и разрезов.

Проведенные работы позволили расширить перспективы рудного поля и района, установить важнейшие особенности эндогенных геохимических ореолов и связь их с геологической структурой, и определить направление дальнейших поисковых и поисково-разведочных работ в пределах рудного поля и района Малого Кавказа.

В процессе полевых и камеральных работ автор пользовался и месторождений подобного типа. В третьей главе приводятся

консультациями кандидатов геолого-минералогических наук С.У. Вартаняна, С.В.Григоряна, М.М.Константитова, а также помощью и советами А.И.Ежова, Н.Н.Соловьева, В.Е.Бойцова и В.Н.Тютиня.

Большое содействие в выполнении полевых исследований оказали профессор Б.С.Вартапетян, кандидаты геолого-минералогических наук П.С.Бошнагян, А.И.Адамян, геологи местной ГРЭ С.М.Матевосян, Э.М.Мадатян, Б.Т.Батикян, Б.П.Меликян, А.С.Степанов и другие, а также геологи других организаций: Б.В.Казарян, М.А.Оганесян, М.А.Асатрян, В.О.Заргарян и Р.С.Петросян; в выполнении лабораторных исследований - член-кор. АН СССР Л.Н. Овчинников, кандидаты геолого-минералогических наук Г.Е.Кочинян и С.У.Вартанян. Камеральная обработка материалов выполнялась на кафедре методики поисков и разведки МГРИ, возглавляемая профессором А.Б.Кажданом, коллектив которой оказывал постоянное внимание выполняемой работе.

Всем перечисленным товарищам автор выражает большую благодарность.

Автор испытывает чувство глубокой благодарности за постоянные консультации по вопросам минералогии к своему научному консультанту доценту Д.С.Крейтер.

Глубокую признательность автор выражает своему научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору В.В.Аристову за руководство, постоянную помощь и поддержку в работе.

Диссертационная работа состоит из шести глав.

В первой главе освещается методика исследований по теме. Во второй главе кратко рассмотрены примеры золоторудных полей и месторождений подобного типа. В третьей главе приводится

краткая геологическая характеристика района, рудного поля и месторождения Малого Кавказа, а также физико-механические свойства рудовмещающих пород.

Четвертая глава посвящена результатам опытно-методических работ по изучению эндогенных геохимических ореолов золоторудного поля и месторождения.

В пятой главе приводятся поисковые предпосылки и признаки золоторудных месторождений, приуроченных к основным и ультраосновным породам.

В шестой главе в обобщенном виде изложены принципы оценки перспектив рудоносности геохимических аномалий и методика поисков скрытых золоторудных месторождений данного типа, и намечены конкретные рекомендации по дальнейшему проведению поисковых, поисково-разведочных работ в пределах района и рудного поля Малого Кавказа, а также определена необходимость постановки поисковых работ в других рудных районах данного типа.

Диссертация состоит из 192 страниц машинописного текста. Текст сопровождается 121 иллюстрациями, представляющими собой фоторепродукции геохимических, геологических и других карт, разрезов, схем, графиков, шлифов и т.п. и списком литературы в 200 наименований. В каждой из глав отражаются тезисные положения диссертации, разработанные преимущественно на основе максимального использования результатов личных исследований.

І. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕМЕ

Геохимическое опробование коренных пород производилось по общепринятой методике. Методом приближенно-количественного спектрального анализа во всех отобранных пробах определялись

содержания мышьяка, ртути (спец.методом), меди, цинка, свинца, никеля и кобальта; дополнительно определялись содержания серебра, сурьмы, висмута и олова. Специальным методом количественного спектрального анализа в 320 пробах определялось содержание золота. Геохимические пробы анализировались в ЦАЛ б. ЮГЭ Геолого-геохимического треста в г. Баку (исполнители: Г.Алиева, Т. Фельдштейн) и ИМГРЭ в Бронницах (исполнитель Л.Богомазова). Кроме того при составлении геохимических карт использовались многочисленные данные пробирных анализов бороздовых проб на золото (ГРЭ). Геохимические карты составлены в изолиниях содержаний (изоконцентрациях) элемента по всем интервалам содержания (от низких до высоких), что отличается от общепринятой методики, согласно которой выделяются только изолинии аномальных концентраций. В дальнейшем на карте дополнительно поднимались изолинии геохимического фона и минимально-^{а/}аномальных концентраций. При такой методике оконтуривания геохимических аномалий дается полная картина геохимического поля рассеяния данного элемента и отчетливо выделяется связь его с геологическими структурами.

В результате математической обработки на ЭВМ данных геохимического опробования были определены величины геохимического фона и минимально-аномальных концентраций элементов для различных пород, коэффициенты порядковой корреляции для различных пар-элементов, величины средних содержаний, коэффициентов минерализации и аномальности, кларков концентрации элементов в ореолах, а также величины линейных продуктивностей ореолов элементов-индикаторов и их отношения к продуктивности ореолов золота.

постмагматические золоторудные месторождения, в которых основным в ультраосновных породах, развиты арениформные

П. ОБЩИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ
ПОРОДАМ

Для разработки минералого-геохимических предпосылок и методики поисков скрытого золотого оруденения, приуроченного к основным и ультраосновным породам, были рассмотрены общие геологические и минералого-геохимические особенности золоторудных месторождений подобного типа, известных как на территории Советского Союза (Южный Урал, Северный Казахстан, Малый Кавказ), так и за рубежом. Данный тип золоторудных полей и месторождений в качестве самостоятельного типа стал выделяться совсем недавно. Лишь Н.И.Бородаевским (1947), после изучения золоторудных месторождений Южного Урала, была предложена генетическая группировка золоторудных месторождений и рудных тел, приуроченных к основным и ультраосновным породам Южного Урала.

Приводимые в работе примеры золоторудных месторождений данного типа не являются исчерпывающими и во многом отражают лишь сведения, известные автору из доступной ему литературы (Дж.Гиллиули (1901); Б.П.Кротов (1915); В.Линдгрэн (1932, 1935); М.П.Ложечкин (1935); А.Бэтман (1937); Н.И.Бородаевский (1947, 1948); А.П.Переляев (1948); А.П.Сигов (1948); Д.С.Штейнберг (1948); И.Г.Магакьян (1951, 1956); Ш.О.Амирян (1961); С.М.Матевосян и др. (1965); Г.А.Саркисян (1966); А.А.Фахри (1966) и др.) и опыта в изучении месторождения такого типа на Малом Кавказе.

Геологические особенности. По тектоническому положению постмагматические золоторудные месторождения, приуроченные к основным и ультраосновным породам, развиты преимущественно в

складчатых зонах. По условиям залегания среди месторождений данного типа известны выходящие на поверхность и скрытые. Приурочены они к зонам глубинных разломов, проходящих через металлогенические золотоносные провинции и зоны.

Месторождения данного типа характеризуются различной формой рудных тел: жилы, залежи, линзы и штокверки.

Имеющиеся данные позволяют предполагать парагенетическую связь рассматриваемых месторождений с посторогенным комплексом малых интрузий (гранодиориты, плагиограниты, диориты, диорит-порфириды и др.).

Основные и ультраосновные породы являются лишь вмещающими для золотого оруденения.

Намечается два типа золоторудных месторождений:

- первый тип объединяет месторождения, в которых основные и ультраосновные породы, по своим физико-механическим свойствам, являются более благоприятной средой для локализации рудных тел, чем массивы малых интрузий (Малый Кавказ, Южный Урал, Северный Казахстан, США);

- второй тип включает месторождения, в которых основные и ультраосновные породы являются экранизирующими образованиями, рудные тела полностью локализуются в массивах малых интрузий (месторождение Джетыгара, Южный Урал).

Минералого-геохимические особенности. Золоторудные месторождения данного типа характеризуются близким минеральным составом рудных тел. Главные минералы: золото, пирит, галенит, халькопирит, сфалерит, арсенопирит, теллуриды золота; второстепенные: тетраэдрит, антимонит, гессит, таллуrowисмутит, алтаит. Для этих месторождений отмечается сходство элементного состава

рудных тел (золото, серебро, медь, мышьяк, сурьма, висмут, теллур, свинец, цинк и др.), а также окolorудно-измененных пород (серпентинизированные, карбонатизированные, оталькованные, хлоритизированные, серицитизированные, окварцованные, лиственитизированные, березитизированные и кварцево-карбонатные породы).

Отмеченные минералого-геохимические особенности рудных тел и окolorудных изменений пород отражены в прилагаемой таблице I.

Эндогенные и экзогенные геохимические ореолы рассеяния.

Ограниченность сведений о геохимических ореолах рассеяния, сопровождающих золотое оруденение, заставляет привести их краткую характеристику для золоторудных месторождений, залегающих не только в основных и ультраосновных породах, но и в других типах пород.

Изучением особенностей геохимических ореолов рассеяния золоторудных месторождений занимались Н.И.Сафронов, В.В.Поликарпочкин, А.М.Григорьев, В.А.Лапп, А.А.Фельдман, Г.Э.Минакова, А.А.Фахри, Р.Е.Аугер, Дж.С.Уэбб и другие исследователи.

Золоторудные месторождения сопровождаются формированием эндогенных и экзогенных геохимических ореолов рассеяния золота и его элементов - индикаторов (серебро, мышьяк, сурьма, висмут, медь, теллур, ртуть, цинк, свинец, вольфрам и молибден).

Для каждого типа золоторудных месторождений характерен свойственный ему элементный состав геохимических ореолов, обусловленный минеральным составом рудных тел. Параметры геохимических ореолов (элементный состав, концентрация, форма, размеры, зональность и др.) позволяют использовать их для поисков скрытых постмагматических золоторудных месторождений и рудных тел различного типа, в том числе и тех, которые приурочены к основным и ультраосновным породам.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Составил Б.Г. Безирганов

Таблица № I

1968r

[illegible]

 **ДНОРИТЫ**
 **ЛВТНОГРВННТЫ**
 **ГВВРО**

☒ Перидотиты

☒ Вулканогенно-осадочные породы

☒ метаморфические сланцы

У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

 Жилы.
 Линзы, звезди.
 Штокверки, зоны

☒ Рудоуправляющие факторы, минералы, элементы, окислительно-восстановительные породы присутствуют

III. ЗОДСКОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ ПОЛЕ МАЛОГО КАВКАЗА КАК ОДИН ИЗ ПРИМЕРОВ РУДНЫХ ПОЛЕЙ, ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ПОРОДАМ

Изучением рудного поля и района Малого Кавказа в разные годы занимались К.Н.Паффенгольц, И.Г.Магакъян, С.С.Мкртчян, Т.М.Степанян, Т.А.Твалчрелидзе, С.М.Матевосян, Т.Ш.Татевосян, Ш.О.Амирян, С.Б.Абовян, Г.А.Саркисян, Н.Н.Тагунова, С.А.Паланджян, М.М.Константинов, В.А.Грушин и другие геологи.

Краткая геологическая и минералого-геохимическая характеристика района

Район золоторудного поля и месторождения расположен в пределах структурно-металлогенической золотоносной зоны.

Нижний структурный этаж района представлен мощной вулканогенно-осадочной толщей нижнего сенона, в строении которой принимают участие диабазы, андезитовые порфириды, туфопесчаники, туфобрекчии.

Средний структурный этаж представлен трансгрессивной серией пород верхнего сенона, в основании которой залегают базальные конгломераты с галькой основных пород, а выше лежат мергели, песчаники, известняки и мергелистые известняки.

Верхний структурный этаж включает породы аргиллит-песчаной толщи (средний эоцен), андезито-дациты, андезито-базальты (олигоцен), конгломераты и брекчии (плиоцен?), и современные отложения.

Интрузивный комплекс пород. Позднеорогенный габбро-пирidotитовый комплекс (доверхний сенон): габбро, перидотиты, дуниты, пироксениты и их серпентинизированные разности - серпентиниты.

В пределах района габбро и перидотиты образуют единые интрузивы, в которых габбро относятся к более поздней фазе единого магматического цикла.

Постороженный комплекс малых интрузий, сформировавшийся в послесреднеэоценовое время, представлен: гранодиоритами, плагиогранитами, диоритами, пироксеновыми диорит-порффирами и плагиогранит-порффирами.

В структурном отношении район приурочен к зоне глубинных разломов, с широким развитием разрывных нарушений близширотного простирания.

Располагаясь в пределах структурно-металлогенической золотоносной зоны Малого Кавказа, район характеризуется эндогенной минерализацией золота, серебра, мышьяка, сурьмы, висмута, теллура, меди, ртути, парагенетически связанных с постороженным комплексом малых интрузий, а также - хрома, никеля, кобальта, магния, сингенетичных с основными и ультраосновными породами.

Район золоторудного месторождения характеризуется развитием в аллювиальных отложениях экзогенных минералогических ореолов (поток) рассеяния золота, переходящих вблизи месторождения в промышленные золотоносные россыпи.

Массивы габбро-перидотитов выделяются интенсивными магнитными аномалиями (до 1400 гамм), на фоне которых наблюдаются локальные аномалии пониженной магнитной восприимчивости (от -200 до +200 гамм), приуроченные к зонам измененных пород в пределах которых располагаются рудные тела.

Комплекс вулканогенно-осадочных пород характеризуется спокойным магнитным полем с параметрами в 350-400 гамм.

Геологическая и минералого-геохимическая характеристика
золоторудного поля и месторождения

Золоторудное поле приурочено к центральной антиклинали, ядро которой сложено комплексом вулканогенно-осадочных пород нижнего сенона (андезитовые порффиры, туфопесчаники), прорванными доверхнесенонскими интрузиями основного и ультраосновного состава (габбро, перидотиты, реже дуниты, пироксениты и их серпентинизированные разности - серпентиниты). Последние в свою очередь прорваны малыми интрузиями (аплагиограниты, пироксеновые диорит-порфиры и др.) и дайками плагиогранит-порфиров до среднеэоценового возраста. На крыльях антиклинали развиты мергели, мергелистые известняки верхнего сенона.

Месторождение расположено в зоне интенсивного развития разрывных нарушений и многократного дробления пород (осевая часть антиклинали). Направление рудоконтролирующих разрывных структур близширотное, параллельно оси складки, падение крутое. Общая протяженность отмеченных структур свыше 20 км, с шириной зоны дробления от 400 до 1000 м. Основными рудовмещающими структурами являются крутопадающие трещины отрыва.

Рудные тела представлены жилами, зонами и штокверками.

Мощность рудных тел, в среднем, 4-5 метров. Основная масса рудных тел расположена в пределах габбро. Минеральный состав рудных тел: рудные - пирит, арсенопирит, золото, халькопирит, галенит, сфалерит, теннантит, тетраэдрит, теллуrowисмутит, тетрадимит, энаргит, креннерит, калаверит, сильванит, алтаит, петцит, гессит, антимонит, колорадоит, киноварь; жильные - кварц, хлорит, серицит, кальцит, барит, доломит, эпидот, тальк,

халцедон. По данным Ш.О.Амиряна и Т.А.Твалчредидзе выделяется шесть стадий минерализации: I - кварцевая (предрудная); II - кварц-пирит-арсенопиритовая (золотоносная); III - кварц-карбонат-сульфидная (золотоносная); IV - кварц-карбонат-золоторудная; V - кварц-карбонат-антимонитовая (золотоносная); VI - карбонат-кварцевая (пострудная).

Метасоматические процессы выражены в серпентинизации, пропилитизации, хлоритизации, карбонатизации, окварцевании и отальковании рудовмещающих пород. Мощность зон измененных пород 10-50 метров, простирание близширотное, падение преимущественно крутое.

Физико-механические свойства горных пород

Существенное влияние на формирование рудоконтролирующих разрывных структур, локализацию рудных тел и их морфологию, а также на развитие эндогенных геохимических ореолов рассеяния оказывали физико-механические свойства вмещающих пород.

Геологическими исследованиями установлено, что основная масса рудных тел расположена в габбро, если они залегают среди перидотитов. Однако зоны измененных пород прослеживаются не только в габбро, но переходят и в перидотиты. Рудные же тела, как правило, обрываются на контакте габбро с перидотитами и внутри перидотитов не прослеживаются.

Количественная оценка физических свойств вмещающих пород (табл. 2) дает возможность заключить, что габбро по сравнению с перидотитами обладают повышенными значениями эффективной пористости и продолжительным водонасыщением (свободное водонасыщение габбро происходит по 35-ые сутки включительно, перидоти-

- 15 -

ТАБЛИЦА

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ

1968 г.

Таблица 2

Порода	Объемный вес г/см ³		Эффективная пористость %		Коэффициент водонасыщения %		Количество образцов	Скорость прохождения упругих волн км/сек						Модуль Юнга (средний) Е 10 ⁹ кг/см ²	Коэф. Пуассона	Модуль сдвига G 10 ⁹ кг/см ²	Коэфф. объемн. расширения K 10 ⁹ кг/см ²	Модуль объемной упругости K 10 ⁹ кг/см ²	Количество образцов	Предел прочности на сжатие кг/см ²	Предел прочности на растяжение кг/см ²	Предел прочности на изгиб кг/см ²	Количество образцов
	пределы колебаний	средн.	пределы колебаний	средн.	пределы колебаний	средн.		поверхностных		продольных		поперечных											
								пределы колебаний	средн.	пределы колебаний	средн.	пределы колебаний	средн.										
Вулканогенно-осадочные породы																							
Порфириты	2.65-2.95	2.80	0.80-1.35	1.33	0.30-1.14	0.48	23	2.70-2.95	2.78	5.30-6.10	5.57	2.88-3.27	3.04	6.62	0.28	2.60	18.44	5.64	6	885	316.90	53.40	4
Туфопесчаники	2.68-2.70	2.69	1.57-1.80	1.71	0.58-0.69	0.63	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Осадочные породы																							
Конгломераты	2.63-2.72	2.68	1.30-4.90	2.73	0.41-1.80	1.01	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мергелистые известняки	2.43-2.67	2.58	2.50-6.60	3.41	0.60-2.90	1.34	14	2.31-3.10	2.75	5.00-5.68	5.45	2.82-3.12	2.97	5.67	0.29	2.22	14.25	4.24	3	689	559.0	70.10	4
Мраморизованные известняки	2.52-2.68	2.60	1.07-3.60	2.32	0.40-1.42	0.91	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Интрузивные породы																							
Габбро	2.75-3.10	2.85	2.20-3.55	2.70	0.26-3.50	0.86	93	3.05-3.30	3.15	5.30-6.80	6.10	3.27-3.65	3.44	7.61	0.23	3.01	19.50	5.48	7	1936	223.90	80.10	8
Измененные габбро	2.50-2.92	2.68	2.37-3.61	2.92	0.36-3.50	0.93	14	2.25-2.40	2.32	4.40-4.90	4.65	2.46-2.61	2.53	3.93	0.28	1.01	9.32	3.25	5	681	582.0	111.86	4
Перидотиты	2.54-2.87	2.66	0.68-2.07	1.47	0.16-1.07	0.54	72	1.84-2.39	2.13	4.80-5.85	5.00	2.0-2.41	2.24	3.44	0.37	1.22	8.40	6.33	7	695	142.2	46.70	8
Измененные перидотиты	2.44-2.66	2.54	1.29-2.40	1.90	0.33-1.90	0.80	20	1.80-3.20	2.46	3.40-5.80	4.80	1.98-3.56	2.94	4.92	0.26	1.97	12.66	3.59	5	534	1181.2	48.10	4
Плагиограниты	2.62-2.73	2.67	0.88-2.07	1.79	0.33-1.21	0.67	9	2.30-2.50	2.40	4.50-5.42	4.96	2.52-2.70	2.59	4.73	0.30	1.78	12.50	4.71	4	1365	329.9	113.50	4
Пироксеновые диорит-порфириты	2.50-2.68	2.62	0.77-2.82	2.33	0.41-2.85	0.96	12	1.90-2.75	2.22	4.10-5.40	4.91	2.04-3.02	2.40	4.07	0.31	1.53	10.38	3.98	5	1050	307.0	96.85	4
Плагиогранит-порфиры	2.37-2.48	2.42	7.19-8.17	7.58	2.90-3.49	3.19	7	2.20-2.80	2.25	3.90-4.25	4.07	2.43-2.54	2.48	3.56	0.21	1.49	8.61	2.16	4	758	100.6	50.10	4
Гидротермально-измененные породы																							
Гидротермально-измененные породы	2.56-3.10	2.79	2.82-2.98	2.90	0.16-2.48	0.97	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кварцево-карбонатные породы	3.00-3.15	3.08	0.40-0.69	0.58	0.11-0.39	0.19	6	3.75-4.15	3.90	7.0-7.48	7.1	4.30-4.38	4.34	13.75	0.21	5.81	4.24	7.26	4	570	1063.2	166.97	4

Составил Б.Г. Безирганов

тов же прекращается на 15-ые сутки).

Развитие дорудного метаморфизма (серпентинизация, пропилитизация) повысили эффективную пористость вмещающих пород. Для габбро, в среднем, с 2.70% до 2.92%; перидотитов с 1.47 % до 1.90%. Следовательно, в момент рудообразования и формирования эндогенных ореолов, в пределах проницаемых зон, вмещающие породы обладали максимальными значениями эффективной пористости и величины водонасыщения, которые можно считать оптимальными для оруденения данного типа. Повышение эффективной пористости и величины водонасыщения обусловили проникновение гидротерм на большие расстояния, с соответственно малой скоростью инфильтрации, что способствует выпадению минеральных агрегатов и формированию широких с зональным строением эндогенных геохимических ореолов. По мере удаления от зоны рудообразования зафиксировано постепенное понижение величин эффективной пористости и водонасыщения, что является одной из причин постепенного понижения концентрации элементов в эндогенных ореолах в том же направлении.

Анализ механических свойств вмещающих пород золоторудного месторождения (см. табл. № 2) показывает, что габбро по сравнению с перидотитами обладают повышенными значениями прочностных свойств, модуля упругости и сдвига, и наоборот низкими величинами коэффициента Пуассона и модуля объемной упругости.

Повышенные величины прочностных и упругих свойств габбро, относительно перидотитов, обуславливают формирование в них выдержанных по простиранию разрывных нарушений и оперяющих их систем трещиноватости пород, являющихся благоприятными структурами для проникновения, циркуляции гидротермальных растворов и локализации золоторудных тел.

Перидотиты, характеризующиеся низкими величинами рассматриваемых свойств, играют роль экрана.

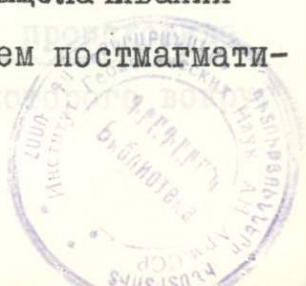
Наибольший интерес для поисков скрытых золоторудных тел по эндогенным геохимическим ореолам элементов-индикаторов золота представляют ореолы, развитые в габбро, если они залегают среди перидотитов.

IV. ЭНДОГЕННЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ РУДНОГО ПОЛЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Для выявления особенностей эндогенных геохимических ореолов предварительно проводились опытно-методические работы на разведанном золоторудном месторождении. Объемное изучение эндогенных геохимических ореолов (в плане и разрезе) позволило установить их главнейшие параметры (элементный состав, концентрацию, форму, размеры, зональность), которые являются основой для разработки поисковых геохимических предпосылок и признаков скрытого золотого оруденения, приуроченного к основным и ультраосновным породам.

Элементный состав ореолов. Вокруг известных на месторождении рудных тел обнаружены эндогенные геохимические ореолы двух различных по генезису групп элементов-индикаторов. Первая группа включает интенсивные ореолы золота, мышьяка, меди, ртути и цинка, а также серебра, сурьмы, висмута и теллура, привнесенные в зону рудообразования гидротермальными растворами (ореолы отложения).

Во вторую группу отнесены слабые ореолы никеля и кобальта, сформированные в рудоносной зоне в результате выщелачивания основных и ультраосновных пород, под воздействием постмагматических растворов (ореолы выщелачивания).



Сопоставление данных количественного и приближенно-количественного спектрального и химического анализов проб из руд и околорудно-измененных пород и мономинеральных фракций показывает тесную зависимость содержаний золота от содержаний серебра, мышьяка, сурьмы, висмута, теллура, ртути, меди, цинка и свинца, которые фиксируются в золотосодержащих минералах (арсенопирит, теннантит, антимонит, тетраэдрит, теллуrowисмутит, тетрадимит, гессит, креннерит, калаверит, халькопирит, сфалерит, галенит, алтаит, колорадоит).

Между содержаниями золота и его элементами - индикаторами (серебро, мышьяк, сурьма, висмут, теллур, ртуть, медь, цинк и свинец) установлена существенная (тесная) положительная связь (порядковая корреляция). В то же время между содержаниями золота и содержаниями никеля и кобальта отмечается отрицательная корреляционная связь. Сила корреляционной связи положена в основу следующего ряда элементов-индикаторов золота в ореолах отложения: мышьяк - серебро - висмут - сурьма - медь - ртуть - цинк - свинец. В данном ряду элементы, стоящие левее, обладают большей силой корреляционной связи с золотом.

Наибольший интерес для поисков представляют ореолы тех элементов-индикаторов, которые формировались в золоторудную стадию минерализации.

Используя стадийность минералообразования в рудных телах, а также результаты геохимических исследований, разработана схема стадийности формирования эндогенных геохимических ореолов элементов-индикаторов золоторудного месторождения. В первую стадию формирования прерудных измененных пород происходило выщелачивание никеля и кобальта, в результате которого вокруг

рудных тел создавались их ореолы рассеяния, характеризующиеся пониженными концентрациями. К этому же времени может быть отнесено образование ореолов меди, связанных с кварцевой прерудной стадией формирования рудных тел. Во вторую стадию образуются интенсивные ореолы золота и мышьяка, а также продолжается частичное выщелачивание никеля и кобальта. В третью стадию формируются интенсивные ореолы меди, золота, мышьяка, серебра, сурьмы, висмута, цинка и свинца; в четвертую - ореолы золота, серебра, сурьмы, висмута, свинца, теллура и ртути; в пятую стадию - меди, сурьмы и свинца.

Концентрация элементов-индикаторов в эндогенных геохимических ореолах определяется концентрацией элементов в рудных телах, мощностью рудных тел, степенью измененности и физико-механическими свойствами окolorудных вмещающих пород и другими факторами.

Рудоносные зоны и зоны измененных пород фиксируются аномалиями повышенных концентраций привносимых элементов-индикаторов (золото, мышьяк, медь, ртуть и цинк), а также пониженных концентраций выщелачиваемых элементов (никель и кобальт).

Нижним пределом концентраций привносимых элементов-индикаторов в ореолах служит фоновые содержания, которые в десятки раз превышают кларковые. Для выщелачиваемых^{bl/} элементов геохимический фон в 2-3 раза превышает кларк, а фон никеля в габбро меньше кларкового содержания. В эндогенных ореолах, развитых вокруг мощных рудных тел, установлены повышенные концентрации привносимых элементов-индикаторов: золото - 5-7 усл.ед., мышьяк $2 - 4,5 \cdot 10^{-1}\%$; медь - $5,0 \cdot 10^{-1}\%$; ртуть - $7,5 \cdot 10^{-3}\%$; цинк - $7 \cdot 10^{-2}\%$; и пониженные концентрации выщелачиваемых эле-

ментов: никель - $7,5 \cdot 10^{-2}\%$; кобальт - $5,0 \cdot 10^{-4}\%$. По мере удаления от зоны рудообразования зафиксировано постепенное понижение привносимых элементов-индикаторов и соответственно повышение концентраций сингенетических с габбро-перидотитами никеля и кобальта.

Форма эндогенных геохимических ореолов в общих чертах повторяет конфигурацию рудных тел, вокруг которых они развиты.

Эндогенные ореолы, развитые вокруг крутопадающих золото-рудных тел (жил) в плане имеют овальную форму, вытянутую по простиранию рудных тел. В поперечном разрезе ореолы обладают факеловидной формой, вытянутой вверх по возмощию рудных тел. Характерной особенностью ореолов является расширение их кверху и сужение книзу. В общем ореолы имеют форму развернутого веера, расширяющегося кверху. По отношению к рудным телам, вокруг которых они развиты, ореолы имеют симметричную форму. С уменьшением угла падения рудных тел, увеличивается асимметрия формы ореолов в сторону висячего бока. На симметричность влияют также физико-механические свойства и степень измененности вмещающих пород. Рудные тела штокверкового типа окаймляются эндогенными ореолами изометричной формы.

Размеры эндогенных геохимических ореолов в десятки раз превосходят размеры рудных тел и зон околорудно-измененных пород, вокруг которых они развиты. Размеры ореолов во многом зависят от концентрации элементов и мощности рудных тел, степени измененности и физико-механических свойств вмещающих пород, геохимических свойств отдельных элементов и других факторов. Горизонтальная протяженность ореолов, развитых вокруг мощных крутопадающих рудных тел, с высокой концентрацией элементов в них, доходит до 2200-2400 м, при ширине равной 100-150 м. Верти-

кальная протяженность ореолов от предлагаемой верхней кромки рудных тел равна: золота - 100 м; цинка - 100 м; меди - 140 м; мышьяка - 300 м и ртути - 400 м.

Зональность эндогенных геохимических ореолов отмечается в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Горизонтальная зональность определяется различной шириной ореолов отдельных элементов по отношению к рудному телу. Эндогенные геохимические ореолы золота с концентрацией 3-7 усл. ед. имеют ширину 5-10 м, что в общем совпадает с мощностью рудных тел; с концентрацией 2 усл. ед. - 60 м вписываются в зону оклорудно-измененных пород; ореолы с концентрацией золота 1 усл. ед. совпадают с контурами зон измененных пород. Ореолы с содержанием ртути в среднем $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ имеют ширину 100 м, совпадающая с шириной зон измененных пород; с концентрацией $3,0 \cdot 10^{-4}$ - $3,0 \cdot 10^{-5}\%$ ширина ореола ртути равна 120-150 м, что выходит за пределы зон измененных пород.

Ореолы с концентрацией мышьяка $2,0 \cdot 10^{-2}$ - $3 \cdot 10^{-1}\%$ и меди $3,0 \cdot 10^{-3}$ - $3 \cdot 10^{-1}\%$ имеют ширину 90-100 м, что совпадает с мощностью зон измененных пород. Ореолы с концентрацией цинка $7,5 \cdot 10^{-2}$ - $1,0 \cdot 10^{-1}\%$ вписываются в зону измененных пород.

Вертикальная зональность в строении эндогенных ореолов изучалась в пределах двух полос, соответствующих каждой из рудоносной зон основного разреза по месторождению, ориентированного вкрест простирания рудоносных зон. Вертикальная зональность в строении ореолов отдельных элементов установлена на основе изучения изменения по вертикали средних содержаний элементов-индикаторов. Уровнем максимальных концентраций привносимых элементов-индикаторов (золото, мышьяк, ртуть и медь)

является горизонт наиболее продуктивной части рудных тел. Для цинка таким уровнем является более высоко расположенный горизонт. В общем снизу вверх наблюдается понижение концентраций привносимых элементов-индикаторов и повышение концентраций выщелачиваемых элементов (никель, кобальт). Анализ графиков изменения по вертикали характера и силы корреляционных связей показывает тенденцию к повышению с глубиной силы корреляционных связей между содержаниями пар-элементов золото-ртуть, золото-мышьяк, золото-медь, золото-цинк (пары стоящие в ряду левее отличаются относительной отчетливостью к повышению с глубиной силы корреляционных связей). Характер связей при этом не изменяется. В результате количественной оценки вертикальной зональности в строении ореолов привносимых элементов-индикаторов (изменения линейных продуктивностей и отношений линейных продуктивностей) установлен следующий ряд вертикальной зональности: золото-ртуть-мышьяк-медь-цинк, где элементы, стоящие в ряду правее, образуют интенсивные ореолы на более верхних горизонтах. В данном ряду недостаточно объяснимым является положение ртути, которая характеризуется большой упругостью паров и должна создавать наиболее удаленные от рудных тел ореолы. В связи с этим, надежное использование установленного ряда вертикальной зональности в строении ореолов для оценки перспектив рудности геохимических аномалий при поисках скрытого золотого оруденения, требует дополнительных минералого-геохимических исследований по выявлению природы минерализации ртути в пределах зоны рудообразования.

Характер изученных эндогенных ореолов, а также геохимические свойства образующих их элементов, позволили высказать не-

которые соображения о генезисе рудных тел и окаймляющих их ореолов рассеяния. Отчетливо, например, устанавливается, что оруденение возникло не путем заимствования золота и сопутствующих элементов из вмещающих месторождение основных и ультраосновных пород, а сформировалось из глубинного магматического очага, являвшегося первоисточником парагенетической ассоциации малых интрузий и оруденения.

Геологическая интерпретация параметров эндогенных ореолов позволяет считать их поисковыми признаками золоторудных тел и использовать их для поисков скрытых золоторудных тел, приуроченных к основным и ультраосновным породам.

У. ПОИСКОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИЗНАКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ПОРОДАМ

При поисках скрытого золотого оруденения в пределах рудных полей и районов данного типа могут использоваться следующие поисковые геологические предпосылки и признаки:

- поисковые предпосылки: металлогенические, структурно-тектонические, магматогенные, петрографические, геофизические;
- поисковые минералого-геохимические признаки: выходы рудных тел, эндогенные и экзогенные минералогические ореолы, эндогенные геохимические ореолы.

Металлогенические предпосылки. Постмагматические золоторудные месторождения данного типа расположены в золотоносных металлогенических зонах, характеризующихся эндогенной минерализацией золота, серебра, мышьяка, сурьмы, висмута, теллура, ртути, меди, цинка, свинца, парагенетически связанных с комплексом малых

интрузий, а также минерализацией хрома, никеля, кобальта, железа, магния, сингенетичных с основными и ультраосновными породами. При поисках необходимо установить геохимическую специализацию посторогенных малых интрузий на золото и его элементы-индикаторы. После чего выбираются площади локального развития малых интрузий и разрывных нарушений.

Структурно-тектонические предпосылки. Рудные поля и месторождения локализуются в пределах зон глубинных разломов, пересекающих складчатые структуры.

Благоприятными рудоконтролирующими и рудовмещающими структурами являются разрывные нарушения и оперяющие их системы трещиноватости пород.

Магматогенные предпосылки. Объектом изучения являются постмагматические золоторудные месторождения, залегающие среди основных и ультраосновных пород, с которыми они генетически не связаны, а возникли значительно позже из самостоятельных глубинных очагов рудообразования. Для таких месторождений намечается парагенетическая связь с посторогенным комплексом малых интрузий гранитоидов повышенной основности, что и является магматогенной предпосылкой для поисков.

Петрографические предпосылки заключаются в использовании для прогноза месторождений и рудных тел петрографических свойств горных пород (минерального состава, текстур и структур), которые определяют характер их физико-механических свойств.

Основные и ультраосновные породы характеризуются различными физико-механическими свойствами. Интерес для поисков представляют те разности основных и ультраосновных пород, которые обладают повышенной эффективной пористостью, продолжительным

водонасыщением, повышенными значениями прогностных и упругих свойств. На примере месторождения Малого Кавказа установлено, что такими породами являются габбро, в которых локализуется главная масса рудных тел; перидотиты, вмещающие габбро, играют роль экрана.

Геофизические предпосылки. Массивы основных и ультраосновных пород характеризуются магнитными полями с высокими значениями ΔZ , внутри которых четко выделяются слабые и отрицательные магнитные аномалии, приуроченные к рудоносным зонам и зонам измененных пород. Эти предпосылки можно использовать для оконтуривания скрытых массивов основных и ультраосновных пород, возможно вмещающих золоторудные тела, а также для выделения потенциально рудоносных зон измененных пород.

Поисковые минералого-геохимические признаки

Выходы рудных тел. Изучение выходов рудных тел на поверхности способствует выявлению их минералогических и геохимических особенностей, которые можно использовать при прогнозе скрытого оруденения. Размеры и очертания окисленных руд золоторудных месторождений данного типа в плане определяются контурами первичных рудных тел в данном сечении, отвечающим уровню современного эрозионного среза. Вертикальная глубина зоны окисления составляет 100-120 м. Наблюдается относительно равномерное распределение золота как в окисленных так и в сульфидных рудах. Руды зоны окисления представлены преимущественно гидроокислами железа - гидрогетитом и гетитом. В приповерхностной зоне, в малдеформированных кварцевых жилах сохраняются гнезда и карманы сульфидов и теллуридов. Выходы рудных тел нередко имеют низкое

содержание золота, однако на глубине, по тем же рудным телам, концентрация металла возрастает в несколько раз, что определяется наличием гипогенных рудных столбов в пределах рудных тел.

Эндогенные и экзогенные минералогические ореолы. К ним в первую очередь относятся околорудные изменения вмещающих пород, сопровождающих золоторудные месторождения данного типа. Они выражены ореолами серпентинизации, хлоритизации, пропилитизации, карбонатизации, оталькования, сери^{цц}тизации, эпидотизации, уралитизации, лиственитизации и березитизации. Серпентинизация и пропилитизация не всегда одновременны с рудообразованием, они более характерны для дорудной стадии минералообразования. Гипергенные процессы на золоторудных месторождениях, приуроченных к основным и ультраосновным породам, приводят к формированию в аллювиальных отложениях минералогических ореолов золота и образованию промышленных россыпей, которые являются прямыми поисковыми признаками. В ассоциации с золотом в гипергенных минералогических ореолах иногда фиксируется барит, который может также использоваться для обоснования поисков месторождений и рудных тел не только выходящих на поверхность, но и скрытых. При этом учитывается то обстоятельство, что барит в рудных телах выделялся в одну из заключительных стадий и потому может создавать надрудные зоны концентрации, которые размывались в начальные периоды эрозионной деятельности.

Эндогенные геохимические ореолы. Для поисков золоторудных тел, залегающих среди основных и ультраосновных пород, могут использоваться комплексные эндогенные геохимические ореолы отложения золота и его элементов-индикаторов, а также ореолы выщелачивания никеля и кобальта. Прогноз скрытого оруденения дол-

жен учитывать возможность обнаружения на современной поверхности различных частей таких комплексных ореолов. При небольшой глубине эрозионного среза на поверхности будет оконтуриваться ореол элементов-индикаторов (ртуть, мышьяк, цинк, свинец, медь). Соотношение концентраций этих элементов в ореоле может быть различным, а некоторые элементы могут вообще отсутствовать. На более глубоком уровне эрозионного среза в пределах ореола элементов-индикаторов должен выявляться ореол выщелачивания никеля и кобальта, а также ореол отложения золота, который располагается ближе всего к рудному телу.

УІ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ СКРЫТЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ПОРОДАМ

Обоснование типа месторождений для поисковых целей

Постмагматические золоторудные месторождения, приуроченные к основным и ультраосновным породам, создают сложные, но отчетливые комплексные геологические, минералогические, геохимические и геофизические аномалии, выявление и оконтуривание которых требует применения сложного комплекса поисковых методов. Среди них применяются геологические, минералогические, геохимические, геофизические и горно-буровые методы.

Методика поисков

В работе подробно рассмотрена методика выполненных поисковых и поисково-разведочных работ в пределах района золоторудного месторождения Малого Кавказа, проанализирована эффективность всех применявшихся методов и предложена возможная рациональная схема методики поисков скрытого оруденения в пределах рудных

полей и районов данного типа (таблица 3).

Предлагаемая автором схема методики поисков предусматривает проведение поисковых работ в два этапа, охватывающие три стадии. Для каждой из трех стадий намечен комплекс поисковых методов, определены цели и задачи для каждого метода и необходимые результаты, которые должны быть получены после проведения работ каждой стадии.

I этап. Региональная геологическая съемка, сопровождаемая предварительными поисками. На первой стадии предварительных поисков основной метод - мелкомасштабная геологическая съемка - должен сопровождаться аэромагнитной съемкой, геохимической съемкой по коренным породам и потокам рассеяния, шлиховой съемкой по аллювиальным отложениям, а также геологическим и поисковым дешифрированием аэрофотоматериалов. Взаимодействие между этими методами достигается путем совмещения геологических поисковых профилей с профилями геохимическими, а также профилей шлихового опробования с геохимическими по потокам рассеяния. Профили следует располагать вкрест простирания зон глубинных разломов и перпендикулярно линейной ориентировке массивов основных и ультраосновных пород.

II этап. Поиски. На первой стадии в пределах перспективных площадей, выделенных в процессе предварительных поисков, основным методом детальных поисков является среднемасштабная геологическая съемка с проходкой горных выработок и картировочных скважин, которая сопровождается геохимической съемкой по коренным породам с отбором проб - протолок и наземная магнитометрическая съемка. На второй стадии в пределах выделенных в процессе детальных поисков прогнозных участков по совокупности

РАЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА МЕТОДИКИ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ТЕЛ, ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ПОРОДАМ

Составил Б.Г. Безирганов

Таблица № 3

1969г

ЭТАПЫ	СТАДИИ	ЦЕЛИ	ЗАДАЧИ	МЕТОДЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
I РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА, СОПРО- ВОЖДАЕМАЯ ПРЕ- ДВАРИТЕЛЬНЫМИ ПОИСКАМИ	1. ПРЕДВАРИ- ТЕЛЬНЫЕ ПОИСКИ (проводятся в пре- делах металлогениче- ских золотоносных зон)	Выявление рудных полей в пределах металлогенических золотоносных зон	Оконтуривание зон глубинных разломов, массивов основных и ультраосновных пород, малых интрузий, участков пород, измененных поста- магматическими процессами, установление металло- генической специализации малых интрузий, выделе- ние и оконтуривание эндогенных минералогических и геохимических ореолов и аномалий	1 Аэромагнитная съемка 2 Геологическое и поисковое дешифрирование аэрофотоматериалов 3 Геологическая съемка мас- штаба 1:50000 - 1:25000 4 Геохимическая съемка по корен- ным породам масштаба 1:50000 - 1:25000 5 Шлиховая съемка по аллюви- альным отложениям 6 Геохимическая съемка по пото- кам рассеяния масштаба 1:50000	Прогнозно-металлоге- ническая карта мас- штаба 1:50000-1:25000, с выделенными площа- дями для детальных поисковых работ
	II. ПОИСКИ				
	1. ДЕТАЛЬНЫЕ ПОИСКИ (проводятся на пер- спективных пло- щадях, выделенных внутри металлогени- ческих золотоносных зон по совокупности благоприятных пред- посылок)	Выявление золото- рудных месторождений	Выявление закономерностей локализации золотого оруде- нения в основных и ультраосновных породах, вскрытие и про- слеживание разрывов, зон дробления и измененных пород, генетически связанных с постамагматическими процессами, обнаружение массивов благоприятных для скрытого оруденения золота, отбор образцов по профилям и выра- боткам для изучения петрографических и физико-меха- нических свойств пород. Оконтуривание эндогенных геохимических ореолов элементов-индикаторов, выделение среди них орео- лов с повышенной концентрацией элементов-индика- торов, выявление природы минерализации элементов в ореолах. Оконтуривание скрытых массивов основных и ультра- основных пород, выявление зон измененных пород.	1. Геологическая съемка масштаба 1:25000-1:10000 с проходкой горных выработок и картировочных скважин 2. Геохимическая съемка по коренным породам масшта- ба 1:25000-1:10000 с отбором проб-протокочек. 3. наземная магнитометри- ческая съемка масштаба 1:25000-1:10000	Карта прогнозов мас- штаба 1:25000-1:10000 с выделенными пер- спективными участ- ками для поисково- разведочных работ
	2. ПОИСКОВО- РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ (проводятся на прогнозных участках, выделенных по со- вокупности поисковых при- знаков золотого оруденения)	Выявление скрытых золоторудных тел и предварительная геолого-экономичес- кая их оценка.	изучение рудоконтролирующих разрывов, а также оперяющих и сопряженных с ними трещин, выявление в пределах минерализованных зон скрытых золоторудных тел. Выявление и вскрытие на глубоких горизонтах минерализованных зон и золоторудных тел.	1. Геолого-структурная съемка масшта- ба 1:5000-1:2000 с дополнитель- ным объемом горных выработок и картировочных скважин 2. Проходка горных выработок и бурение глубоких поисковых сква- жин с последующим минералого- геохимическим изучением	Детальная карта прогнозов масштаба 1:5000-1:2000, с выде- ленными объектами для предваритель- ной разведки

прямых поисковых признаков золотого оруденения поисково-разведочные работы в основном заключаются в проходке горных выработок и бурении скважин по профилям с последующим минералого-геохимическим изучением.

Предложенная схема методики поисков более полно отвечает условиям ведения поисковых работ в пределах района золоторудного месторождения Малого Кавказа. При соответствующих корректурах она может быть использована и для проведения поисковых работ в пределах других рудных районов и полей данного типа.

Оценка геохимических аномалий для обоснования прогнозов скрытых золоторудных месторождений и рудных тел данного типа

После оконтуривания и изучения геохимических аномалий производится сопоставление особенностей выявленных аномалий с установленными на известных месторождениях данного типа параметрами эндогенных ореолов элементов-индикаторов и выбор путем геологической интерпретации среди них таких, которые заслуживают постановки первоочередных работ. Для оценки перспектив рудоносности геохимических аномалий необходимо учитывать геологические, минералогические и геохимические оценочные факторы.

Геологические факторы. Эндогенные геохимические ореолы с повышенной концентрацией привносимых элементов-индикаторов (золото, мышьяк, ртуть, медь и цинк), а также слабые ореолы выщелачивания никеля и кобальта приурочены к рудоносным зонам, зонам измененных пород и разрывным нарушениям, являющимся единым для размещения малых интрузий и парагенетически связанных с ними золоторудных тел. Потенциально рудоносными могут считаться те геохимические аномалии, которые развиты в благоприятной для ло-

кализации скрытого золотого оруденения среде, т.е. характеризуются оптимальными для оруденения данного типа величинами физико-механических свойств (повышенная эффективная пористость, продолжительное водонасыщение, высокие значения прочностных и упругих свойств).

При оценке необходимо учитывать приуроченность слабых и отрицательных магнитных аномалий к рудоносным зонам, зонам измененных пород и ослабленным зонам трещиноватости и дробления пород, располагающиеся среди интенсивных магнитных аномалий, создающих ^{мис} массивы ^{ам} основных и ультраосновных пород.

Минералогические факторы. Для оценки геохимических аномалий необходимо выявить минеральную форму элементов, что позволит установить генетическую связь данной аномалии с процессом рудообразования. При этом учитывается также пространственное расположение выявленных геохимических аномалий по отношению к области питания минералогических ореолов рассеяния золота в аллювиальных отложениях, формирующихся при разрушении коренных источников золота.

К геохимическим факторам оценки относятся главнейшие особенности выявленных аномалий: элементный состав, концентрация, форма, размеры, зональность, генезис. В работе разработан принцип оценки перспектив рудоносности геохимических аномалий при поисках скрытого оруденения данного типа. Принцип основан на сопоставлении особенностей выявленных аномалий с параметрами эндогенных ореолов, установленных на известном золоторудном месторождении данного типа и путем геологической интерпретации выбор среди них первоочередных для постановки поисково-разведочных работ, направленных на обнаружение скрытого оруденения данного типа.

Практические рекомендации по дальнейшему проведению поисковых и поисково-разведочных работ в пределах района Малого Кавказа

Сочетание благоприятных поисковых предпосылок и признаков скрытого золотого оруденения данного типа позволяет в пределах района Малого Кавказа рекомендовать для постановки дальнейших поисковых и поисково-разведочных работ ряд перспективных участков, располагающихся в пределах рудного поля и за его пределами в север-северо-западной части района.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Изложенное выше содержание диссертационной работы может быть кратко сформулировано в виде следующих основных положений:

I. Постмагматические золоторудные месторождения, залегающие среди основных и ультраосновных пород, характеризуются: приуроченностью их к зонам глубинных разломов, проходящих через металлогенические золотоносные зоны; различными формами рудных тел, близким минеральным и элементным составом рудных тел, а также сходными околорудно-измененными породами.

Минералого-геохимические исследования автора показали, что основные и ультраосновные породы являются лишь вмещающими для оруденения золота, которое парагенетически связывается с более молодыми малыми интрузиями.

Золоторудные месторождения различного типа, расположенные в различных регионах, сопровождаются геохимическими ореолами золота и его элементов-индикаторов, которые можно использовать для поисков скрытого оруденения.

II. Зодское золоторудное поле Малого Кавказа, приуроченное

к основным и ультраосновным породам, является типичным примером рудных полей данного типа.

Существенное влияние на формирование рудоконтролирующих разрывных структур месторождения, локализацию рудных тел и их морфологию, а также на развитие вокруг золоторудных тел эндогенных геохимических ореолов оказали физико-механические свойства вмещающих пород.

III. Вокруг известных на Зодском месторождении золоторудных тел выявлены эндогенные геохимические ореолы двух различных по генезису групп элементов-индикаторов: первая группа включает интенсивные ореолы отложения золота, мышьяка, ртути, меди и цинка, привнесенные в зону рудоотложения гидротермальными растворами; вторая группа включает слабые ореолы выщелачивания никеля и кобальта, сформированные в рудоносной зоне в результате выщелачивания габбро-перидотитов, под воздействием тех же постмагматических растворов.

Установлены главные параметры эндогенных геохимических ореолов золота и его элементов-индикаторов: элементный состав, концентрация, форма, размеры, горизонтальная и вертикальная зональность в строении ореолов, и условия их формирования.

IV. Основными поисковыми предпосылками золотого оруденения в пределах районов развития основных и ультраосновных пород являются: металлогенические, структурно-тектонические, магматогенные, геофизические. Прямыми поисковыми признаками золоторудных тел являются минералогические и геохимические ореолы рассеяния.

V. Постмагматические золоторудные месторождения, приуроченные к основным и ультраосновным породам, создают сложные, но

отчетливые комплексные геологические, минералогические, геохимические и геофизические поля и аномалии, выявление и оконтуривание которых требует применения рационального комплекса поисковых методов.

Для обоснования поисков скрытых золоторудных месторождений и рудных тел данного типа на стадиях детальных поисков и поисково-разведочных работ разработаны принципы оценки перспектив рудоносности геохимических аномалий.

Выполненные исследования позволили наметить конкретные рекомендации по дальнейшему проведению поисковых, поисково-разведочных работ в пределах района Малого Кавказа и определить необходимость постановки поисковых работ в других рудных районах данного типа.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. О методике обработке данных геохимического опробования для составления карт ореолов рассеяния (совместно с В.В. Аристовым, Ю.К.Кудрявцевым и Е.И.Филатовым). Изв. высш. уч. завед. Геология и разведка, 1968, № 8.
2. Влияние физико-механических свойств пород на формирование эндогенных геохимических ореолов рассеяния и их значение для поисков скрытого оруденения (на примере одного из золоторудных месторождений Малого Кавказа). Научные труды НИГМИ, 1969, вып. I (8). Госиздат, г.Ереван.
3. Возможности использования эндогенных геохимических ореолов рассеяния мышьяка при поисках скрытых золоторудных тел (на примере одного из золоторудных месторождений Малого Кавказа). Ученые записки Ереванского Гос. Университета. Естественные науки, 1969, № I.
4. О практическом значении эндогенных ореолов одного из золоторудных месторождений Малого Кавказа. (Совместно с В.В.Аристовым и С.В.Григоряном). Сборник "Вопросы прикладной геохимии", 1969, вып. 3 (в печати).
5. Эндогенные геохимические ореолы рассеяния золоторудного месторождения Малого Кавказа. Глава в книге "Геохимические методы поисков скрытого оруденения". (Методическое руководство). Изд. "Недра", 1970 (в печати).
6. Доклад на научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, аспирантов и студентов Московского геологоразведочного института "Значение эндогенных геохимических ореолов рассеяния для поисков золоторудных месторождений (на примере одного из месторождений

Малого Кавказа", 1968 г.

7. Доклад на научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Московского геологоразведочного института "Зональность эндогенных ореолов золоторудных месторождений как один из факторов оценки геохимических аномалий (на примере Малого Кавказа)", 1969 г.

1970