

Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Геолого-географический факультет
Кафедра динамической геологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Канд. геол.-минерал. наук, доцент
Мансенов А. Л. Архипов
« 26 » 06 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОПУТНИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАЗДОЛИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

по основной образовательной программе подготовки бакалавров
направление подготовки 05.03.01 - Геология

Руководитель ВКР
Старший преподаватель
Ф. Р. Сатаев
« 26 » 06 2017 г.

Автор работы
Студент группы № 02302
В. С. Батов

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП Геология
по направлению 05.03.01 Геология

Михайлов А.Л. Архипов

«21» декабря 2016 г.

ЗАДАНИЕ

по подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра

студенту Батову Виктору Сергеевичу группы 02302

1. Тема работы: Геологическое строение Попутнинского золоторудного месторождения Раздолинского рудного узла (Енисейский кряж)

2. Цель и содержание работы. Цель работы - описать геологическое строение района работ, провести макро- и микроскопическое описание разновидностей рудных и вмещающих пород изучаемого участка. Описать рудоконтролирующие факторы. Состав, структура и содержание работы должны соответствовать требованиям к «Выпускной работе бакалавра» по направлению подготовки «Геология».

3. Перечень вопросов, решаемых по заданию заинтересованных организаций и их наименование _____

4. Обязательные графические приложения: 1) Геологическая карта (схема) района работ (месторождения), 2) Геологический разрез по профилю скважин поискового бурения с результатами геохимического опробования.

Список сокращений

РГИ - региональные геологические исследования

ГК-200 – геологическая карта масштаба 1:200000

ГДИ – геологическое доизучение

РМЗ - рудоносная минерализованная зона

РЛ – разведочная линия

ПЗМ – Попутнинское золоторудное месторождение

ГРЭ – геологоразведочная экспедиция

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общая часть

Введение	6
1 Геологическое строение.....	8
1.1 Геологическая изученность.....	8
1.2 Стратиграфия.....	10
1.3 Магматизм.....	13
1.4 Тектоника	14
1.5 История геологического развития.....	15
1.6 Геоморфология.....	16
1.7 Гидрогеология.....	18
1.8 Эколого-геологическая обстановка.....	19

Специальная часть

2. Геология и состав рудных тел.....	22
2.1 Петрографическая характеристика основных типов пород и руд месторождения.....	23
3 Основные группы и разновидности пород.....	27
3.1 Рудоконтролирующие факторы.....	29
3.2 Характеристика золота и ассоциаций рудных минералов.....	30
Заключение.....	34
Список использованной литературы.....	35
Приложение А Геологическая карта Попутнинского золоторудного месторождения (1:5000)	
Приложение Б Геологический разрез по разведочной линии 1 (РЛ-1) к геологической карте Попутнинского золоторудного месторождения	

Введение

Выпускная квалификационная работа бакалавра посвящена геологическому строению Попутнинского золоторудного месторождения Раздолинского рудного узла, а также макро- и микроскопическому описанию разновидности пород, и описанию рудоконтролирующих факторов. Район исследования находится в Раздолинском рудном узле, в восточной части Красноярского края.

Материал для написания работы был предоставлен директором центра коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Тишиным Платоном Алексеевичем.

Объектом исследования является Попутнинское золоторудное месторождение.

Предмет исследования: геологическое строение Попутнинского золоторудного месторождения, петрографическая и минералогическая характеристика пород месторождения.

Целью работы является изучение геологического строения, провести макро- и микроскопическое описание разновидностей рудных и вмещающих пород, а также описать рудоконтролирующие факторы.

Изучаемый район (рисунок 1) по административному делению относится к Мотыгинскому району Красноярского края. Ближайший населенный пункт поселок Попутный в 8 км. от участка. В 40 км. на юг административный центр района – с. Мотыгино. До Красноярска 590 км. Район почти полностью заселен, за исключением небольших участков и сенокосных угодий [12].

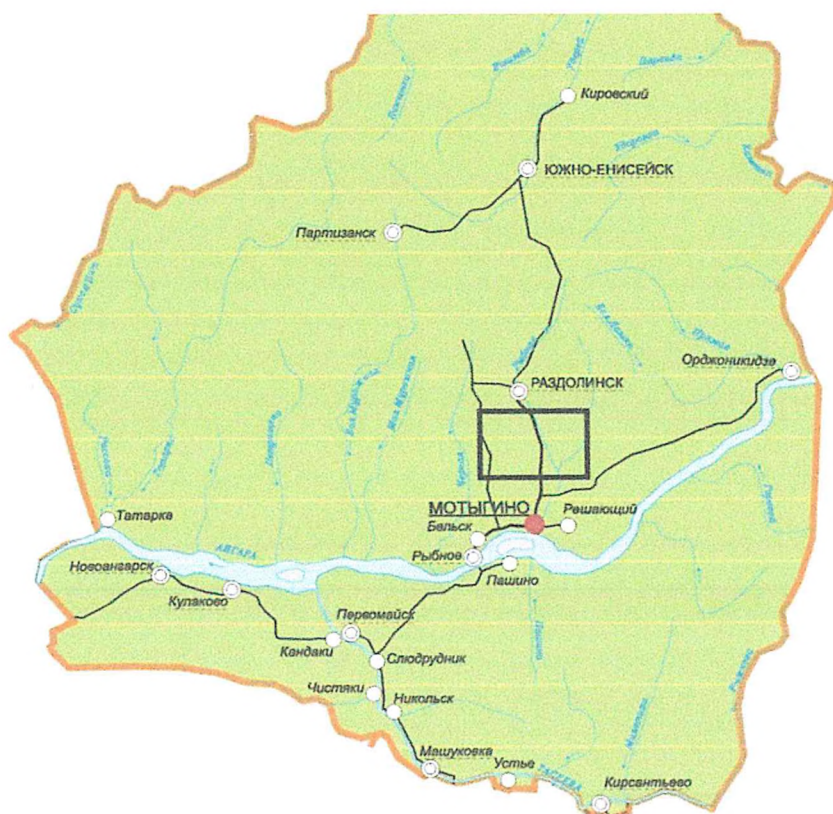


Рисунок 1 – Обзорная карта-схема исследуемой территории [1].

М 1:1000000

Рельеф – низкогорный расчлененный, с абсолютными отметками 220-300 м., относительными превышениями водоразделов над днищами долин 100-150 метров.

Климат – резко континентальный. Среднегодовая температура от -2,7° до -3,7° С. Максимальная температура +40° отмечается в июле, минимальная -50° С в декабре – январе. Среднегодовое количество осадков 300-600 мм. Снег сходит полностью в конце мая. Мощность снегового покрова достигает 1,5-2м. Глубина сезонного промерзания грунта от 0,5 до 1,6м.

Речная сеть. Основным водотоком является река Рыбная с ее мелкими водными притоками, ширина пойменной части – 300-500м. Глубина русла 0,5-1,5м.

В районе лес смешанный с преобладанием хвойного (ель, пихта, сосна, редко кедр).

Животный мир весьма разнообразен. Из крупных травоядных животных в районе встречаются: лось, косуля. Из хищников – медведь, из птиц – глухарь, рябчик. Пушные звери представлены соболем, норкой, белкой [12].

Автор выражает благодарность своему научному руководителю старшему преподавателю Сатаеву Фариду Ринатовичу за оказанную помощь и поддержку в исследовании и написанию данной работы, а также кандидату геолого-минералогических наук, доценту Тишину Платону Алексеевичу, за предоставления материала для написания выпускной работы бакалавра.

Общая часть

1 Геологическое строение

Попутнинское золоторудное месторождение расположено в южной части Раздолинского рудного узла на правобережье реки Рыбной, в области периклинального замыкания Рыбинской антиклинали, сложенной флишевыми терригенными отложениями сухопитской серии рифея, осложненной системой разрывных дислокаций Ишимбинского регионального разлома субмеридионального простирания.

Ишимбинский разлом (А.Ф. Целыковский, 1985 г) слагает субмеридиональную, слегка выпуклую к юго-востоку полосу разрывных нарушений, простирающуюся от верхнего течения р. Рыбной (где она имеет ширину около 5 км) до р. Ангары между устьями рек Рыбной и Черной (ширина зоны здесь более 10 км).

Рыбинская антиклиналь протягивается от р. Ангары до широты Раздолинского месторождения. Ее восточная и приосевая части, сильно нарушены дислокациями Ишимбинского разлома, пронизаны малыми линзовидными телами ультрабазитов попутнинского и базитов исаковского комплексов, сопряженными с ними зонами карбонат-кварцевых жильно-прожилково-вкрапленных гидротермально-метасоматических образований, вмещающими рудные тела золото-сульфидной формации.

1.1 Геологическая изученность

Геологическое изучение территории осуществляется более 100 лет. Первые маршрутные исследования Н.А. Лопатина, Л.А. Ячевского, Г.А. Стальнова, И.Г. Николаева, С. В. Обручева, Г. И Кириченко, Б. В. Ткаченко и др. заложили основы современных представлений о геологическом строении площади.

С начала 1950-х годов Эвенкийской экспедицией ВАГТ (ныне ПГО «Аэрогеология»), Геологосъемочной (ныне ФГУГП «Красноярскгеолсъемка») и Ангарской экспедициями КТГУ (ныне ОАО «Красноярскгеология») начато систематическое изучение территории, включавшее полистную геологическую съемку (ГС) масштаба 1:1 000 000, 1:200 000, региональные геологические исследования (РГИ) масштаба 1:1 000 000, 1:500 000, поиски нефти и газа, твердых полезных ископаемых и разносторонние тематические работы. Первое издание Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (ГК-1000/1) выполненное О.П. Горяиновой под редакцией Г.Ф. Лунгерсгаузена, вышло в 1954 г. Результаты геологосъемочных работ отражены в материалах, изданных в 1958-1981 гг. в государственных геологических карт (ГК-200).

На севере Енисейского края геологами Ангарской и Геологосъемочной экспедиций КГУ в 1962–1978 гг. выполнена геологическая съемка масштаба 1:50 000 с общими поисками [4].

К 1977 году были подведены итоги геологосъемочных и поисковых работ, обобщена вся накопленная геологическая информация. В 1981, 1984 гг. авторским коллективом геологов ВСЕГЕИ (под руководством Е.К. Ковригиной) был издан комплект карт ГК-1000 листа Р-46, 47 (Байкит) новой серии (ГК-1000/2). Комплект включает карты дочетвертичных образований, четвертичных отложений, полезных ископаемых, аномального магнитного поля и гравиметрическую. Материалы ГК-1000/2, дополненные появившимися после ее издания данными по стратиграфии, магматизму, закономерностям размещения полезных ископаемых, тектонике, истории геологического развития, гидрогеологии, геоэкологическим условиям площади листа, явились основой для составления ГК-1000 третьего издания (ГК-1000/3).

Следующий этап изучения района начат со второй половины 1970-х годов. На перспективных площадях платформенной части листа геологами ГСЭ и Ангарской ГРЭ КГУ проведено геологическое доизучение (ГДИ) масштабов 1:200 000 – Ф.М. Гайнцев, 1975; Б.М. Струнин, 1980; А.В. Турчин, 1986; на Енисейском крыже: ГДИ масштаба 1:50 000 – А.Ф. Целыковский, 1980; Н.Ф. Васильев, 1989; В.К. Зуев, 1995; групповая геологическая съемка (ГГС) масштаба 1:50000 – Л.К. Качевский, 1977; В.И. Лисицын, 1979; Л.Г. Саванович, 1980; А.А. Стороженко, 1980, 1983, 1993; В. К. Зуев, 1985; С. Р. Цыкин, 1991; аэрофотогеологическое картирование (АФГК) масштаба 1:50 000 – Р. Б. Карпинский, 1975; Турчин, 1991. На всей территории листа выполнено космофотогеологическое картирование (КФГК) масштаба 1:500 000 – Ю.М. Мальцев, 1979, 1983; В.М. Соболенко, 1991; на большей части – аэрофотогеологическое картирование (АФГК) – В.А. Борисов, 1984; Н.Л. Сапронов, 1991 и космоструктурное картирование (КСК) масштаба 1:200 000 – Е.Э. Майерле, 1990.

Геологами ФГУГП «Красноярскгеолсъемка» была обновлена в сводном варианте часть изданных в 1960-годы полистно ГК-200 по Енисейскому рудному району, с учетом их старения (Богатица, 1990) и составлена геологическая карта Енисейского края масштаба 1:500 000 (Качевский, 1998) [4].

Одновременно с геологосъемочными работами в пределах площади листа, проводились поисковые работы, максимальный объем которых пришелся на конец 1970-х–начало 1990-х годов.

Начиная с 1990-х годов, на территории производились производственные геологические работы, которые сопровождались всесторонними тематическими

исследованиями во всех областях геологии, выполненные геологами ВСЕГЕИ, ВАГТ, СНИИГГиМС, КНИИГГиМС, институтов АН СССР (РАН), МГУ, ФГУ ГП «Красноярскгеолсъемка», Ангарской экспедиции ГРЭ, они внесли существенный вклад в решение проблем: стратиграфии — К.В. Боголепов, О.В. Вааг, Н.Г. Вербицкая, М.Н. Волобуев, Л.Л. Исаева, Л.К. Качевский, Г.И. Кириченко и др.; металлогении — Г.Н. Бровков, А.И. Вызу, Л.В. Ли, Н.С. Малич, М.Л. Шерман, С.С. Сердюк и др.; магматизма — В.М. Даденко, Т.Я. Корнев, Ю.А. Кузнецов, М.Л. Лурье и др.; тектоники — Н.С. Малич, К.В. Боголепов, И.П. Варламов, О.А. Вотах, В.С. Сурков, Е.С. Постельников; нефтегазоносности — А.Э. Конторович, Г.Д. Назимков, В.А. Кринин, В.С. Сурков, А.А. Трофимук; гидрогеологии — В.И. Вожа, Е.А. Басков и др.

1.2 Стратиграфия

В геологическом строении рудного узла принимают участие породы кординской, горбилокской, удерейской свит сухопитской серии верхнего протерозоя, неогеновой и четвертичной систем. За основу выделения и описания стратиграфических подразделений была принята работа Савушкиной С. И. «Характеристика вмещающих пород месторождения «Попутнинское»» [9].

Протерозойская акротема (PR)

Верхнепротерозойская эонотема (PR₂)

Нижнерифейская эратема (R₁)

Сухопитская серия

Кординская свита (R₁kd)

Нижнекординская подсвита (R₁kd₁)

Среднекординская подсвита (R₁kd₂)

Верхнекординская подсвита (R₁kd₃)

Среднерифейская эратема (R₂)

Сухопитская серия

Горбилокская свита (R₂gr)

Удерейская свита (R₂ud)

Нижнеудерейская подсвита (R₂ud₁)

Среднеудерейская подсвита (R₂ud₂)

Мезозойская эратема (MZ)

Кора выветривания (К- ·)

Кайнозойская эратема (KZ)

Четвертичная система (Q)

Плейстоцен (Q_{III})

Эоплейстоцен (Q_{IV})

Кординская свита (R₁kd). Свита занимает около 50% всей площади и обнажается в долине р. Рыбной. Она разделена на три подсвиты.

Нижнекординская подсвита (R₁kd₁) вскрыта на левобережье р. Рыбной, в бассейне р. Малой Аверихи и Афоники и руч. Рудничного. В разрезе подсвиты преобладают филлитовые «углистые» кварцево-серицитовые сланцы, реже встречаются тонкослоистые алевроито-глинистые и известково-глинистые сланцы. Мощность подсвиты 430 м.

Среднекординская подсвита (R₁kd₂). Наиболее полный разрез подсвиты вскрыт горными выработками Раздолинского сурьмяного месторождения, скважинами в долине руч. Боголюбовского и в береговых отложениях р. Рыбной. Нижняя часть подсвиты – тальк-карбонат-хлоритовые сланцы по основным эффузивам, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые сланцы и туфосланцы. На контакте тальк-карбонат-хлоритовых сланцев с терригенно-осадочными породами развиваются линейные коры выветривания. В верхней части подсвиты развита толща черных и темно-серых филлитизированных глинистых и алевроито-глинистых сланцев. Мощность подсвиты 650-750 м.

Верхнекординская подсвита (R₁kd₃) прослежена по правому бортовому склону долины р. Рыбной и представлена кварцево-серицитовыми сланцами, доломитами и доломитизированными известняками. Мощность подсвиты 900-960 м.

Горбилокская свита (R₂qr) (Г.И. Кириченко, 1955) сложена сидеритсодержащими филлитизированными сланцами неравномернослоистыми, с заметной примесью алевроитового материала. Характерно послойно-неравномерное распределение углеродистого вещества. Преобладающей является серая и светло-серая с зеленоватым оттенком окраска пород. Подразделяется на две пачки: нижнюю (R₂qr¹) – сланцевую и верхнюю (R₂qr²) – терригенно-сланцевую. Мощность свиты 1150 м.

Удере́йская свита (R₂ud) Отложения этой свиты в бассейне р. Удере́й впервые описал А. К. Мейстер в 1900 г. Впоследствии Г. И. Кириченко закрепил за ней название удере́йской свиты [14]. Подразделяется на две подсвиты: нижнюю и среднюю.

Нижнеудере́йская подсвита (R₂ud₁). В строении разреза принимают участие различные по мощности слоистые сидеритсодержащие филлитизированные сланцы серой

и темно-серой окраски. По характеру слоистости эти отложения подразделяются на две пачки: нижнюю ($R_{2ud\ 1}^1$) – с преобладанием линзослоистых текстур и верхнюю ($R_{2ud\ 1}^2$) – представленную преимущественно монотонными сланцами. Мощность подсвиты 420 - 500 м.

Среднеудерейская подсвита (R_{2ud_2}). Слагают подсвиту серые до черного яснослоистые сидеритсодержащие филлитизированные сланцы с маркирующими конкреционными горизонтами. Мощность подсвиты 810-900 м.

Кора выветривания мел-палеогенового возраста ($K-\cdot$) представлена площадными и линейными корами выветривания мел-палеогенового возраста.

Площадные коры выветривания выполнены фрагментарными разрезами глинисто-дресвяно-щебнистых отложений с элементами зональности преимущественно каолинит-монтмориллонитовых, гидрослюдисто-монтмориллонитовых, каолинитовых, в том числе бокситоносных, образований, локализованных на плоских денудационных водоразделах в пределах мелких депрессий, протяженностью от первых километров до первых десятков километров, мощностью нескольких десятков метров. Коры выветривания фрагментами золотоносны, но этот вопрос изучен слабо [9].

Четвертичная система. Верхнечетвертичный отдел (Q_{III}). Представлен плотными сероцветными, реже красноцветными глинами с редкой галькой и линзами галечников, песков 3, 2, 1 надпойменных террас р. Рыбной. Мощность отложений первые метры.

Современные отложения (Q_{IV}). Сложены элювиально-делювиальными и аллювиальными образованиями. Первые развиты на водораздельных пространствах и их склонах (глины с обломками окружающих пород), вторые – в пределах высоких и низких пойм всех водоемов (глины, галечники, пески).

1.3 Магматизм

Магматические породы ультраосновного и основного состава отнесены попутнинскому и исаковскому комплексам.

Исаковский габбро-долеритовый комплекс субвулканических образований ($v\beta R_{1is}$). К данному комплексу отнесен ряд интрузивных тел, пространственно и генетически связанных с основными вулканогенными образованиями фирсовской и торжихинской толщ, которые, вместе с толеитовыми базальтами последних и альпинотипными гипербазитами сурнихинского комплекса Исаковской зоны, объединяются в офиолитовую ассоциацию. Форма тел разнообразна: от даек, штоков до лакколитообразных, переходящих в силлы, но на территории Раздолинского рудного узла исаковский комплекс распространен незначительно и имеют форму даек и штоков [12].

Наиболее крупная Летнинская интрузия – лакколитообразный многослойный массив, размером $5,5 \times 14$ км сложен метагаббро-базальтами и метагаббро (от мелко-средне- до крупнокристаллических), переходящими в эндоконтах в диабазы и диабазовые порфириды. Габбро-диабазы состоят из плагиоклаза (An_{63}) – 48 % и бесцветного клинопироксена – 52 %. Вторичные – актинолит, карбонат, хлорит, эпидот, альбит. Акцессорные – апатит, ильменит. Диабазы и диабазовые порфириды, слагающие дайки, и мелкие тела состоят полностью из вторичных минералов (актинолита, хлорита, эпидот-цоизита, альбита, карбонатов). Для пород исаковского комплекса характерна умеренная глиноземистость, низкая щелочность при постоянной натровой специализации [12].

Габброиды исаковского комплекса, как и основные вулканы фирсовской, торжихинской, устькутукасской, отравихинской и кординской свит по своим петрохимическим характеристикам относятся к формации натровых базальтов [12].

Для метагаббро исаковского комплекса (р. Исаковка) имеется единственное определение радиологического возраста Rb-Sr методом со значениями 1200 млн. лет (Верниковский, 2001). Данная цифра скорее всего фиксирует возраст метаморфизма [12].

Попутнинский комплекс апоультрабазитов (wR_{1pp}) – линзовидные тела амфиболовых и тальк-хлоритовых сланцев [12].

По данным А.Ф. Целыковского (1985 г) в районе бывших приисков Попутного и Асташевского (территория рудного поля Попутнинского месторождения) картируется тело подковообразной полукольцевой формы. Контакты тела отличаются изрезанностью, а прямолинейные участки контролируются разрывными нарушениями.

Предположительно породы слагают неки или трещинные тела палеовулканических построек [12].

Тела попутнинского комплекса сложены однообразными зелено-серыми сланцеватыми, жирными на ощупь, породами, получившими полевое определение «талк-хлоритовых сланцев». Реликты исходных пород обычно плохой сохранности.

В составе пород комплекса преобладающими являются хлорит-актинолитовые сланцы – наиболее метаморфизованные апоультрабазитовые образования, полностью утратившие исходные минеральный состав и структуру. Менее распространены хлорит-тремолитовые сланцы. Среди сланцевых пород встречаются реликты образований с остатками первичных, определяемые как метатифы, метатифолы пикритоидов.

Изредка встречаются породы с реликтами первичных структур и исходных минералов, определяемые как пикритовые метапорфириты и метапироксениты [12].

1.4 Тектоника

Раздолинский рудный узел расположен в зоне Ишимбинского глубинного разлома. Главная структура – Рыбинская антиклиналь, шарнир которой имеет меридиональное направление и полого погружается в приустьевой части р. Афонихи. В ядре складки обнажена нижняя подсвита кординской свиты. Ширина антиклинали – 9 км, крылья осложнены субмеридиональными и поперечными складками высоких порядков.

К элементам дизъюнктивной тектоники относятся разрывные нарушения, зоны трещиноватости и рассланцевания. Разрывные нарушения имеют сбросово-сдвиговый характер [12].

Направление рассланцевания пород на площади Раздолинского рудного поля северо-восточное, поперечное к основной структуре. Рассланцевание сопровождается развитием кварцевых жил и прожилков, с которыми, в частности, связано Раздолинское месторождение сурьмяных руд.

На восточном крыле Рыбинской антиклинали и в пределах Попутнинского рудного поля рассланцевание пород имеет северо-западное направление.

В областях развития складок высокого порядка породы претерпели наиболее интенсивные тектонические деформации и характеризуются проявлением карбонатного и кварцевого метасоматоза. Карбонатный метасоматоз развивается по вулканогенным породам с образованием золото-сульфидного оруденения (попутнинский тип), кварцевый – по глинистым и алевроито-глинистым сланцам. С ним связан золото-сульфидный

(боголюбовский) и прогнозируемый золото-кварц-сурьмяный (удерейский) типы оруденения. Признаки локализации удерейского, попутнинского и боголюбовского типов золотого оруденения выявлены в пределах Раздолинского рудного узла [12].

1.5 История геологического развития

В истории геологического развития Енисейского края отчетливо выделяется семь крупных циклов (архейский, раннепротерозойский, рифейский, вендско-раннепалеозойский (раннеордовикский), среднепалеозойский, позднепалеозойско-раннемезозойский, среднемезозойско-раннекайнозойский). На рассматриваемой территории прослеживается рифейский цикл. Основные особенности истории развития региона определяются ее расположением в пределах трех контрастных региональных структур – Западно-Сибирской (молодой) платформы, складчато-надвиговой системы байкалит Енисейского края и внутренних районов Сибирской (древней) платформы. Эти структуры отделены друг от друга зонами глубинных долгоживущих, неоднократно активизированных разломов северо-западного простирания [2].

Складчато-надвиговая система байкалит Енисейского края. Последователей двух основных геотектонических концепций расходятся взгляды практически только на историю геологического развития региона. Так, геологи, исповедующие классическую концепцию геосинклиналей, разделяют региональную структуру Енисейского края на две основные зоны – эвгеосинклинальную (западную) и миогеосинклинальную (восточную). Правда, одни из них проводят границу между последними по зоне Ишимбинского разлома, другие же значительно западнее, обособляя этой зоной лишь Исаковский синклиорий. Последователи концепции тектоники плит резко обособляют на западе-северо-западе Енисейского края Исаковский синклиорий в качестве аллохтона или террейна океанической коры и островных дуг, сочлененных с Сибирским континентом в рифее. Именно с ним увязываются офиолитовые образования зеленокаменных поясов.

История геологического развития характеризуется последовательной сменой режимов: протогеосинклинального метаморфического архей-раннепротерозойского, геосинклинального и раннеорогенного рифейского складчатого, позднеорогенного, пологоскладчатого ранневендского и платформенного поздневендско-раннепалеозойского [2].

В раннепротерозойское время по системе разломов северо-западного и северо-восточного простираения сформировались обширные троговые зоны. Разломы северо-западного простираения и в первую очередь Исаковский (Осиновский) и Ишимбинский (Мотыгинский) определяют поперечную зональность геосинклинального бассейна. Условно к западу от Ишимбинского разлома располагалась эвгеосинклинальная часть бассейна, к востоку – его миогеосинклинальная часть. Осадконакопление тейского времени происходило в условиях дифференцированных тектонических движений с тенденцией общего воздымания площади во времени, обмелению бассейна и расширению областей сноса на северо-запад и северо-восток. Завершается раннепротерозойский цикл, как и предыдущий, общим воздыманием площади, сопровождающимся складчатостью, региональным метаморфизмом амфиболитовой фации [2].

Рифей-ранневендский цикл занимает особое место в истории геологического развития, в это время был окончательно сформирован структурный каркас этого региона.

Естественным завершением стадии является внедрение многочисленных мелких интрузий исаковского габбро-долеритового и попутнинского апоультрабазитового комплекса, с которыми, по нашему мнению, связана локализация золотого оруденения.

В позднеорогенное время продолжалось общее воздымание региона, но на фоне его формировались знакопеременные пликативные структуры. В начале стадии в пределах восточных приподнятых участков осадкообразование отсутствует, преобладает денудация.

В бассейны седиментации снос материала происходил также с восточных участков площади. Основание трансгрессионного ранневендского цикла, фиксируемого кроме всего прочего структурно-стратиграфическим несогласием, является основным уровнем локализации уранового оруденения в районе [2].

1.6 Геоморфология

Выработанный рельеф в пределах площади имеет трехъярусное строение и представлен реликтами вершинной структурно-денудационной поверхности выравнивания (верхний ярус), денудационной поверхностью широких межгорных долин (средний ярус) и склонами узких речных долин современной гидросети (нижний ярус).

Полигенетическая (структурно-денудационная) ступенчатая поверхность выравнивания сохранилась на площадях, расположенных гипсометрически выше склонов речных долин, сформировавшихся в результате новейшего эрозионного вреза. Поверхность включает два уровня планации (ступени), отделяющиеся друг от друга

уступами, высота которых местами достигает 80-100 м. Высотные отметки верхней ступени колеблются в интервалах от 320 до 560 [4].

Средний (второй) ярус выработанного рельефа представляет собой денудационную поверхность, глубоко проникающую в области развития более древней поверхности, участками расчленяя их на отдельные останцы и останцовые ступенчатые массивы. Эта поверхность выравнивания срезает породы различного состава и возраста – от протерозойских метаморфических комплексов до терригенных толщ раннего возраста. Для этой поверхности характерен пологоволнистый слаборасчлененный рельеф с очень мягкими очертаниями форм [4].

Нижний ярус выработанного рельефа территории (придолинную поверхность) образуют денудационно-эрозионные склоны узких речных долин новейшего цикла эрозии. Для большинства речных долин характерно наличие прямолинейных участков и угловатых в плане изгибов, что обусловлено приспособлением глубинной эрозии к многочисленным разрывным нарушениям.

Формирование последней по времени образования олигоцен-миоценовой поверхности выравнивания происходило в режиме кратковременных поднятий и преобладания денудации. Поднятия раннего олигоцена, вызвавшие заметное усиление эрозионных процессов, были сравнительно кратковременными и быстро сменились денудационными процессами выравнивания. Теплый и влажный (гумидный) климат благоприятствовал процессам образования пестроцветных каолиновых кор выветривания, продукты переотложения которых аккумулировались в тектонических депрессиях, карстовых западинах, в речных долинах и на озерных равнинах.

Новейшее, начавшееся в плиоцене и продолжающееся до настоящего времени, оживление положительных тектонических движений вызвало врез речных долин, склоны которых заложились в эпоху олигоцен-миоценовой денудации, что позволяет датировать возраст придолинной поверхности как плиоцен-голоценовый [4].

Современный этап формирования морфоскульптуры территории характеризуется продолжающимся медленным, с двумя – тремя периодами интенсификации, поднятием. Оживление эрозионного вреза привело к образованию двух уровней поймы. Климатические особенности голоцена, обуславливающие большое разнообразие физико-геологических процессов, оказывают значительное влияние на формирование облика современного рельефа территории.

1.7 Гидрогеология

На площади листа распространены скопления порово-пластовых, порово-блоковых, карстово-пластовых, порово-трещинно-пластовых, трещинно-карстово-пластовых и (в зонах разломов и трещиноватости) трещинных, трещинно-жильных подземных вод.

Архейско-протерозойская водоносная зона метаморфических пород широко распространена. Водовмещающими породами являются различные трещиноватые гнейсы и кристаллические сланцы. Трещиноватость, развитая обычно на глубину 40-50 м, неравномерная, часто имеет локальный характер. Дебиты скважин составляют сотые, реже десятые доли л/с, иногда достигая 1-2 л/с, коэффициент фильтрации изменяется от 0,006 до 1 м/сут. Глубина залегания уровня варьирует от 1-10 до 30-90 м, дебит скважин фильтрации пород от 20 м/сут до 300 м/сут. Глубина залегания подземных вод – первые (1-5 от 0,1 до 1,5 л/с, коэффициенты фильтрации 0,001-3,6 м/сут. По химическому составу подземные воды-гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые и магниевые, с минерализацией 0,1-0,3 г/дм³ [7].

Водоносный комплекс четвертичных отложений распространен повсеместно. Склоновые образования содержат воду типа «верховодка», дебиты источников не превышают 0,01 л/с. Водоносный аллювиальный горизонт, представленный песчано-глинистым, гравийно-галечным материалом, хорошо промытым и отсортированным в естественном залегании, развит в долинах рек и ручьев. Водообильность тесно связана с составом вмещающих отложений, дебиты скважин от 1,5 до 30 л/с. Воды пресные (минерализация от 0,07-0,09 до 0,1-0,3 г/дм³), на участках разгрузки глубоких горизонтов солоноватые, по составу гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные. Подземные воды аллювиального водоносного горизонта здесь пресные с минерализацией 0,15-0,19 г/дм³, нейтральные с рН от 6,3 до 7,2, гидрокарбонатные кальциево-магниевые или магниевые-кальциевые, общая жесткость от 1,49 до 1,61 г/дм³. Химический и микрокомпонентный состав удовлетворяет ГОСТ «Вода питьевая» [7].

Четвертичный локально водоносный аллювиальный, озерно-аллювиальный комплекс приурочен к весьма разнообразным по литологическому составу и условиям обводненности отложениям. Питание подземных вод комплекса осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Водоносные аллювиальные горизонты развиты в долинах рек. Наиболее обводнены пойменная и низкие террасы Енисея и Ангары, сложенные грубым песчано-галечным материалом. Обводненность террас неравномерная, подземные воды залегают на глубинах от 1-2 до 30 м и относятся к

типу грунтовых. Мощность обводненных пород составляет 5-30 м. Удельные дебиты скважин чаще всего составляют 1-3 л/с. Химический состав вод аллювиальных отложений преимущественно гидрокарбонатный кальциевый. Минерализация воды не превышает 0,5 г/дм³. По степени защищенности грунтовые воды долины Енисея относятся к незащищенным [7].

1.8 Эколого-геологическая обстановка

На исследуемой территории для выяснения эколого-геологической обстановки проводилась предварительная комплексная оценка современного состояния природной среды, степени техногенной (хозяйственной) нагрузки на нее; выявление геологических опасностей; прогноз динамики геолого-экологической обстановки с целью предупреждения негативных процессов и явлений опасных для обитания и деятельности человека; определение комплекса первоочередных природоохранных мероприятий; разработка рекомендаций по рациональному природопользованию, включающих промышленное освоение территории, в том числе разведку и эксплуатацию месторождений минерального сырья и подземных вод [6].

Проявления тех или иных видов геологических процессов определяются природными условиями территории: физико-географическими (климат, наличие вечной мерзлоты, рельеф, растительность) и геологическими (неотектоническими и инженерно-геологическими).

Климат территории континентальный со среднегодовой температурой -4 °С и количеством осадков до 1000 мм, что при относительно низкой испаряемости приводит к избыточному переувлажнению и широкому развитию солифлюкционных процессов.

Степень интенсивности и опасности загрязнения площади оценивалась по величине суммарного коэффициента загрязнения (Z_c) донных осадков по результатам опробования потоков рассеяния. Локальные аномалии и ореолы с повышенным содержанием элементов-токсикантов первого (Cd, Pb, Zn, As), второго (Cu, Ni, Cr, Co, B, Mo, Nb, Sb) и третьего (Ba, W, Sr, V, Mn) классов опасности характеризуются низким неопасным ($Z_c < 16$ – первая категория загрязнения) уровнем природного и техногенного загрязнения [6].

Территориально входящая в Южно-Енисейскую аномальную биогеохимическую провинцию, характеризующуюся чрезвычайно опасным уровнем «загрязнения» почв мышьяком и сурьмой. Набор элементов-токсикантов провинции определяется тяжелыми

металлами I-II класса опасности, формирующими Центральноеисейскую вольфрам-сурьма-мышьяк-золотоносную минерогеническую зону.

По величине дозы естественного гамма-излучения большая часть (70 %) территории относится к зоне умеренной ($60-105 \times 10^{-2}$ м³/год) природной радиации. Наименьшую радиоактивность до 4-6 мкР/ч имеют долериты; туфы основного состава характеризуются радиоактивностью 10-12 мкР/ч; терригенные образования – от 8 до 20 мкР/ч. [6].

Естественная радиоактивность в целом по площади листа близка к фоновой (10 - 13 мкР/ч) и не представляет опасности для жизнедеятельности человека.

Большая (до 70%) часть территории по степени хозяйственной освоенности относится к эколого-геологической системе, находящейся в настоящее время на первом (дотехногенном) этапе формирования (малоосвоенные районы), при котором антропогенное воздействие практически не сопровождается заметной реакцией природной среды [6].

Основным промышленным типом золоторудных месторождений в пределах листа по-прежнему, несмотря на более чем полуторавековой срок золотодобычи, являются мелкозалегающие четвертичные аллювиальные пойменно-русловые россыпи р. Рыбной, Черной и их притоков. Промышленная разработка россыпных месторождений производится главным образом дражным и гидравлическим способами. В процессе работы драги продуктивные породы извлекаются (путем механического вычерпывания, гидро- или пневмовсасывания) со дна и подвергаются промывке и обогащению (пустая порода сбрасывается обратно в воду или сваливается на берегу), происходит углубление и видоизменение речных русел, а по берегам образуются огромные отвалы грунта [6].

При разработке россыпных месторождений драгами большое количество мелкодисперсных частиц глины и ила удерживается в потоке воды и переносится на расстояние более 200 км. При крупномасштабных дражных разработках наносится значительный ущерб рыбным ресурсами и эстетике ландшафта, поскольку меняются форма речного русла в плане и гидрологические характеристики естественных незарегулированных водотоков, а ниже по течению происходит интенсивное образование наносов. В период разработки россыпей возникают ограничения в использовании водных объектов для других целей [6].

В состав подготовительных работ при разработке целиковых месторождений входят лесосводка, очистка полигона от растительности, снятие и складирование почвенного слоя, проходка руслоотводных, нагорных, капитальной и дренажных канав, буровзрывные работы. Обязательная по окончании разработки рекультивация проводится

в соответствии с техническим проектом в два этапа: горно-технический (планировка отвалов) и биологический (нанесение почвенного слоя, лесопосадка).

Продолжительное антропогенное воздействие (драги, старательские бригады, старатели-одиночки) привело к нарушению естественной динамики роста и развития древостоев, изменению их лесорастительного фона и породного состава. Дразные отработки высотой более 2 м над урезом воды зарастают сосной и березой, более низкие места обитания – ивняком [6].

2 Геология и состав рудных тел

Месторождение Попутненское локализовано в периклинальном замыкании Рыбинской антиклинали, сложенной отложениями кординской свиты нижнего рифея, седловидной в плане формы и вмещающую субсогласную рудоносную минерализованную зону (РМЗ) север – северо-восточного – восточного направления, локализованную между перекрывающей пачкой филлитовидных сланцев и подстилающей пачкой тальк-хлорит-карбонатных метаультрабазитовых сланцев, (с юга на север) прорываемый интрузивными породами попутнинского (метапироксениты) и исаковского (метабазиты) комплексов [5].

В строении РМЗ участвуют: рудовмещающая толща (нижняя и средняя пачки среднекординской подсвиты), перекрывающая толща (верхняя пачка среднекординской подсвиты) и подстилающая толща (нижнекординская подсвита), совместно слагающие периклинальное замыкание Рыбинской антиклинали [5].

Рудовмещающая толща, состоящая из двух пачек: верхняя пачка сложена темно-серыми, черными углеродистыми сланцами (филлитами), нижняя пачка серо-зеленоцветных сланцев с линзо- и лентовидными телами метабазитов, алевритовых, псаммитовых и псефитовых метатифов, подвергнута интенсивной тектонической проработке (разнопорядковая складчатость, катаклаз, рассланцевание) с наложением интенсивных гидротермально-метасоматических процессов, проявленных в виде окварцевания, карбонатизации, хлоритизации, оталькования, сульфидизации, приведших к формированию рудных тел месторождения золото-сульфидной формации [5].

В плане и разрезе рудоносная минерализованная зона имеет вид седловидной (подковообразной) крутопадающей залежи с изгибами, пережимами, раздувами и расщеплениями, мощностью от 20-30 м до 100-200 м и более. Падение РМЗ варьирует от юго-западного (западный фланг), северо-западного (центральная часть) и северного (восточный фланг) под углами 45-85° и, в целом, согласное с вмещающими породами. По простиранию она прослежена более чем на 1500 м, по падению – на 400-650 м. Зона осложнена двумя поперечными гребневидными слепыми выступами метаультрабазитов вертикальной амплитудой 200-600 м, которые облекаются со всех сторон метасоматитами и с нарастающей крутизной погружаются в север-северо-западном направлении [5].

Все известные рудные тела месторождения заключены в этой минерализованной зоне, а интенсивность оруденения имеет прямую положительную корреляцию с уровнем

проявления наложенных гидротермально-метасоматических процессов, наиболее значимыми индикаторами которого, являются карбонат-кварцевые жильно-прожилковые и сульфидные прожилково-вкрапленные зоны минерализации.

Геохимическая специализация рудного поля Попутнинского месторождения отражена вторичными ореолами рассеяния золота, неконтрастными ореолами мышьяка и сурьмы, комплексными ореолами никеля, кобальта, хрома, меди [5].

2.1 Петрографическая характеристика основных типов пород и руд месторождения

Рудные тела расположены преимущественно в экзоконтактовых частях тел метаультрабазитов попутнинского комплекса, не имеют четких литологических границ и устанавливаются только по результатам кернового опробования.

Ведущие минеральные типы руд – пиритовый, арсенопирит-пиритовый.

Структуры руд мелкозернистые, гранобластовые, гетеролепидогранобластовые, бластокатакlastические, мелкоочковые, свилеватые. Текстуры – сланцевато-полосчатые, полосчато-брекчиевидные, брекчиевидно-струйчатые, линзовидно-очковые, пятнисто-направленные, вкрапленные, прожилково-вкрапленные.

Основными пороодообразующими минералами руд являются кварц, карбонаты, черные слюдистые минеральные агрегаты, пропитанные углеродистым веществом, а также слюдистые и карбонат-слюдистые образования. Слюды представлены серицитом, мусковитом (фукситом) [5].

Сульфидная минерализация вкрапленная пиритовая, реже арсенопирит-пиритовая с общим количеством сульфидов от 3,0 до 5,5 %. Окварцевание выражено различно ориентированными волосовидными микропрожилками. Отмечаются также крутопадающие, секущие волнисто-угловатые прожилки кварц-доломитового состава мощностью 1-5 см. В одних случаях участки сульфидной минерализации пересекаются кварц-карбонатными прожилками, в других сульфиды приурочены к кварцевым и кварц-карбонатным образованиям (верхние горизонты). В основном, прожилковая кварц-карбонатная минерализация более поздняя по отношению к сульфидной. Общее количество прожилков кварцевого и кварц-доломитового состава достигает 5-15 % объема руды [5].

По данным минералогического анализа в рудах первого рудного тела (РТ-1) установлен главный рудный минерал пирит со средним содержанием 3,4 %, присутствуют мало распространённые и редкие пирротин,

антимонит, арсенопирит, галенит, халькопирит, герсдорфит, кобальтин, тетраэдрит, сульфосоли, ульманнит. Форма пирита кубическая, октаэдрическая, пентагондодекаэдрическая с различными комбинациями. Пирит в виде отдельных вкраплений характеризуется кварцевыми оторочками или проявлен в свилеватом тонкопрожилковом сером кварце. Иногда порфиробласты пирита группируются в цепочки и линзочки, наследуя совместно с кварцем и хлоритом сланцеватость [5].

Арсенопирит встречается в виде тонкоигольчатых образований.

Доля свободного золота в руде составляет 9,9 % от общего количества, а количество золота в пленках, сростках с сульфидами и кварцем – 90,1 % [5].

Золото тонкодисперсное, тесно связано с сульфидами, средняя размерность золотинок 5-20 мкм. Главным концентратором золота является пирит. В мономинеральной фракции пирита содержание золота составляет до 20 г/т, что на порядок выше средних содержаний в рудах.

Пробность золота – 896-976. Самородное золото содержит от 1 до 7 % ртути (ртутистое золото) и от 0,5 до 1 % серебра [5].

Шлиф № 6 (скв. 3.5-3G/1В гл.– 123,5 м.) кварц-хлорит-карбонатный метасоматит.

Образец представлен плотной, прочной породой, серой, темно-серой окраски с зеленоватым оттенком, со сланцеватым сколом, без следов выветривания.

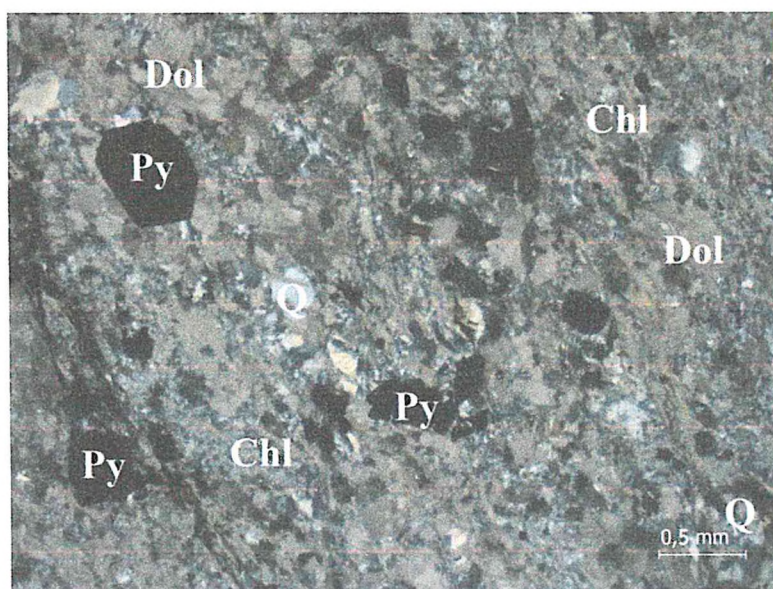


Рисунок 2.1.1 – Шлиф № 6 (скв. 3.5-3G/1В гл.– 123,5 м). Метасоматически измененная порода (Dol – доломит; Chl – хлорит; Q – кварц; Py – пирит). Николи X (фото автора).

Макроскопически порода характеризуется тонкозернистой структурой, неясно-тонкополосчатой текстурой за счет развития в основной массе слегка пloyчатых прослоев, преимущественно, хлоритового состава, а также прожилковой текстурой наложения, обусловленной присутствием секущих прожилков кварц-карбонатного состава мощностью до 2,0 мм (рисунок 2.1.2).

Порода рассланцована, подвержена активному метасоматозу (хлоритизации, карбонатизации, окварцованию, сульфитизации).

Микроскопически порода характеризуется кварц-хлорит-карбонатным составом. Структура основной массы гранолепидобластовая, гранобластовая. Текстура сланцеватая, обусловленная вытянутыми выделениями хлорита, а также карбонатов.

Минеральный состав: карбонат ~ 38%, хлорит ~ 25%, кварц ~ 22%, сульфиды (пирит) ~ 15%.



Рисунок 2.1.2 Половинка керна сланцев сульфидизированных со смятием и пloyчатостью (скв. С-5501 – 137.6) (фото автора).

Основная масса сложена вытянутыми согласно сланцеватости ксенобластовыми агрегатами карбоната, тонкими чешуйчатыми, листоватыми выделениями хлорита, слагающих отдельные прослои, перемежающиеся и огибающие карбонаты. Кварц присутствует в подчиненном количестве, образуя гранобластовые, зубчатые зерна в основной массе (рисунок 2.1.3).

Шлиф № 7 (скв. 8003/2 гл.– 130 м.) метасоматит по филлитам. Карбонат-кварц-серицитовый метасоматит с вкрапленностью сульфидов.

Макроскопически породы характеризуются тонкозернистой структурой, ритмично-полосчатой, плейчатой текстурой, обусловленными чередованием прослоев, отличающихся как по минеральному составу (содержанию кварца, карбонатов, серицита), так и структурно-текстурным особенностям. Размер зернистости пород изменяется от долей до 200 мкм.

Породы интенсивно перемяты и метасоматически преобразованы: карбонатизированы, окварцованы, серицитизированы, хлоритизированы, сульфидизированы.

Метасоматит в основной массе характеризуется неравномерным карбонат-кварц-серицитовым и кварц-серицитовым составом; сочетанием лепидобластовой и лепидогранобластовой структур; текстуры – сланцеватая, полосчатая, свилеватая.

Содержание минералов варьирует в следующих пределах: кварц ~ 22-28%, карбонаты ~ 3-21%, серицит ~ 26-58%, хлорит ~ 8-12%, сульфиды (пирит) ~ 13-20%.

Карбонаты, преимущественно доломит, развиваются по основной массе породы, слагая гнезда и линзы ксенобластовых, перистых агрегатов.

Для данных пород характерно перераспределение углистого вещества с образованием графитовых прослоев, а также широкое развитие процесса пелитизации с распределением глинистых частиц, как в основной массе породы, так и в прослоях.

Породы относятся к богатой сульфидной руде пиритового состава. Пирит образует крупные идиобластовые вкрапленники и агрегаты зерен с оторочками более поздних агрегатов серицита, образующих перпендикулярно вытянутые кокардовые текстуры по отношению к граням сульфидов.

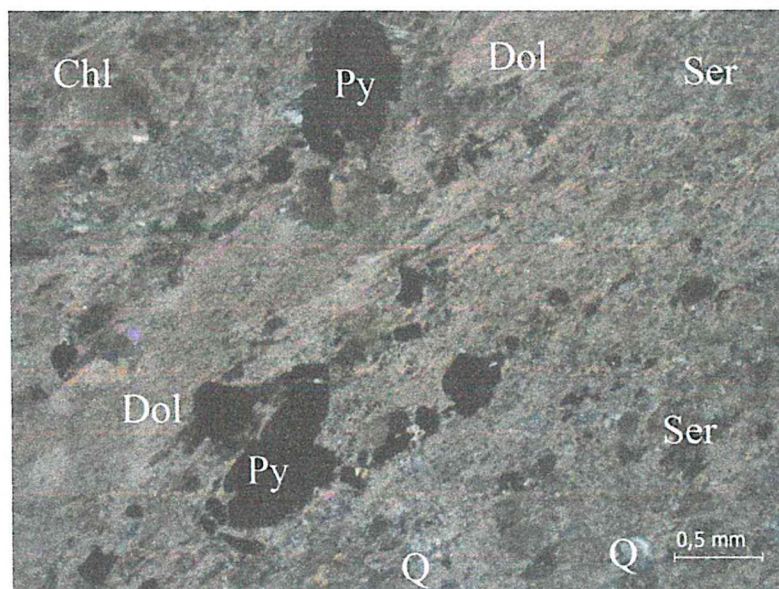


Рисунок 2.1.3 – Шлиф № 7 (скв. 8003/2 гл. – 130 м).
 Метасоматически измененный сланец (Dol – доломит; Chl – хлорит;
 Q – кварц; Py – пирит; Ser – серицит). Николи X.

3 Основные группы и разновидности пород

Руды месторождения сложены метасоматически измененными углеродистыми сланцами (филлитами), карбонат-серицит (хлорит) – кварцевыми сланцами (апотуфоаргиллитами, апотуфоалевролитами, реже апотуфопесчаниками, апотуфогравелитами), метасоматитами по диабазам, метасоматитами по ультрабазитам, в составе которых определяющее значение имеют зоны кварцевых, карбонат-кварцевых прожилков с вкрапленной сульфидной минерализацией [13].

Попутнинское месторождения представлено следующими группами пород и руд:

а) Породы:

- 1) Филлиты, филлитовидные сланцы, метапелиты. Углеродистые карбонат-кварц-серицитовые сланцы;
- 2) Метатифы псефито-псаммито-алевритовые. Карбонат-серицит (хлорит) – кварцевые сланцы. Эти породы геологи, документировавшие керн скважин называют «объединенным» термином – «туфосланцы»;
- 3) Метабазиты (метадиабазы, метабазальты);
- 4) Метаультрабазиты;
- 5) Коры выветривания;
- б) Гидротермально-метасоматические образования:**
- 6) Кварцевые жильно-прожилковые образования;

7) Доломиты метасоматические (жильные);

8) Метасоматиты по углеродистым филлитам. Карбонатсодержащие углеродисто-кварц-серицитовые метасоматиты с вкрапленностью сульфидов;

9) Метасоматиты по туфам псаммито-алевритовым. Тальк-карбонат-амфибол-кварцевые графит - и серицитсодержащие метасоматиты;

10) Метасоматиты по metabазитам;

11) Апоультрабазитовые метасоматиты. Листвениты.

в) Руды:

1) Золото-сульфидные (пиритовые) руды по филлитам (углеродистым карбонат-кварц-серицитовым сланцам);

2) Золото-сульфидные (арсенопирит-пиритовые) руды с примесью пирротина, халькопирита, тетраэдрита, сфалерита;

3) Золото-сульфидные (герсдорфит-тетраэдритовые) руды по кварц-серицитовым филлитам (серицитолитам);

4) Золото-сульфидные (ваэсит-пиритовые) руды по филлитам (углеродистым карбонат-кварц-серицитовым сланцам).

В пределах каждой группы пород, гидротермально-метасоматических образований и руд выделяются разновидности, обусловленные специфическими особенностями минерального состава и структурно-текстурных характеристик [13].

3.1 Рудоконтролирующие факторы

Главные факторы, контролирующие размещение оруденения и его распределение внутри минерализованной зоны и в пределах рудных тел:

Структурные:

- метасоматические залежи и рудные тела, их морфология и залегание в большинстве случаев конформны вмещающей рудно-минерализованной зоне, расположенной на границе метаультрабазитов, пачек филлитов и метатUFFовых пород;
- рудно-минерализованная зона в целом слагает седловидную залежь в периклинальном замыкании ундулирующей Рыбинской антиклинали;
- контакт тела метаультрабазитов с метадиабазитами (метабазальтами), туфосланцами, метатUFFами, филлитами;
- выступы метаультрабазитов во вмещающие породы и изгибы их контактов по простиранию и падению, сопряженные с разнонаправленными зонами локальной складчатости и расщепления;
- зоны расщепления и брекчирования [5].

2. Литолого-петрографические и метасоматические:

- метасоматиты карбонат-кварц-серицитовые, кварц-серицитовые, кварцевые, листвениты различной степени проявленности;
- зоны сульфидизации и углеродизации в филлитовидных сланцах, метатUFFах и метасоматитах;
- кварц-прожилковые зоны с кварц-доломитовыми и кварцевыми прожилками.

3. Минералого-геохимические и геофизические:

- элементы-спутники золота в первичных и окисленных рудах – мышьяк, сурьма, серебро, реже свинец и вольфрам;
- наличие в метасоматитах сульфидов в количестве более 2-3 %, особенно игольчатого арсенопирита;
- участки невысокой радиоактивности – порядка 3-8 мкР/ч. [5].

3.2 Характеристика золота и ассоциаций рудных минералов

В процессе детальных минералогических исследований различных типов вмещающих пород и руд месторождения, установлены основные сульфидные и золотосульфидные ассоциации, различающиеся степенью распространенности: пиритовая, арсенопирит-пиритовая, герсдорфитовая, являющиеся основными минералогическими разновидностями золото-сульфидных руд [5].

Типоморфные минералы-примеси руд месторождения представлены редкими сульфидами и сульфоантимонидами Fe, Ni, Co: тетраэдритом, кобальтином, сфалеритом, ульманнитом, вазситом, полидимитом, халькостибитом, зигенитом и др. В единичных находках установлены теллуриды Bi, селениды Pb, минералы системы Cu-Pb-Sb-Se-S, Fe-Cu-Sb-S, диагностированные с применением метода электронно-зондового микроанализа.

Основное золото-сульфидное оруденение первичной руды Попутнинского месторождения приурочено к метасоматически измененным породам рудного поля: сланцам серицит-кварцевого состава, углеродистым сланцам, метадиабазам [13].

Метасоматические преобразования пород проявляются в виде активной карбонатизации (доломитизации) как по основной массе пород, так и по прожилкам, а также в виде зеленокаменных изменений: хлоритизации, серицитизации, серпентинизации, а также окварцевания, оталькования, турмалинизации.

Как породы, так и жильные образования сульфидизированы с образованием преобладающей вкрапленности пирита, в меньшей степени - арсенопирита, пирротина, халькопирита [13].

Проведенные исследования показали, что золотое оруденение связано с поздними процессами гидротермального метасоматоза, главным образом, доломитизацией и развитием мощных прожилков карбоната и кварца среди метасоматически измененных вмещающих пород.

Главным рудным минералом месторождения является золото. Основные сульфидные минералы руд: пирит, арсенопирит; в подчиненном количестве распространены халькопирит, тетраэдрит, герсдорфит. В качестве редких минералов присутствуют сфалерит, галенит, кобальтин и пирротин, наблюдающийся в ядрах выделений арсенопирита [13].

Главный сульфидный минерал руды – *пирит* распространен весьма широко, во всех типах пород месторождения и в метасоматитах.

Пирит образует как продуктивные золотые ассоциации, так и агрегаты, не содержащие золото. Характерные формы выделений пирита в рудах – идиоморфные

вкрапленники (кубы (рис. 3.2.1.), октаэдры, пентагон-додекаэдры), нередко характеризующиеся зональным строением и слагающие пиритовые «розы», а также зернистые массы.



Рисунок 3.2.1 Фотография аншлифа. Кубическая форма пирита (Py) в углеродистых сланцах
(фото предоставлено Тишиным П.А.)

Арсенопирит присутствует в породах в подчиненном количестве. Является золотоносным минералом (рисунок 3.2.2). Образует идиоморфные выделения ромбической, шестоватой, копьевидной формы, как мономинеральные, так и в сростаниях с пиритом и прочими сульфидами. Содержит включения минералов титана, тетраэдрита и прочих сульфоселей, золота. Распространен в приконтактовых породах зоны доломитизации: графитизированных карбонат-серицит-кварцевых и карбонат-кварц-серицитовых метасоматитах, реже – диабазах [13].

Золото совместно с кварцем, карбонатами, минералами титана и вышеупомянутыми сульфосолями, теллуридами образует субмикроскопическую и микроскопическую вкрапленность в сульфидах, нередко располагаясь по зонам роста кристаллов, а также выполняет микропрожилки [13].

Помимо того, что руды месторождения претерпевали хрупкие и пластинчатые интратрудные и пострудные деформации, очевидно, имело место эндогенное выщелачивание сульфидов с удалением включений ранних минералов. В последующем шло заполнение первичных пор, а также угловатых и щелевидных пустот, возникших в процессе роста минеральных индивидов пирита, арсенопирита и герсдорфита, с

отложением минералов поздних генераций и золота размером от долей до 7 мкм. Золото является высокопробным; изредка содержит примесь Ag до 5-7% [13].

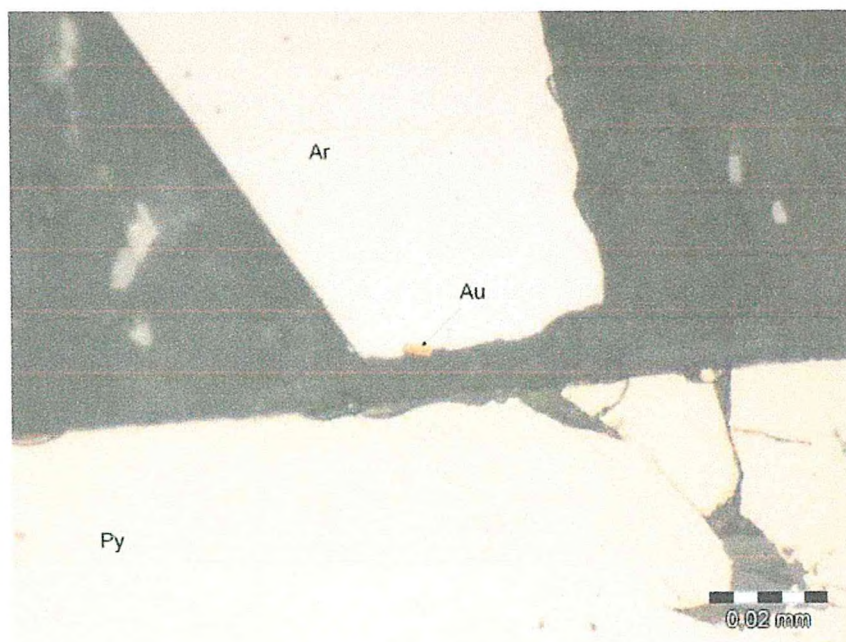


Рисунок 3.2.2 Фотография аншлифа самородное золото (Au) и арсенопирит (Ar) (скв. С-3006 – 234.0 м.) (фото предоставлено Тишиным П.А)

Поздние парагенезисы минералов характеризуются разнообразием минеральных форм, что соответствует малоглубинным типам месторождений.

В соответствии с генетической систематикой золотоносных образований, золотое оруденение Попутнинского месторождения относится к существенно-сульфидная группе формаций (фемическая, формации колчеданных месторождений малых и средних глубин; полиметаллические и медно-никелевые формации).

Неравномерное распределение золота в минералах-носителях и рудах в целом, тонкие (субмикроскопические и микроскопические) размеры выделений, приуроченность золота к сульфидам с образованием закрытой, трудно вскрываемой вкрапленности зерен в пирите, арсенопирите, герсдорфите, являются неблагоприятными факторами, обуславливающими поведение золота в технологическом процессе [13].

В то же время, генетическая и высокая корреляционная связь золота с сульфидами свидетельствует о возможности извлечение полезного компонента в сульфидный концентрат. С учетом контрастности физических свойств рудообразующих минералов, можно предположить возможность получения сульфидного концентрата как гравитационным, так и флотационным способами. При этом основная продуктивная часть

золота может быть извлечена в коллективный сульфидный продукт арсенопирит-пиритового состава с примесью доломита, пироксенов, амфиболов, минералов титана, хлорита, в меньшей степени – кварца и кальцита [13].

Последующее извлечение золота в отдельный продукт может быть осуществлено путем вскрытия сульфидных минералов с применением агрессивных методов переработки руд: биоокисления концентратов, гидрометаллургического либо пирометаллургического вскрытия.

Таким образом, природные особенности руды месторождения «Попутнинское» позволяют на ранней стадии ведения геологоразведочных работ прогнозировать технологические свойства руд и относить их к труднообогатимому типу [13].

Закключение

В ходе выполнения данной работы проведено описание геологического строения Попутнинского месторождения. В результате которого было изучено, что месторождение приурочено к области периклинального замыкания Рыбинской антиклинали, осложненной системой разрывных дислокаций Ишимбинского регионального разлома.

По макро- и микроскопическому описанию разновидностей пород, можно сделать вывод, что месторождение, в основном, сложено черными углеродистыми сланцами (филлитами), серо-зелеными сланцами, метатифами, лентовидными телами metabазитов, метаультрабазиитами, подвергнутыми интенсивной тектонической проработке с наложением интенсивных гидротермально-метасоматических процессов.

Анализируя рудовмещающие факторы, можно сделать вывод, что рудные тела месторождения заключены в экзоконтактовой зоне тел метаультрабазиитов попутнинского комплекса. Интенсивность оруденения имеет прямую положительную корреляцию с уровнем проявления наложенных гидротемальных-метасоматических процессов, индикаторами которого, являются карбонат-кварцевые, сульфидные вкрапленные зоны минерализации.

Список использованной литературы

Опубликованная литература

- 1 Атлас Красноярского края и Республики Хакасия. – Новосибирск: Новосибирская картограф. фабр. Роскартографии, 1994. – 84 с.
- 2 Сердюк С.С. Золотоносные провинции Центральной Сибири: геология, минерагения и перспективы освоения. Красноярск / С.С. Сердюк.– КНИИГиМС, 2004. – 480 с.
- 3 Сердюк С.С. Модели месторождений золота Енисейской Сибири / С.С. Сердюк.– Красноярск, СФУ, 2010.– 580 с.

Фондовая литература

- 4 Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист О-46, (47) – Красноярск. Карта дочетвертичных образований. – М., 1976.– 472 с.
- 5 Землянский С.А. (отв. исп.) Отчет о разведочных работах за 2005-2011 гг на Попутнинском золоторудном месторождении с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2012 г. и проектом ТЭО постоянных разведочных кондиций / С. А. Землянский.– Красноярск, ООО «Геокомп», 2012. – 93 с.
- 6 Мирошников А. Б. Составление карты геохимических ландшафтов Нижнего Приангарья масштаба 1:500 000 для целей эколого-геохимического мониторинга среды и поисков полезных ископаемых / А. Б. Мирошников.– Красноярск, 2000.– 108 с.
- 7 Николайчук А. Н. Отчет о результатах работ по «Оценке обеспеченности населения Красноярского края ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения» / А. Н. Николайчук.– пос. Бор, 2000.– 302 с.
- 8 Объяснительная записка / Отв. ред. Е. К. Ковригина. – Л.: Ленингр. карт. Фабрика объедин. «Аэрогеология», 1978. – 66 с.
- 9 Савушкина С.И. (отв. исп.) Характеристика вмещающих пород месторождения «Попутнинское». ЗАО «Полус» / С. И. Савушкина.– Красноярск, 2008.– 56 с.
- 10 Сердюк С.С. (отв. исп.) Количественная и геолого-экономическая оценка ресурсного потенциала территории Российской Федерации с определением приоритетов лицензионного недропользования на алмазы, благородные и цветные металлы (Красноярский край, Таймырский и Эвенкийский автономные округа, Республики

Хакасия и Тыва) / С.С. Сердюк.— Красноярск-Москва, КНИИГиМС-ЦНИГРИ, 2002. — 216 с.

11 Сердюк С.С. (отв. исп.) Оценка золоторудного потенциала Красноярского края / С.С. Сердюк.— Красноярск, КНИИГиМС, 2003. — 198 с.

12 Целыковский А.Ф. (отв. исп.) «Отчет о геологическом доизучении южной части Южно-Енисейского золотоносного района в масштабе 1:50 000 площади листов О-46-57-В, Г; О-46-58-В,Г (а,в); О-46-69-А,Б; О-46-70-А, Б (а,в) / А. Ф. Целыковский.— проведенных в 1981-1985 гг. Центральной партией. п. Мотыгино, 1985. — 612 с.

13 Шедько К.П. Отчет о результатах поисковых и оценочных работ в пределах Раздолинского рудного узла в 2005-2009 гг с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2011 г. / К. П. Шедько.— Красноярск, ООО «Геокомп», 2011.— 172 с.

Уважаемый пользователь! Обращаем ваше внимание, что система «Антиплагиат» отвечает на вопрос: является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос: является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение.

Отчет о проверке № 1

дата загрузки: 03.07.2017 06:05:58
пользователь: brlnx1991@mail.ru / ID: 4810425
отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»
на сайте <http://www.ap100.ru>

Информация о документе

№ документа: 4
Имя исходного файла: Диплом_истовый.docx
Размер текста: 1802 KB
Тип документа: Прочее
Символов в тексте: 58006
Слов в тексте: 5354
Число предложений: 327

Информация об отчете

Дата: Отчет с 03.07.2017 06:05:58 • Последний отчет: Р отчет
Комментарий: не указан
Оценка оригинальности: 97.85%
Заимствования: 2.15%
Цитирование: 0%

Оригинальность: 97.85%
Заимствования: 2.15%
Цитирование: 0%

Источники

Доля в тексте	Источник	Ссылка	Дата	Найдено в
0.66%	[1] Дала скажин - Информационный бюллетень №1 поступивших в Красноярский филиал	http://dala-zhurnal.ru	раньше 2011 года	Модуль поиска Интернет
0.38%	[2]                   	http://irashub.club/active	22.04.2014	Модуль поиска Интернет
0.32%	[3] Диссертация	http://research.fj-kras.ru	16.12.2016	Модуль поиска Интернет

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ

Тема выпускной работы: Геологическое строение Попутнинского золоторудного месторождения Раздолнинского рудного узла (Енисейский край)

Автор (студент) Батов Виктор Сергеевич

Факультет геолого-географический

Кафедра динамической геологии

Направление 05.03.01 Геология

Квалификация «бакалавр»

Руководитель Сатаев Фарид Ринатович, старший преподаватель кафедры динамической геологии

Оценка соответствия требованиям ГОС подготовленности автора выпускной работы

Требования к профессиональной подготовке	Соответств.	В основном соответств.	Несоответ.
Уметь формулировать цель и ставить задачи своей деятельности при выполнении работы, определять их актуальность		+	
Устанавливать приоритеты и методы решения поставленных задач (проблем)		+	
Уметь использовать геологическую информацию		+	
Владеть компьютерными методами сбора, хранения и обработки компьютерной информации	+		
Владеть современными методами анализа и интерпретации полученной информации		+	
Уметь рационально планировать время выполнения работы			+
Уметь объективно оценивать полученные результаты интерпретации геологических данных		+	
Уметь анализировать полученные результаты интерпретации геологических данных		+	
Уметь делать самостоятельные обоснования и достоверные выводы из проделанной работы		+	
Уметь пользоваться научной литературой		+	

Достоинства работы: Автор проходил производственную практику на схожем объекте недалеко от района, описанного в выпускной работе, и неплохо ориентируется в специфике работы. Выпускная работа написана в соответствии с требованиями и дает представление о геологии изучаемого района.

Недостатки: Во время прохождения практики автору не удалось собрать собственные данные (образцы) для написания работы и пришлось использовать материал, предоставленный доцентом Тишиным П.А. из рядом расположенного района. Неумение рационально планировать время для выполнения работы не позволило в полной мере выполнить запланированные исследования и работа в большей степени представляет реферативное описание.

Заключение: Данная работа отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным работам бакалавра, может быть оценена на «удовлетворительно», а её автор Батов В.С. достоин присвоения квалификации бакалавра геологии

Руководитель _____ (Сатаев Ф.Р.)
26.06.2017 г.