

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
институт  
Геологии месторождений и методики разведки  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В. А. Макаров  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

21.05.02.01 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ»  
код и наименование специальности

Геология и проект на оценку глубоких горизонтов  
золоторудного месторождения Эльдorado (Енисейский край)  
(тема)

**Вещественный состав руд**  
(спецчасть)

Пояснительная записка

Выпускник	_____	<u>А. К. Игнатенко</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Руководитель	_____	<u>В. Г. Михеев</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>Д. А. Внуков</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск, 2018 год

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
(институт)  
Геологии месторождений и методики разведки  
(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В. А. Макаров  
(подпись) (инициалы, фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме дипломного проекта**

Студенту Игнатенко Артему Константиновичу

Группа: РМП – 13-02

Специальность: 21.05.02.01 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ»

Тема выпускной квалификационной работы: «Геология и проект на оценку глубоких горизонтов золоторудного месторождения Эльдорадо»

Утверждена приказом по университету №

Руководитель ВКР: В. Г. Михеев, доц. каф. ГМиМР ИГДГГ СФУ

Исходные данные для ВКР: Отчет о результатах работ по объекту «ТЭО кондиций и пересчет запасов рудного золота месторождения Эльдорадо по состоянию на 01.01.2010 г.»

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): геологическая часть, специальная часть, методическая часть, экономическая часть, охрана труда и окружающей среды.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: геологическая карта Перевальнинского рудного узла, масштаба 1:50000; геологическая карта месторождения Эльдорадо, масштаба 1:5000; геологические разрезы месторождения Эльдорадо, масштаба 1:2000; продольная проекция первого рудного тела на вертикальную плоскость, масштаба 1:2000; вещественный состав руд месторождения эльдорадо; геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 480 метров масштаба 1:1000; технико-экономические показатели проектируемых работ.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

### выполнения ВКР

Наименование и содержание этапа (раздела)	Срок выполнения
Геологическая часть	22.02.2018-27.06.2019
Специальная часть	22.02.2018-27.06.2019
Методическая часть	22.02.2018-27.06.2019
Экономическая часть	22.02.2018-27.06.2019
Охрана труда и окружающей среды	22.02.2018-27.06.2019

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В. Г. Михеев

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А. К. Игнатенко

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Геология и проект на оценку глубоких горизонтов золоторудного месторождения Эльдорадо» содержит 170 страниц текстового документа, 20 использованных источников, 8 листов графического материала.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ, ГЕОЛОГО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ, ОБЗОР, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭЛЬДОРАДО, МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ, ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, СМЕТА НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.

Объект работ – месторождение Эльдорадо.

Цель работы: оценка глубоких горизонтов и подсчёт запасов по категории  $C_2$ .

В результате выполнения запроектированных работ будут подсчитаны запасы глубоких горизонтов по категории  $C_2$ . Ожидаемое количество запасов глубоких горизонтов первой жильной зоны категории  $C_2$  составит 4997,4 кг. Затраты на выполнение разведочных работ составят 13 672 271,84 рублей. Срок выполнения работ по проекту 7 месяцев.

ФГОАУ ВПО «Сибирский федеральный университет»  
Институт Горного дела Геологии и Геотехнологии  
Горно-геологический факультет  
Кафедра ГМиМР  
Раздел плана: благородные металлы  
Полезное ископаемое: золото  
Наименование объекта: месторождение Эльдorado  
Местонахождения объекта: Северо-Енисейский район Красноярского края

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. Кафедрой ГМиМР  
\_\_\_\_\_ В. А. Макаров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

### на выполнение дипломного проекта

Геология и проект на оценку глубоких горизонтов золоторудного месторождения Эльдorado.

Основание выдачи геологического задания: Учебный рабочий план специальности 21.05.02.01 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ»

#### **1. Целевое назначение работ; пространственные границы объекта; основные оценочные параметры:**

Целевым назначением работ считать проведение оценки глубоких горизонтов и подсчет запасов по категории  $C_2$  золоторудного месторождения Эльдorado (Енисейский край).

#### **2. Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения:**

2.1. Основными задачами является определение пространственных размеров рудных тел, изучение вещественного состава руд, подсчет запасов по категории  $C_1$ .

2.2. Последовательность и основные методы решения:

- бурение наклонных скважин (глубиной до 480 м) по сети 100\*100 м;
- опробование (керновое опробование);
- лабораторные исследования (пробирный анализ, спектральный анализ, петрографический анализ);
- топографо-геодезические работы;
- камеральные работы.

#### **3. Ожидаемые результаты:**

В результате оценки глубоких горизонтов месторождения Эльдorado будут подсчитаны запасы категории  $C_2 = 4997,4$  кг

**4. Сроки выполнения работ:** начало – июнь 2018 г,  
завершение – декабрь 2018 г.

Руководитель проекта

В. Г. Михеев

## **Список графических приложений**

Приложение А – Геологическая карта района, масштаб 1:50000

Приложение Б – Геологическая карта месторождения Эльдорадо  
масштаба 1:5000

Приложение В – Вещественный состав руд

Приложение Г – Вещественный состав руд

Приложение Д – Продольная проекция на вертикальную плоскость  
первой жильной зоны

Приложение Е – Геологические разрезы по линиям 14,5, 16,5, 18,0

Приложение Ж – Геолого-технический наряд на бурение скважины  
глубиной 480 м

Приложение З – Техничко-экономические показатели

## Список таблиц

Таблица 1 — Элементы залегания трещин .....	52
Таблица 2 — Положение экстремальных уровней воды по данным предшественников (Гонтарь, 1983г) .....	55
Таблица 3 — Микрокомпонентный состав подземных и поверхностных вод по данным предшественников (Гонтарь, 1983г).....	57
Таблица 4 — Минеральный состав руд.....	61
Таблица 5 — Схема последовательности минералообразования .....	76
Таблица 6 — Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа.[Ag г/т; Fe %; n * 10 <sup>-3</sup> %] .....	78
Таблица 7 — Результат ЭДС анализа .....	79
Таблица 8 — Результат ЭДС анализа .....	80
Таблица 9 — Результат ЭДС анализа .....	81
Таблица 10 — Результат ЭДС анализа .....	82
Таблица 11 — Результат ЭДС анализа .....	83
Таблица 12 — Результат ЭДС анализа .....	84
Таблица 13 — Результат ЭДС анализа .....	85
Таблица 14 — Усредненный проектный геологический разрез скважины 352 .....	88
Таблица 15 — Результаты расчёта режимов бурения.....	95
Таблица 16 — Технические характеристики буровой установки УКБ - 4П.....	96
Таблица 17 — Сводный перечень проектируемых работ, предусматриваемый проектом .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 18 — Формуляр подсчёта запасов золота методом вертикальных разрезов .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 19 — Комплексный план мероприятий, направленных на улучшение состояния охраны труда.....	118
Таблица 20 — Расчёт затрат времени и труда на производство буровых работ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 21 — Расчёт затрат времени и труда на производство геологической документации.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 22 — Расчёт затрат времени и труда на производство опробования полезных ископаемых .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 23 — Расчёт затрат времени и труда на производство лабораторных исследований.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 24 — Календарный график выполнения работ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Таблица 25 — Техничко-экономические показатели проектируемых оценочных работ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>



## Список графических иллюстраций

Рисунок 1 — Обзорная карта района работ. Масштаб 1:5000000 .....	15
Рисунок 2 — Схема геологической изученности. Масштаб 1:200000 .....	20
Рисунок 3 — Схема геохимической изученности. Масштаб 1:200000 .....	22
Рисунок 4 — Схема геофизической изученности. Масштаб 1:200000.....	24
Рисунок 5 —Тектоническая схема Перевальнинского рудного узла (по материалам Гонтаря В. С. и др., 1983 г.) .....	32
Рисунок 6 — Схематическая тектоническая схема рудного поля. Масштаб 1:25000 .....	48
Рисунок 7 — Кварц двух генераций - кварц 1 (белое внизу), кварц 2 (белое и серое вверху) Полированный шлиф № 5-2. Ув. 45 <sup>x</sup> . Ник.+ .....	62
Рисунок 8 — Биотит I (коричневое) Полированный шлиф № 1-2. Ув. 145 <sup>x</sup> . Ник.П. 62	
Рисунок 9 — Биотит II метасоматического происхождения (зеленоватое в центре) Полированный шлиф № 4-1. Ув. 130 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	63
Рисунок 10 — Биотит III (коричневый) Полированный шлиф № 5-4. Ув. 35 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	63
Рисунок 11 — Мусковит (сине-зеленый) Полированный шлиф № 1-2. Ув. 170 <sup>x</sup> . Ник.+ .....	64
Рисунок 12 — Хлорит (голубой в центре, псевдоморфоза по биотиту) Полированный шлиф № 2-1. Ув. 75 <sup>x</sup> . Ник.+ .....	65
Рисунок 13 — Альбит (черно-белое) со вторичными изменениями (сосюритизацией) Полированный шлиф № 1-3. Ув. 45 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	65
Рисунок 14 — Альмандин (белое в центре) Полированный шлиф №4-1. Ув. 45 <sup>x</sup> . Ник. П.....	66
Рисунок 15 — Анкерит (серо-голубовато-розовое, в центре) Полированный шлиф № 2-1. Ув. 35 <sup>x</sup> . Ник.+ .....	67
Рисунок 16 — Раздробленная структура арсенопирита (белое) в кварце (черное) Полированный аншлиф № 5-1. Ув. 35 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	68
Рисунок 17 — Пирротин (серое) Полированный аншлиф № 5-3. Ув. 80 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	69
Рисунок 18 — Пирротин (серое) в сростании с халькопиритом (жёлтое) Полированный аншлиф № 5-3. Ув. 180 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	69
Рисунок 19 — Рутилы (серое) в кварце (чёрное) на границе с арсенопиритом (белое).....	70
Полированный аншлиф № 5-4. Ув. 75 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	70
Рисунок 20 — Эмульсионная структура распада твёрдого раствора, халькопирит (жёлтое) в сфалерите (серое) Полированный аншлиф № 1-3. Ув. 325 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	71
Рисунок 21 — Псевдоморфоза пирита по пирротину (белое) Полированный аншлиф № 4-2. Ув. 40 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	71
Рисунок 22 — Марказит (желтовато-белый в центре) в арсенопирите (белый) Полированный аншлиф №5-1. Ув. 90 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	72
Рисунок 23 — Марказит (желтовато-белый в центре) в арсенопирите (белый) Полированный аншлиф №5-1. Ув. 90 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	72
Рисунок 24 — Сростание золота (жёлтое) с арсенопиритом (кремовое) в кварце (чёрное) Полированный аншлиф №3-1. Ув. 65 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	73
Рисунок 25 — Сростание золота (жёлтое) с пирротинном (кремовое) в кварце (чёрное) Полированный аншлиф №3-1. Ув. 150 <sup>x</sup> . Ник.П. ....	73
Рисунок 26 — Золото (жёлтое) в кварце (чёрное) Полированный аншлиф №3-1. Ув. 40 <sup>x</sup> . Ник. П. ....	74
Рисунок 27— Рентгенофазовый анализ.....	77
Рисунок 28 — Дифрактограмма .....	77
Рисунок 29 — Сростание золота (белое) с пирротинном (серое) .....	79

Рисунок 30 — Раздробленное зерно арсенопирита (серое).....	80
Рисунок 31 — Вростки золота (белое) в арсенопирите (серое) .....	81
Рисунок 32 — Срастание золота (белое) с арсенопиритом (серое) .....	82
Рисунок 33 — Золото (белое) в кварце (чёрное) .....	83
Рисунок 34 — Крупное зерно самородного золота (белое).....	84
Рисунок 35 — Зерно арсенопирита (серое) в кварце (чёрное).....	85
Рисунок 36 — Схема пробоподготовки.....	104

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 Географо-экономическая характеристика района работ .....	14
2 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ .....	17
2.1 Геологическая изученность .....	17
2.2 Геохимическая изученность .....	21
2.3 Геофизическая изученность.....	23
3 Геологическая характеристика района месторождения .....	25
3.1 Стратиграфия .....	25
3.2 Магматизм .....	30
3.3 Тектоника .....	31
3.4 Полезные ископаемые .....	36
3.5 История геологического развития.....	39
4 Геологическая характеристика месторождения Эльдорадо .....	44
4.1 Геолого-структурная позиция месторождения.....	44
4.2 Литолого-петрографическая характеристика пород .....	44
4.3 Гидротермальные и метасоматические изменения горных пород.....	46
4.4 Структура месторождения .....	47
4.5 Морфология и строение рудных тел месторождения .....	53
4.6 Гидрогеологическая характеристика месторождения.....	55
5 Изучение вещественного состава руд месторождения Эльдорадо .....	58
(специальная часть) .....	58
5.1 Описание минерального состава руд .....	59
5.2 Описание породообразующих минералов.....	61
5.3 Описание рудообразующих минералов .....	67
5.4 Описание минеральных ассоциаций.....	74
5.5 Этапы минералообразования .....	75
5.6 Последовательность минералообразования в рудах .....	75
5.7 Результаты анализов.....	76
5.8 Сканирующая электронная микроскопия и ЭДС анализ .....	78
6 Методика и объемы проектируемых работ .....	86
6.1 Характеристика изученности объекта проектируемых работ.....	86
6.2 Задачи проектируемых работ и методы их решения .....	87
6.3 Буровые работы .....	87
6.3.1 Горнотехнические условия бурения .....	88
6.3.2 Выбор и обоснование способа бурения.....	89
6.3.3 Профилирование скважин .....	89
6.3.4 Разработка конструкции скважины .....	91
6.3.5 Технология бурения .....	91
6.3.6 Выбор забойного снаряда .....	92
6.3.7 Расчёт параметров бурения .....	93
6.3.8 Выбор очистного агента.....	95
6.3.9 Выбор буровой установки .....	96
6.3.10 Проверочный расчёт двигателя станка по расходуемой мощности .....	97
6.3.11 Вспомогательный и аварийный инструмент.....	98
6.3.12 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению .....	99
6.3.13 Мероприятия по предупреждению аварий.....	99
7 Геологическая документация .....	101
7.1 Документация керна буровых скважин .....	101
7.2 Опробование.....	102
7.2.1 Керновое опробование .....	102

7.2.2 Пробоподготовка .....	102
7.3 Отбор навесок .....	104
7.3.1 Для составления групповых проб .....	104
7.3.2 Отбор навесок на внутренний и внешний контроль .....	105
7.4 Минералогическое опробование .....	105
7.5 Аналитические работы .....	106
7.6 Геофизические исследования в скважинах .....	106
7.7 Топографо-геодезические работы .....	107
7.8 Камеральные работы .....	108
7.9 Транспортировка грузов и персонала .....	108
7.9.1 Транспортировка грузов .....	108
7.9.2 Транспортировка персонала .....	108
7.10 Сводный перечень проектируемых работ .....	108
8 Мероприятия по охране окружающей среды.....	113
8.1 Мероприятия по охране лесных ресурсов.....	114
8.2 Рекультивация нарушенных земель.....	115
8.3 Мероприятия по охране атмосферного воздуха.....	115
8.4 Мероприятия по охране и рациональному использованию поверхностных и подземных вод.....	116
9 Мероприятия по охране труда.....	117
10 Организация производства проектируемых работ	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.1 Подготовительный период и проектирование	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.2 Буровые работы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.3 Геологическая документация .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.4 Опробование.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.5 Лабораторные исследования .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.6 Камеральные работы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.7 Геофизические работы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.8 Топографо-геодезические работы.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.9 Экономическая эффективность работ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	123

## ВВЕДЕНИЕ

Расширение минерально-сырьевой базы золотодобывающей отрасли промышленности - основная задача геологической службы страны.

Есть два пути решения поставленной задачи: поисковые работы на новых перспективных площадях и геологоразведочные работы в давно известных золоторудных районах, на флангах, а так же глубоких горизонтах уже эксплуатируемых месторождений.

Одним из таких месторождений, где возможен прирост запасов, является золоторудное месторождение Эльдorado в Енисейском кряже, известное с 1886 г. которое неоднократно и с перерывами, в разном объеме подвергалось эксплуатации и в течение многих лет разведывалось.

Несмотря на это перспективы прироста запасов минеральных ресурсов на флангах и нижних горизонтах месторождения не исчерпаны.

В настоящее время месторождение отрабатывается открытым способом, последним проектом предусмотрена отработка карьером до горизонта 520.

Запасы по месторождению посчитаны до горизонта 400, однако по материалам отчёта Эльдорадинской партии за 1978 - 1983 гг. (Гонтарь В.С. 1983г). Задачей дальнейшего изучения месторождения является оценка глубоких горизонтов до горизонта 270 для обоснования подземной отработки запасов месторождения после прекращения работ в карьере. Оценка будет проводиться по первой жильной зоне, с учётом центриклинального выклинивания оруденения (первой жильной зоны), так как основные запасы сосредоточены в ней. Такое выклинивание установлено на месторождении поскольку с начала работы карьера (гор 730) в нём отрабатывалось 15 рудных тел, в настоящее время на горизонте 560 количество рудных тел сократилось до 7, метропроцент сократился от 51,7 до 24,2, протяжённость рудных тел по простиранию так же сокращается с углубкой карьера. В связи с этим, наиболее вероятным нахождением промышленного оруденения по

первой рудной зоне можно считать глубину вероятного её выклинивания до горизонта 270 м. Стоит отметить, что центриклинальное выклинивание первой рудной зоны так же отмечено при блокировке запасов предшественниками.

Материалы для дипломного проектирования были собраны во время прохождения преддипломной практики на месторождении Эльдorado, так же были использованы фондовые материалы, хранящиеся в ФГУТФИ по Красноярскому краю.

Согласно настоящему проекту, на месторождении Эльдorado планируется оценка по категории  $C_2$  глубоких горизонтов буровыми скважинами по сети 100\*100 м.

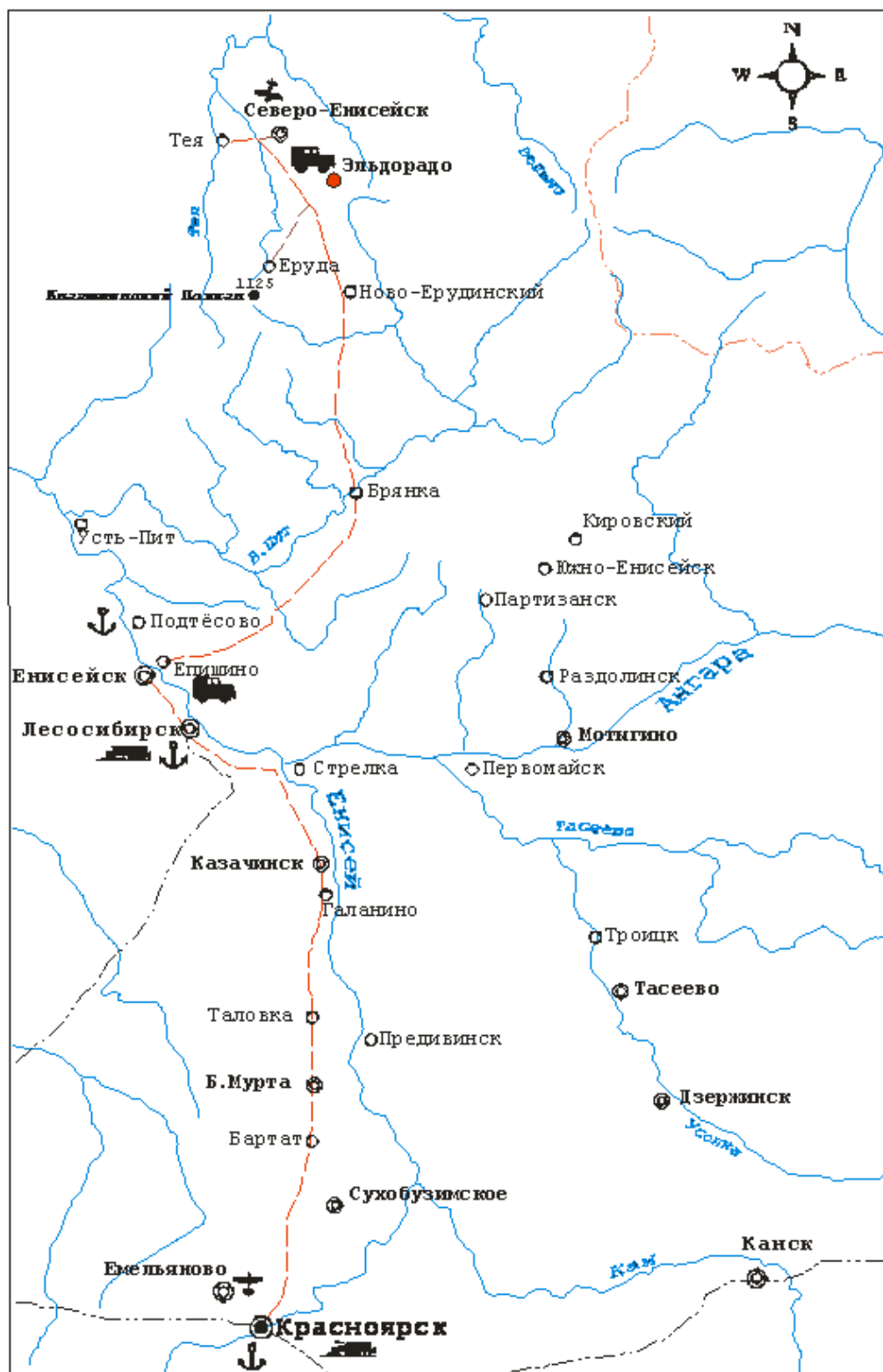
## 1 Географо-экономическая характеристика района работ

Золоторудное месторождение Эльдорадо расположено в северо-западной части Енисейского кряжа в верховьях ручьёв Актолик и Севагликон, на водоразделе речных систем Б.Пи́та и Подкаменной Тунгуски. Административно месторождение располагается в Северо-Енисейском районе Красноярского края (лист Р-46) и характеризуется координатами 60°03' северной широты и 93°16' восточной долготы. Месторождение занимает площадь 12 км<sup>2</sup> при протяженности 5 км и ширине 2,5 км. Ближайшими к месторождению населёнными пунктами являются посёлки Вангаш (22 км), Верхнее Енаши́мо (24 км), Новое Кало́ми (30 км), Тея (70 км), Брянка (136 км). От районного центра – поселка городского типа Северо-Енисейского, где находится потребитель сырья – золотоизвлекательная фабрика Северо-Енисейского ГОКа, месторождение находится на расстоянии 65 км (Рисунок1).

*Рельеф* района типично среднегорный. Наиболее высокая точка рельефа месторождения имеет отметку 751,2 м, относительные превышения водоразделов над тальвегами долин составляют 100-160 м. Степень обнажённости плохая, лишь по долинам рек и ручьёв наблюдаются единичные коренные выходы пород.

*Речная сеть* хорошо развита. Основными водными артериями являются р. Калами (с притоками: Дыдан, Севагликон, Николаевский, Иннокентьевский) и р. Вангаш (с притоками Актолик, Ольгинский, Хококо). Долины водотоков хорошо выработаны, в верховьях имеют V-образный асимметричный профиль.

*Климат* района резко континентальный, зима суровая, продолжительная (до -55°C). Летняя температура не превышает +30°C. Среднегодовая температура -10°C. Мощность снегового покрова достигает 1,5-2,0 м; участками в долинах рек и ручьёв встречается островная многолетняя мерзлота.



1 - железные дороги ; 2 - автодороги; 3 - граница Красноярского края и Эвенкии; 4 - Золоторудное месторождение Эльдorado

Рисунок 1 — Обзорная карта района работ. Масштаб 1:5000000



*Растительность и животный мир* обычные для зоны тайги. Из древесных пород преобладают сосна, ель, лиственница, пихта, берёза и осина. На территории прилегающей к месторождению лес вырублен. Из животных встречаются: медведь, олень, лось, заяц, белка, соболь, грностай. Из боровой дичи – глухарь, тетерев, рябчик; в реках водятся хариус, ленок, налим, щука.

Экономика северо-Енисейского района целиком подчинена состоянию и развитию золотодобывающей промышленности. Сельское хозяйство является второстепенным и направленно на удовлетворение внутренних потребностей района в его продуктах. Оно развито слабо и лишь в частном секторе, имеет овощеводческое и животноводческое направление. Основная часть населения проживает в поселках, выросших рядом с горнодобывающими предприятиями (шахтой, дражными карьерами), или с предприятиями, обслуживающими золотодобывающую промышленность (электростанциями, ремонтно-механическими мастерскими).

Строительные материалы и оборудование поступают в район через Красноярск и Лесосибирск автомобильным или водным транспортом. Продовольствие ввозится обычно в консервированном виде. Доставка автомобильным транспортом производится круглосуточно с перерывами на сооружение ледовой переправы через р.Енисей и весенний ледоход, по автодорогам г.Красноярск – г.Енисейск, с. Епишино – пос.Брянка – п.г.т. Северо-Енисейский. Водным транспортом доставка производится из портов г.Красноярска и Лесосибирска в весенний период навигации с перевалкой на автомобильный транспорт на пристани пос.Брянка. Постоянно действует авиалиния г.Красноярск – п.г.т. Северо-Енисейский.

Общая численность населения района 13,9 тыс. человек, в поселке Северо-Енисейском проживает 9,5 тыс. человек. (плотность населения 0,3-0,4 человека на 1км<sup>2</sup>).

## **2 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ**

### **2.1 Геологическая изученность**

Первые сведения о геологическом строении Северо-Енисейского золоторудного района и Перевальнинского рудного узла по данным ООО "Соврудник", основанных на работах Гонтаря В.С. 1983г. относятся к концу XIX началу XX веков в связи с открытием в 1833 г. богатых золотоносных россыпей по ручьям Актолик и Севогликан, и несколько позже по рр. Каломи, Вангаш, Енашимо. Интенсивная разработка россыпей способствовала поискам и выявлению в бассейнах названных рек и ручьев проявлений рудного золота. В 1886 г. открыты месторождение Эльдорадо и рудопроявление Первенец, в 1913 г. – месторождение Пролетарское, в 1934 г. – рудопроявление Ударное, в 1947-1949 гг. выявлены рудопроявления Вершинка и Ольгинское (Ячевский, 1900; Внуковский, 1905; Пенн, 1919; Горностаев, 1933; Молчанов, 1933; Дембо, 1939; Миловская, 1951).

После 1917 г. поисковые и съемочные работы масштабов 1:50000:200000 в пределах Перевальнинского золоторудного узла проводили Ю.А. Спейт, Н.С. Пенн (1919 г.), Б.М. Степанов (1925 г.), Т.М. Дембо (1939 г.), А.А. Семенов, Н.М. Матвеева (1938 г.), В.А. Миловская (1949 г.). В результате этих работ были изучены геологическое строение рудных полей, вещественный состав руд и вмещающих пород, установлена приуроченность оруденения к протяженным зонам смятия северо-западного простирания. Месторождение Эльдорадо вместе с рудопроявлениями-спутниками Первенец, Ударное, Вершинка объединены в единую зону, названную «рудная полоса Эльдорадо», или Перевальнинский рудный узел (РУ). Результаты этих исследований, в настоящее время, имеют лишь историческое значение.

В 50-е годы XX века началось планомерное геологическое изучение площади. С 1955 по 1964 гг. на площади Перевальнинского золоторудного узла проводились геологосъемочные работы масштабов 1:50000-1:200000

партиями Ангарской ГРЭ Красноярского ТГУ под руководством М.И. Лейбовича, Ю.В. Ольшанского и А.И. Вызу. В результате работ составлены геологические карты, карты полезных ископаемых, изучена стратиграфия, магматизм и тектоническое строение территории (Ольшанский, 1961; Вызу, 1964).

В 1969-1972 гг. на площади Перевальнинского РУ проведены геологическая съемка масштаба 1:10000 и поисково-разведочные работы. Впервые составлены геологическая карта рудного узла масштаба 1:10000, тектоническая карта, карты метаморфизма и золотоносности, геологический план рудопроявлений Первенец и Ударное масштаба 1:5000 (Гулимова, 1972).

В 1974-1979 гг. в рудной полосе Эльдорадо проведены поисково-оценочные работы с применением литохимической съемки (Поспелов, 1979г). В результате проведенных работ дана оценка рудопроявлениям Ударное, Вершинка, Первенец и месторождению Пролетарское. Одновременно в 1977-1980 гг. проводились поисково-оценочные работы на Ш-й жильной зоне рудопроявления Первенец. Произведена оценка зоны тяжелыми горными выработками, канавами и скважинами колонкового бурения по сети 40-80×60-120 м. Подсчитаны балансовые запасы золота по двум рудным телам по категории С<sub>2</sub> до горизонта возможной отработки открытым способом (530 м) и забалансовые – ниже горизонта 530 м (Поспелов, 1980).

В результате поисково-оценочных работ был выполнен подсчет запасов месторождения Первенец по временным кондициям месторождения Эльдорадо. Согласно Протокола №389 ПГО «Красноярскгеология» от 23.12.1980 г. балансовые запасы золота категории С<sub>2</sub> в рудном теле №1 составили 2388 кг с содержанием 4.66 г/т (512 тыс. т руды). Забалансовые запасы в рудном теле №1 составили 3457 кг золота (590 тыс. т руды) с содержанием 5.86 г/т, в рудном теле №2 – 1296 кг золота (322 тыс. т руды) с содержанием 4.02 г/т.

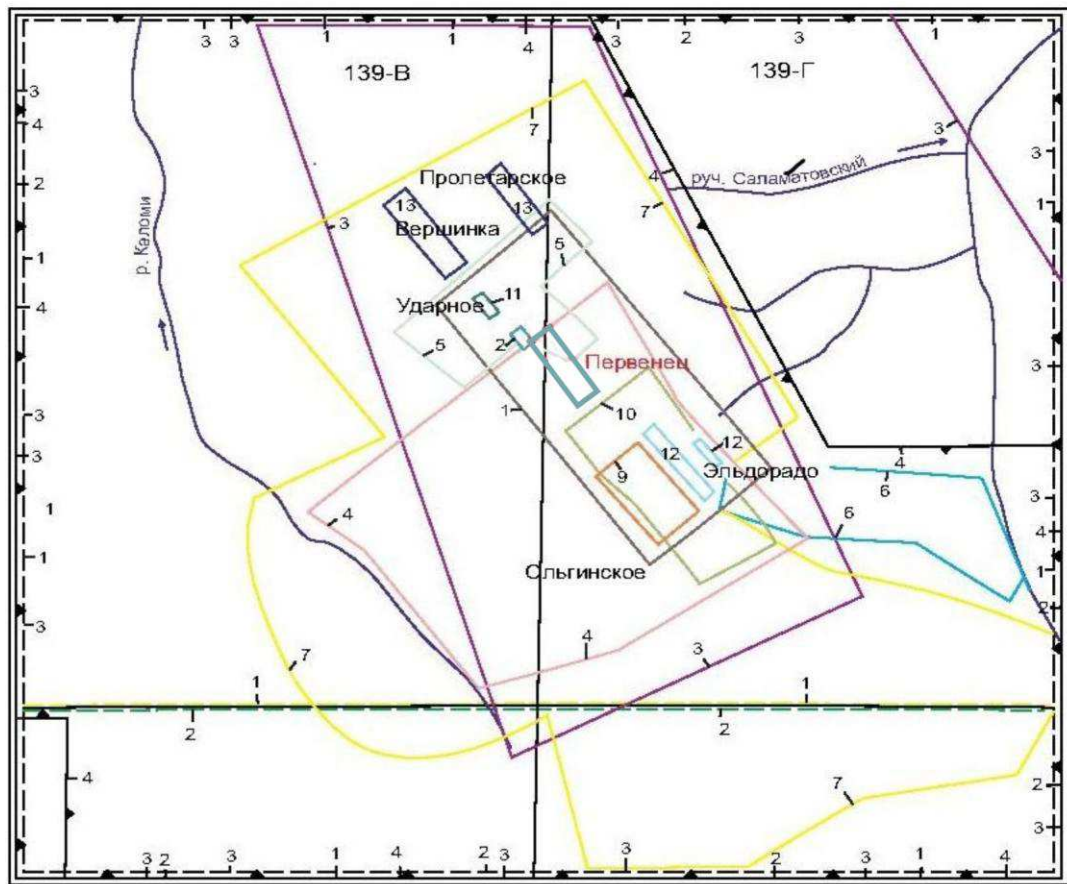
В 1976-1980 гг. Центральной партией Ангарской ГРЭ на территории Перевальнинского РУ проведено геологическое доизучение масштаба 1:50000 (Цельковский, 1980). Был составлен комплект многоцелевых карт (геологическая, полезных ископаемых и закономерностей их размещения, четвертичных отложений), уточнены структурно-тектонические, метаморфические, литолого-стратиграфические признаки, контролирующие размещение золотого оруденения. На площади выделено оруденение золотокварцевой формации трех морфологических типов Советский (кварцевожильный), Эльдорадинский (минерализованных зон), и Александро-Агеевский (трещинно-жильный). На северо-западном фланге месторождения Пролетарское выявлен перспективный участок Чирадинский.

Начиная с 1967 г. в пределах Перевальнинского РУ проводились многочисленные тематические исследования по изучению геологической структуры рудных полей, вещественного состава, условий и закономерностей локализации руд сотрудниками различных научно-исследовательских и производственных организаций (Нелюбов, 1967; Ли, 1969; Иванов, 1970; Середенко, 1971-1973; Захарова, 1975; Пузанов, 1981).

В 2010-2012 г.г. оценочные работы с проходкой канав и скважин были проведены на проявлениях Вершинка и Ударное, а также на II жильной зоне месторождения Пролетарского. Все эти объекты оценены как весьма малые, с запасами кат С<sub>2</sub> от 0,3 до 1,5 т (Тагаров, 2012).

С 1885 до 1999 г. из месторождения Эльдорадо добыто 1,1 т золота. Добыча руд карьером начата в 1999 г, к 2010 г было извлечено 16,586 т золота при среднем содержании в руде 2,3 г/т. В 2010 г. остаточные запасы месторождения были переоценены при бортовом содержании для открытой добычи 0,6 г/т и селективной переработке бедных руд (до 1 г/т) кучным выщелачиванием (Махнева, 2010).

Лицензия на добычу с 1999 г принадлежит ООО "Соврудник". В настоящее время ведется отработка месторождения с сопутствующей эксплуатационной разведкой, нижележащий горизонт 560 (2017г).

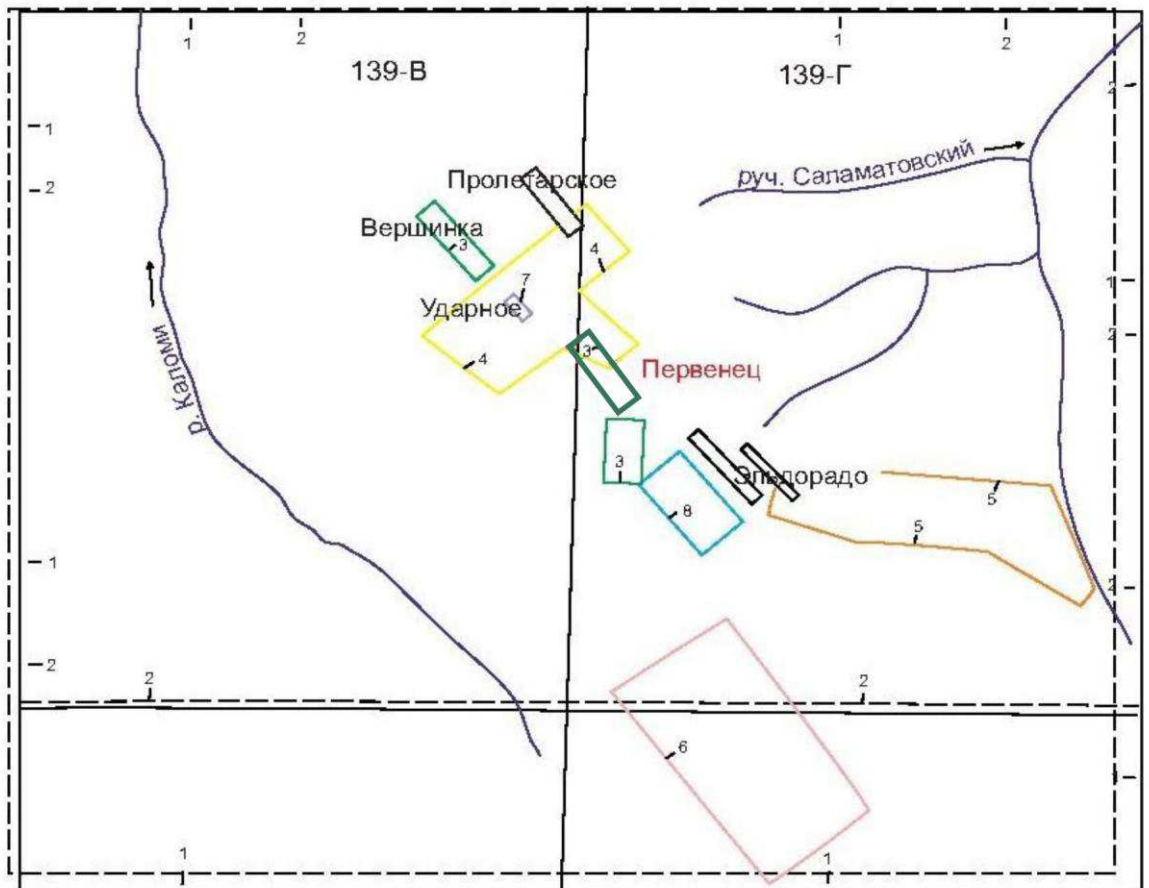


- ▲▲▲ Геологические съемки:
1. Вызу А.И. 1:200000 1961 г.
  2. Лейбович М.И. 1:100000 1955 г.
  3. Пенн Н.С., Спейт Ю.А., Степанов Б.Л. 1:210000 1919-1924 гг.
  4. Дембо Т.М. 1:84000 1937-1938 гг.
  5. Лейбович М.И. 1:200 000 1955-1964 гг.
- — — — — Геологическая съемка 1:50000:
1. Ольшанский Ю.В. 1959-1962 гг.
  2. Комов И.Л. 1959-1962 гг.
  3. Целыковский А.Ф. 1976-1980 гг.
- — — — — Поисковые, поисково-оценочные и разведочные работы:
1. Семенов А.А., Матвеева Н.В. 1937 г.
  2. Стахеев Н.В. 1934-1937 гг.
  3. Миловская В.А., Баженов Н.И. 1947-1949 гг.
  4. Аверченков А.И., Гулимова Т.С. 1961-1966 гг.
  5. Гулимова Т.С., Березовиков Н.П. 1969-1972 гг.
  6. Гонтарь В.С., Зумарев В.И. 1973-1976 гг.
  7. Пospelов А.В. 1974-1979 гг.
  8. Пospelов А.В. 1977-1980 гг.
  9. Зумарев В.И. 1979-1983 гг.
  10. Павлов Ю.Н. 1968-1983 гг.
  11. Гонтарь В.С. 1983-1986 гг.
  12. Гонтарь В.С. 1984-1988 гг.

Рисунок 2 — Схема геологической изученности. Масштаб 1:200000

## 2.2 Геохимическая изученность

Геохимические исследования в районе проводились, в основном, в ходе геологических съемок и региональных геофизических работ. В 1959-1962 гг. при проведении геологической съемки масштаба 1:50000 вся территория Перевальнинского рудного узла была покрыта литохимической съемкой по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50000 (Ольшанский, 1961) (Рисунок 3). Литохимическими поисками выявлены ореолы рассеяния свинца, цинка, меди, молибдена, олова. В период с 1966 по 1968 гг. литохимические поиски на локальных участках проводились в комплексе с наземными геофизическими работами (Ларинцев, 1967; Мукомело, 1968). На проявлениях выявлены вторичные ореолы рассеяния мышьяка, серебра, висмута, олова, золота, сурьмы. В 1968-1972 гг. проведены тематические исследования по изучению связи геохимических аномалий в рыхлых отложениях и коренных породах (Середенко, 1971; Гулимова, 1972). Установлена связь аномалий мышьяка с золоторудной минерализацией. Подтверждено наличие корреляции между геохимическими аномалиями в породах и почвах в элювиальных ландшафтах вершин, и отсутствии корреляции на склонах и в депрессиях. Связь золотого оруденения в районе с ореолами мышьяка подтвердилась и более поздними литохимическими и шлихо-геохимическими работами (Поспелов, 1979; Целыковский, 1980). Контрастными аномалиями мышьяка фиксируются месторождения Эльдorado, Пролетарское и Первенец. В 1983-1988 гг. партией №33 ЦНИГРИ под руководством В.А. Загоскина в районе проведена комплексная геохимическая съемка по потокам и по вторичным ореолам рассеяния масштабов 1:25000 и 1:10000. Золоторудные проявления фиксируются комплексными аномалиями мышьяка и ртути Эльдoradoинского типа (Загоскин, 1985). Аналогичные работы на площади Перевальнинского РУ выполнялись и в рамках региональных геохимических работ масштаба 1:500000 (Ладынин, 1987).



Вся площадь покрыта геохимической металлометрической съемкой (А.Ф. Цельковский М-ба 1:50000 доизучение 1976-1980 гг.; А.А. Стороженко. Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов Центральной части Енисейского кряжа с целью определения направлений геологоразведочных работ на золото. 1986 г. В.А. Заголкин. Комплексная геохимическая съемка по потокам рассеяния.)

- Контурь работ масштаба:
  - 1. Лейбович М.И. 1:100000 1955 г.
  - 2. Ольшанский Ю.В. 1:50000 1959-1962 гг.
- Контурь работ масштаба 1:10000 и крупнее:
  - 3. Мукомело С.В. 1966-1968 гг.
  - 4. Гулимова Т.С., Березовиков Н.П. 1969-1972 гг.
  - 5. Гонтарь В.С., Зумарев В.И. 1973-1976 гг.
  - 6. Поспелов А.В. 1974-1979 гг.
  - 7. Гонтарь В.С. 1983-1986 гг.
  - 8. Зумарев В.И. 1979-1983 гг.

Рисунок 3 — Схема геохимической изученности. Масштаб 1:200000

### 2.3 Геофизическая изученность

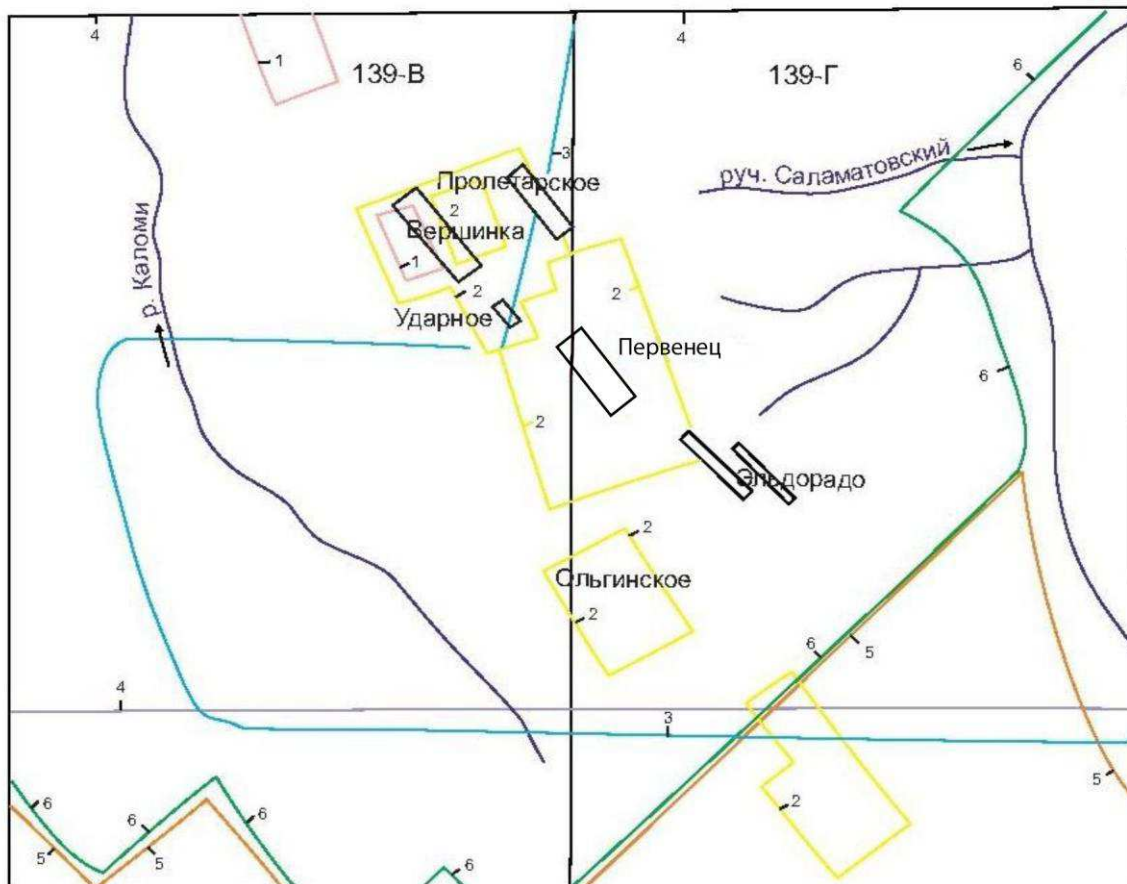
В 1957-1959 гг. на площади Перевальнинского золоторудного узла проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:200000 (Каспарова, 1961) (Рисунок 4), в 1962-1965 гг. высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:25000 (Чепик, 1963).

В 1966-1968 гг. в рудном узле проведены комплексные геофизические исследования с применением магнито- и электроразведочных методов (Ларинцев, 1967; Мукомело, 1968) с целью поисков и прослеживания кварцево-жильных зон и рудоконтролирующих тектонических нарушений. Выявлен ряд зон окварцевания и подтверждено предположение, что месторождение Эльдорадо, рудопроявления Ольгинское, Первенец, Ударное, Вершинка и месторождение Пролетарское образуют единый рудный узел, протягивающийся непрерывной полосой шириной 2-3 км на расстояние около 10 км согласно основным геологическим структурам. По результатам дипольного профилирования кварцево-жильные зоны отмечаются пониженными сопротивлениями до 150-300 Ом на фоне вмещающих пород с сопротивлением 2000-4000 Ом.

В 1979 г. в районе проведена гравиметрическая съемка масштаба 1:50000 и аэромагнитная съемка с аппаратурой КАМ-28 масштаба 1:25000 (Клименко, 1980). Получены новые данные, подтверждающие представления о складчато-блоковом характере структуры рудного узла и контроле пространственного размещения золоторудных полей крупными разломами северо-западного простирания.

В 1986-88 гг. на территории Перевальнинского узла проведена комплексная аэрогеофизическая съемка масштаба 1:25000 с целью поисков золотого оруденения (Минеев, 1988). Комплекс методов включал в себя аэрогаммаспектрометрическую, аэромагнитную съемку с аппаратурой СКАТ-77 и аэроэлектроразведку со станцией СДВР-АФ. Проведена наземная проверка аномалий.





Вся площадь покрыта аэромагнитной съемкой масштаба 1:200000 (Каспарова Е.А. 1957-1959 гг.) И высоточной аэромагнитной съемкой масштаба 1:25000 (Чепик А.Ф. 1962-1965 гг.)

- 1. Ларинцев Г.Т., Мукомело С.В. 1966 г. Масштаба 1:10000
- 2. Мукомело С.В., Петров А.А. 1967-1968 гг. Масштаба 1:25000  
Клименко В.И., Жураковский Б.А. 1980 г.
- 3. Аэромагнитная съемка масштаба 1:25000
- 4. Гравиметрическая съемка масштаба 1:50000
- 5. Минеев И.В., Михайлова З.В. 1986 г. Масштаб 1:25000
- 6. Минеев И.В., Михайлова Э.В. 1988 г.

Рисунок 4 — Схема геофизической изученности. Масштаб 1:200000

### **3 Геологическая характеристика района месторождения**

В геолого-структурном отношении район месторождения Эльдорадо располагается в зоне Ишимбинского глубинного разлома в восточном крыле Панимбинского антиклинория Енисейского кряжа. Металлогеническая позиция района определяется тем, что он расположен в Центральном золотоносном поясе Енисейского кряжа, в юго-восточной части Северо-Енисейского золотоносного района. Месторождение входит в состав Перевальнинского золоторудного узла, в которое также входят месторождение Пролетарское и рудопроявления Первенец, Ударное, Вершинка, Ольгинское. Рудопроявление Ольгинское занимает самую юго-восточную часть рудного узла. Остальные золоторудные объекты располагаются к северо-западу от него, образуя единую рудную зону. Таким образом, Перевальнинский золоторудный узел имеет линейную форму и вытянут в северо-западном направлении.

#### **3.1 Стратиграфия**

Стратиграфическое расчленение разреза района месторождения Эльдорадо приведено согласно работам Гонтаря В. С. (1978-1983 гг.).

В геологическом строении района принимают участие интенсивно дислоцированные и метаморфизованные карбонатно-теригенные отложения раннего и позднего протерозоя, а именно: Рязановская, Кординская, Горбилогская, Удере́йская, Погорю́йская, Лопатинская и Карьерная свиты (граф. прил.1).

*Рязановская свита* (KR<sub>2</sub>rz). Отложения свиты распространены в западной части Перевальнинского рудного узла, слагая водораздельное пространство р. Каломи и р. Енашимо. По литологическому составу она расчленяется на две подсвиты. Нижнюю (800 м), сложенную мраморами, мраморированными известняками, роговиками, скарноидами и кварц - биотитовыми графитизированными кристаллическими сланцами и верхнюю

(900 м), состоящую существенно из известковистых метаалевролитов. Общая мощность отложений свиты составляет 1700 м.

Отложения свиты несогласно перекрываются породами сухопитской серии нижнего-среднего рифея.

Породы сухопитской серии широко распространены на площади Перевальнинского рудного узла. Они залегают с угловым несогласием на различных образованиях дорифейского возраста и представляют собой комплекс осадочных отложений с отчетливой трансгрессивно-регрессивной направленностью процесса осадконакопления. В низах серии выделяется кординская свита, сложенная псефито-псаммито-алевритовыми отложениями, ее сменяют алеврито-глинистые и глинистые породы горбилкокской и удерейской свит, а затем глинисто-алеврито-псаммитовые флишоидные осадки погорюйской свиты. Породы серии смяты в линейные, сильно сжатые часто изоклиналильные складки и метаморфизованы в хлоритовой субфации зеленосланцевой фации. Серия выделяется как метаморфизованная аспидная надформация.

*Кординская свита (RF<sub>1</sub>kd).* Отложения выходят на поверхность в виде широкой полосы северо-западного простирания и протягиваются широкой полосой от верховьев р. Талой до верховьев р. Дыдан. По литологическому составу свита сложена биотит-хлорит-серицит-кварцевыми сланцами, серого, зеленовато-серого, фиолетово-серого цвета с микрослоистой текстурой и бластоалевритовой или лепидогранобластовой структурой, а так же метапесчаниками и метаалевролитами. На участках проявления наложенного динамотермального метаморфизма породы свиты преобразованы в плейчатые, крупнолистоватые гранат-мусковит-кварцевые, местами со ставролитом, динамосланцы. Отложения кординской свиты несогласно залегают на породах карелия и согласно перекрыты отложениями горбилкокской свиты. Мощность отложений кординской свиты составляет 1200 м.

*Горбилочская свита (RF<sub>2gr</sub>)*. Отложения свиты широко распространены в пределах Перевальнинского золоторудного узла. Они слагают водораздельное пространство речных систем Каломи – Вангаш, согласно перекрывая отложения горбилочской свиты, и представлены монотонными алевритистыми серицит-хлоритовыми сланцами (алевритистыми пелитами) зеленовато-серого цвета. В отдельных прослоях сланцев присутствует магнетит (1-3%), вследствие чего над отложениями свиты наблюдаются цепочки магнитных аномалий. Мощность свиты составляет 700 м.

Отложения свиты согласно залегают на породах кординской свиты и согласно перекрыты сланцами удерейской свиты.

*Удерейская свита (RF<sub>2ud</sub>)*. Отложения свиты широко распространены в районе и слагают водораздельное пространство р.р. Каломи – Вангаш. По литологическому составу свита расчленена на три подсвиты: нижнюю сероцветную пелито-алевритовую, среднюю зеленоцветную пелитовую и верхнюю темноцветную пелито-алевритовую. В каждой подсвите встречаются редкие маломощные (до 0,3 м) горизонты кремнистых и кремнисто-карбонатных конкреций с текстурой «cone-in-cone».

Нижняя подсвита (700 м) сложена темно-серыми, черными углеродисто-серицитовыми кварцевыми сланцами. Сланцы тонкочешуйчатые серицитовые с примесью хлорита (5-10, реже до 25%), тонкодисперсного углеродистого вещества, рассеянных зерен аутигенного кварца, альбита, циркона, апатита, граната.

Средняя подсвита (1140 м) сложена зелеными, зелено-серыми, серыми, темно-серыми, светло-коричневыми серицит-хлоритовыми, иногда карбонатсодержащими сланцами. Отмечаются единичные прослои сланцев, обогащенных магнетитом, и мраморизованных известняков. Сланцы представляют собой тонкочешуйчатые метапелиты (серицита до 80%, хлорита 3-20%, железистых карбонатов 1-5%). При выветривании породы приобретают пористый специфический пятнисто-точечный облик.

Количество карбонатного материала увеличивается вверх по разрезу подсвиты с образованием тонких (от 1-3 до 8-10 см) прослоев бурых карбонатных сланцев. В сланцах незначительно присутствуют алевритовые зерна кварца (1-2%). Участками в метапелитах отмечается вкрапленность магнетита (1-5%), встречаются пирит, пирротин, циркон, гранат, апатит, турмалин, монацит, авгит.

Верхняя подсвита (700м) сложена темно-серыми, черными серицитовыми углеродистыми сланцами (метапелитами). Метапелиты состоят из серицита с примесью (~10%) хлорита и углеродистого вещества. Акцессорные минералы пирит, ильменит, гранат, циркон, турмалин, рутил, авгит, серый дисковидный монацит. Общая мощность свиты 2540 м.

*Погорюйская свита (RF<sub>2</sub>pg).* Отложения свиты распространены в северо-восточной части площади в среднем и нижнем течении руч. Бол. Ильинка, Саламатовский. Свита сложена хлорит-серицитовыми сланцами, ритмично переслаивающимися с метаалевролитами и метапесчаниками. Обломочные и глинистые разности образуют двучленные трансгрессивные градационно-слоистые ритмы псаммито-пелитового и алевро-пелитового состава. Выделяются ритмиты тонкослоистые (0,1-0,2 см), рядовые (0,5-1,0 см), широкослоистые (2-5 см) и грубослоистые (10-20 см). Слоистость параллельная, иногда линзовидная, с раздувами и перемычками. В верхней половине разреза свиты присутствуют прослои (0,2-15 м) внеритмовых разнозернистых серых метапесчаников и светло-серых, желтоватых кварцитов.

В метапесчаниках и алевро-псаммитовых составляющих ритмов преобладают окатанные зерна кварца, присутствуют полевые шпаты, циркон, турмалин, лейкоксен. Цемент регенерационный лимонит-кварцевый или серицит-кварцевый, иногда с примесью карбоната. Пелитовая составляющая ритмов имеет хлорит-серицитовый состав с примесью углеродистого вещества. Мощность свиты 690-700 м.

Породы чингасанской серии с резким угловым несогласием залегают на рифейских и раннепротерозойских отложениях и слагают Таловский и Дыданский грабены, расположенные в северной и южной частях рудного узла. В низах серии залегают грубообломочные красноцветные отложения лопатинской свиты, перекрытые сероцветными отложениями карьерной свиты. Отложения серии выделяются как молассовая формация краевых бассейнов.

*Лопатинская свита (RF<sub>3lp</sub>)*. Отложения свиты с угловым несогласием залегают на породах погорюйской свиты. В низах разреза залегают красноцветные конгломераты и гравелиты с песчано-глинистым гематитовым пленочным цементом. Средняя часть свиты сложена (в равном соотношении) красновато-бурыми и серыми косослоистыми кварцевыми и полимиктовыми песчаниками с пленочно-поровым гематит-лимонитгидрослюдистым цементом, красными и зеленовато-серыми аргиллитами и алевролитами с глинисто-гидрослюдистым цементом. Венчают разрез темносерые мелкозернистые доломиты. Мощность свиты в Таловском грабене составляет 210-270 м. На породах лопатинской свиты согласно залегают породы карьерной свиты.

*Карьерная свита (RF<sub>3kr</sub>)*. Отложения свиты протягивается узкой полосой в северо-западной части площади Перевальнинского РУ по левобережью р. Дыдан. В низах разреза выделяется горизонт (25 м) полимиктовых гравийных песчаников серых, желтоватых, белых плохо сортированных. Цемент глинистый и глинисто-карбонатный поровый и кварцевый регенерационный; обломочный материал представлен кварцем, полевыми шпатами, кварцево-слюдистыми сланцами, метаалевролитами. Они сменяются пачкой серых мелкозернистых песчаников, переслаивающихся (0,3-2,0 см) с алевролитами и аргиллитами серыми и зеленовато-серыми. Мощность свиты составляет 250-260 м.

*Четвертичные образования* различной мощности практически полностью перекрывают поверхность территории. Выделены аллювиальные

отложения поймы, первой, второй и шестой надпойменных террас, современные техногенные и нерасчлененные элювиальные, биогенные и склоновые отложения.

Аллювиальные отложения представлены галечниками с примесью песчано-глинистого материала, глинами, песками. Мощность их достигает 10,0-20,0 м. С аллювиальными отложениями связаны все россыпные месторождения района. Элювиально-делювиальные отложения представлены серовато-бурыми суглинками с обломками подстилающих пород. Мощность их обычно составляет 0,5-3,5 м.

### **3.2 Магматизм**

Магматические образования пользуются ограниченным распространением и объединены в три интрузивных и субвулканических комплекса гранитоидный татарско-аяхтинский, метабазитовый индыглинский и орловский риолит-базальтовый субвулканический комплекс.

*Индыглинский метагаббродолеритовый комплекс ( $\nu\text{-}\beta\text{RF}_{2in}$ ).* К нему отнесены немногочисленные крутопадающие субсогласные тела ортоамфиболитов мощностью до 10-50 м и протяженностью 100-200 м, залегающие среди отложений рязановской свиты.

*Орловский комплекс* риолит-лейкобазальтовый ( $\beta\text{RF}_{3o}$ ). К нему отнесены немногочисленные маломощные дайки метабазитов и метадиабазовых порфиритов прорывающие отложения сухопитской серии на водоразделе рек Каломи и Бугорихты. Радиологический возраст комплекса составляет 781 Ма.

*Татарско-аяхтинский* гранитовый комплекс ( $\gamma\text{-}\gamma\delta_1\text{RF}_{3ta}$ ,  $\gamma_2\text{RF}_{3ta}$ ). К нему отнесены Каломинский и Гурахтинский массивы и ряд мелких тел на левобережье реки Каломи, представляющих собой выходы единого батолита, площадью около 1500 кв. км, залегающего на глубине 0,2-2 км и прорывающего отложения карелия и сухопитской серии рифея. Мощность плутона, по геофизическим данным, в среднем составляет 4 км и изменяется

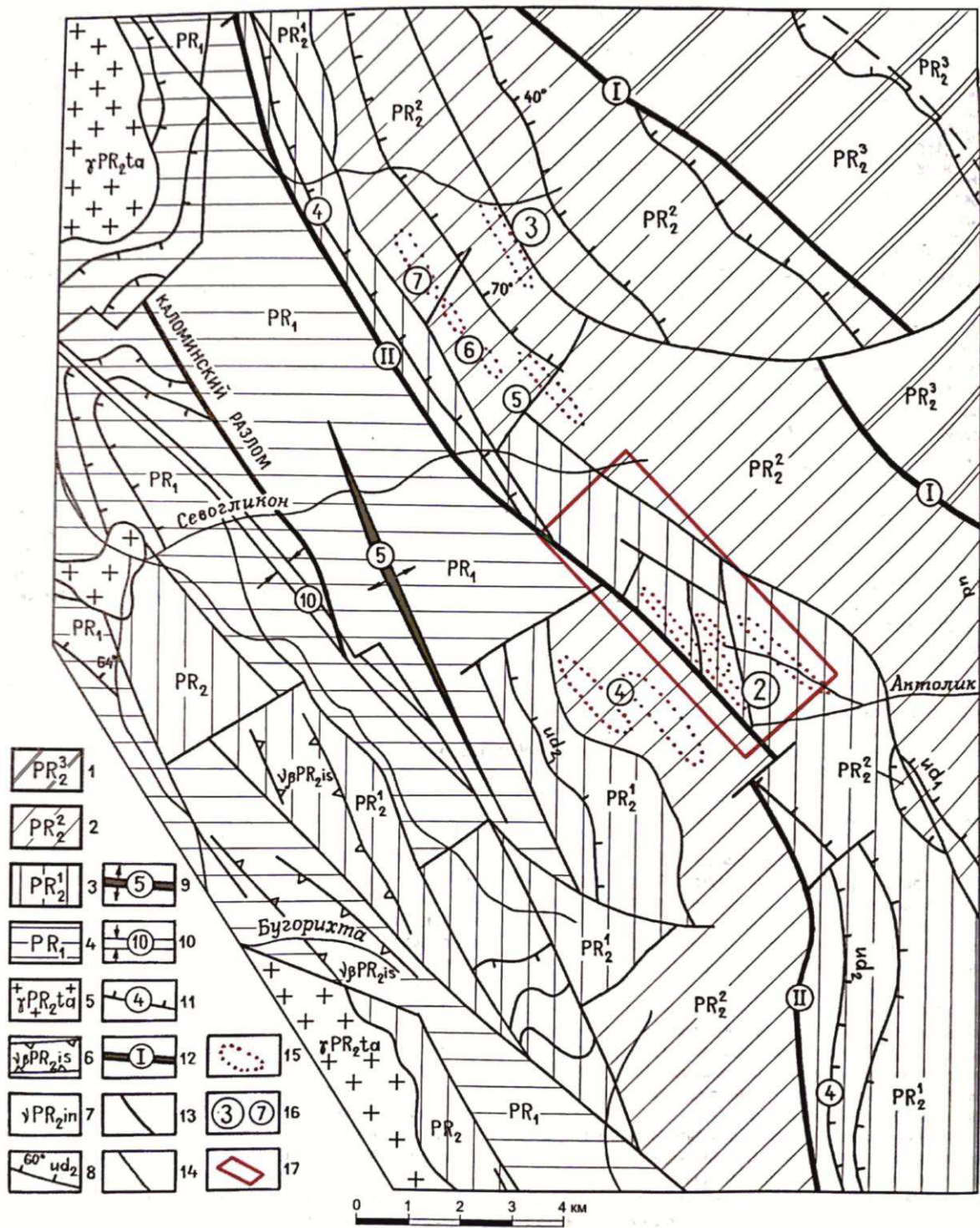
от 0,4 км до 8 км. Комплекс двухфазный. В первую произошло внедрение средне-крупнозернистых, часто порфировидных амфибол-биотитовых, биотитовых гранитов и гранодиоритов, во вторую мелко-среднезернистых гранитов и лейкогранитов. Жильная серия представлена дайками аплитов и пегматитов. Интрузии формируют тыловодужный магматический пояс. Изотопный возраст гранитоидов татарско-аяхтинского комплекса составляет 920-962 Ма.

### **3.3 Тектоника**

В строении района и прилегающей территории (Рисунок 5) принимают участие образования протоплатформенного, геосинклинального, орогенного и платформенного комплексов. Данные отложения представляют собой образования нескольких тектонических циклов: карельского, байкальского, каледонского, герцинского, нижнего и верхнего альпийских.

Рудное поле месторождения Эльдorado расположено в пределах первого структурного этажа геосинклинального комплекса.





Структурные этапы раннего комплекса геосинклинальной стадии: 1 - третий (погорюйская свита и верхнеудерейская подсвита); 2 - второй (средне- и нижнеудерейская подсвиты); 3 - первый (горбилоская и кординская свиты); 4 - структурный комплекс фундамента геосинклинали в зоне Центрального поднятия; интрузивные формации: 5 - гранитных батолитов позднегеосинклинальной стадии; 6 - метабазальтовая раннегеосинклинального комплекса (ряд даек исаковского комплекса); 7 - габбро-амфиболитовая в структурном комплексе фундамента (индыглинский комплекс); 8 - структурные линии, возраст, направление и угол падения крыльев; складчатые структуры: 9 - оси антиклиналей (Севозликонская-5), 10 - оси синклиналей (Коломинская-10); 11 - моноклиналильные крылья антиклиналей (Усленско-Ольгинская-4) и синклиналей; разрывные нарушения: 12 - региональные (I - Восточно-Ишимбинский, II - Западно-Ишимбинский); 13 - межблоковые, локальные и оперяющие разломы, 14 - границы тектонических подразделений; 15 - кварцевожильные золотоносные зоны; 16 - месторождения и рудопроявления золота (3 - Пролетарка, 4 - Ольгинское, 5 - Первенец, 6 - Ударное, 7 - Вершинка); 17 - площадь месторождения Эльдорадо

Рисунок 5 —Тектоническая схема Перевальнинского рудного узла (по материалам

Гонтаря В. С. и др., 1983 г.)

Перевальнинский рудный узел расположен в пределах зоны Ишимбинского глубинного разлома ширина, которой составляет 6-14 км, а границами являются Восточная и Западная ветви Ишимбинского разлома. Оба разлома имеют характер пологих сбросов. В бассейне р. Вангаш по Восточной ветви Ишимбинского разлома амплитуду смещения составляет около 700 м, опущенным является блок Восточной синклинойной зоны. По Западной ветви Ишимбинского разлома северо-восточный блок опущен почти на 2 км. В тектоническом блоке, ограниченном Западной и Восточной ветвями Ишимбинского разлома, отложения сухопитской серии смяты в линейные складки, опрокинутые на юго-запад. Северо-восточные крылья складок обычно пологие (40-60°), юго-западные – крутые, почти вертикальные.

Отложения сухопитской серии в пределах зоны Ишимбинского разлома претерпели интенсивные динамометаморфические преобразования, в ходе которых сформировались крупнолистоватые, плейчатые мусковиткварцевые кристаллические сланцы с многочисленными (до 10%) порфиробластами биотита и граната с характерной структурой «снежного кома». Характерно неравномерное распределение продуктов повторного метаморфизма, незакономерно чередующихся с породами, слабо затронутыми этим процессом. Переходы к динамосланцам постепенные, через зоны рассланцевания и разлинзования. Термодинамические условия формирования динамосланцев оцениваются  $T=480-520^{\circ}\text{C}$ .

Наиболее крупной пликативной структурой района является Успенско-Ольгинская антиклиналь, на северо-восточном крыле которой расположены все месторождения и рудопроявления золота рудного узла. Складка протягивается через всю площадь от устья р. Огне до р. Бол. Гурахты, на всем протяжении примыкая к Западной ветви Ишимбинского разлома, срезающего ее юго-западное крыло. В ядре антиклинали обнажаются породы

кординской свиты, крыло сложены отложениями горбилокской и нижней части удерейской свит.

В пределах Ишимбинского глубинного разлома, трассирующегося зонами повышенного приразломного метаморфизма, локализуются все известные в районе проявления золото-кварцевой формации. Оруденение контролируется Западной ветвью Ишимбинского разлома и параллельных ему тектонических нарушений северо-западного простирания. Месторождения и рудопроявления приурочены к участкам изгибов пликативных структур, образовавшихся в результате их деформации. В результате продольного сжатия в этих наиболее напряженных участках образовались кулисно-расположенные зоны открытых трещин, явившихся проводниками гидротермальных растворов. Поперечное сжатие привело к интенсивному смятию и рассланцеванию пород, что способствовало образованию линейных кварцево-жильных зон. Чередование насыщенных жилами рудных участков с промежутками безжильных пород обусловлено, видимо, различной степенью рассланцевания и трещиноватости, которые наиболее интенсивно проявились в пределах по-ложительных структур.

Восточная синклиновая зона расположена в северо-восточной части рассматриваемой площади. В пределах последней выделяется Дулиджинская синклиналь, в ядре которой залегают отложения погорюйской свиты. На крыльях залегают отложения верхнеудерейской подсвиты.

Последовательность формирования стратифицированных, магматических и метаморфических образований, наличие перерывов, этапов складкообразования и метаморфизма позволяют выделить в пределах площади три структурных этажа, отвечающие крупным тектономагматическим циклам раннепротерозойский (карельский), позднепротерозойский (байкальский) и кайнозойский (альпийский).

Карельский структурный этаж представлен формациями высокоглиноземистых сланцев (свита хребта Карпинского), сланцево-амфиболит-мраморной (рязановская свита) и метагаббродолеритовой

(индыглинский комплекс). Породы этажа залегают с несогласием на позднеархейских образованиях (за пределами площади), представляют собой чехол протоплатформы с высоkozрелыми терригенными осадками в основании, проторифтовыми вулканитами и карбонатами в верхах и образуют сложные структурные ассоциации. Они слагают фрагменты Каломинской синклинали и ядерную часть Севогликанской антиклинали, стоит отметить, что эти структуры наиболее крупные в районе. Простираение пород здесь субмеридиональное и северо-западное, падение на восток, северо-восток и опрокинутое на запад под углами 40-70° при наличии осложняющих мелких складок. Породы этажа перекрыты породами байкальского этажа.

Породы позднепротерозойского (байкальского) структурного этажа образуют два тектонических яруса – сухопитский и чингасанский.

Сухопитский ярус сложен породами метаморфизованной аспидной надформации (сухопитская серия). Породы аспидной надформации залегают с угловым несогласием на образованиях карельского этажа, представляют собой типичный шельфовый комплекс и дислоцированы с разной степенью сложности. В восточном блоке они слагают простые линейные с элементами брахиформности симметричные складки с углами падения крыльев от 40 до 60°, главной из которых является Дулиджинская синклираль.

В тектоническом блоке ограниченном ветвями Ишимбинского разлома породы яруса на фоне общего погружения на восток смяты в узкие линейные асимметричные, часто запрокинутые на восток и на запад, складки, крылья которых осложнены пloyчатой изоклиальной складчатостью. Углы падения меняются от 20 до 85° (преобладающие 45-70°). Наиболее крупной является Успенско-Ольгинская антиклиналь.

В западном блоке отложения сухопитской серии формируют простые линейные складки и слагают ядро Каломинской синклинали и крылья Севогликанской антиклинали.

Чингасанский тектонический ярус байкальского структурного этажа сложен неметаморфизованными породами позднего рифея. Он представлен молассовой формацией (лопатинская и карьерная свиты).

Породы молассовой формации залегают с угловым несогласием на разновозрастных метаморфических породах. Они развиты в пределах Таловского и Дюбкошского грабенов (на площади наблюдаются только их фрагменты), в которых образуют синклинали с углами падения от 15 до 45-60°. Крутые углы характерны для приразломных бортовых участков, где развиты тектонические брекчии. Мощность отложений в пределах грабена, судя по гравиметрическим данным, не превышает 500-600 м. Породы альпийского этажа представлены четвертичными образованиями. Четвертичные отложения в виде чехла повсеместно развиты на изученной площади и включают континентальные образования элювиального, гравитационного и водного ряда, а также техногенные образования. Отложения формируются как результат неоген-четвертичного горообразования, продолжающегося в настоящее время.

### **3.4 Полезные ископаемые**

Полезные ископаемые района представлены проявлениями и месторождениями рудного и россыпного золота.

В районе известны золоторудные проявления Ольгинское, Первенец, Ударное, Вершинка и месторождения Эльдorado и Пролетарское. Все они относятся к кварц-малосульфидному типу, по своему пространственному положению и характеру геолого-структурного контроля образуют единый Перевальнинский узел.

*Месторождение Эльдorado* будет описано в разделе 4.

*Рудопроявление Ольгинское* расположено в 1,5 км юго-западнее месторождения Эльдorado. Локализуется оно в породах горбилокской свиты, представленных слюдяно-хлорит-гранатовыми сланцами, включающими

серию кварцевых жил, группирующихся в две жильные зоны, протяженностью до 1 км каждая. Протяженность жил 50-70 м, мощность – от нескольких сантиметров до метра. Интенсивность рудной минерализации невысокая, наиболее характерны такие минералы как арсенопирит, пирит, галенит, золото.

*Рудопроявление Первенец* находится на северо-западном продолжении месторождения Эльдorado в 3 км от последнего. Рудопроявление представлено четырьмя кварцево-жильными зонами, локализованными в крупных зонах смятия и дробления метаморфизованных сланцев горбилокской свиты. Основным жильным минералом является кварц. В подчиненном количестве распространены полевые шпаты, актинолит, гранат, биотит, хлорит, цоизит, турмалин. Основными рудными минералами являются арсенопирит, пирит, пирротин, золото. Максимальное содержание золота не превышает 3-3,5 г/т.

*Рудопроявление Ударное* расположено в 1 км к северо-западу от рудопроявления «Первенец» и аналогично ему по геологическому строению. Представлено двумя кварцево-жильными зонами, из которых практическое значение имеет I жильная зона. Протяженность зоны 700 м, на глубину прослежена на 150 м, содержание золота колеблется от следов до 132 г/т, имеются предпосылки расширения перспектив развития золотого оруденения на флангах и глубину.

*Рудопроявление Вершинка* находится в 1,5 км к северо-западу от рудопроявления Ударного и является близким его аналогом. Выделяются две кварцево-жильные зоны. Практическое значение имеет I-я жильная зона, протяженность которой составляет 1000 м, на глубину прослежена до 150 м, содержание золота в среднем составляет: по кварцу – 5,8 г/т, по сланцам – 0,9 г/т. Рудопроявление относится к разряду перспективных.

*Месторождение Пролетарка* находится в 2 км к северо-востоку от рудопроявления Вершинки. Представлено двумя жильными зонами, каждая из которых состоит из двух основных кварцевых жил и серии мелких

прожилков. Зоны залегают в толще биотитовых филлитах на контакте горбилокской и удерейской свит.

Промышленные россыпи отработаны по рр. Енашимо, Каломи, Дыдан, Вангаш и их притокам. Источниками формирования россыпей служили описанные проявления и месторождения золота.

В районе широко развиты аллювиальные россыпи, которые по морфологическим признакам подразделяются на долинные, террасовые, погребенных врезанных меандр, остатков перераспределенной гидросети и карстовые. Долинные россыпи мелкозалегающие, мощность аллювия 3-6 м. Террасовые россыпи известны на высоте коренного ложа над руслом рек от 30-40 до 120-140 м. Россыпи погребенных врезанных меандр представляют собой отрезки отшнурованных меандр, перекрытых мощным чехлом делювиальных отложений. Россыпи остатков перераспределенной гидросети в районе известны на водораздельных седловинах рек Енашимо Дюбкош. Карстовые россыпи локализованы в пределах Дюбкошского грабена. К ним относятся россыпные месторождения ручьев Пьяный, Огневка, Николаевский, Успенский и др. Кроме того, известны аллювиально-делювиальные ложковые и террасо-увальные россыпи.

По степени насыщенности речной сети россыпным золотом район Перевальнинского рудного узла является одним из богатейших в Енисейском кряже. Промышленные россыпи известны по рр. Енашимо, Каломи, Дыдан, Вангаш, Севагликон и их притокам. Источниками формирования россыпей служили охарактеризованные месторождения и рудопроявления золота. Особым богатством отличались россыпи притоков р. Каломи – руч. Севогликан, Вангаш, а так же Даниловский, где линейные запасы достигали 4500-5000 кг/км. Линейные запасы р. Каломи составляли 250-3000 кг/км. Всего из Каломинской группы россыпей добыто около 100 т золота. Россыпи р. Дыдан и его притоков значительно беднее. Их линейные запасы составляли 150-250 кг/км. Всего из россыпи р. Дыдан и его притоков добыто 7 т золота. Золото россыпей мелкое, крупные золотины и самородки

встречались редко. Пробность золота по руч. Севогликан и руч. Даниловский 884-890, рр. Каломи и Дыдан – 923-929.

Из нерудных полезных ископаемых известны материалы: суглинки, песчано-гравийные смеси, бутовый камень. В строительных целях в качестве заполнителей бетона и для отсыпки дорог могут быть использованы песчано-гравийные смеси и галечники из дражных отвалов, граниты Каламинского массива – в качестве щебня и строительного камня; известняки и доломиты пенченгинской свиты – для производства воздушной извести и как флюсовые добавки в технологическом процессе обогатительной фабрики.

### **3.5 История геологического развития**

По данным отчёта "ГДП - 200 в пределах Нойбинской площади Енисейского кряжа" (Стороженко А.А. 2008г).

В геологической истории района выделяется пять крупных эпох преобразования земной коры: раннекарельская, позднекарельская, байкальская (рифейская), каледонская и альпийская.

В раннепротерозойской эволюции земной коры складчатого пояса юго-западного обрамления Сибирского кратона выделяется два крупных периода - раннекарельский (2,3-1,9 Ма) и позднекарельский (1,9-1,65 Ма). В начальный период раннекарельской эпохи происходило формирование пород немтихинского метакомплекса, которые, вероятно, образовались как результат плавления и метасоматического преобразования пород среднего состава зрелой коры континентального типа. В заключительный этап сформировались вулканогенно-осадочные породы Малогаревского метакомплекса, которые можно отнести к образованиям гранит - зеленокаменных поясов энсиалического типа. Заложение подобных поясов происходило в пределах континентальной плиты, а коматиит - базальтовые породы шумихинского комплекса, вместе с карбонатно - терригенно-вулканогенными породами Малогаревского метакомплекса трассируют палеозоны рифтогенеза в мелководном эпиконтинентальном бассейне. На



рубеже 2200-2300 Ма раннекарельские породы были метаморфизованы в амфиболитовой (с элементами гранулитовой) фации и при общем подъеме территории образовались плагиогранитогнейсы ерудинского комплекса (2270 Ма; 2120-2243 Ма), фиксирующие стадию зарождения гранитогнейсовых куполов. В течение позднекарельского этапа происходило химическое выветривание, продукты которого переносились в эпиконтинентальные межкупольные мелководные бассейны с формированием глинистых отложений свиты хр. Карпинского (1660-1920 Ма). Позже заложилась проторифтовые депрессии, в которых накапливались карбонатно-терригенные осадки рязановской свиты. На рубеже 1920-1760 Ма режим рифтогенеза сменился сжатием, дислокациями и метаморфизмом. Породы тейской серии были метаморфизованы в амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фациях. Проявления ультраметаморфизма и гранитизации выразились в формировании Массивов гаревского гранитогнейсового комплекса (1760 Ма) с преобразованием гранитогнейсовых куполов. Процессы ультраметаморфизма привели к диафторическим изменениям раннекарельских пород.

В начале байкальской эпохи произошел раскол протоконтинента (в современном тектоническом плане – по западной окраине Енисейского кряжа) и началось раскрытие океана с формированием офиолитовой ассоциации пород и образований ранней островной дуги. Островодужные породы на площади представлены образованиями торжихинской толщи. На ранне - среднерифейском этапе на территории Енисейского кряжа (и, в частности, на изученной площади) существовал режим пассивной континентальной окраины, на шельфе которой накапливались толщи терригенных пород аспидной формации сухопитской серии.

На рубеже среднего и позднего рифея субдукционно - коллизионные процессы обусловили трансформацию пассивной окраины Сибирского континента в активную - андийского типа. Начало этого этапа (1025-1100 Ма) выразилось внедрением субдукционных гранитоидов

среднетырадинского комплекса, которые сформировались в обстановке активной окраины континента при дифференциации базальтовой магмы.

В тунгусикскую стадию позднего рифея территория края представляла собой окраинное море, ограниченное с запада ранней островной дугой, за счет размыва которой формировались осадки тунгусикской серии. На рубеже 920-950 Ма произошло столкновение западного края континента с островной дугой, что привело к интенсивной складчатости, зеленосланцевому метаморфизму и образованию гранитных Массивов татарско-аяхтинского комплекса тыловодужного магматического пояса (наиболее крупный Массив площади – Каламинский).

В киргитейскую стадию (в интервале 820-840 Ма) в пределах вулканоплутонического пояса активной окраины континента накапливались карбонатно – глинисто - вулканогенные флишоидные породы орловской последовательно дифференцированной вулканогенно-осадочной ассоциации. Формирование их происходило в бассейне с вулканическими островами, при резком уменьшении вулканогенного Материала в направлении с запада на восток.

На рубеже 740-750 Ма на активной окраине континента заложилась цепочка континентальных рифтов (на площади они выражены Верхневороговским прогибом, Тисским грабеном, за пределами площади - Панимбинско-Рыбинским грабеном), где накапливались мощные толщи контрастной риолит - базальтовой формации. В пределах вулканоплутонического пояса сформировались коллизионные лейкограниты глушихинского комплекса (730-750 Ма). С автотасоматическими процессами в ультракислых вулканогенных породах связаны начальные этапы уранового оруденения. В интервале времени 750-720 Ма происходит столкновение континента с энсиалической островной дугой (по Л.К. Качевскому – с микроконтинентом). Развитие субдукционно - коллизионных процессов привело к обдукции пород ранней энсиматической островной дуги (торжихинской толщи) на континент. В результате этого

образовались сложные покровно-складчатые системы, заложились Татарская и Ишимбинская зоны глубинных разломов, выраженные на площади Исаковско-Тисским, Димгано-Вороговским и Димгано-Тырыдинским, Чингасанским и Чингасан-Енашиминским взбросами. Сформировались пакеты покровов, ограниченные надвигами (зона контакта обдущированных пород выражена на площади Верхнесурнихинским надвигом), на фронте которых проявились зоны вторичного рассланцевания, бластомилонитов и участки динамотермального метаморфизма. Вероятно, в это же время (720-730 Ма) вдоль экранирующих поверхностей надвигов и в субвертикальных зонах проницаемости формируются основные золоторудные объекты района, происходит перераспределение урановой минерализации.

В чингасанскую стадию (740-670 Ма) сформировался краевой бассейн, заполнявшийся молассовыми отложениями. Сохранившиеся фрагменты разреза молассовой формации свидетельствуют о широком распространении ее на площади (чингасанская серия на востоке площади и вороговская – на западе). Краевой бассейн обрамлялся цепью вулканических построек, подводющие каналы которых выражены на площади серией даек захребетнинского комплекса, а продукты вулканической деятельности с возрастом 700 Ма установлены в разрезе чивидинской свиты. Увеличение мощности земной коры в Татарской покровно-складчатой зоне до 47-54 км привело в период 690-720 Ма к образованию умеренно-щелочных гранитоидов гурахтинского комплекса (на площади Верхневороговский, Тырадинский, Хребтовый и Левойнобинский Массивы) и связанных с ними флюоритовых жил, полевошпатовых метасоматитов и торий – редкоземельно - редкометальной минерализации.

В начале чапской стадии (670-660 Ма) на палеоподнятиях, осложняющих краевой бассейн, заложился континентальный рифт, вдоль границ которого внедрились щелочные кварцевые сиениты средневороговского комплекса, а в центре – трубками взрыва, дайками чапинского комплекса, туфами и лавами щелочных пикритов суворовской

свиты (668 Ma). Рифт имел ограниченное распространение и не получил дальнейшего развития. В краевом бассейне формируются карбонатно - туфогенно-терригенные породы суворовской свиты, толща доломитов подъемской свиты и терригенные породы немчанской свиты. Они накапливались в изолированных лагунах мелководного бассейна, имеющего регрессивную направленность развития.

С поздневендского времени западная окраина Сибирского континента выступает как консолидированная платформенная область. В каледонскую эпоху в мелководных бассейнах накапливаются терригенно-доломитовые формации осадочного чехла Сибирской платформы. В эпоху тектонической активизации верхнедевонского времени (364-368 Ma) подновляются некоторые разрывные нарушения, происходит перераспределение элементов в золоторудных телах Благодатнинского месторождения и образование сульфидно-карбонатных прожилков. В отдельные циклы этого периода, во время перерывов в осадконакоплении формируются коры выветривания.

В альпийскую эпоху в юго-западной части Сибирской платформы подновляется система разрывов северо-западного простирания с образованием горстового поднятия Енисейского кряжа. Отложения чехла платформы были, в значительной степени, эродированы. На завершении этой эпохи образуются (иногда унаследовано) линейные и площадные коры выветривания. С начала неогена происходит активное поднятие региона и становление Енисейского кряжа как современной горной страны, в которой формируются континентальные галечно - песчано-глинистые осадки речных палеодолин и связанные с ними золотоносные россыпи. В четвертичное время продолжается процесс активного поднятия горного сооружения, образуются континентальные осадки, формируются основные россыпные месторождения золота. Процесс образования континентальных осадков и россыпеобразования продолжается в настоящее время.

## **4 Геологическая характеристика месторождения Эльдорадо**

### **4.1 Геолого-структурная позиция месторождения**

Эльдорадо занимает крайнюю юго-восточную часть Перевальнинского золоторудного узла. Структурная позиция месторождения определяется приуроченностью к северо-западному периклинальному замыканию Ольгинской антиклинали, осложненному продольным и диагональными разрывами. Так же как и прочие объекты Перевальнинского узла оно относится к золото-кварцевой формации, к типу жильно-прожилковых зон. Структурно-метаморфические особенности этих зон и рудных тел во многом определяются составом рудовмещающей толщи.

### **4.2 Литолого-петрографическая характеристика пород**

Рудное поле месторождения сложено кристаллическими сланцами, кварцитами и роговиками горбилокской, кординской и удерейской свит рифейского возраста (граф.прил. 2).

Рудовмещающими являются метаморфические породы горбилокской свиты, в составе которой залегают золотосодержащие жильные зоны. Зоны залегают согласно сланцеватости, имеют устойчивое северо-западное простирание по азимуту 315 – 330° с падением на северо-восток под углами 65-74°.

*Кординская свита.* Отложения свиты распространены в юго-западной части месторождения и представлены переслаиванием сильно трещиноватых, рассланцованных кварц-биотитовых, биотит-хлоритовых сланцев с кварцитами и роговиками. Все породы имеют серую или зеленовато-серую окраску. В пачках кварцитов отмечаются зоны дробления мощностью 1-7 м, с прослоями милонитов. Контакты с перекрывающими сланцами горбилокской свиты тектонические, о чем свидетельствуют милониты, развитые по Ольгинскому тектоническому нарушению. Общая мощность свиты 1200 м.

*Горбилочская свита.* Образования горбилочской свиты слагают центральную часть золоторудного поля и являются рудовмещающими и представлены кварц-биотитовыми, кварц-биотит-серицитовыми, кварц-биотит-мусковитовыми, гранатсодержащими и безгранатовыми разновидностями сланцев, роговиками в зонах гидротермально-измененных пород с включением кварцевых образований. Сланцы серого, темно-серого цвета, в зоне окисления приобретают зеленовато-серый оттенок. На контактах с нарушениями сланцы интенсивно рассланцованы, передроблены либо перемяты. В контуре жильных зон, они подвержены вторичному окварцеванию. Роговики серого, темно-серого цвета с раковистым изломом, формируют прослой мощностью 5-30 см с вкрапленностью пирита. Общая мощность отложений горбилочской свиты составляет 1050 м.

*Удере́йская свита.* Отложения удерейской свиты развиты в северо-восточной части рудного поля и согласно залегают на породах горбилочской свиты. Представлены хорошо рассланцованными серицит-биотит-хлоритовыми и биотит-мусковит-хлоритовыми сланцами нижеудерейской подсвиты, темносерого и темно-зеленовато-серого цветов.

Стоит отметить, что сланцы горбилочской свиты, по сравнению с породами кординской и удерейской свит имеют повышенные содержания свинца, меди, мышьяка, кобальта, хрома, марганца и галлия.

Кристаллические сланцы из жильных зон характеризуются значительным увеличением частот встречаемости и более высокими содержаниями золота, мышьяка, цинка, никеля, бария, стронция, циркония, германия, бора и уменьшением содержания олова по сравнению с породами этой же свиты вдали от жильных зон.

Породы кординской свиты имеют, в основном, пониженное содержание элементов-примесей и только стронций и цирконий несколько превышают содержания аналогичных элементов в других свитах.

Породы удерейской свиты имеют повышенные содержания никеля, бария, ванадия, иттрия и пониженные свинца, меди, кобальта.

### 4.3 Гидротермальные и метасоматические изменения горных пород

Все горные породы, участвующие в строении рудного поля, в той или иной степени подвергнуты процессам гидротермального и метасоматического изменения. В частности, окварцеванию, биотизации, хлоритизации; серицитизации, полевошпатизации, сульфидизации, турмалинизации и графитизации.

*Окварцевание* наиболее распространенное гидротермально-метасоматическое изменение вмещающих пород. Оно выражается в обильном развитии гранобластического кварца в сланцах, которые вследствие этого приобретают светло-серую окраску и полосчатую текстуру (послойное окварцевание). При интенсивном замещении кварцем образуются прослои роговиков. На контактах кварцевых жил, линз со сланцами в последних образуется оторочка интенсивно окварцованных сланцев. Мощность таких оторочек находится в прямой зависимости от мощности тел и колеблется в пределах 0,5-2,5 см.

*Биотитизация* наблюдается в зальбандах кварцевых жил. Мощность биотитовых оторочек также зависит от мощности кварцевых образований и обычно составляет 5-10 мм.

*Хлоритизация* вмещающих рудные тела пород привела к образованию отдельных хлоритизированных полос, ориентированных согласно сланцеватости. Часто хлорит образует прожилки, сложенные сферическим агрегатом. Совместно с хлоритом часто наблюдаются включения серицита и альбита.

*Серицитизация* околорудных пород проявлена в образовании полос в сланцах и оторочек в зальбандах жил, достигающих мощности 20-30 см. Серицитизированные сланцы содержат биотит, хлорит, реже альбит, рутил, лейкоксен.

*Полевошпатизация* устанавливается по присутствию зерен альбита и ортоклаза в кварцевых жилах и вмещающих породах.

*Сульфидизация* проявлена в виде вкрапленников, линз, прожилков арсенопирита и пирротина. Кристаллы арсенопирита вблизи кварцевых жил имеют уплощенную форму, ориентируясь длинной осью согласно сланцеватости.

*Турмалинизация* проявилась неравномерно на отдельных участках жильных зон. Редкие кристаллы длиннопризматического турмалина расположены беспорядочно в местах окварцевания сланцев.

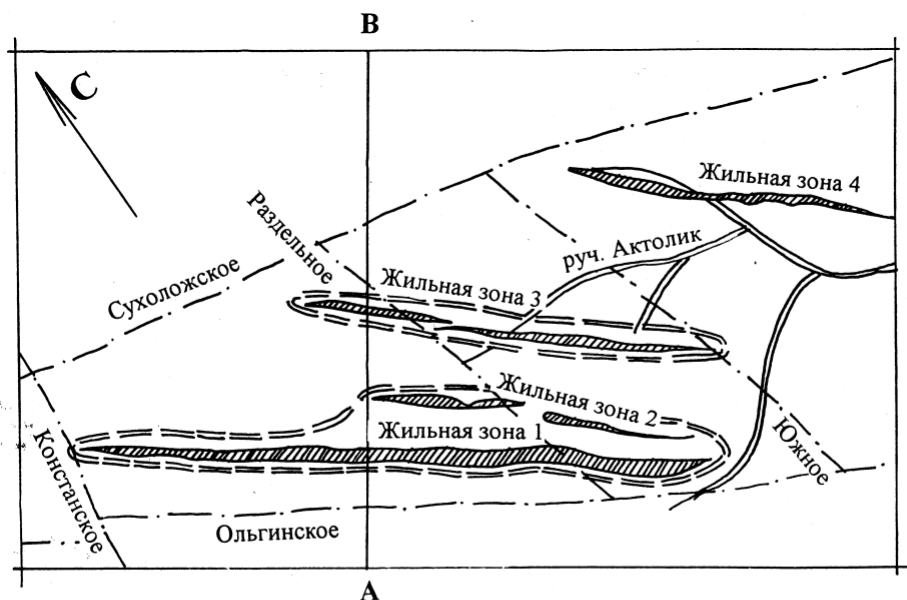
*Графитизация* связана с метаморфизмом. Участки с повышенным содержанием графита отличаются своей темно-серой и черной окраской.

#### **4.4 Структура месторождения**

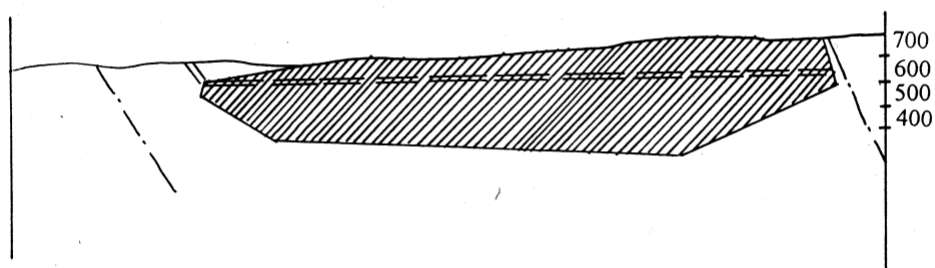
По данным Гонтаря В.С. 1983 г. месторождение располагается в геоблоке рифейского комплекса пород, в восточной части северо-восточного крыла Успенско-Ольгинской антиклинали. Рудные зоны месторождения связаны с протяженными линейно-вытянутыми зонами смятия, дробления и рассланцевания пород, и ограничены субмеридиональными зонами разрывных нарушений.

Месторождение подразделяется на Северо-Западный, Северо-Восточный, Центральный и Юго-Восточный тектонические блоки. Естественные границы блоков представлены основным Ольгинским разрывным нарушением и причлеляющимися к нему параллельными – Констанским, Раздельным, Южным, Сухоложским и Актоликским нарушениями. Схематическая тектоническая карта рудного поля по данным предшественников представлена на рисунке 6.





Продольная проекция жильной зоны 1



Геологический разрез по линии А-В



Рисунок 6 — Схематическая тектоническая схема рудного поля. Масштаб 1:25000

Подвижки тектонических блоков привели к образованию зон смятия. Наличие линейно-вытянутых зон смятия, интенсивно рассланцованных и дробленных пород и многократное проявление тектонической активности в районе создали благоприятные структурные условия для проникновения гидротермальных растворов и формирования отдельных кварцево-жильных

тел и зон. Под действием тектонических напряжений образовались многочисленные зоны тектонических нарушений, характеризующиеся разноинтенсивным расланцеванием и дроблением пород.

Предшественниками выявлены четыре субпараллельные линейные полосы интенсивной трещиноватости, где и сформировались четыре жильные зоны, различные по длине, мощности и степени насыщенности кварцевыми жилами. Первая и Вторая жильные зоны, где локализована промышленная концентрация золота, расположена в Северо-Западном и Центральном тектонических блоках.

Толща кристаллических сланцев, вмещающая жильные зоны, располагается в северо-восточном крыле Успенско-Ольгинской антиклинали, имеет моноклиальное северо-восточное падение под углами  $65-80^\circ$  и простирания  $315-325^\circ$ , согласное с общим направлением структур района.

#### *Разрывные нарушения*

По отношению к основному структурному элементу месторождения (кристаллизационной сланцеватости) разрывные нарушения подразделяются на согласные, поперечные и диагональные. Краткое описание нарушений приведено ниже.

*Ольгинское*, наиболее крупное согласное тектоническое нарушение, прослеживается на границе кординской и горбилкокской свит. Нарушение было вскрыто магистральными канавами по РЛ 15 ,30 ,52 и др. и четко отбивается низкоомными зонами дипольного профилирования. Мощность нарушения достигает 100-120 м. Внутреннее строение сложное. Наблюдается чередование зон дробления кварцитов (мощность до 5-7 м) с прослоями милонитов и кварц-биотитовых хлоритизированных сланцев. Часто отмечается глинка трения. Простирание плоскостей сместителя северо-западное по азимуту  $310-315^\circ$ , углы падения на северо-восток  $65-75^\circ$ . В региональной структуре Енисейского кряжа Ольгинское нарушение является частью Западно-Ишимбинского нарушения, ограничивающего с запада Ишимбинский разлом.

*Констанское* субмеридиональное нарушение прослежено в северо-западной части площади месторождения, приурочено к долине одноименного ручья. Ширина зоны нарушения достигает 35-40 м. Представлена дробленными и перемятыми кварц-биотит-серицитовыми сланцами. По многочисленным трещинам отмечается кальцит-флюоритовая и пиритовая минерализация (основных составляющих последней стадии формирования месторождения). Простирается зона запад-северо-западное по азимуту  $235^{\circ}$ , падение под углом  $70-80^{\circ}$  на северо-запад.

*Раздельное* субмеридианальное нарушение изучено поверхностными и подземными горными выработками на горизонтах 680 и 620 м. Состоит из двух параллельных сместителей, ограничивающих зоны дробления, перемятия и брекчирования кварц-биотит-серицитовых сланцев и гидротермально-измененных пород. Мощность зоны составляет 50-100 м. Наблюдается отчетливое выклинивание жильных образований вблизи сместителей, т.е. нарушение является рудоконтролирующим. Азимут простирается сместителей  $350^{\circ}$ , падение на юго-запад под углом  $70^{\circ}$ .

*Южное* субмеридиональное тектоническое нарушение откартировано магистральными канавами по РЛ 30, 52, 56 и по низкоомным зонам дипольного профилирования. Одиночными скважинами отмечено на глубине. Внутреннее строение зоны нарушения характеризуется переслаиванием зон дробления кристаллических сланцев мощностью до 1-2,5 м с кварц-биотит-серицитовыми, гранатсодержащими сланцами. Присутствуют прослои гидротермально-измененных сланцев мощностью 0,8-1,2 м. Мощность зоны нарушения 120 м. Простирается северо-северо-западное по азимуту  $350-360^{\circ}$ , падение на запад-юго-запад под углом  $70-75^{\circ}$ . Нарушение служит юго-восточной границей Первой жильной зоны. Его рудоконтролирующая роль выражена в затухании кварцевых образований зоны, их постепенном выклинивании и появлении интенсивного окварцевания вмещающих пород.

*Сухоложское* субширотное нарушение прослеживается от устья руч. Констанского вверх по руч. Сухой Лож и далее на 1500 м до нарушения Южного, где и срезается. Является восточной границей Северо-Восточного тектонического блока. Прослежено сетью картировочных канав, подтверждается наличием низкоомных зон дипольного профилирования. Характеризуется зонами дробления мощностью 1,5-6,5 м, перемежающихся с перемьятыми сланцами кварц-биотит-серицитового состава. В зонах отмечаются обломки кварца, кварц-амфибол-гранатовых пород, прослоев глинок трения. Максимальная мощность зоны нарушения составляет 100 м. Простираие сместителей северо-западное по азимуту 295°, падение на северо-восток под углом 75-80°.

*Актоликское* субширотное нарушение откартировано южнее Сухоложского нарушения. Является границей Северо-Восточного и Центрального тектонических блоков. На западе срезается Раздельным, а на востоке Южным нарушениями. Прослежено картировочными канавами и на глубину одиночными скважинами. Зона дробления кварц-биотит-серицитовых сланцев с обломками кварца и прослоями глинки трения составляет около 50 м. Простираие сместителей северо-западное по азимуту 230°, падение на северо-восток под углом 75-80°.

#### *Внутриблоковая разрывная тектоника*

Внутриблоковая разрывная тектоника характеризуется наличием мелких нарушений а также многочисленных тектонических трещин скалывания и отрыва. Нарушения имеют субмеридианальное направление, крутые углы падения сместителей (70-80°), характеризуются незначительным смещением пород и жильных образований в пределах первых метров. Прослежены канавами и подземными горными выработками, выделяются по маломощным зонам дробления и смятия пород (первые сантиметры) с обязательным присутствием глинки трения.

Трещины скалывания и отрыва широко развиты в рудном поле месторождения. Преобладают трещины скалывания, которые имеют плавно-

извилистый профиль, гладкие стенки, ровные ограничения, зеркала и борозды скольжения и довольно четкое присутствие глинок трения. Трещины отрыва имеют извилистый профиль, мелко-зазубренные очертания, шероховатые стенки. Для них характерно кулисообразность в расположении и резкое выклинивание. Распределение трещин в пределах рудного поля, неравномерное, их количество заметно возрастает вблизи зон тектонических нарушений. В центральной части рудного поля плотность трещин составляет 10-12 штук на 1 кв.м.

Данные предшественников по максимумам численного выражения азимутов и углов падения трещин представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Элементы залегания трещин

Элементы залегания трещин		Количество максимумов, шт.	Элементы залегания трещин		Количество максимумов, шт.
азимут падения, град.	угол падения, град.		азимут падения, град.	угол падения, град.	
302-324	72-88	11	272-276	4-26	2
274-298	63-88	10	18	60	
123-148	64-88	9	110-112	50-52	
182-208	35-58	6	143-144	35-48	
242-269	32-51		23-24	69-70	
331-356	63-81		165	30	
189-208	16-29	5	247	28	1
272-289	32-58		218	34	
156-175	34-58	4	318	53	
64-88	63-72	3	111	80	
151-158	68-75		202	80	
218-227	64-78		241	82	

Расположение максимумов поясовое. Оно установлено как в Центральном, так и в Северо-Западном тектонических блоках и типично для рудного поля месторождения в целом.

#### *Складчатые структуры*

Рудное поле месторождения располагается на северо-восточном крыле Успенско-Ольгинской антиклинали. Ось складки ориентирована на северо-запад по азимуту 315°. В ядре антиклинали обнажаются породы кординской свиты. Крыло антиклинали сложено породами горбилокской и нижней части удерейской свит с углом падения 60-80°.

Все породы расланцованные. По результатам замеров предшественниками установлено, что в целом для месторождения азимут падения сланцеватости составляет  $47^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . На Северо-Восточном и Юго-Западном склонах в поверхностных горных выработках на глубине 1,5-2,0 м часто отмечался заворот голов пластов вниз по склонам. Опрокинутое залегание сланцеватости. постепенно сменялось на вертикальное, а затем переходило в нормальное – северо-восточное. В зонах тектонических нарушений наблюдалось локальное отклонение ориентировки плоскостей сланцеватости под углом  $10-30^\circ$  к общей сланцеватости.

#### **4.5 Морфология и строение рудных тел месторождения**

Рудные тела в пределах рудного поля имеют тесную связь с протяженными линейно-вытянутыми мощными зонами послынного смятия, дробления, расланцевания и гидротермального изменения вмещающих пород горбилкокской свиты, выделяемыми как кварцево-жильные зоны. Они залегают согласно с кристаллизационной сланцеватостью вмещающих пород и выделяются по наличию кварцевых образований в виде прожилков, линз и жил сложной морфологии. Точные границы рудных тел оконтуриваются только по результатам опробования. Границы рудных тел оконтуриваются по результатам опробования. Кварцевые образования имеют четкие контакты с вмещающими сланцами кварц-биотит-серицитового состава и по морфологии подразделяются на следующие типы:

1. Единичные крупные жилы кварца, выдержанные по простиранию и падению, протяжённостью сотни метров, мощностью 0,8 - 1,0 м.
2. Кварцевые жилы протяжённостью до 100 м, мощностью 0,2 - 0,7 м
3. Чётковидные кварцевые жилы с раздувами и пережимами. Длина раздувов 0,5 - 2,0 м, мощность в раздувах 1,5 - 2,0 м. В пережимах мощность уменьшается до миллиметров. Длинной такие жилы десятки метров, они часто ветвятся и широко распространены на месторождении.

4. Мелкие линзообразные жилы, длиной до первых метров, широко представлены рудных телах, где они сопровождают более крупные жилы.

5. Мелкие кварцевые прожилки мощностью 0,1 - 1,0 см, прямолинейной формы, параллельные сланцеватости и секущие ее.

На месторождении выделено 4 жильных зоны, две из которых, первая и вторая, вмещают все промышленное оруденение. Всего на месторождении выделено 22 рудных тела, насыщенность кварцево-жильных зон рудными телами различная. В первой и второй жильных зонах выделяются 17 рудных тел.

Первая жильная зона - вмещает 97.6 % разведанных запасов золота. Мощность зоны от 10 до 150 м, протяженность на дневной поверхности - 2650 м, на горизонтах 680 м - 660 м - 2530 м, на горизонте 620 м - 2620 м. Разведана буровыми скважинами ниже горизонта подземных горных работ до глубины 350 м (горизонт 380 м). Зона выклинивается на северо-западном фланге за нарушением Констанским и на юго-восточном фланге перед нарушением Южным, трассируясь единичными короткими маломощными и безрудными жилами.

В Первой жильной зоне выделяются 13 рудных тел, в том числе 3 ведущих (1, 2, 3), вмещающих 81% разведанных запасов месторождения. Рудные тела 1 и 2 располагаются в Северо-Западном блоке и протягиваются субпараллельно в северо-западной и центральной частях зоны, ограничиваясь по простиранию Раздельным и Констанским нарушениями. В лежащих и висячих боках рудных тел выделяются тела спутники (4, 7, 11, 14, 15, 16) незначительной протяженности по простиранию и падению. Рудное тело 3 расположено в Центральном тектоническом блоке и слагает юго-восточную часть зоны, протягиваясь от нарушения Раздельного до нарушения Южного, вблизи которого золотоносность зоны падает, она распадается на несколько рудных тел-спутников (19, 20) и постепенно выклинивается.

Вторая жильная зона - располагается в 210 м к северо-востоку от Первой, протягиваясь на 1500 м по поверхности. Мощность зоны от 10 до 60 м.

Зона сложена короткими (до 10 м) кварцевыми жилами линзовидной сложно-ветвящейся морфологии с раздувами до 2,5 м, линзами различных мощностей, линейными и птигматитовыми прожилками. Кварцевые образования по простиранию и падению быстро выклиниваются. Насыщенность кварцем неравномерная: прожилки или сильно рассредоточены, или концентрируются на небольших интервалах. Промышленное оруденение локализуется в юго-восточной части зоны, где по результатам опробования выделено 4 рудных тела (5, 12, 21 и 22).

Для всех рудных тел месторождения характерны:

- согласное залегание с вмещающими породами;
- линейно вытянутая форма в плане;
- сложность внутреннего строения, обусловленная сочетанием различных форм кварцевых образований;
- неравномерность распределения золота и сульфидной минерализации;
- невыдержанность мощностей по простиранию и падению, наличие раздувов и пережимов, прослоев пустых пород, однородный состав руд.

#### **4.6 Гидрогеологическая характеристика месторождения**

На всей площади месторождения подземные воды имеют свободную поверхность, расположенную выше местного базиса эрозии, глубина залегания которой зависит от геоморфологического положения того или иного участка, времени года и удаленности от горных выработок.

Таблица 2 — Положение экстремальных уровней воды по данным предшественников (Гонтарь, 1983г)

Геоморфологическое положение участка	Глубина уровней воды от дневной поверхности, м	
	весенний минимум	весенне-летний максимум
Водоразделы, склоны	16,3-83,4 (скв. 23, 118)	0,0-54,4 (скв. 23, 117)
Тальвеги долин ручьев	24,6-45,1 (скв. 245, 219)	0,0-24,6 (скв. 245, 219)

Область питания водоносной зоны совпадает с площадью ее распространения, а источником его является инфильтрация талых, дождевых и поверхностных вод (последних – в период осеннего и весеннего паводков). Отсутствие водоупорных пород с поверхности и в зоне аэрации, лесной



покров благоприятствует питанию подземных вод. Движение подземных вод направлено к понижению в рельефе, где они частично, дренируясь, образуют ручьи и родники.

Режим подземных вод площади месторождения относится к типу сезонного, преимущественно осеннего и весеннего питания, к подтипу обильного питания и классу сильно дренированных областей, что предопределяет его закономерности. Наступление весеннего минимума в уровнях и расходах приурочено к марту-маю, а весеннего максимума – маю-июню. Повышение уровней и расходов связано с началом снеготаяния.

Минерализация поверхностных и подземных вод не превышает 0,1 г/л, различают два типа вод: гидрокарбонатно-кальциево-натриевые и гидрокарбонатные-натриево-кальциевые. Реакция поверхностных вод нейтральная, подземных вод – слабокислая. Температура подземных вод колеблется от 1,5 до 4,5, а поверхностных от 0,1-0,5 до 7-10°C. Низкие ее значения характерны для зимне-весеннего периода, высокие – для лета и осени.

По классификации О.А. Алекина (1953 г.), поверхностные и подземные воды площади месторождения по величине общей жесткости относятся к очень мягким. Содержание микрокомпонентов, по данным химанализов, незначительное (табл. 3).

Поверхностные воды по степени агрессивного воздействия на различные материалы аналогичны подземным, но не агрессивны к бетону по водородному показателю; по содержанию агрессивной углекислоты агрессивны к карбонатам кальция. Длительная эксплуатация рельсовых путей в штольнях подтверждает то, что подземные воды практически не оказывают корродирующего воздействия на железо.

Таблица 3 — Микрокомпонентный состав подземных и поверхностных вод по данным предшественников (Гонтарь, 1983г)

Микрокомпонент	Содержание, мг/л	
	подземные воды	поверхностные воды
Свинец	0,0075	0,0075
Фтор	0,273	0,655
Молибден	0,005	0,0025
Уран	0,0016	0,016
Медь	0,0075	0,003
Цинк	0,36	0,15
Бериллий	не. обн.	не. обн.
Мышьяк	не. обн.	не. обн.
Марганец	не. обн.	не. обн.
Стронций	менее 0,5	0,7

Месторождение Эльдорадо имеет хорошие естественные условия дренированности за счет сильно расчлененного рельефа. Слагающие его породы и рудные тела имеют слабую обводненность. Транзитные поверхностные водотоки на площади месторождения и вблизи него отсутствуют.

Согласно геолого-промышленной группировке месторождений твердых полезных ископаемых, разработанной ВСЕГИНГЕО, месторождение Эльдорадо относится к 1-ой группе, т.е. к месторождениям с простыми гидрогеологическими условиями, не требующим применения специальных инженерных мероприятий по борьбе с водотоками.

## **5 Изучение вещественного состава руд месторождения Эльдорадо (специальная часть)**

По данным Гонтаря В.С. 1983 г. рудой на месторождении Эльдорадо является материал, состоящий из малосульфидных кварцево-жильных образований (в количестве до 16%) и вмещающих их гидротермально-измененных сланцев с золотым оруденением, отвечающим промышленным требованиям (в количестве до 84%). В целом руды на месторождении однотипны по вещественному составу и характеру распределения золота.

Вмещающие породы представляют собой слюдистые и кварцево-слюдистые сланцы, состоящие из хлорита и серицита с переменным количеством кварца и биотита. В заметных количествах до 3% - присутствуют карбонаты, полевые шпаты и графит, встречаются апатит, мусковит, гранат. Жильный кварц массивного сложения представлен плотными крупнозернистыми агрегатами, содержит ксенолиты вмещающих пород.

Сульфиды, как в кварце, так и в сланцах образуют прожилково-вкрапленные включения, вкрапленность отдельных кристаллов. Размер выделений от 0,8-0,3 мм до 3-5 мм. Густота вкрапленности увеличиваются на контактах сланцев и кварцевых образований, где сульфиды развиваются в виде тонко-мелкопрожилковых и гнездовых скоплений. Чаще всего в виде вкрапленности наблюдается арсенопирит, пирит с марказитом, редко пирротин, который часто сростается с халькопиритом.

Золото выделяется в самородном виде и чаще всего связано с кварцем, который является основной средой отложения сульфидов и золота, заполняющих трещины и полости. Содержания золота варьируются от следов до 200 г/т, величина зёрен от 0,02 мм до 2 мм.

Часть золота (2-5%) связана сульфидами, в основном с арсенопиритом, пиритом и пирротинном, в которых распределяется по трещинкам, внутри зерен. Величина включений от 0,008 до 0,016 мм. Свободное золото

характеризуется неправильно - крючковатой, комковатой формами (70-75%) для преимущественно крупных частиц в трех измерениях. Среди мелкого золота преобладают пластинчатые, чешуйчатые частицы из трещин, каплевидные из включений в сульфидах (10%).

Золото по своему химическому составу отличается чистотой. Основная примесь - серебро, иногда - медь. Содержание серебра в технологических пробах не превышает 2,2 г/т. Пробность золота колеблется в пределах 790 - 900, средняя - 875.

Зона окисления на месторождении развита слабо. Отмечается лишь наличие гидроокислов железа (до 0,1%), ковеллина и скородита (сотые и тысячные доли процента) в технологических пробах, отобранных с поверхности. На глубине 15-20 м зафиксированы лишь «тонкопленочные» налеты гидроокислов железа и, исключительно редко, окислов других элементов (мышьяка, меди) по плоскостям трещин.

### **5.1 Описание минерального состава руд**

Минералогический состав руды:

1) сланцы рассланцованные гидротермально-измененные - кварц 45-55%, биотит 25-30%, серицит (мусковит) до 20%, гранат до 5-7%, рудные и акцессорные минералы до 1%;

2) кварц жильный - кварц 90-95%; биотит, мусковит, альбит, хлорит, анкерит в небольших количествах.

Рудные минералы представлены арсенопиритом, золотом, пиритом, пирротинном, сфалеритом, галенитом.

Наиболее распространенным, слагающим от 50 до 90% объема жильной массы, является серый крупнозернистый кварц. Оличается сильным стекляннным блеском, несёт в себе следы деформаций, проявленных в виде мелкой трещиноватости. В таком кварце фиксируется повышение содержаний золота.

Менее распространенным, но встречающимся довольно часто в небольших количествах, является сахаровидный мелкозернистый кварц. Он локализуется в местах пережима и выклинивания жил, часто выполняет трещины в пирите и арсенопирите.

Биотит во вмещающих породах имеет широкое и повсеместное распространение, так же концентрируется в виде полос на контактах жил с вмещающими породами

Хлорит и серицит являются одними из основных минералов во вмещающих породах, а также повсеместно встречаются в кварцевых жилах и прожилках, но количество их невелико. Эти минералы встречаются вдоль контактов рудных жил с вмещающими породами в виде полос. По трещинам часто отмечаются плёнки и чешуйки мусковита.

Карбонаты являются следующими по распространению среди нерудных минералов жильных тел. Их общее количество обычно составляет десятые доли процента, редко до 5 %. Чаще всего выделяются в виде тонких прожилков. Карбонаты в основном представлены анкеритом.

В приконтактных частях жильных тел отмечаются отдельные зерна и агрегаты альбита.

Основными рудными минералами являются сульфиды. Количество сульфидов достигает 2%. Представлены они преимущественно арсенопиритом (80% от общего количества сульфидов). Встречается в виде гнезд, прожилков и рассеянной неравномерной вкрапленности.

К второстепенным сульфидным минералам относятся пирротин и сфалерит. По количеству рудных минералов руды месторождения относятся к малосульфидным и убогосульфидным.

Промышленно ценным компонентом является золото. В бессульфидных и убогосульфидных рудах золото приурочено к деформированным участкам, преимущественно у границ сланцевых включений. Минеральный состав приведен в таблице 4.

Таблица 4 — Минеральный состав руд

Степень распространённости	Рудные минералы		Нерудные минералы	
	гипогенные	гипергенные	гипогенные	гипергенные
Главные	арсенопирит		кварц	
Второстепенные	пирротин		биотит мусковит	
Редко встречающиеся	халькопирит сфалерит пирит золото рутил марказит анатаз		гранат анкерит хлорит альбит турмалин	

## 5.2 Описание породообразующих минералов

### Кварц

В отобранной коллекции с горизонтов: 560, 570, 600, 610 кварц представлен в двух генерациях, крупно и мелкозернистой.

Зерна кварца имеют аллотриоморфнозернистую, реже гипидиоморфнозернистую структуру, вторичная структура раздробленная. Размер зерен кварца от 0.01мм до 3 мм. Минерал распространен в шлифах относительно равномерно. Зёрна кварца срастаются по сутурным границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_r = 0,009$ , облачное погасание.

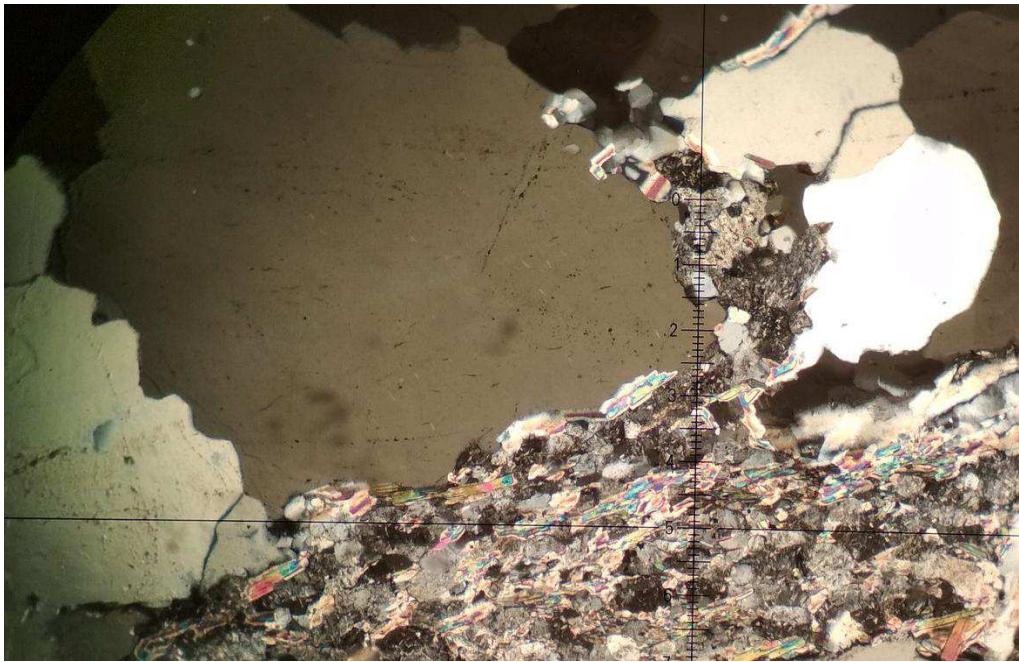


Рисунок 7 — Кварц двух генераций - кварц 1 (белое внизу), кварц 2 (белое и серое сверху)  
Полированный шлиф № 5-2. Ув. 45<sup>x</sup>. Ник.+.

### **Биотит**

В отобранной коллекции минерал выделяется в трёх генерациях. Биотит I образовался в метаморфический этап, биотит II в метасоматическую стадию, а биотит III в кварц-арсенопиритовую стадию. Размер зерен от 0,01мм до 0,6 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчётливый. Погасание прямое, спайность совершенная, но видна не во всех зернах.

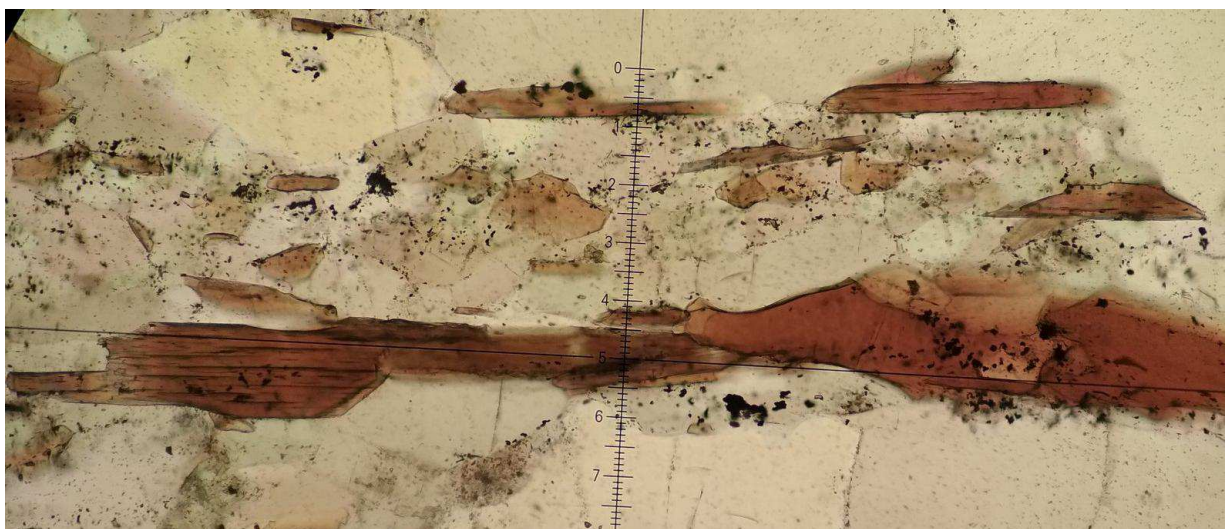


Рисунок 8 — Биотит I (коричневое)  
Полированный шлиф № 1-2. Ув. 145<sup>x</sup>. Ник.П.



Рисунок 9 — Биотит II метасоматического происхождения (зеленоватое в центре)  
Полированный шлиф № 4-1. Ув. 130<sup>x</sup>. Ник.П.

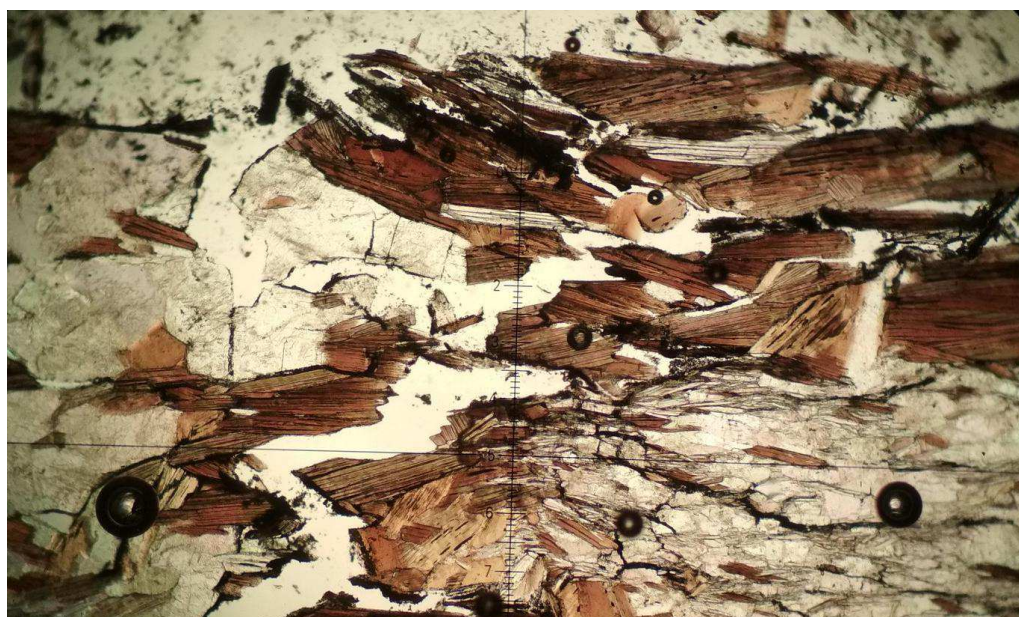


Рисунок 10 — Биотит III (коричневый)  
Полированный шлиф № 5-4. Ув. 35<sup>x</sup>. Ник.П.

### **Мусковит**

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,5 мм по удлинению. Распределен в породе линейно, в виде вытянутых зон с пloyчатой текстурой. Весьма



совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

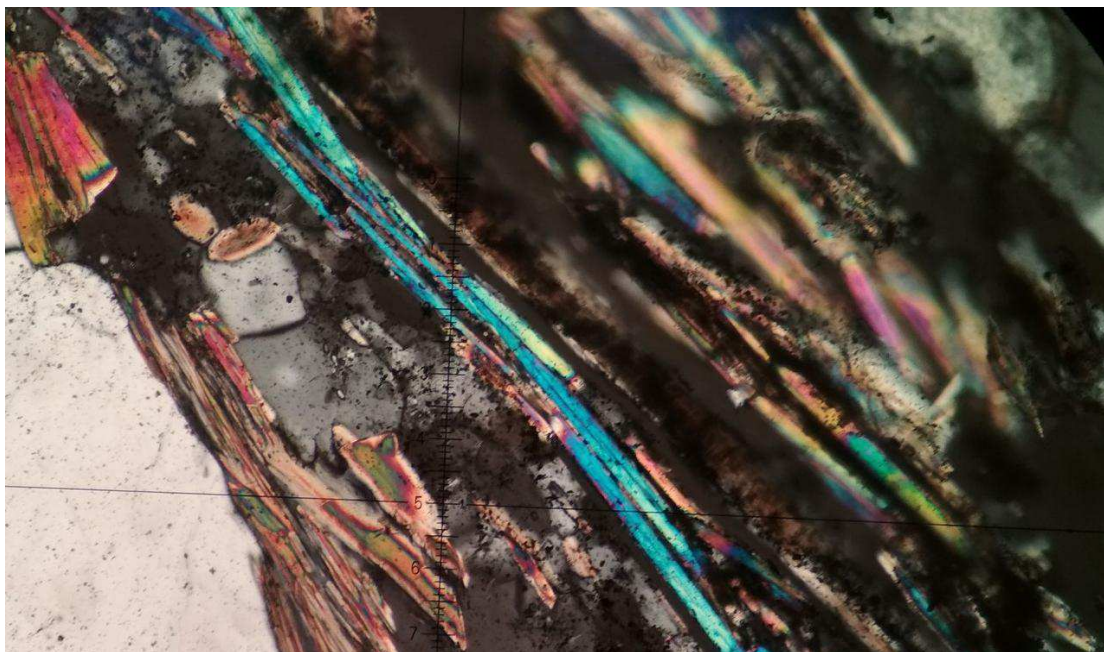


Рисунок 11 — Мусковит (сине-зеленый)  
Полированный шлиф № 1-2. Ув. 170<sup>x</sup>. Ник.+.

### **Хлорит**

Представлен чешуйчатыми агрегатами, размером по удлинению от 0,01 до 1,2 мм, в проходящем свете имеет зеленоватую окраску, в скрещенных николях - аномально синюю интерференционную окраску, прямое погасание. В породе минерал в малом количестве распределен среди зёрен кварца и мусковита. Часто развивается по биотиту.

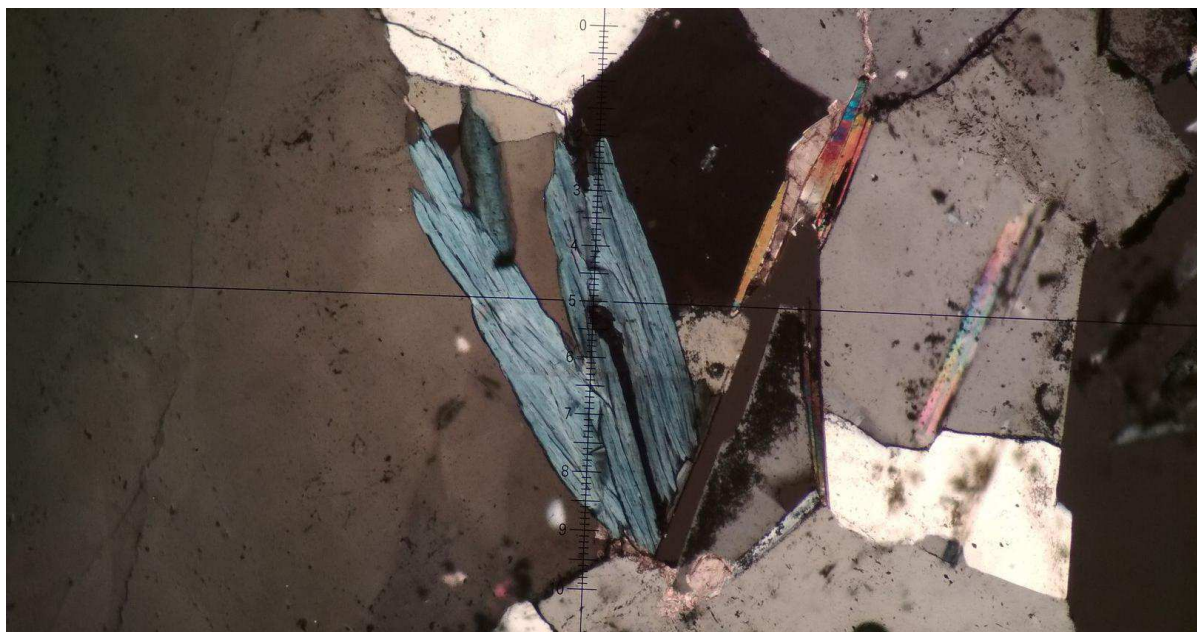


Рисунок 12 — Хлорит (голубой в центре, псевдоморфоза по биотиту)  
Полированный шлиф № 2-1. Ув. 75<sup>x</sup>. Ник.+.

### **Альбит**

Минерал представлен зёрнами таблитчатой формы, размерами от 0,02 до 4мм, бесцветный, совершенная спайность, погасание прямое, двойники полисинтетические, минерал слагает тонкие прожилки и зачастую сосюритизирован.

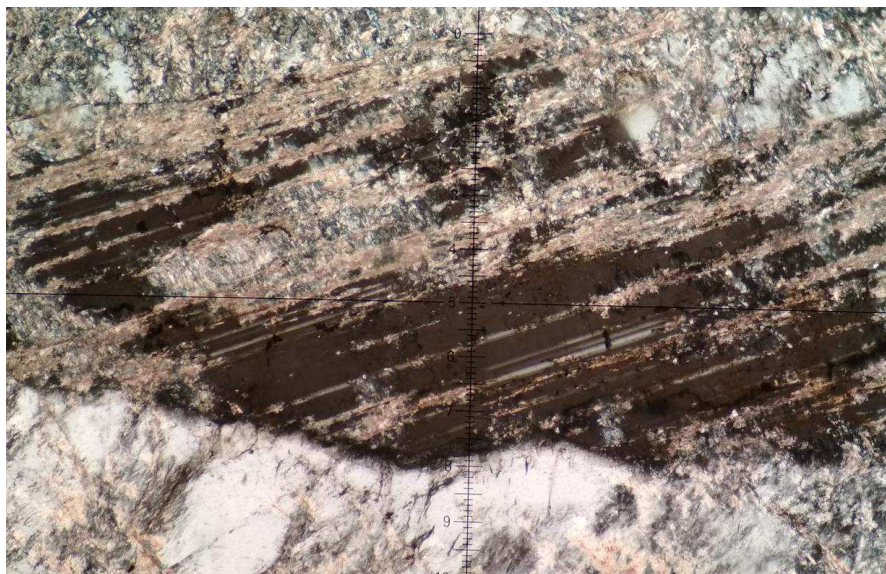


Рисунок 13 — Альбит (черно-белое) со вторичными изменениями (сосюритизацией)  
Полированный шлиф № 1-3. Ув. 45<sup>x</sup>. Ник.П.

## Гранат (альмандин)

Гранат представлен изометричными округлыми зёрнами размером от 0,2 до 0,6 мм. Зёрна сильно трещиноваты, имеют бесцветную окраску и высокий рельеф при одном никеле. В скрещенных николях изотропен.

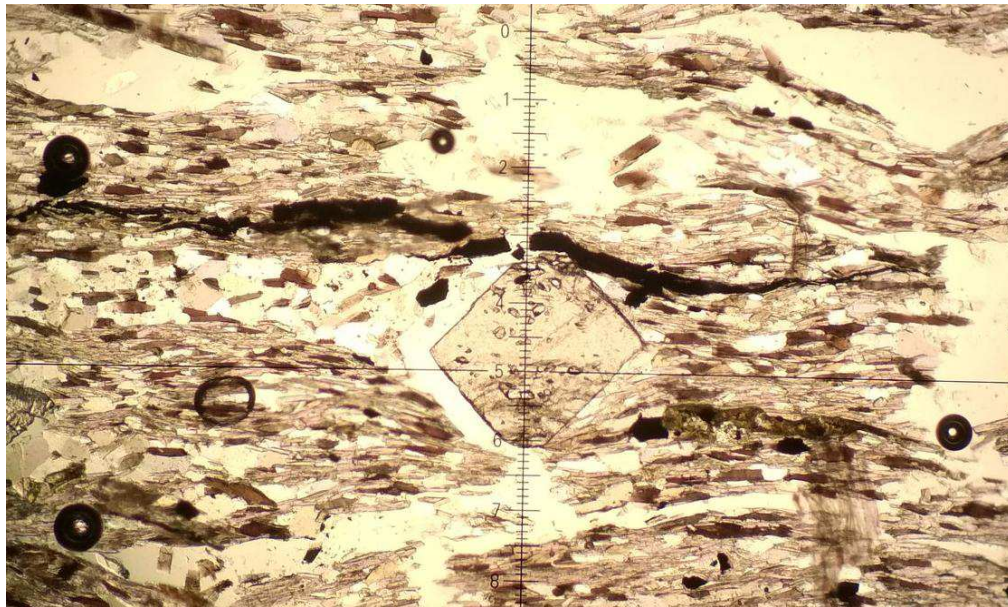


Рисунок 14 — Альмандин (белое в центре)  
Полированный шлиф №4-1. Ув. 45<sup>x</sup>. Ник. II.

## Анкерит

Образует протяженные прожилки, мощностью до 0,3ммВ скрещенных николях бесцветный, обладает псевдоабсорбцией. При скрещенных николях серый, погасание симметричное. Спайность совершенная.



Рисунок 15 — Анкерит (серо-голубовато-розовое, в центре)  
Полированный шлиф № 2-1. Ув. 35<sup>x</sup>. Ник.+.

### **Турмалин**

Минерал в отобранной коллекции распространен крайне мало, представлен вытянутыми, шестоватыми зёрнами неправильной формы, имеет обратную схему абсорбции, размеры зёрен от 0,01мм до 0,05 мм.

## **5.3 Описание рудообразующих минералов**

### **Арсенопирит**

Минерал в значительной степени распространен в руде, более чем другие рудные минералы. Выявляется в виде идиоморфных кристаллов ромбической формы, зерен неправильной формы, аллотриоморфнозернистых агрегатов. Часто сростается с пирротинном. Структура чаще всего раздробленная гипидиоморфнозернистая, размер зёрен от 0,1 до 20 мм, светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Отчетливо анизотропен, при вращении столика микроскопа изменяет цвета от розоватых до голубоватых оттенков. В руде наблюдается в

ассоциации с пирротинном, кварцем. В образцах, содержания арсенопирита колеблется в пределах от 1 до 50%.

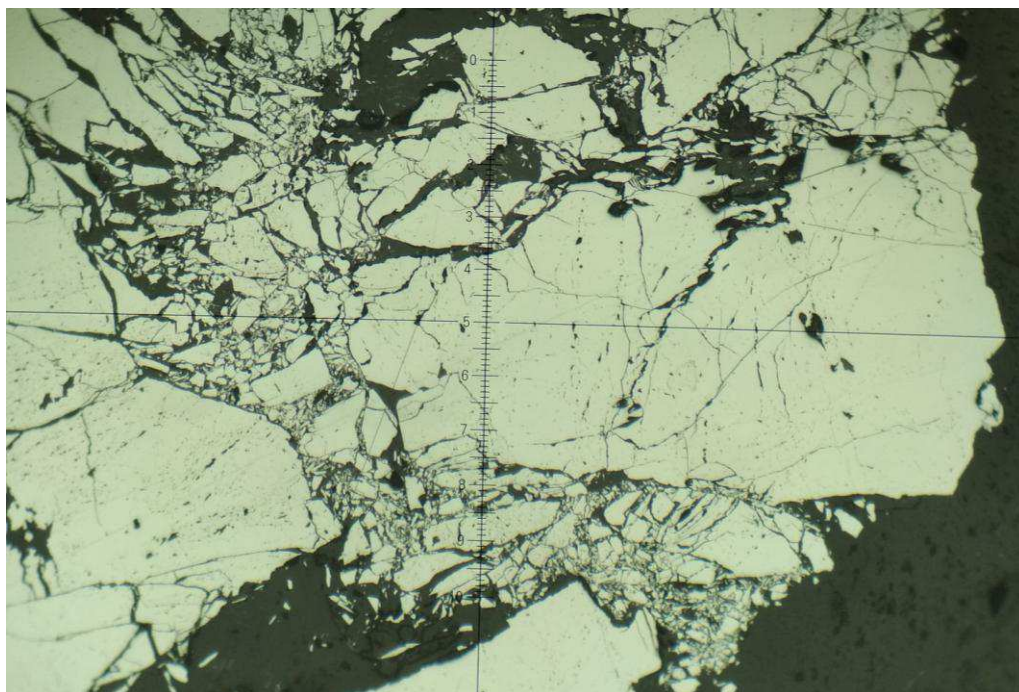


Рисунок 16 — Раздробленная структура арсенопирита (белое) в кварце (черное)  
Полированный аншлиф № 5-1. Ув. 35<sup>x</sup>. Ник.П.

### **Пирротин**

Пирротин в образцах распространен неравномерно, наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых зерен и агрегатов образующих рудные скопления размером от 0,01 до 13 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной. Часто сростается с арсенопиритом по неправильным границам. В рассмотренных образцах, содержания пирротина колеблется в пределах от 1 до 2%.

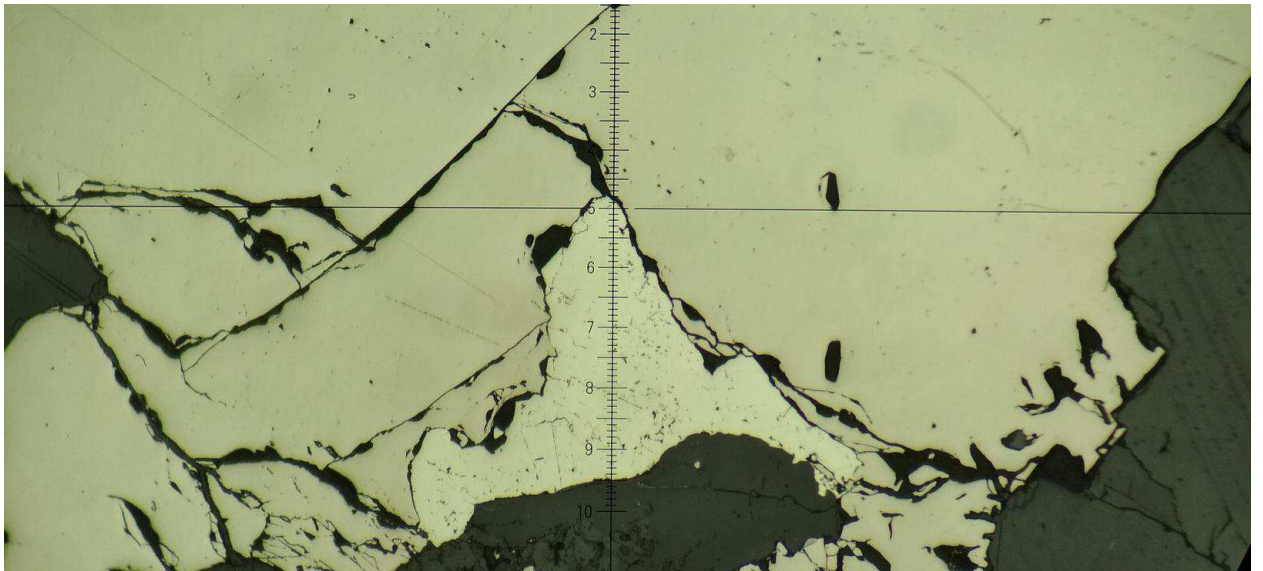


Рисунок 17 — Пирротин (серое)  
Полированный аншлиф № 5-3. Ув. 80<sup>x</sup>. Ник.П.

### Халькопирит

Выявляется в виде аллотриоморфных зерен, часто срастающихся с арсенопиритом и пирротинном, так же в виде структуры распада твёрдого раствора в сфалерите. Размер зерен 0,01 мм - 0,6 мм. В отраженном свете желтого цвета. Двуотражение очень слабое, слабо анизотропен. В образцах халькопирит выделяется в малых количествах.

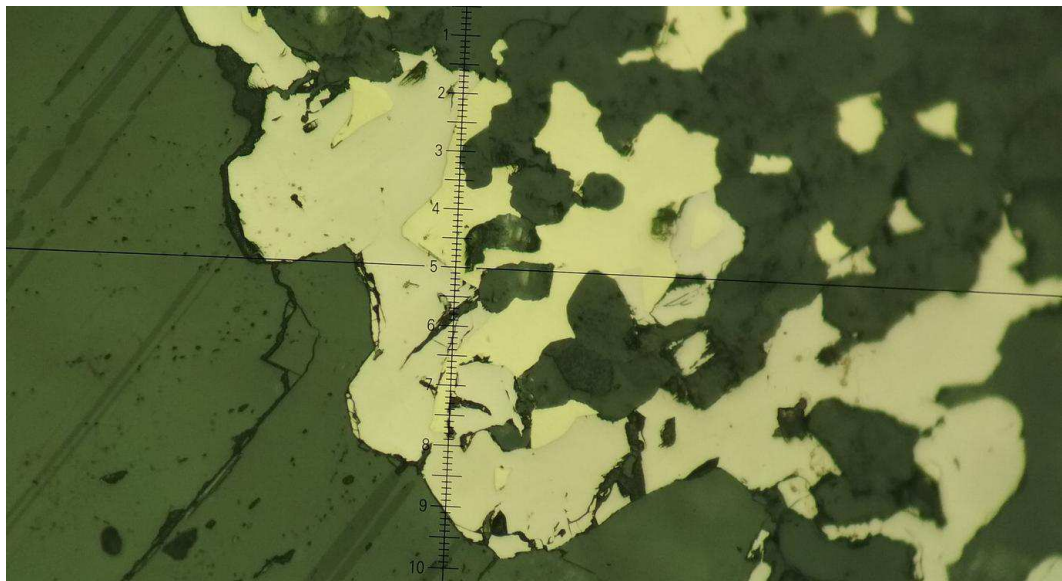


Рисунок 18 — Пирротин (серое) в срастании с халькопиритом (жёлтое)  
Полированный аншлиф № 5-3. Ув. 180<sup>x</sup>. Ник.П.

## Рутил

Минерал наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых зерен, размерами от 0,01 до 0,3 мм. Двуотражение слабое. Свет в отраженном свете серый. Анизотропия слабая. Сильные внутренние рефлексии желтовато-буроватого цвета. Распространен мало.

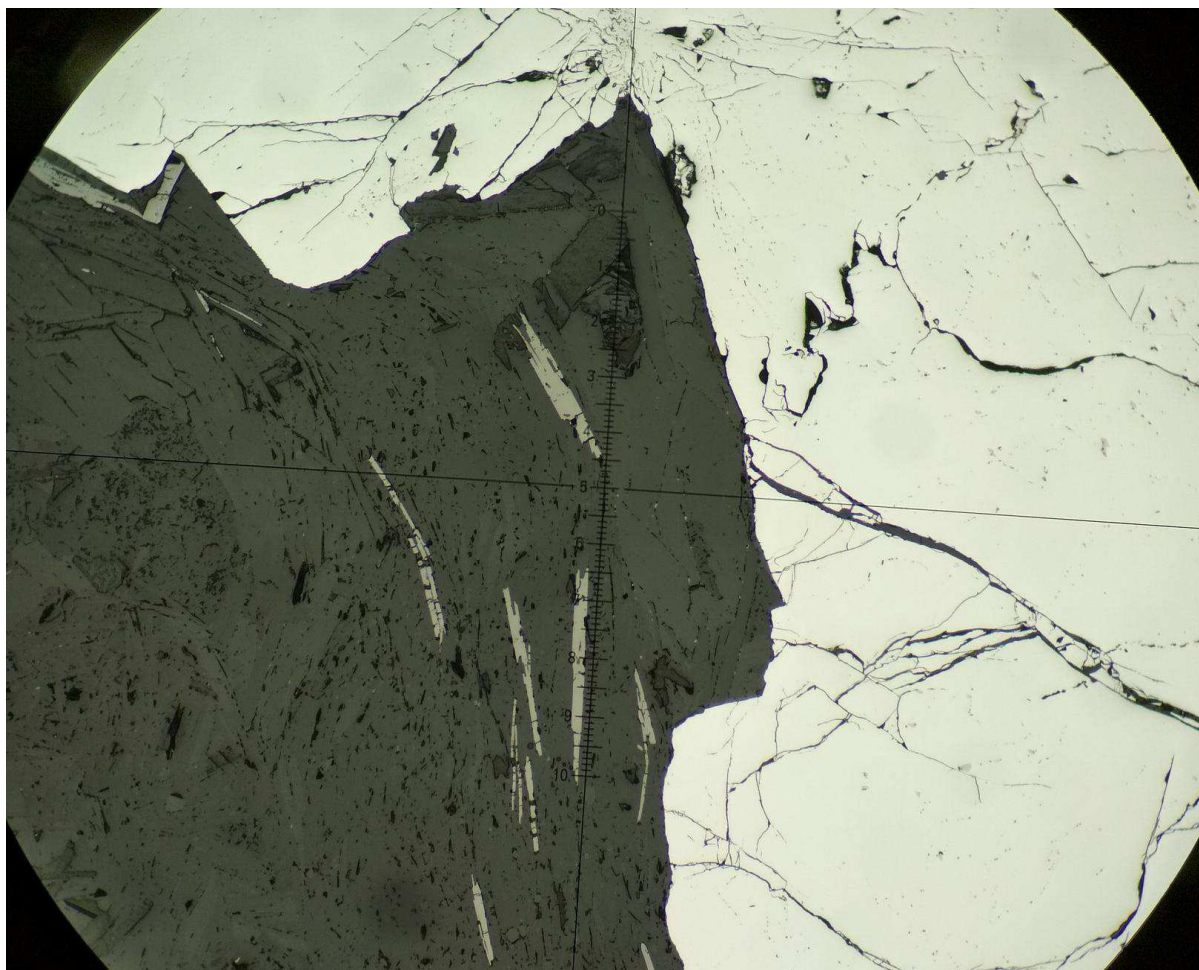


Рисунок 19 — Рутилы (серое) в кварце (чёрное) на границе с арсенопиритом (белое)  
Полированный аншлиф № 5-4. Ув. 75<sup>x</sup>. Ник.П.

## Сфалерит

Минерал наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, размерами от 0,01 до 2 мм. Корродируется халькопиритом. Цвет тёмно-серый. Минерал изотропен. Рефлексии не наблюдаются. Распространен крайне мало.

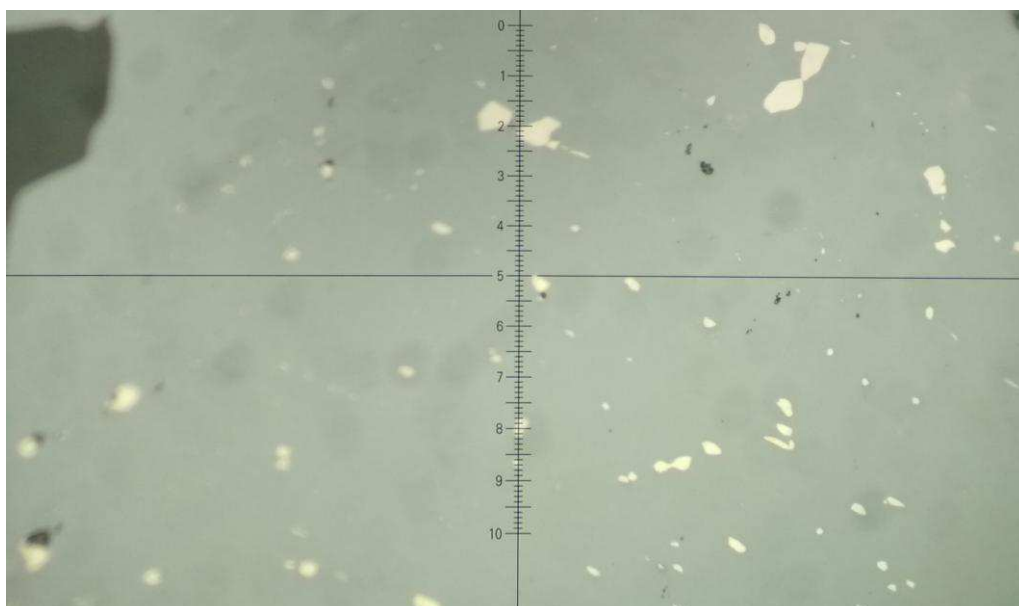


Рисунок 20 — Эмульсионная структура распада твёрдого раствора, халькопирит (жёлтое) в сфалерите (серое) Полированный аншлиф № 1-3. Ув. 325<sup>x</sup>. Ник.П.

### Пирит

Минерал в образцах наблюдается в виде неправильных зерен, размер зерен от 0,01 мм до 0,1мм. Слагает прожилки (псевдоморфозы пирита по пирротину). В отраженном свете имеет светло-желтую окраску. Двуотражение слабое. Отчетливо изотропен, при вращении столика микроскопа не изменяет цвета. Двойников не наблюдается. Структура-аллотриоморфнозернистая.

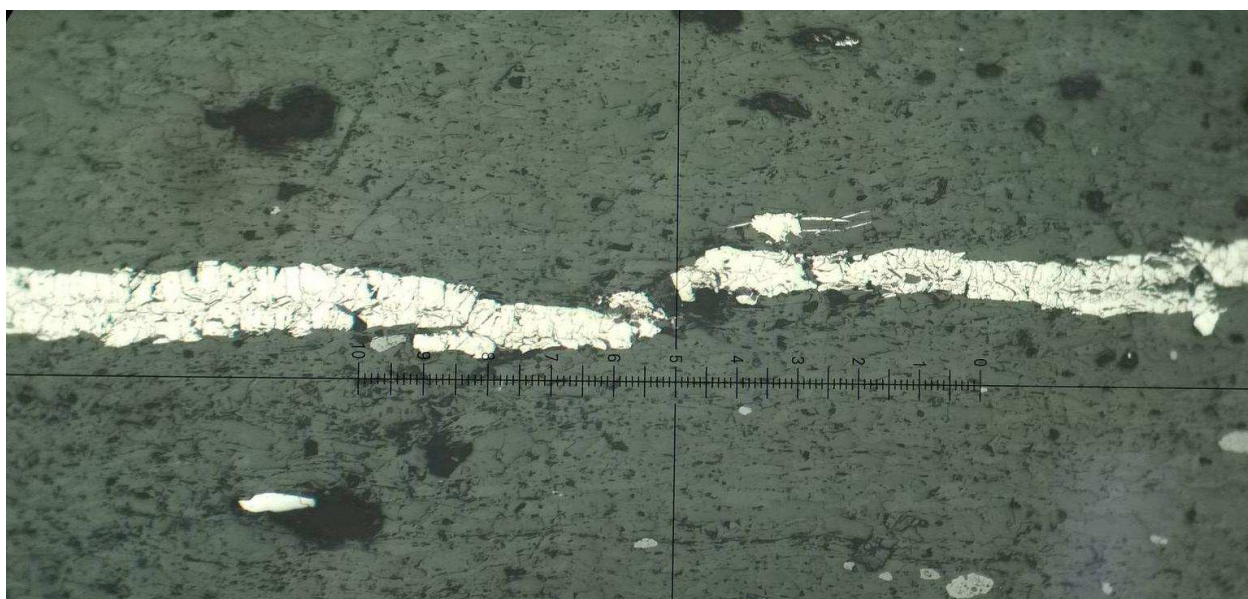


Рисунок 21 — Псевдоморфоза пирита по пирротину (белое) Полированный аншлиф № 4-2. Ув. 40<sup>x</sup>. Ник.П.



## Марказит

Выявлен в виде аллотриоморфных зёрен, заместивших пирротин, размеры зёрен до 1 мм, имеет слабое двуотражение буровато - зеленоватых тонов. Структура - аллотриоморфнозернистая.

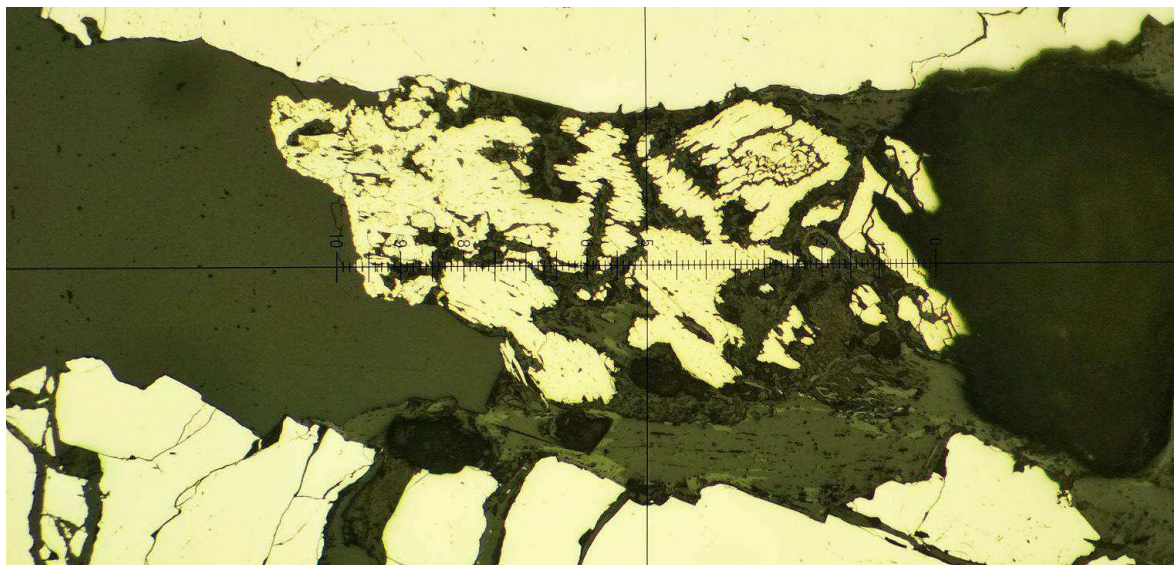


Рисунок 22 — Марказит (желтовато-белый в центре) в арсенопирите (белый)  
Полированный аншлиф №5-1. Ув. 90<sup>x</sup>. Ник.П.

## Анагаз

Аллотриоморфные метакристаллы и зёрна, размерами от 0,01 мм до 0,2 мм. Анизотропен, рефлексии сине-серые, двойников не наблюдается. Зёрна минерала часто срастаются с рутилом. Часто являются псевдоморфозами по рутилу.

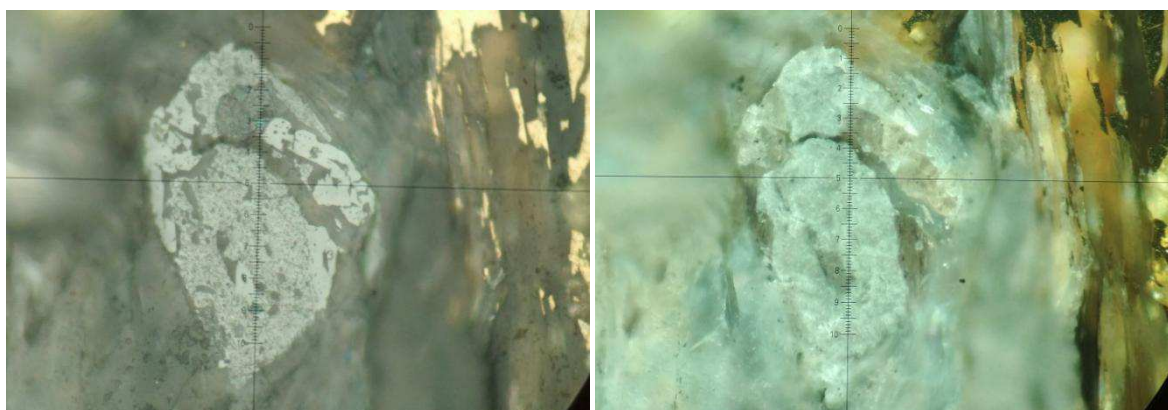


Рисунок 23 — Марказит (желтовато-белый в центре) в арсенопирите (белый)  
Полированный аншлиф №5-1. Ув. 90<sup>x</sup>. Ник.П.

## Золото

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, часто в сростаниях с пирротином и арсенопиритом, но так же есть и свободное золото в кварце, эта разновидность преобладает, размер золотинок от 0,01 до 0,6 мм. Цвет ярко - желтый. Минерал изотропен. Встречается крайне редко.

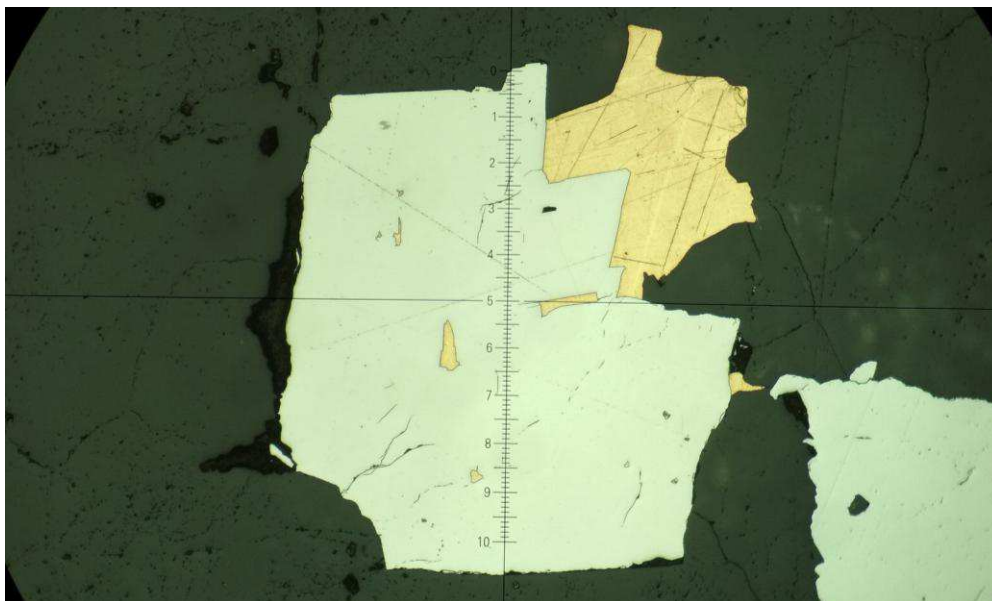


Рисунок 24 — Сростание золота (жёлтое) с арсенопиритом (кремовое) в кварце (чёрное)  
Полированный аншлиф №3-1. Ув. 65<sup>x</sup>. Ник.П.

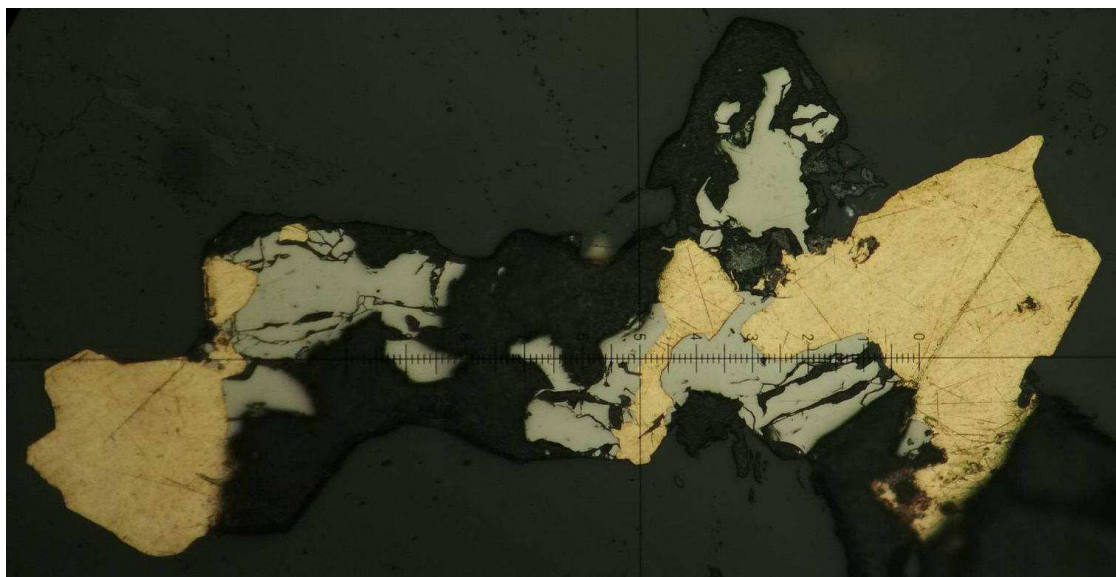


Рисунок 25 — Сростание золота (жёлтое) с пирротином (кремовое) в кварце (чёрное)  
Полированный аншлиф №3-1. Ув. 150<sup>x</sup>. Ник.П.

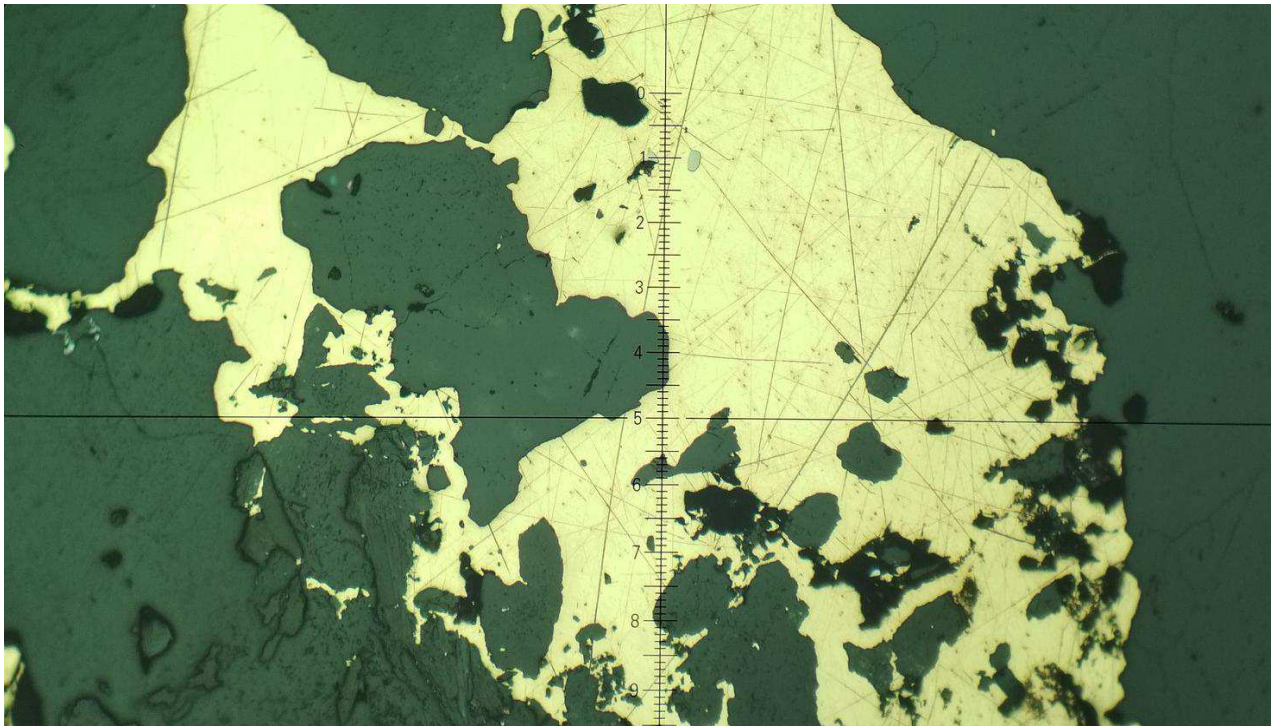


Рисунок 26 — Золото (жёлтое) в кварце (чёрное)  
Полированный аншлиф №3-1. Ув. 40<sup>x</sup>. Ник. П.

#### 5.4 Описание минеральных ассоциаций

1) Кварц - слюдистая метаморфическая ассоциация.

Ранняя, высокотемпературная ассоциация вмещающих пород.

Состав: кварц, биотит, мусковит, альбит, гранат.

2) Метасоматическая

3) Кварц - арсенопиритовая ассоциация

4) Золото - сульфидная ассоциация

Кварц - слюдистая метаморфическая ассоциация характеризуется образованием кварца I, биотита I, и мусковита, который в реликтовой форме выделяется в последующих ассоциациях.

Метасоматическая ассоциация представлена рутилом, анатазом, хлоритом, который развивается по биотиту, биотитом II и турмалином.

Кварц - арсенопиритовая ассоциация представлена арсенопиритом, кварцем II, перекристаллизованным и более крупным рутилом, и крупнозернистым перекристаллизованным биотитом III.

Золото - сульфидная ассоциация наиболее значимая для данного типа руд, характеризуется образованием золота, пирротина, пирита, сфалерита и карбонатов (анкерита).

### **5.5 Этапы минералообразования**

Метаморфический этап.

Включает в себя время становления вмещающих горных пород – глинисто-сланцевых и кварцево-сланцевых сланцев. Кристаллизация минералов и образование горных пород проходило при высоких температурах и давлениях.

Гидротермальный этап.

Вследствие тектонических движений и подвижек, повлекших за собой пликативные и разрывные нарушения, произошло падение давления, что послужило началом кристаллизации сульфидов из горячих гидротермальных растворов. Образование золота связано со снижением температуры, происходило в конце золото-сульфидной стадии минерализации.

### **5.6 Последовательность минералообразования в рудах**

Последовательность выделения минералов в парагенетической ассоциации выявляется при изучении структур. Анализ последних позволяет установить их одновременное или последовательное выделение в минеральном агрегате.


На схеме последовательности отложения минералов вертикальные столбцы характеризуют установленные при текстурно-структурном анализе руд стадии и этапы минерализации. Вертикальные линии (границы этих столбцов) отвечают перерывам в процессе рудоотложения, что обусловлено тектоническими причинами. Минералы на схеме показаны горизонтальной полоской. Длина такой полоски характеризует начало и конец выделения минерала в данную стадию, ширина – количественное проявление в процессе рудоотложения.

В верхней части столбца указаны типоморфные для данной стадии (или этапа) минерализации минералы, отличающие ее среди других стадий (этапов). В нижней части столбца указаны признаки, на основании которых выделяется данная стадия: форма проявления, структура. Схема последовательности минералообразования приведена в таблице 5.

Таблица 5 — Схема последовательности минералообразования

Минералы	Этапы			
	Метаморфический этап	Гидротермальный этап		
		Метасоматическая стадий	Кварц - арсенопиритовая стадия	Золото - сульфидная стадия
Арсенопирит			—————	
Пирротин				.....
Халькопирит				.....
Сфалерит				.....
Пирит				.....
Золото				.....
Карбонат				.....
Рутил		.....	x .....	
Марказит			.....	
Анализ		.....		
Кварц	I —————		I —————	
Биотит	I - - - - -	II.....	III x - - - - -	
Хлорит		.....		
Мусковит	- - - - -			
Плагиоклаз (Альбит)	.....			
Гранат	.....			
Турмалин		.....		

Условные обозначения:

————— 1, - - - - - 2, - - - - - 3, ..... 4, x 5  6.

Минералы: 1-главные; 2-распространенные; 3 -малораспространенные; 4-редкие; 5-перекристаллизация, 6 - тектонические подвижки.

## 5.7 Результаты анализов

Из имеющейся коллекции образцов была отобрана монофракция зёрен арсенопирита и приготовлены пробы для рентгенофазового и химического анализов. Анализы были сделаны для подтверждения вещественного состава руд месторождения Эльдorado.

Элементный анализ был проведен рентгеноспектрометром фирмы «LabCenterXRF-1800, Shimadzu».

Результаты рентгенфазового анализа арсенопиритовой руды приведены на рисунке 27.

C=25.1; 0.84; 79-6237;AS 309; Si O2; ; Silicon Oxide;; H=2992; I=2133  
**C=1,73; 0,03; 42-1340;PS 160; Fe S2; Pyrite; Iron Sulfide;; H=3697; I=75**  
C=0,79; 0,03; 76- 318;AS 351; Ti O2; ; Titanium Oxide;; H=3082; I=80  
**C=6,47; 0,07; 29- 701;PI 0; ( Mg , Fe )6 ( Si , Al )4 O10 ( O H )8; Clinocllore-1Mllb, ferroan;; H=141;**  
**C=11,2; 0,05; 80- 742;PS 41; ( K0.82 Na0.18 ) ( Fe0.03 Al1.97 ) ( Al Si3 ) O10 ( O H )2; Muscovi; H=**  
**C=0,34; 0,01; 74-1687;AB 270; Ca Mg ( C O3 )2; Dolomite; Calcium Magnesium Carbonate;; H=3449;**  
**C=1,66; 0,018; 29- 723;PI 0; Fe7 S8; Pyrrhotite-4M; Iron Sulfide;; H=4841; I=10**  
**C=3,84; 0,044; 41-1480;PI 106; ( Na , Ca ) Al ( Si , Al )3 O8; Albite, calcian, ordered; Sodium Ca; H=**  
**C=48,7; 1; 81-8821;PS 190; Fe As S; Arsenopyrite; Iron Arsenide Sulfide; R= 36; H=4108; I=2544**  
C=0,00; 0,002; 95-8601;Al 2530; Au; ; Gold;; H=0; I=3420718  
**O C H S Si Al Mg Na Ti Ca K Fe As Au**  
**24,5% 0,04% 0,15% 11,1% 16,6% 2,75% 1,74% 0,38% 0,47% 0,19% 0,91% 18,5% 22,4% 0,00%**

Рисунок 27— Рентгенофазовый анализ

По результатам анализов было установлено, что руды сложены следующими минералами: кварц, пирит, рутил, хлорит, мусковит, доломит, пирротин, альбит, арсенопирит. Данные анализа хорошо согласуются с результатами оптических исследований шлифов и аншлифов.

Дифрактограмма была проведена в физико-химической лаборатории СФУ на дифрактометре фирмы «Shimadzu-6000» (Рис. 28).

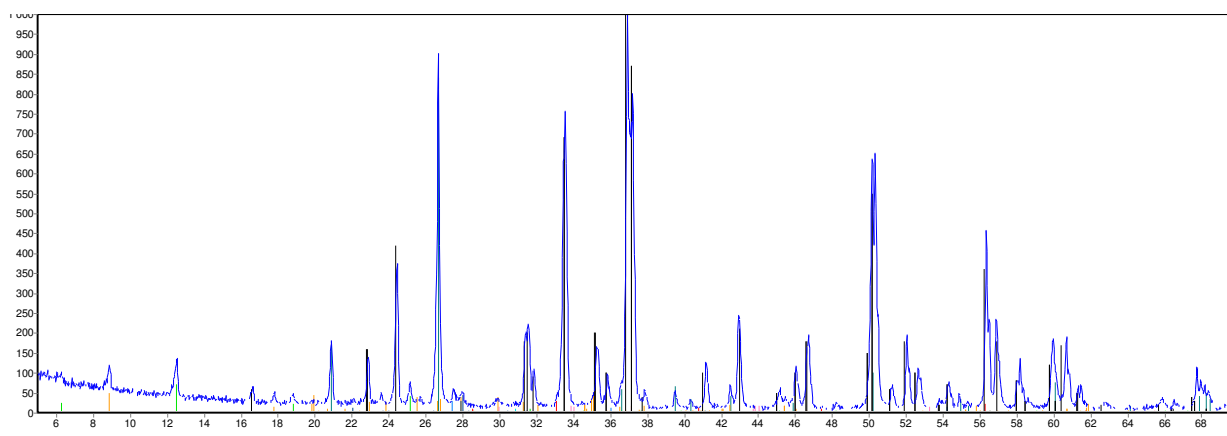


Рисунок 28 — Дифрактограмма

На базе лаборатории ЦГИ "Прогноз" на приборах: СТЭ-1; МАЭС; «Поток» были проведены атомно-эмиссионный спектральный и химико-спектральный анализы. Результаты анализов представлены в таблице 6.

Таблица 6 — Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа. [Ag г/т; Fe %; n \* 10<sup>3</sup>%]

Элементы и их содержания									
Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr
1,7	2900	0,7	26	-	6,5	-	-	16	0,4
Cu	Fe	Hg	La	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb
9,6	15	<0,5	-	65	0,2	2,4	16	-	28
Sb	Sn	Sr	Ti	U	V	W	Y	Zn	Zr
13	-	1,2	560	<30	1,9	0,2	18	23	6,3

Атомно-эмиссионный анализ помог установить, что кларки мышьяка, титана и висмута повышены, кларки остальных элементов соответствуют средним содержаниям элементов в земной коре или близки к ним.

### 5.8 Сканирующая электронная микроскопия и ЭДС анализ

На базе R&D центра «НорНикеля» СФУ на микроскопе Tescan VEGA 3 с приставкой Oxford X-ACT были проведены исследования золота методом энергодисперсной рентгеновской спектроскопии.

Этот метод основан на анализе энергетических спектров характеристического рентгеновского излучения (ХРИ), которое возбуждается электронами, проходя через образец.

Рентгеновское излучение представляет собой электромагнитные волны с длинами волн  $\lambda$  на несколько порядков короче оптических.

Обычно метод (ЭДС) используется только для качественного определения элементного состава исследуемого объекта. Для количественного анализа концентрации интересующего химического элемента сопоставляется измеряемая интенсивность характеристического рентгеновского излучения линии к интенсивности той же линии в материале с известной концентрацией.

Есть база данных, в которой записаны эталонные спектры. Берётся эталонный образец, состав которого точно известен, его спектр снимается при точно измеренных параметрах электронного пучка, таким образом перекрывается большая часть таблицы Менделеева, после чего спектры, снятые во время исследований, методом последовательных приближений сравниваются с эталонными. В итоге получаем количественные данные о составе исследуемого образца.

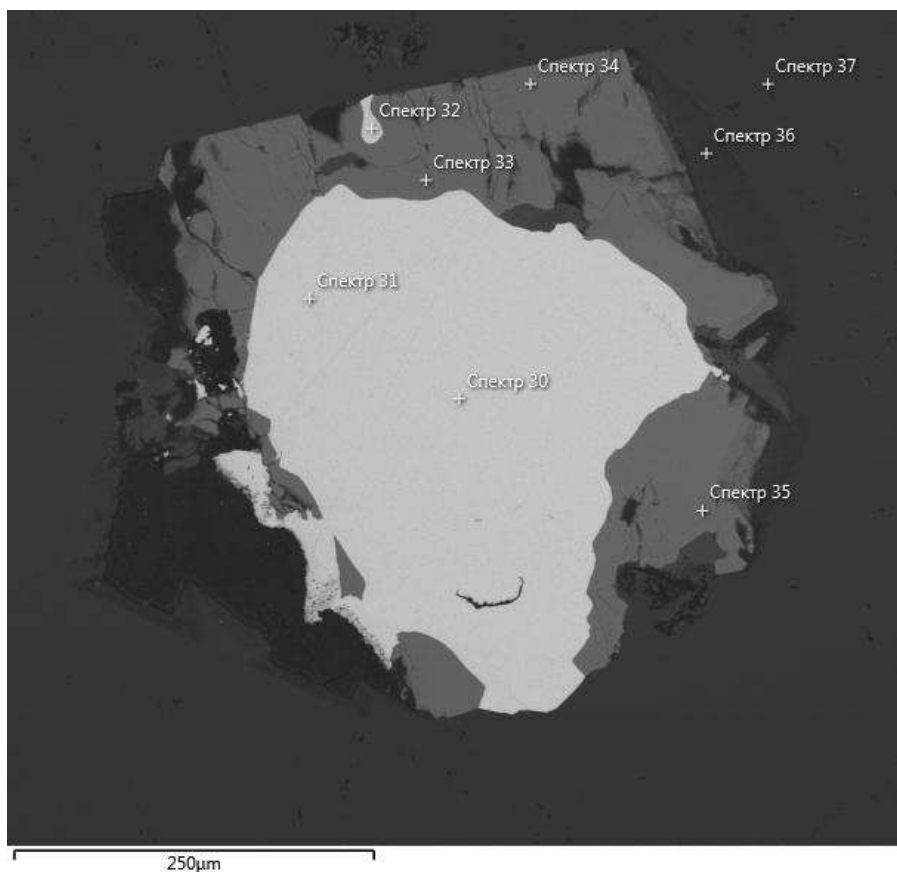


Рисунок 29 — Срастание золота (белое) с пирротинном (серое)

Таблица 7 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент				Минерал
	S	Fe	Ag	Au	
30	-	-	12,27	86,24	Золото
31	-	-	12,25	86	Золото
32	-	0,76	13,92	84,91	Золото
33	41,35	57,94	-	-	Пирротин
34	41,02	58,27	-	-	Пирротин
35	41,54	58,1	-	-	Пирротин



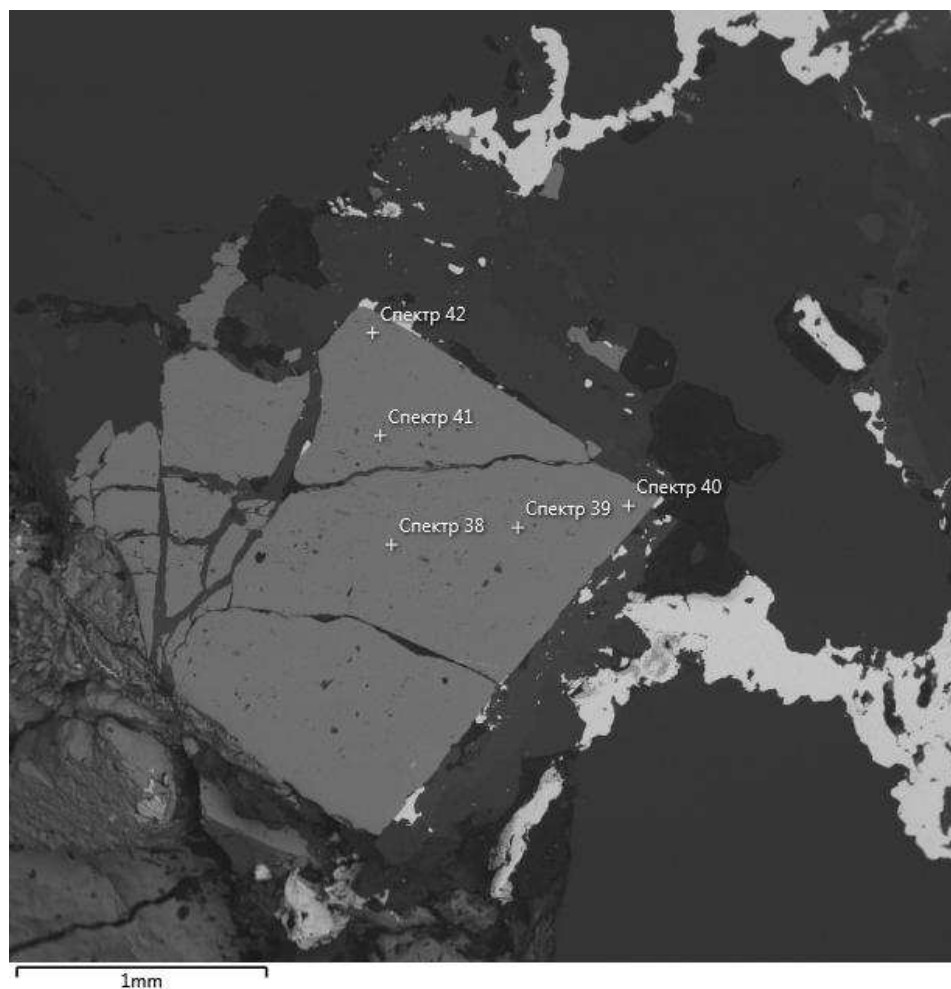


Рисунок 30 — Раздробленное зерно арсенопирита (серое)

Таблица 8 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент			Минерал
	S	Fe	As	
38	22,7	33,7	43,65	Арсенопирит
39	22,37	33,63	44,15	Арсенопирит
40	22,01	33,44	44,61	Арсенопирит
41	22,23	33,32	43,82	Арсенопирит
42	20,68	32,43	42,56	Арсенопирит



Рисунок 31 — Вростки золота (белое) в арсенопирите (серое)

Таблица 9 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент							Минерал
	S	Fe	Co	Ni	As	Ag	Au	
114	-	0,41	-	-	-	13,72	84,63	Золото
115	-	0,62	-	-	-	13,24	84,74	Золото
116	-	1,33	-	-	0,02	13,87	83,47	Золото
117	-	0,4	-	-	-	13,82	83,75	Золото
118	-	1,02	-	-	0,31	13,09	83,31	Золото
119	18,56	30,34	1,56	0,61	48,78	-	-	Арсенопирит
120	18,45	30,73	1,59	0,68	48,52	-	-	Арсенопирит
121	18,08	30,22	1,6	0,49	47,75	-	-	Арсенопирит
122	18,41	29,89	1,39	0,78	49,09	-	-	Арсенопирит
123	18,59	30,62	1,2	0,62	48,1	-	-	Арсенопирит

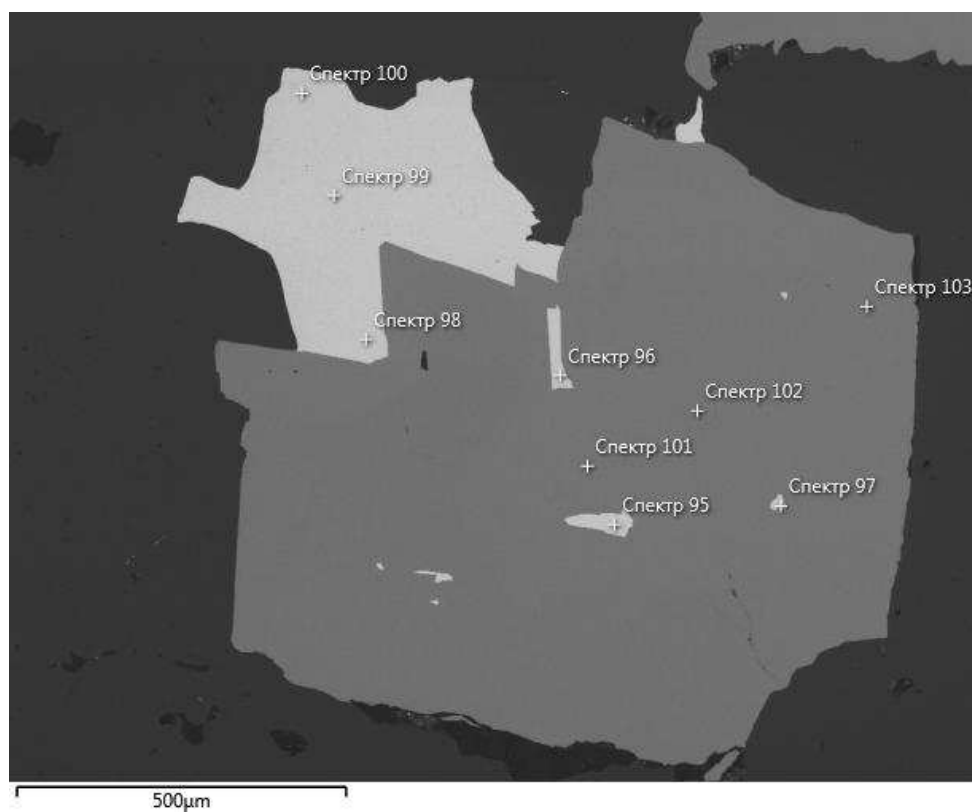


Рисунок 32 — Срастание золота (белое) с арсенопиритом (серое)

Таблица 10 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент					Минерал
	S	Fe	As	Ag	Au	
95	-	-	-	12,22	87,73	Золото
96	-	-	-	14,13	85,51	Золото
97	-	0,62	-	11,29	89,12	Золото
98	-	-	-	13,62	85,89	Золото
99	-	-	-	12,18	86,81	Золото
100	-	-	-	13,18	85,88	Золото
101	20,3	32,91	47,53	-	-	Арсенопирит
102	19,79	32,54	47,18	-	-	Арсенопирит
103	20,31	32,8	47,66	-	-	Арсенопирит

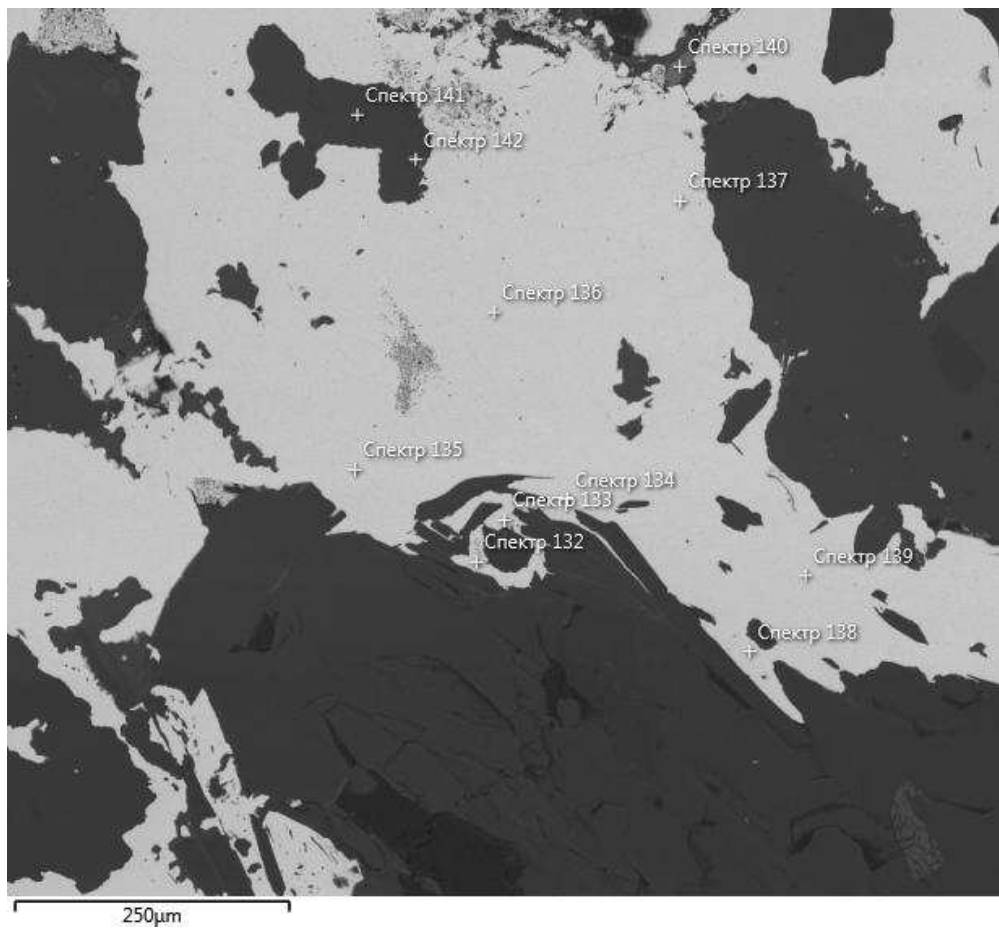


Рисунок 33 — Золото (белое) в кварце (чёрное)

Таблица 11 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент		Минерал
	Ag	Au	
132	14,09	86,99	Золото
133	13,49	83,07	Золото
134	13,69	85,54	Золото
135	14,1	86,44	Золото
136	14,01	85,22	Золото
137	14,16	84,69	Золото
139	13,96	86,65	Золото

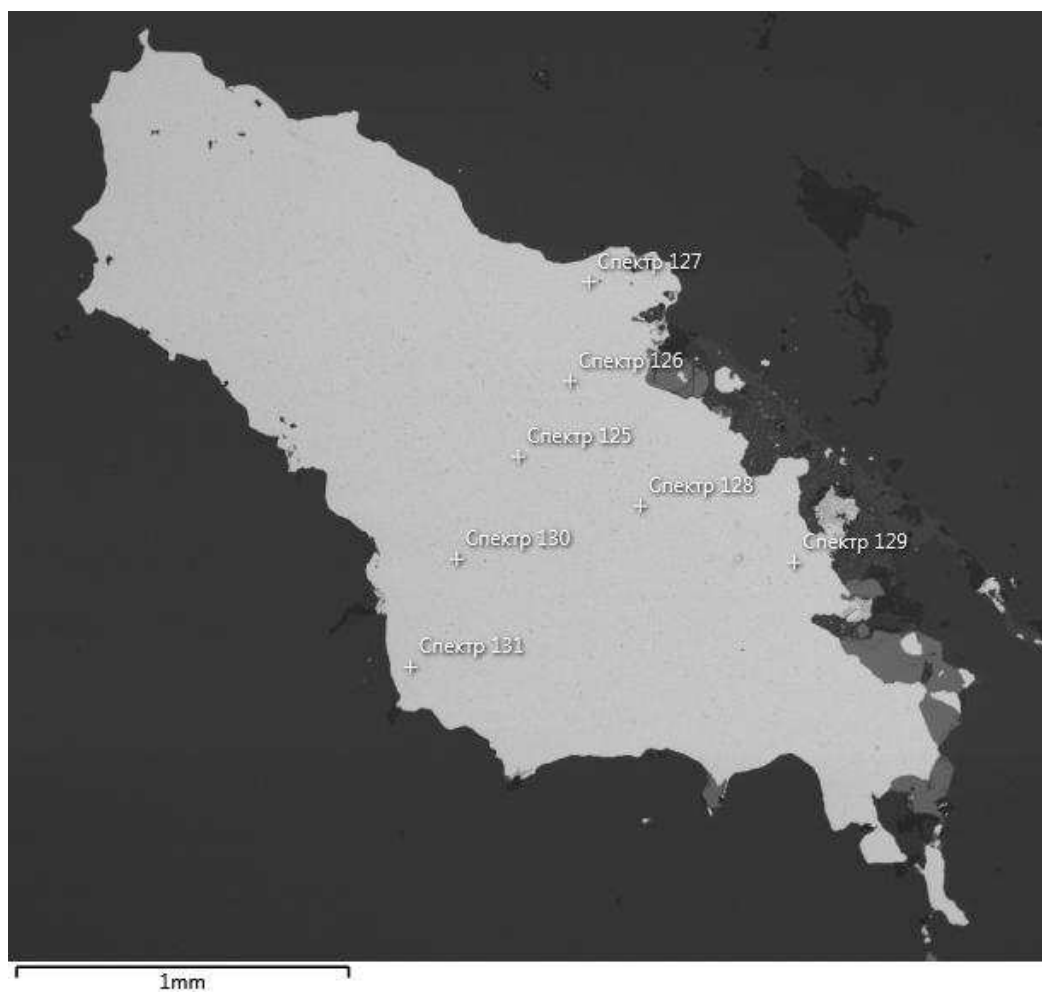


Рисунок 34 — Крупное зерно самородного золота (белое)

Таблица 12 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент		Минерал
	Ag	Au	
127	11,36	85,95	Золото
128	12,35	88,88	Золото
129	12,27	88,71	Золото
130	11,51	88,6	Золото
131	12,2	88,1	Золото

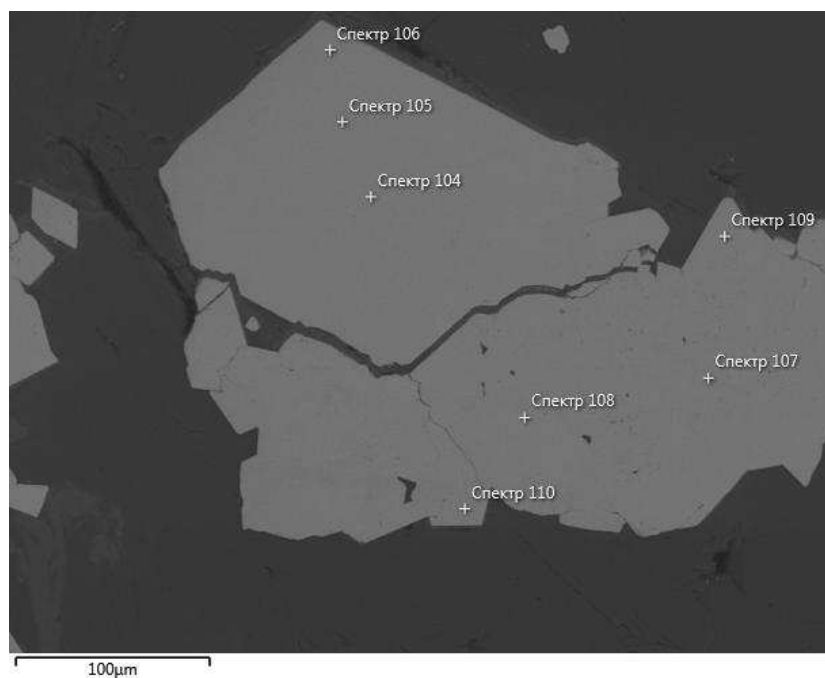


Рисунок 35 — Зерно арсенопирита (серое) в кварце (чёрное)

Таблица 13 — Результат ЭДС анализа

№ спектра	Элемент					Минерал
	S	Fe	Co	Ni	As	
104	18,7	30,98	-	-	49,14	Арсенопирит
105	18,66	30,76	-	-	49,51	Арсенопирит
106	16,95	29,56	2,1	1,29	49,58	Арсенопирит
107	20,77	33,01	0,64	-	46,59	Арсенопирит
108	17,09	29,45	1,9	1,16	49,73	Арсенопирит
109	18,6	31,09	1,5	0,65	48,65	Арсенопирит
110	19,51	31,67	1,68	0,78	51,36	Арсенопирит

В результате исследований зональных изменений золота от центра зёрен к краям не выявлено, подтверждена высокая пробность золота (880 - 840), самое высокопробное золото - свободное в кварце (Рис 34). Крайне редко встречаются примеси железа, до 1 %, (Рис 31).

Так же отмечены небольшие примеси никеля (до 1,29 %) и кобальта (до 2,1 %) в арсенопирите. Зональных изменений арсенопирита так же не выявлено.

## **6 Методика и объемы проектируемых работ**

### **6.1 Характеристика изученности объекта проектируемых работ**

По данным проекта "Поисковые и оценочные работы на рудное золото на участке Эльдорадинской площади" (Стороженко А.А., Дмитриева Е.В. 2014 г). Месторождение Эльдорадо, состоящее из 4-х зон, является наиболее крупным и детально разведанным месторождением узла. После обнаружения 1-ой рудной зоны в 1885 г здесь одновременно проводились разведка и эксплуатация – до 1900 г, которые были возобновлены в 1935-1955 годы. В 1961-65 г.г. в результате поисково-оценочных работ 1-я рудная зона была переоценена на массу «кварц+сланцы» (Аверченков, 1965). В 1968-1973 г.г. проведена предварительная разведка 1 зоны (Гонтарь, 1973), а в 1978-1983 г.г. – детальная разведка 1 и 2 зон (Гонтарь, 1983). С 1885 до 1999 г. из месторождения добыто 1,1 т золота. Добыча руд карьером начата в 1999 г, к 2010 г было извлечено 16,586 т золота при среднем содержании в руде 2,3 г/т.

В 2010 г. остаточные запасы месторождения были переоценены при бортовом содержании для открытой добычи 0,6 г/т и селективной переработке бедных руд (до 1 г/т) кучным выщелачиванием (Махнева, 2010). В итоге государственным балансом до горизонта + 400 (до глубин 300-350 м от первоначальной поверхности) были утверждены остаточные запасы категории  $C_1$  и  $C_2$  в количестве 51 т золота со средним содержанием в руде 3 г/т, в том числе 2,3 т для кучного выщелачивания со средним содержанием 0,8 г/т, 30,8 т для открытой добычи с переработкой на ЗИФ (при среднем содержании 3,1 г/т) и 17,9 т для подземной добычи (при среднем содержании около 4 г/т). С учетом добычи и прогнозных ресурсов категории  $P_1$  (около 60 т), выявленных на глубоких горизонтах металлогенический потенциал 1 и 2 зон месторождения Эльдорадо составляет около 130 т золота.

Лицензия на добычу золота выдана ООО «Соврудник» в 1999г. на балансе месторождения числятся запасы в количестве: руды – 17312,31 тыс.т. и металла 51058,09 кг по категориям  $C_1+C_2$ . Данные взяты из отчёта ООО

"Соврудник" о техническом перевооружении объекта Эльдorado. (Косолапов А.И. 2013г).

Развёртывание разведочных работ по глубоким горизонтам месторождения несомненно укрепит минерально-сырьевую базу золотодобывающей промышленности Красноярского края и страны в целом.

## **6.2 Задачи проектируемых работ и методы их решения**

Геологическим заданием предусматривается оценка глубоких горизонтов месторождения Эльдorado с последующим подсчётом запасов по категории  $C_2$ . Оценка будет производиться до горизонта 270, по первой жильной зоне, так как она является наиболее богатой на месторождении.

Для выполнения поставленной задачи необходим комплекс геологоразведочных работ бурение скважин, опробование, топографогеодезические работы, лабораторные работы, камеральная обработка материалов. Согласно отчёту Эльдoradoинской партии детальной разведки золоторудного месторождения Эльдorado за 1978-1983 гг. (Гонтарь В.С.), месторождение отнесено к III группе сложности геологического строения, исходя из этого оценка глубоких горизонтов буровыми скважинами будет вестись по сети 100\*100м.

## **6.3 Буровые работы**

Бурение скважин предусматривается для оценки глубоких горизонтов первой жильной зоны месторождения Эльдorado с последующим подсчётом запасов по категории  $C_2$ . Рудные зоны как правило линейно вытянуты, имеют сложную морфологию и крутое (около  $70^\circ$ ) падение. Проектируются 4 наклонных скважины, с углом наклона -  $65^\circ$ . Бурение скважин предусматривается и из пределов и , и из за пределов карьера посети 100\*100 м для подсчёта запасов по категории  $C_2$ .

Угол заложения наклонных колонковых скважин определяется исходя из необходимости обеспечения пересечения скважинами минерализованной зоны под углом не менее  $30^\circ$  согласно п. 13 «Методическим рекомендациям



по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное», 2007 г.

Общий объём бурения составит 1635 п.м. Из них 442 п.м составит керновое бурение и 1193 п.м бескерновое. Так как месторождение хорошо изучено и уже эксплуатируется, керн будет отбираться только с интервалов предполагаемой рудной зоны.

Для получения кондиционного керна и достаточного его объема для анализов и хранения предусматривается минимальный диаметр керна 32 мм ( по данным ВИТР). Минимально допустимый выход керна для месторождения III группы сложности с благоприятной текстурой распределения компонентов равен 85 %. Бурение будет производиться на протяжении 3 месяцев.

Бурение будет осуществляться алмазным долотом и алмазными коронками по породам VIII-IX категории по буримости.

### 6.3.1 Горнотехнические условия бурения

Учитывая параметры проектируемых скважин, в таблице 14 приведён усредненный проектный геологический разрез скважины 352.

Таблица 14 — Усредненный проектный геологический разрез скважины 352

Интервал глубины, м		Литологическое описание	Категория пород по буримости	Возможные осложнения
От	До			
0	317,5	кварц-серицит-хлоритовые сланцы с редкими прожилками кварца, устойчивые, монолитные, абразивные	VIII	Износ бурового снаряда
317,5	472	кварц-серицит-хлоритовые сланцы с прожилками и жилами кварца, сульфидизированные, слаботрещиноватые, абразивные, устойчивые	IX	Частичное поглощение промывочной жидкости, износ бурового снаряда

### 6.3.2 Выбор и обоснование способа бурения

Так как керн будет отбираться только с интервалов предполагаемой рудной зоны выбирается вращательный комбинированный способ бурения, данный способ значительно ускоряет процесс бурения, так как уменьшается время спускоподъемных операций. К достоинствам способа можно отнести высокую скорость бурения, возможность бурить скважины под различными углами к горизонту, различным породоразрушающим инструментом в породах любой твёрдости и устойчивости, а так же бурить скважины на большую глубину, применяя при этом относительно лёгкое оборудование.

Буровые характеристики пород, встречающихся в разрезе позволяют использовать алмазный способ бурения. До рудной зоны будет осуществляться бескерновое бурение алмазным долотом.

В целях сокращения затрат времени на бурение за счёт уменьшения количества спуско-подъёмных операций на интервале 317,5-480 м будет использоваться комплекс со съёмным керноприёмником (ССК - 59). В отличие от обычного колонкового бурения, керн может быть быстро извлечён на поверхность специальной лебёдкой, через колонну бурильных труб. Извлечение керноприёмниками может производиться вплоть до полной выработки ресурса ПРИ. В итоге резко ускоряется процесс извлечения керна, сокращаются спускоподъёмные операции. Одновременно увеличивается качество опробования.

### 6.3.3 Профилирование скважин

Для определения оптимального угла забуривания и выяснения величины горизонтальной проекции скважин необходимо провести профилирование. Для этого необходимо вычислить радиус искривления оси скважины ( $R$ ), начальный зенитный угол ( $\theta_0$ ), конечный зенитный угол ( $\theta_k$ ) и горизонтальную проекцию оси скважины ( $a$ ).

Конечный зенитный угол в градусах рассчитывают по формуле:

$$\theta_k = \beta + \gamma - 90^\circ \quad (6.1)$$

$$\theta_k = 75 + 65 - 90 = 50^\circ$$

где  $\gamma$  – угол встречи скважины с пластом полезного ископаемого;  $\beta$  – угол падения пласта.

Начальный зенитный угол  $\theta_0$  в градусах определяют по формуле:

$$\theta_0 = \arcsin\left(\sin\theta_k - \dot{H} \frac{I_\theta}{57.3}\right) \quad (6.2)$$

$$\theta_0 = \arcsin\left(\sin 50 - 317 \frac{0,05}{57.3}\right) = 26,6^\circ$$

где  $\dot{H} = 317$  - глубина подсечения скважиной кровли пласта полезного ископаемого по вертикали в метрах;  $\theta_k$  - конечный зенитный угол в градусах;  $I_\theta = 0,05$  - интенсивность зенитного искривления, град/м

Радиус искривления оси скважины  $R$  в метрах определяют по формуле как величину, обратную кривизне, выраженной в градусах:

$$R = \frac{360^\circ}{2\pi I_\theta} = \frac{57.3}{I_\theta} \quad (6.3)$$

$$R = \frac{57.3}{0,05} = 1146, \text{ м}$$

где  $I_\theta = 0,05$  - интенсивность зенитного искривления, град/м.

Горизонтальную проекцию оси скважины в метрах рассчитывают по формуле:

$$a = R(\cos\theta_0 - \cos\theta_k) \quad (6.4)$$

$$a = 1146(\cos 26,6 - \cos 50) = 288, \text{ м}$$

В результате профилирования получен оптимальный начальный азимутальный угол забуривания скважины  $\theta_0 = 26,6^\circ$  и горизонтальная проекция скважины  $a = 288, \text{ м}$

### **6.3.4 Разработка конструкции скважины**

Конструкция всех скважин определяется необходимостью получения представительного для изучения и опробования объема кернового материала, а также техническими особенностями проходки скважин выбранным методом.

Для получения необходимого объема керна с учетом деления его на две части для опробования и хранения принимается минимальный диаметр керна 32 мм. Для выполнения поставленной задачи, будет применяться двойной колонковый снаряд комплекса ССК-59. В соответствии с этим, конечный диаметр породоразрушающего инструмента 59 мм.

В соответствии с геологическим разрезом, целевой направленностью бурения принимается следующая конструкция скважин:

- интервал 0,0-4,0 м - диаметр породоразрушающего инструмента 76 мм. Забуривание производится одинарным колонковым снарядом с начальным зенитным углом  $25^{\circ}$  с применением промывочной жидкости. Устанавливается направляющая обсадная труба (кондуктор) диаметром 73 мм;

- интервал 4-480 м - диаметр скважины 59 мм. На интервале 4-317,5 м применяется бескерновое бурение алмазным долотом. С интервала 317,5 м до проектной глубины 480 м применяется комплекс со съемным керноприемником (ССК - 59) диаметром 59 мм, диаметр керна при этом составляет 32 мм, что удовлетворяет заданным условиям.

### **6.3.5 Технология бурения**

Забуривание скважины производится алмазным башмаком 26ИЗ, диаметром 76 мм, с последующей установкой кондуктора диаметром 73 мм. На следующем этапе бурение будет производиться алмазным долотом 09АЗМ, и алмазной коронкой К-01-1 диаметром 59 мм на бурильных трубах ССК59. На всём интервале скважины 0-480 для промывки скважины будут применяться полимерные растворы.

Скважины будут буриться с начальным зенитным углом  $25^\circ$  и для того, чтобы проектная трасса бурения не искажалась, будут приниматься следующие меры:

- оперативный контроль - через 20 м будет производиться оперативный контроль интенсивности ее искривления с помощью инклинометра;
- плановый контроль - будет осуществляться каротажными отрядами (инклинометрия). При инклинометрии скважин регистрация замеров проводится по окончанию бурения скважины.

### **6.3.6 Выбор забойного снаряда**

Компоновка колонкового снаряда разрабатывается исходя из особенностей скважины. Учитывая характеристику пород, применяем:

Интервал 0-4 м слагают кварц-серицит-хлоритовые сланцы VIII категории по буримости. Применяется алмазный башмак 26ИЗ, с наружным диаметром 76 мм, направляющая труба диаметром 76 мм, переходник П-1-73/50 и бурильные тубы СБТН-50, трубы изготавливают из стали марки 36Г2С, а ниппели из стали марки 40Х.

Интервал 4-317,5 м сложен кварц-серицит-хлоритовыми сланцами, с единичными прожилками кварца, VIII категории по буримости. Породы устойчивые, абразивные, монолитные. На данном интервале применяется алмазное долото 09А3М диаметром 59 мм, переходник П-3-59/50 на долото с расширителя, алмазный расширитель РСА-1, направляющая труба диаметром 59 мм, переходник П-3-59/50 с направляющей трубы на бурильные тубы СБТН-50.

Интервал 317,5-480 сложен кварц-серицит-хлоритовыми сланцами, с прожилками и жилами кварца, сульфидизированными (рудная зона). Породы слаботрещиноватые, абразивные, устойчивые IX категории по буримости. На данном интервале будет использован двойной колонковый снаряд ССК - 59, применяется специальная алмазная коронка для ССК - 59 К-01-1 с наружным диаметром 59 мм, так же используются специальные бурильные тубы для

бурения снарядами ССК - 59, с наружным диаметром 55 мм и внутренним 45,4 мм, способ соединения «труба в трубу».

### 6.3.7 Расчёт параметров бурения

Учитывая характеристики пород и породоразрушающего инструмента принимаем следующие параметры режима бурения:

- а) осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент;
- б) частота вращения бурового снаряда;
- в) расход очистного агента.

а) При бурении алмазными коронками осевую нагрузку рассчитывают по формуле:

$$C = C_0 \times S, H \quad (6.4)$$

где  $C_0$  - удельная осевая нагрузка на 1 см<sup>2</sup> рабочей площади торца коронки, кг/см<sup>2</sup> (или Н/см<sup>2</sup>);  $S$  - рабочая площадь торца коронки, см<sup>2</sup>.

$$S = k_y \times \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2), \text{ см}^2, \quad (6.5)$$

где:  $k_y$  - коэффициент уменьшения площади торца коронки за счёт промывочных каналов;  $D_H^2$  - наружный диаметр коронки, см;  $D_B^2$  - внешний диаметр коронки, см.

б) Частоту вращения коронки определяют по формуле:

$$n = \frac{19,1 \times V}{D} \text{ об/мин}, \quad (6.6)$$

где:  $V$  - окружная скорость коронки, м/с;  $D$  - средний диаметр коронки, м.

$$D = q_0 \times D_H, \text{ л/мин}, \quad (6.7)$$

в) Расход промывочной жидкости рассчитывают по формуле:

$$Q = q_0 \times D_H, \text{ л/мин} \quad (6.8)$$

где:  $q_0$  - удельный расход жидкости 1 см диаметра коронки, л/мин;  $D_H$  - наружный диаметр коронки, см.

Для алмазного бурения осевая нагрузка на коронку, частота вращения и расход промывочной жидкости рассчитываются по формулам и корректируются в соответствии с рекомендациями ВИТР.

1) Интервал 0-4 м. Породы VIII категории по буримости. Применяется алмазный башмак 26ИЗ с наружным диаметром 76 мм. Все основные параметры принимаем исходя из рекомендаций завода производителя.

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент

$$C = 14 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда = 840 об/мин

Расход промывочной жидкости

$$Q = 23,8 \text{ л/мин}$$

2) Интервал 4-317,5 м. Породы VIII категории по буримости. На данном интервале применяется алмазное долото 09А3М диаметром 59 мм.

Все основные параметры принимаем исходя из рекомендаций завода производителя.

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент

$$C = 9 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда = 800 об/мин

Расход промывочной жидкости

$$Q = 41 \text{ л/мин}$$

3) Интервал 317,5-418 м. Породы IX категории по буримости. На данном интервале применяется специальная алмазная коронка для комплекса ССК К-01-1 с наружным диаметром 59 мм. Все основные параметры принимаем исходя из рекомендаций завода производителя.

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент

$$C = 10,2 \text{ кН}$$

Частота вращения бурового снаряда = 850 об/мин

Расход промывочной жидкости

$$Q = 17 \text{ л/мин}$$

В таблице 15 приведены результаты расчёта режимов бурения.

Таблица 15 — Результаты расчёта режимов бурения

Литолого-петрографическая характеристика пород	Тип и размеры породоразрушающего инструмента	Режим бурения		
		Осевая нагрузка на коронку, кН	Частота вращения, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин
кварц-серицит-хлоритовые сланцы с редкими прожилками кварца, устойчивые, монолитные, абразивные	Алмазный башмак 26ИЗ Ø 76 мм	14	840	23,8
кварц-серицит-хлоритовые сланцы с редкими прожилками кварца, устойчивые, монолитные, абразивные	Алмазное долото 09АЗМ Ø 59 мм	9	800	41
кварц-серицит-хлоритовые сланцы с прожилками и жилами кварца, сульфидизированные, слаботрещиноватые, абразивные, устойчивые.	Алмазная коронка К-01-01 Ø 59 мм	10,2	850	17

### 6.3.8 Выбор очистного агента

В качестве очистного агента на интервале 0 - 480 м будет использоваться полимерный раствор на основе водных растворов полимеров ПАА с концентрацией в воде 0,1-0,5 %. Он особенно эффективен при алмазном бурении устойчивых пород благодаря устранению вибраций бурильной колонны, уменьшению затрат мощности, улучшению очистки забоя от шлама. Так как скважина имеет большую глубину, эти параметры будут иметь достаточно большое значение при использовании двойного колонкового снаряда. Параметры раствора: плотность 1,0 -1,02 г/см<sup>3</sup>;



условная вязкость 15 с; водоотдача 12-35 см<sup>3</sup> за 30 мин. Для подачи промывочной жидкости в скважину будет применяться буровой насос НБЗ - 120/40. Приготовление растворов производится на месте с помощью миксера.

В связи с тем, что породы в разрезе абразивные, во избежание быстрого износа бурового оборудования рекомендуется использование буровых смазок "Пластол", "Геол-1".

### 6.3.9 Выбор буровой установки

Учитывая конструкцию скважины, геолого-технические условия бурения, физико-географическое положение участка работ, рельеф местности, проектом предусмотрено высокооборотное алмазное бурение, поэтому используем высокооборотные буровые установки типа УКБ - 5П со станком СКБ - 5.

Таблица 16 — Технические характеристики буровой установки УКБ - 4П

Грузоподъёмность на крюке, т:	
номинальная	5
максимальная	8
Мощность электродвигателя бурового станка, кВт	30
Глубина бурения 59 - мм коронками с 54 - мм стальной колонной, м	800
Диаметр бурильных труб, мм	70-42
Длина свечи, м	14
Угол наклона скважины (по мачте), град	90-65
Число передач вращателя	8
Диапазон изменения частоты вращения шпинделя, об/мин	120 - 1500
Максимальная подача бурового насоса, л/мин	120
Рабочая высота с мачтой, м	19,1
Подъём и установка мачты в рабочее положение	Гидроподъёмником

Установка представляет собой комплекс бурового и электрического оборудования, сведенный в один технологический блок, перевозимый без разборки. Установка предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин алмазными и твердосплавными коронками.

Для обеспечения оптимального режима бурения и жизнедеятельности персонала, будут применяться передвижные дизельные электростанции мощностью 100 кВт (ДЭС - 100), смонтированные на металлических санях

### **6.3.10 Проверочный расчёт двигателя станка по расходуемой мощности**

Возможности эксплуатации бурового станка оцениваются сравнением мощности его двигателя  $N_{дв}$  с максимальной мощностью расходуемой на бурение  $N_б$ . При  $N_{дв} > N_б$  выбранным буровым станком можно пробурить скважину проектной глубины с соблюдением оптимальных разработанных параметров бурения.

Мощность затрачиваемую на бурение  $N_б$ , определяется по формуле:

$$N_б = N_{ст} + N_{заб} + N_{хв}, \quad (6.9)$$

где  $N_{ст}$  – потери мощности в буровом станке, кВт;  $N_{хв}$  – затраты мощности на вращение колонны бурильных труб, кВт;  $N_{заб}$  – затраты мощности для разрушения породы на забое, кВт.

Потери мощности в буровом станке определяются по формуле:

$$N_{ст} = A + B \times n, \quad (6.10)$$

где  $A$  и  $B$  – экспериментальные коэффициенты ( $A = 1,4$ ;  $B = 0,0064$ ),  $n$  – частота вращения, об/мин ( $n=850$  об/мин ). Тогда,

$$N_{ст} = 1,4 + 0,0064 \times 850 = 6,84 \text{ кВт},$$

Затраты мощности на вращение бурильных труб определяются по формуле:

$$N_{\text{XB}} = (2,75 \times 10^{-7} \times n^2 - 2,6 \times 10^{-4} \times n + 4 \times 10^{-2}) \times L \quad (6.11)$$

где  $n$  - частота вращения бурового снаряда, об/мин,  $L$  - глубина скважины.

$$N_{\text{XB}} = (2,75 \times 10^{-7} \times 850^2 - 2,6 \times 10^{-4} \times 850 + 4 \times 10^{-2}) \times 480 = 8,5 \text{ кВт},$$

Затраты мощности на разрушение горной породы на забое для алмазного бурения определяются по формуле:

$$N_{\text{заб}} = 2 \cdot 10^{-8} \cdot D_{\text{cp}} \cdot C \cdot n, \quad (6.12)$$

где  $D_{\text{cp}}$  – средний диаметр коронки, мм,  $D_{\text{cp}}=59$  мм,  $C$  – осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, Н,  $C=10500$  Н.

$$N_{\text{заб}} = 2 \times 10^{-8} \times 59 \times 10500 \times 850 = 10,5 \text{ кВт}$$

Тогда полная мощность бурения равна:

$$N_{\text{б}} = 6,84 + 8,5 + 10,5 = 25,84 \text{ кВт}$$

Расчёт станка по расходуемой мощности показал правильность выбора, так как затраты мощности на бурение равные 25,84 кВт не превышают мощности двигателя 30 кВт бурового станка СКБ-5.

### **6.3.11 Вспомогательный и аварийный инструмент**

В соответствии с уже выбранными размерами бурильных, колонковых и обсадных труб выбираем вспомогательный инструмент: ключи корончатые типа КК, ключи шарнирные трубчатые типа КШ, служащие для свинчивания и развенчивания бурильных труб и забойных снарядов. Вспомогательный инструмент для осуществления спускоподъемных операций: подкладные вилки УРБ, разъемные хомуты Д.76, вертлюг - амортизатор, замки для соединения бурильных труб. Для контроля за параметрами бурения и обеспечения безаварийного бурения используют контрольно-измерительную аппаратуру «Курс - 411», она позволяет эффективно осуществлять контроль за процессом бурения. Для приготовления промывочного раствора используют глиномешалки МГ-2-4.

### **6.3.12 Вспомогательные работы, сопутствующие бурению**

Вода подвозится автомобилем от ближайшего водного источника. Приготовление глинистого и полимерного раствора для бурения и тампонирувания устьев скважин производится на месте. Очистка выходящей из скважины промывочной жидкости от шлама производится с помощью желобов и отстойников.

После окончания бурения скважин обсадные трубы извлекаются, скважина тампонируется, устье скважины отмечается деревянной штангой с указанием номера скважины, ее глубины, названием организации, годом буровых работ.

Для определения уровня подземных вод предусматривается замер уровня воды в скважине в конце каждой смены.

### **6.3.13 Мероприятия по предупреждению аварий**

Аварии в скважине, происходящие с инструментом приводят к преждевременному выходу из строя бурового оборудования и инструмента и требуют непроизводительной затраты времени и средств на их ликвидацию. Во избежание возникновения аварий в скважине с бурильными трубами необходимо:

- выбирать рациональную систему работы бурильных труб со своевременной перекомплектацией колонны;
- применять бурильные трубы с прочностью, обеспечивающей нормальную работу бурового снаряда на соответствующем режиме;
- тщательно осматривать резьбовые соединения и тело труб в процессе спусков и подъемов с целью отбраковки сильно изношенных звеньев;
- при свинчивании бурильных труб смазывать резьбу специальной смазкой и применять подмотку в ниппельных соединениях во избежание промыва и коррозии резьб;

– производить профилактический осмотр и содержать в исправном состоянии механизмы и инструмент для производства СПО, во избежание падения бурильных труб в скважину;

– применять контрольно-измерительную аппаратуру в процессе бурения скважин. В целях предотвращения аварий с обсадными трубами необходимо:

– тщательно проверять резьбы труб, их внутренний диаметр и кривизну;

– смазывать разогретой смолой или специальной мастикой резьбу труб для обеспечения герметичности соединения колонны;

– проверять исправность лебедки станка, тормозов, каната, талевой системы, крюка, хомутов и копра; - перед спуском труб в скважину обильно смазывать их наружную поверхность мазутом или отработанным маслом, что при ликвидации разведочной скважины облегчает извлечение обсадной колонны; Для предотвращения прихватов и затяжек инструмента в скважинах необходимо:

– производить промывку скважин раствором, качество которого соответствует разбуриваемым породам; – подбирать количество подаваемой к забою жидкости в соответствии с диаметром скважины и механической скоростью бурения, чтобы обеспечить хорошую очистку забоя от шлама;

– систематически осуществлять контроль за качеством глинистого раствора; – наращивание инструмента производить возможно быстрее, так как в это время прекращается промывка.

## **7 Геологическая документация**

Геологической документации подлежит 85% объема бурения скважин по рудной зоне (376 п.м. керна скважин), документация скважин до рудной зоны нецелесообразна, так как месторождение Эльдorado хорошо изучено.

### **7.1 Документация керна буровых скважин**

Геологическая документация керна скважин производится с целью выделения зон измененных пород, отдельных кварцевых жил, жильных зон, выделения рудных интервалов опробования этих зон. Непосредственно в след за бурением ведется первичная геологическая документация. Документация керна всех скважин осуществляется в общепринятых, стандартных журналах документации, в которых в табличной форме фиксируется основная информация, получаемая при проходке скважины: номер керна, интервалы отбора керна, вынос керна, так же выполняется зарисовка геологической ситуации в масштабе 1:50. В процессе документации ведется разметка проб для последующего опробования. Первичная геологическая документация - наиболее стабильная часть данных, которая подлежит уточнению и восстановлению, но фактически не меняется со временем. Также в ведомости указывается количество ящиков, общая длина интервала, пройденного с отбором керна и общий выход керна. Вся составленная документация подписывается документатором керна и проставляется дата. К качеству отбора керна и его документации предъявляются повышенные требования, так как точность всех последующих геологических построений напрямую зависит от качества отбора, укладки и документации керна. Документация выполняется в камеральных помещениях непосредственно на участке работ.

## **7.2 Опробование**

Для выявления промышленного золотого оруденения и изучения его параметров, а так же определения концентраций попутных элементов предусматривается отбор керновых проб.

### **7.2.1 Керновое опробование**

Общий объём кернового бурения оставляет 442 п.м, при планируемом выходе керна 85% суммарная длина кернового опробования составит:  $442 \times 0,85 = 376$  п. м. Средняя длина керновой пробы равна 1 м. При наружном диаметре равном 32 мм в пробу будет отбираться весь керн. Вес пробы длиной 1 м составляет 2,2 кг. Категория пород поступающих в пробу - IX.

### **7.2.2 Пробоподготовка**

Для подготовки керновых проб в цех пробоподготовки поступают керновые пробы весом 2,2 кг. Пробы проходят сортировку и сушатся в специальных сушильных шкафах при температуре 105°. Сухая проба поступает в щековую дробилку и измельчается до 10 мм, просеивается через сито с диаметром отверстий 10 мм, после чего перемешивается. Далее проба трижды квартуется и перемешивается, в результате чего получается проба массой 0,275 кг, которая идёт на измельчение на валковой дробилке до диаметра 0,5 мм и перемешивается, после чего проба поступает на стандартную кольцевую мельницу и истирается до размерности 0,074 мм, после чего перемешивается. Пробу делят на лабораторную навеску и дубликат методом квартования. Лабораторная навеска весом 137 г отправляется в аналитическую лабораторию, дубликат весом 138 г будет использован для выполнения внутреннего и внешнего контроля лаборатории.

Качество дроблёного и истёртого материала ежедневно контролируется контрольным рассевом после дробления и истирания на дробилках и

мельницах. Кроме контрольного просева, в цехе пробоподготовки выполняется контрольное взвешивание всех проб (лабораторная навеска и геологический дубликат). Общий вес сравнивается с исходным весом пробы, разница должна быть не более 1,5 - 2 % от исходного объема пробы. Для оценки возможного заражения обрабатываемых проб остатками ранее обработанных, через оборудование (дробилки, мельницы, делители и т.д.) пропускаются пустые "бланковые" пробы весом 2,2 кг, не содержащие анализируемых компонентов, которые затем отправляются на анализ в лабораторию. Пустая проба вкладывается через каждые 20 рядовых проб (5 % от общего объема кернового опробования). В качестве бланковой пробы используется шамотный кирпич или речной кварцевый песок. Данную работу осуществляет мастер цеха пробоподготовки. Количество бланковых проб -19.

Схема пробоподготовки представлена на рисунке 36.



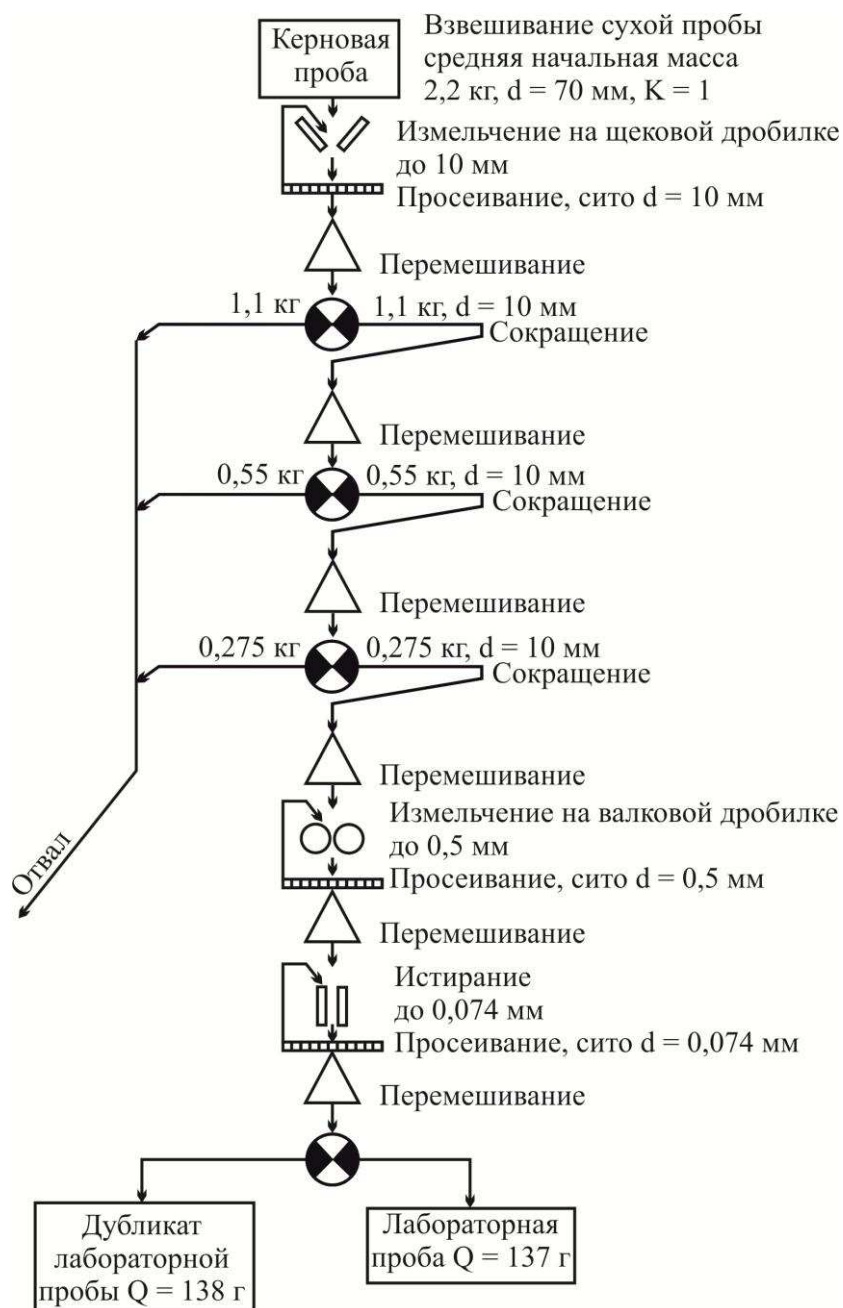


Рисунок 36 — Схема пробоподготовки

### 7.3 Отбор навесок

#### 7.3.1 Для составления групповых проб

Для выявления в составе руд полезных и вредных попутных компонентов предусматривается отбор групповых проб в пределах известных рудных тел. Объединение рядовых проб в групповые производится по мощности рудных тел. Средняя мощность 5-25 м, из этого следует, что средняя длина, объединяемого в одну пробу интервала составит 5 м, вес одной пробы 138 г.

Групповые пробы составляются из материала дубликатов рядовых проб, их количество определяется по суммарной длине ожидаемых разведочных пересечений. С учётом резерва, в составлении групповых проб будет участвовать 10 % объёма рядового кернового опробования разведочных скважин  $(376 \times 0,10) = 38$  групповых проб. Пробы будут отправлены на спектральный анализ.

### **7.3.2 Отбор навесок на внутренний и внешний контроль**

Согласно действующему Методическому руководству по применению классификации запасов к золоторудным месторождениям (2007), качество пробирных анализов на золото основной лаборатории должно постоянно подвергаться геологическому контролю. В случае, если число анализируемых проб менее 2000 пр/год, по каждому выделенному классу содержаний должно быть выполнено не менее 30 контрольных анализов за контрольный период. По данным Гонтаря В.С. 1983 г на месторождении выделено 3 класса содержаний (0,0 - 0,9 г/т, 1 - 2,4 г/т, 2,5 - 16 г/т). Общий объём проб внутреннего контроля составит 90 проб за весь период работ. Для выявления системных ошибок пробирного анализа основной лаборатории, предусматривается выполнение внешнего контроля. Количество проб - 90.

Всего на внутренний и внешний контроль планируется отбор 180 проб из лабораторных дубликатов.

### **7.4 Минералогическое опробование**

Из самых представительных частей керна планируется отбор образцов для последующего изготовления и описания 20 полированных аншлифов для изучения вещественного состава пород и руд глубоких горизонтов месторождения.

## **7.5 Аналитические работы**

Все керновые пробы будут проанализированы методом пробирной плавки с атомноабсорбционным окончанием. Чувствительность анализа составляет 0,005 г/т. Общее количество анализов составляет 575, в т.ч. по видам опробования:

- керновые пробы скважин -376 анализов;
- "бланковые пробы" (контроль пробоподготовки) - 19 анализов;
- навески на внутренний контроль - 90 анализов;
- навески на внешний контроль - 90 анализов.

Спектральный будет выполнен на групповых пробах, отобранных по различным рудным телам с целью определения содержаний попутных компонентов. Количество анализов - 38.

Отбор проб на минералогический анализ - 20.

Анализ планируется выполнить в лаборатории ООО "Соврудник".

## **7.6 Геофизические исследования в скважинах**

При производстве буровых работ на месторождении Эльдorado предусматривается упрощенный комплекс ГИС для определения положения скважин в пространстве (инклинометрия). Геофизические исследования будут выполняться с использованием каротажной станции СК-1-74 с установленной на ней каротажной лабораторией ГИК1 на базе грузовика ЗИЛ-131. Масштаб глубин при исследованиях скважин принимается 1:200. Все исследования выполняются в соответствии с «Технической инструкцией по геофизическим исследованиям в скважинах», действующими нормативными документами и методическими указаниями.

Для контроля смещения оси скважины от заданного направления и положения забоя скважины будет производиться инклинометрические исследования инклинометром УМИ-25. Предусматриваемые проектом геофизические работы будут вестись специализированными организациями на договорной основе.

## 7.7 Топографо-геодезические работы

Целевым назначением проектируемых топографо-геодезических работ является вынос в натуру и планово-высотная привязка 4 скважин и создание топографической основы для отчетных геологических карт и разрезов.

Работы будут выполняться в Балтийской системе высот и условной системе координат, в соответствии с требованиями действующих инструкций и нормативных документов:

Инструкция по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ. М., 1984 г.

Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000 - 1:500. ГК МНП -02-033-79. Недра. М., 1982 г.

Плановое и высотное положение скважин относительно исходных геодезических пунктов будут определяться со среднеквадратическими ошибками, обеспечивающими точность  $\pm 2$  м в плане и  $\pm 0,5$  м по высоте.

Район месторождения Эльдorado обеспечен современной топографической основой масштаба 1:25000. Геологоразведочные работы 1961 – 1983 гг. были снабжены топографической основой в 1968-1969 гг. Для ее создания Красноярской топографической партией Геологосъемочной экспедиции, по согласованию с Красноярской территориальной инспекцией Госгеонадзора (№78 от 17.05. 1968 г. и №56 от 24.04. 1969 г.) была произведена топографическая съемка масштаба 1:2000 с отображением в масштабе 1:1000.

Выноска скважин в натуру скважин, а также их привязка, производится с помощью теодолитных ходов точностью 1:1000 от точек опорного обоснования магистралей. Высоты определяются тригонометрическим нивелированием одновременно с проложением теодолитных ходов.

Сроки выполнения топографо-геодезических работ будут зависеть от графика проведения буровых работ. Предусматриваемые проектом

топографо-геодезические работы будут производиться специализированными организациями на договорной основе.

## **7.8 Камеральные работы**

В состав камеральных работ входит проверка и редакция полевых журналов документации буровых скважин, опробования; составление карт фактического материала; камеральная обработка лабораторных (пробирных и спектральных) исследований с изображением результатов на графиках, схемах, таблицах, планах, разрезах, проекциях. По результатам работ будут ежеквартально составляться отчёты, а по окончании работ будет составлен окончательный отчёт с подсчётом запасов. Общая продолжительность работ – 2,5 месяца.

## **7.9 Транспортировка грузов и персонала**

### **7.9.1 Транспортировка грузов**

Транспортировка грузов будет осуществляться из городов Красноярск, Енисейск, Лесосибирск и п. Северо-Енисейский автомобильным транспортом.

### **7.9.2 Транспортировка персонала**

Доставку рабочих из вахтового поселка к местам работы производится вахтовкой – Урал-4320. Доставка вахт на карьер 1 раз в неделю производится вахтовкой – Камаз-43118.

## **7.10 Сводный перечень проектируемых работ**

Виды и объемы работ в целом по настоящему проекту могут быть оперативно скорректированы в процессе их проведения и получения результатов. Сводный перечень проектируемых работ приведен в таблице 17.

### 7.11 Подсчёт ожидаемых запасов

Подсчет ожидаемых запасов производится методом вертикальных разрезов, среднее содержание учитывалось исходя из среднего содержания по каждому рудному телу.

Объём блоков находится по формуле:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times l, \text{ м}^3 \quad (7.1)$$

В случае, когда площади рудных тел  $S_1$  и  $S_2$  отличались более чем на 40 %, объём блока определяется по формуле усеченной пирамиды:

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}}{3} \times l, \text{ м}^3 \quad (7.2)$$

Объём блоков 350-а-С<sub>2</sub>, 350-г-С<sub>2</sub>, 350-д-С<sub>2</sub>, 350-е-С<sub>2</sub> находится по формуле клина:

$$V = \frac{S_1}{2} \times l, \text{ м}^3 \quad (7.3)$$

$S_1$  и  $S_2$  – площадь рудных тел на разрезах,  $l$  – расстояние между разрезами.

Запасы руды  $Q$  находятся по формуле:

$$Q = V \times d_T, \text{ т} \quad (7.4)$$

По данным ПГО "Красноярскгеология" объёмная масса (средняя плотность) составляет 2,7 (т/м<sup>3</sup>) по 147 пробам из гидрогеологических скважин.

$d_T$  – объёмный вес (2,7 т/м<sup>3</sup>)

Запасы полезного компонента определяются по формуле:

$$P = Q \times C_{\text{ср}}, \text{ кг} \quad (7.5)$$

$C_{\text{ср}}$  - среднее содержание полезного компонента в каждом блоке.





В результате проведения запроектированных работ была проведена оценка глубоких горизонтов месторождения Эльдorado до предполагаемого выклинивания рудной зоны по категории  $C_2$  и выделены блоки: 350-а- $C_2$ , 350-б- $C_2$ , 350-в- $C_2$ , 350-г- $C_2$ , 350-д- $C_2$ , 350-е- $C_2$ . В целом, запасы золота по категории  $C_2$  на глубоких горизонтах первой рудной зоны месторождения Эльдorado составляют - 4997,4 кг.

## **8 Мероприятия по охране окружающей среды**

В целях охраны окружающей среды и снижения антропогенного воздействия на экосистему в данном проекте предусмотрены следующие мероприятия:

- решения генплана карьера «Эльдорадо» приняты с учетом занятия наименее ценных земель и наименьшей площади в целом;
- уменьшения загрязнения атмосферного воздуха горными работами;

На основании проведенных расчетов загрязнение атмосферы, с учетом неорганизованного характера выделений, одновременной работы машин и механизмов, за пределами промплощадки не ожидается загрязнение атмосферного воздуха, превышающего гигиенические нормативы. Таким образом, фактическое расположение предприятия и его объектов обеспечивает соблюдение указанного нормативного размера санитарно-защитных зон.

С целью снижения пылеобразования необходимо интенсифицировать, полив мест работы экскаваторов и бульдозеров, кроме того, для уменьшения выброса горной техникой продуктов сгорания дизельного топлива, в частности, диоксида азота и сажи, настоящим проектом рекомендуется заменить имеющиеся комбинированные нейтрализаторы, снижающие содержание окислов азота – на 50%, окиси углерода – на 75%, углеводородов – на 70% на блочные каталитические нейтрализаторы БКН с эффективностью газоочистки 90%.

- проведение рекультивационных мероприятий;
- сбор отходов производства и жизнедеятельности и их утилизация;
- рациональное использование природных ресурсов на площади хозяйственной деятельности;
- постоянное ведение горно-экологического мониторинга;
- компенсация нанесенного ущерба окружающей среде.

## 8.1 Мероприятия по охране лесных ресурсов

Охрана лесов при развитии горных работ будет осуществляться согласно требованиям Лесного Кодекса РФ. Леса подлежат охране от пожаров, незаконных рубок, нарушений установленного порядка лесопользования и других действий, причиняющих вред лесному фонду, а также защите от вредителей и болезней леса.

Основными задачами охраны леса от пожаров являются: предупреждение лесных пожаров, их обнаружение, ограничение распространения и тушение. Лесопользователь (ООО «Соврудник») разрабатывает и согласовывает с Северо-Енисейским лесхозом план противопожарных мероприятий, а также проводит их в установленные сроки. При возникновении пожаров Лесопользователь выделяет на их тушение необходимое количество техники и людей, согласно перечня прилагаемого к мероприятиям. При осуществлении лесопользования Лесопользователь обязан:

- осуществлять пользование участком лесного фонда в соответствии с лесным законодательством РФ;
- соблюдать условия договора аренды;
- не допускать нанесения вреда окружающей среде;
- соблюдать правила пожарной безопасности в лесах;
- не оставлять древесины на участке фонда;
- производить очистку от порубочных остатков;
- возмещать убытки лесному хозяйству от производственной деятельности;
- приводить земли на участке лесного фонда в состояние, указанное в договоре аренды.

Воспроизводство лесов на рекультивированных землях будет осуществляться Северо-Енисейским лесхозом за счет финансовых средств, выплаченных ООО «Соврудник» при переводе лесных земель в нелесные.

## **8.2 Рекультивация нарушенных земель**

Арендуемые земли, занимаемые под строительство объектов (отвалы вскрышных пород, склады руды и ПРС, технологические автодороги) подлежат горно-технической рекультивации. К работам по рекультивации относятся:

- снятие растительного слоя с площадей объектов карьера, размещение его на складе и возврат на рекультивируемые площади;
- подготовка площадей под рекультивацию с разравниванием грунта;
- прикатка возвращенного и уложенного почвенно-растительного слоя.

Рекультивация самого карьера, после отработки запасов, предусмотренных для открытой добычи, состоит в приведении бортов карьера в устойчивое состояние и зачистки предохранительных берм.

## **8.3 Мероприятия по охране атмосферного воздуха**

С целью снижения вредного влияния на загрязнение атмосферного воздуха при развитии горных работ, в проекте предусматривается ряд технических и организационных мероприятий, направленных на уменьшение объема выбросов вредных веществ. Технологические мероприятия включают в себя:

- оснащение буровых станков пылеулавливающими устройствами в заводском исполнении;
- обеспечение снижение выбросов загрязняющих веществ с выхлопными газами за счет установки на выхлопных трубах работающих машин и механизмов комбинированных нейтрализаторов, снижающих содержание окислов азота – на 50%, окиси углерода – на 75%, углеводородов – на 70%.

В число организационных мероприятий входят:

- полив карьерных дорог, мест работы погрузчиков и бульдозеров, поверхностей отвалов;
- ежемесячная регулировка двигателей внутреннего сгорания машин и механизмов с помощью переносного газоанализатора ИНА-109.

#### **8.4 Мероприятия по охране и рациональному использованию поверхностных и подземных вод**

Для обеспечения минимального загрязнения водных объектов и рационального использования водных ресурсов при развитии горных работ предусматриваются следующие мероприятия:

- внедрение технически обоснованных норм водопотребления;
- максимально возможное сокращение потребления свежей воды на производственные нужды;
- разработка схемы организованного отвода и очистки поверхностного стока с территории предприятия.

К мероприятиям по предупреждению загрязнения и истощения подземных вод относятся:

- устройство усовершенствованных покрытий на промплощадке;
- проектирование системы ливневой канализации для сбора, отведения и очистки поверхностных стоков.
- заправка машин, бульдозеров и горной техники производится непосредственно на рабочих местах из резервуаров топливозаправщика. Заправочный комплекс рассчитан на снабжение технологического оборудования топливом, маслами и сбор отработанных нефтепродуктов.
- заправка техники при наличии маслоулавливающих поддонов и специальных наконечников на наливных шлангах.
- строгий учет расхода нефтепродуктов и сбора отработанных масел.
- зачистка бульдозером площадок стоянки транспорта.
- установление для источников хоз.питьевого водоснабжения зоны санитарной охраны, состоящей из трех поясов режимов ограничения.

## 9 Мероприятия по охране труда

Для успешного проведения оценочных работ и предупреждения случаев производственного травматизма и профзаболеваний работы будут выполняться согласно действующим нормативным документам: “Правила безопасности при геологоразведочных работах”, “Инструкция по соблюдению мер по пожарной безопасности при производстве геологических работ”, “Типовая система обеспечения безопасных условий труда”, а также с соответствующими инструкциями по видам работ:

1. Перед выездом на полевые работы все работники проходят обязательный медицинский осмотр.
2. Все постоянные работники должны сдать экзамены по ТБ, сезонные рабочие получить соответствующий инструктаж.
3. Перед началом полевых работ приказом по партии назначаются ответственные ИТР за соблюдение ПБ, бесперебойной радиосвязи, использования транспортных средств.

На производство работ с повышенной опасностью выдается наряд-задание.

Буровые работы выполняются согласно с ПБ, ГРП 1980 г. (раздел 5) и соответствующих инструкций.

К проведению опробовательских работ допускаются рабочие, подготовленные в соответствии с ПБ, ГРП 1980 г. (раздел 8) и утвержденными типовыми инструкциями.

Противопожарные мероприятия осуществляются согласно с “ППБ для геологоразведочных организаций и предприятий”, 1979 г. Все работники полевых отрядов должны соблюдать ППБ.

Временное и технологическое строительство ведется при строгом соблюдении требованиям “ПБ при геологоразведочных работах”, 1970 г., а также ПБ на используемых видах транспорта.

Комплексный план мероприятий приведен в виде таблицы 19.

Таблица 19 — Комплексный план мероприятий, направленных на улучшение состояния охраны труда

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Ответственный исполнитель
1	2	3	4
<b>I Организационные мероприятия</b>			
1	Рассмотрение на профсоюзном собрании итогов по ТБ за полевой сезон и утверждение мероприятий по улучшению этой работы	Ежегодно	Инженер предприятия по ТБ
2	Доведение до сведений каждого работника приказов, постановлений, связанных с нарушениями ТБ и несчастными случаями	Сразу после издания приказа и постановления	Инженер предприятия по ТБ
3	Проведение комплексной проверки состояния охраны труда и ТБ в объекте.	Согласно общего экспедиционного графика	Инженер предприятия по ТБ
<b>II Организационно-технические мероприятия</b>			
1	Оформлять акт о готовности объекта к полевым работам только после полной укомплектации отрядов необходимым снаряжением и материалами для безопасного ведения работ	Ежегодно	Руководитель объекта
2	Выезд на полевые работы и возвращение отрядов осуществляется по разработанным и утвержденным графикам под руководством ответственных лиц, назначенных приказом	Ежегодно	Начальник партии, руководитель объекта
3	Обучать безопасным приемам работы вновь поступающих рабочих		Начальник отряда
<b>Геолого-поисковые отряды</b>			
4	Перед заброской отрядов с работниками провести техминимум по правилам ТБ при загрузке вертолетов, поведения в полете и выгрузке на месте работы, а также ТБ на водном транспорте	Ежегодно	Начальник отряда
5	Проводить проверки состояния, хранения и использования ведомственного оружия	В течении всего полевого сезона	Начальник отряда

## Окончание таблицы 19

III Мероприятия по пожарной безопасности			
1	До начала полевых работ зарегистрировать в лесхозе место работ и назначить ответственных за соблюдение правил ТБ	Ежегодно до полевого сезона	Начальник партии, руководитель объекта
2	С работниками провести пожарно-технический минимум, обратив особое внимание на предупреждение лесных пожаров	Ежегодно	Начальник отряда
3	Во время полевых работ постоянно вести контроль за соблюдением правил ТБ и выполнения требований "Положения о мерах ТБ персонала геологоразведочных организаций..."	Ежегодно	Руководитель объекта, начальник отряда
4	Провести проверку обеспеченности всех объектов средствами пожаротушения	Ежегодно	Начальник партии
IV Мероприятия по улучшению и оздоровлению труда			
1	Подготовить из числа сотрудников объекта санинструкторов, обученных элементарным правилам оказания медицинской помощи	Ежегодно	Руководитель объекта
2	С работниками провести пожарно-технический минимум, обратив особое внимание на предупреждение лесных пожаров	Ежегодно	Начальник отряда
3	Оборудовать котлопункты в полевых отрядах согласно требованиям сангигиены	Ежегодно	Начальник отряда



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целевым назначением проекта является проведение оценки глубоких горизонтов месторождения Эльдorado, входящего в состав Перевальнинского рудного узла (Енисейский кряж).

В геологической части проекта рассмотрены особенности геологического строения месторождения Эльдorado и Перевальнинской площади в целом.

В специальной части проекта изучены особенности вещественного состава руд с применением оптической и электронной микроскопии, что позволило сделать предположения о возможном вещественном составе руд на глубоких горизонтах месторождения Эльдorado.

В методической части обоснован комплекс работ и объемы для решения поставленных проектом задач: буровые работы, геологическая документация, опробование и обработка проб, лабораторные и камеральные работы. Также в данной части проекта содержится методика подсчета запасов по категории С<sub>2</sub>.

В производственно–технической части проекта рассчитаны затраты времени и труда на проектируемые работы, а в сметной части – стоимость работ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гонтарь, В. С. Отчет Эльдорадинской партии детальной разведки золоторудного месторождения Эльдорадо за 1978-1983 гг. в 7 томах, том 1. – 174 с.
2. Зварыгин, В. И. Бурение геологоразведочных скважин. Метод. указания по выполнению курсового проекта для специальностей 080700 «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых». Сост. В. И. Зварыгин; ГАЦМиЗ. – Красноярск, 1999. – 52 с.
3. Зварыгин, В. И. Буровые станки и бурение скважин. Красноярск, СФУ 2010 г. – 236 с.
4. Махнева, Н. А. Отчет о результатах работ по объекту «ТЭО Кондиций и пересчет запасов рудного золота месторождения Эльдорадо по состоянию на 01.01.2010 г.» в 6 томах, том 1. – 184с
5. Маслова, В. В. Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 080100, 080200, 08600. КГАЦМиЗ. – Красноярск, 1998. – 32 с.
6. Нескоромных, В. В. Бурение скважин. Красноярск, СФУ 2014 г.– 399 с.
7. Нескоромных, В. В. Проектирование скважин на твёрдые полезные искрпаемые.Красноярск, СФУ 2014 г.– 399 с.
8. Петровская, Н. В. Самородное золото, общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса. Издательство «НАУКА» 1973 г.
9. Стороженко, А. А., Дмитриева, Е. В. «Поисковые и оценочные работы на рудное золото на Эльдорадинской площади». в 2 томах, том1. – 237 с.
- 10 Сердюк, С. С. и др. Модели месторождений золота Енисейской Сибири. Красноярск 2010 г.
11. Целыковский, А. Ф. Отчет о геологическом доизучении площади Северо-Енисейского золотоносного района проведенном в 1976-80 гг. Центральной партией. 1980г. Том 1, часть 1. – 132 с.

12. Шохина, О. И. Особенности распределения золота в гранитоидных породах различных генетических типов и некоторые признаки золотоносности интрузий в Енисейском кряже / Геология и полезные ископаемые Нижнего Приангарья; рук. Л. В. Ли; испол.: О. И. Шохина. – Красноярск, 1975.– 347 с.

13. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН – 92, выпуск 1 «Работы геологического содержания», часть 1 «Работы общего назначения». Москва «ВИЭМС» 1992 г.

14. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР – 93, выпуск 1 «Работы геологического содержания», часть 1 «Работы геологического содержания», часть 1 «Работы общего назначения». Москва «ВИЭМС» 1993 г.– 18 с.

15. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН – 92, выпуск 1 «Работы геологического содержания», часть 5 «Опробование твердых полезных ископаемых». Москва «ВИЭМС» 1992 г.

16. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР – 93, выпуск 1 «Работы геологического содержания», часть 5 «Опробование твердых полезных ископаемых». Москва «ВИЭМС» 1993 г. – 63 с.

17. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН – 92, выпуск 5 «Разведочное бурение». Москва «ВИЭМС» 1992 г.

18. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР – 93, выпуск 5 «Разведочное бурение». Москва «ВИЭМС» 1993 г.

19. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы ССН – 92, выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород». Москва «ВИЭМС» 1992 г.

20. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы СНОР – 93, выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород». Москва «ВИЭМС» 1993 г. – 18 с.

**Описание полированных аншлифов из образцов горных пород**

**Образец № 3-1.**

Образец № 3-1 представляет собой слюдяной сланец с прожилками золота и сульфидов. Образец отобран с горизонта 615/610, первой жильной зоны.

**Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 3%

Золото - 3%

Пирротин - 1%

Рутил - 1%

Анатаз - 1%

Сфалерит - 1%

Нерудное вещество (кварц) - 90%

*Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 2 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - аллотриоморфнометазернистая.

*Золото*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, часто в сростаниях с пирротинном и арсенопиритом, но так же есть и свободное золото в кварце, эта разновидность преобладает, размер золотинок от 0,01 до 6мм. Цвет ярко - желтый. Минерал изотропен.

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, размерами от 0,01 до 0,4 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двухотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной.

### *Рутил*

Минерал наблюдается в виде метакристаллов и метазёрен, размерами от 0,01 до 0,29 мм. Двухотражение слабое. Свет в отраженном свете серый. Анизотропия слабая. Сильные внутренние рефлексии желтовато - буроватого цвета. Внутреннее строение ситовидное.

### *Анализ*

Аллотриоморфные метакристаллы и зёрна, размерами от 0,01 мм до 0,2 мм. Анизотропен, рефлексии сине-серые, двойников не наблюдается. Зёрна минерала часто находятся в сростании с рутилом. Часто являются псевдоморфозами по рутилу.

### *Сфалерит*

Минерал наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых выделений, размерами от 0,01 до 0,15 мм, встречается редко, обычно в сростаниях с золотом. Цвет тёмно - серый. Минерал изотропен. Буроватые рефлексии наблюдаются на краях зёрен.

### **Образец № 3-2.**

Образец № 3-2 представляет собой слюдяной сланец с прожилками золота и сульфидов. Образец отобран с горизонта 615/610, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 2%

Золото - 1%

Пирротин - 1%

Рутил - 1%

Нерудное вещество (кварц) - 95%

#### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 2 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - аллотриоморфнометазернистая.

#### *Золото*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, часто в сростаниях с пирротинном и арсенопиритом, но так же есть и свободное золото в кварце, эта разновидность преобладает, размер золотинок от 0,01 до 0,6 мм. Цвет ярко - желтый. Минерал изотропен.

#### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых зерен, размерами от 0,01 до 0,3 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной.

### *Рутил*

Минерал наблюдается в виде метакристаллов и метазёрен с ситовидным внутренним строением, размерами от 0,01 до 0,2 мм. Двуотражение слабое. Свет в отраженном свете серый. Анизотропия слабая. Сильные внутренние рефлексы желтовато - буроватого цвета.

### **Образец № 1-2.**

Образец № 1-2 представляет собой кварц - слюдяной сланец с прожилками сульфидов. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 1%

Пирротин - 1%

Анатаз - 1%

Нерудное вещество - 97%

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 1,24 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - метазернистая.

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых агрегатов, размерами от 0,01 до 0,9 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной.

### *Анализ*

Аллоотриоморфнозерные зерна вытянутой формы, размерами от 0,01 мм до 0,46 мм. Анизотропен, рефлексии сине-серые, двойников не наблюдается.

### **Образец № 5-1.**

Образец № 5-1 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 575/570, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 70%

Золото - 1%

Марказит - 1%

Нерудное вещество (кварц) - 28%

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, размер зерен от 0,01 до 20 мм. Почти все зерна претерпели дробление. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - раздробленная, аллотриоморфнометазернистая.

### *Золото*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых зерен, часто в сростаниях с пирротином и арсенопиритом, но так же есть и свободное золото в кварце, размер зерен от 0,01 до 0,3 мм. Двуотражение отсутствует. Цвет ярко - желтый. Минерал изотропен.



### *Марказит*

Выявлен в виде аллотриоморфных зёрен, заместивших пирротин, размеры зёрен до 1 мм, имеет слабое двуотражение буровато - зеленоватых тонов. Структура - аллотриоморфнозернистая.

### **Образец № 1-3.**

Образец № 1-3 представляет собой кварц - слюдяной сланец с прожилками сульфидов. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Сфалерит - 2%

Халькопирит - 1%

Арсенопирит - 1%

Рутил - 1%

Нерудное вещество - 95%

### *Сфалерит*

Минерал наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, размерами от 0,01 до 2 мм. Корродируется халькопиритом. Цвет тёмно - серый. Минерал изотропен. Рефлексы не наблюдаются.

### *Халькопирит*

Выявляется в виде аллотриоморфных зерен, так же в виде структуры распада твёрдого раствора в сфалерите. Размер зерен 0,01 мм - 0,36 мм. В отраженном свете желтого цвета. Двуотражение очень слабое, слабо анизотропен.

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 0,6 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от

голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - аллотриоморфнометазернистая.

### *Рутил*

Минерал наблюдается в виде вытянутых зерен, размерами от 0,01 до 0,16 мм. Двуотражение слабое. Свет в отраженном свете серый. Анизотропия слабая. Сильные внутренние рефлексы желтовато - буроватого цвета.

### **Образец № 5-3.**

Образец № 5-3 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 615/610, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Пирротин - 25%

Халькопирит - 1%

Арсенопирит - 1%

Нерудное вещество (кварц) - 74%

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 13 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком.

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 0,1 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет.

### *Халькопирит*

Выявляется в виде аллотриоморфнозернистых зерен, так же в виде структуры распада твёрдого раствора в сфалерите. Размер зерен 0,01 мм - 0,6 мм. В отраженном свете желтого цвета. Двуотражение очень слабое, слабо анизотропен. Структура – аллотриоморфнозернистая.

### **Образец № 5-4.**

Образец № 5-4 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 575/570, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 30%

Пирротин - 1%

Рутил - 1 %

Нерудное вещество (кварц) - 68%

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде гипидиоморфных зерен, размер зерен от 0,01 до 20 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - гипидиоморфнометазернистая раздробленная.

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных выделений, корродирующих арсенопирит, размерами от 0,01 до 0,4 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной.

### *Рутил*

Минерал наблюдается в виде аллотриоморфнозернистых зерен, размерами от 0,01 до 0,3 мм. Двуотражение слабое. Свет в отраженном свете серый. Анизотропия слабая. Сильные внутренние рефлексии желтовато-буроватого цвета.

### **Образец № 5-2.**

Образец № 5-2 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 575/570, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Арсенопирит - 50%

Пирротин - 1%

Нерудное вещество (кварц) - 49%

### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде гипидиоморфных зерен, размер зерен от 0,01 до 15 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - гипидиоморфнометазернистая.

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде аллотриоморфных зерен, размерами от 0,01 до 0,1 мм, корродирующих арсенопирит. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двуотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто-серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной.

### **Образец № 4-1.**

Образец № 4-1 кварц слюдяной сланец с прожилками халькопирита и вкрапленностью пирита. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Пирит - 1%

Пирротин - 1%

Арсенопирит - 1%

Анатаз - 1%

Гранат - 1%

Нерудное вещество - 95%

#### *Арсенопирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде зерен неправильной формы, размер зерен от 0,01 до 2 мм. Светоотражение сильное, в отраженном свете ярко белого цвета с розоватым оттенком. Слабое двуотражение. Анизотропия отчетливая, при вращении столика микроскопа минерал изменяет цвет от голубоватых до розоватых оттенков. Двойников нет. Структура - аллотриоморфнометазернистая.

#### *Пирит*

Минерал в шлифе наблюдается в виде неправильных зерен, размер зерен от 0,01 мм до 0,1 мм. Слагает прожилки (псевдоморфоза пирита по пирротину). В отраженном свете имеет светло-желтую окраску. Двуотражение слабое. Отчетливо изотропен, при вращении столика микроскопа не изменяет цвета. Двойников не наблюдается. Структура - аллотриоморфнозернистая.

### *Пирротин*

Минерал в шлифе наблюдается в виде вытянутых аллотриоморфнозернистых зерен, размерами от 0,01 до 0,6 мм. В отраженном свете имеет кремовый с рыжеватым оттенком цвет. Двухотражение слабое. Сильно анизотропен, цвета анизотропии от желто - серых до серого с красноватым оттенком. Средняя твердость, медной иглой не царапается, но царапается стальной. Структура - метазернистая.

### *Анализ*

Аллотриоморфнозернистые зерна вытянутой форма, размерами от 0,01 мм до 0,5 мм. Анизотропен, рефлексы сине-серые, двойников не наблюдается.

### *Гранат*

Образует зёрна неправильной формы размером от 0,1 мм до 0,6 мм. Сингония кубическая, цвет черный, минерал не погасает, двойников не имеет.

## **Описание прозрачных и полированных шлифов из образцов горных пород**

### **Образец № 1-2.**

Образец № 1-2 представляет собой кварц - слюдяной сланец с прожилками сульфидов. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 80-85%

Второстепенные:

биотит 5-10%

мусковит 5-10%

рудные минералы

### *Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют гипидиоморфную форму. Размер зерен кварца от 0.01мм до 4 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Зёрна кварца срастаются по извилистым границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_r = 0,009$ , облачное погасание.

### *Мусковит*

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,5 мм по удлинению. Распределен в образце локально, в виде вытянутых зон. Весьма совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

### *Биотит*

Размер зерен от 0.02мм до 0.6 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчётливый. Погасание прямое, спайность совершенная, но видна не во всех зернах. В шлифе локализуется рядом с мусковитом и между зерен кварца.

## **Образец № 2-1.**

Образец № 2-1 представляет собой кварц - слюдяной сланец с прожилками сульфидов. Образец отобран с горизонта 605/600, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 90-95%

Второстепенные:

кальцит 0-5%

мусковит 0-5%

хлорит 0-5%

#### *Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют гипидиоморфную форму. Размер зерен кварца от 0.01мм до 3,5 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Зёрна кварца сростаются по извилистым границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_p = 0,009$ , облачное погасание.

#### *Мусковит*

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,5 мм по удлинению. Распределение в шлифе не малое. Весьма совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

#### *Карбонат*

Образует протяженные прожилки, мощностью до 0,3ммВ скрещенных николях бесцветный, обладает псевдоабсорбцией. При скрещенных николях серый, погасание симметричное. Спайность совершенная.



### *Хлорит*

Представлен чешуйчатым агрегатом, в проходящем свете имеет зеленоватую окраску, аномально синюю интерференционную окраску. Часто развивается по биотиту, имеет прямое погасание. Размер агрегатов: от 0,01 до 1,2 мм.

### **Образец № 4-1.**

Образец № 4-1 кварц слюдяной сланец с прожилками халькопирита и вкрапленностью пирита. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 30-35%

биотит 25-30%

мусковит 25-30%

Второстепенные:

гранат 0-5%

турмалин 0-5%

рудные минералы 0-5%

Вторичные:

серицит

### *Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют округлую форму. Размер зерен кварца от 0,01мм до 0,1 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_p = 0,009$ , облачное погасание.

### *Мусковит*

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,1 мм по удлинению. Распределен в образце локально, в виде вытянутых зон. Весьма совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

### *Биотит*

Размер зерен от 0.01 до 0.75 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчетливый. Погасание прямое, спайность совершенная. В шлифе отмечается два биотита, метаморфический и метасоматический.

### *Гранат (альмандин)*

Минерал наблюдается в виде зёрен ромбической формы, размер зёрен доходит до 0,6мм, сингония кубическая, цвет коричневый, двойников нет.

### *Турмалин*

Минерал представлен вытянутыми, шестоватыми зёрнами неправильной формы, имеет обратную схему абсорбции, размеры зёрен от, 0,01мм до 0,05 мм.

### **Образец № 5-2.**

Образец № 5-2 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 575/570, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 85-90%

Второстепенные:

мусковит 5-10%

биотит 0-5%

Вторичные:

серицит

*Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют гипидиоморфнозернистую структуру, вторичная структура раздробленная, минерал представлен в двух генерациях, крупно и мелкозернистой. Размер зерен кварца от 0.01мм до 3 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Зёрна кварца срastaются по сутурным границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_p = 0,009$ , облачное погасание.

*Мусковит*

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,5 мм по удлинению. Весьма совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

*Биотит*

Размер зерен от 0.01 до 0.1 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчётливый. Погасание прямое, спайность совершенная.

#### **Образец № 5-4.**

Образец № 5-4 представляет собой кварцевую жилу с прожилками арсенопирита. Образец отобран с горизонта 575/570, первой жильной зоны.

#### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 35-40%

биотит 25-30%

мусковит 20-25%

Второстепенные:

рудные минералы 5-10-%

плагиоклаз (альбит) 0-5%

Вторичные:

серицит

*Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют аллотриоморфнозернистую структуру, вторичная структура раздробленная, минерал представлен в двух генерациях, крупно и мелкозернистой. Размер зерен кварца от 0.01мм до 2 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Зёрна кварца срastaются по сутурным границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_p = 0,009$ , облачное погасание.

*Мусковит*

Зерна имеют форму чешуек и лепестков, вытянутых по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 1,2 мм по удлинению. Весьма совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

*Биотит*

Размер зерен от 0.02мм до 0.6 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчётливый. Погасание прямое, спайность совершенная, но видна не во всех зернах. Биотит в шлифе представлен двумя типами, биотит I образовался в метаморфический этап, биотит III, более крупный, образовался в кварц арсенопиритовую стадию гидротермального тапа.

### *Альбит*

Минерал таблитчатой формы, размерами до 0,1 мм, бесцветный, совершенная спайность, погасание прямое, двойники полисинтетические, минерал имеет характер прожилка.

### **Образец № 1-3.**

Образец № 1-3 представляет собой кварц - слюдяной сланец с прожилками сульфидов. Образец отобран с горизонта 565/560, первой жильной зоны.

### **Минеральный состав, в %:**

Главные минералы:

кварц 25-30%

плагиоклаз (альбит) - 35-40%

мусковит 20-25%

Второстепенные:

хлорит 0-5%

биотит 0-5%

Вторичные:

сюсюритизация по альбиту

### *Кварц*

Зерна кварца в шлифе имеют аллотриоморфнозернистую структуру, Размер зерен кварца от 0.01мм до 0,1 мм. Минерал распространен в шлифе относительно равномерно. Зёрна кварца сростаются по сутурным границам. Крупные зерна трещиноваты. Минерал бесцветен при одном николе, в скрещенных николях интерференционная окраска серая, первого порядка,  $n_g - n_r = 0,009$ , облачное погасание.

### *Мусковит*

Зерна имеют чешуйчатую форму, вытянутую по направлению сланцеватости. Размер зерен от 0,01 до 0,1 мм по удлинению. Весьма

совершенная спайность. Минерал при одном николе бесцветен, в скрещенных имеет высокие цвета интерференции, погасание прямое.

### *Альбит*

Минерал таблитчатой формы, размерами до 4мм, бесцветный, совершенная спайность, погасание прямое, двойники полисинтетические, минерал имеет характер прожилка.

### *Хлорит*

Представлен чешуйчатым агрегатом, в проходящем свете имеет зеленоватую окраску, аномально синюю интерференционную окраску. Часто развивается по биотиту, имеет прямое погасание. Размер агрегатов: от 0,01 до 3 мм.

### *Биотит*

Размер зерен от 0.01 до 0.07 мм. Минерал образует неправильные по форме листочки и пластинки коричневого цвета. Плеохроизм отчетливый. Погасание прямое, спайность совершенная.

## Описание минеральных ассоциаций

1) Кварц - слюдистая метаморфическая ассоциация.

Ранняя, высокотемпературная ассоциация вмещающих пород.

Состав: кварц, биотит, мусковит, альбит, гранат.

2) Метасоматическая

3) Кварц - арсенопиритовая ассоциация

4) Золото - сульфидная ассоциация

Кварц - слюдистая метаморфическая ассоциация характеризуется образованием кварца I, биотита I, и мусковита, который в реликтовой форме выделяется в последующих ассоциациях.

Метасоматическая ассоциация представлена рутилом, анатазом, хлоритом, который развивается по биотиту, биотитом II и турмалином.

Кварц - арсенопиритовая ассоциация представлена арсенопиритом, кварцем II, перекристаллизованным и более крупным рутилом, и крупнозернистым перекристаллизованным биотитом III.

Золото - сульфидная ассоциация наиболее значимая для данного типа руд, характеризуется образованием золота, пирротина, пирита, сфалерита и карбонатов (анкерита).

## **Этапы минералообразования**

Метаморфический этап.

Включает в себя время становления вмещающих горных пород – глинисто-сланцевых и кварцево-сланцевых сланцев. Кристаллизация минералов и образование горных пород проходило при высоких температурах и давлениях.

Гидротермальный этап.

Вследствие тектонических движений и подвижек, повлекших за собой пликативные и разрывные нарушения, произошло падение давления, что послужило началом кристаллизации сульфидов из горячих гидротермальных растворов. Кристаллизация происходила в кислой среде. Образование золота связано со снижением температуры, происходило в конце золото-сульфидной стадии минерализации.

## **Последовательность минералообразования в рудах**

Последовательность выделения минералов в парагенетической ассоциации выявляется при изучении структур. Анализ последних позволяет установить их одновременное или последовательное выделение в минеральном агрегате.

На схеме последовательности отложения минералов вертикальные столбцы характеризуют установленные при текстурно-структурном анализе руд стадии и этапы минерализации. Вертикальные линии (границы этих столбцов) отвечают перерывам в процессе рудоотложения, что обусловлено тектоническими причинами. Минералы на схеме показаны горизонтальной полоской. Длина такой полоски характеризует начало и конец выделения минерала в данную стадию, ширина – количественное проявление в процессе рудоотложения.

В верхней части столбца указаны типоморфные для данной стадии (или этапа) минерализации минералы, отличающие ее среди других стадий



(этапов). В нижней части столбца указаны признаки, на основании которых выделяется данная стадия: форма проявления, структура. Схема последовательности минералообразования приведена в таблице.

Схема последовательности минералообразования

Минералы	Этапы			
	Метаморфический этап	Гидротермальный этап		
		Метасоматическая стадий	Кварц - арсенопиритовая стадия	Золото - сульфидная стадия
Арсенопирит			—————	
Пирротин				.....
Халькопирит				.....
Сфалерит				.....
Пирит				.....
Золото				.....
Карбонат				.....
Рутил		.....	x .....	
Марказит			.....	
Анаказ		.....		
Кварц	I —————		I —————	
Биотит	I - - - - -	II.....	III x - - - - -	
Хлорит		.....		
Мусковит	- - - - -			
Плагиоклаз (Альбит)	.....			
Гранат	.....			
Турмалин		.....		

Условные обозначения:

————— 1, - - - - - 2, - - - - - 3, ..... 4, x 5  6

Минералы: 1-главные; 2-распространенные; 3 -малораспространенные; 4-редкие; 5-перекристаллизация, 6 - тектоническая подвижка

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
институт  
Геологии месторождений и методики разведки  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. А. Макаров

подпись    инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

21.05.02.01 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ»  
код и наименование специальности

Геология и проект на оценку глубоких горизонтов  
золоторудного месторождения Эльдорадо (Енисейский кряж)  
(тема)

**Вещественный состав руд**  
(спецчасть)

Пояснительная записка

Выпускник

AK 24.05.18  
подпись, дата

А. К. Игнатенко  
инициалы, фамилия

Руководитель

MG 24.5.18  
подпись, дата

В. Г. Михеев  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

DS 24.05.18  
подпись, дата

Д. А. Внуков  
инициалы, фамилия

Красноярск, 2018 год

Продолжение титульного листа ВКР по теме:  
Геология и проект на оценку глубоких горизонтов золоторудного месторождения Эльдорадо (Енисейский край)

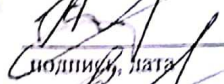
Консультанты по  
разделам:

Геологическая часть  
наименование раздела

  
подпись, дата 10/4 0185

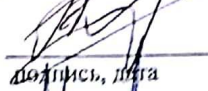
В.Г. Михеев  
инициалы, фамилия

Методическая часть  
наименование раздела

  
подпись, дата

В.Г. Михеев  
инициалы, фамилия

Специальная часть  
наименование раздела

  
подпись, дата

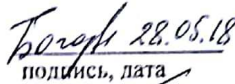
В.Г. Михеев  
инициалы, фамилия

Буровые работы  
наименование раздела

  
подпись, дата 18.04.18

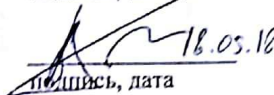
А.В. Матвеев  
инициалы, фамилия

Экономическая часть  
наименование раздела

  
подпись, дата 28.05.18

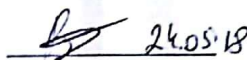
С.Ф. Богдановская  
инициалы, фамилия

Охрана окружающей среды  
наименование раздела

  
подпись, дата 18.05.18

А.В. Галайко  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата 24.05.18

Д.А. Внуков  
инициалы, фамилия