

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Институт компьютерных и инженерных наук  
Кафедра геологии и природопользования  
Специальность 21.05.02 – Прикладная геология

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ**

И.о. зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Д.В. Юсупов  
«17» июня 2024 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

на тему: Проект на проведение поисковых и оценочных работ на рудное золото  
в пределах участка «Ивачиха» Александровского золоторудного  
месторождения (Забайкальский край)

Исполнитель \_\_\_\_\_ Д. И. Иванов  
студент группы 9110-ос (подпись, дата)

Руководитель \_\_\_\_\_ В. Е. Стриха  
Профессор, д.г.-м. (подпись, дата)

Консультант \_\_\_\_\_ Т. В. Кезина  
по разделу безопасности (подпись, дата)  
и экологичность проекта  
профессор, д.г.-м.н.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ С. М. Авраменко  
(подпись, дата)

Рецензент \_\_\_\_\_ А. В. Лузан  
(подпись, дата)

Благовещенск 2024

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Институт компьютерных и инженерных наук  
Кафедра геологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Д. В. Юсупов  
« 20 » декабря 2023г.

### ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе (дипломному проекту) студента *Иванова Дениса Игоревича*

1. Тема дипломного проекта «Проект на проведение поисковых и оценочных работ на рудное золото в пределах участка «Ивачиха» Александровского золоторудного месторождения (Забайкальский край)».  
(утверждено приказом от 06.03.2024 №632-уч)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 20.06.2024г.

3. Исходные данные к дипломному проекту: опубликованная литература, фондовые материалы, нормативные документы

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов): общая часть, геологическая часть, методика проектируемых работ, производственная часть, безопасность и экологичность проекта, экономическая часть, специальная глава

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

4 рисунка, 17 таблиц, 6 графических приложений, 34 библиографических источника

6. Консультанты по дипломному проекту (с указанием относящихся к ним разделов): общая, геологическая, методическая и производственная части – В.Е. Стриха; экономическая часть- С.В. Савенко; безопасность и экологичность проекта – Т. В. Кезина

7. Дата выдачи задания: 20.12.2023г.

Руководитель дипломного проекта: Василий Егорович Стриха, профессор, д-р геол.-минерал. наук

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата) \_\_\_\_\_ 20.12.2023г.

\_\_\_\_\_   
подпись студента

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ

БП – буровой профиль

БУ – буровая установка

ГСМ – горюче-смазочные смеси

ТЭО – технико-экономическое обоснование

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Особенности геологического строения и изученности района	8
1.1 Географическое описание	8
1.2 Краткие сведения об изученности района работ	10
1.2 Стратиграфия	11
1.3 Магматизм	12
1.4 Тектоника	16
1.5 Геологическое строение участка работ	19
1.6 Попутные полезные ископаемые	20
2 Выбор системы поисков и оценки	21
3 Методика поисков и оценки	24
3.1 Горнопроходческие работы	24
3.1.1 Проходка канав механизированным способом	25
3.1.2 Засыпка канав	28
3.2 Буровые работы	28
3.2.3 Колонковое бурение	28
3.2.4 Геофизические исследования	32
4 Документация и опробование	34
4.1 Документация и опробование канав	34
4.2 Документация и опробование кернa скважин	34
4.3 Технологическое опробование	35
4.4 Обработка проб	35
4.5 Аналитические исследования	37
4.6 Определение объемной массы и влажности пород и руд	38
4.7 Камеральные работы	39
5 Выбор методики подсчета запасов	41
6 Производственная часть	44
6.1 Расчет затрат времени и труда на полевые работы общего назначения	44

7	Безопасность и экологичность проекта	48
7.1	Электробезопасность	48
7.2	Охрана труда	48
7.3	Пожаробезопасность	51
7.4	Охрана окружающей среды	53
7.4.1	Охрана атмосферного воздуха	55
7.4.2	Охрана водных ресурсов	55
7.4.3	Охрана растительного и животного мира	56
7.4.4	Охрана недр и почв	57
8	Экономическая часть	59
9	Специальная часть	60
	Заключение	74
	Библиографический список	79

#### Список графических приложений

Номер приложения	Наименование чертежа	Кол-во листов
1	Обзорная административная карта	1
2	Обзорная геологическая карта	1
3	Геологическая карта участка проектируемых выработок	1
4	Технико-технологический лист проектируемых работ	1
5	Сводная смета	1
6	Специальная часть	1

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит – 79 с., 4 рисунка, 17 таблиц, -- приложения, 34 библиографических источника.

МОГОЧИНСКИЙ РАЙОН, СКВАЖИНА, ПОИСКИ, ОЦЕНКА, ЗАПАСЫ, РЕСУРСЫ, БУРЕНИЕ, ОПРОБОВАНИЕ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПОДСЧЕТ, СКВАЖИНА, РУДНАЯ ЗОНА, НЕДРА, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ

В работе определены методы для поиска и оценки рудного золота на участке «Ивачиха», подсчитаны объемы геологических работ.

Цель работы – разработка проекта на проведение поисковых и оценочных работ на рудное золото в пределах участка «Ивачиха» Александровского золоторудного месторождения.

В работе приводятся основные сведения о районе работ, рассмотрены физико-географическая характеристика района, геологическое строение района, тектоника, наличие полезных ископаемых.

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях добыча золота остается одним из приоритетов в деятельности горнодобывающих предприятий, особенно на территории Забайкальского края, который богат различными рудными месторождениями. Одним из перспективных участков для осуществления поисковых и оценочных работ на рудное золото является участок «Ивачиха» на территории Александровского золоторудного месторождения.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности добычи золота и обновлением запасов полезных ископаемых. Проведение поисковых и оценочных работ на упомянутом участке представляет собой перспективное направление развития горнодобывающей промышленности в регионе.

Практическая значимость исследования заключается в возможности повышения эффективности горнодобывающих работ на участке, увеличении объемов добычи рудного золота и обеспечении устойчивого развития горнодобывающей промышленности в Забайкальском крае. Предложенный проект способствует оптимизации использования природных ресурсов региона и улучшению экономических показателей.

Основанием для разработки данной темы является необходимость актуализации изучения рудных месторождений Забайкальского края с целью обеспечения устойчивого развития горнодобывающей промышленности. Исходные данные для исследования включают в себя геологическую характеристику участка «Ивачиха», данные предыдущих геологических исследований, современные методы и технологии геолого-геофизического моделирования и оценки запасов полезных ископаемых.

## 1 ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ИЗУЧЕННОСТИ РАЙОНА

Участок Ивачиха относится к краевой части Александровского золоторудного месторождения и расположен юго-восточнее Восточного участка в верховьях одноименной пади. Участок Ивачиха наиболее приближен к рудоподводящему Северо-Давендинскому разлому с Главным и Александровским разломами. Площадь участка 0,3 км<sup>2</sup>. Он сложен гнейсовидными гранитами олекминского комплекса, прорванными небольшими телами гранит-порфиров и дайками диорит-порфиринов, микродиоритов и долеритов амуджикано-сретенского комплекса.

### 1.1 Географическое описание

Участок Ивачиха Александровского месторождения расположен на территории Могочинского района Забайкальского края. В пределах листа международной разграфки масштаба 1:200 000 N-50-XXIV.

**Климат.** Климат района резко континентальный с большими суточными и годовыми колебаниями температур. По данным метеостанции г. Могоча среднегодовая температура по Могочинскому району – 5,2°C, средняя температура января составляет -30°C, июля +20°C. Годовое количество осадков в среднем составляет 400 мм. Район находится в переходной зоне от островной мерзлоты к сплошной. Глубина распространения многолетней мерзлоты на склонах северной ориентировки достигает 140-170 м.

**Растительность.** Почти 90% площади участка покрыто смешанным лесом: березой, лиственницей, осиной, сосной, зарослями ольхи, тальника, черемухи. Деловая древесина в районе работ в значительной степени вырублена.

**Орографи́графия.** В орографическом отношении район работ расположен на юго-восточных отрогах Шилкинского хребта, разделяющего бассейны рек Черного Урюма и Желтуги. Рельеф района – среднегорный с мягкими формами



поверхности. Наиболее высокие абсолютные отметки не превышают 900 – 1100 м, в то же время в тальвегах долин они составляют 550-650 м.

В районе работ развиты небольшие реки горного типа (Желтуга, Давенда, Большая и Малая Кудечи, Богузея) с многочисленными притоками. Они берут начало на юго-восточных склонах Шилкинского хребта и принадлежат бассейну р.Шилка. Режим стока в реках резко колеблется в зависимости от выпадаемых осадков, а зимой в период ноября-апреля они полностью перемерзают.

**Сейсмичность.** Район входит в зону с вероятной максимальной силой землетрясения 7 баллов. Расчетная сейсмическая интенсивность района определена по картам общего сейсмического районирования (ОСР 97) в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%) 7 баллов, В (5%) -7баллов и С (1%) 8баллов и определяется 10%, 5% и 1%-ной вероятностью землетрясений в течении 50 лет.

**Экологическая обстановка.** Район участка работ приурочен к уже нарушенным территориям, испытавшим антропогенное воздействие в результате геологоразведочных горнодобывающих, лесозаготовительных и др. работ. Имеют место значительные нарушения земной поверхности и уничтожение растительности. Изменения в структуре и функционировании ландшафтов, имеющие антропогенный характер, в большей степени обусловлены физико-механическим воздействием, и в меньшей – физико-химическим. Превышение ПДК по содержанию в почвенных пробах водорастворимых токсичных солей и подвижных форм металлов не установлено. Концентрации нефтепродуктов, фенолов и поверхностно-активных веществ в почвах изменяются в сравнительно узких пределах, что указывает на их фоновый уровень.

**Экономическая освоенность.** Участок расположен в 55 км к юго-западу от железнодорожной станции Могоча ВСЖД. Ближайшими населенными пунктами являются пос. Давенда (3 км) и пос. Ключевский (18 км), где расположены базы ЗАО «Рудник «Александровский». Поселки связаны между

собой, а также с районным центром Могоча и ж/д станцией Кислый Ключ, улучшенной грунтовой дорогой. Районный центр Могоча связан с краевым центром г. Чита железной дорогой и автомобильной трассой. Все грузы, предназначенные для проведения работ, доставляются по железной дороге до ст. Могоча и оттуда автотранспортом до базы ЗАО «Рудник Александровский».

## **1.2 Краткие сведения об изученности района работ**

Золотоносность Могочинского района известна со второй половины прошлого века, когда были открыты россыпные месторождения золота по реке Желтуге и ее притокам. Наиболее богатые из них были отработаны ручным способом.

В 1860-1862 годах были открыты и отрабатывались богатые золотоносные россыпи по р. Большая и Малая Кудечи, Мареваста, Ключи (Костылев, Кашкаров, Таскин). 1871-1881 годы производилась отработка золотоносных россыпей по ключам Ороченка и Александровка. С 1886 по 1890 гг. английская компания «ФРАНКО-РОДЕВЕЙ» добыла около 4 т золота.

В 1901 году инженер компании «Франко-Родевей» Кенрик сообщил об открытии на притоке реки Богузея – Большие Ключи рудного месторождения золота по золотоносной жиле мощностью 40 футов и содержанием 13,5 г/т. Для разработки этого месторождения («Ключевское») была создана смешанная русско-английская компания «Нерчинское золотопромышленное общество». Компания работала до 1910 года и добыла 42 пуда рудного золота.

В 1907 году Гарнер Г. А. (Нерчинское золотопромышленное общество) впервые выделил перспективную на золото и молибден полосу кварцевых свалов, прослеживающуюся от рудника Ключи через р. Давенду, Александровскую, Мал. Кудечу, Трошиху в верховья р. Желтуги и Горбицы.

В 1932 году открыто Давендинское молибденовое месторождение. Поисковые и разведочные работы на нем были начаты в 1935 г. С 1941 г. месторождение отрабатывалось подземным способом. В связи с нерентабельностью добычи молибдена оно в 1986 г. было законсервировано.

В 1934 году впервые на Александровском месторождении Рухиным Б.А. были проведены поисковые и разведочные работы. Результаты работ не сохранились.

В 1944 году Лесовым Г. С. открыта жила №3 Александровского месторождения, которая в 1944-1948 гг. была отработана на глубину 25-30 м от поверхности.

В начале 60-х годов прошлого века в районе проводились съемочные и поисковые работы, металлогенические и геофизические исследования. В 1960-62 гг. Е. М. Лейфман и др. (ЧГУ, Львовский университет) проводили государственную геологическую съемку масштаба 1: 200 000 (Могочинский лист N-50-XXIV). В результате получен новый материал по стратиграфии, магматизму, тектонике и закономерностям размещения полезных ископаемых района.

В 1960-65 гг. В.С. Алкин, В.Н. Семенов, В.В. Романов и др. (Восточная экспедиция ЧГУ) проводили кондиционную геологическую съемку и поиски масштаба 1:50 000 на территории Амуджикано-Ключевского рудного района. В результате проведенных работ уточнено геологическое строение района, выявлены рудопроявления золота, молибдена, ртути и полиметаллов.

В 1966 году В.В. Старченко, Ю.Ф. Мисник, Е.М. Лейфман и др. (сотрудники ЧГУ, Львовского госуниверситета) проводили металлогенические исследования на площади северо-восточного фланга золото-молибденового пояса. Ими определены общие закономерности рудогенеза и составлены карты масштаба 1:200 000.

## **1.2 Стратиграфия**

Метаморфогенные отложения на описываемой площади имеют незначительное распространение и присутствуют в виде мелких разрозненных ксенолитов в поле развития гнейсовидных гранитов раннепалеозойского возраста. Метаморфогенные образования представлены основными кристаллическими сланцами, амфиболитами, плагиогнейсами, кварцитами, глиноземистыми сланцами, мраморами никиткинского ( $AR_2$  n) комплекса.

Породы комплекса повсеместно мигматизированы. Они слагают очень сложные по конфигурации и различные по размерам тела северо-восточного простирания. Мощность метаморфогенных образований, ввиду их фрагментарности, неизвестна.

**Четвертичные отложения.** Верхнечетвертичные отложения ( $Q_{III}$ ) представлены галечниками, песками, глинами и слагают 7 – 12 – метровые надпойменные террасы.

Современные отложения ( $Q_{IV}$ ) На изучаемом участке имеются современные четвертичные отложения различных генетических типов: аллювиальный, делювиальный, солифлюкционный, элювиальный.

Современный аллювий представлен галечниками, песками, суглинками, глинами и распространен повсеместно в пределах долин водотоков, слагая русловые и пойменные отложения. Аллювиальные отложения русел и террас часто золотоносны и в течение длительного времени были объектом старательской добычи, в результате чего наиболее богатые из них отработаны.

Элювиальные, делювиальные, солифлюкционные и другие рыхлые современные отложения перекрывают подстилающие породы. Отложения представлены глыбами, валунами, щебнем, дресвой, суглинками. Мощность отложений от 1,5 до 5 м.

#### **1.4 Магматизм**

Месторождение Александровское, в юго-восточной части которого находится участок Ивачиха, находится в пределах Ключевско–Давендинского рудного узла, являющегося составной частью Могочинского рудного района. Район расположен в раннепалеозойской складчатой области на юго-западной окраине Алдано-Витимского щита.

По материалам ранее проведенных геологосъемочных, поисковых и разведочных работ установлена следующая возрастная последовательность формирования геологических комплексов горных пород, развитых на территории Александровского рудного поля и сопредельных площадях [1].

Преобладающая часть территории района сложена раннепалеозойскими интрузивными породами, представленными образованиями двух комплексов: кручининского ( $\nu PZ1к$ ) и олекминского ( $\gamma PZ1о$ ).

Породы кручининского ( $\nu PZ1к$ ) комплекса имеют незначительное распространение и картируются в основном в западной части описываемой площади в виде небольших массивов. Мелко- и среднезернистые габбро, габбродiorиты и диориты представляют собой перемежающиеся фациальные разновидности, между которыми устанавливаются постепенные взаимопереходы.

**Раннепалеозойские интрузии. Олекминский комплекс ( $\gamma$ - $\delta$  PZ1 о):** гнейсовидные порфиробластические биотитовые и биотит-амфиболовые граниты ( $\gamma$ ), гранодиориты ( $\gamma\delta$ ), а также их жильные образования - пегматиты ( $\rho$ ), пегматоидные граниты ( $\rho\gamma$ ), аплиты ( $\iota$ ), аплитовидные граниты ( $\iota\gamma$ ).

**Олекминский ( $\gamma PZ1о$ )** комплекс объединяет раннепалеозойские гранитоиды, имеющие характерные признаки палингенных образований. Интрузии олекминского комплекса широко распространены в бассейнах рек Давенда, Ключи, Кудеча и представлены неравномернозернистыми гнейсовидными биотитовыми и биотит-амфиболовыми гранитами и гранодиоритами. Гранитоиды комплекса слагают на площади рудного узла крупный массив батолитового типа, сильно осложненный внедрением интрузивных тел более молодого возраста.

Жильные образования олекминского комплекса представлены пегматитами и аплитами, пространственно приуроченными к полю развития раннепалеозойских гранитоидов. Обычно они слагают жилообразные тела, нередко образуют сложные жилы. Их мощность составляет первые метры, длина - первые десятки метров, редко - первые сотни метров.

**Пермские интрузии. Бичурский комплекс ( $\gamma$ - $\delta$  P2 б)** объединяет позднепалеозойские (раннемезозойские?) образования габбро-гранитной формации, выделенные из объема амананского комплекса (В.Н. Семенов, 1986):

- первая фаза – мелко-, средне- и крупнозернистые биотитовые, амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые, амфиболовые кварцевые диориты ( $q\delta 1$ ), диориты ( $\delta 1$ ) и габбро-диориты ( $v\delta 1$ );
- вторая фаза - средне- и крупнозернистые порфировидные биотитовые граниты ( $\gamma 2$ ), гранодиориты ( $\gamma\delta$ );
- третья фаза - резкопорфировидные граниты, лейкограниты, мелкозернистые граниты ( $\gamma 3$ ), аплиты ( $i$ );

**Бичурский комплекс ( $\gamma$ - $\gamma\delta P2b$ )** объединяет позднепалеозойские (раннемезозойские) образования габбро-гранитной формации, выделенные из объема амананского комплекса. Комплекс является многофазовым, его развитие происходило в нормальной последовательности – от основных пород к кислым.

**Породы амананского ( $J2-3a$ ) комплекса** слагают крупный Давендинский массив, протягивающийся через всю площадь рудного узла в северо-восточном направлении, приуроченный к зоне глубинного Могочинско-Бушулейского разлома. Длина массива около 50 км при ширине от 2 до 5 км, контакты имеют северо-западное падение под крутыми углами (70-90°). Массив образован в результате трех фаз внедрения; на территории района получили развитие породы первой и второй фаз. Основная его часть сложена породами первой фазы ( $\gamma\delta - \gamma 1 J2-3a$ ).

**Юрские интрузивные и субвулканические образования. Амуджикано-сретенский комплекс ( $\chi$ - $\gamma\pi J_3 as$ ).** Интрузивные образования амуджиканского и сретенского комплексов представляют собой родственные образования, характеризующиеся одной металлогенической специализацией и целым рядом сходных специфических петрологических особенностей. По мнению авторов геологической карты Читинской области масштаба 1:500000 (1993), петрологическое и возрастное тождество амуджиканских и сретенских гранитоидов позволяет рассматривать их в рамках единого интрузивного комплекса, названного в новой интерпретации амуджикано-сретенским.

На прилегающих к изучаемому участку площадях данный комплекс представлен исключительно породами дайково-жильной серии. Заключительная дайковая серия комплекса очень разнообразна и представлена гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, кварцевыми диорит-порфиритами, гибридными порфирами, субщелочными лейкократовыми гранит-порфирами, ортоклазитами, плагиоклазовыми порфиритами, диорит-порфиритами, фельзитами и фельзит-порфирами, аплитами, микродиоритами, диабазами, лампрофирами различного состава (спесартиты, малхиты, грорудиты, эссекситы, спесартиты, единиты, слюдяные лампрофиры) нерасчлененными.

С ранней группой даек – гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами на площади рудного узла связано молибденовое и медно-молибденовое оруденение, локализующееся в зонах калишпатизации, окварцевания, серицитизации. С поздними дайками - гибридными порфирами, лампрофирами, грорудитами связано золотое оруденение в зонах березитизации, лиственитизации, турмалинизации, окварцевания.

Интрузивные образования *амуджиканского и сретенского комплексов* представляют собой родственные образования, характеризующиеся одной металлогенической специализацией и целым рядом сходных специфических петрологических особенностей. По мнению авторов геологической карты Читинской области масштаба 1:500 000, петрологическое и возрастное тождество амуджиканских и сретенских гранитоидов позволяет рассматривать их в рамках единого интрузивного комплекса, названного в новой интерпретации амуджикано-сретенским.

В составе комплекса выделяются три фазы:

I фаза ( $q\mu J3as$ ) –кварцевые монцониты, кварцевые диориты, кварцевые монцонит-порфиры, диориты, субщелочные кварцевые диориты;

II фаза ( $\gamma\delta\pi 2J3as$ ) – гранодиорит-порфиры и диорит-порфириты, гранит-порфиры, порфиоровидные гранодиориты, кварцевые сиениты, граниты;

III фаза ( $\gamma_3J_3as$ ) – крупно - гигантопорфировидные граниты, гранодиориты, гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры, кварцевые сиенит-порфиры.

Заключительная дайковая серия комплекса очень разнообразна и представлена гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, кварцевыми диорит-порфиритами, гибридными порфирами, субщелочными лейкократовыми гранит – порфирами, грорудитами, ортоклазитами.

Позднеюрский интрузивный комплекс субщелочных базальтоидов представлен двумя возрастными группами пород: а) собственно субщелочные базальтоиды – лампрофиры, эссексит-долериты, долериты; б) связанные с базальтоидами породы кислого состава - фельзиты и ортоклазиты.

С ранней группой даек - гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами на площади рудного узла связано молибденовое и медно-молибденовое оруденение, локализующееся в зонах калишпатизации, окварцевания, серицитизации. С поздними дайками - гибридными порфирами, лампрофирами, грорудитами связано золотое оруденение в зонах березитизации, лиственизации, турмалинизации, окварцевания.

Металлогения Ключевско-Давендинского рудного узла обусловлена его приуроченностью к Нерча-Амазарской рудной зоне, являющийся эквивалентом Дарасуно-Могочинской глыбовой структуры. По своим металлогеническим особенностям Нерча-Амазарская зона отвечает главной части золото-молибденового пояса, к северо-восточной части которого относится Могочинский рудный район.

### **1.3 Тектоника**

Ивачихинская структура представляет собой серию (150-300м) субпараллельных зон дробления северо-восточного простирания, параллельную Северо-Давендинскому разлому и находящуюся в его висячем боку. Протяженность по простиранию структуры составляет 2900 метров. Мощность зон дробления (Ивачихинской структуры) составляет от 5-10 до 25-30 м. Тектонические нарушения сопровождаются катаклизмом, интенсивной



серицитизацией, осветлением, окварцеванием и карбонатизацией. Пиритизация в тектонических зонах относительно слабая, вкрапленная, часто пылевидная. Основная трещиноватость, как и тектоническая, представлена двумя системами трещин, параллельных основным разломам.

В пределах Александровского рудного поля выделяются два геолого-структурных блока – Северо-Западный и Давендинский, сложенными, преимущественно, гранитами бичурского комплекса. Граница между ними проходит по Северо-Давендинскому разлому. С Северо-Западным блоком связана золото-пирит-кварцевая минерализация, а с Давендинским – молибденит-кварцевая стадия с золотом. Основными типами структур на площади являются разрывные нарушения различных направлений, масштабов и форм проявления. Среди них выделяются разломы северо-восточного и северо-западного направлений. К первым относятся межблоковые разломы - Северо-Давендинский, разграничивающий Юго-Восточный и Давендинский блоки, а также Пологий и Пограничный, разделяющие Юго-восточный и Северо-западный блоки. Вторая группа представлена внутриблоковыми «поперечными» разломами - Главным, Александровским и другими более мелкими нарушениями, которые являются рудоконтролирующими и рудовмещающими структурами на Александровском месторождении. По времени заложения структуры северо-восточного простирания более древние (соответствуют герцинской складчатости), а структуры северо-западного простирания - молодые (соответствуют альпийской складчатости) [4].

*Северо-Давендинский разлом* является наиболее крупной разрывной структурой Александровского рудного поля. На всем своем протяжении он отчетливо фиксируется геофизическими методами разведки.

Разлом имеет северо-восточное простирание ( $65-70^{\circ}$ ) и крутое падение на северо-запад под углом  $70-75^{\circ}$ . Северо-Давендинский разлом в районе ключа Ивачиха и рудопроявления Южно-Александровское смещается серией широтных разрывных нарушений. Общая протяженность прослеженной части разлома около 3 км, но за пределами рудного поля он далеко протягивается как

в северо-восточном, так и юго-западном направлениях. Активизация Северо-Давендинского разлома имела место в период, предшествующий внедрению даек габбро-диабазов, направленность которых соответствует общему простиранию разлома. Последующие тектонические подвижки в его зоне привели к рассланцеванию некоторых даек габбро-диабазов, а также к смещению более поздних даек диоритовых порфиритов, гранит-порфиров и гидротермально-метасоматических образований. Северо-Давендинский разлом является глубинной рудоподводящей структурой, контролирующей размещение золоторудной минерализации на Александровском рудном поле.

*Главный разлом* имеет северо-восточное простирание ( $65-70^{\circ}$ ) и крутое падение на северо-запад под углом  $70-75^{\circ}$ . Северо-Давендинский разлом в районе ключа Ивачиха и рудопроявления Южно-Александровское смещается серией широтных разрывных нарушений. Общая протяженность прослеженной части разлома около 3 км, но за пределами рудного поля он далеко протягивается как в северо-восточном, так и юго-западном направлениях. Активизация Северо-Давендинского разлома имела место в период, предшествующий внедрению даек габбро-диабазов, направленность которых соответствует общему простиранию разлома. Последующие тектонические подвижки в его зоне привели к рассланцеванию некоторых даек габбро-диабазов, а также к смещению более поздних даек диоритовых порфиритов, гранит-порфиров и гидротермально-метасоматических образований.

Особенностью Главного разлома является его секущее положение по отношению ко всем магматическим образованиям, в том числе и к самым поздним - юрским дайкам лампрофиров, общее направление которых составляет с плоскостью разлома острый угол. Указанные дайки прослеживаются как со стороны висячего, так и со стороны лежащего бока разлома, по-видимому, они выполняют систему трещин скола, сопряженную с системой однотипных трещин, по которым происходило заложение Главного разлома. Замеры штрихов и борозд скольжения на его плоскостях

свидетельствуют о сдвиговом характере этого нарушения. Горизонтальная амплитуда смещения по нему составляет порядка 250 м.

*Александровский разлом* имеет северо-западное простирание ( $310^0$ ) с крутыми углами падения ( $70-80^0$ ) на юго-запад. Он протягивается от места его сочленения с Главным разломом на северо-западе до пересечения с Северо-Давендинским разломом на юго-востоке. Характер штрихов на зеркалах скольжения позволяет классифицировать его как правый сбросо-сдвиг.

С простиранием Александровского разлома совпадает ориентировка большинства даек заключительного этапа становления Северо - Давендинского интрузивного массива. В некоторых случаях, наряду с дайками резкопорфировидных гранитов и микродиоритов, в зоне разлома фиксируются также и дайки лампрофиров. Из всего вышеизложенного можно сделать заключение, что Александровский разлом формировался как зона дробления в условиях сжатия и был заложен в завершающий период становления интрузий бичурского комплекса. Позднее разлом подновлялся как в рудную, так и пострудную стадии процессов рудообразования [4].

### **1.5 Геологическое строение участка работ**

Участок Ивачиха расположен на южном фланге Александровского рудного поля и представляет собой наиболее эродированный его участок, где рудные зоны выходят к поверхности и представляют собой минерализованные зоны СВ простирания, конформные направлению Северо-Давендинского разлома. Рудные зоны локализованы среди порфировидных гранитов олекминского комплекса, прорванных небольшими штоками гранит-порфиров и дайками диоритовых порфиритов, лампрофиров амуджикано-сретенского комплекса, а также редкими дайками габбро-диоритов бичурского комплекса.

С ранней группой даек – гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами на площади рудного узла связано молибденовое и медно-молибденовое оруденение, локализующееся в зонах калишпатизации, окварцевания, серицитизации. С поздними дайками - гибридными порфирами, лампрофирами,

гидротермальными связано золотое оруденение в зонах березитизации, лиственитизации, турмалинизации, окварцевания [3].

В процессе работ последних лет на Александровском рудном поле выявлены основные критерии золотоносности для отдельных его участков, которые сводятся к следующему:

- рудная минерализация четко связана с тектоническими зонами дробления субширотного и северо-восточного простираний;

- промышленная золотоносность характерна участкам переслаивания горных пород кислого (граниты, аплиты, фельзиты, пегматиты) и среднего (диориты, диоритовые порфириды, микродиориты) состава;

- золотое оруденение тесно связано с пиритизацией, серицитизацией, окварцеванием (особенно халцедоновидного кварца), анкеритизацией вкрапленной и осветлением;

- наличие прямых и косвенных признаков золотого оруденения: наличие россыпных проявлений, геохимических ореолов, наличие установленных проявлений золота, ранее проводившимися работами.

На участке Ивачиха предполагается наличие всех перечисленных критериев. Оруденение будет отмечаться, в основном, в прожилково-вкрапленных зонах, границы которого устанавливаются только по данным опробования кварц-пиритовых прожилков и зон околожилковых изменений, представленных окварцеванием, серицитизацией, хлоритизацией и пиритизацией. Предполагаемая характеристика рудных тел – это сложнопостроенные минерализованные и жильные зоны [2].

### **1.6 Попутные полезные ископаемые**

На участке Ивачиха в качестве попутного компонента выступает серебро и молибден. Известны также проявления других полезных ископаемых: висмута, вольфрама, цинка, меди. Из строительных материалов в районе имеются гравий, строительный камень, огнеупорные глины.

## 2 ВЫБОР СИСТЕМЫ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ

Поиски месторождений по структурным предпосылкам рационально начинать с прослеживания ранее выявленных мощных зон региональных рудоконтролирующих разломов, изучения их строения и рудоконтролирующего значения. В результате обычно выделяют четкие и местами мощные минерализованные зоны. В нашем случае участок работ располагается на пересечении двух крупных разломов (Северо-Давендинский и Александровский). Методы, применяемые для выявления золоторудных месторождений в данном районе, обусловлены геологическими и металлогеническими особенностями района.

Исследуемый район работ расположен непосредственно к северу от Монголо-Охотского пояса и является юго-западной частью Алдано-Витимского щита.

Древнейшими образованиями района являются архейские гнейсы и кристаллические сланцы, сопоставляемые с алданским комплексом. Они метаморфизованы в условиях гранулитовой фации. Характерно северо-западное направление складчатых структур.

Нижнепротерозойские образования, сопоставляемые со становым комплексом, имеют меньшее распространение. Они также представлены разнообразными по составу гнейсами и кристаллическими сланцами, метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации. Характерен северо-восточный структурный план складчатых структур.

Наиболее широким развитием в районе пользуются многофазные батолитового типа интрузии, достигающие по площади трех тысяч квадратных километров. Породы более древних фаз характеризуются более основным составом. Данные интрузии датируются докембрийским и палеозойским возрастом.

Относительно широким распространением пользуются гипабиссальные интрузии нижнемезазойского возраста, приуроченные к системам

разноориентированных нарушений, чем и обусловлен их трещинный характер. Нижнемезозойские интрузии имеют трехфазное строение. Площадь массивов редко превышает 500 км<sup>2</sup>.

С металлогенической точки зрения наиболее интересен комплекс верхнеюрских образований, включающих покровы эффузивов, субвулканы и мелкие интрузии. Последние образуют линейно вытянутые зоны, прослеживающиеся на десятки и сотни километров в северо-восточном и субширотном направлении.

Вероятно, в палеозойское время возникли нарушения субширотного и субмеридионального простирания. Указанные системы нарушений впоследствии неоднократно подновлялись, вследствие чего район представляет чередующиеся горсты и грабены, ориентированные в северо-восточном направлении.

Магматические образования верхнеюрского возраста, с которыми не только пространственно, но, вероятно, и парагенетически ассоциируют основные полезные ископаемые района – молибден и золото, приурочены к системам нарушений субширотного и северо-восточного простирания.

Важной особенностью района является широкое распространение россыпей золота. Достаточно отметить, что эксплуатация россыпных месторождений продолжается непрерывно более ста лет.

Для целенаправленного проведения поисковых работ на рудное золото важное значение имеют следующие вопросы: структурная позиция россыпей, их строение, характер золота, наличие самородков, сростков золота с сульфидами и кварцем и т.п.

Важность решения этих вопросов обусловлена тем, что между количеством известных россыпей и рудных месторождений наблюдается явная дислокация.

Анализ расположения россыпей указывает на то, что их верховья приурочены к поясам субвулканических и гипабиссальных интрузий верхнеюрского возраста. Последние контролируются системами нарушений и

зонами повышенной трещиноватости субширотного простирания, прослеживающимися на десятки, реже сотни километров при ширине 5-15 км.

На выбор видов разведочных выработок и их сечений влияет ряд факторов: географические, геологические и горнотехнические.

Из географических факторов значение имеют рельеф поверхности, транспортные условия и климат.

Устойчивость, крепость вмещающих пород и, непосредственно, полезного ископаемого, а также степень обводненности участка относятся к горнотехническим факторам.

Сложности строения месторождения и другим геологическим факторам соответствуют изменчивость его параметров и условиями залегания тел полезных ископаемых. Эти факторы играют решающую роль при выборе типа выработок. Принадлежность месторождения к той или иной группе устанавливается по степени сложности геологического строения основных тел полезных ископаемых, заключающих не менее 70% запасов месторождения.

По сложности геологического строения, по аналогии с соседними участками (Восточный и Западный) участок Ивачиха на стадии проектирования отнесен к 3 группе [5].

### 3 МЕТОДИКА ПОИСКОВЫХ И ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ

Участок Ивачиха планируется изучать комплексом геологических, геофизических и технических методов. Методика работ учитывает конкретные горно-геологические условия, структурно-морфологический тип оруденения.

#### **3.1 Горнопроходческие работы**

Горнопроходческие работы, включающие проходку канав, планируются на Ивачихинском участке с целью изучения минерализованных зон дробления с прожилковым золотоносным оруденением, установления морфологии рудоносных зон, изучения состава руд в пределах рудоносных зон, рудных полей и участков, прослеживания по простиранию известных рудных тел и зон, выявления и изучения новых рудоносных структур, при заверке геохимических и геофизических аномалий.

Для выполнения поставленных техническим заданием целей – поисков, определения параметров, вещественного состава, степени рудоносности и оценки прогнозных ресурсов золота, необходимо вскрыть с поверхности, изучить в коренном залегании и опробовать рудоносные и потенциально рудоносные минерализованные зоны разрывов. На участках с маломощным (до 6 м) покровом рыхлых отложений эти задачи проектируется решать с помощью канав. Методы и последовательность решения поставленных задач predetermined результатами работ на соседних участках о структурно-морфологических типах оруденения и закономерностях их размещения, наличием установленных первичных и вторичных поисковых признаков.

Главной задачей канав является прирост ресурсов по категории  $P_1$ , также будут решаться задачи геолого-структурного изучения участка, изучение вещественного состава руд и вмещающих пород. По результатам проходки канав будут пройдены скважины колонкового бурения, с целью изучения выявленных рудных зон на глубину.



### 3.1.1 Проходка канав механизированным способом

Механизированная проходка будет осуществляется бульдозерами тяжелого класса типа «Komatsu» D-275 до плотных коренных пород (средняя глубина канавы 3,0 м).

Полотно канавы перед документацией зачищается от породной мелочи вручную.

Сечение канав составляет:

- при механизированной проходке ширина по верху – 8,74 м; по низу – 5,3 м; глубина – 2,7 м; сечение 18,7 м<sup>2</sup>.

- при ручной зачистке: мощность 0,3 м; ширина по низу – 0,6 м; сечение 0,2 м<sup>2</sup>

Общий объем проходки 5 магистральных и 4 рядовых канав составит 32 775 м<sup>3</sup>, общая протяженность канав 1725 м. Проектируемые канавы показаны на геологических картах и разрезах.

Таблица 1 – Целевое назначение канав

Целевое назначение выработок	Кол-во выработок	расстояние между канавами, м	Длина канав, м
Получение прироста ресурсов категории P <sub>1</sub> . Определение характера рудоносности рудных зон, выявление новых рудных структур, заверка контрастных геохимических аномалий во вторичных ореолах рассеяния(канавы № 201-205)	5	120	265
Оценка рудного золота по категории C <sub>2</sub> . Определение характера рудоносности известных рудных зон, выявление новых рудных структур, заверка контрастных геохимических аномалий во вторичных ореолах рассеяния (рядовая канава № 206-209).	4	120	100

Таблица 2 – Расчетные сечения и объемы проектируемых канав

Инт. глубин, м	Глубина проходки по коренным породам, м	Глубина канавы, м	Сечение канавы, м <sup>2</sup>
Лето (нормализованные условия, угол откоса 60 <sup>0</sup> )			
0 – 3	0,6	3,0	18,7
Зима (ненормализованные условия, угол откоса 70 <sup>0</sup> )			
0 – 3	0,6	3,0	16,9

Длина каждой проектируемой канавы определена исходя из решаемой ею задачи, с учетом необходимости достоверного выхода за пределы вскрываемой зоны разрыва не менее чем на 3,0-5,0 м.

Расположение канав может измениться в зависимости от результатов проходки ранее пройденных по проекту канав, результатов колонкового бурения скважин.

Ожидаемая средняя мощность рыхлых элювиально-делювиальных отложений на участках, согласно данных предшествующих работ, составляет 2,7 м. Все канавы будут добиты до коренных пород, полотно канав будет зачищено вручную для геологического описания и отбора проб.

С учётом величины углубки в коренные породы на величину 0,3 м глубина канав составит 3,0 м. Ширина полотна углубки в коренные породы 0,6 м. Бортовые стенки углубки в коренные породы – вертикальные.

Углы откоса бортов канав и их торцевых частей (уголков) в нормализованный (летний) период составляют 60<sup>0</sup>, в ненормализованный (зимний) период 70<sup>0</sup>, что учтено при расчете объёмов канав.

Механическая проходка канав, траншей выездов из них предусматривается бульдозером типа «Komatsu» Д-275.

Бульдозерная проходка канав будет проводится в рыхлых породах II-IV категорий и верхней части выветрелых коренных пород.

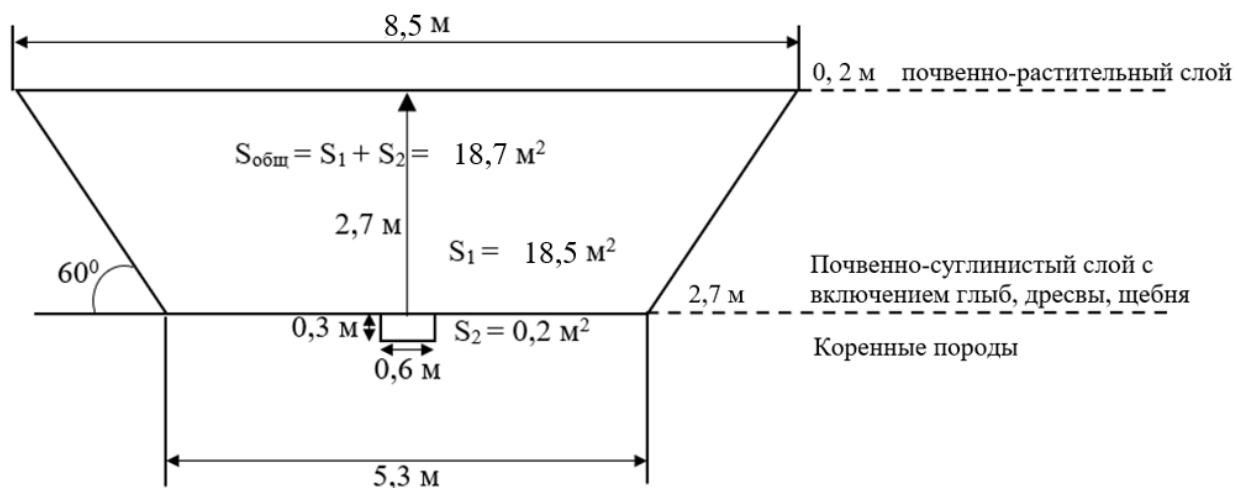


Рисунок 1 – Типовое сечение канавы

Характеристика пород	Мощность слоя, м	Кат. пород	% соотношения	Объем проходки по категориям
Почвенно-растительный слой	0.2	II	6,7	2 197
Песчано-суглинистый грунт с включением глыб, дресвы, щебня, летом	0.5	IV	16,7	5 473
Песчано-суглинистый грунт с включением глыб, дресвы, щебня, летом	2,0	IV	66.6	21828
Всего мехпроходка канав				29 498
Добивка канав вручную	0.3	VII-IX	10	3 277
ВСЕГО	3,0		100	32 775

Для проведения качественной документации и бороздового опробования коренных пород, дополнительно будет проводиться добивка канав (углубка в коренные породы) вручную на глубину 0,3 м, при ширине 0,6 м по всей длине канавы.

*Устройство выездов.* Транспортировка породы из канав в отвалы будет производиться по специальным выездам. Оптимальное расстояние между выездами 50-100 м, для расчетов принимаем 75 м. Исходя из общей протяженности канав, количество выездов составит 23.

Объем работ по устройству выездов рассчитывается исходя из крутизны выездов  $12^\circ$ . Средняя длина выезда, при таких условиях составит:  $H : \operatorname{tg}12^\circ$ , или  $2,7 : 0,2126 = 12,6$  м.

Объем одного выезда определяется, как половина объема призмы с площадью основания  $37,8 \text{ м}^2$  ( $12,6 \text{ м} \times 3,0 \text{ м} = 37,8 \text{ м}^2$ ) и высотой 3 м., и составит примерно –  $56,7 \text{ м}^3$ .

Общий объем всех выездов составит:  $56,7 \text{ м}^3 \times 23 = 1304 \text{ м}^3$ .

Общая длина выездов:  $23 \times 12,6 \text{ м} = 290 \text{ м}$ .

При проходке бульдозерных канав предусматривается предварительная расчистка профиля канавы от леса. Средняя необходимая ширина расчистки принимается:

При проходке бульдозерных канав - 11,0 м (ширина канав поверху 8,4 м)

При проходке выездов – 5,0 м (ширина выезда поверху - 3,0 м).

При общей длине бульдозерных канав 1725 м и длине выездов 290 м. площадь расчистки от леса составит:  $(11,0 \text{ м} \times 1725 \text{ м}) + (5,0 \times 290 \text{ м}) = 20425 \text{ м}^2$ .

### 3.1.2 Засыпка канав

Все канавы, в соответствии с мероприятиями по охране окружающей среды, после их документации, опробования, подлежат засыпке. Засыпка канав будет проводиться без трамбовки грунта, в осенне-летний период.

Объем засыпки планируется с учетом 20 % самопроизвольного обрушения грунта и примерно составит:  $(29498 + 1304) \times 80\% = 24\ 641 \text{ м}^3$  (засыпка бульдозером). Предусматривается возврат почвенно-растительного слоя в процессе засыпки канав (траншей).

Объемы горных работ приведены в сводной таблице объемов работ.

## 3.2 Буровые работы

### 3.2.1 Колонковое бурение

Колонковое бурение скважин является основным видом поисковых и оценочных работ, на основе результатов которого будет дана предварительная оценка промышленных параметров перспективных участков (аномалий). По данным буровых работ будет определена предварительная морфология, состав и строение рудоносных тел и зон, характер развитых гидротермально-метасоматических изменений пород, характер распределения основных и попутных полезных компонентов в рудах, наличие зон окисления, выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения на рудных объектах.

На участке Ивачиха будет пройдено 24 скважины на оценку от 300-100м.

По результатам опробования керна скважин будет выполнен подсчет запасов руд и металлов и дана оценка ресурсов выявленных рудных объектов.

Бурение поисковых скважин предусматривается с целью заверки выявленных в процессе работ на площади геохимических и геофизических аномалий и определения их природы.

Проектируемая глубина оценочных скважин 300-100 м. Глубина скважин может меняться в зависимости от результатов поисковых работ. При достижении проектной глубины по оруденелым породам, бурение продолжается с выходом в слабооруденелые или неизмененные породы не менее чем на 30 м.

При вскрытии в забойной части скважины потенциально рудных образований, бурение скважины продолжается до полного пересечения рудной зоны и выхода во вмещающие породы на 30-50 м [6].

Предусмотренные настоящим проектом скважины наклонные, угол наклона ( $60^{\circ}$ ) может быть изменен по результатам текущих работ. Простирание оценочных профилей принято северо-восточное ( $150^{\circ}$ ).

*Геолого-технические условия бурения.* Проектный геологический разрез, основанный на полученных материалах ранее проведенного поискового и оценочного бурения на месторождении района работ, представлен породами, которые по классификации пород по буримости относятся к III-XI категориям.

## ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД ПО СКВАЖИНЕ

Проектная глубина – 150 м

Тип станка – СКБ-41М

Интервал, от-до (м)	Мощность слоя (м)	Краткая характеристика пород	Категория пород	Конструкция скважины	Тип породоразрушающего инструмента	Технология бурения	
0-6	6	Почвенно-растительный слой и делювиальные отложения	II		Твердосплавные коронки Ø112 мм	Бурение в сухую обсадку трубами Ø108 мм	
6-30	24	Граниты, гранодиориты гнейсовидные	VII-XII			Алмаз НQ - Ø95,6 мм	Бурение с промывкой глинистым раствором, укороченные рейсы, цементация, тампонаж зон дробления. Диаметр керна 63,5 мм.
30-35	5	аплиты					
35-38	3	микродиориты, прожилково вкрапленные золото-турмалин-пирит-кварцевые зоны					
38-47	9	Граниты, гранодиориты гнейсовидные					
47-66	22	аплиты					
66-82	6	Граниты, гранодиориты гнейсовидные, переслаивание пород кислого и среднего состава					
82-84	2	аплиты					
84-88	4	микродиориты					
88-102	14	Граниты, гранодиориты гнейсовидные					
102-125	23	Граниты лейкократовые					
125-135	10	микродиориты					
135-150	15	Граниты, гранодиориты гнейсовидные					

Рисунок 2 - Геолого-технический наряд по скважине

Заложение скважин под углом в 60° к горизонту, что, учитывая крутое падение рудных тел, обеспечивает угол встречи рудного тела и скважины не менее 40°.

Таблица 4 - Титульный лист проектируемых оценочных скважин

Номер скважины	Азимут бурения, град	Угол наклона, град	Глубина, м	Геологические задачи скважины
участок поисковых и оценочных работ				
C1	150	60	300	оценка
C2	150	60	250	оценка
C3	150	60	200	оценка
C4	150	60	150	оценка
C5	150	60	100	оценка
C6	150	60	300	оценка
C7	150	60	250	оценка
C8	150	60	200	оценка
C9	150	60	150	оценка
C10	150	60	100	оценка
C11	150	60	300	оценка
C12	150	60	250	оценка
C13	150	60	200	оценка
C14	150	60	150	оценка
C15	150	60	100	оценка
C16	150	60	300	оценка
C17	150	60	250	оценка
C18	150	60	200	оценка
C19	150	60	150	оценка
C20	150	60	100	оценка
C21	150	60	300	оценка
C22	150	60	250	оценка
C23	150	60	200	оценка
C24	150	60	150	оценка
итого	24	150	60	4900
Всего по проекту (пог.м/скв.)			4900/24	

*Технология бурения.* Бурение производим станками СКБ-41М и СКБ-5101 с дизельным приводом диаметром НQ - 95,6 мм, при этом диаметр керна будет составлять 63,5 мм. Буровой инструмент: бурильные трубы, двойные колонковые трубы и коронки российского производства. При этом

обеспечивался выход керна более 90%. Забурка скважин с поверхности производится диаметром 112 мм армированными коронками "всухую" и обсаживается трубами диаметром 108 мм. Коронки твердосплавные марки (ССК) 37ИЗГ. Углубка в крепкие коренные породы производится на 0,0 - 0,3 м. В крепких породах 7-12 категории основной диаметр бурения принимается НQ (95,6 мм) с применением алмазных коронок и двойных колонковых труб (производства «Тессо» и других зарубежных фирм) [5].

### 3.2.2 Геофизические исследования

Исходя из целевого назначения проектируемых работ, перед геофизическими методами исследования скважин ставятся следующие задачи:

- а) литологическое расчленение разреза скважин;
- б) выделение зон гидротермально-метасоматических измененных сульфидизированных пород;
- в) определение мощности и глубины залегания сульфидно-кварцевых жил и зон прожилково-вкрапленной минерализации;
- г) изучение около скважинного пространства;
- д) определение положения скважин в пространстве.

Каротаж скважин будет осуществляться автоматизированным каротажным комплексом «АКК-6-01 «СОСНА» № 075», предназначенным для комплексного каротажа методами гамма каротажа (ГК), каротажа сопротивлений (КС) и естественной поляризации (ПС) скважинным прибором КСП-38.

**Гамма – каротаж (ГК)** проводится с целью определение уровня природной радиоактивности пород (гамма-излучение). Результаты используются для массовых поисков, определения радиационной безопасности руд и для расчленения разреза на литологические разновидности и картирования пород, подвергшихся калиевому метасоматозу, с которым связано золотое оруденение.



Для гамма-канала в качестве детектора используется сцинтилляционный кристалл NaI размером 18\*30 и фотоумножитель ФЭУ № 67В. Исследованию методом ГК подлежат не менее 95% скважин –  $4900 \times 0,95 = 4655$  м. Контрольные измерения предусматривается выполнить в объеме 10% от объема каротажа, т.е. – 466 м.

**Каротаж сопротивлений (КС):** Каротаж сопротивлений предусматривается с целью изучения геоэлектрического разреза, выделения зон трещиноватости и блоков плотных, слабо измененных пород. Исследованию каротажем сопротивлений подлежат не менее 70% скважин –  $4900 \times 0,7 = 3430$  м, контрольных измерений – 343 м.

**Метод естественной поляризации (ПС).** Предусматривается для решения следующих задач:

- а) Исследование призабойного и околоскважинного пространства с целью выявления зон сульфидной минерализации;
- б) Определение пространственного положения выявленных зон;
- в) Выделение зон рассеянной сульфидной минерализации по разрезу скважин.

*Инклинометрия.* проектируется с целью определения азимутов и углов наклона осей скважин. Измерения предусматривается выполнять инклинометрами МИР-36 № ИЭМ-42-80/20 № 514. Шаг измерений 10 м. Контрольные замеры проводятся в объеме 10%. Погрешность измерений не должна превышать  $5^\circ$  для азимута и  $0,5^\circ$  для угла наклона. Инклинометрия предусматривается во всех скважинах.

В процессе буровых работ оператор-бурильщик ведет первичную документацию - буровой журнал. В журнале фиксируется: прием/сдача смены, выполненный объем бурения, основные технологические параметры бурового процесса, тип и размер бурового инструмента, проходка и выход керна, состояние бурового оборудования и другие необходимые данные. Извлеченный из скважины керн укладывается в керновые ящики.

## 4 ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОПРОБОВАНИЕ

### 4.1 Документация и опробование канав

Перед началом документации производится измерение длины и глубины канавы от нулевого пикета. Линия опробования и документации прокладывается вдоль основания северной (или западной) стенки канавы слева направо. Бороздовые пробы отбираются из кварцевых жил тектонических зон и интервалов метасоматических изменений. Длина пробы определяется литологическими границами, но не должна превышать 1 м, сечение 3x10 см, средняя длина пробы 0,8 м, вес –  $0,8 \times 0,03 \times 0,1 \times 2,72 = 6,5$  кг. Предполагается, что такие интервалы составят 20% протяженности канав. При мощности интервала менее 30 см отбирается задирковая проба с площади, обеспечивающей вес пробы 6,5 кг. Отбор борозды производится с помощью алмазной дисковой пилы и ручного электроперфоратора, запитываемых от дизельной (карбюраторной) электростанции мощностью 5квт. Всего исходя из общей протяженности рудных интервалов будет отобрано 432 бороздовые пробы [7].

За пределами интервалов бороздового опробования отбираются пунктирные борозды (сколковые пробы): с интервала 5-3 м через 20-80 см из всех разновидностей пород наколачивается серия сколков весом 20-50 г, объединяющихся в 1 пробу весом 200-300 г, средняя длина пробы - 4 м. Всего будет отобрано 345 сколковых проб.

После отбора проб производится фотографирование полотна цифровым аппаратом с высокой степенью разрешения. Документация (зарисовка в масштабе 1:100-50 и краткое описание пород ведётся в журнале документации или в электронном виде в программе Геобанк (дополнительная функция ГИС Макромайн). Объемы документации и отбора проб приведены в таблице 5.

### 4.2 Документация и опробование керна скважин

Документация ведётся либо традиционным способом в бумажном виде, либо в программе Геобанк с 100% фотографией керна в закрытом

отапливаемом помещении с ярким искусственным освещением. Документация производится после разметки керновых проб [5]. Методика опробования идентична описанной для канав, т.е. 20% керна опробуется распиловкой алмазным диском пополам на кернорезном станке. Длина керновой пробы 1 – 0,3 м, границы определяются литологией интервала. Средняя длина пробы 0,8 м, вес –  $0,8 \times 3,14 \times (63,5/2)^2 \times 2,72 = 6,9$  кг. Остальной керна опробуется сколками. Длина сколковых проб 3-5 м. Количество сколковых проб с 3920 м – 980 шт. Объемы документации и отбора проб приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Объемы документации и отбора проб

Участок	Этап работ	Объем документации, м		Объем опробования							
		канавы	керна	Канавы (бороздвое)		Керновое (распил.)		Канавы (сколковое)		Керн (сколковое)	
				п.м.	шт.	п.м.	шт.	п.м.	шт.	п.м.	шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ивачиха	поисковый	1325	-	265	332	-	-	1060	265	-	-
	оценочный	400	4900	80	100	980	1225	320	80	3920	980
	ВСЕГО	1725	4900	345	432			1380	345		

### 4.3 Технологическое опробование

Групповые пробы формируются из дубликатов рядовых бороздовых и керновых проб для комплексного изучения руд (наличие попутных компонентов и вредных примесей) и наличия (отсутствия) зоны окисления. Планируется отбор 5 % от количества рядовых проб: 62 шт. - по керну и 22 шт. - по канавам [5].

### 4.4 Обработка проб

В ходе работ будут отбраны следующие виды проб:

- керновые : представляют собой материал, отобранный из керна колонковых скважин.
- бороздовые : представляют собой материал, отбитый на обнаженной поверхности рудного тела или вмещающих пород.

- штуфные пробы : представляют собой единичный образец (штуф), отбитый от стенки, забоя или кровли выработки, в некоторых случаях взятый из навала.

Бороздовые, керновые и штуфные пробы обрабатываются в пробирной лаборатории ЗАО «Рудник Александровский», расположенной на ЗИФ в пос. Давенда на современном оборудовании с учетом формулы Ричардса-Чечетта:  $Q = Kd^2$ , при  $K=0,8$  по аналогии с Александровским и Ключевским месторождениями (рис.2). Пробы будут последовательно дробиться, измельчаться и сокращаться на линии из аппаратов БОЙД и «Rocklabs», до 2,0 – 0,5 – 0,074 мм. Конечный вес пробы – 500 г. ВО избежание «заражения» предусматриваются следующие мероприятия:

- обработка каждой партии проб по порядку отбора отдельно по всем выработкам;

- обдувка оборудования сжатым воздухом после обработки каждой пробы;

- прочистка оборудования 150-200 г шамотного кирпича после каждой пробы;

- для контроля качества обработки включение в каждый наряд заказ 5% контрольных проб сформированных из заведомо безрудного (без золота) материала. Штуфные и сколковые пробы обрабатываются без сокращения.

Таблица 6 – Объемы обработки проб

Участок	Этап работ	Объем обработки проб						
		Бороздовое. шт.			Керновое			Штуф, всего шт.
		рядовое	контр. 5%	всего	рядовое	контр. 5%	всего	всего
Ивачиха	Поисковый	332	17	349	-	-	-	10
	оценочный	100	5	105	980	49	1029	
	ВСЕГО по участку	432	22	454	980	49	1029	10

### Принципиальная схема обработки керновых, борздовых и штупных проб

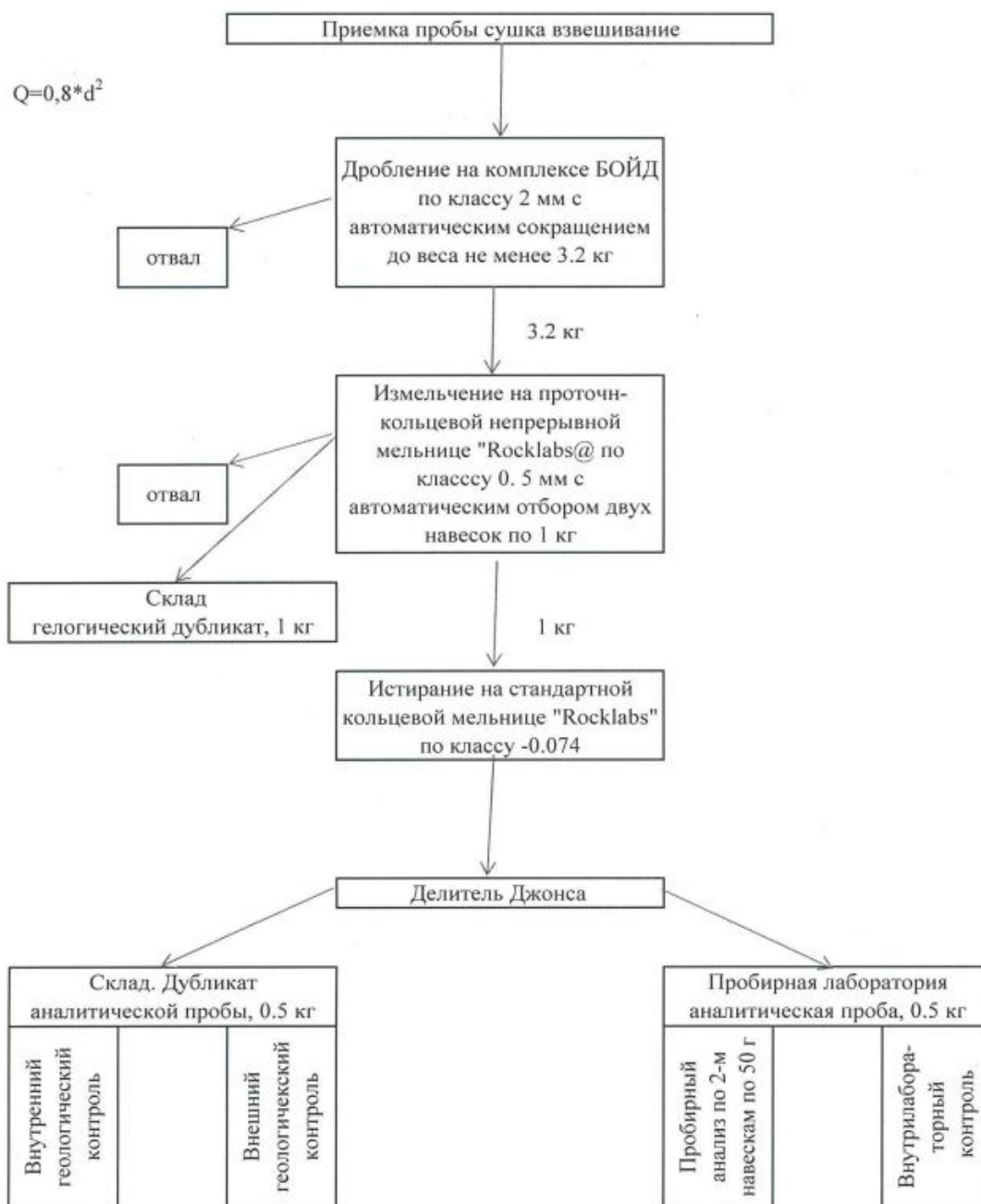


Рисунок 2 – Схема обработки керновых борздовых и штупных проб

#### 4.5 Аналитические исследования

Для определения количественного содержания золота в кварцевых жилах, гидротермально - метасоматических измененных зонах и вмещающих породах предусматривается проведение пробирного анализа всех керновых и борздовых проб на золото.

Штуфные и сколковые пробы будут анализироваться спектральным полуколичественным способом на 20 элементов и спектрозолотометрией на золото. Все перечисленные анализы будут выполнены в аккредитованной лаборатории рудника, расположенной на ЗИФ в пос. Давенда. Групповые пробы (94 шт.) будут направлены на спектральный количественный на 20 элементов, рациональный и фазовый анализы в аналитический центр ОАО «Иргиредмет».

Таблица 7 - Объемы аналитических работ

Участок	Этап работ	Объем обработки					
		Пробирный			Спектральный полуколич.		
		рядовое	контр. 5%	всего	рядовое	контр. 5%	всего
Ивачиха	поисковый	349	18	367	10	1	11
	оценочный	1134	57	1191	1029	52	1081
	ВСЕГО	1483	75	1558	1039	53	1092

#### 4.6 Определение объемной массы и влажности пород и руд

Учитывая, что рудные участки (минерализованные зоны) несколько отличаются между собой по геологическому строению, характеру и интенсивности метасоматических изменений, содержанию магнетита и сульфидов (в основном пирита), отбор проб для определения объемной массы будет производиться отдельно по участкам, а в пределах участков – отдельно по рудам и вмещающим (или слабооруденелым) породам.

Объёмная масса и влажность плотных руд будет определяться в основном представительным образцам керна геологических скважин. Отбор будет выполняться с разной плотностью с шагом отбора от 50 до 100 м, в зависимости от литологической разности пород.

Для лабораторного определения влажности и объёмного веса будут отбираться монолитные столбики длиной 20–30 см, парафинироваться или упаковываться в целлофан, затем отправляться в лабораторию. Лабораторные исследования будут выполняться в специализированных лабораториях по

договору. Всего для лабораторных исследований предусматривается отобрать не менее 98 образцов для определения объемного веса (массы), влажности, пористости и других физико-механических свойств пород и руд.

Исследования проб будут выполняться в специализированных сертифицированных лабораториях.

Полевые определение объемной массы планируется проводить постоянно в процессе бурения скважин. Измерения будут выполняться в специально оборудованных камеральных помещениях. Вначале отбирается монолитный столбик керна около 20-30 см и дается краткое описание породы. Образец взвешивается в естественном состоянии, после чего в подвешенном состоянии в воде, на специальном весовом оборудовании. Далее образец отправляется на сушку, на несколько часов при температуре более 80<sup>0</sup> С. После просушивания проба снова взвешивается и парафинируется до полного изолирования от внешних факторов, затем взвешивается в парафине, далее вес определяется в подвешенном состоянии в парафине в воде. После проделанных операций и полученных данных по весу, записанных в специальный журнал учета веса, производится расчет объемной массы породы. Полученные результаты в последующем будут сравниваться с данными лабораторных исследований.

Всего в полевых условиях планируется проанализировать не менее 4900 м керна (1 проба на 50 пог. м бурения)

$$4900 \text{ м} : 50 \text{ м} \approx 98.$$

#### **4.7 Камеральные работы**

Обработка материалов будет производится во все периоды проведения полевых работ. Полученная информация будет заносится в программу Геобанк, где будет формироваться электронная база данных, которая по мере накопления будет экспортироваться в Макромайн для построения объемной модели объектов.

В состав камеральных работ входят:

1. Проектирование

2. Составление и систематическое пополнение геолого-структурных планов участков и рудного поля в масштабах 1:10 000, 1:2000.

3. Составление и систематическое пополнение геологических разрезов масштаба 1:2000, 1:1000.

4. Корректировка полевой геологической документации на основе описания шлифов и аншлифов.

5. Обработка результатов опробования.

6. Пополнение созданной базы данных объемной модели рудного поля (инклинометрия скважин, опробование, шифровка литологических разностей пород и т.д.)

7. Подсчет запасов и ресурсов золота.



## 5 ВЫБОР МЕТОДИКИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Под запасами понимается количество промышленного пригодного полезного ископаемого на месторождении или какой-либо его части. Запасы учитываются в весовом выражении, за исключением строительных материалов и природного горючего газа, учитываемых в объёмных единицах ( $\text{м}^3$ ). По рудам подсчитываются и учитываются как запасы самой руды в тоннах, так и запасы ценных компонентов [10].

В соответствии с кондициями запасы делятся на две группы:

Балансовые запасы, использование которых экономически целесообразно и которые удовлетворяют кондициям;

Забалансовые запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно, но которые в дальнейшем могут явиться объектом промышленного освоения.

По степени достоверности, т.е. изученности запасы делятся на категории. В России запасы разделяются на категории А – запасы доказанные, достоверные; В – вероятные; С ( $C_1$  и  $C_2$ ) – возможные.

В связи с тем, что предполагается достаточно крутое падение рудных тел ( $60-70^\circ$ ), подсчет запасов можно произвести методом геологических блоков в проекции на вертикальную плоскость.

На первом этапе, для оконтуривания по результатам опробования рудных тел, производится выделение сплошных интервалов, состоящих только из проб с содержанием золота выше бортового. Добавление к выделенным рудным интервалам через безрудные или слаборудные участки соседних проб осуществляется с соблюдением максимально допустимой кондициями мощности безрудного прослоя и только при среднем содержании золота в добавленных к рудному интервалу пробах (вместе с безрудными) не ниже бортового.

Мощности рудных интервалов определяются суммированием длин проб, входящих в полученное пересечение. Средние содержания по сечению вычисляются как средневзвешенные на длины проб.

После вычисления по выделенным рудным интервалам опробованной (видимой) мощности и содержания золота проверяется их соответствие утвержденным разведочным кондициям. Проверка кондиционности рудных интервалов проводится с учетом угла встречи выработок с рудным телом, т. е. по истинной мощности. При мощности рудных интервалов ниже минимально допустимой мощности рудных тел, но более высоких содержаниях золота их кондиционность определяется по метрограмму (линейной продуктивности), пересчитанному на истинную мощность [9].

Минимальный метрограмм, определяющий кондиционность рудного интервала, равняется произведению бортового содержания золота на минимально допустимую кондициями истинную мощность рудного тела. Пересчет опробованной мощности на истинную производится по формуле Леонтовского:

$$\text{Истинная мощность } m_{\text{ист}} = m \times (\sin\alpha \times \cos\beta \times \sin\gamma \pm \cos\alpha \times \sin\beta)$$

где  $m$  – опробованная мощность (стволовая),  $\alpha$  – угол падения рудного тела,  $\beta$  – угол наклона выработки к горизонту,  $\gamma$  – разность между азимутом наклона выработки и азимутом простирания тела, “+” для случая встречного падения рудного тела и оси выработки, “–” – для случая падения рудного тела и оси выработки в одном направлении.

При подсчете запасов геологическими блоками на проекциях рудных тел в вертикальной плоскости истинные мощности рудных интервалов пересчитываются на горизонтальные (в направлении, перпендикулярном линии проекции).

При вычислении горизонтальной мощности в направлении, перпендикулярном плоскости вертикальной проекции, первоначально истинная мощность пересчитывается на горизонтальную вкрест простиранию рудных тел по формуле:

$$m_{\text{гор}} = m_{\text{ист}} / \sin(\alpha);$$

где:  $\alpha$  – угол падения тела.

Следующей операцией горизонтальная мощность по направлению вкрест простирания рудных тел пересчитывается на горизонтальную в направлении, перпендикулярном плоскости вертикальной проекции (поскольку плоскость вертикальной проекции не всегда параллельна простиранию рудного тела). Этот расчет выполняется по формуле:

$$m_{\text{гор ЛВП}} = m_{\text{гор}} / \cos(q);$$

где:  $q$  – угол между азимутом простирания рудного тела и азимутом простирания плоскости вертикальной проекции.

После определения кондиционности рудных интервалов в соответствии с геологическим строением на разрезах, планах опробования и проекциях производится увязка (оконтуривание) полученных пересечений в рудные тела и подсчетные блоки.

Мощность рудных тел на разрезах в конечных точках рудных тел отображается в два раза меньшей, чем в крайней выработке (по правилу усеченной пирамиды). При этом контур блока ориентируется на пробу с наибольшим метрограммом в некондиционном сечении либо это направление обосновывается структурно. Вырезка безрудного участка в месте слияния двух или нескольких тел осуществляется по тому же правилу, но на пробу с наименьшим метрограммом.

Средние мощности по блокам вычисляются как среднеарифметические из мощностей входящих в его состав сечений. Средние содержания по блокам вычисляются как средневзвешенные на горизонтальные мощности по сечениям.

Объемы подсчетных блоков определяются умножением средних горизонтальных мощностей блоков на площадь проекций этих блоков. Запасы руды по каждому блоку вычисляются произведением его объема на принятую объемную массу. Запасы золота определяются произведением среднего содержания по блоку на запасы руды.

## 6 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Расчет затрат времени и труда на полевые работы общего назначения

Главными полевыми видами работ на проектируемой площади являются бурение скважин, проходка канав и вспомогательные работы, сопутствующие бурению. Принимаем, что 100% работ проводится в зимний этап.

Удорожанием монтажно-демонтажных работ, проводимых в зимних условиях, учитывается поправочными коэффициентами, которые учитывают увеличение норм на монтаж, демонтаж и транспортировку буровых установок за счет учета времени на обогрев рабочих в зимний этап. Область относится к VI климатической зоне (СШ-5). В соответствии со «Сборником разъяснений, дополнений, изменений и уточнений к ...» вып. 1, п. 42 поправочный коэффициент к нормам времени при производстве монтажа, демонтажа и транспортировок буровых установок в зимний этап времени равен 1,25. Расчет затрат времени на разные виды работ приведены в таблицах ниже.

Таблица 8 - Расчет затрат труда на камеральные работы

Наименование должностей	Количество человек	Продолжительность, мес.	Затраты труда чел/мес
Начальник партии	1	1,5	1,5
Геолог 1 категории	1	2,6	2,6
Техник-геолог	1	4,0	4,0
Маркшейдер-топограф	1	3,0	3,0
Оператор ПЭВМ	1	0,2	0,2
Всего	5	11,3	11,3

Таблица 9 – Расчет затрат времени на бурение и вспомогательные работы

Вид работ	Категория порол	Ед. изм.	Объемы работ	Нормативный документ	Норма времени на ед., ст/см	Поправ. коэфф	Всего затрат ст/см	Нормативный документ	Затраты труда на ед.. ч./дн.	Всего затрат ч/дн
Колонковое бурение в зимний период самоходной установкой Voart Longyear LF-90 «всухую» диаметром HQ - 95,6 мм.	II	Пог.м.	380,0	ССН-5, таб. 5, с.76	0,04		15,2			
	X	Пог.м.	6740,0		0,31		2089,4			
Итого		Пог.м.	7120,0				2104,6	ССН-5. таб.14.16	3,51	<b>7387,1</b>
Удорожание бурения в зимних условиях							2104,6	ССН-5, таб. 210	0,54	<b>1136,5</b>
<b>Итого бурение:</b>		Пог.м.	<b>7120</b>				<b>2104,6</b>			<b>8523,6</b>
<b>Сопутствующие бурению работы</b>										
Монтаж, демонтаж и перемещение буровой до 1 км, зимой (п.95).		Перев.	32	ССН-5, таб. 104. с.1, г.3,г.208	0,65	1,25	26	ССН-5, таб. 105. Таб.208	2,28	<b>59,3</b>

Продолжение таблицы 9

Вид работ	Категория порол	Ед. изм.	Объемы работ	Нормативный документ	Норма времени на ед., ст/см	Поправ. коэфф	Всего затрат ст/см	Нормативный документ	Затраты труда на ед.. ч./дн.	Всего затрат ч/дн
<b>Вспомогательные работы</b>										
Ликвидационное тампонирующее (засыпка скважин вручную с трамбовкой)		м <sup>3</sup>	1424	ССН-4, таб. 162 г.3	0,77	-	1096,48	ССН-4. таб. 163	1,30	<b>1425,4</b>
Установка пробок в скважины		шт	33	ССН-5, таб. 66. с.1, г.3	0,08	-	2,64	ССН-5. таб.14.16	3,51	<b>9,3</b>
Крепление скважин обсадными трубами и извлечение		100 м	71,2	ССН-5, таб. 72, с.2, г.3,5	2,33	-	165,896	ССН-5. таб. 14.16	3,51	<b>582,3</b>
Геологическое сопровождение (Сборник раз, и доп. вып. 3. 2000г.)		ст.см.	2104,6	-	-	-	-	п. 23	0,64	<b>1346,9</b>
<b>Удорожание в зимних условиях</b>							<b>1265,016</b>	<b>ССН-5. таб. 210</b>	<b>0,54</b>	<b>683,1</b>
<b>Итого сопутствующие</b>							<b>1265,016</b>			<b>4047,0</b>
<b>Всего затрат</b>							<b>3369,6</b>			<b>12570,7</b>

Таблица 10 – Расчет затрат времени на опробование керна

Вид работ	Ед. изм.	Длина керна	Объем работ	Нормативный документ	Затраты времени, бр/см.		Нормативный документ	Затраты труда, ч./ди.	
					на ед.	всего		на I бр/см	всего
Опробование рыхлого керна скважин в зимний период	100 м. Керна	0,3	237,333	ССН-1, ч-5. таб. 212. с.2,3	5,34	1267,4	ССН-1, ч-5. таб. 213.Г.5	3,1	3928,8

Таблица 11 – Расчет затрат времени на проходку канав

Виды работ по условиям	Ед. изм.	Объем работ	ССН-4	Затраты времени на ед., час	Коэффициент	Затраты времени, <u>часы</u> смены
<i>Проходка канав бульдозером (лето) без предварительного рыхления пород, глубина выработки до 5 м, бульдозер 118 кВт (D-275)</i>						
<i>Механизированная проходка канав</i>	<i>100 м<sup>3</sup></i>	<i>32 775</i>				
II категория пород талые;	100 м <sup>3</sup>	2 197	т.30,с.3	1,94	1	<u>4262,2</u> 640,9
III-IV категория пород талые	100 м <sup>3</sup>	27301,0	т.30,с.3	2,22	1	<u>60608,2</u> 9114,0
Добивка канав вручную в породах VIII-IX кат. (расчистка) с предварительным рыхлением (лето), перекидка породы до 3 м	м <sup>3</sup>	3277,0	т.8, с.1	6,1	1	<u>19989,7</u> 3006,0
<b>Всего</b>						<u><b>часы</b></u> <b>84860,1</b>
						<u><b>смены</b></u> <b>12760,9</b>

Таблица 12 – Расчет затрат времени на засыпку канав

Виды работ по условиям	Ед. изм.	Объем работ	ССН-4	Затраты времени, час	Коэфф-т	Затраты времени, <u>часы</u> смены
<i>Засыпка канав</i>	<i>100 м<sup>3</sup></i>	<i>24641,0</i>				
II категория пород	100 м <sup>3</sup>	1232,1	т.162,с.2.2	0,95	1	<u>1170,4</u> 176,0
III-IV категория пород	100 м <sup>3</sup>	23409,0	т.162,с.2.2	1,08	1	<u>25281,7</u> 3801,8
<b>Всего</b>						<u><b>часы</b></u> <b>26452,1</b>
						<u><b>смены</b></u> <b>3977,8</b>

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

### 7.1 Электробезопасность

В проекте планируется использование следующего электрооборудования: генератор трехфазный, насос для откачки воды, электроперфоратор, бензорез электрический, приборы освещения и тд.

При проведении работ с источниками опасного напряжения (генераторы, преобразователи, аккумуляторы, сухие батареи и т.п.) персонал должен иметь квалификационную группу по электробезопасности [11].

Наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств, а также блокировок, кожухов и ограждений, и средств связи между оператором и рабочими на линиях должны проверяться перед началом работ (визуально).

Работа с источниками опасного напряжения (включение их и подача тока в питающие линии и цепи) должна производиться при обеспечении надежной связи между оператором и рабочими на линиях. Все технологические операции, выполняемые на питающих и приемных линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд сигнализации и связи.

Перед включением напряжения (аппаратуры) оператор должен оповестить об этом весь работающий персонал соответствующим сигналом.

Не допускается передавать сигналы путем натяжения провода. После окончания измерения необходимо отключить все источники тока [11,12].

### 7.2 Охрана труда

Основные нормативные документы: «Правила безопасности при геологоразведочных работах» 2005 г. [13], «Охрана труда» (1985), «Правила пожарной безопасности, (2009)» [14,15].

Район работ опасен в энцефалитном отношении, поэтому все работники получают инструктаж по мерам профилактики энцефалита, пройдут



курс противоэнцефалитных прививок, будут обеспечены спецодеждой – противоэнцефалитными костюмами.

Все ИТР перед выездом на полевые работы сдают экзамены по технике безопасности. Не сдавшие экзамены, к полевым работам не допускаются. Рабочие, принимаемые на полевые работы, проходят курс обучения и получают инструктаж по технике безопасности (вводный и на рабочем месте). Обучение и инструктаж фиксируются в специальном журнале. Повторный инструктаж рабочих проводится не реже одного раза в квартал. Прием на работу производится в соответствии с Трудовым законодательством Российской Федерации. Профессиональное обучение производится в порядке, предусмотренном "Положением об обучении по охране труда и проверке знаний требований охраны труда работников непосредственно на фирме [16].

В ходе подготовки к полевым работам составляется график выезда на полевые работы. Состояние готовности отряда к полевым работам проверяется специальной комиссией с оформлением соответствующего акта.

Все выявленные недостатки при проверке готовности, должны быть устранены до выезда на полевые работы.

Перед началом полевых работ составляется план аварийных мероприятий на случай возможных стихийных бедствий и несчастных случаев. В плане отражаются условия проходимости местности, наличие троп, гидрографической сети, местоположение ближайших населенных пунктов, подходы к ним, пути отхода к местам эвакуации при лесных пожарах и другие необходимые сведения. Разрабатываются действия персонала отряда в случае стихийного бедствия или несчастного случая. План аварийных мероприятий доводится до сведения всего личного состава отряда под роспись.

Приказом по предприятию из числа ИТР назначаются ответственные за соблюдение правил пожарной безопасности и техники безопасности.

Рабочие будут обеспечены водой в соответствии с требованиями СанПин [17].

#### *Горнопроходческие работы*

Проходка горных выработок на поверхности механизированным способом среди запроектированных работ относится к наиболее опасным видам работ и должна сопровождаться повышенными мерами безопасности [11].

Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него. Срок действия паспорта устанавливается в зависимости от условий ведения горных работ. При изменении горно-геологических условий ведение горных работ должно быть приостановлено до пересмотра паспорта. С паспортом должны быть ознакомлены под роспись лица технического надзора, специалисты и рабочие, ведущие установленные паспортом работы и для которых требования паспорта являются обязательными.

Лица, не состоящие в штате объекта открытых горных работ, но имеющие необходимость в его посещении для выполнения производственных заданий, должны быть проинструктированы по мерам безопасности и обеспечены индивидуальными средствами защиты [18].

При работе с отбойными молотками (отбор проб) последние оборудуются специальными приспособлениями или виброгасящими устройствами. Горнорабочий обеспечивается защитными очками и наушниками.

При выборе насоса руководствуются необходимой производительностью и напором. При водопритеке, превышающем производительность используемого насоса, проходка канавы прекращается.

#### *Буровые работы*

Прокладка подъездных путей, размещение оборудования, устройство отопления и освещения, строительство площадок будет производиться по типовым схемам монтажа с соблюдением техники безопасности [11].

Ведение строительно-монтажных работ на высоте прекращается при силе ветра 5 баллов и более, во время грозы и сильного снегопада, при гололедице и тумане с видимостью менее 10 м.

Буровое здание оборудовано основным и запасным выходами с трапами.

Подъем и спуск собранной буровой вышки производится с помощью подъемных лебедок и крана. При подъеме вышка оснащается строповой оттяжкой, гарантирующей невозможность опрокидывания вышки.

Перемещение буровой установки будет производиться с соблюдением мер безопасности (освещение, нормальные погодные условия).

Смазывание бурового снаряда осуществляется только в фиксированном состоянии, рабочий выполняет операцию по смазыванию только в рукавицах.

Перед спуском и подъемом колонны обсадных труб буровой мастер проверяет исправность вышки, оборудования, талевого системы, инструмента, КИП. В процессе выполнения спуска и подъема обсадных труб запрещается [14]:

- допускать свободное раскачивание секции колонны обсадных труб;
- удерживать от раскачивания трубы непосредственно руками;
- при калибровке обсадных труб перед подъемом над устьем скважины стоять в направлении возможного падения калибра.

До начала работ по цементированию проверяется исправность предохранительных клапанов и манометров, а вся установка (насосы, трубопроводы, шланги, заливочные головки) опрессовываются на полуторное расчетное максимальное давление, необходимое при цементации, но не выше максимального рабочего давления, предусмотренного техническим паспортом насоса.

### **7.3 Пожаробезопасность**

На территории буровых установок и вахтового поселка устанавливаются ручные звуковые извещатели.

В качестве средства связи используется производственная спутниковая радиосвязь (переносные УКВ радиостанции) [19].

Каждый объект обеспечивается противопожарным инвентарем и оборудованием в соответствии с действующими нормами (Таблица 13).

В вахтовом поселке с числом жителей от 50 до 500 человек объем неприкосновенного противопожарного запаса воды должен составлять не менее 60 м<sup>3</sup> (исходя из допустимого расчетного расхода воды 5 л/с при расчетном времени тушения пожара 3 часа).

На территории поселка в разных местах с учетом обслуживания всей площади устанавливаются две металлические утепленные обогреваемые емкости для хранения противопожарного запаса воды. Каждая имеет объем 30 м<sup>3</sup>. Вода в емкости подвозится автоцистернами [15].

Таблица 13 - Распределение противопожарного инвентаря по объектам участка работ

Наименование объекта	Противопожарный инвентарь						
	огнетушители химические порошковые, шт	огнетушители химические углекислотные, шт	ящики с песком и лопатой (объем 0,2 м <sup>3</sup> ), шт	войлок, кошма, асбест (размер 2×2 м)	бочки (250 л) с водой, шт	ведро пожарное, шт	комплект шанцевого инструмента (топор, багор, лом), комплект
1	2	3	4	5	6	7	8
Передвижные буровые установки с приводом от электродвигателя	2	1	2		1	2	2
Электростанции с приводом от ДВС (на одно помещение)	1	1	1	1			1
Гараж на 6 единиц автотранспортной техники	1		1				
Закрытые складские помещения	1				1	1	1
Инвентарные пожарные пункты в вахтовом поселке	2					2	3
Механические мастерские (площадь 200 м <sup>2</sup> )	1		1		1	1	1

#### **7.4 Охрана окружающей среды**

В состав проектируемых поисковых и оценочных работ (ПОР) входят: проходка канав и траншеи бульдозерами и бурение скважин. Для выполнения этих работ потребуются расчистка территорий под строительство площадок для бурения, строительство подъездных путей. Объемы всех видов работ рассчитаны в предыдущих разделах [20,21].

В процессе выполнения проектируемых работ негативному воздействию подвергаются практически все компоненты окружающей среды в результате использования земель под строительство объектов, вырубке леса, загрязнения атмосферного воздуха, неорганизованного сброса загрязняющих веществ в водные объекты, водопользования из естественных водотоков, размещения (захоронения) отходов производства и потребления, привнесения фактора беспокойства животному миру и др.

В настоящем разделе рассмотрены основные виды воздействий применительно к каждому компоненту природной среды, а именно: воздействие на атмосферный воздух, поверхностные воды, земельные ресурсы, животный и растительный мир, а также вопросы обращения с отходами. Дана оценка воздействия на каждый компонент природной среды, приведен перечень природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию негативных воздействий.

В целом, территория проектируемых поисково-оценочных работ необжитая и не заселена. Расположение лицензионных площадей на южных отрогах Селемджинского хребта обуславливает горно-таежный характер местности. Земель, загрязненных избытком минеральных удобрений и пестицидами, на территории проектируемых поисково-оценочных работ нет, так как сельское хозяйство из-за малопригодности почв для его ведения не развито.

При проведении строительных работ, при эксплуатации автотранспорта и спецтехники, а также при их техническом обслуживании образуются различные отходы в виде отработанных масел, изношенных

автомобильных шин, фильтров масляных, лома цветных и черных металлов, отходов древесины и др.

В процессе жизнедеятельности работающего персонала образуются твердые и жидкие коммунальные отходы (ТКО).

Масштабы оказываемого воздействия на почвы и земельные ресурсы от размещения отходов могут быть оценены объемами образующихся и размещаемых отходов.

С целью уменьшения количества производственных отходов, размещаемых в окружающей среде, и снижения их влияния планируется максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот и обезвреживание. Для этого предусматривается отдельный сбор и временное хранение образующихся отходов с соблюдением природоохранных требований [22].

Временное хранение отработанных масел, фильтров масляных и использованных промасленных обтирочных материалов предусматривается в закрытых металлических бочках и ящиках (контейнерах) с надписью «Отработанные масла» и «Для ветоши», установленных на специально отведенных и оборудованных площадках, исключающих загрязнение почв при воздействии атмосферных осадков.

Мелкие отходы разделки древесины (сучья, ветки) будут складироваться на специальных площадках для перегнивания, крупные (вершины, комли) – использоваться в качестве топлива в отопительных печах, пни – вывозиться на специальные площадки для захоронения.

Для утилизации твердых и жидких бытовых отходов с целью соблюдения санитарно-гигиенических требований на всех пунктах базирования (базе партии, лагерная стоянка) предусматривается установка контейнеров для ТКО, строительство санитарно-гигиенических объектов: туалетов и септиков для жидких отходов, площадок временного накопления для твердых отходов с футеровкой их жирной глиной. По окончании геологоразведочных работ септики и выгреб туалета будут ликвидированы

путем засыпки их грунтом, и частично, золой древесной. Не допускается сжигание ТКО на площадках базы и лагерных стоянок и использование для подсыпки дорог, стройплощадок и т.п.

В соответствии с требованиями федерального закона «Об охране окружающей среды» подрядчиком должен будет разработан проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, на основании которого уполномоченным органом будут утверждены лимиты на размещение отходов. В соответствии с природоохранным законодательством будет производиться учет образующихся и используемых отходов, а также своевременная плата за размещение отходов [21].

#### 7.4.1 Охрана атмосферного воздуха

В период проведения земляных работ в атмосферный воздух от пыления будут поступать взвешенные вещества (пыль), при заправке автотранспорта и техники в атмосферный воздух будут поступать углеводороды и сероводород, но это негативное воздействие будет кратковременным и не окажет существенного влияния на загрязненность воздуха [23].

Для уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу предусматриваются следующие мероприятия [24]:

- запрет незадействованной техники с работающими двигателями;
- движение транспорта по установленной схеме, недопущение неконтролируемых поездок;
- снижение шума от техники за счет усовершенствования конструкции глушителей, использования защитных кожухов и капотов с многослойными покрытиями из резины, поролона и т.п.

#### 7.4.2 Охрана водных ресурсов

При проведении проектируемых работ в результате хозяйственно-бытовой и производственной деятельности будет оказано воздействие на водные ресурсы, связанное с отбором воды из ручьев для хозяйственно-питьевого и технологического водоснабжения, сбросом хозяйственно-

бытовых, производственных, дождевых и талых сточных вод с территории планируемых работ на водосборную площадь.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения базы партии и технологического водоснабжения буровых установок предусмотрено завоз воды.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод планируются следующие мероприятия [18]:

- установка водоохранных знаков;
- устройство всех хозяйственно-бытовых и производственных объектов, а также проведение ремонта и заправки техники только за пределами водоохранных зон водотоков;
- соблюдение режима использования прибрежных зон, а также водоохранных зон водных объектов, в том числе недопущение засорения указанных зон, мойки автотранспорта и техники в водотоках;
- пересечение водотоков автотранспортом только по специальным временным переездам, которые по окончании эксплуатации разбираются для исключения заторов;
- использование поддонов под раздаточные вентили при заправке и ремонте техники;

#### 7.4.3 Охрана растительного и животного мира

Основное воздействие на растительный покров территории происходит в подготовительный период на стадии строительства сооружений и дорог: расчистка от лесорастительности, сплошное уничтожение растительности при устройстве минерализованных полос, нарушение растительного покрова на территориях, примыкающих к строительным площадкам и подъездным дорогам [22].

При организации и проведении проектируемых поисково-оценочных работ возможны следующие виды воздействия на растительность:

- уничтожение естественных растительных сообществ в зоне строительства сооружений, дорог и минерализованных полос;



- промышленное загрязнение территории;
- повышение вероятности возникновения пожаров, представляющих основную угрозу растительности, и их последствий - ветровалов;
- сокращение ресурсов лекарственных, пищевых растений, а также медоносных растений;
- повышение вероятности появления болезней и вредителей-насекомых;
- нарушение растительного покрова при обводнении и водной эрозии почв в результате строительных работ.

Учитывая незначительную площадь проведения проектируемых работ, а также принимаемые меры по сохранению представителей животного мира и среды их обитания, можно с уверенностью предположить, что воздействие на животный мир будет незначительным и допустимым, существующие биоразнообразие и численность животного мира будут сохранены [22].

При проведении проектируемых ПОР воздействие на водную биоту будет иметь место в основном при сбросе хозяйственно-бытовых, производственных, ливневых и талых сточных вод с территории работ на водосборную площадь. Так как геологоразведочные поисково-оценочные работы будут проводиться, в основном, в удалении от открытых поверхностных водоемов их воздействие на ихтиофауну будет минимальным и не приведет к заметным нарушениям существующего водного биологического баланса [24].

#### 7.4.4 Охрана недр и почв

Основными источниками воздействия на почвенный покров и земельные ресурсы при организации и проведении проектируемых ГРР являются [15]:

- нарушение сложившихся форм естественного рельефа в результате выполнения различного рода земляных работ: проведение планировочных работ по созданию площадок, отсыпка насыпей подъездных автодорог, рытье траншей и пр.;

- механические нарушения поверхности почв, вызванные многократными перемещениями транспортных средств и техники (рытвины, колеи, борозды и др.) и земляными работами, связанными с устройством площадок и прокладкой траншей;

- загрязнение поверхности почвы отходами строительных материалов, производственными отходами, бытовым мусором, возможными проливами горюче-смазочных материалов;

- при проходке канав будет нарушена сплошность естественного почвенного покрова. В дальнейшем, в ходе процесса обратной засыпки на месте ранее существовавшей естественной будет сформирована техногенная почва. В профиле подобных почв может наблюдаться инверсия (обратная очередность) основных генетических горизонтов или бессистемное их чередование.

Масштабы оказываемого воздействия на почвы и земельные ресурсы объективно могут быть оценены размерами нарушаемых территорий. Указанные виды воздействия на почвенный покров и земельные ресурсы будут малы по объему. В целом, деградация и загрязнение почв и грунтов в результате проектируемых ГРП при жестком соблюдении правил эксплуатации спецтехники и автотранспорта и требований при размещении участков для складирования горюче-смазочных материалов, отходов и прочих потенциальных источников загрязнения представляются незначительными и допустимыми.

При снятии техногенных нагрузок на ландшафт (то есть по окончании геолого – разведочных работ) большая часть указанных выше нарушений должна быть устранена в ходе проводимых организационно-технических мероприятий и рекультивации нарушенных земель.

## 8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Таблица 14 – Сводная смета

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Стоимость за ед. Руб.	Сумма, руб.
<b>1 Предполевые работы и проектирование</b>				<b>3200000</b>
1.1 Проект	проект	1	3200000	3200000
<b>2 Полевые работы:</b>				<b>72392375</b>
2.1 Бурение скважин	п. м.	7120	9500	67640000
2.2 Проходка канав механизированным способом с ручной добивкой	м3	32775	145	4752375
<b>3 Лабораторные работы:</b>				<b>2859245</b>
3.1 Обработка проб:	проба	1496	281,3	420825
3.2 Спектральный анализ	проба	1496	393,3	588377
3.3 Пробирный анализ на золото и серебро	проба	2049	902,9	1850043
<b>4 Сопутствующие расходы и затраты</b>				<b>542795</b>
4.1 Строительство временных дорог	км	5	50559	252795
4.2 Строительство жилья:				290000
<b>ИТОГО</b>				<b>78994415</b>
<b>6 Организация и ликвидация полевых работ</b>				<b>3909189</b>
6.1 Организация полевых работ	3%			2171772
6.2 Ликвидация полевых работ	2,40%			1737417
7 Транспортировка грузов, персонала	5%			3619619
8 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ	20%			15798883
9 ПЛАНОВЫЕ НАКОПЛЕНИЯ	10%			7899442
10 КОМПЕНСИРУЕМЫЕ ЗАТРАТЫ	5%			3949721
<b>ИТОГО</b>				<b>118080458</b>
11 Резерв на непредвиденные работы	6%			7084828
<b>ИТОГО</b>				<b>125165286</b>
12 НДС	20%			25033058
<b>ВСЕГО</b>				<b>150198344</b>

## 9 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Типизация рудно-метасоматических образований, проявленных на месторождениях и рудопроявлениях Александровского рудного поля.

Александровское рудное поле представляет собой металлогенический таксон с контрастно проявленным полигенным Mo-Bi-Cu-Au-Pb-Zn-Ag-флюоритовым оруденением. Рудопроявления на участке Ивачиха представлены золото-пирит-турмалин-кварцевым, жильным типом.

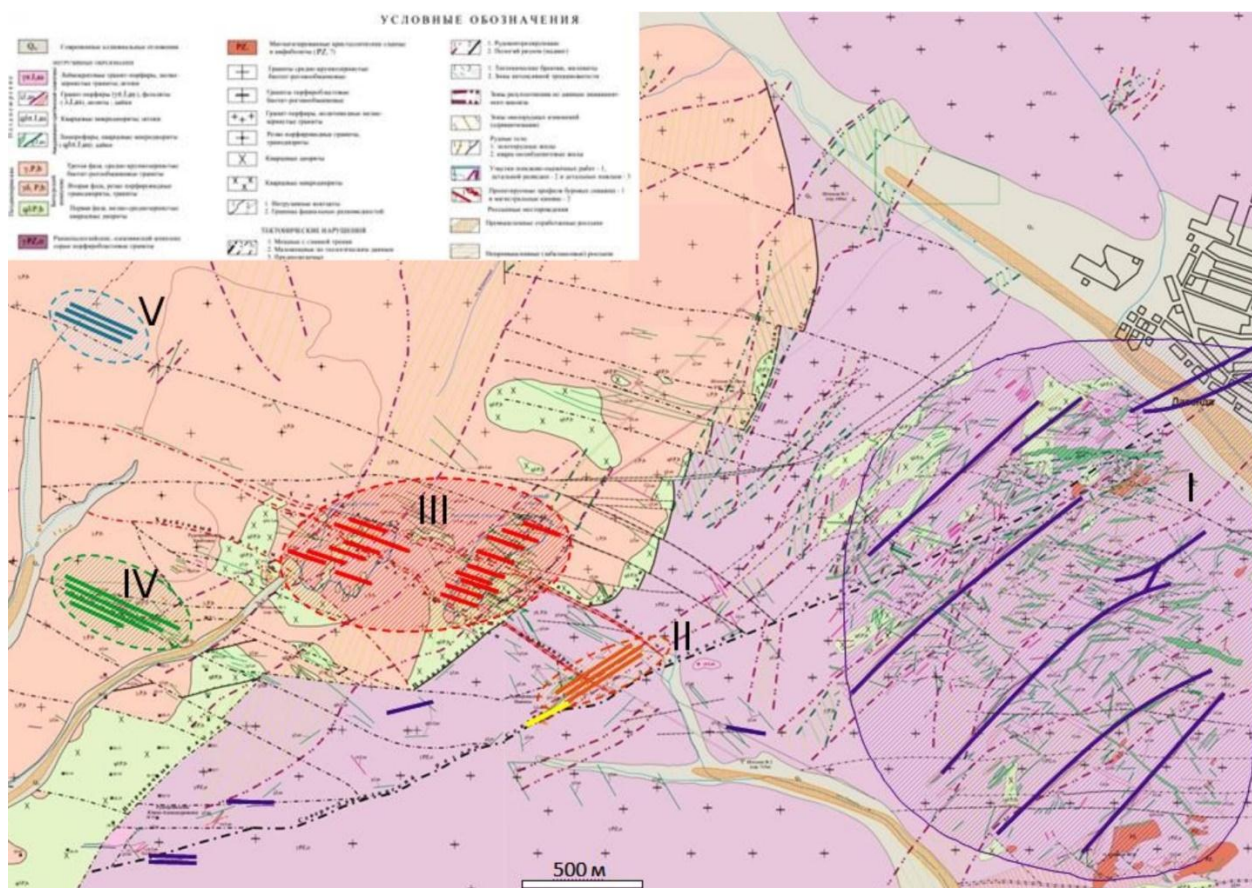


Рисунок - 4 Схема размещения оруденения в пределах Александровского рудного поля.

Цветом вне масштаба указаны: *фиолетовые* - жильные молибденит-кварцевые тела Давендинского месторождения (I), *оранжевые* – прожилково-вкрапленные золото-турмалин-пирит-кварцевые тела рудопроявления Ивачиха (II), *красные* – жильные и прожилково-вкрапленные золото-пирит-кварцевые тела Александровского месторождения (III), *зеленые* – золотосные пиритизированные диориты участка Хребтовый Ороченок (IV), *синие*–золотосные халькопирит-сфалерит-галенит-кварцевые жилы участка Вершина Ороченка (V), *желтым* – кварц-флюоритовые жилы участка Ивачиха.

На Александровском месторождении ранее выделялись следующие минеральные ассоциации в порядке их проявления:

- а) Молибденит-кварцевая;
- б) Кварц-турмалиновая;
- в) Висмутин-кварцевая;
- г) Пирит-кварцевая с золотом;
- д) Золото-кварц-полиметаллическая;
- е) Пирит-кварц-карбонатная;
- ж) Халцедон-флюорит-карбонатная

На основе полевых наблюдений и предварительных минералого-петрографических исследований, с учетом данных предшественников, составлена схема последовательности гидротермально-метасоматического минералообразования в пределах Александровского рудного поля (Табл.15). Основными критериями для выделения стадий являлись структурно-морфологические, минералого-геохимические признаки и степень продуктивности.

Таблица 15 - Стадийность рудной минерализации и сопутствующих им метасоматических изменений на Александровском рудном поле

Стадия минерализации	Рудная ассоциация	Сопутствующие метасоматические изменения		Эволюция кислотности-щелочности
		В гранитоидах	В диоритах и т.п.	
1. Дорудных метасоматических изменений	-	Пропилитизация, скарнирование	Пропилитизация	Ранняя щелочная
2. Ранняя рудная	Молибденит–(висмутин)-кварцевая	Гумбеитизация	-	
3. Внутрорудная продуктивная	Пирит–(молибденит)–кварц–турмалиновая с дисперсным золотом	Турмалинитизация, хлоритизация, окварцевание	-	Кислотного выщелачивания
4. Основная продуктивная	Золото-(халькопирит)-пирит-кварцевая	Серицитизация, хлоритизация	Березитизация, биотитизация	Поздняя щелочная

Стадия минерализации	Рудная ассоциация	Сопутствующие метасоматические изменения		Эволюция кислотности-щелочности
		В гранитоидах	В диоритах и т.п.	
5. Поздняя продуктивная	Золото-халькопирит-сфалерит-галенит-пирит-кварцевая	Без изменений или слабая серицитизация	-	
6. Пострудная	-	Гематитизация	Гематитизация	Заключительная слабокислотная (близнеутральная)
		Карбонатизация I (анкерит)	Карбонатизация I (анкерит)	
		Флюоритизация	Флюоритизация	
		Окварцевание (халцедоновидный кварц)	Окварцевание (халцедоновидный кварц)	
		Карбонатизация II (кальцит)	Карбонатизация II (кальцит)	
		Аргиллизация	Аргиллизация	

Далее последовательно рассмотрены стадии минерализации с уклоном на тип и характер метасоматических изменений пород.

#### **Стадия дорудных метасоматических изменений:**

**Пропилитизация** – наиболее ранний и максимально широко распространенный тип метасоматических изменений на Александровском рудном поле. Изменения выражаются в появлении парагенезиса хлорит+серицит±кварц±КПШ. В составе продуктов пропилитизации также присутствуют эпидот, актинолит, альбит, кальцит, цеолиты. Процесс формирования пропилитов представляет собой субщелочной железо-магний-кальциевый метасоматоз в малоглубинных (обычно 0,3-2,0 км) условиях в диапазоне температур 150-300°C под влиянием слабощелочных-близнеутральных водных растворов. В реакциях замещения отличаются максимальной активностью катионы железа, магния, кальция, иногда натрия; анионы –  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  и сульфат-ионы, возможно, хлор. По Д.С.Коржинскому, принято различать две ступени пропилитизации: 1) более низкотемпературную (250-150 °C) эпидот-хлоритовую, приповерхностную, часто сопровождающуюся образованием карбоната, примесью серицита, а

при повышенной щелочности растворов – альбита или адуляра; 2) более высокотемпературную (300-200 °С) эпидот-актинолитовую, малоглубинную, с меньшей карбонатностью, а при повышенной щелочности – полевошпатсодержащую. Пропилитовые породы нередко образуют широкие безрудные ореолы, включающие различные по составу рудоносные метасоматиты, в том числе выступают в качестве внешних зон аргиллизитов, вторичных кварцитов, березитов, турмалин-хлоритовых метасоматитов.

Пропилитизацией затронуто большинство пород Александровского рудного поля, особенно в пределах первичных ореолов золоторудных объектов, большая часть пропилитов относится к низкотемпературной ступени. В основных породах значительно шире проявлены кварц-карбонатно-серицитовые и кварц-карбонатные метасоматиты; в кислых породах эти парагенезисы развиты редуцированно, но зато более широкое распространение наряду с хлоритом и серицитом получают альбит и кальцит. В диоритах наблюдается хлоритизация роговой обманки, появление альбита, серицита и редких кристаллов КПШ.

Петрографическими исследованиями установлены основные замещения первичных магматических минералов в гранитоидах Александровского рудного поля. Характерно замещение центральных частей кристаллов плагиоклаза хлоритом, а периферийных – серицитом, замещение биотита хлоритом. Пелитизация щелочного полевого шпата проявлена слабо при обычной сплошной серицитизации пертитов.

**Скарнирование** – редкий тип метасоматических изменений по причине практически полного отсутствия на изучаемой площади осадочно-метаморфических пород карбонатного состава. Тем не менее, в зоне контакта олекминских гнейсо-гранитов и прорывающих их пегматитов на западе участка Ивачиха скарн обнаружен на границе с измененным гранитом. Скарн представляет собой тонкозернистую (0,05-0,1 мм) породу состава: гранат (40%), кварц (30%), эпидот (15%), кальцит (10%), рудные минералы (5%). Текстура породы тонкополосчатая, подчеркивается неравномерным

распределением кварца и гранатов, тонкими прослоями пирита. Структура гранобластовая.

Контакт скарна с вмещающим гранитом достаточно четкий, но в граните также отмечаются кварцевые и эпидот-кварцевые прожилки по зонам дробления, количество которых возрастает в сторону контакта. В скарне реликты магматических минералов отсутствуют. По всей вероятности, скарн образовался за счет ранних карбонатных продуктов постмагматических изменений раннепалеозойских гранитоидов при воздействии на них поздних растворов, инициированных внедрением юрских гранитов амуджикано-сретенского комплекса.

#### **Ранняя рудная стадия:**

**Гумбеитизация** (калишпатизация) – второй из наиболее широко проявленных на территории Александровского рудного поля процессов метасоматических изменений. В отличие от пропилитизации, продукты которой имеют площадное распространение и выходят далеко за границы рудных тел, гумбеиты (существенно калишпатовые метасоматиты) распространены несколько более локально и уже могут обнаруживать пространственную связь с зонами жильной или прожилково-вкрапленной золоторудной минерализации. Процесс гумбеитизации является логичным развитием метасоматических изменений, начавшихся с пропилитизации пород, и продолжившихся при повышении щелочности минералообразующих флюидов. Гумбеиты имеют кварц-серицит-калишпатовый состав с доминированием последнего. Макроскопически этот процесс выражается в исчезновении в гранитоидах плагиоклазов при замещении их щелочными полевыми шпатами. При этом породы часто приобретают специфическую коричневатую-бурую окраску.

В большинстве случаев гумбеитизации подвергаются кислые интрузивные породы. Процесс протекает вдоль трещин или ослабленных зон, впоследствии залеченных гидротермальными жилами, обычно кварцевого, реже турмалинового состава. Мощность зон изменений обычно сопоставима с



мощностью жил – от единиц до десятков см. На участках повышенной трещиноватости зоны гумбеитизации в гранитоидах могут составлять до десятка метров по мощности.

Макроскопически микроклинизированные породы зачастую можно спутать с продуктами гипергенного ожелезнения, когда тонкодисперсный гематит объемно пигментирует кристаллы плагиоклаза, которые приобретают розовато-буроватые окраски, более типичные для щелочных полевых шпатов. Для надежного выделения гумбеитов среди мелкозернистых пород необходимы микроскопические исследования.

На отработанном до глубины 500 м месторождении Давенда ранее установлено, что именно гумбеитизация являлась главным типом метасоматических изменений, сопутствующим отложению молибденит-кварцевой минерализации в жилах. Оруденение приурочено к разрывным структурам и локализовано в жилах и жильных зонах протяженностью в сотни метров. Руды состояли из кварца, молибденита, висмутита, пирита, сфалерита, галенита, сульфосолей и карбонатов. В зоне окисления развиты различные сульфаты, в том числе крупные (до 10 см) кристаллы гипса, халькантит, малахит, азурит, брошантит, молибдит, ферромолибдит и другие. Среднее содержание в рудах: Mo — 0.212 %, Cu — 0.382 %, Au — 2.8 г/т и Ag — 1.6 г/т. Обращает на себя внимание высокое содержание золота, сравнимое с таковым в других, собственно золоторудных объектах Александровского рудного поля. В современных реалиях Давендинское месторождение рассматривалось бы как золото-молибденовое. Повышенное содержание золота в молибденовых рудных телах позволяет предполагать наличие единой неравномерно вскрываемой эрозией рудной системы.

На рудопроявлении Ивачиха степень калишпатизации гранитов прогрессивно возрастает от зон рассеянной минерализации к промышленным рудным телам. Таким образом, намечается некоторая связь между степенью калишпатизации пород и интенсивностью кварцево-жильного минералообразования. Классическая зональность гидротермально-

метасоматических колонн золото-кварцевых месторождений определяется преимущественным накоплением высвобожденного кремнезема в виде кварцевых жил на верхних горизонтах. Соответственно, анализ распределения гумбеитов и золотоносных кварцевых жил может дать ответ на вопрос: является ли гумбеитизация процессом, приводящим к значительному перераспределению золота и его переотложению в жилах, или она всего лишь предшествует более поздним процессам березитизации с формированием промышленного золото-кварцевого оруденения, что характерно для большинства классических месторождений этого типа (Березовское и др.).

Предварительный анализ показывает, что на Александровском месторождении нижние горизонты месторождений имеют преимущественно прожилково-вкрапленную минерализацию, наложенную на зоны интенсивного катаклаза пород и их гидротермально-метасоматических изменений (в т. ч. и гумбеитизации), а более мощные золото-кварцевые жилы с совершенно незначительными околожильными изменениями чаще обнаруживаются на верхних горизонтах месторождения. При этом для таких жил менее характерны приальбандовые метасоматические изменения вмещающих пород, что может свидетельствовать об формировании жил в условиях раскрытия трещин, сопровождаемого мощным притоком минералообразующего флюида из нижних частей рудно-метасоматической колонны. В таком случае, на более глубоко эродированных участках месторождений должна быть в наибольшей степени проявлена гумбеитизация гранитоидов, а на менее эродированных – наблюдаться максимальное количество жильных кварцевых тел. Безусловно, такие выводы являются предварительными и нуждаются в дальнейшем анализе с привлечением нового фактического материала.

*Молибденит-висмутин-кварцевые жилы*, описанные выше на месторождении Давенда, очень редко обнаруживаются на западном фланге рудного поля. На месторождении Александровское, проявлении Ивачиха и

др. молибденит является более поздним и наложенным на продукты турмалинитизации и ранней пиритизации, которые будут охарактеризованы ниже.

### **Внутрирудная продуктивная стадия**

**Турмалинитизация** – наиболее типоморфный процесс гидротермально-метасоматических изменений для изучаемых золоторудных объектов. В максимальной степени проявлен на расположенном в 15 км восточнее крупном Ключевском месторождении, характерен и для других месторождений Забайкалья (Дарасун, Карийское, Бaleyское и др.);

На Александровском рудном поле турмалин в виде значительных скоплений отмечается в двух типах геологических образований:

- 1) цементирует флюидно-эксплозивные брекчии (ФЭБ), которые имеют конусообразные или дайковые формы выделений. Обломочный материал ФЭБ чаще всего представлен интенсивно измененными вмещающими породами,
- 2) присутствует в составе сульфидно-кварцевых прожилков, секущих гумбеитизированные или пропицитизированные граниты, и несущих рассеянную золоторудную минерализацию.

Наибольший интерес вызывают тела флюидно-эксплозивные тела, сложенные брекчиями, образованными в результате подземных взрывов, являющихся следствием скачкообразного перепада давления воды и газа.

ФЭБ относятся к числу наиболее поздних дифференциатов интрузивных образований, на заключительных стадиях кристаллизации магматического расплава в субвулканических условиях происходит накопление летучих в апикальных частях магматических камер. В последующем при тектонических процессах или под давлением газожидких флюидов происходит нарушение сплошности пород с образованием зон взрывных брекчий.

Образование флюидно-эксплозивных брекчий Ключевского месторождения и объектов Александровского рудного поля тесно связано с

формированием пород дайкового амуджикано-сретенского комплекса. Геологические наблюдения показывают, что флюидно-эксплозивные процессы происходили позже пропицитизации и гумбеитизации вмещающих гранитоидов.

Трубообразные тела турмалиновых ФЭБ наиболее ярко проявлены на Ключевском месторождении, где они имеют диаметр от 10-15 м до нескольких см. Весьма характерной особенностью комплекса является расположение таких трубок в узлах скрещения разнонаправленных разломов. В плане трубки имеют округло-овальные очертания. Выполнение их различно: а) обломки пород, выполняющие трубку, отличаются от магматического цемента лишь более крупнозернистым строением базиса и большими размерами, а также количеством вкрапленников; б) в составе обломков, кроме слагающих трубку пород участвуют вмещающие граниты и породы более ранних малых интрузий, заключенные в магматическом цементе; в) трубка целиком сложена обломками, без магматического цемента. Встречаются отдельные трубки с дву- и трехкратными явлениями дробления.

Цемент брекчий из трубок взрыва имеет существенно турмалиновый состав, на турмалин часто наложены более поздние минералы – кварц, пирит, карбонаты (анкерит, кальцит). Золотоносность ФЭБ Ключевского месторождения подтверждена работами Б.Н.Абрамова (2011), в них содержится в среднем 6,7 г/т золота, 0,32 % мышьяка, 0,024% сурьмы.

На Александровском рудном поле тела турмалиновых ФЭБ также наблюдались. Они имеют жильный характер. Жилы и прожилки турмалиновых ФЭБ ветвистые, имеют мощность от нескольких см до 0,7-1 м. Турмалиновые агрегаты цементируют обломки гумбеитизированных или пропицитизированных гранитов, обломки часто имеют округлые очертания и несут следы растворения.

Характерной особенностью турмалиновых ФЭБ является их ассоциация с телами гранитных пегматитов. ФЭБ либо отчетливо рассекают

их, либо наследуют то же простирание. Ассоциация турмалинитов и пегматитов свидетельствует о значительной роли летучих компонентов в постмагматических растворах, участвовавших в их формировании. Предполагается, что при формировании золото-турмалиновых месторождений большую роль играли бориды металлов и борогидриды глубинных уровней мантии с восстановительным режимом минералообразования. При этом первые послужили главными источниками рудного вещества, а борогидриды типа  $B_{10}H_{14}$  и др., реагируя в гранитном расплаве с водой при высокой (800-700°C) температуре, приводили к генерации водорода согласно реакции  $B_{10}H_{14} + 15H_2O = 5B_2O_3 + 22H_2$ . Водород в высоких горизонтах земной коры, взаимодействуя с кислородом при низкой (200-100°C) температуре, способствовал образованию воды, что сопровождалось резким снижением газового давления над магматическими интрузиями. Частые перепады давления, связанные с влиянием тектонических подвижек на режим поступления газов, приводили к нарушению устойчивости пород в главном газовом канале и, в конечном счете, к образованию заполненной обломками пород трубки над интрузией бор- и водородсодержащей магмы гранитного состава.

***Пирит-молибденит-кварц-турмалиновые прожилки с дисперсным золотом.*** Являются наиболее ранней гидротермальной минерализацией, несущей золотое оруденение на Александровском рудном поле. Типоморфным минералом прожилков является турмалин, по наличию которого они достаточно надежно диагностируются макроскопически. От более поздних кварцевых жил с пиритом, другими сульфидами и самородным золотом ранние прожилки отличаются морфологически: они менее мощные и часто имеют несколько систем направлений.

Минералы ранних рудных прожилков преимущественно мелко-среднезернистые. Петрографическими исследованиями установлено, что гидротермальные минералы (включая турмалин) занимают от 30 до 60% шлифа. Вмещающие породы (граниты, реже диоритовые порфиры), как

правило, в разной степени катаклазированы, гидротермальные прожилки привязаны к зонам наиболее интенсивного дробления. Турмалин представлен очень мелкими (менее 0,05 мм) игольчатыми кристаллами зеленого или буровато-зеленого цвета, образующими спутано-волокнистую («войлочную») массу, иногда встречаются радиально-лучистые агрегаты («турмалиновые солнца»).

Кристаллы турмалина составляют либо тонкие (0,2-0,3 мм) мономинеральные прожилки, либо крупные зональные жилы мощностью до 2-3 мм. Зоны турмалина в этих жилах чередуются с более поздними кварц-карбонатными, причем кварц представлен идиоморфными кристаллами с иглами турмалина внутри, а кальцит ксеноморфными зернами. В таких жилах, или непосредственно рядом с ними присутствуют рудные минералы (пирит, зерна до 1-2 мм), зальбандовая часть жилы сложена кальцитом или хлоритом. Агрегаты мозаичного кварца и спутано-волокнистого турмалина несколько обособлены друг от друга, их взаимоотношения позволяют предполагать более раннюю кристаллизацию турмалина.

В турмалин-кварцевых прожилках участков Ивачиха и Давенда минераграфическими исследованиями установлены следующие рудные минералы (по убыванию частоты встречаемости): пирит (2 генерации), молибденит (2 генерации), халькопирит, магнетит, гематит, блеклые руды, шеелит, борнит, самородное золото.

**Биотитизация** – часто наблюдаемый тип околожильных изменений в породах среднего-основного состава, фиксирующий щелочную направленность метасоматических процессов. Мощность зон развития биотита гидротермально-метасоматического происхождения невелика – обычно она составляет первые сантиметры. Широкое развитие биотита в околожильном пространстве подчеркивает щелочно-магнезиально-железистый характер минералообразующих растворов. Характерно, что именно биотитовые изменения наблюдаются около жил с аномально высокими (>100 г/т) концентрациями золота.

**Золото-халькопирит-пирит-кварцевые жилы** являются главным концентратором золота на Александровском месторождении. Их мощность варьирует от первых сантиметров до 1 м. Отличаются четкими контактами с вмещающими породами. Основная масса жил сложена средне-крупнозернистым молочно-белым до голубовато-серого кварцем, количество сульфидов в жилах непостоянное и варьирует на уровне первых процентов. Околожилные изменения проявлены слабо, чаще это хлоритизация и/или серицитизация. Для жил, прорывающих породы среднего-основного состава – березитизация, биотитизация.

Таблица 16 - Перечень минералов, слагающих руды Александровского месторождения

Распространенность в рудах	Гипогенные минералы		Гипергенные минералы
	Рудные	Жильные	
Главные	Пирит $FeS_2$	Кварц	
Второстепенные	Халькопирит $CuFeS_2$ , висмутин $Bi_2S_3$ , тетраэдрит $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ , борнит $Cu_5FeS_4$ , анатаз	Анкерит, доломит, кальцит, турмалин	
Мало распространенные	Сфалерит $ZnS$ , галенит $PbS$ , фаматинит $Cu_3SbS_4$ , молибденит $MoS_2$ , арсенопирит $FeAsS$ , тетрадимит $Bi_2Te_2S$ , теллуrowисмутит $Bi_2Te_3$ , самородное золото, рутил		Лимонит, халькозин, куприт, ковеллин, малахит
Редкие и встречающиеся в единичных случаях	Самородное серебро, самородный теллур, пирротин $Fe_7S_8$ , станнин $Cu_2FeSnS_4$ , эмплекит $CuBiS_2$ , виттехенит $Cu_3BiS_3$ , бетехтинит $Cu_{10}(Fe,Pb)S_6$ , <i>клаптолит - смесь виттехенита с эмплектитом</i> , халькостибит $CuSbS_2$ , аргентит $Ag_2S$ , марказит $FeS_2$ , миллерит $NiS$ , идаит $Cu_3FeS_4$ , бурнонит $CuPbSbS_3$ , буланжерит $Pb_5(Sb_4S_{11})$ , геокронит $Pb_{14}(Sb,As)_6S_{23}$ , пираргирит $Ag_2SbS_3$ , айкинит $PbCuBiS_3$ , козалит $PbBi_2S_5$ , вейссит $Cu_5Te_3$ , мелонит $NiTe_2$ , алгаит $PbTe$ , гессит $Ag_2Te$ , петцит $(Ag,Au)_2Te$ , сильванит $AuAgTe_4$ , креннерит $(Au,Ag)Te_2$ , магнетит, ильменит, касситерит, шеелит, циркон	Барит	Висмутит, англезит, церуссит, гематит, мартит, вульфенит

Обращает на себя внимание разнообразие висмутовых и сурьмяных сульфосолей меди и свинца, широкий видовой состав теллуридов. Золото в жилах присутствует как в свободном виде, так и в виде тонких включений в пирите.

**Поздняя продуктивная стадия:** полисульфидные халькопирит-сфалерит-галенит-пирит-кварцевые жилы являются наиболее поздними эндогенными гидротермальными образованиями, несущими промышленное золотое оруденение. Широкое распространение находят на западном фланге рудного поля, изредка встречены и на верхних горизонтах Александровского месторождения.

Жилы характеризуются четким контактом с вмещающими породами, имеют мощность от нескольких до 30-35 см. Сульфиды слагают от 10 до 60% от объема жильной массы. Размеры выделений варьируют от нескольких мм до 2-3 см. В составе жил макроскопически установлены: пирит, галенит, сфалерит (марматит), халькопирит, блеклые руды, самородное золото. В зальбандах жил может присутствовать тонкоигольчатый арсенопирит, погруженный в серицит-хлоритовую массу. Жилы рассечены более поздними карбонатными прожилками.

Таблица 17 - Пострудная гидротермальная минерализация на Александровском рудном поле (в порядке последовательности образования)

Минерал	Морфология выделений
Гематит	Объемная вкрапленность, микропрожилки
Анкерит	Зальбанды прожилков
Флюорит	Прожилки, жилы, гнезда
Халцедоновидный кварц	Прожилки, жилы
Тонкозернистый пирит	Прожилки
Кальцит	Прожилки, жилы, гнезда
Глинистые минералы	Метасоматические зоны

**Пострудная стадия.** На Александровском рудном поле широко и разнообразно проявлена гидротермальная минерализация, отчетливо



наложенная на золотоносные образования. Это зоны гематитизации, карбонатные, флюоритовые, пирит-кварцевые прожилки и др. На основе полевых наблюдений над взаимоотношениями жил и прожилков, а также с помощью микроскопических исследований установлена генеральная последовательность образования пострудных минералов.

*Прожилки халцедоновидного кварца* широко распространены на территории Александровского рудного поля. Обычно они имеют мощность в несколько миллиметров до первых сантиметров. В составе зональных прожилков мелкозернистый кварц образуется после анкерита, но предшествует кальциту. Во флюоритовых жилах халцедоновидный кварц обрастает кристаллы флюорита. Цвет халцедоновидного кварца зависит от минеральных и газовой-жидких включений и может варьировать от молочно-белого до коричневатого-серого, зеленоватого-серого и даже почти черного. В последнем случае кварц пигментирован тонким пиритом. В пустотах среди жил, а также под оптическим микроскопом халцедоновидный кварц обнаруживает параллельно-шестоватое строение.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Участок работ расположен на территории Могочинского района Забайкальского края. Ближайшими населенными пунктами являются пос. Давенда (3 км) и пос. Ключевский (18 км). Номенклатура топопланшета масштаба 1:200 000 N-50-XXIV.

Основанием для постановки работ послужила благоприятная структурно минерагеническая ситуация, наличие прямых признаков золотоносности территории. Оруденение будет отмечаться, в основном, в прожилково-вкрапленных зонах, границы которого устанавливаются только по данным опробования кварц-пиритовых прожилков и зон околожилковых изменений, представленных окварцеванием, серицитизацией, хлоритизацией и пиритизацией. Предполагаемая характеристика рудных тел – это сложнопостроенные минерализованные и жильные зоны.

Целевым назначением работ является выявление жильно-прожилковых, зон золото-сульфидно-кварцевого состава в интрузивных образованиях олекминского интрузивного комплекса. Оценка запасов золота по категории С<sub>2</sub>.

Поисковыми маршрутами установлено большое количество неориентированных развалов кварцевых жил, опробованных штучным методом.

Основными параметрами являются запасы категорий С<sub>2</sub>.

Для решения поставленных задач предусматриваются следующие основные виды работ:

- топографо-геодезические работы
- горнопроходческие работы (канавы) для заверки и прослеживания установленных потенциально минерализованных и рудных зон (общий объем горных работ не менее 32 775 м<sup>3</sup>);
- оценочное бурение: скважины колонкового бурения с целью прослеживания установленных рудных зон до глубины, обеспечивающей

оценку прогнозных ресурсов по категории  $C_2$ , до глубины 300 м; с диаметром керна не менее 63,5 мм, обеспечивающим представительность пробы (не менее 4900 пог. м.);

- геофизические исследования в скважинах;
  - геологическая документация;
  - опробовательские работы;
  - обработка проб;
  - лабораторно-аналитические исследования проб: пробирный и полуколичественный анализ, анализ групповых проб
- технологическое опробование;
  - формирование групповых проб на определение вредных примесей;
  - составление отчета о проведенных работах с подсчетом запасов, разработка и представление в уполномоченный орган ТЭО временных разведочных кондиций.

Укрупнённая смета составлена на основе единичных расценок. Итоговая стоимость проекта составила 150 198 344 руб. Основные затраты вызвало бурение.

Комплекс поисковых и оценочных работ будет включать мероприятия по охране окружающей среды и рекультивации земель.

Специальная часть посвящена изучению рудно-метасоматических образований, проявленных на месторождениях и рудопроявлениях Александровского рудного поля.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галанин, А.В. Геолого-структурные и металлогенические особенности центральной части Могочинского выступа фундамента Сибирской платформы (северо-восточное Забайкалье). /А.В. Галанин. - М.: Автореферат, 1984
2. Кормилицын, В.С. Рудные формации и процессы рудообразования (на примере Забайкалья). / В.С. Кормилицын. - Л., Недра, 1973. 20-25 с.
3. Корчагина, Д.А. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы рудного золота и полиметаллов в Забайкальском крае. / Д.А. Корчагина. - М. ФГБУ «ЦНИГРИ», 2021. 101-119 с.
4. Боголепов, К.В. Тектоника Сибири. Том VII/ Тектоника Забайкалья и некоторые общие вопросы развития геологических структур. / Боголепов К.В.. - М.: Наука. 1976. 17-24, 123-130 с.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (золоторудных). – М., 2007.
6. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы. Разведочное бурение. – М.: Роскомнедра, 1994. – Вып. 5. – 79 с.
7. О недрах : федеральный закон № 2395-1-ФЗ от 21.02.1993 с дополнениями 2013 г. // Собр. законодательства Российской Федерации. – 1995. – № 10. – с. 823.
8. Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр. Утвержден 30.03.2021. - М.: Минприроды России, 2021.
9. Методическое руководство по оценке и учету прогнозных ресурсов металлических и неметаллических полезных ископаемых. Ч.1. – СПб., 2002.

10. Смирнов, В.И. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых / В.И. Смирнов. – М., 1960. - 672 с.
11. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок. ПОТР М-016-2001. - Доступ из справ. - правовой системы «Консультант плюс», 2001. - Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372952/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372952/) - 15.12.2020
12. Правила безопасности при геологоразведочных работах. ПБ 08-37-2005. Доступ из справ. - правовой системы «Консультант плюс», 2005. - Режим доступа : <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=449534> - 07.07.2004
13. «ПБ 08-37-2005 Правила безопасности при геологоразведочных работах». – М.: Минприроды России, 2005. – Режим доступа : [https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=449534#R\\_Y0GQFUYxHZBYYg7](https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=449534#R_Y0GQFUYxHZBYYg7) – 07.07.2004
14. Денисенко, Г.Ф. Охрана труда / Г.Ф. Денисенко. – М.: Высшая школа, 1985. – 213с.
15. Правила пожарной безопасности при геологоразведочных работах. - М.: Недра, 2009. - Режим доступа : <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=449534> – 07.07.2004
16. Неверов, Л.В. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. / Л.В. Неверов. - М.: ЦНИИГАиК, 2002.
17. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 26.09.2001. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/901798042> - 02.04.2018

18. Ушаков, К.З. Правила безопасности при геологоразведочных работах / К.З. Ушаков. – М.: Недра, 1980. – 301 с.
19. Баратов, А.Н. Пожарная безопасность: справочник / А.Н. Баратов. – М.: Химия, 1987. – 210 с.
20. ГОСТ 17.5.1. 02-85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. – М.: Минприроды России, 1998. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200003375> - 16.07.1985
21. Закон Российской Федерации от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» Собрание законодательства РФ. – 14.01.2002 г. - №2. - Режим доступа : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) - 20.12.2001
22. Об охране окружающей среды: федеральный закон №7-ФЗ от 10.01.2002 с дополнениями 2016 г. // Собр. законодательства Российской Федерации. –2002. – № 15. - Режим доступа : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) - 20.12.2001
23. Закон Российской Федерации от 13.06.2023 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» // Собрание законодательства РФ. - 2023. – Режим доступа : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_449482/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449482/) - 01.06.2023
24. Правила охраны поверхностных вод. (Типовые положения) – М., 1991. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/901855941> - 21.02.1991
25. Каждан, А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. / А.Б. Каждан. - М., Недра, 1977.
26. Кигай, И.Н. О пульсационной теории и критериях стадийности гидротермального минералообразования / Зональность гидротермальных рудных месторождений. Т. 2. / И.Н. Кигай. - М.: Наука. 1974. с. 164-196.
27. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. - М., ГКЗ, 2006, 17 с.
28. Методика разведки золоторудных месторождений. - М., ЦНИГРИ, 1991, 343 с.

29. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. - М., ГКЗ, 2007, 48с.

30. Методические рекомендации по составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическим обоснованиям кондиций для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых. - М., ГКЗ, 2007, 43с.

31. Петровская, Н.В. Эндогенная зональность золоторудных полей и месторождений / Зональность гидротермальных рудных месторождений. Т. 2. / Н.В. Петровская. - М.: Наука. 1974. С. 86-122.

32. Требования к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. - М., ГКЗ, 1982, -19 с.

33. Фишер В.Л. Методы выявления золоторудных месторождений в условиях северо-восточного Забайкалья. / В.Л. Флишер. – Томск, Изд-во. Томского ордена трудового красного знамени политехнического института имен. С.М.Кирова, 1968. - С. 202-207.

34. Кирилюк, В.П. Геология и условия формирования докембрийских комплексов юго-западной окраины Алдано- Витимского щита: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минерал. наук / В. П. Кирилюк. - Львов, 1966. -22 с.