



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа
Направление подготовки: 05.03.01 – «Геология»
Кафедра геологии, геофизики и геоэкологии

Ольховик Александр Викторович

**Геологическое строение Черемшанского рудного узла и особенности
стадийности минералообразования (Приморье)**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки бакалавров по
направлению 05.03.01 «Геология»

г. Владивосток
2018

ИИ

401

з и

юва
илия)

18 г.

веча

узла

юты

ской

емя

дает

а и

й.

Автор работы А.В.Ольховик

[Signature]

Подпись

« _____ » _____ 2018 г.

Консультант по геологической части

[Signature]

С.В. Свободен

(подпись)

(ФИО)

« _____ » _____ 2018 г.

Руководитель ВКР _____

(должность, ученая степень)

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы

[Signature]

С.В. Свободен

(подпись)

(ФИО)

Подпись

« _____ »

« _____ » _____ 2018 г.

2018 г.

материалах данной выпускной квалификационной работы содержатся сведения, составляющие государственную тайну, подлежащие экспортному контролю.

Нормоконтроль

[Signature]

Уполномоченный по экспортному контролю

Зиньков А.В.

Ф.И.О.

[Signature]

Подпись

« 28 07 2018 »

2018 г.

Защищена в ГАК с оценкой *хорошо*

«Допустить к защите»

Зав. кафедрой геологии, геофизики и геоэкологии

Секретарь *[Signature]* Н.А.Нагорнова

[Signature]

профессор к.г.-м.н. А.В.Зиньков

« 28 » 06 2018 г.

« 28 » июля 2018 г.

*Сведения содержащиеся
вос. тайну нет
Эксперт по направлению
Геология
А.В. Зиньков*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
Кафедра геологии, геофизики и геоэкологии

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВКР

на выпускную квалификационную работу студента (ки)

Ольховика Александра Викторовича

специальность 05.03.01 «Геология», профиль «Геология», группа Б3401

Руководитель ВКР к.г.-м.н., доцент Е.В. Оводова

(ученая степень, ученое звание, и.о. фамилия)

На тему: Геологическое строение Черемшанского рудного узла и особенности стадийности минералообразования (Приморье)

Дата защиты ВКР «28» июня 2018 г.

Руководитель ВКР к.г.-м.н., доцент
(уч. степень, уч. звание)


(подпись)

Е.В. Оводова
(и.о. фамилия)

«27» июня 2018 г.

Выпускная квалификационная работа Александра Викторовича посвящена изучению геологического строения Черемшанского рудного узла и особенностей стадийности минералообразования. В основу работы положены материалы Приморского территориального фонда геологической информации, а также личные наблюдения, полученные автором во время прохождения производственной и преддипломной практик.

В первой части работы автор с разной степенью детальности дает геолого-экономическую характеристику Черемшанского рудного узла и описание геологического строения участков Сарафанный и Трехреченский.

Специальная глава посвящена изучению минерального и вещественного состава руд, выявлению особенностей стадийности минералообразования на участках Сарафанский и Трехреченский. Данную часть следует отметить как практически значимую, так как минеральный и вещественный состав руд чрезвычайно важны для внедрения новых геотехнологических способов добычи и выбора технологии переработки минерального сырья.

За время написания работы Александр ^{Винков} Юрьевич ознакомился с необходимой фондовой и опубликованной литературой, показал устойчивые знания по всем направлениям проведенных исследований, умение правильно анализировать, сравнивать и обобщать полученную информацию.

Данная выпускная работа соответствует всем необходимым требованиям, предъявляемым к работам данного вида. В работе отсутствуют сведения, содержащие государственную тайну. Оригинальность исследований выпускной квалификационной работы составляет 92 %. Работа написана грамотно и может быть рекомендована к рассмотрению Государственной аттестационной комиссией с оценкой «хорошо», а ее автор Ольховик Александр ^{Винков} Юрьевич заслуживает присвоения квалификации бакалавра по направлению 05.03.01 «Геология».

З А Д А Н И Е
на выпускную квалификационную работу

Студенту (ке) Ольховик Александр Викторович Группа Б3401
(Фамилия, Имя, Отчество) (номер группы)

1. Наименование темы Геологическое строение Черемшанского рудного узла и особенности стадийности минералообразования

2. Основания для разработки материалы производственной практики

3. Источники разработки Территориальные геологические фонды, отчеты и проекты производственных организаций, библиотечный фонд ДВФУ

4. Технические требования (параметры) Привести геологическую характеристику строения Черемшанского рудного узла, включая: геологическую изученность, стратиграфию, магматизм, тектонику, полезные ископаемые и историю развития

5. Дополнительные требования Разработать специальный вопрос об особенностях стадийности минералообразования и вещественного состава.

6. Перечень разработанных вопросов Экономико-географическое положение, история геологических исследований.

Геологическое строение района: стратиграфия, магматизм, тектоника, минералогения (металлогения района), особенности стадийности минералообразования

7. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных плакатов)

Географо-экономическая схема Дальнегорского рудного района

Геолого-структурная карта Черемшанского рудного узла

Геолого-поисковая карта участка Сарафанский

Геолого-поисковая карта участка Трехреченский

Лист специальной части: минеральный состав и взаимоотношение руд

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов дипломного проекта (работы)	Примечание
1	Специальная часть «Особенности стадийности минералообразования»	14.05.2018 - 26.05.2018 г	
2	Общая часть: Экономико-географическое положение	28.05.2018 - 30.05.2018	
3	История геологических исследований	31.05.2018 - 2.06.2018	
4	Геологическая часть: стратиграфия, магматизм	2.06.2018 – 6.06.2018	
5	Тектоника, минерагения (металлогения) района	6.06.2018 - 9.06.2018	

Дата выдачи задания 14.05.2018 г.

Срок представления к защите 28.06.2018 г.

Руководитель ВКР

(подпись)

(ФИО)

Студент

(подпись)

(ФИО)

Реферат

В выпускной квалификационной работе изложены материалы по геологическому строению Черемшанского рудного узла, в частности Сарафанная рудоносная площадь и участок Трехреченский(Арцевская площадь) и особенности стадийности их минералообразования.

По текстурно-структурным особенностям и вещественному составу первичные полиметаллические руды близки к рудам Дальнегорского района, но отличаются более высоким содержанием меди.

По масштабам и запасам полиметаллических и серебряных руд, рудное поле может быть сопоставимо со средним месторождением.

ВКР содержит пояснительную записку на 54 листах, 11 рисунков, 4 приложения и 6 гистограмм. Библиографический список содержит 22 наименования.

Содержание

Введение.....	7
1. Общие сведения.....	8
1.1. Экономико-географическое положение района	9
1.2. История геологических исследований.....	12
2. Геологическая часть.....	16
2.1. Геологическое строение Черемшанского рудного узла.....	17
2.1.1. Стратиграфия.....	17
2.1.2. Магматизм.....	18
2.1.3. Тектоника.....	19
2.1.4. Измененные породы.....	20
2.1.5. Минералогия.....	21
2.2 Геологическое строение участка Сарафанний.	22
2.3 Геологическое строение участка Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь).....	28
3. Специальная часть.....	31
3.1 Характеристика рудных тел.....	33
3.1.1. Характеристика рудных тел участка Сарафанний	33
3.1.2. Характеристика рудных тел участка Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь).....	36
3.2 Вещественный состав руд.....	42
3.2.1. Участок Сарафанний	42
3.2.2. Трехреченское рудопроявление.....	48
3.3 Сравнительные гистограммы	54
3.3.1. Гистограммы для участка Сарафанний	54
3.3.2. Гистограммы для Трехреченское рудопроявление.....	55
3.4 Стадийность минералообразования	58
Вывод.....	60
Список литературы.....	62
Приложение 1. Географо-экономическая схема Дальнегорского рудного района	
Приложение 2. Геолого-структурная карта Черемшанского рудного узла	
Приложение 3. Геолого-поисковая карта участка Сарафанний	
Приложение 4. Геолого-поисковая карта участка Трехреченский	
Приложение 5. Лист специальной части	

Введение

В настоящее время геолого-экономический потенциал Черемшанского рудного узла изучен недостаточно, но он обладает значительными ресурсами и является одним из самых перспективных для восполнения минерально-сырьевой базы ОАО ГМК «Дальполиметалл» и вероятно в ближайшие годы будет востребован промышленностью.

Материалами для написания выпускной квалификационной работы послужили материалы о результатах поисково-оценочных работ на полиметаллы и серебро в пределах Черемшанского рудного узла в Дальнегорском районе (Приморский край), проведенные ОАО «Горно-металлургический комплекс «Дальполиметалл» в 2007-2010 годах.

Целью работы являлось: Изучение геологического строения Черемшанского рудного узла и в частности Сарафанной рудоносной площади, участка Трехреченский (Арцевская площадь) и выявление особенностей стадийности минералообразования, для этого были изучены стратиграфия, магматизм, минерагения района, структурно-текстурные особенности руд, минеральный и вещественный состав.

1. Общие сведения

1.1. Экономико-географическое положение

Черемшанский рудный узел расположен в междуречье р. Черемуховой и Лидовки, на двух обособленных площадях: Арцевской рудоносной площади (130 км²) и Сарафанной рудоносной площади (43 км²) (приложение 1). Сарафанная рудоносная площадь находится в восточной части Черемшанского рудного узла, на правом берегу р. Черемуховой, на склонах и отрогах горы Староверовский Сарафан и в южной части она пересекается распадками субширотного направления ключей Западного и Земляничного (Бессонного). Арцевская рудоносная площадь находится к Юго-Востоку от Майминовского месторождения.

Орография. Согласно тектонической схеме районирования Приморского края И.И. Берсенева, он расположен в Прибрежной антиклинальной зоне и входит в состав Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Он сложен верхнемеловыми вулканическими и вулканогенно-осадочными породами, среди которых в виде горстообразных тектонических блоков выходят терригенные отложения раннемелового возраста. Для площади работ характерен расчлененный среднегорный рельеф. На Арцевской рудоносной площади превышения водоразделов над долинами изменяются от 180 до 250 м, крутизна склонов достигает 25-30°. В пределах Сарафанной рудоносной площади превышения изменяются от 250 до 700 м, а крутизна склонов от 30-35°. Обнаженность площади слабая, особенно в поле развития осадочных пород. Коренные выходы отмечаются ограничено в бортах водотоков и в виде скальных выходов на склонах и водораздельных гривах. Мощность аллювиально-делювиальных отложений меняется в пределах от 0,5 до 7,0 м. При этом, в пределах ослабленных метасоматических и минерализованных зон, отмечаются воронкообразные углубления в коренных породах и в среднем их глубина составляет – 3,0 м.

Гидрография. Основные водотоки Черемшанского рудного узла р. Черемуховая и р. Лидовка омывают его площадь с северо-востока и юго-запада. Гидросеть на площадях работ образует их крупные притоки: р.

Каменистая, р. Падь Медвежья, р. Падь Арцевская, р. Шептун, руч. Первый Полянский, руч. Второй Полянский. Вода в водотоках отмечается круглогодично и пригодна для питья и технических нужд. Режим – паводковый, сезонный, во время обильных дождей расходы ручьев увеличиваются в 2-3 раза, в маловодный период на отдельных интервалах поверхностная вода исчезает. В верховьях ручьи характеризуются большими уклонами, скорость течения 1-3 м/сек. Долины мелких водотоков V-образные, крупных – трапецеидальные, шириной до 250-300 м, участками заболочены.

Климатические условия. Климат района муссонный. Основная масса осадков выпадает в период с марта по сентябрь, среднегодовое количество осадков в районе – 730 мм. Средняя температура самого холодного месяца – января $-12,6^{\circ}$ (минимальная -36°), самого теплого – августа $+18,8^{\circ}$ (максимальная $+36^{\circ}$). Снежный покров устанавливается во второй декаде ноября и сходит в первой декаде апреля. Промерзание почвы до глубины 1,5 м отмечается с ноября по апрель.

Растительность. Леса занимают около 90% площади и представлены преимущественно широколиственными породами деревьев: дубом, кленами, березой, осинкой, липой, ольхой, тополем, ясенем, ильмом, бархатом амурским; и кустарниковым подлеском, состоящим из лещины, рододендрона, леспедецы, волчьего лыка, “жасмина”, шиповника, лиан актинидии, лимонника китайского и винограда. Из хвойных пород наиболее распространена лиственница. Кедр, пихта, ель развиты ограничено. Они образуют небольшие массивы смешанного леса в низинах – долинах и в виде отдельных деревьев на склонах гор. В долине р. Черемуховой и низовьях руч. Второй Полянский существуют посадки сосны сибирской.

Животный мир. Животный мир типичен для восточных склонов Сихотэ-Алиня южного Приморья. Представлен крупными видами млекопитающих: бурый медведь, белогрудый медведь, тигр, изюбром, кабаном, косулей; из более мелких встречаются кабарга, рысь,

лисицы, барсук, енотовидная собака, два вида зайцев, соболь, колонок, харза, горноста́й, мышевидные грызуны, а также земноводные и пресмыкающиеся, из которых наибольшую опасность представляют ядовитые змеи – щитомордники. Видовой состав птиц также разнообразен, из них наиболее крупными и постоянно проживающими на площади являются: филин, ворона, рябчик, сойка. Из насекомых широко распространены кровососущие: оводы, слепни, мокрец, мошка, комары, иксодовые клещи. Район опасен по клещевому энцефалиту и геморрагической лихорадке, переносимой полевыми мышами.

Производство, экономика и пути сообщения. Рудоносные площади находятся в районе с развитой горнорудной и горно-химической промышленностью. Ведущими градообразующими предприятиями являются акционерные общества «Дальполиметалл» и «Бор», добывающие и перерабатывающие полиметаллические и боросиликатные руды в г. Дальнегорске. Подчиненное значение в районе имеют предприятия лесной и рыбной промышленности. Сельское хозяйство развито слабо. Ближайший населенный пункт пос. Черемшаны. Рядом с ним, на северном фланге Черемшанской рудоносной площади, ОАО ГМК «Дальполиметалл» ведет разведочные и добычные работы на Майминовском полиметалльно-серебряном месторождении. Они связаны с г. Дальнегорск улучшенной грунтовой дорогой 35 км. В пределах рудного узла дорожная сеть развита слабо. Старые проселочно-лесные дороги проложены по долинам основных водотоков с отвилками в низовье крупных боковых распадков и требуют частичного или полного восстановления. Дальнегорск соединен с ближайшей железнодорожной станцией Ново-Чугуевка шоссейной дорогой протяженностью 190 км и с морским побережьем (пос. рудная Пристань) шоссейной дорогой – 35 км. Связь с краевым центром г. Владивостоком осуществляется морем (323 мили) и автотранспортом (525 км). Электроснабжение Дальнегорского района осуществляется от Партизанской ГРЭС.

1.2 История геологических исследований

История геологических исследований площади началась в 1909 году, с момента открытия Черемухового, Кирилловского, Арцевского, Шептунского и Опричининского месторождений, исследования продолжались вплоть до 1937года.

В 1936 году Д.Д. Ким провел поисково-разведочные работы в средней части р. Черемуховой, в ходе работ было выявлено Каменное полиметалльно-серебряное рудопроявление и ряд рудных точек на правом берегу, в том числе и на рудоносной площади Сарафанной.

С 1937 по 1941 годы на рудопроявлении Каменном проводились поисково-разведочные работы в масштабе 1:25000 трестом «Дальцветметразведка» под руководством С.Т. Игнатьева была выделена возможная перспективность рудопроявления по серебру.

В 1938 году Г.П. Воларович и В.С. Булыго провели геологическую съемку масштаба 1:200000 в бассейне реки Черемуховой. Ими была установлена связь месторождений с верхнемеловыми гранитоидами, предложенная стратиграфическая схема использовалась в дальнейшем при геологической съемке масштаба 1:100000 Раков Н.А. и Дацко Е.К. (1941 г.).

В 1941 и 1948 году в верхнем течении рек Черемуховой до кл. Полянского и Лидовки проведено шлиховое опробование под руководством Н.А. Ракова, Е.К. Дацко и М.П. Материкова. По результатам опробования установлена оловоносность аллювия р. Лидовки и открыто рудопроявление полиметаллов в правом борту руч. Жильного.

В 1950-51 годах Тетюхинской геолого-съёмочной партией ПГУ под руководством Р.Е. Остроумова проводилось геологическое картирование и шлиховое опробование в масштабе 1:50000 бассейна р. Лидовки. В результате работ были получены предварительные представления о стратиграфии, тектонике, металлогении, выявлены шлиховые ореолы олова, свинца и на Сарафанной рудоносной площади были выявлены, рудопроявления ключа Западного и Бессонного.

В 1953-54 гг. на рудопроявлении кл. Западного выявленного Остроумовым, были начаты детальные поисковые работы масштаба 1:10000, в 1955 году здесь же была проведена металлометрическая съемка и электроразведка (Зильберман, 1956) и в 1955-59 гг. поисковые работы были продолжены и завершены (Кормушкина, 1960). В результате работ было выявлено около 10 минерализованных зон.

В период с 1952 года Н.В. Зунин; 1953-54 гг. Р.С. Зильберман, П.А. Лазарев провели предварительные поиски в бассейнах рек Черемуховой и Лидовки. Результатом этих работ явилось выявление перспективных участков и освоение методики и техники спектрометрометрической съемки.

С 1952 по 1954 гг. Синанчинская поисково-разведочная партия проводила работы на площади Жильного месторождения. Ими были прослежены с поверхности 3 рудные зоны. Мощность их меняется от 0,5 до 8,8 м.

В 1953-57 гг. на площади участка проводились геологоразведочные работы под руководством Ю.И. Рабиновича, рекомендовано бурение по редкой сети.

В 1959-60 гг. в результате бурения месторождению дана отрицательная оценка (Соколов Б.А., Солопов Н.А., 1961 г.).

В 1957-61 гг. Водопаднинская партия ПГУ производила поисково-съемочные и разведочные работы на участках Кирилловском, Майминовском и Пилорамном. Установлено на Кирилловском месторождении 14 зон, все они признаны непромышленными. Месторождению дана отрицательная оценка. На Пилорамном и Майминовском промышленно-интересных тел не выявлено (В.И. Варавва, 1963 г.).

В 1964-1966 гг. под руководством Бобрикова В.И. были проведены гравиметрические работы масштаба 1:200000.

В 1964-68 гг. в пределах рудного узла проводились гидрогеохимические поиски масштаба 150000 под руководством Гаврилова

Т.А., в результате работ гидрогеохимическими аномалиями была подтверждена перспективность площадей известных рудопроявлений и выделены новые перспективные площади.

В 1970 году в районе была проведена аэромагнитная и гамма-съемка масштаба 1:25000, по которой была составлена карта масштаба 1:50000 (Колесников и др., 1971 г.).

В 1970-71 гг. Ветренниковым В.В. проведена геологическая съемка масштаба 1:50000. В результате работ была составлена кондиционная геологическая карта; уточнена схема стратиграфии вулканогенных образований; впервые закартированы вулканотектонические структуры; впервые составлена карта прогнозов полезных ископаемых.

В 1972-74 гг. был произведен пережог металлометрических проб с расшифровкой на широкий комплекс элементов (А.М. Вейдэ, 1975 г.). В результате были выявлены металлоносные зоны, подзоны и площади, явившиеся основанием для дальнейшего направления и проведения ревизионных и поисковых работ.

В 1975-78 гг. под руководством Б.Л. Столова проводились работы на участках Майминовский-I и Майминовский-II масштаба 1:50000 и 1:25000 методами гравirazведки, ВП, ВЭЗ ВП, МПП, ЧИМ. Проходились канавы, маршруты и бурение скважин. В результате проведенных работ получена новая информация о глубинном геологическом строении верховий р. Лидовки и Черемуховой, локализованы площади, перспективные на полиметаллы.

В 1978 году Н.К. Цесарский проводил групповое геологическое доизучение северной части рудного узла с применением геофизики в опорных профилях (гравirazведка, магниторазведка, электроразведка). На перспективных участках было проведено литогеохимическое профилирование, которое позволило определить эрозионные уровни рудных срезов и прогнозные ресурсы категории P_2 . Доработанные и предложенные схемы геологического строения площади используются и в настоящее время.

С 1978 по 1985 годы на ряде рудопроявлений рудного узла проводились ревизионно-поисковые работы Центральной геохимической партией (Саверов В.А.), в результате которых для проведения дальнейших геологоразведочных работ Дальнегорской ГРЭ были переданы рудопроявления: Красногорское (Прямая Падь), Второй Ключ и Майминовское. Рудопроявления Сарафанной площади отнесены к первоочередным для постановки дальнейших геологоразведочных работ.

В 1980-85 гг. в южной и восточной части площади рудного узла было проведено геологическое доизучение масштаба 1:50000 под руководством В.А. Михайлова, включавшее детализированные поисковые работы с использованием геофизических методов (магниторазведка, электроразведка, МПП) и литогеохимического профилирования. В результате проведенных работ были расширены перспективы ранее известных рудопроявлений, выявлено новое перспективное на серебро рудопроявление Трехреченское, дана им прогнозная оценка по категории P_2 - P_3 с рекомендациями по проведению дальнейших поисково-разведочных работ и составлена кондиционная геологическая карта масштаба 1:50000.

С 1986-1990 гг. проводились поисковые работы на участке Майминовском (Кряквин, 1986; Заяц, 1990), результатом которых явилось обоснование постановки поисково-оценочных работ на рудопроявление.

С 1990 по 2002 годы на рудопроявлении Майминовском проводятся поисково-оценочные и разведочные работы (Теребило, 2002 г.). С 1994 г. ОАО ГМК «Дальполиметалл» получил лицензию ВЛВ 00226 ТР на разведку и отработку на условиях предпринимательского риска Майминовского серебро-полиметаллического месторождения. В результате завершения поисково-оценочных работ и предварительной разведки (Теребило и др., 2002) по месторождению утверждены и поставлены (Протоколом ГКЗ РФ № 903 от 28 мая 2004 г.) на Госбаланс, в контурах штольневой отработки (до гор. +400 м) оперативные запасы свинца, цинка и серебра по категории C_1 и C_2

2. Геологическая часть

2.1. Геологическое строение Черемшанского рудного узла

2.1.1. Стратиграфия

Согласно тектонической схеме районирования Приморского края И.И. Берсенева, Черемшанский рудный узел расположен в прибрежной антиклинальной зоне и входит в состав Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Он сложен верхнемеловыми вулканическими и вулканогенно-осадочными породами, среди которых в виде горстообразных тектонических блоков выходят терригенные отложения раннемелового возраста (приложение 2).

Наибольшим распространением пользуются отложения **приморской серии (K_2sm)**, слагающие крупные поля относительно однородного состава. Ведущую роль в строении играют спекшиеся туфы и кристаллоигнимбриты риолитов, с трудом поддающиеся расчленению и стратификации, реже встречаются породы других литологических типов: туффиты, псефитовые и агломератовые туфы риолитов, туфоконгломераты, туфы дацитов, андезитодациты и андезиты, туфоалевролиты и туфопесчаники. Общая мощность серии колеблется от 500 до 3200 м.

В северной части узла развиты отложения **самаргинской свиты (K_2sm)**, она представлена андезитами, дацитами, их туфами и туффитами. Мощность свиты от 300 до 1600 м.

Осадочные породы, песчаники и алевролиты третьей и четвертой толщи, **таухинской свиты (K_1th)** слагают крупный блок складчатого фундамента в центральной части площади.

Петрозуевская (K_1-pt) свита выделена очень мало и только в центральной части мощностью до 200. Представлена туффитами и туфами среднего и кислого состава.

2.1.2. Магматизм

Магматические образования в пределах Черемшанского рудного узла объединены в 4 вулканические и 3 интрузивные комплекса.

Маастрихтские – включает Дальнегорский интрузивный комплекс, объединяющий подавляющее большинство интрузивных массивов, а также большое количество мелких интрузий и даек, сопровождающих эти массивы и формирующих дайковые пояса в крупных ослабленных зонах (Смысловская зона). Он представлен сложно дифференцированной серией габбро-диорит-гранодиорит-гранитного состава, формирование которой происходило в течение шести фаз. В последнюю фазу происходило внедрение даек андезитов, андезито-дацитов, диоритов, андезито-базальтов и диабазов. В состав комплекса так же входит Пластунский вулканический комплекс, включающий дациты, андезито-дациты, андезиты, слагающие экструзии, жерловины и дайки.

Сантон-кампанские – Каменский вулканический комплекс, на смежной площади Самаргинский, объединяющий риолиты, риодациты, дациты, андезитодациты и их туфы, и кластолавы, слагающие экструзии, жерла и дайки, расположенные в поле стратифицированных вулканитов каменской толщи.

Турон-сантонские – Приморский вулкано-плутонический комплекс, объединяющий гранит-порфиры, риолиты постепенно переходящие в гранит-порфиры, мелко- среднезернистые граниты, слагающие субинтрузии, дайки и риолиты, риодациты, дациты их кластолавы и агломератовые туфы, образующие дайки, экструзии, выполняющие жерловины, которые выделены в составе стратифицированных образований приморской серии (K_2pr), слагающих подавляющую площадь рудного узла.

Сеноман-туронские - Синанчинский интрузивный комплекс представлен интрузиями диоритов порфиритов габбро-диоритов и вулканический – экструзиями андезитов, развиты на площади ограничено.

2.1.3. Тектоника

Черемшанский рудный узел характеризуется интенсивно проявленной разрывной тектоникой. Разрывные структуры разделены на разломы высшего ранга (межзональные), I ранга (межблоковые) и II ранга (внутриблоковые). По кинематическим характеристикам они разделяются на взбросо-надвиги, сдвиги, сбросы. Выделяются также зоны растяжения, насыщенные разрывными нарушениями без существенных перемещений по ним с роями даек и приуроченными к ним субинтрузиями, экструзиями и жерловинами.

Разрывные структуры I ранга, как правило, ограничивают дифференциально двигавшиеся в горизонтальном и вертикальном направлении блоки осадочного фундамента, преимущественно в постскладчатый этап развития территории. Как показали специализированные исследования, после формирования складчатых структур нижнего структурного комплекса, образование разрывов и смещение по ним происходили при северо-западной и субмеридиональной ориентировке главного напряжения сжатия (Иванов, 1976). При этом преобладали сдвиговые деформации по зонам крутопадающих разломов субмеридионального и северо-восточного простирания. Синхронно с ними происходили взбросо-надвиговые деформации по разломам северо-восточного (60-80°) простирания. При этом же плане напряжений происходило формирование сбросов преимущественно северо-западного направления. Наконец, субмеридиональные сдвиговые зоны (Шептунская и Лидовская) ограничивают с флангов субширотные и северо-западные структуры растяжения с широким развитием дайкового магматизма, раздвигов, сбросов, контролирующих развитие рудовмещающих структур (Смысловская зона, Озерковская зона).

Важным элементом тектонического строения Черемшанского рудного узла являются интрузивно-купольные структуры, выделяемые по данным гравиразведки, морфоструктурного анализа, картирования метасоматитов.

Работами ИГЕМ АН СССР (Середин В.В., 1988), в границах Черемшанского рудного узла выделяется сложно-построенная купольная морфоструктура - Шептунско-Лидовский купол, представляющий собой совокупность трёх слившихся куполов, которые в свою очередь осложнены купольными структурами более высокого порядка.

Шептунско-Лидовский купол отвечает, многофазному интрузиву, большая часть которого представлена магматическими породами повышенной основности, слабо отражающиеся в гравитационном поле.

2.1.4 Измененные породы

Измененные породы на площади развиты широко и образуют сложнопостроенные метасоматические поля в пределах интрузивно-купольных, вулcano-тектонических структур и зон линейных разломов. Они представлены биотититами (10-30 % новообразований биотита), образующими локальные поля в интрузивно-купольных структурах, сменяемые по периферии слабобиотитизированными породами, с образованиями биотита 3-10 %, и пропилюитоизмененными породами с новообразованиями гидрослюд, серицита, эпидота, хлорита до 5-10 %.

Контактные роговики, биотит-полевошпат-кварцевого состава, окружают эродированные тела гранитоидов или находятся в апокальных частях нескрытых интрузий, образуют вокруг них ореолы шириной до 3 км.

Локальные метасоматиты, продукт гидротермальной деятельности, сопряжены с зонами крупных разломов. К ним приурочены проявления полиметаллов, олова, серебра, меди, молибдена, вольфрама. Они представлены четырьмя формациями: пропилюитовой (актинолит, эпидот-хлорит, карбонат и кварцсодержащие); аргиллизитовой (с хлорит-гидрослюдистым, с кварц-гидрослюдисто-циолитовым замещением); раскисления, представленной монокварцитами, серицит-кварцевыми и (серицит)-кварц-гидрослюдистыми метасоматитами; грейзенами кварц-серицит-мусковитовой и кварц-мусковитовой фации.

Для гравитационного поля Черемшанского рудного узла характерны слабо контрастные отрицательные аномалии, что связывается с наличием скрытых интрузий среднего состава, относимых к Дальнегорскому интрузивному комплексу, являющемуся рудогенерирующим для полиметаллических и полиметально-серебряных месторождений Дальнегорского рудного района. По данным АГСМ-съёмки в границах Черемшанского рудного узла проявлены контрастные аномалии калиевой составляющей гамма-поля, что характерно для рудных полей полиметально-серебряной, серебряной и золото-серебряной формаций.

2.1.5 Минерагения

Более локальными структурными элементами, определяющими положение отдельных рудных полей, являются интрузивно-купольные поднятия, проявленные в гравитационных полях, картируемые полями метасоматитов и морфоструктурным анализом. В этом плане для Черемшанского рудного узла характерно совмещение в пространстве трёх интрузивно-купольных структур с различными глубинами заложения (Середин В.В., 1988), обуславливает полиформационный характер рудной минерализации в его пределах и предполагает наличие рудных объектов с высокой интенсивностью рудной минерализации.

Рудоконтролирующие факторы более высокого порядка (магматические, литологические, вулканоструктурные), определяют положение отдельных рудных тел или их серий, локализацию рудных столбов, и выявляются при детальном геологическом исследовании.

Всего на площади рудного узла известно 23 рудопроявления полиметаллов, олова и серебра и три месторождения полиметаллической, оловянно-полиметаллической, полиметально-серебряной, серебряной формации, а также ряд точек с проявлениями золота, серебра, меди, молибдена, вольфрама, висмута. По морфогенетическим признакам выделяются жильные, штокверковые, крупнообъемные вкрапленные

порфирового типа рудные зоны. В ряде случаев, по имеющимся признакам оруденение может носить стратиформный характер под покровами вулканитов.

Основным изученным промышленным типом для рудного узла являются жильные полиметаллические и полиметально-серебряные месторождения.

В пределах Черемшанского рудного узла условно было выделено две обособленные рудоносные площади Арцевская и Сарафанная, каждая из которых обусловлена приуроченностью к отдельным геолого-структурным элементам и характеризуется набором тесно граничащих рудопроявлений.

2.2. Геологическое строение участка Сарафанный

Сарафанная рудоносная площадь имеет сложно-блоковое строение характерное для вулканотектонических структур, эродированных до уровня субвулканических тел. По структурному отношению площадь приурочена к восточной части Черёмухового поднятия, представленного горстом, в основе которого заложена интрузивно-купольная структура, контрастно отбиваемая морфоструктурным анализом и непосредственно находится в пределах наложенной на неё вулканотектонической структуры горы Староверовский Сарафан, которая может рассматриваться в ранге рудного поля.

Центральную часть рудного поля до 40 % занимает экстррузивное тело Приморского вулканического комплекса(K_2pr) (приложение 3), имеющее грубоовальную форму с клиновидными и дайкообразными выступами в породы покровной фации, ограниченные дугообразными и радиальными разломами, определяющими общее строение рудного поля.

Вдоль северо-западной границы экстррузива, между андезитами нижней пачки синанчинской свиты (K_2sn), слагающими северную часть площади и туфами риодацитов третьей пачки Приморской серии(K_2pr^c), слагающих блок с северо-запада, взброшены два разобщенных блока 500x700 и 400x1600 м

нижнемеловых песчаников с редкими прослоями алевролитов относимых к четвертой толще таухинской свиты (K_1th^{d3}).

К востоку и юго-востоку на площади преимущественно распространены спекшиеся туфы и игнимбриты риолитов четвертой пачки Приморской серии (K_2pr^d), так же её туфами риолитов сложен блок 600x1500 м непосредственно внутри экстрозива.

В меньшей степени, преимущественно вдоль границ экстрозива, распространены туфы и игнимбриты дацитов, риодацитов, андезито-дацитов третьей пачки (K_2pr^c), а в бортах ключа Земляничного и частично вдоль контакта с риодацитами, проходящими по зоне Земляничной, отмечены туфы и игнимбриты риолитов второй пачки Приморской серии (K_2pr^b).

На южном фланге рудного поля, в породах покровной фации, выделяется обособленное, штокообразное (500x700 м) тело риодацитов приморского вулканического комплекса (K_2pr), обрамленное флюидалными риолитами, выполняющими боковой канал стратовулкана Староверовский Сарафан.

Породы жерловой фации на площади устанавливаются с трудом. К ним можно отнести маломощные прослои лав, кластолав, туфов и игнимбритов риолитов, риодацитов и дацитов, перебуренных скважинами вдоль зоны Земляничной, контактирующей с экстрозивом и падающих периклинально на восток под углом 60-70°, а также вулканические брекчии с неясной природой, интенсивно изменённые, метасоматически развитые в северо-западной части экстрозива.

Интрузивный магматизм представлен преимущественно дайками андезитов шестой фазы (α_6K_2d), реже гранитами четвертой (γ_4K_2d) и гранодиоритами второй фазы Дальнегорского интрузивного комплекса (γ_2K_2d). Преобладающее простирание даек северо-западное, в северо-западной части они образуют дуги. Здесь же закартировано наиболее крупное интрузивное тело гранодиоритов акмолиитообразной формы 500x2400 м, обрамляющее гору Староверовский Сарафан у подножья и,

вероятно, продолжающейся под долиной р. Черёмуховой. К северу от площади участка на левобережье р. Черёмуховой обнажается Евлампиевский гранит-гранодиоритовый массив, который по данным геофизики продолжается на глубине 600-700 м в пределах рудного поля.

На площади участка широко проявлены метасоматически измененные, гидротермальные и в меньшей степени контактово метаморфизированные породы. Контактный метаморфизм развит в экзоконтакте гранодиоритов на ширину до 200 м и проявлен в виде биотитизации и окварцевания вулканогенных пород.

Площадные метасоматические изменения представлены пропилитами эпидот-хлоритовой (в средней части площади) и серицит-хлоритовой фацией (преобладает на площади рудного поля).

Одной из характерных особенностей для измененных пород рудного поля является широкое развитие родонита в виде микро и тонких прожилков до 2 мм, а так же в виде мелких скоплений его агрегатов в основной массе пропицитизированных риодацитов, залегающих на верхних гипсометрических уровнях горы Сарафан. Локальные метасоматические изменения проявились в разной степени в виде окварцевания, серицитизации и хлоритизации и по соотношению основных вторичных минералов варьируют через промежуточные разности от серицит-кварцевых до кварц-хлоритовых метасоматитов. Они образуют линейно вытянутые ореолы вдоль разломов рудных зон, образуя более широкие поля в местах сближения и пересечения последних. При этом кварц-хлоритовые метасоматиты носят более локальный характер и могут образовывать линзующиеся жильобразные тела вдоль отдельных разломов. С локальными метасоматитами совмещаются ореолы пирита, который в полостях трещин и разломов может образовывать сплошные массы, о чём свидетельствует наличие в ряде зон лимонитов, в которых кроме железа другие элементы присутствуют в малых количествах. Редко в метасоматитах отмечается неравномерная вкрапленность галенита, крайне редко медная зелень и в хлоритовых

метасоматитах сфалерит, при этом, содержание свинца в них не превышают первых долей процента.

Рудное поле имеет весьма сложное строение. Характерные признаки, наиболее проявившиеся на северном, северо-западном фланге участка, блоки имеют разновысотное положение, а так же большой объём пирокластических пород, развитых на площади, позволяют отнести структуру Староверовский Сарафан к вершинной, эксплозивной кальдере обрушения, в пределах которой позднее был сформирован экструзивный купол, что и определило сложное строение рудного поля.

Сочетание кольцевых, радиальных и оперяющих их разломов создало сложно-блоковое строение площади. На площади выделяется два кальдерных кольца.

В северо-западной части площади по фрагментам дуг выделяется сильно нарушенное северо-западными разломами внутреннее кальдерное кольцо. Оно проходит частично по внешней границе экструзии, вдоль внутренней границы блоков нижнемеловых осадочных пород и в западной части фиксируется по телу вулканических брекчий, вмещающих разломы и имеющих дугообразную форму, здесь же на перегибе отрога, в коренном обнажении борта дороги, зафиксирована серия сближенных, субмеридиональных с восточным склонением $5-10^\circ$, разломов с зеркалами скольжения и вертикальными штриховками, падающих на восток центриклинально под углом 80° .

Ниже, к долине ключа Западного, фиксируются дугообразные дайки андезитов и скальные выходы пород, описывающие плавную дугу вдоль отрога на правом борту ключа Третьего, на протяжении до четырехсот м и отвесно обрывающихся в сторону ключа с высоты до 30 м, тем самым образуя кальдерный уступ.

На юге элементами кольцевой структуры могут являться вскрытые канавами в двух сечениях зоны Контурная-1 и Контурная-2 субширотного

простираются 280-290°, падающих на север центриклинально под углом 60-70°

На северо-востоке к элементам кольцевой структуры можно отнести зону Водораздельную северо-западного простирания 340° с неясным падением, от центриклинального на юго-запад под углом 60° и до обратного под углом 80°.

Таким образом, диаметр внутреннего кальдерного кольца может составлять 3500-3600 метров. Внешнее кальдерное кольцо, сформированное на более ранних стадиях, проявлено менее выражено. Оно отчетливо фиксируется на северо-западе площади по положению тел гранодиоритов, даек андезитов Дальнегорского интрузивного комплекса (K_2d), положением блока осадочных пород, образующих дугу и на севере долиной р. Черёмуховой, а к югу перекрыто вулканитами. На юго-западном фланге оно частично может подчеркиваться дайкообразным ответвлением риодацитов от основного экструзивного тела.

На юге площади выделенный шток риодацитов, являющийся боковым каналом стратовулкана Староверовский Сарафан и накладывающий свой отпечаток на строение рудного поля, так же может фиксировать южную границу внешнего кальдерного кольца, восточная граница которого выходит за рамки участка. Таким образом, внешняя кальдера имеет овально вытянутую форму в меридиональном направлении диаметром до 7500 м.

Радиальные разломы наиболее отчетливо фиксируются за пределами внутреннего кольца, имеют северо-западное субмеридиональное и северо-восточное простирание. Они сформированы преимущественно на поздних стадиях формирования экструзивного купола, являются границами блоков разновозрастных пород, на границах экструзий формируют клинообразные и линейновытянутые выступы и апофизы, и один из таких разломов субмеридионального простирания вмещает зону Земляничную с промышленным полиметаллическим оруденением.

Наиболее густая сеть разломов отмечается в пределах внутренней кальдеры, на южных склонах горы Староверовский Сарафан. Они носят разнонаправленный, преимущественно внутриблочный характер, образуя мелкоблочное строение кальдеры. Наиболее выраженные и протяженные из них имеют северо-западное простирание $320-345^\circ$ и падение от 65 до 85° как на юго-запад, так и на северо-восток.

Одним из наиболее крупных выявленных разломов, занимающим примерно центральное положение в кальдере, является зона Сбросовая, выявленная в коренных обнажениях кл. Седьмой распадок (Кормушкина, 1960). На всём протяжении он фиксируется осью геофизической аномалии, имеет простирание 320° , падает на юго-запад под углом 65° , представлена минерализованной зоной дробления $3,5$ метра и на северо-западе ограничивает блок туфов риолитов, образованный в экструзивном теле. Из других разломов, в кальдере отмечается залегающий в непосредственной близости и параллельно с зоной Сбросовой, разлом Тигровый, так же падающий на юго-запад под углом 70° и включающий жильную серию, состоящую из зоны Тигровой-1, Тигровой-2 и ещё из двух маломощных тел с промышленными содержаниями серебра. Фрагмент разлома так же фиксируется по простиранию до 1000 м осью геофизической аномалии, установленной методом отношений градиентов потенциалов (Северов, 1985). И на южной окраине кальдеры выявлен разлом, вмещающий полиметаллическое рудное тело зону Поворотную и зону Сопутствующую. В целом разлом прослежен по редкой сети канавами на 1000 м и на юго-восточном фланге, в пределах рудных тел перебурен скважиной. Имеет северо-западное простирание 330° и центриклинальное падение по отношению к зоне Сбросовой на северо-восток под углом 85° . Разлом представлен раздробленными и милонитизированными риодацитами мощностью от $0,2$ до $2,3$ м, вмещающими линзующуюся кварц-сульфидную жилу мощностью $0,2-0,8$ м.

В целом площадь характеризуется положительным магнитным полем интенсивностью 50-100 нТл. с отрицательной аномалией в центре (до – 500 нТл.), приуроченной к кальдере. Над рудным полем отмечается аномалия ЕП до 350 мВ. По данным геофизики на глубине 600-700 м под рудным полем, предполагается продолжение Евлампиевского гранит-гранодиоритового массива. И в целом по совокупности геолого-структурных и металлогенических признаков рудное поле участка приурочено к магматогенно-рудной системе, эродированной на уровне субвулканических фаций с залегающей в основании материнской гранитоидной интрузией.

2.3. Геологическое строение участка Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь)

Рудопроявление Трехреченское приурочено к Смысловской ослабленной зоне и его рудное поле сформировано системой северо-западных (320-330°) и субширотных (70-80°) разломов.

Площадь сложена слабостратифицированными спекшимися кристаллотуфами и игнимбритами риолитов второй пачки приморской серии, которые перекрыты породами третьей пачки, сложенной в нижней части туфами риолитов, лавами, кластолавами или туфами риодацитов, с трудом диагностируемых из-за интенсивных метасоматических измерений, по реликтам флюидалной и кластической структуры, мощностью 80-160 м, падающих на восток-северо-восток под углом 10-15°, с линзами до 5 м мощностью, переслаивающихся туфоалевролитов, туфопесчаников, туффитов в основании, и на восточном фланге, перекрытые покровами андезитов, андезито-дацитов от 40 до 70 м мощностью, слагающими верхний горизонт пачки. И в основании разреза, в правом борту кл. Избушечного и левом – кл. Падь Арцевская, Нижние пачки Приморской серии (K₂pr), погружаются на восток и юго-восток под Трехреченское рудопроявление, сложенной конгломерато-брекчиями, туфоалевролитами, туфопесчаниками и кремнистыми туффитами (приложение 4).

Породы покровной фации прорваны дайками андезитов, андезито-базальтов преимущественно северо-западного простирания и на глубине под ними до 1700 м по геофизическим данным (Макаров, 1985) выделяется штокообразное тело (до 500 м) диоритов Дальнегорского интрузивного комплекса (K_2d).

На площади, в полосе 800-1500 м развита аргиллизация хлорит-гидросланцистого и кварц-гидросланцистого ряда, в пределах которых локально распространены линейно вытянутые и изометрические ореолы серицит-кварцевых, кварц-карбонатных метасоматитов и пиритизация, сопровождающие рудные зоны и приуроченные к узлам их пересечений.

В наибольшей степени изменены риодациты, слагающие третью пачку приморской серии (K_2pr^c). Они изменены до серицит-кварцевых, кварц-гидросланцистых метасоматитов, пиритизированы и лишь частично сохраняют признаки первичной текстуры.

Установлены три линейно вытянутых в северо-западном направлении (320°), параллельных рудоконтролирующих тектонических структур (Центральная, Восточная и Западная) шириной от 400 до 1600 м, отстоящих друг от друга на 500-1100 м и характеризующихся широким развитием в их пределах разрывных нарушений, даек и жилообразных тел метасоматически измененных и гидротермальных пород с зонами прожилкования и площадными метасоматическими изменениями. С поверхности они подчеркиваются областью развития рудных свалов, свалов жильного кварца, кварцевых брекчий, измененных пород с кварцевым прожилкованием, конфигурацией геохимических ореолов серебра с концентрациями до 3-10 г/т, а также геофизическими аномалиями η_k (ВП).

Преобладающими для рудопроявления являются протяженные северо-западные ($310-320^\circ$) нарушения, образующие сближенные серии в пределах выделяемых структур и вмещающие дайки, жилы кварца и кварцевых брекчий, среди которых выделяются рудные зоны, а также зоны дробления и милонитизации. Они следятся за пределы площади работ и пространственно

четко увязываются с выявленными тектоническими элементами на рудопроявлении Арцевском, образуя с ними единую рудоконтролирующую структуру.

В меньшей степени распространены непротяженные разрывные нарушения северо-восточного ($20-50^\circ$) простирания. Они имеют не такой упорядоченный характер, как северо-западные разломы и большей частью являются их оперением, вблизи с которыми контролируют метасоматические зоны, зоны прожилкования и вмещают линзующиеся, непротяженные рудные и кварцевые жилы.

Особое место занимают редкие разрывные нарушения субширотного ($95-100^\circ$) простирания, которые занимают “транзитное” положение относительно северо-западных и отчасти ограничивают оруденение в северо-западных разломах, и участками сами являются рудовмещающими. Их взаимоотношение с северо-западными разломами не изучено в достаточной мере, но отмечается тенденция к увеличению содержаний серебра до промышленных в месте пересечения ими Центральной рудоконтролирующей структуры с формированием штокверковых зон и рудных столбов в узлах пересечения с северо-западными разломами. В отдельном случае в субширотной зоне установлен полиметалльно-серебряный тип оруденения.

3. Специальная часть «Вещественный состав и особенности стадийности минералообразования»

Цель исследований: изучение вещественного состава руд, их возраста и стадийности минералообразования.

3.1. Характеристика рудных тел

3.1.1. Характеристика рудных тел участка Сарафанский

Оруденение рудного поля тесно связано с многочисленными нарушениями кальдеры и преимущественно развито в пределах внутреннего кольца, в меньшей степени в периферической части и между внутренним и внешним кальдерным кольцом.

Несмотря на то, что на участке известно большое количество минерализованных зон, лишь несколько из них являются значимыми и могут представлять практический интерес. Из них выделяются Зоны № 5 и № 6 (Остроумов, 1953), зона Водораздельная (Кормушкина, 1960), зона Земляничная (Саверов, 1985).

Зона Земляничная расположена на левом борту кл. Западного, прослеживается канавами на 1000 м до водораздела с ключом Земляничным, за которым ограничивается северо-восточным (70°) разломом, падающим на северо-запад под углом 75° . Приурочена к одному из радиальных разломов, простирание зоны субмеридиональное - 10° , падение на восток под углом 65° , мощность меняется от 1 до 15 метров. Представлена она серией сближенных жил от 0,1 до 0,65 м, в раздувах до 1,5 метров. Сложена зона прожилками и жилами хлорит-кварц-халькопирит-халькозин-галенит-сфалерит-пирротин-пиритом и вмещающими их - хлорит-серицит-кварцевыми метасоматитами с тонкой прожилково-вкрапленной пирит-пирротиновой минерализацией и убогой вкрапленностью халькопирита, галенита, сфалерита, образующими прослой между жилами от 0,3 до 4,5 м. Содержание свинца меняется от 0.34 до 10.01%, цинка от 0,47 до 14,75%, серебра от 5 до 176 г/т, меди до 1,02%.

Зона Поворотная расположена в пределах внутреннего кальдерного кольца в 500 метрах к северу от зоны Земляничной имеет северо-западное простирание 330° , падение на северо-восток под углом 80° , мощность от 0,4 до 1,5 м. Представлена она линзующейся жилой мощностью до 0,2-0,45 м

кварц-халькопирит-галенит-сфалеритового состава, переходящей в зону сульфидных прожилков. В разведывательной скважине зона имеет мощность 0,8 м и представлена кварц-халькопирит-галенит-сфалеритовой жилой с полосчатой текстурой. Содержание полезных компонентов: свинца изменяется от 0,97 до 13%, цинка от 0,05 до 17,24%, серебра от 2,13 до 168 г/т.

Зоны № 5 и № 6 были выявлены в 1952 году (Остроумов Р.Е.). Переопробованы на серебро они были позже в 1985 году (Саверов В.А.). Зоны проходят субпараллельно одна от другой на расстоянии 5-12 м, приурочены к сегменту кольцевой структуры с простиранием от северо-западного до субмеридионального, падением на восток. Зоны представлены кварцевыми или кварц-лимонитовыми жилами мощностью 1-2 м. 80-85°. В 2008 году они были объединены в одну зону. Мощность зоны составила 18,3 м. Они представлены вулканическими брекчиями, измененными до серицит-кварцевых метасоматитов с неравномерной гнездово-вкрапленной минерализацией с лимонит-кварцевыми и кварцевыми прожилками, а также вмещающими лимонит-кварцевую жилу мощностью 2,4 м и отстоящую от неё в 8 метрах зону дробления с лимонитом мощностью 3,3 м. Вкрапленники и гнёзда преимущественно сложены лимонитом, редко отмечается медная зелень и реликтовые включения халькопирита, пирита и сфалерита. По типу минерализации оруденение в зоне носит прожилково-вкрапленный, порфиоровидный характер. Содержания в зоне колеблются: для свинца от 0,12 до 0,62%, цинка от 0,1 до 0,24%, серебра от 2 до 88 г/т.

Зона Контурная-1 Зона приурочена к южному фрагменту внутреннего кальдерного кольца, имеет субширотное простирание 285°, падает на север под углом 65-85°. Она представлена зоной дробления с неровными границами мощностью от 1,2 до 2,4 м, которая сопровождается кварц-хлоритовыми метасоматитами мощностью до 3 м, нарушенными разноориентированными трещинами, в узлах пересечения которых отмечаются линзы и гнёзда лимонита, достигающие в раздувах мощности 0,5

м. Содержание изменяется в широких пределах: свинца от 0,02 до 0,78%, цинка от 0,07 до 0,27%, серебра от 2 до 79 г/т.

Зона Контурная-2 расположена рядом с зоной Контурная 1. Простирается зоны субширотное 300° , падение на север под углом 60° . Представлена она разломом до 0,1 м, выполненным глинистым материалом, который сопровождается кварц-хлоритовыми и серицит-кварцевыми метасоматитами мощностью от 1,5 до 20 метров и системами трещин с редкими гнёздами лимонита и линзами кварца до 0,3 м мощностью. Содержание также как и в соседней крайне неравномерно и изменяется для свинца от 0,07 до 0,54%, цинка от 0,03 до 0,22%, серебра от 3 до 61 г/т.

Зона Тигровая 1 расположена на правом борту кл. Западного в 800-х метрах к северо-востоку от зоны Поворотная и в 100-х метрах к юго-западу вниз по отрогу от вершины г. Староверский Сарафан и примерно занимает центральное положение во внутренней кальдере. Простирается зоны северо-западное 330° , падение на юго-запад под углом 70° , мощность -0,8м. Представлена хлорит-кварц-серицитовыми метасоматитами с гнездами брекчированных гидроокислов буро-коричневого, черного цвета с содержаниями свинца 0,27-0,3%, цинка от 0,02 до 0,07% и серебра от 25 до 954 г/т,

Зона Тигровая-2 расположена в 11 метрах северней зоны Тигровая-1. Простирается зоны северо-западное (320°), падение на юго-запад под углом 75° , мощность 1,4 м. Сложена она серицит-хлорит-кварцевыми метасоматитами с прожилками кварца и гнездами гидроокислов коричнево-бурого и черного цвета. Содержание изменяется: для свинца 0,22-0,49%, цинка от 0,04 до 0,15%, серебра от 27 до 499 г/т.

Зона Водораздельная расположена на водоразделе кл. Седьмой распадок и в 2000 метрах к востоку от горы Староверовский Сарафан. Зона приурочена к восточному фрагменту внутреннего кальдерного кольца, вскрыта в 1958 году и её характеристика приводится по данным З.Г.

Кормушкиной, простирание зоны субмеридиональное до северо-западного 340-350°, падение на восток-северо-восток 60-80°.

Зона представлена интенсивно измененными до серицит-кварцевых, кварцитовидных раздробленных метасоматитов с неровными границами мощностью от 1 до 9 м в лежащем боку сопровождающимся глинистым материалом до 0,2 м и вмещающими линзующиеся, кулисообразно расположенные тела рудных брекчий мощностью до 6 м и, в отдельном случае, жилу флюорита до 0,4 м мощностью. Вмещающие породы вдоль зоны изменены до серицит-кварцевых метасоматитов, образуют ореол до 15-25 м шириной и в полосе до 8 м изменены до кварцитовидного состояния, несут вкрапленную лимонит-сульфидную минерализацию. Содержания полезных компонентов неравномерные и резко изменяются: свинца от 0,1 до 3,85%, цинка от 0,3 до 2,0%.

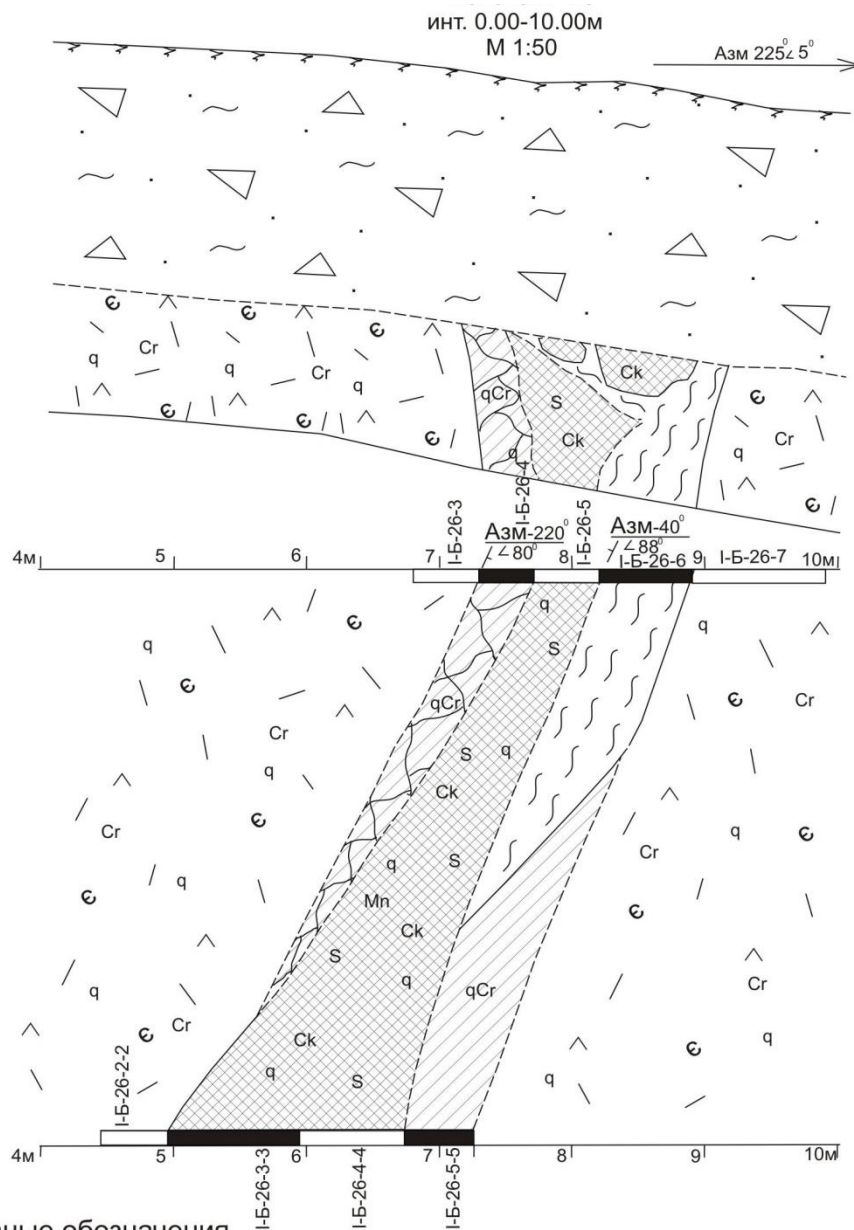
3.1.2. Характеристика рудных тел участка Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь)

На участке из перспективных выделяются зоны Широкая, Земляная, Деревянко, Аномальная и Соседняя (Михайлов, 1985).

Зона Деревянко расположена на водораздельной гриве кл. Избушечного (левый приток кл. Падь Арцевская) и истоком реки Шептун. Она имеет северо-западное простирание 305-310°; в центральной части прослеженного интервала она образует кулисообразный изгиб по разлому субширотного простирания 105°, падающего на юг под углом 75°, за счет чего меняет свое первоначальное, генеральное простирание, на продолжении которого отмечается безрудная зона дробления и брекчирования кварц-серицитовых метасоматитов, падающих на северо-восток под углом 85°. На северо-западном и юго-восточном фланге, в теле андезитов, зона ветвится и распадается на 3-4 минерализованных зоны. Падает зона на юго-запад, на северо-западном фланге под углом 75-80°; на юго-востоке под углом 85°. Мощность её меняется в пределах от 1,2 до 6,1 м.

Зона проявлена во вмещающих её риодацитах и представлена в центре линзующейся не выдержанной по мощности от 0,2 до 0,8м родонит-кварцевой жилой (рисунок 3.1 и рисунок 3.2), участками брекчированной, переходящей в зону прожилков с крайне неравномерной гнездово-вкрапленной сульфидной минерализацией (в зоне окисления с лимонитом и скородитом), которая в экзоконтактах (до 1,5-2,8м) сопровождается серицит-кварцевыми метасоматитами с прожилками кварца и вкрапленностью пирита, а так же до 5-10м во вмещающих породах трассируется субпараллельной, её контактам, системой трещин с редкими прожилками и просечками кварца.

В андезитах минерализованные зоны представлены кварц-серицит-карбонатными метасоматитами в ряде случаев с дайками аргиллизированных диабазовых порфиритов, сопровождающихся зонами дробления с низкими содержаниями серебра. По мере распределения в зоне выделяются: пирит, арсенопирит, галенит, аргентит (акантит) и более редкие: сфалерит, прустит, самородное серебро и касситерит, также отмечаются минералы титана и монокит. Содержания свинца в зоне изменяется от 0,01 до 0,53%, цинка не превышают 0,05% и содержание серебра колеблется от 5 до 1391 г/т.



Условные обозначения

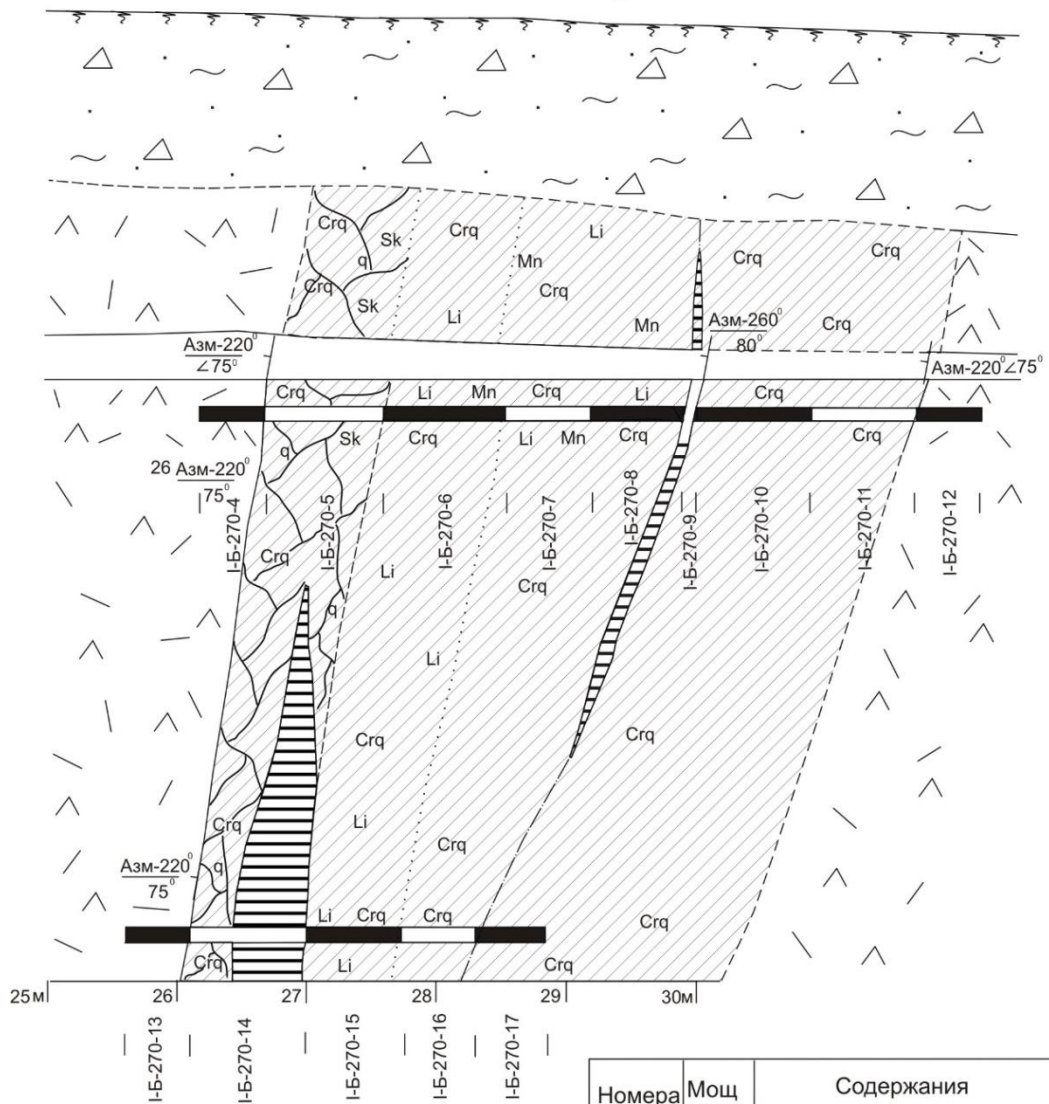
-  Деллювиальные отложения
-  Прожилковая зона
-  Жила скородит-сульфидно-кварцевого состава
-  Метасоматиты: Cк-скородит, S-сульфиды
qcl-кварц-хлоритовые q-окварцевание
qcr-кварц-серцитовые
ар-аргиллизация
-  Туфы риодацитов
-  Тектонические трещины:
-  Геологические границы, контакты:
1 четкие, 2 нечеткие (неясные)
-  Глинистый материал

 Линия бороздового опробования

Номера проб	Мощность, м	Содержания		
		Ag, г/т	Pb, %	Zn, %
1	2	3	4	5
Канавы №270				
I-Б-26-2-2	0.50	18	0.04	0.001
I-Б-26-3-3	1.00	1129	0.34	0.002
I-Б-26-4-4	0.80	193	0.12	0.001
I-Б-26-5-5	0.50	354	0.08	0.001
I-Б-26-3	0.50	8.8	0.12	0.015
I-Б-26-4	0.40	342	0.07	0.001
I-Б-26-5	0.50	1391	0.33	0.005
I-Б-26-6	0.70	164.6	0.07	0.001
I-Б-26-7	1.00	15.1	0.02	0.01

Рисунок 3.1 – Родонит-кварцевая жила

ИНТ. 20.00-30.00м
М 1:50
Азм 55°



Условные обозначения

-  Деллювиальные отложения
-  Прожилковая зона
-  Жила скородит-лимонит-кварцевого состава
- Метасоматиты:
 - qcl-кварц-хлоритовые Cl-хлоритизация
 - qсг-кварц-серцитовые q-окварцевание
 - ar-аргиллизация
-  Риодациты
-  Тектонические трещины:
-  Геологические границы, контакты:
1 четкие, 2 нечеткие (неясные)
3 постепенные (условные)
-  Линия бороздowego опробования

Номера проб	Мощность, м	Содержания		
		Ag, г/т	Pb, %	Zn, %
1	2	3	4	5
Канавы №270				
I-B-270-4	0.50	4	0.03	0.02
I-B-270-5	0.90	148	0.48	0.04
I-B-270-6	0.90	86	0.07	0.012
I-B-270-7	0.70	25	0.08	0.023
I-B-270-8	0.70	26	0.12	0.015
I-B-270-9	0.10	115	0.88	0.05
I-B-270-10	0.90	102	0.04	0.005
I-B-270-11	0.80	17	0.05	0.013
I-B-270-12	0.50	7	0.05	0.03
I-B-270-13	0.50	9	0.02	0.14
I-B-270-14	0.90	403	0.85	0.088
I-B-270-15	0.70	92	0.16	0.086
I-B-270-16	0.60	13	0.021	0.019

Рисунок – 3.2 Родонит-кварцевая жила

Зона Широкая расположена на водоразделе истока ключа Избушечного и истока реки Прямая Падь к западу склоняется в кл. Избушечный и за структурой зоны Заманчивой распадается на две ветви. Зона имеет субширотное, на востоке 260° , на западе 250° , простирание, падение на север 85° . Её мощность меняется от 0,7 до 8,5 м, представлена она линзующейся карбонатно-кварцевой, родонит-кварцевой жилой с неравномерной гнездово-вкрапленной сульфидной минерализацией мощностью от 0,1 до 3,10 м, которая сопровождается зоной дробления от 0,3 до 2,1 м и измененными до серицит-кварцевых метасоматитов риодацитами, игнимбритами риолитов и до кварц-серицит-карбонатных метасоматитов андезитами с обильной вкрапленностью пирита. В зоне окисления она характеризуется значительной примесью (до 30-40%) гидроокислов марганца, так же местами она выражена в виде субпараллельной системы трещин, вдоль которых отмечаются редкие прожилки и просечки (до 5 мм) кварца в интенсивно пиритизированных серицит-кварцевых метасоматитах по риодацитам. Оруденение зоны носит крайне неравномерный, бананцевый характер. Содержание свинца не превышает 0,5%, цинка до 2,58% и содержание серебра изменяется в пределах от 14 до 586 г/т.

Зона Широкая-2 проходит восточнее зоны Широкой на расстоянии до 50 м. и имеет субширотное простирание 240° , падение 80° на север. Представлена линзующей родонит-кварцевой жилой, чередующейся с зоной прожилкования и серицит-кварцевыми метасоматитами мощностью от 0,6 до 4,0 метров. Характеризуется небольшим содержанием свинца и цинка до 0,21% и серебра от 9 до 66 г/т.

Зона Заманчивая расположена на водоразделе кл. Избушечного и р. Прямая Падь имеет северо-западное простирание на 310° , падение на юго-запад под углом 80° . Зона представлена линзующей сульфидно-кварцевой жилой мощностью от 0,1 до 1,4 м, сопровождающейся зоной дробления в лежачем боку до 0,4 м и интенсивно пиритизированными серицит-кварцевыми метасоматитами до 8 м вдоль её контактов. Ведущими

минералами тут являются пирит и арсенопирит, редкими галенит и сфалерит, а наиболее распространенным минералом серебра – пираргирит, который преобладает над аргентитом и более редкими отмечены прустит, аргентопирит и канфильдит. Сульфидный минерал пираргирит заполняет зерна кварца, образуя вкрапленники до 1-2 мм изометричной, иногда удлиненной формы. В пираргирите часто наблюдаются микровкрапленники галенита округлой формы, а по периферии – каемки сложного состава с галенитом и сульфидом серебра(аргентит(Ag_2S)). Аргентит образует тесные сростания с галенитом, выполняя интерстиции зерен кварца. Содержание свинца в зоне до 0,8%, цинка до 0,08% и от 8 до 1211 г/т.

Зона Нижняя расположена в 600-х метрах к юго-западу от зоны Деревянко. Простирается субширотное 280° , падение на северо-восток 75° , мощность меняется от 0,3 до 0,9 м. В западном направлении она распадается на две ветви мощностью 0,3-0,4 м, представленные кварцевыми жилами с тонкой сульфидной вкрапленностью и содержаниями серебра до 45 г/т, свинца 0,27%. На западном фланге состоит из лимонит-кварцевой жилы (0,4 м) и серицит-кварцевых метасоматитов с прожилками кварца и гнездами лимонита (0,5 см) с содержаниями свинца от 1,43 до 3,48%, серебра от 85 до 343 г/т. Средние содержания на мощность 0,9 м – свинца 2,34%, серебра 200 г/т.

Зона Вероятная выявлена в 100 метрах к северо-востоку от зоны Заманчивой. Простирается северо-западное - 310° , падение на юго-запад 80° , мощность 0,95 м, сложена кварц-лимонитовым материалом. Содержание свинца 0,23%, цинка 0,04% и серебра 101 г/т.

Зона Трехугольная расположена в 500-х метрах к юго-западу от зоны Деревянко. Простирается северо-западное 325° , падение на юго-запад $75-85^\circ$. К северо-западу она распадается на две ветви мощностью от 11,9 до 14,7 м, отстоящими друг относительно друга на 18 м и на юго-восточном её мощность составляет 32,3 м. Зона представлена кварц-карбонат-гидрослюдистыми метасоматитами с неравномерной сетью прожилков и

гнезд кварцевого, кварц-карбонатного состава, группирующимися в жилообразные тела и вмещающие линзующиеся, не выдержанные по мощности (от 0,2 до 0,7 м) жилы лимонит-кварц-карбонатного, лимонит-карбонатного состава, сопровождающиеся частично наложенными на них зонами дробления от 0,2 до 1,2 м мощностью. Карбонаты разложены до рыхлого состояния с гидроокислами марганца от 10 до 90% объема жильного материала. Зона характеризуется низкими содержаниями серебра. Содержание свинца варьируется от 0.03 до 0,69%, серебра от 4 до 55 г/т.

Характеристика рудных зон Аномальной и Соседней приведена по результатам ранее проведенных работ (Михайлов, 1985).

Зона Аномальная находится на водоразделе ключа Избушечного и истока р. Шептун. Имеет субмеридиональное, северо-восточное (360-40°) простирание, падение (55-80°) на северо-запад и мощность 2-3 м. Представлена кварцевой прожилковой зоной, которая характеризуется содержаниями серебра от 43 до 364 г/т, в среднем на 2,8 м составляют 73,4 г/т.

Зона Соседняя соединяется с зоной Аномальной, и образует с ней единую систему. Имеет субширотное простирание 70-80 °, падение вертикальное. Мощность от 3 до 6-7 м, в месте сопряжения до 50-80 м, имеет нечеткие геологические границы. Представлена комбинацией метасоматических зон с зонами кварцевых прожилков, кварцевых жил и зон дробления, в месте сопряжения образует штокверко-подобную зону. Содержания серебра по зоне меняются от долей грамм до 620 г/т.

3.2. Вещественный состав руд

3.2.1. Участок Сарафанный

Предварительный вещественный состав изучался по первичным полиметаллическим рудам зоны Земляничной, Поворотной в лаборатории

минералогии и геохимии МПИ Института геологии и природопользования к.г.-м. н. Л.И. Рогулиной (г. Благовещенск).

По составу исследуемые руды участка относятся к халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовому типу. Рудные минералы в среднем составляют 35-38 %, на долю основных промышленно значимых минералов приходится 20-25 % и к главным из них относятся сфалерит и галенит, к второстепенным – халькопирит. Из других минералов преобладает пирит, и редкими являются арсенопирит, блёклые руды и ковелин. Из жильных преобладает кварц, реже отмечаются карбонаты, хлорит и смешанослойные слюды (иллиты, гидромусковиты и др.). Наиболее распространенной для рудопроявления является брекчиевая текстура. Обломки остроугольные и со сглаженными границами, сцементированы жильными минералами с сульфидами, по микротрещинам в породах развивались пирит-галенит-сфалеритовая минерализация. По характеру минерализации выделяется пирит-кварцевая, пирит II-халькопирит-галенит-сфалеритовая ассоциация, пространственно совмещенные в рудных телах и ограничено в зоне Земляничная отмечена арсенопирит-сфалерит-кварцевая ассоциация.

Сфалерит (ZnS)- наиболее распространённый рудный минерал участка образует тесную парагенетическую ассоциацию с галенитом и халькопиритом. Развивается в форме извилистых микропрожилков мощностью 1-5 мм. В тесной ассоциации галенит-сфалерита, сфалерит развивается по зоне контакта прожилков, в связи с чем можно сделать вывод о более раннем выделении сфалерита относительно галенита (рисунок 3.2.1). В гнездах сфалерита галенит образует субпараллельно ориентированные прерывистые тонкие прожилки и ксеноморфные выделения.

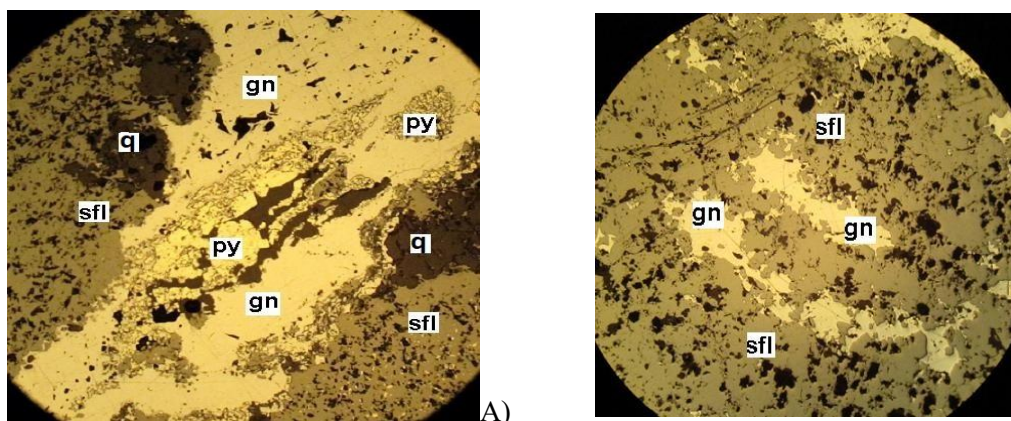


Рисунок 3.3 Взаимоотношения галенита и сфалерита: Развитие сфалерита(sfl) по зоне контакта прожилков галенита(gn) и кристаллов пирита(py); Б) Прерывистые прожилки галенита (ga) в сфалерите (sfl).

Галенит (PbS) – по распространенности идет следом за сфалеритом на площади. Он занимает центральные части прожилков галенит-сфалеритового состава и образует, коррозионные каёмки по сфалериту. Развивается в гнездовых скоплениях сфалерита в форме субпараллельных прерывистых микропрожилков. Тесно ассоциирует с халькопиритом, образуя ксеноморфные скопления в сфалерите и халькопирите, иногда отмечается в форме округлых реликтовых зёрен в них (рисунок 3.2.2).

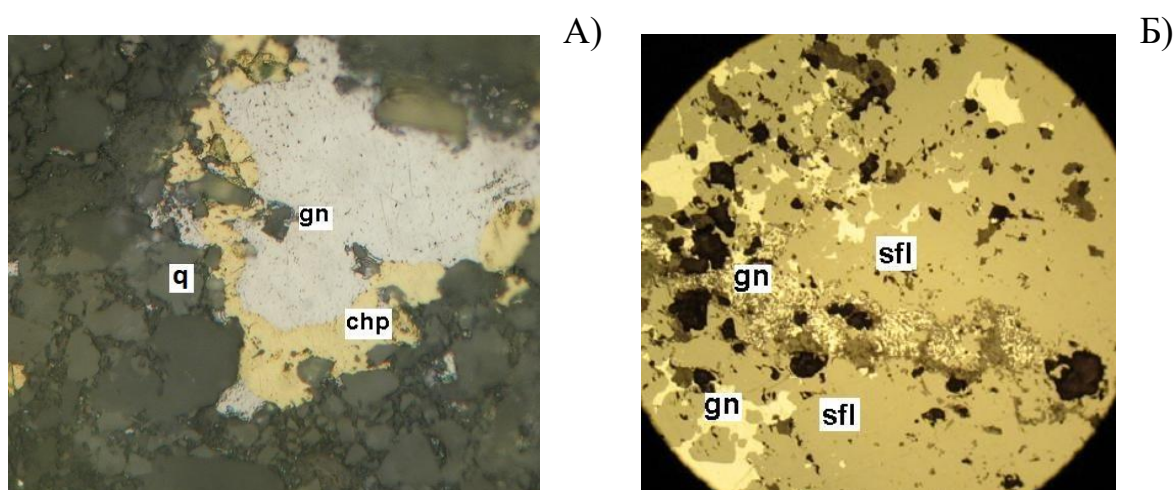


Рисунок 3.4 Формы выделения галенита, сфалерита и халькопирита
 А) галенит (gn) с каёмкой замещения халькопирита в кварце (q), Б)) ксеноморфные зёрна и прожилки в сфалерите (sfl), интенсивно замещаемые пострудными минералами.

Пирит(FeS₂) – развивается по контакту галенит-сфалеритовых прожилков, где образует прерывистые скопления кубических кристаллов; в форме округлых корродированных зёрен в центре микропрожилков галенит-сфалерита; наблюдаются тонкие прожилки кварц-пиритового состава; вкрапленность мелких агрегатов во вмещающих породах. В шлифах кристаллы пирита в основном представлены квадратными сечениями, реже 6-ти или 3-х угольными. Выделяется три генерации пирита в исследуемых рудах. Первая наиболее ранняя образует рассеянную вкрапленность кубических кристаллов во вмещающей породе (рисунок 3.2.3).

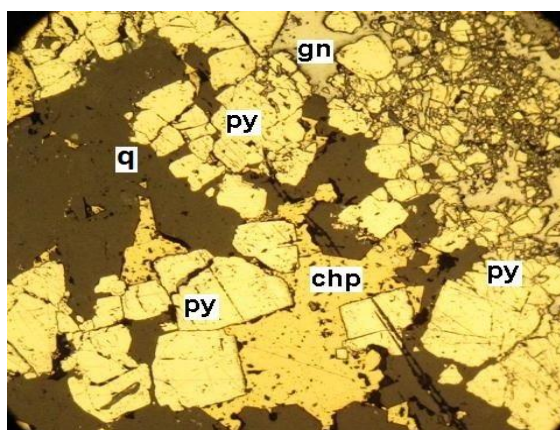
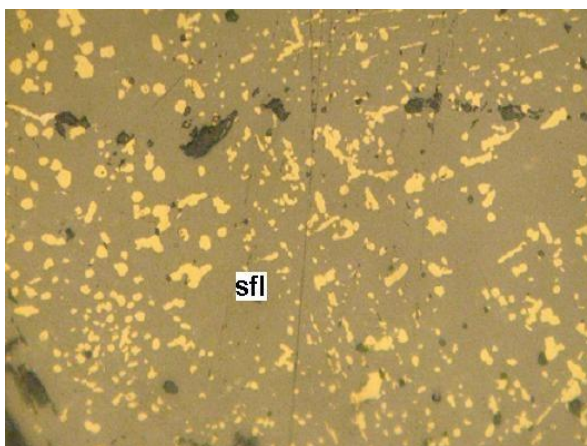
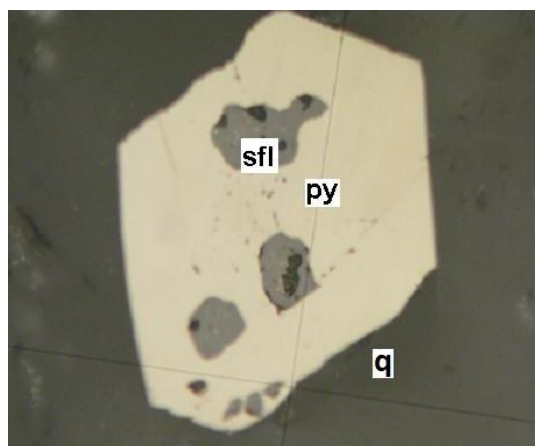


Рисунок 3.5 Формы выделения пирита на участке Сарафанном: ранний кубический пирит (py) по халькопирита халькопирита(sph) и галенита(gn) в кварце (q)

Пирит второй генерации совместно с халькопиритом образует вкрапленность в сфалерите. Поздний пирит образует микропрожилки и ксеноморфные скопления кубических кристаллов в галените, сфалерите, халькопирите.



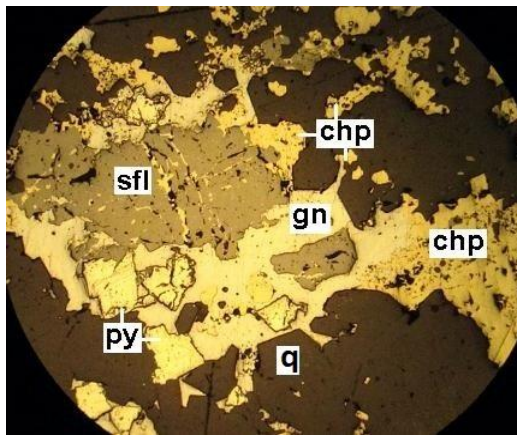
А)



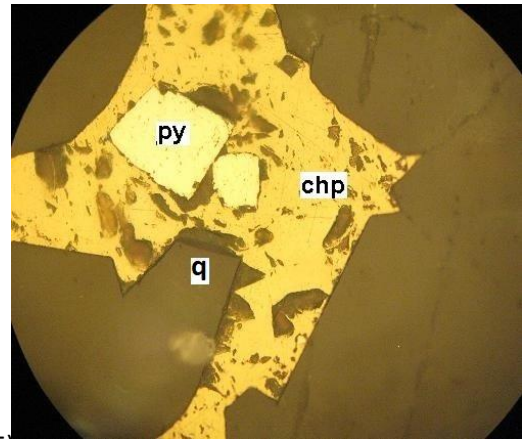
Б)

Рисунок 3.6 Формы выделения пирита на участке Сарафанном: А) эмульсионная вкрапленность пирита(ру) в сфалерите (sfl); Б) кристалл пирита с реликтами сфалерита в кварце(q)

Халькопирит(CuFeS_2) распространён в рудах, реже сфалерита и галенита, образует скопления по периферии галенит-сфалеритовых агрегатов (рис. 3.2.4). Характерны халькопирит-пиритовые агрегаты по зальбандам галенит-сфалеритовых прожилков и в метасоматитах. Наиболее ранний выделяется в парагенетической халькопирит-галенит-сфалеритовой ассоциации и не содержит вкрапленности сфалерита. Взаимоотношения сфалерита и халькопирита свидетельствуют о более позднем выделении последнего. В свою очередь халькопирит интенсивно замещается галенитом, который проникает в глубину его зёрен.



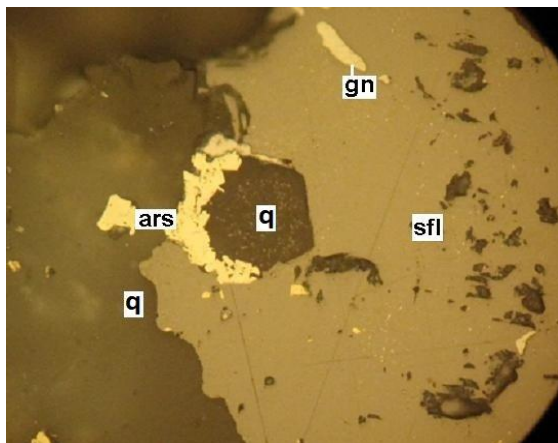
A)



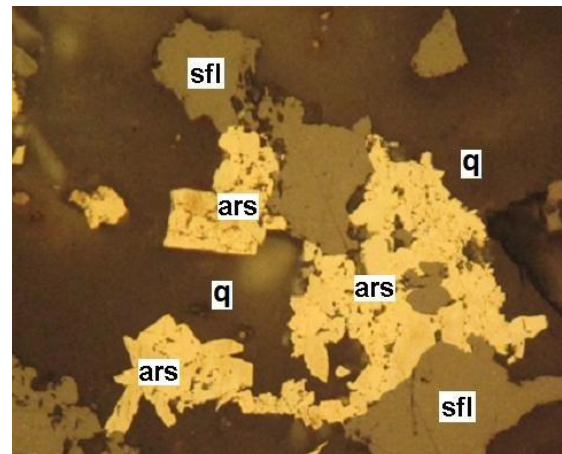
Б)

Рисунок 3.7 Формы выделения халькопирита (chp): А) по границе сфалерит-галенитового (sfl-gn) агрегата; Б) в кварце(q) с метакристаллом кубического пирита(py)

Арсенопирит(FeAsS)развит незначительно в форме ромбических и призматических кристаллов размером не более 0,1 мм, а также ксеноморфных агрегатов. Тесно ассоциирует с поздними – пиритом, сфалеритом. Отмечены скопления мелких кристаллов арсенопирита по границе идиобластов позднего кварца (рисунок 3.5). Арсенопирит редко образует идиоморфные кристаллы по границе сфалерита с пиритом.



A)



Б)

Рисунок 3.8 Арсенопирит-сфалерит-кварцевая ассоциация:

А) каёмка арсенопирита (ars) по границе сфалерита (sfl) и ксенобласта позднего кварца (q); Б) арсенопирит-клеюфановые (ars-sfl) сростки в кварце (q).

Блѣклая руда ($Cu_3(Sb, As)S_3$) встречается в небольших количествах (редкий минерал) и, вероятно, является главным носителем серебра. Минераграфически она обнаружена только в шлифах зоны Земляничной. Блѣклая руда образует извилистые микропрожилки в поздних сфалерите (клеюфане) и пирите по трещинам дробления прожилков галенита.

Ковеллин (CuS) образует редкие коррозионные каѣмки по халькопириту. В единичных случаях сечѣт галенит в форме микропрожилков, ассоциирующих с поздним кварцем. Так же как на участке Трѣхреченском его присутствие указывает на начальную стадию окисления руд

3.2.2. Вещественный состав руд Трехреченского рудопроявления

Вещественный состав руд проводился по образцам, отобранным из зоны окисления по зоне Заманчивой и Дервянко в лаборатории рентгеноспектрального анализа аналитического центра ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток. Руководитель, заведующий лабораторией металлогении рудных районов доктор геолого-минералогических наук В.Г. Гоневчук, ответственный исполнитель д.г.-м.н. В.И. Гвоздев. Аналитические работы выполнены Г.Б. Молчановой.

В целом изученные серебросодержащие руды относятся к малосульфидному эпитегрмальному типу, где количество сульфидных минералов (пирит, арсенопирит, сфалерит) составляют не более 1%. Количество Ag-галенита и минералов серебра в рудах также обычно не превышают 1% и появление богатых серебром руд обуславливается присутствием в них высокосодеждающих серебро минералов, таких как аргентит (акантит), пираргирит и самородное серебро.

Минералообразование на рудопроявлении проходило последовательно в четыре стадии.

1. Наиболее ранняя и наиболее высокотемпературная (более 300°C)
2. Среднетемпературная (250-150°C) малопродуктивная на серебро
3. Наиболее низкотемпературная (менее 150°C) гидротермальная, продуктивная на серебро

4. менее 50°C ассоциация штрмейерита с пруститом и самородным серебром, характеризующая «выветривание» руд

Краткое описание минералов приведено в порядке их распространения в рудах. На площади диагностируются пирит, арсенопирит, сфалерит, пираргирит, галенит и аргентит (акантит).

Зона Заманчивая сложена мелко- среднезернистым агрегатом кварца, карбоната, эпидота, слюды с неравномерно распределенными по массе породы зонами и гнёздами темного цвета до 2-3 мм с расплывчатыми границами хлорит-кварца, составляющими 15-20% объема породы, в пределах которых сконцентрировано большинство рудных минералов. Рудные минералы неравномерно распределены в пределах таких участков и представлены единичными зёрнами или скоплениями до 1-2 мм. Из рудных определены: пираргирит, галенит, аргентопирит, пирит, аргентит (акантит), сфалерит, штрмейерит, арсенопирит, пирсеит, канфильдит, барит. Основным минералом серебра в зоне является пираргирит, вторым по значимости – аргентит (акантит) и она характеризуется присутствием канфильдита.

Зона Деревянко отличается наиболее интенсивным окварцеванием в ней так же, как и в зоне Заманчивой, рудные минералы сконцентрированы в пределах гнёзд темно-серого цвета и представлены наиболее широко распространенными аргентитом (акантитом), пруститом и галенитом и менее распространенными: самородным серебром, касситеритом, минералами титана и моноцитом. Из «вторичных» минералов широко распространены скородит и церрусит, а так же кислородсодержащие минералы серебра, железа и сурьмы. Основным минералом серебра для руд зоны Деревянко является аргентит (акантит), в меньшей степени распространён прустит и они характеризуются присутствием касситерита.

Пираргирит(Ag_3SbS_3) – заполняет промежутки между зёрнами кварца, образуя вкрапленники до 1-2 мм изометричной, иногда удлиненной

формы. В пираргирите часто наблюдаются микровкрапленники (до 20 микрон) галенита округлой формы, а по периферии – каёмки сложного состава, где установлены галенит, аргентит (акантит) и окисленные аргентит и пираргирит. Минерал легко определяется по оптическим характеристикам (серый цвет с голубоватым оттенком; отражение – меньше, чем у галенита; сильная анизотропия и характерные карминово-красные внутренние рефлексы); химический состав близок к теоретическому; в отдельных зёрнах присутствует примесь мышьяка до 2,24 мас. %.

Аргентит (Ag_2S) образует тесные сростания (границы вкрапленников прямолинейные; размеры зёрен до 0,1 мм) с галенитом, выполняя интерстиции зёрен кварца. Реже встречаются вкрапленники размером до 100 микрон. Они имеют изометричную форму и локализованы среди барита. Так же он наблюдается в виде изометричных зёрен до 25 микрон среди нерудной массы и до 10 микрон в касситерите, а также в виде окисленных реликтов (совместно с окисленным пруститом) в скородите.

Галенит (PbS) - в небольшом количестве встречается практически во всех полированных образцах.

Аргентопирит (AgFe_2S_3). Под микроскопом – это микровключения светло-серого цвета (отражение ниже, чем у пирита), которые локализованы по границе вкрапленников пирита и замещающего его марказита. Реже наблюдаются микропрожилки (до 10 микрон в длину) по границам зёрен мета-вкрапленников пирит-марказита.

Канфилдит (Ag_8SnS_6) – встречается в окварцованных участках руд. Он образует зерна изометричной формы размером не более 8 микрон, иногда в сростках с аргентитом и галенитом. По оптическим характеристикам минерал похож на блеклую руду (отражение меньше, чем у галенита и, в сравнении с ним – имеет голубовато-зеленоватый оттенок; изотропный). Химический состав канфилдита близок к теоретическому; в крупных (более 4 микрон) зёрнах установлена примесь железа до 2,69 мас. %.

Прустит(Ag_3AsS_3)наблюдает в участках руд, где встречаются арсенопирит; или образует микросрастания с самородным серебром в скородите; или в микросростках с аргентитом. Такие вариации в составе, вероятнее всего являются результатом гипергенного процесса.

Пирит (марказит)(FeS_2) – самый распространенный рудный минерал. Обычно, он образует метавкрапленники изометричной или удлиненной формы размером до 0,5, реже 1,5 мм в околожильной метасоматической породе. Пирит по периферии вкрапленников часто замещается марказитом, а по границам зёрен - наблюдаются микровключения аргентопирита.

Арсенопирит(FeAsS) - встречается довольно часто (но реже пирита). Он образует вкрапленники изометричной формы среди кварца, а также зерна (до 150 микрон) в краевых участках более крупных (1-2 мм) вкрапленников пирита. Оптические характеристики и химический состав минерала близки к теоретическим; в отдельных зернах устанавливается примесь сурьмы до 0,48 мас. %.

Сфалерит(ZnS) - встречается редко. Он совместно с пиритом образует вкрапленники изометричной формы до 0,25 мм и часто обрастает каёмкой сложного состава: штроейерит, галенит, аргентит.

Касситерит(SnO_2) - образует вкрапленники (до 70-80 микрон) изометричной формы среди кварца или зёрна (до 0,12 мм) на границе породообразующих минералов с метавкрапленниками пирита. В касситерите иногда наблюдается вкрапленность минералов серебра.

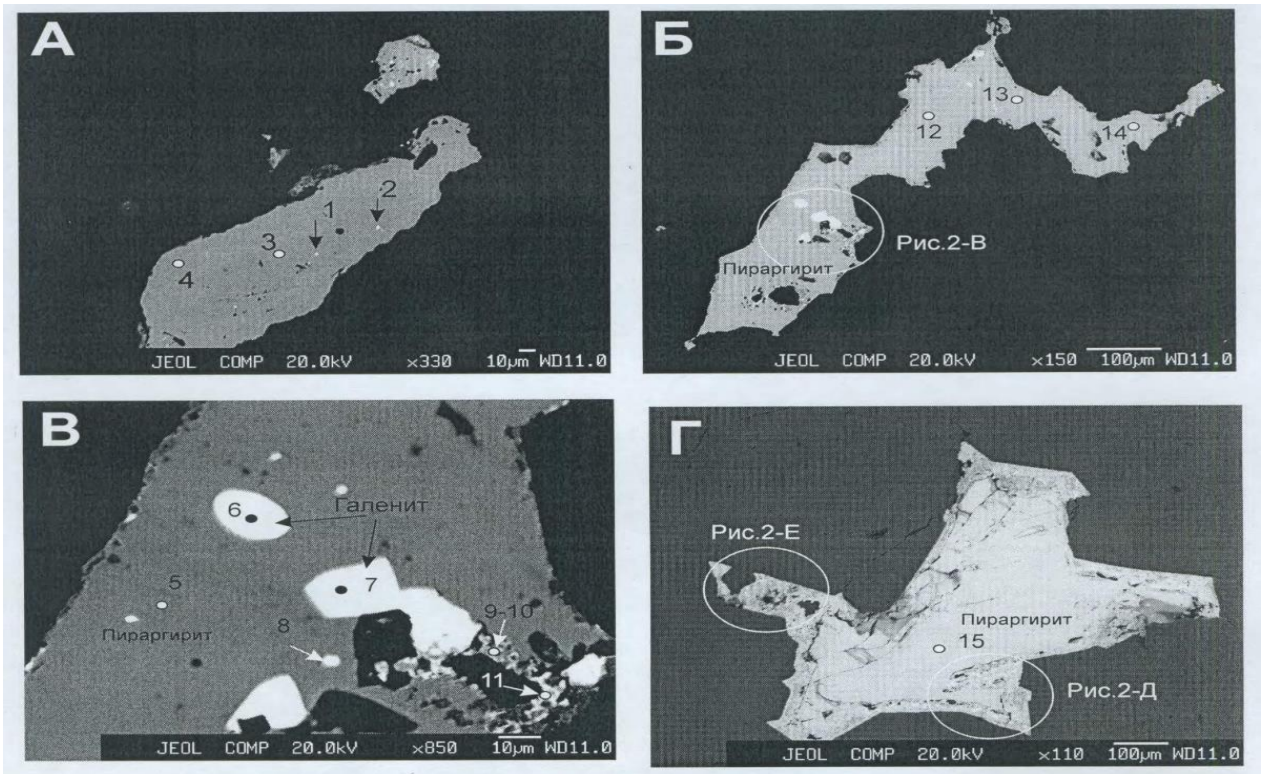


Рисунок 3.9 Взаимоотношение минералов зоны Заманчивая

А) Микровключения аргентопирита по границе пирита и марказита.

Б) Вкрапленники галенита в пираргирите.

В) Вкрапленники галенита в пираргирите.

Г) Изометричный вкрапленник пираргирита

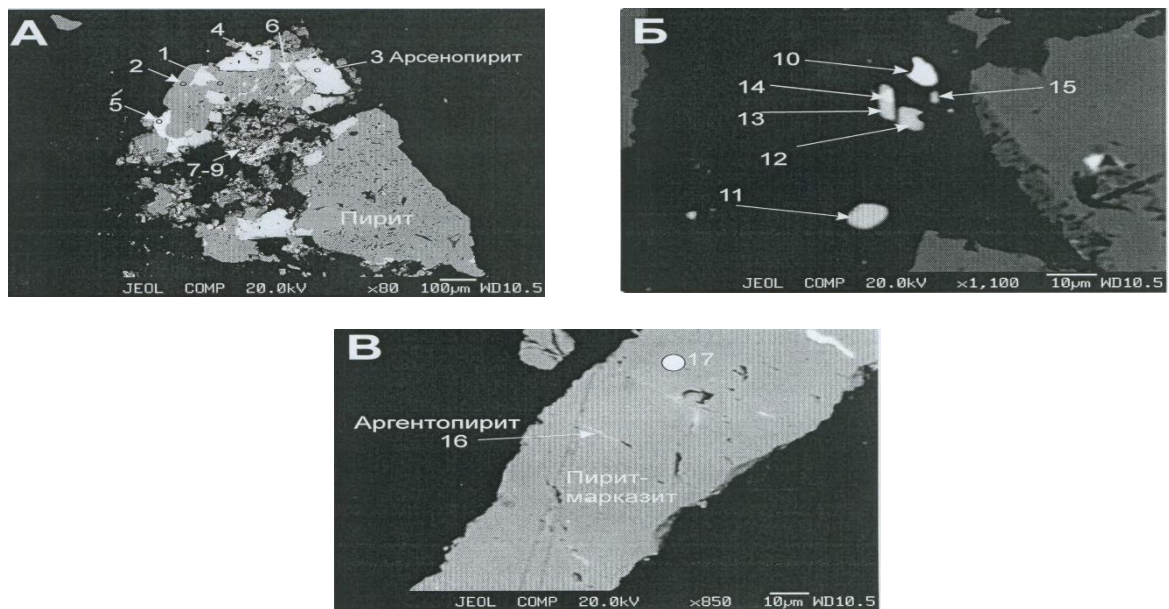


Рисунок 3.10 Взаимоотношение минералов зоны Заманчивая

А) Изометричные вкрапленники арсенопирита(белое) по периферии вкрапленников пирита(серое) с микровключениями галенита и окислов минералов серебра.

Б) Микровключения галенита(белое) в кварце(черное) и вкрапленники пирита(серое)

В) Выделения аргентопирита(белое) по границам зерен пирита-марказита.

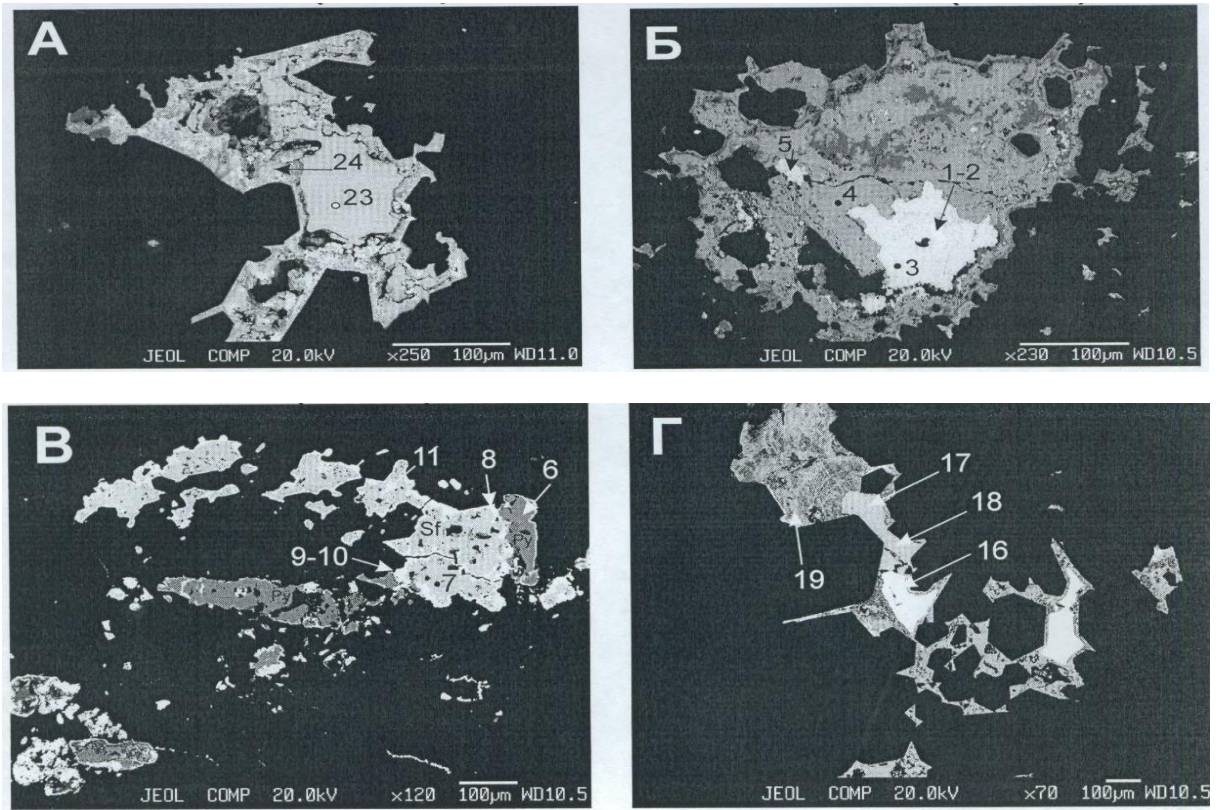
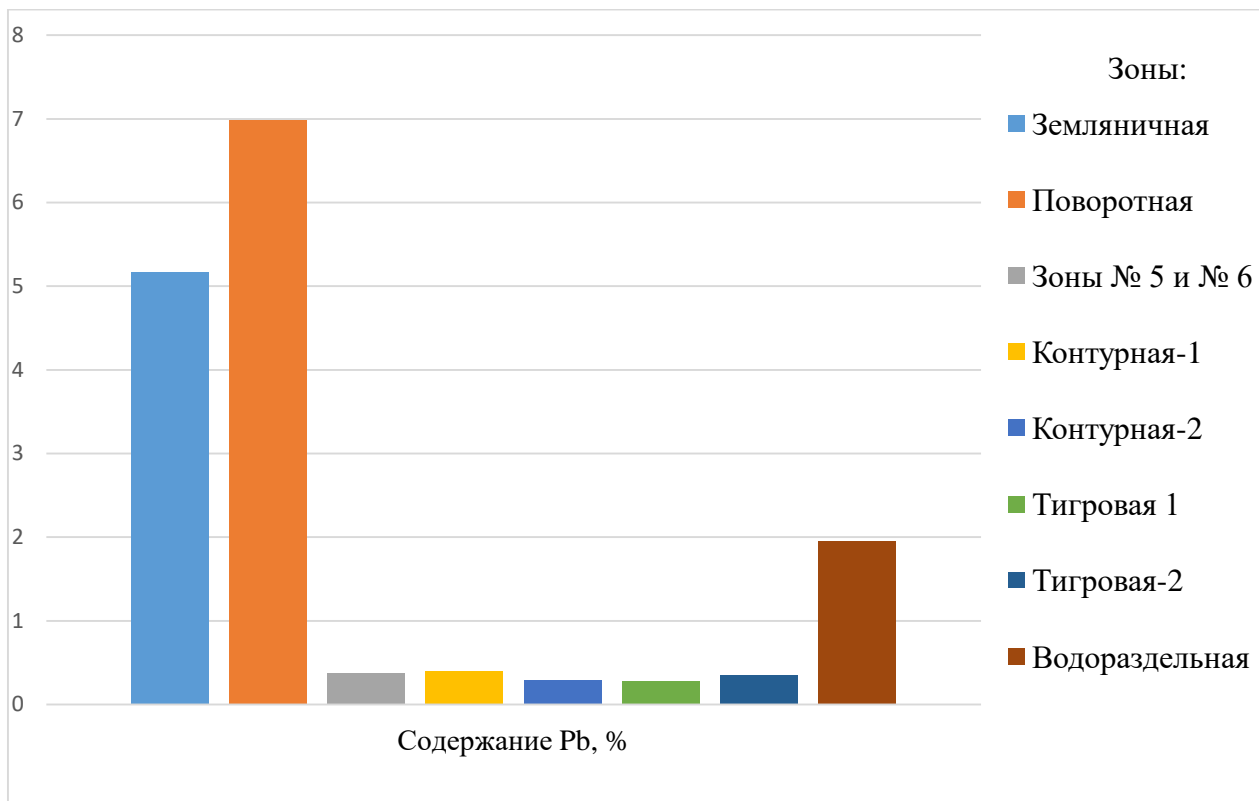


Рисунок 3.11 Взаимоотношение минералов зоны Заманчивая

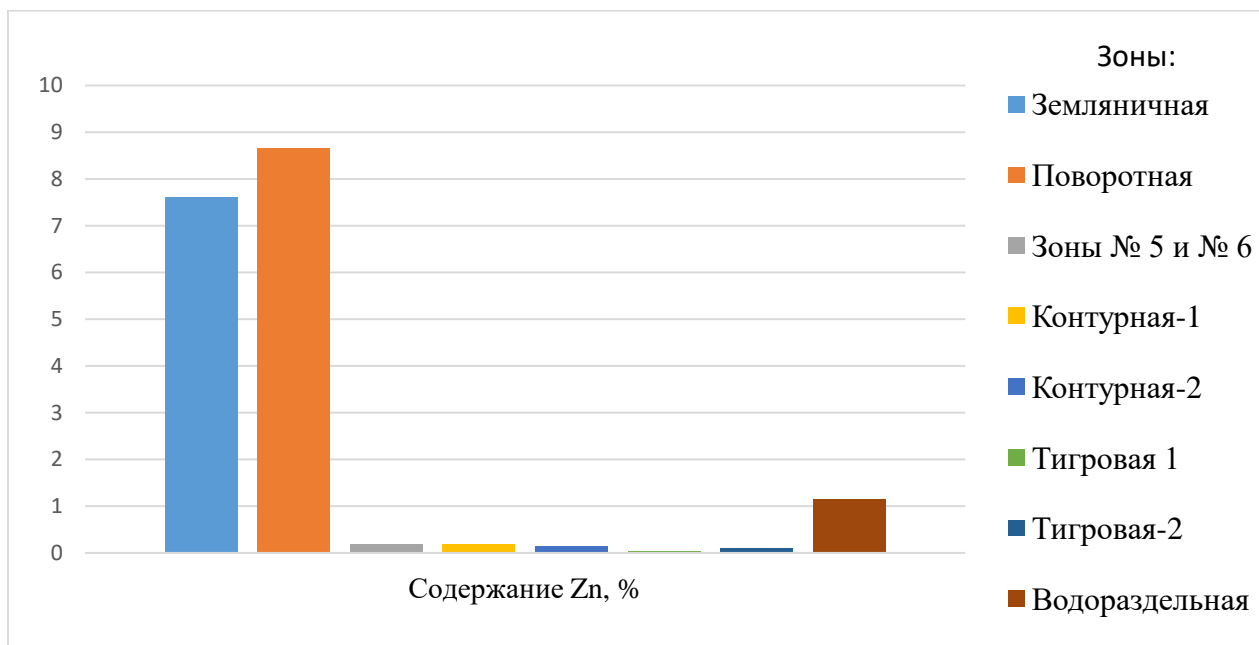
- А) Пираргирит с каемкой галенит, акантит-аргентит состава.
- Б) Барит с вкрапленниками аргентита и Ag-галенита.
- В) Срастания пирита и сфалерита с каемкой галенита и микровключениями акантита(белое).
- Г) Сростки галенита с пираргиритом, обрастающие каемкой акантита.

3.3 Сравнительные гистограммы

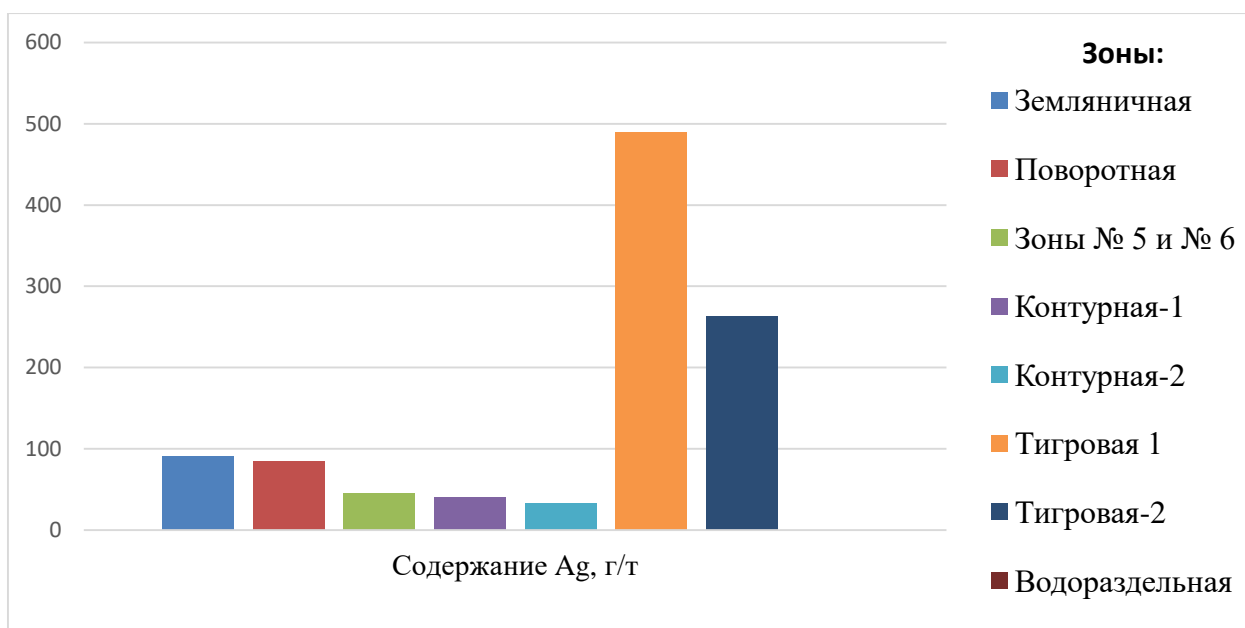
3.3.1 Гистограммы для Сарафанной рудоносной площади



Гистограмма 1 Содержание свинца(Pb) в зонах площади Сарафанной

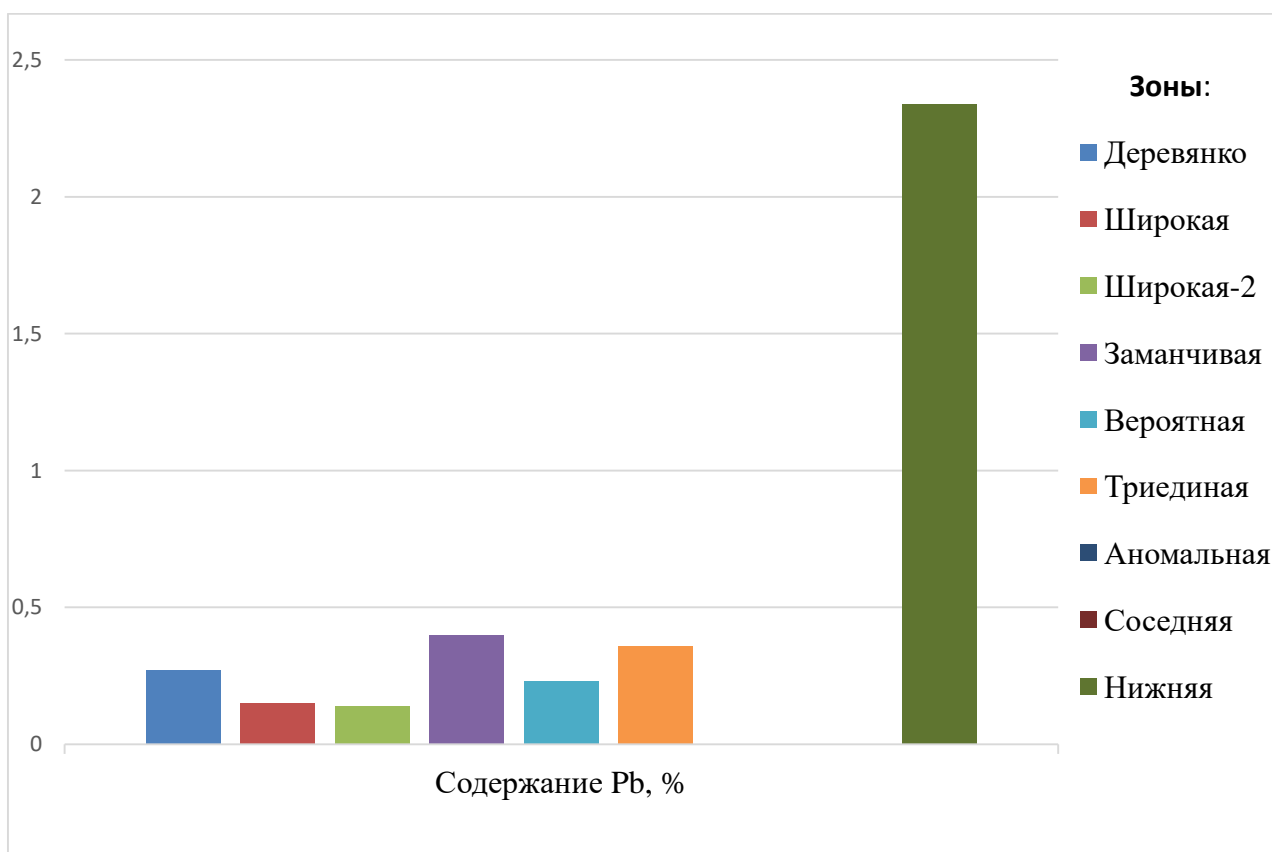


Гистограмма 2 Содержание цинка (Zn) в зонах площади Сарафанной

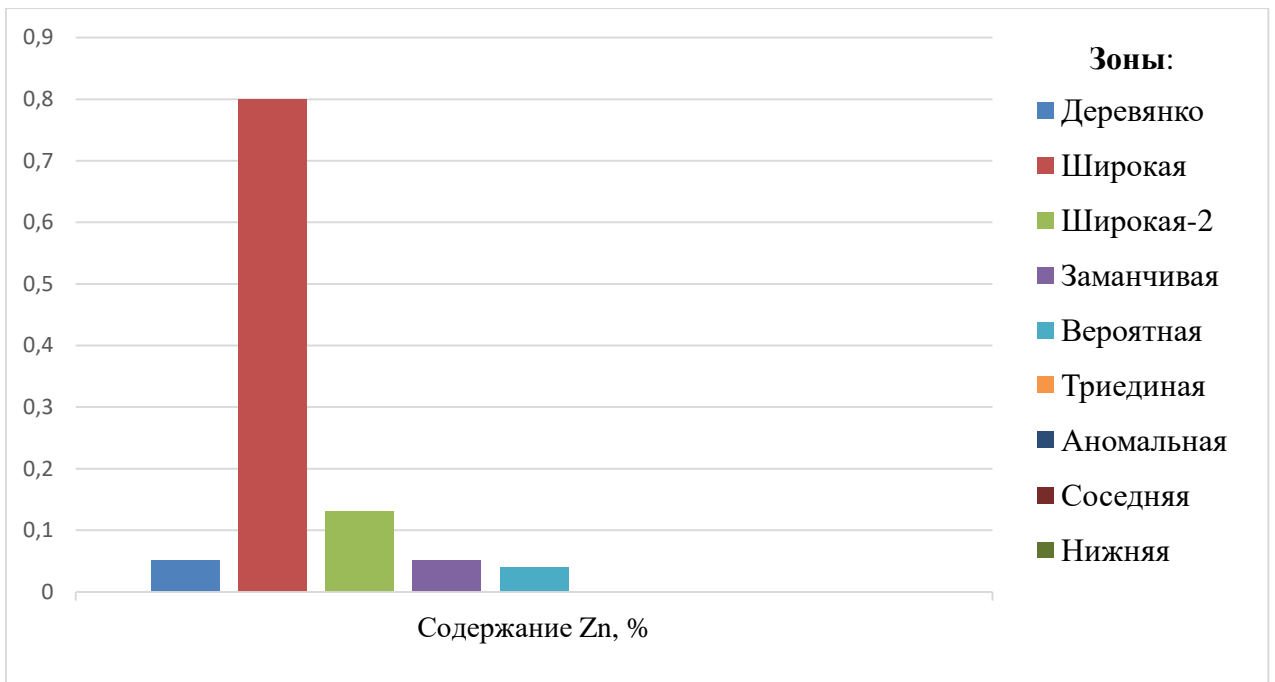


Гистограмма 3 Содержание серебра (Ag) в зонах площади Сарафанной

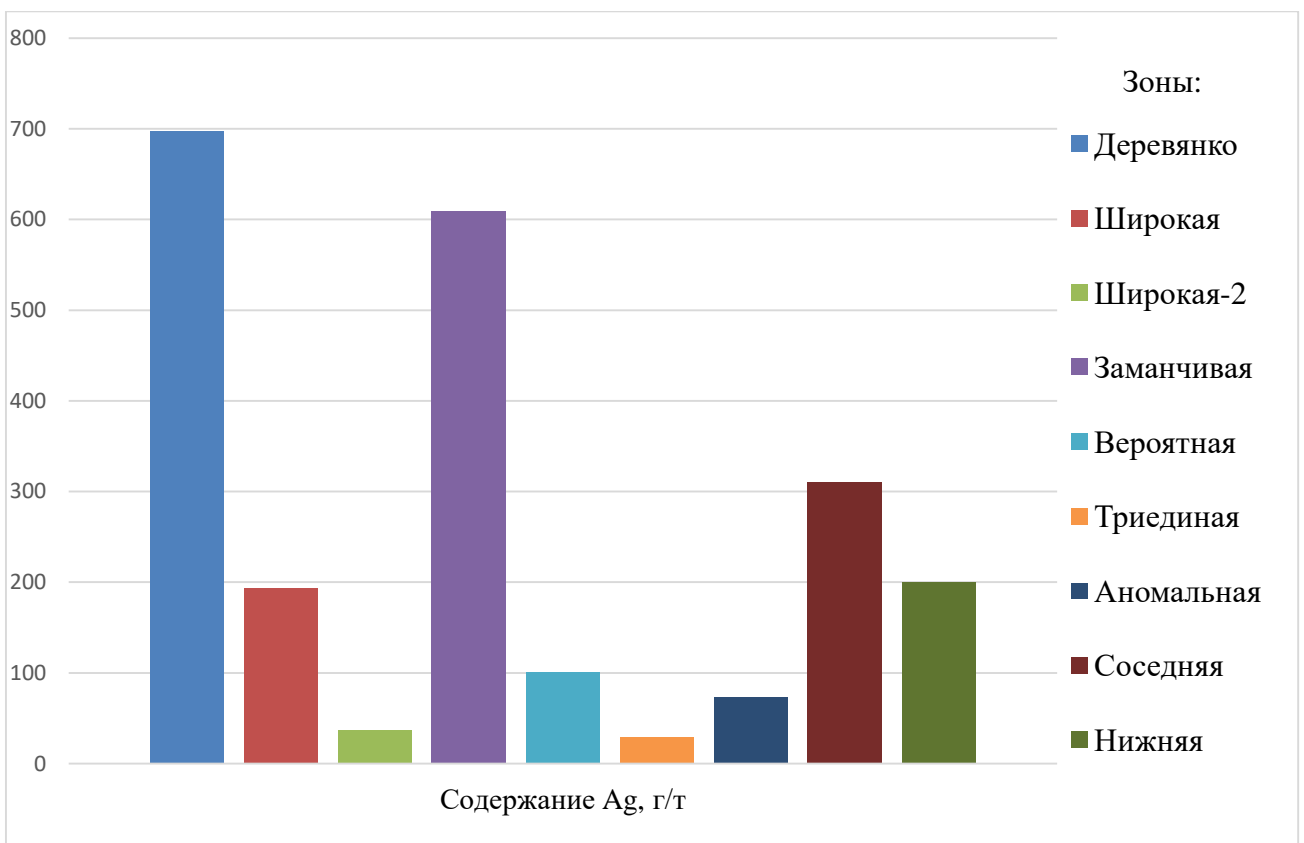
3.3.2 Гистограммы для участка Трехреченского(Арцевская площадь)



Гистограмма 4 Содержание свинца(Pb) в зонах участка Трехреченский



Гистограмма 5 Содержание цинка (Zn) в зонах участка Трехреченский



Гистограмма 6 Содержание серебра (Ag) в зонах участка Трехреченский

Формационный тип месторождения	Участок	Типы руд	Ассоциация минералов			
			Гипогенные			Гипергенные
			Рудные	Нерудные	Акцессорные	
Скарновый свинцово-цинковый (полиметаллический)	Сарафанный	Полиметаллические: галенит-сфалерит- пиритовые	Галенит, сфалерит, пирит, ковелин, блеклые руды, церрусит, халькопирит,	Кварц, хлорит, кальцит, геденбергит, сидерит	Родонит (Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Mg, Ca)SiO ₃ , касситерит	Лимонит, халькозин
		Галенит- сфалеритовый	галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, пирит, арсенопирит	Кварц, хлорит, серицит, Флюорит	Апатит, рутил	Лимонит, гидроокислы?, ковелин(CuS), халькозин
	Трехреченский (Арцевская зона)	Окисленная серебросодержащая	Пирит, сульфиды свинца, скородит (FeAsO ₄ •2H ₂ O), пираргирит, конфилдит(Ag ₈ SnS ₆), галенит, барит, сфалерит, арсенопирит, пирсеит(Cu(Ag,Cu) ₆ Ag ₉ As ₂ S ₁₁)	Серицит, кварц, хлорит. эпидот, хлорит,	Касситерит	Лимонит, англезит(PbSO ₄),
		1)малосульфидный эпитермальный	Аргентит (акантит) (Ag ₂ S), пирит, арсенопирит, сфалерит, пираргирит, штроейерит	Кварц, серицит, родонит, хлорит	Гидроцинкит	Гидроцинкит, лимонит, плюмбоярозит(Pb'-Fe'6" [(OH)e (SO4)2]2

Сравнительная таблица

3.4 Стадийность минералообразования

Сарафанная площадь

По характеру минерализации выделяется 3 стадии:

1. пирит-кварцевая
2. халькопирит-галенит-сфалеритовая
3. Окисление руд

Трехреченский(Арцевская площадь)

Минералообразование на рудопроявлении проходило последовательно в четыре стадии:

1. Кварц-касситеритовая ассоциация
2. Кварц-арсенопирит-сфалерит-галенитовая ассоциация.
3. Кварц-галенит-аргентит-пираргиритовая ассоциация.
4. Гипергенная

Вывод по специальной части

Наиболее распространена брекчиевая текстура. Обломки с остроугольными и сглаженными границами, цементируются жильными минералами с сульфидами, по микротрещинам в породах развивались пирит-галенит-сфалеритовая минерализация. В целом, на узле выделяется халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовый тип. На основе данных Сарафанной площади выделяются 3 стадии минералообразования: кварц-пиритовая, халькопирит-галенит-сфалеритовая и заключительная окисление руд. Самые распространенные минералы для площади: сфалерит и галенит, и менее халькопирит.

На участке Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь) выделяются: кварц-касситеритовая ассоциация, кварц-арсенопирит-сфалерит-галенитовая ассоциация, кварц-галенит-аргентит-пираргиритовая ассоциация и гипергенная. Оруденение Трехреченского участка носит неравномерный характер и относится к малосульфидному эпиптермальному типу характеризующиеся малым содержанием сульфидных минералов (пирит, арсенопирит, сфалерит). Основными минералами серебра являются аргентит (акантит) и пираргирит.

Зоны Сарафанной рудоносной площади по содержанию Pb и Zn, более предпочтительны для разработки. Наибольшее содержание из них имеют зоны: Земляничная, Поворотная и Водораздельная. На Ag более перспективен участок Трехреченский и наибольшим содержанием характеризуются зоны Деревянко, Заманчивая и Соседняя.

Вывод

Черемшанский рудный узел, расположен в северо-западной части Дальнегорского рудного района, в пределах узла находятся Арцевская и Сарафанная перспективные площади. В геологическом строении района участвуют терригенные толщи (K_1), вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования (K_2), а также гранитоиды (K_2), которые с вулканидами (средне-кислого состава) объединяются в составе вулканоплутонической ассоциации, с которой сопряжено промышленное (полиметаллически-серебряное) оруденение района. Черемшанский рудный узел характеризуется интенсивно проявленной разрывной тектоникой. По кинематическим характеристикам они разделяются на взбросо-надвиги, сдвиги, сбросы. Рудопроявление на участке Сарафанной приурочено к вершинной кальдере, его рудное поле сформировано кольцевыми, радиальными и северо-западными разломами. Из промышленно значимых рудных тел преобладают жиллообразные, приуроченные к северо-западным и радиальным разломам и прожилково-вкрапленное оруденение. Рудопроявление Трехреченское (Арцевская рудоносная площадь) приурочено к Смысловской ослабленной зоне северо-западного простирания. Рудное поле участка сформировано субширотными и северо-западными разломами. Оруденение в рудных зонах носит крайне неравномерный характер.

На Сарафанной площади выделяются 3 стадии минералообразования: кварц-пиритовая, халькопирит-галенит-сфалеритовая и заключительная окисление руд. Самые распространенные минералы для площади: сфалерит и галенит, и менее халькопирит. На участке Трехреченский (Арцевская рудоносная площадь) выделяются: кварц-касситеритовая ассоциация, кварц-арсенопирит-сфалерит-галенитовая ассоциация, кварц-галенит-аргентит-пираргиритовая ассоциация и гипергенная.

Зоны площади Сарафанной более предпочтительны для добычи Pb и Zn, а зоны участка Трехреченский имеют большее содержание Ag.

В целом рудный узел по текстурно-структурным особенностям и вещественному составу близок к рудам Дальнегорского района и является одним из наиболее перспективных для добычи.

Список литературы:

1. Красипов В .А. Рудоносная Тетюхинская Свита - Одистостромовый комплекс/ [В.П. Парняков и др] - 1984. – с. 669-671.
2. Сумарева И. В - Примеры оформления графических элементов комплектов ГК-200/2 (1000/3). / [И. В. Сумарева и др.] СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2017. - с. 31-32.
3. Минерагения северо-восточной Азии II всероссийская научно-практическая конференция Улан-Удэ 2011 / [под ред Е.В. Кислова] Улан-Удэ: ИД «Экос», 2011 г. – с. 68-135.
4. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / М.: Недра, 1983 - с.44-49.
5. Невский В.А. Структуры рудных месторождений кольцевого типа. / В.А. Невский - М.: Недра, 1985 15-27.
6. Пожиленко В.И. Геологическое картирование с основами структурной геологии / В.И. Пожиленко –МГТУ, 2008 – с. 118-138.
7. Ивельская Н.Г - Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Стратегия социально-экономического развития Дальнегорского городского округа до 2030 года» / [Н.Г Ивельская и др] Дальнегорск: 2016 - с. 35-36.
8. Рогулина Л.И. Рудно-формационный анализ арцевской рудоносной структуры Дальнегорского района(Приморский край, Россия)/ Л.И. Рогулина – Благовещенск, ДВО РАН, 2016 – с 75-89.
9. Оводова Е.В. Трансформация природных вод под влиянием процессов минералого-геохимических преобразований в природно-техногенных геологических системах (на примере Кавалеровского и Дальнегорского районов приморского края): автореф. дис. канд. геол. – мин. наук. – Владивосток, 2017 – с 31-34.

10. Проблемы и перспективы современной минералогии (Юшкинские чтения - 2014), Сыктывкар 19-22 мая 2014/ Сыктывкар: Геоприт, 2014 - 273
11. <https://bigenc.ru/> - Большая российская энциклопедия
12. <https://sites.google.com/site/952mpi/home/b5-skarnovye-polimetalliceskie-mestorozdenia> - Все о геологии
13. http://mmc2.nsu.ru/default.aspx?db=book_petr&int=VIEW&el=1796&te mpl=I206 – Общая петрография
14. <http://www.mining-enc.ru/s/struktura-gornyx-porod/> - Горная энциклопедия
15. <http://biofile.ru/geo/15077.html> - Минералогические типы руд свинца, цинка, меди
16. http://popular.geo.web.ru/materials/library/yakush/capt_3.htm - «Библиотека популярная геология» (Инновационный центр геологического факультета МГУ).
17. <http://mindraw.web.ru/mine4.htm> - «Морфология и онтогенез минералов».
18. <https://dalnegorsk-online.ru/articles/society/830> - Новостной портал Дальнегорска.
19. ftp://ftp.vsegei.ru/L-52-53/L-52-53_K-52-53_ObZap.pdf - Объяснительная записка к геологическим картам.
20. <http://mineral.nsu.ru/educat/article/3/> - Геологический Музей НГУ
21. <http://www.kamni-minerali.lact.ru/katalog-kamney/> - Все о минералах

Фондовая литература

1. Литвинов Г.И. – Книга 1. Подсчет запасов Черемшанского рудного узла, Ноябрь 2010.