

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов
институт

Геологии Минералогии и Петрографии
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.И. Леонтьев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.02 «Прикладная геология»
код и наименование специальности

21.05.02.04 «Прикладная геохимия, минералогия, петрология»
код и наименование специализации

Геология и Оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской
площади по данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния
(Енисейский Кряж)
(тема)

Руководитель	_____	профессор, к.г.-м.н	<u>С.И. Леонтьев</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Выпускник	_____	студент группы ГГ18-05МГП	<u>И.А. Серветник</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	Заместитель начальника отдела цветных металлов	<u>А.А. Петухов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа дипломной работы по теме «Геология и
Оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по
данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния (Енисейский
Кряж)»

Консультанты по
разделам:

Геологическая характеристика
района и участка

подпись, дата

О.Ю. Перфилова
инициалы, фамилия

Вещественный состав
Вмещающих пород и руд

подпись, дата

А.М. Сазонов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Т.В. Полева
инициалы, фамилия

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов

Кафедра геологии, минералогии и петрографии

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.И. Леонтьев
подпись
«_____» _____ 2023 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы

Красноярск 2023

Студенту Серветнику Илье Александровичу

Группа ГГ 18-05 МГП

Специальность 21.05.02 «Прикладная геология»

Специализация 21.05.02.04 «Прикладная геохимия, минералогия, петрология»

Тема выпускной квалификационной работы: «Геология и оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния (Енисейский кряж)»

Утверждена приказом по университету 6433/С от 21.04.2023.

Руководитель ВКР С.И. Леонтьев профессор, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой ГМиП СФУ

Исходные данные для ВКР были предоставлены организацией ФГБУ «ЦНИГРИ».

Перечень рассматриваемых вопросов: геологическая характеристика района и Сухопитского участка, петрографическая характеристика пород, обработка данных литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния

Перечень графических материалов: геологическая карта района масштаба 1:200 000, геологическая карта Сухопитского участка Морянихинской площади масштаба 1:25 000.

Руководитель ВКР

подпись, дата

С.И. Леонтьев

Задание принял к сведению

подпись, дата

И.А. Серветник

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

выполнения выпускной квалификационной работы в виде дипломной работы

Студент Серветник Илья Александрович

Группа ГГ-18-05 МГП

Тема выпускной квалификационной работы в виде дипломной работы:
«Геология и Оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской
площади по данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния
(Енисейский Кряж)»

Руководитель:

подпись, дата

С.И. Леонтьев

инициалы, фамилия

Консультанты:

Геологическая часть

подпись, дата

О.Ю. Перфилова

инициалы, фамилия

Вещественный состав
вмещающих пород и руд

подпись, дата

А.М. Сазонов

инициалы, фамилия

Таблица 1 – Календарный график выполнения ВКР

Наименование и содержание (раздела)	и этапа	Срок выполнения	Оценка выполненного этапа	Подпись руководителя, консультанта
Задание ВКР		30.03.23		
Геологическое задание		30.03.23		
Введение		31.03.23-04.04.23		
Географо-экономическая характеристика района работ		31.03.23-07.04.23		
Общая характеристика геологической изученности объекта		03.04.23-07.04.23		
Геологическая характеристика Морянихинской площади		10.04.23-21.04.23		
Геологическая характеристика участка Сухопитского		24.04.23-26.04.23		

Окончание таблицы 1

Вещественный состав вмещающих пород и руд участка Сухопитского	10.05.23-21.05.23		
Обработка данных литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния участка Сухопитского	22.05.23-31.05.23		
Подготовка заключения	01.06.23		
Подготовка графических приложений	02.06.23		
Подготовка демонстрационных материалов	02.06.23-05.06.23		
Защита преддипломной практики	06.06.23		
Устранение выявленных замечаний	06.06.23-07.06.23		
Прохождение нормоконтроля и получение подписей консультантов	08.06.23		
Получение отзыва научного руководителя	09.06.23-11.06.23		
Рецензирование	11.06.23-18.06.23		
Передача материалов ученому секретарю ГЭК	18.06.23-25.06.23		
Подготовка презентации и доклада к защите ВКР	25.06.23-27.06.23		
Защита ВКР в виде дипломной работы	28.06.23		

Руководитель дипломной работы _____
подпись

Консультант _____
подпись

Консультант _____
подпись

Студент _____
подпись

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Геология и оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния (Енисейский кряж)» содержит 111 страниц текстового документа, в тексте: 69 рисунков, 17 таблиц, 7 графических приложений и 28 использованных источников.

Перечень ключевых слов: ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ, СУХОПИТСКИЙ УЧАСТОК, ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ, СВИНЕЦ, ЦИНК, ВТОРИЧНЫЙ ОРЕОЛ РАССЕЯНИЯ, ГЕОХИМИЧЕСКАЯ АНОМАЛИЯ.

Объект работ – участок Сухопитский, Морянихинская площадь (Енисейский кряж, Енисейский район).

Цели работ: исследование геологического строения; петрографическое описание вмещающих пород Сухопитского участка; обработка данных литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25 000 с оценкой рудоносности участка.

Задачи работ: сбор, структурирование и анализ геологической информации по району и участку работ с оформлением разделов по их геологии в тексте ВКР; оформление текста по детальному петрографическому изучению вмещающих пород участка; оценка рудоносности Сухопитского участка с подсчетом прогнозных ресурсов полиметаллов по категории P_3 .

Актуальность работы: участок входит в состав ангарского-полиметаллического узла, где открыто крупнейшее полиметаллическое месторождение – Горевское, так же было выявлено множество пунктов полиметаллической минерализации. На данном участке имеются перспективы открытия нового полиметаллического месторождения, который пополнит минерально-сырьевую базу страны.

В результате выполненной работы подробно изучено геологическое строение Морянихинской площади и участка Сухопитского; уточнен петрографический состав пород участка; выделены вторичные ореолы свинца и цинка, для перспективных участков произведена оценка рудоносности с подсчетом прогнозных ресурсов полиметаллов по категории P_3 .

В пределах выявленных перспективных участков рекомендовано провести более детальное изучение, а также оценочные работы с целью подсчета прогнозных ресурсов по категории P_{1-2}

ФГОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет
Институт цветных металлов
Горно-геологическое сектор
Кафедра ГМиП

Раздел плана: тематические
работы

Полезное ископаемое:
полиметаллы

Наименование объекта:
участок Сухопитский

Местонахождение объекта:
Енисейский кряж, Красноярский
край, Северо-Енисейский район,
Морянихинская площадь

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ГМиП

_____ С.И. Леонтьев

подпись

« _____ » _____ 2023

Геологическое задание

На выполнение дипломной работы «Геология и оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния (Енисейский кряж)».

Основание выдачи геологического задания: задание на выполнение Выпускной квалификационной работы приказ 6433/С от 21.04.2023

1. Целевое назначение работ: изучение геологического строения района работ и участка Сухопитского; исследование вещественного состава вмещающих пород и руд участка; обработка геохимических данных.

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

2.1. Провести изучение геологического строения района работ и участка Сухопитского.

2.2. Привести петрографическую характеристику вмещающих пород участка Сухопитского.

2.3. Произвести обработку геохимических данных.

3. Ожидаемые результаты:

3.1. Геологическая характеристика района работ и участка Сухопитского.

3.2. Петрографическая характеристика вмещающих пород участка Сухопитского.

3.3. Расчет прогнозных ресурсов по категории Р₃.

Сроки выполнения работ:

Руководитель ВКР _____

С.И. Леонтьев

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА	13
2 ИЗУЧЕННОСТЬ МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ	15
2.1 Геологическая изученность	15
2.2 Геохимическая изученность	19
2.3 Геофизическая изученность	22
3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ.....	25
3.1 Стратиграфия.....	25
3.2 Магматизм.....	28
3.3 Тектоника.....	29
3.4 Полезные ископаемые	34
3.4.1. Черные металлы	34
3.4.2. Цветные и редкие металлы.....	34
3.4.3. Благородные металлы	35
3.4.4. Строительные материалы.....	35
4 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА.....	36
4.1 Литолого-стратиграфическая характеристика вмещающих пород.....	36
4.2 Вулканические породы.....	41
4.3 Структура рудного поля.....	42
4.4 Краткая характеристика рудной минерализации и рудных тел.....	43
5 ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ПОРОД СУХОПИТСКОГО УЧАСТКА МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ	50
5.1 Фактический материал и методы исследования.....	50
5.2 Петрография пород Сухопитского участка	50
6 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ РАССЕЯНИЯ СУХОПИТСКОГО УЧАСТКА МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ	
60	
6.1 Виды и методика работ	60
6.1.1. Создание базы данных	60
6.1.2. Расчет основных статистических параметров	61
6.1.3. Расчет коэффициентов корреляции	62
6.1.4. Расчет мультипликативного показателя	62
6.1.5. Расчет комплексного показателя.....	62
6.1.6. Построение моноэлементных и мультипликативных карт элементов типоморфных комплексов	63
6.1.7. Построение карт комплексного показателя	63
6.1.8. Расчет прогнозных ресурсов по категории Р _з	64
6.2. Результаты геохимической съемки 1:25000 масштаба.....	65

6.2.1. Основные параметры распределения элементов в рыхлых отложениях Сухопитского участка по сети 200x40.....	65
6.2.2. Расчет коэффициентов корреляции между свинцом, цинком и элементами-спутниками во вторичных ореолах рассеяния.....	65
6.2.3. Обработка геохимических данных Сухопитского участка по сети 200x40 м	67
6.2.4. Построение комплексной карты элементов типоморфных комплексов	77
6.2.5. Построение мультипликативной карты элементов типоморфных комплексов	77
6.2.6. Сравнение результатов интерпретации по комплексному показателю и мультипликации	78
6.2.7. Расчет прогнозных ресурсов по категории Рз по данным литохимического опробования масштаба 1:25000.....	80
6.3 Результаты геохимической съемки 1:10000 масштаба	87
6.3.1. Основные параметры распределения элементов в рыхлых образованиях Сухопитского участка по сети 100x40.....	87
6.3.2. Обработка геохимических данных Сухопитского участка по сети 100x40 м	88
6.3.3. Расчет прогнозных ресурсов по категории Рз по данным литохимического опробования масштаба 1:10000.....	97
6.4 Результаты обработки геохимических данных	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
Список использованной литературы	102
Графическое приложение А.....	105
Графическое приложение Б.....	106
Графическое приложение В.....	107
Графическое приложение Г.....	108
Графическое приложение Д.....	109
Графическое приложение Е.....	110
Графическое приложение Ж.....	111

ВВЕДЕНИЕ

Участок Сухопитский располагается в западной части Морянихинской площади, которая располагается на территории Енисейского кряжа в Северо-Енисейском районе.

Ожидается, выявление жильно-прожилковых и прожилково-вкрапленных зон полиметаллической минерализации в карбонатных породах верхнего рифея. В геологическом плане Сухопитский участок, Морянихинская площадь и район в целом достаточно хорошо изучены.

Целью дипломной работы является оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния.

Задачи дипломной работы: выполнить полную петрографическую характеристику образцов вмещающих пород; выполнить оценку рудоносности Сухопитского участка по результатам литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25000 и масштаба 1:10000 с подсчетом прогнозных ресурсов по категории P_3 .

Фактический материал. Материалом для написания ВКР в виде дипломной работы послужила геологическая карта Морянихинской площади масштаба 1:200 000 и геолого-литологическая карта Сухопитского участка масштаба 1:25 000. Шлифы вмещающих пород участка, изготовленные после прохождения производственной практики в 2022 г. Результаты литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния масштаба: 1:25 000 и 1:10 000, (6909 проб).

Методы и средства решения задач. Микроскопическое изучение пород осуществлялось на поляризационном микроскопе «Axiskop 40 Pol/A Pol» иностранной марки «Zeiss» в стенах института цветных металлов.

Спектрометрические исследования отобранных проб производились в лаборатории ISP-MS методом.

Интерпретация и анализ аномалий химических элементов осуществлялся в ПП «Excel», «Surfer», «ArcGIS».

Для редактирования графических материалов была использована программа «CorelDRAW»

Актуальность работы Участок входит в состав ангарского-полиметаллического узла, где открыто крупнейшее полиметаллическое месторождение – Горевское, так же было выявлено множество пунктов полиметаллической минерализации. На данном участке имеются перспективы открытия нового полиметаллического месторождения, который пополнит минерально-сырьевую базу страны.

Новизна работы. Произведена обработка и интерпретация результатов литохимической съемки масштаба 1:25 000 и 1:10 000 и более подробно изучен петрографический состав вмещающих пород в пределах аномалий.

Благодарности. Выражаю благодарность ФГБУ «ЦНИГРИ», а именно начальнику партии №13 С.В Алеко. за предоставленный текстовый, графический материал и данные по литохимическому опробованию. Также

выражаю благодарность Б.М. Лобастову и С.А. Сильянову за помощь в отправке образцов в институт геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск), для изготовления из них шлифов.

1 ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Морянихинская площадь расположена в юго-западной части Енисейского кряжа, в районе рек Широкая, Сухой Пит, Моряниха и р.р. Погромная и Петрищева. Административно площадь входит в пределы Северо-Енисейского и Мотыгинского районов Красноярского края СФО РФ [13, с 35-36].

Рельеф Морянихинской площади низкогорный таежный, среднерасчлененный с абсолютными отметками 250-600 м. Крутизна склонов долин 5-20°. Обнаженность территории слабая, склоны обычно задернованы. Отдельные выходы коренных пород приурочены к обрывистым берегам рек [13, с 35-36].

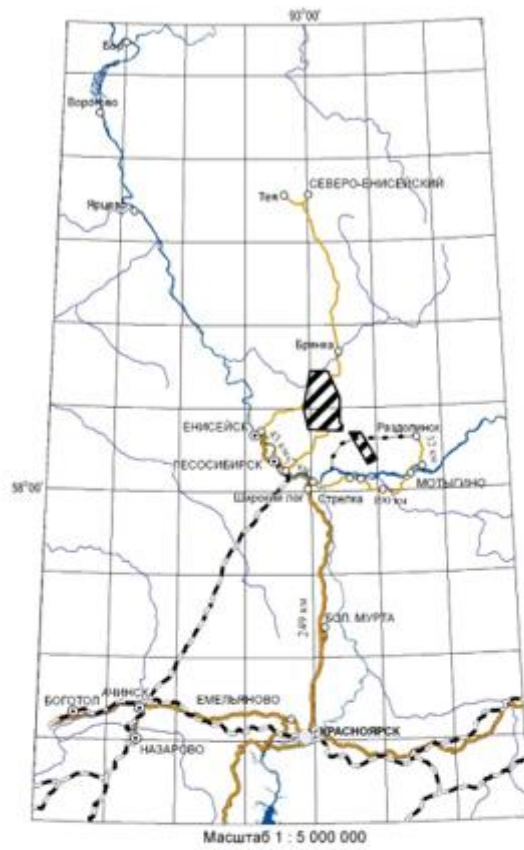
Климат района резко континентальный. Наиболее сильные морозы зимой (до -50°С) держатся в декабре и январе, очень тёплое, иногда жаркое лето (+19...+21 °С). Количество дней с осадками в г. Енисейск – 14-18 дней в месяц. Продолжительность снегового покрова в таежной местности 170-180 дней в году [13, с 35-36].

Некоторые водоразделы и долины заболочены, на части площади развиты свежие и заросшие густым молодняком гари. Южная часть района работ заражена энцефалитным клещом, летом много гнуса [13, с 35-36].

В реках водятся ленок, таймень, сиг, щука хариус, окунь, елец, сорога. Среди птиц преобладают вороны, сороки, кукушки, кедровки, коршуны, воробьи. Встречаются змеи, ящерицы и лягушки. В лесах можно встретить хищников - медведей, лис, волков, копытных – кабаргу и северных оленей, а также бурундуков, бобров [13, с 35-36].

Административные центры – пгт. Мотыгино (в 100 км к ЮВ от центра площади) и Северо-Енисейский (в 200 км к северу) - как показано на рисунке 1.1. Население районов – 24,4 тыс. ч (2019 г.), площадь районов 65,2 кв. км, плотность населения 0,37 ч/км². При этом непосредственно на Морянихинской площади постоянного населения нет. В 50-60 км к ЮЗ от рамки площади расположены города Лесосибирск (59.5 тыс. ч) и Енисейск (17,8 тыс. ч). Районы граничат на западе с Енисейским районом, на юге – с Казачинским и Тасеевским, на востоке – с Богучанским, а на севере – с Эвенкийским АО [13, с 35-36].

Основные отрасли экономики – горнодобывающая и лесная промышленность, а также транспорт [13, с 35-36].



Условные обозначения







-  Моржихинская лицензируемая площадь (Северная и Южная)
-  Автомобильная дорога с покрытием (шоссе)
-  Грунтовые дороги
-  Железные дороги
-  ЛЭП
-  43 км
Расстояние между населенными пунктами

Рисунок 1.1 – Обзорная схема района работ [13, с 30]

2 ИЗУЧЕННОСТЬ МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Характеристика геологического строения района приводится на основе материалов геологических карт масштаба 1:200 000 второго поколения (Дмитриев, 2019), с учетом данных, полученных входе ГРР 2017-2019 гг.

2.1 Геологическая изученность

В геологическом и особенно в металлогеническом отношении площадь работ и прилегающая к ней территория до 1956 года была слабо изучена. Исследования были направлены на разработку стратиграфических схем. Поворотным моментом в изучении полиметаллического оруденения в районе послужило открытие Ю.А. Глазыриным в 1956 г. Горевского свинцово-цинкового месторождения. Именно с этого момента началось плановое изучение геологии и металлогении района [13, с 29-32].

В 1956-1962 гг. проводится Государственная геологическая съемка масштаба 1: 200 000 листов О-46-IX, О-46-X, О-46-XV, О-46-XVI. В соответствии с легендой Енисейской серии, разработанной в 1957 г, установлены общие черты геологического строения и особенности металлогении исследуемой площади, выявлен ряд рудопроявлений полиметаллов, марганца, нефелинового сырья и перспективных геохимических аномалий [13, с 29-32].

В 1958-1976 гг. в районе выполняется полистная геологическая съемка масштаба 1: 50 000 с целью создания геологической основы для поисков свинцово-цинковых руд и выявления новых рудных объектов [10] **Ошибка! Источник ссылки не найден.** В результате работ открыты Таежное проявление марганца, проявления полиметаллов: Токминское, Сухопитское-1, Пихтовое, Верхне-Пихтовое, Меркурихинские, Морянихинское, Петрищевское, Альфа и ряд контрастных литогеохимических и гидрогеохимических аномалий свинца, цинка, бария, никеля, золота, серебра, олова. Выделено четыре рудных узлы, в пределах которых локализовано большинство полиметаллических рудопроявлений района: Сухопитско-Каитьбинский, Рудиковско-Сухопитский, Пихтово-Дауглинский и Меркурихинско-Морянихинский, входящие в состав Вороговско-Ангарской полиметаллической зоны [13, с 29-32].

Следующий этап регионального геологического изучения приходится на середину 80-х годов. Интерес к району был обусловлен расширением и укрупнением минерально-сырьевой базы строившегося Горевского ГОКа, заинтересованного в обнаружении месторождений богатых свинцово-цинковых руд с более выгодными горно-геологическими условиями эксплуатации [13, с 29-32].

С 1986 по 1997 гг. на площади проводится геологическое доизучение масштаба 1: 50 000. Комплексом литогеохимических, горных и буровых работ на проявлениях Токминском, Сухопитском и Морянихинском переоценены

ресурсы свинца и цинка по категориям P_1 - P_3 , даны рекомендации к дальнейшему проведению поисково-оценочных работ [13, с 29-32, 28].

Параллельно с геологической съемкой и доизучением (ГДП-50) в районе широко ведутся детальные поиски и поисково-оценочные работы на перспективных свинцово-цинковых проявлениях [13, с 29-32, 28].

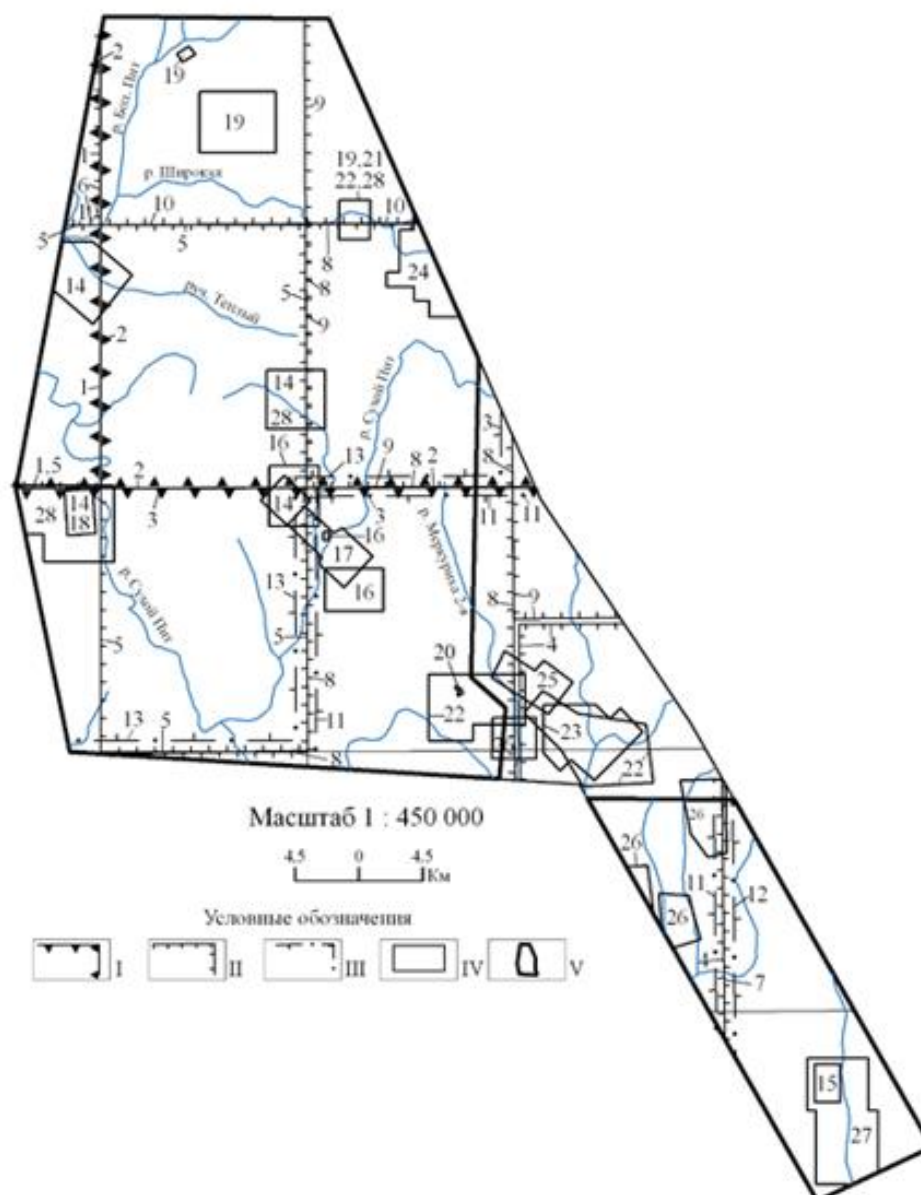
В 1973-76 гг. Огневской партией [12] проводится оценка масштабов свинцово-цинкового оруденения в пределах Сухопитской группы проявлений, а также на участках Дауглинском, Пихтовом, Верхне-Пихтовом. Из-за недостаточного объема финансирования горные и буровые работы в пределах Сухопитской группы проявлений были выполнены в небольшом объеме [12]. Коллективом сделан вывод о небольших размерах проявления Сухопитское-1, в то же время по результатам литогеохимической съемки и горных работ по берегам р. Сухой Пит, рекомендовано дальнейшее изучение участков восточнее р. Сухой Пит, в истоках двух левых его притоков: руч. Северном и Белом [13, с 29-32, 28].

В 1976-1977 гг. в бассейнах рек Татарки и Меркурихи выполнялись специализированные работы [24], включающие литохимическое опробование в масштабе 1:10 000, небольшой объем поисковых маршрутов, шурфов и канав [13, с 29-32].

В 1976-1978 гг. в бассейне среднего течения р. Бол.Пит, проводились поисковые работы в пределах Таежного проявления марганца [19]. По результатам буровых работ установлено два типа марганцевых руд – окисные и карбонатные [13, с 29-32, 28].

В 1978-1979 гг. продолжены поисковые работы на Токминском свинцово-цинковом проявлении с применением горнобуровых, электроразведочных и магниторазведочных работ [20]. Поисковыми работами выявлены Северная и Южная рудные зоны, изучено качество и типы руд, их распространение по площади [13, с 29-32, 28].

В 1980-1984 гг. детальные поисковые работы в пределах Токминского и Морянихинского проявлений были продолжены силами Западной партии Ангарской ГРЭ. На Токминском проявлении под окисными рудами Южной зоны вскрыты тела галенит-сфалеритовых руд, а в составе окисных руд обнаружен церуссит [13, с 29-32; 14, 28].



Условные обозначения:

I – Государственная геологическая съемка и доизучение масштаба 1:200000:

1 – Озерский Ю.А., 1958 (О-46-ХI)

2 – Покровский Е.В., 1959 (О-46-Х)

3 – Цельковский А.Ф., 2004 (О-46-ХV, ХVI)

II – Геологическая съемка (ГГС-50) масштаба 1:50000:

4 – Георгиев Г.А., 1961

5 – Молчанов В.М., 1967

6 – Лисин В.А., 1969

7 – Забродин В.Ю., 1972

8 – Березий А.Е., 1973

9 – Саванович Л.Г., 1975

10 – Саваньяк Ю.В., 1976

III – Геологическое доизучение (ГДП-50) масштаба 1:50000:

11 – Лапшин М.М., 1990

12 – Целыковский В.М., 1993

13 – Целыковский А.Ф., 1997

IV – Поисковые работы масштаба 1:10000 – 1:25000:

14 – Молчанов Е.Д., 1967 – уч-к Теплый, Сухопитский, Болотнинский, Дауглинский

15 – Забродин В.Ю., 1972 – уч-к Петрищезский

16 – Горбунов С.В., 1973 – уч-к Дауглинский, Пихтовый, Верхне-Пихтовый

17 – Березий А.Е., 1973 – уч-к Пихтово-Дауглинский

18 – Горбунов С.В., 1974 – уч-к Сухопитский

19 – Саваньяк Ю.В., 1976 – уч-к Банный, Таежный, Токминский

20 – Протопопов В.Н., 1978 – уч-к Меркуриха

21 – Марушко Г.В., 1978, 1979 – уч-к Токминский

22 – Забиров Ю.А., 1982 – уч-к Подлунный, Морянихинский

23 – Вяткин Б.Е., 1984 – уч-к Морянихинский, Татарский

24 – Забиров Ю.А., 1986 – уч-к Токминский, Юго-Восточный

25 – Лапшин М.М., 1989 – уч-к Меркурихинский

26 – Лапшин М.М., 1990 – уч-к Морянихинский, Погромный, Алешкинский

27 – Целыковский В.М., 1993 – уч-к Петрищевский

28 – Целыковский А.Ф., 1997 – уч-к Токминский, Болотнинский, Сухопитский

V – Граница Морянихинской лицензированной площади

Рисунок 2.1. Схема геологической изученности Морянихинской площади [13, с 31].

На Морянихинском проявлении в результате поисков выявлена многоэтажная залежь галенит-сфалеритовых руд, но с относительно низкими содержаниями. Итогом работ стала оценка прогнозных ресурсов Морянихинского проявления по категории P_1 и P_2 [9;14, с 29-32].

В 1984-86 г.г. поиски полиметаллических руд проведены Западной партией АГРЭ в Ангаро-Питском междуречьи и на Шилкинской площади Южно-Енисейского края [18]. В ходе их опробованы верховья р. Широкой, к ЮВ от Токминского проявления. Значимых результатов не получено [13, с 29-32].

В 1986-1989 гг. проведены поисковые работы на северном фланге проявления Морянихинского и на Анатоьевском проявлении [17]. Буровыми работами произведено опробование восточного фланга проявления Меркурихинского (за пределами лицензионной площади КРР 02945 ТП), в результате вскрыто 2 тела сульфидных руд [13, с 29-32].

В 1991-2004 гг. проведено геологическое доизучение масштаба 1:200 000 листов О-46-XV, XVI [28]. Работами автора уточнено возрастное положение стратиграфических подразделений и магматических комплексов, составлен комплект Госгеолкарты-200 второго поколения, удовлетворяющий современным представлениям о геологическом строении Енисейского края. Проведено металлогеническое районирование с выделением рудных узлов и полей на уголь, свинец, цинк, золото, ниобий, редкие земли. Оценены их ресурсы по категории P_1 - P_3 . Даны рекомендации для проведения оценочной стадии работ на 9 полиметаллических проявлениях, в том числе Сухопитском, Морянихинском, Анатоьевском, Меркурихинском [13, с 29-32].

Кроме того, сотрудниками проводились опытно-методические работы и тематические исследования. Сотрудниками КО СНИИГГИМС составлены прогнозные карты на полиметаллы Западной провинции Енисейского кряжа масштаба 1:200 000 [13, с 29-32].

Была составлена карта листа О-46 масштаба 1:1000000 третьего поколения [13, с 29-32].

Район работ был частично откартирован государственными геологическими картами второго поколения масштаба 1:200 000, лист О-46-ХV [13, с 29-32].

2.2 Геохимическая изученность

Первые геохимические исследования территории осуществлялись в 1956-62 гг. совместно с проведением Государственной геологической съемки на площади масштаба 1:200 000 первого поколения (Ошибка! Источник ссылки не найден.) листов: О-46-IX, О-46-Х, О-46-ХV, О-46-ХVI [25]. Металлометрическое опробование производилось попутно с геологическими маршрутами по редкой сети 1500-2000×200 м. Результаты этих работ незначительны [13, с 32-34].

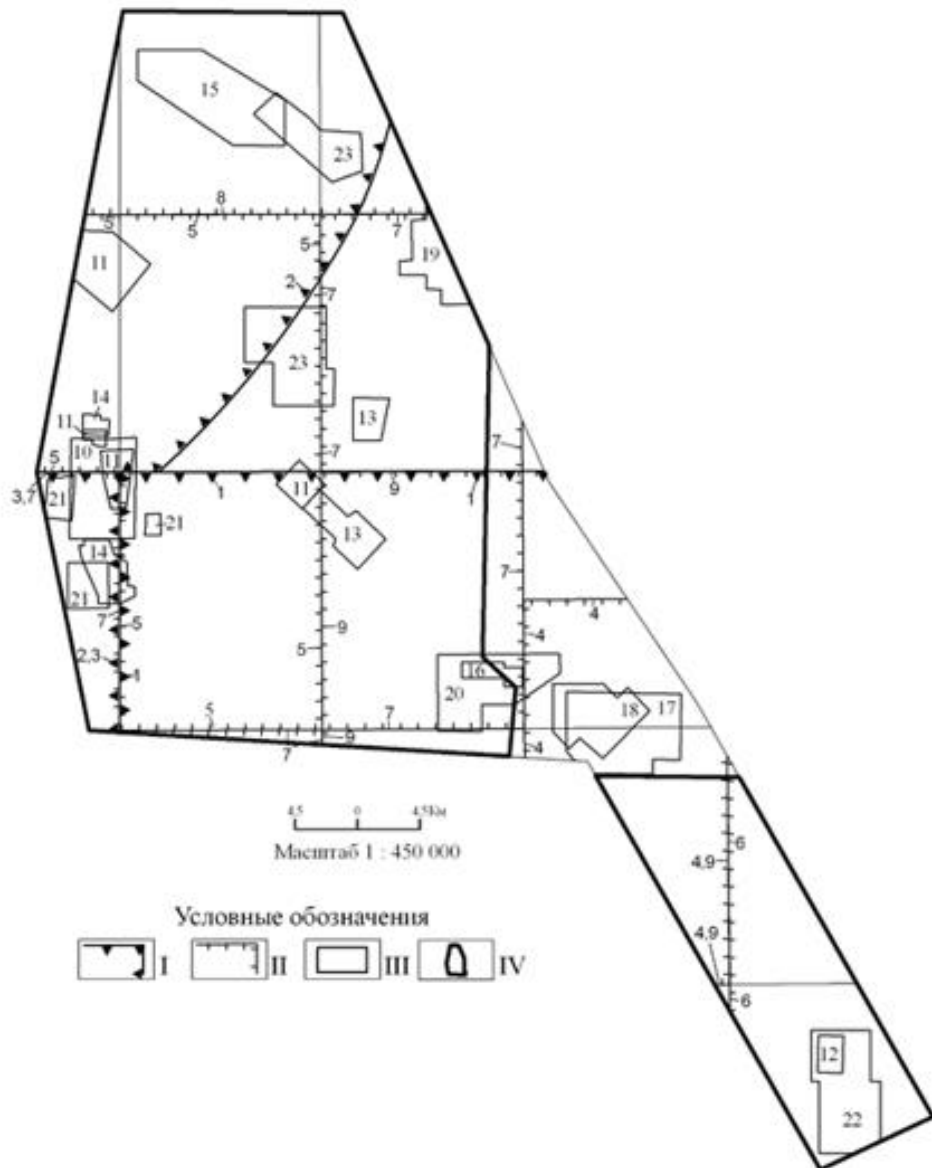
В 1960-1968 гг. на всей площади листов О-46-IX, О-46-ХV, ХVI и частично на листе О-46-Х проводятся специализированные гидрогеохимические исследования [6]. В результате работ проведено районирование района, изучены поисковые гидрогеохимические критерии, выявлены водные потоки свинца, цинка, меди, серебра и др. элементов, в т.ч. перспективные: Дауглинский, Теплинский и Андреевский (притоки р. Сухой Пит), Сухопитская группа водных потоков.

В 1964-1990 гг. комплексные геохимические исследования масштаба 1:50 000 проводятся при полистной геологической съемке и доизучении территории [19,20,26]. Геохимический комплекс работ включал металлометрическую съемку, донное, гидрохимическое и шлиховое опробование [13, с 32-34].

Самым эффективным литогеохимическим опробованием по вторичным ореолам признана сеть 500×100-50 [13, с 32-34].

С выявленными по этой сети ВГХО четко коррелируют практически все гидрохимические аномалии и рудопроявления полиметаллов: Токминское, Сухопитское, Пихтовое, Дауглинское, Меркурихинское и др., а также проявления марганца (Таежное и др.) [13, с 32-34].

В процессе проведения ГС-50 и ГДП-50 проводятся геохимические поиски масштаба 1: 25 000 – 10 000 на поисковых участках. Проведенные работы позволили конкретизировать и уточнить конфигурацию истинных аномалий и отбраковать ложные [13, с 32-34].



Условные обозначения:

I – Геохимические работы при гидрологической съемке масштаба 1:200000:

1 – Шубенин Н.Г., 1963

2 – Шебнин Н.Г., 1964

3 – Шебнин Н.Г., 1968

II – Комплексные геохимические работы при геологической съемке (ГС-50) масштаба 1:50000 (гидрогеохимия, литогеохимия по первичным и вторичным ореолам, потокам рассеяния):

4 – Георгиев Г.А., 1960

5 – Молчанов Е.Д., 1967

6 – Забродин В.Ю., 1972

7 – Березий А.Е., 1973

8 – Саваньяк Ю.В., 1976

9 – Лапшин М.М., 1990

III – Детальные геохимические поиски масштаба 1:25000 – 10000:

10 – Лола Б.В., 1966 – уч-к Сухопитский (100x20 м)

- 11 – Молчанов Е.Д., 1967 – уч-к Теплый (200х50 м), Сухопитский (100х20 м), Дауглинский (200х50 м)
- 12 – Забродин В.Ю., 1972 – уч-к Петрищевский (100х20 м)
- 13 – Березий А.Е., 1973 – уч-к Среднепитский, Пихтово-Дауглинский (100х20 м)
- 14 – Горбунов С.В., 1974 – уч-к Сухопитский (100х20 м)
- 15 – Саваньяк Ю.В., 1976 – уч-к Таежный (100х20 м)
- 16 – Протопопов В.Н., 1978 – уч-к Меркуриха-20 (100х20 м)
- 17 – Вяткин Б.Е., 1984 – уч-к Татарский (ПОР 200х50 м)
- 18 – Скорodelов Б.А., 1980 – уч-к Морянихинский (100х20 м)
- 19 – Забиров Ю.А., 1986 – уч-к Юго-Восточный (ПОР 200х40, ВОР 200х20 м)
- 20 – Лапшин М.М., 1990 – уч-к Меркурихинский (100х20 м)
- 21 – Протопопов В.Н., 1990 – уч-к Лагерный, Южный, Снежный, Сухопитский (100х20 м)
- 22 – Целыковский В.Ф 1990 – уч-к Петрищевский (100х20 м)
- 23 Целыковский А.Ф 1997 – уч-к Токминский (ПОР 200х40 м)

IV – Граница Морянихинской лицензированной площади

Рисунок 2.1. Схема геохимической изученности Морянихинской площади [13, с 32].

В 1965 г. Бурундинской геофизической партией на участке проявления Сухопитское-1 попутно с электроразведкой и магнитной съемкой проведено литогеохимическое опробование масштаба 1:10 000. В результате работ на правом берегу р. Сухой Пит выявлен ряд вторичных ореолов свинца и цинка, на четырех поисковых участках (Детальный-1, 2, 3, 4) проведено сгущение литогеохимического опробования до сети 20×20 м. Работами такого масштаба обнаружены локальные ВГХО (вторичные геохимические ореолы) с содержанием в эпицентрах свинца и цинка до 0,1%. Даны рекомендации к проверке аномалий горными работами и колонковым бурением [13, с 32-34].

В 1973-74 гг. Огненской партией [12] проводятся специализированные поиски свинцово-цинковых руд в Сухопитском рудном узле. На северном (участок Детальный-1) и южном (участок Детальный-2) флангах проявления Сухопитского-1 проведена литогеохимическая съемка (100×20 м). В результате работ замкнут южный ореол рассеяния свинца, цинка, выделенный работами Е.Б. Лолы (1966). Ореолы остались непроверенными из-за сокращения финансирования поисковых работ [13, с 32-34].

В 1976-1978 гг. Ангарская ГРЭ [24] создает геохимический отряд для проверки и детализации геохимических аномалий, выявленных на площади предшествующими работами. Проводятся литогеохимические поиски масштаба 1:10 000 на участке Меркуриха-2. Отрядом проведена заверка и детализация 11 ореолов свинца и цинка, горными работами заверено 8 геохимических аномалий. При заверке канавами одной из аномалий участка Меркуриха-2 вскрыты и прослежены по простиранию два маломощных рудных тела (от 0,5 до 2,3 м) полуокисленных свинцовых руд [13, с 32-34].

В последующее время, в 1978-1979 гг., проведена детализация и оценка природы литогеохимических аномалий в бассейне р. Нижней Морянихи [Скорodelов, 1980]. В пределах Морянихинского рудопроявления в результате

литогеохимической съемки масштаба 1:10 000 было выявлено 25 комплексных вторичных ореолов рассеяния свинца, цинка, серебра. При их проверке горными выработками выявлено 9 минерализованных зон с гнездово-вкрапленной минерализацией свинца и цинка [13, с 32-34].

В 1982-1984 гг. Западной поисковой партией [9] на участке Татарском проводит геохимические поиски по металлометрическим формам нахождения элементов (метод МПФ). Сеть опробования 200×40 м. Сопоставимость результатов метода МПФ и литогеохимического признана удовлетворительная [13, с 32-34].

В 1985 г. проводится детальное литогеохимическое опробование (сеть 200×20 м) юго-восточного фланга Токминского проявления [13]. На участке Юго-Восточном выявлен новый комплексный ореол свинца, цинка и серебра, рекомендованный к опоскованию [13, с 32-34].

В 1998-1990 гг. коллективом Ангарской ГРЭ ведутся тематические работы по составлению геохимической основы по материалам площадных геохимических работ, проведенных при ГС-50 и ГДП-50 [24]. Составлена карта геохимических аномалий Юго-Восточной части Енисейского кряжа масштаба 1:100 000 [13, с 32-34].

Вся территория Морянихинской площади подверглась опробованию по литохимическим потокам рассеяния масштаба 1:500 000 (Ладынин, 2001). В ряде водотоков, дренирующих известные проявления полиметаллов, обнаружено повышенное содержание цинка (0,02-0,04%) и свинца (0,003-0,01%). Есть такие аномалии и на некоторых участках, признанных перспективными [13, с 32-34].

2.3 Геофизическая изученность

Характеризуемая площадь неоднократно изучалась различными аэро- и наземными геофизическими методами - как в помощь геологосъемочным работам, так и с целью поисков полиметаллов и других полезных ископаемых (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Вся площадь покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1: 200 000. Кемчугской партией СЭГФЭ в 1960-62 г.г. на листах О-46-ХV, О-46-ХVI и Удере́йской партией в 1970-72 гг. в пределах листов О-46-IX и О-46-Х. В результате работ составлены тектонические схемы на эти листы и сделан вывод о приуроченности полиметаллических месторождений и рудопроявлений к определенному типу гравиметрических полей. На листах О-46-42-Б, Г; О-46-43-А,Б,В,Г; О-46-55-А, О-46-56-Б выполнена гравиметрическая съемка масштаба 1:50 000, [13, с 34-35].

Аэрогеофизические работы масштаба 1:25 000 с приборами АСГ-46 и АММ-13 и радиометром АРС-2 [8] охватили всю Морянихинскую площадь. Выявлены аномалии магнитного поля, связанные с магнетит-пирротиновой минерализацией пород горбилочской и удере́йской свит, интрузиями базитов токминского (стефановского) комплекса и вулканитами широкинской серии.

Выявлен ряд аэрорадиометрических аномалий, представляющих поисковый интерес [13, с 34-35].

В 1979-1981 и 1988-1990 гг. центральная и южная часть площади повторно покрыта высокоточной аэромагнитной съемкой масштаба 1:25 000 с приборами КАМ-28 [23] и СКАТ-77, обеспечивающим большую детализацию магнитного поля и возможность поиска залежей полиметаллов [13, с 34-35].

Наземные геофизические исследования масштаба 1: 50 000-10 000 и крупнее проводились при специализированных поисковых на участках детальными поисково-оценочных работ. Комплекс включал магниторазведку, электроразведку (с переменным и постоянным электрическими полями), литогеохимическое опробование по вторичным ореолам и радиометрию; иногда в него включали и гравиразведку [13, с 34-35].

В 1965-1966 гг. Бурундинская партия проводит магниторазведку и электроразведку на площади Сухопитской группы рудопроявлений полиметаллов\). Ряд выявленных аномалий электрического и магнитного полей заверяется горными работами [13, с 34-35].

В 1970-1973 гг. поиски полиметаллических руд с применением гравиразведки масштаба 1:50 000, магниторазведки, электроразведки проводились в пределах участков: Сухопитского [22], Пихтово-Дауглинского, Морянихинского [22] и Петрищевского . По результатам работ определена высокая эффективность методов МЗТ и МПП. Выделен ряд участков и аномалий для проведения детальными работ [13, с 34-35].

В 1977 г. на Таежном проявлении марганца проведена электроразведка масштаба 1: 10 000 [19]. По ее результатам выделены зоны электрохимической активности, связанные с марганцевоносными корами выветривания. В 1977-1981 гг. наземные геофизические поиски продолжены на полиметаллы в пределах Токминского [20] и Даугле-Морянихинского участков [23]. В комплекс геофизических поисковых методов входят: электроразведка МПП, ЕП, ВП, МГТ и гравиразведка. По результатам работ выделены и рекомендованы для детальными поисков два участка на проявлении Токминском и четыре на Даугле-Морянихинском [13, с 34-35].

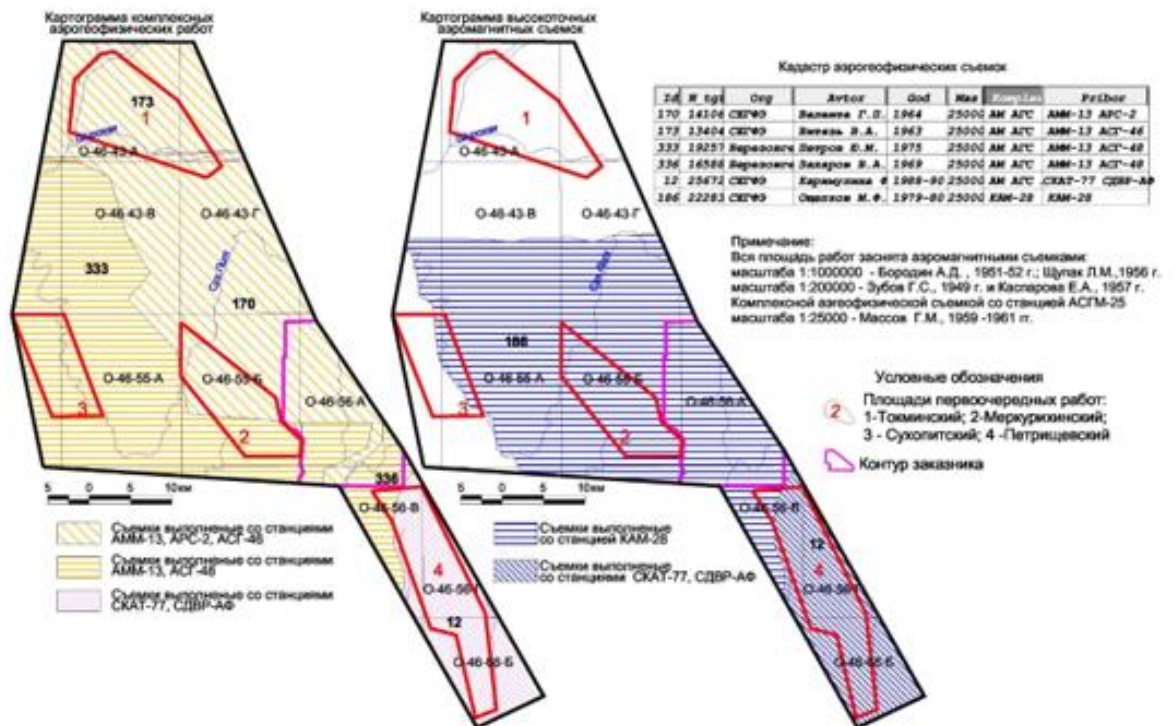


Рисунок 2.2. Схема геофизической изученности Морянихинской площади [13, с 35].

3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

3.1 Стратиграфия

Стратиграфические образования описываются по Геолого-литологической карте Морянихинской площади, масштаб 1:200000. (Дмитриев, 2019), (Граф. Прил. А).

Архейская акротема (AR)

Отложения архея представлены абалаковской метатолщей.

Абалаковская толща (AR₂?ab) сложена кристаллическими сланцами, амфиболитами, мраморами и кварцитами (мощность толщи более 1000 м) [27].

Протерозойская акротема (PR)

Протерозойские отложения представлены нижнерифейскими, среднерифейскими и верхнерифейскими породами [27].

Рифейская эратема (RF)

Представлена нижнерифейскими отложениями кординской свиты, среднерифейскими породы горбилкокской, удерейской и погорюйской свит, а также свиты карточки. Верхнерифейские породы представлены отложениями красногорской, джурской, шунтарской свит и свиты серого ключа [27].

Нижнерифейская эратема (RF₁)

Породы представлены кординской свитой.

Кординская свита (RF₁kd) сложена алевритовыми, сероцветными, серицит-хлорит-кварцевыми метапелитами, которые в средней части разреза переходят в известковистые, а также в верхней части – прослоями метапесчаников (мощностью 0,1-0,5 м), в основании – метагравелитами и метаконгломератами (мощность более 700 м) [27].

Среднерифейская эратема (RF₂)

Породы среднего рифея представлены горбилкокской, удерейской, погорюйской свитами и свитой карточки [27].

Горбилкокская свита (RF₂gr) данные отложения согласно залегают на отложениях кординской свиты. сложена алевритовыми, серицит-хлорит-кварцевыми, нитевиднослоистыми, зелеными, зеленовато-серыми и магнетитсодержащими метапелитами. Мощность отложений 700-800 м [27].

Удере́йской свита (RF_2ud) свита сложена темно-серыми, углеродистыми, зелено-серыми, карбонатсодержащими метапелитами с разрозненными горизонтами кремнистых конкреций. Мощность отложений 1800-2100 м [27].

Погорю́йская свита (RF_2pg) сложена ритмично-переслаивающимися, углеродистыми метаалевролитами и метапсаммитами, в верхах – прослоями кварцитовидных песчаников. Мощность отложений 1000-1100 м [27].

Свита карто́чки (RF_2kr) сложена пестроцветными метаизвестняками, метамергелями, зеленоцветными метаалевролитами кварц-серицит-хлоритовыми. Мощность менее 400 м [4].

Верхнерифейская эратема

Удоронгская свита (RF_3udr) сложена флишем псаммито-алевропелитовым, прослоями метатуфов кислого и среднего состава [27].

Бореминская свита (RF_3br) включает в себя нижнебореминскую и верхнебореминскую подсвиты [27].

Нижнебореминская подсвита (RF_3br_1) сложена метапелитами кремнисто-сланцевыми углеродистыми (с анкеритом и хлоритоидом), прослойками метаизвестняков. В низах пачки – линзы метадоломитов (300-500 м). Вмещают незначительную Zn-Pb минерализацию [27].

Верхнебореминская подсвита (RF_3br_2) сложена метаизвестняками и метадоломитами, иногда конгломератовидными (200-300 м). Вмещает Pb-Zn руды «морянихинского типа» [27].

Рыбинская свита (RF_3rb) сложена метапилитами зеленоцветными, углеродистыми, хлорито-серицитовыми и хлоритоидными [27].

Горевская свита (RF_3grv) включает в себя нижнюю и верхнюю подсвиты.

Нижняя подсвита (RF_3grv_1) сложена метаалевропилитами с прослоями метапесчаников и метагравелитов, пачками метаизвестняков. Мощность 500-800 м [27].

Верхняя подсвита (RF_3grv_2) сложена углеродистыми известняками мраморизованными (2000-3000 м). Вблизи даек степановского комплекса вмещают руды «горевского типа» [27].

Свита сухого хребта (RF_3sh) включает в себя нижнюю и верхнюю подсвиты [27].

Нижняя подсвита (RF_3sh_1) сложена метаалевропелитами углеродистыми с прослойками известняков, пачками метотуфов основного состава. Мощность 500-100 м. Вмещает руды Pb-Zn [27].

Верхняя подсвита (RF_3sh_2) ритмичное переслаивание песчаников кварцитовидных и углеродистых метапелитов. Мощность менее 500 м [4].

Красногорская свита (RF_3kg) сложена метапилитами с редкими прослоями метапесчаников. Мощность 600-800 м [27].

Джурская свита (RF_3dz) сложена светло-серыми метадоломитами. Мощность отложений более 300 м [27].

Шунтарская свита ($RF_3\check{s}n$) сложена зелеными, серыми и черными серицитовыми, углеродистыми, хлоритоидными, алевритистыми и ритмичнослоистыми метапелитами. Мощность отложений более 900-1000 м [27].

Свита Серого ключа (RF_3sk) сложена темно-серыми и серыми метаизвестняками. Мощность отложений менее 500 м [27].

Иончихинская толща (RF_3in) представлена нижней и средней подтолщами.

Нижняя подтолща (RF_3in_1) включает в себя шесть пачек [27].

Первая пачка ($RF_3in_1^1$) сложена метаалевролитами зеленоватыми, иногда тонкослоистыми хлот-кварц-серицитовыми. Мощность более 1000 м. В кровле иногда обильно пиритизированы и содержат полиметаллы (вплоть до руд) [27].

Вторая пачка ($RF_3in_1^2$) сложена метадоломитами, часто брекчированными. Единичные прослои углеродистых метапелитов. Мощность 50-260 м. Брежированные разности иногда содержат полиметаллическое оруденение [27].

Третья пачка ($RF_3in_1^3$) сложена метапелитами черными обильно углеродистыми. Мощность 400-500 м. Эпизодически встречается полиметаллическая минерализация [27].

Четвертая пачка ($RF_3in_1^4$) сложена метамергелями пестроцветными. Мощность 250-300 м [27].

Пятая пачка ($RF_3in_1^5$) сложена метапелитами хлорит-серицитовыми, содержащими прослои метаалевролитов и метапесчанников. Мощность менее 500-600 м [27].

Шестая пачка ($RF_3in_1^6$) Грубое чередование метаизвестняков и метадоломитов. Мощность менее 300 м. Эпизодически встречается полиметаллическая минерализация [27].

Средняя подтолща (RF_3in_2) сложена метатупаами кислого, среднего и основного состава, метапелитами хлорит-серицитовыми, иногда углеродистыми, пачками метаизвестняков и метадоломитов. Мощность менее 1500 м. Кислые вулканиты могут содержать полиметаллическое оруденение [27].

Палеозойская эратема (PZ)

Палеозойская эратема представлена отложениями момотовской свиты [27].

Девонская система, верхний отдел (Dз)

Момотовская свита (D_3mt) сложена глинами пестроцветными, известняками, мергелями, аргиллитами, конгломератами. Мощность отложений менее 100 м [27].

Мезозойская эратема (MZ)

Мезозойские отложения представлены макаровской свитой [27].

Юрская система, нижний отдел (J₁)

Представлена отложениями макаровской свиты [27].

Макаровская свита (J_{1mk}) сложена сероцветными алевролитами, аргиллитами, песчаниками, конгломератами, прослоями каменных углей (мощность менее 100 м) [27].

Кайнозойская эратема (KZ)

В состав кайнозоя входят коры выветривания, а также отложения палеогена и неогена.

Коры выветривания (K₂-P) гидрослюдистые, каолиновые, терра-росса и др. Над телами сульфидных руд формируются мощные зоны окисления [27].

Палеогеновая система, нижний и средний отделы (P₁₋₂)

Породы палеогена представлены мурожинской и бельской свитами

Мурожинская свита (P_{1-2mr}) сложена глинами пестроцветными гидрослюдисто-каолиновыми (с эпизодическими примесями гетита, гиббсита, углеродистого вещества, прослоями песков, линзами бокситов. Мощность менее 55 м [27].

Бельская свита (P₂-N_{1bl}) сложена глинами каолиновыми, песчанистыми, прослоями песков, линзами бурых углей, лигнитов. Мощность менее 100 м [27].

Неогеновая система (N)

Породы неогена представлены только кирнаевской свитой [4].

Кирнаевская свита (Nkr) сложена песками полимиктовыми, прослоями глин. В основании гравелиты и конгломераты с гидрогетитовым цементом. Мощность менее 100 м [27].

3.2 Магматизм

Интрузивные образования не имеют большого развития на Морянинской площади, представлены двумя субвулканическими ениконкомплексамии раннего и позднего рифея: орловским и степановским. В непосредственной близости от площади известны также гнейсограниты раннего протерозоя (гаревский комплекс), тела которого развиты среди кристаллических сланцев абалаковской метатолщи и нефелиновые сиениты предположительно вендского возраста (среднетатарский комплекс), локализованные среди метаизвестняков горевской свиты западнее участка Петрищевского [27].

Раннепротерозойские интрузивные образования

Гаревский комплекс (γgPR_{1g}) развит в юго-западной части площади среди пород средней подтолщи иончихинской толщи. Сложен микроклиновыми гранитами, а также гранитогнейсами биотитовыми, пегматоидными гранитами, мусковитовыми и керамическими пегматитами [27].

Позднерифейские интрузивные образования

Орловский субвулканический комплекс (λRF_{3o}) развит в Глушихинской СФЗ, среди различных подразделений орловской серии и сингенетичен ее вулканитам. Он представлен мелкими телами (штоками) метариолит-порфиров площадью 0,5-1,3 км², а также дайками тех же метариолитов и метадолеритов. Штоки и дайки образуют субмеридиональный пояс шириной 4-6 км, протянувшийся от нижнего течения р. Сухой Пит до истока р. Зырянки и далее к югу – до устья Ангары. С риолит-порфирами предположительно связаны проявления полиметаллических руд в Глушихинской зоне [27].

Степановский субвулканический комплекс ($\tau \beta RF_{3st}$) развит восточнее, во внутренней части вулcano-плутонического пояса (в Каитьбинской СФЗ на осянском уровне) и локализован только в породах широкинской серии. Он представлен силлами и дайками метатрахидолеритов и (реже) метапикритов. Силлы локализованы обычно в нижнесухохребтинской подсвите и наиболее мощные из них (до 50-100 м) дифференцированы от пикритов (в подошвенной части) через пикродолериты и долериты до лейкодолеритов (в кровле). С этими телами и дайками предположительно связаны наиболее значимые проявления полиметаллических руд в Каитьбинской зоне [27].

Ранневендские интрузивные образования

Среднетатарский комплекс нефелин-сиенитовый ($\phi \xi V_{1st}$) выделяется на левобережье р. Татарка в среднем течении. В строении массива принимают участие нефелиновые сиениты (эгириновые фойяиты) и йолит-уртиты, щелочные пегматиты. Нефелиновые сиениты состоят из нефелина (34%), микропертита (60 %), эгирина (4-5 %), титанита, флюорита, ловенита (по 0,1%). В йолитах содержание нефелина достигает 50%, эгирина – 15 %. Многочисленные тела щелочных пегматитов (мощность 0,1-3 м, протяженность десятки метров) имеют форму гнезд, линз и жил. В их составе преобладает крупноблоковый микроклин, они богаты аксессуарными минералами [27].

3.3 Тектоника

Морянихинская площадь входит на юго-западе в пределы Приенисейского антиклинория, а на северо-востоке – в пределы Каитьбинского синклинория

(Рисунок 3.1). Строение этих складчатых структур значительно усложнено обширными тектоническими покровами, сложенными относительно древними образованиями [27].

Последовательность формирования развитых на Морянихинской площади (и в ее обрамлении) стратифицированных и интрузивных образований, наличие перерывов, этапов складкообразования и метаморфизма позволяют выделить 6 структурных этажей. В пределах основного, рифейского этажа выделены структурные ярусы [27].

Позднеархейский структурный этаж образован породами амфиболит-гнейсово-сланцевой формации (абалаковская метатолща), слагающей Абалаковский аллохтон (в крайнем ЮЗ углу прилагаемой карты). Он представляет собой, вероятно, тектонический отторженец фундамента Приенисейского антиклинория, надвинутый на вулканогенные породы орловской серии [27].

Образования **протерозойского структурного этажа** представлены формацией микроклиновых гнейсо-гранитов гаревского комплекса, чьи существенно мигматитовые тела пронизывают метаморфиты абалаковской метатолщи [27].

Рифейский структурный этаж в составе данного этажа выделяется 5 структурных ярусов, отвечающих различным геодинамическим обстановкам: сухопитского, тунгусикского, киргитейского, ослянского и тасеевского. Породы первых четырех ярусов претерпели региональный метаморфизм зеленосланцевой фации. [27].

Сухопитский структурный ярус сложен породами аспидной формации (в составе кординской, горбилосской и удерейской свит, фиксирующих развитие морской трансгрессии), флишево-терригенной (погорюйская свита, образованная в прибрежной приливно-отливной зоне) и глинисто-карбонатной (свита Карточка, лиманная). Группа этих формаций образована на шельфе пассивной окраины континента, в его внешней части, и соответствует законченному трансгрессивно-регрессивному циклу осадкообразования. Образования этого яруса развиты на площади весьма широко, слагая тектонические покровы, надвинутые на образования тунгусикского, киргитейского и ослянского ярусов. Признаков полиметаллической минерализации в них нет [27].

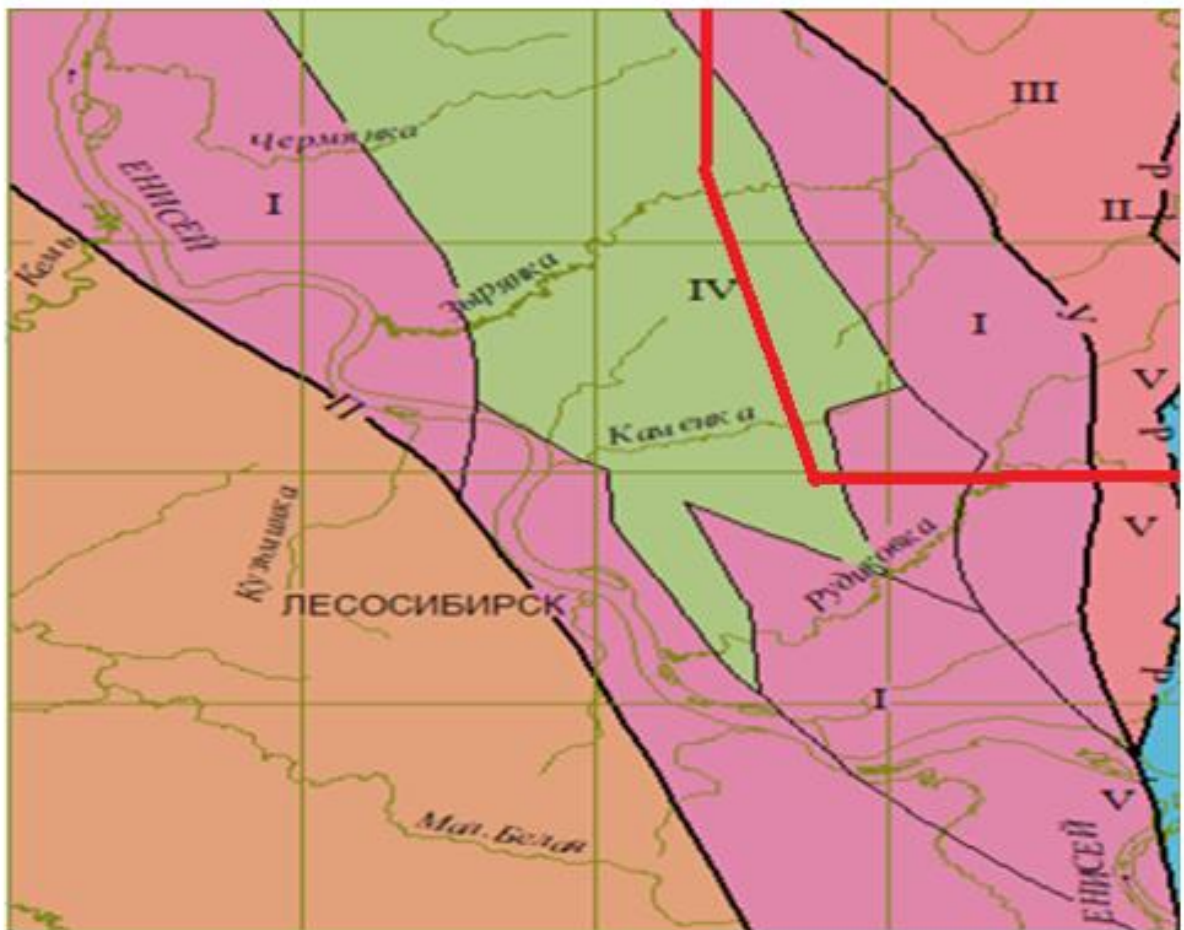


Рисунок 3.1 Схема тектонического районирования Моржихинской площади [13, с 58].

Тунгусикский структурный ярус сложен породами глинистой алюмо-железистой формации (красногорская свита, образованная за счет размыва кор выветривания), органогенных известняков (джурская свита, рифогенная), углеродистых глин (шунтарская свита, удаленно морская) и мергельно-известняковой (свита Серого ключа, лиманная). Группа этих формаций образована (по нашим представлениям) тоже на шельфе пассивной окраины, в его внутренней части, отшнурованной от океана поднятием. Образования тунгусикского яруса тоже слагают тектонические покровы (часто в ассоциации с образованиями киргитейского яруса), надвинутые на структуры ослянского

яруса. Полиметаллическая минерализация иногда развита по этим образованиям – в тектонических зонах брекчирования вблизи подошвы киргитейского яруса, богатого полиметаллами (на примере проявления Верхне-Пихтового) [27].

По завершении формирования тунгусикского яруса произошла первая рифейская коллизия западного края Сибирского континента с островной дугой, в результате которой породы сухопитского и тунгусикского ярусов претерпели складчатость, региональный метаморфизм зеленосланцевой фации и были прорваны (за границами рассматриваемого района) гранодиорит-гранитными батолитами каламинского комплекса известково-щелочной серии [27].

Образования *киргитейского структурного яруса* формировались после существенной эрозии складчатых сооружений сухопитско-тунгусикского времени, в условиях активной континентальной окраины (над зоной субдукции океанической коры под Енисейский кряж) в пределах двух структурно-формационных зон: Глушихинской и Горбиллоксско-Каменской. Граница между этими зонами как раз проходит внутри Морянихинской площади: в ее юго-западной части (во внешней части вулканоплутонического пояса) образовались формации существенно вулканогенной орловской серии, а северо-восточнее (во внутренней части ВПП) – формации киргитейской серии с незначительными признаками вулканизма [27].

Образования *ослянского структурного яруса* формировались после очередной фазы складчатости (слабо выраженной) и частичной эрозии верхних подразделений киргитейской и орловской серий, в условиях относительно слабого проявления вулканической деятельности над зоной субдукции (была ее временная приостановка?). В южной части Енисейского кряжа для этого времени выделяют Каитьбинскую СФЗ и ту же Горбиллоксско-Каменскую [27].

К **вендскому структурному этажу** с долей условности относится формация нефелиновых сиенитов (среднетатарский комплекс), образующая группу массивов западнее Петрищевского участка. Условность заключается в том, что радиологический возраст этих сиенитов не моложе 620 Ма [28] – что древнее официально принятой границы венда, но моложе границы эдиакария. Впрочем, с полиметаллическим оруденением данная формация не связана [27].

К **девонскому структурному этажу** отнесена формация мергельно-известняковая (момотовская свита), незначительно перекрывающая на Петрищевском участке бореминскую свиту с полиметаллической минерализацией [27].

К **мезозойскому структурному этажу** относится формация угольно-алевро-глинистая (макаровская свита), локально развитая к юго-западу от Петрищевского участка и отчасти формация глинистых кор выветривания (поздний мел-палеоцен), обычно развитая на «головах» полиметаллических рудных тел и вмещающая окисные разновидности руд (на Токминском, Сухопитском и прочих проявлениях) [27].

Образования **кайнозойского структурного яруса** имеют локальное развитие на Морянихинской площади. К ним относятся формация бокситоносных глин (мурожнинская свита), локализованная в ряде карстовых

полостей на поверхности карбонатных пород (преимущественно), угольно-песчано-глинистая (бельская свита) и глинисто-песчаная аллювиальная (кирнаевская свита неогена) [27].

В структурно–тектоническом строении Морянихинской площади наиболее четко выделяется Каитьбинский синклинорий (площадью более 1000 км²), сложенный в ядерной части породами флишевой и флишоидной формаций (с элементами трахибазальтовой), а в крыльях – породами углеродисто-известняковой формации позднего рифея (широкинской серии). Падение пород в крыльях этой складки колеблется от 50 до 85°. Крылья синклинория осложнены линейными субпараллельными складками второго порядка (длиной 5-10 км при ширине 1-3 км), которые фиксируются по локальным выходам сухохребтинской свиты. Кроме того, в известняках горевской свиты развиты многочисленные мелкие линейные складки: десятки метров в поперечнике при длине в сотни метров [27].

Разломы, несомненно, формировались на каждом тектоническом этапе эволюции Морянихинской площади, однако расшифровке поддались только те из них, которые образовались в завершающей трети позднего рифея и более поздние – вплоть до четвертичного времени. Основной разновидностью позднерифейских разрывных нарушений являются надвиги [27].

Оперяющими по отношению к надвигам являются взбросо-надвиги, которые встречаются как в породах автохтона, так и в аллохтонах. Амплитуды горизонтального перемещения по ним совсем невелики: от сотен метров до километра. Два таких взбросо-надвига северного падения (с углами от 70 до 50°) установлены в Северной и Южной рудных зонах Токминского проявления полиметаллов [27].

Вдоль надвигов (и в меньшей степени взбросо-надвигов) в породах автохтона всегда существует зона вторичного расланцевания шириной от 100 до 1000 м, а для пород аллохтона характерна пришовная зона брекчирования. Обе эти зоны благоприятны для проникновения рудоносных гидротерм и именно в них локализовано большинство золоторудных месторождений Енисейского кряжа (в том числе расположенное рядом с Сухопитским участком Зырянское проявление золота). По отношению к полиметаллическим объектам Енисейского кряжа надвиги являются пострудными [27].

Взбросы имеют различную ориентировку: от северо-западной (генеральной для Енисейского кряжа) до северо-восточной и субширотной. Амплитуда вертикального смещения по ним колеблется от 50-100 м до 300-500 м. Швы этих субвертикальных или слабо наклонных взбросов очень узкие (10-50 см) и обычно представлены серией сближенных трещин с зеркалами скольжения (углеродисто-хлоритовыми пленками), а иногда заполнены углеродистой глиной. По отношению к полиметаллическому оруденению они являются пострудными [27].

3.4 Полезные ископаемые

На Морянихинской площади были выявлены пункты минерализации свинца, цинка и марганца, рудопроявления золота и серебра, марганца, свинца и цинка. Так же обнаружено месторождение алюминия [27].

3.4.1. Черные металлы

Из черных металлов в районе Морянихинской площади обнаружены проявления лишь марганцевых руд [13, с 56-63].

Марганец. *Таежное проявление* марганцевых руд расположено на водоразделе р.р. Бол. Пит и Широкой, в пределах Токминского участка. Оно обнаружено при ГСР-50 [26] и опойсковано площадной литогеохимией, шурфами и скважинами по сети 800-1100×50-200 м [19]. Длина тел по простиранию принята равной 300 м. Авторские ресурсы по кат. Р2 составили 844 тыс. т. Еще два пункта минерализации известны на левом берегу р. Бол.Пит. «Проявление» *Попугаиха* находится в 3 км ниже устья р. Каитьба. «Проявление» *Банное* находится напротив устья р. Каитьбы, в 300 м ниже устья руч. Банного. Здесь в двух пластах лимонитизированных углеродистых сланцев, разобщенных пачкой метаизвестняков (мощностью более 100 м) штурфным опробованием установлено повышенное содержание марганца: от 2,66 до 22,69% MnO [13, с 56-63].

3.4.2. Цветные и редкие металлы

Свинец и цинк. Полиметаллическое оруденение является доминирующим на площади и представлено 6 проявлениями и многочисленными пунктами минерализации, а также вторичными ореолами свинца и цинка. *Токминское проявление* [26; 19; 14; 28] Оно расположено в среднем течении р. Широкой (в 15 км выше ее впадения в р. Бол. Пит), при устье руч. Теплая Речка, на обоих склонах долины реки и в ее пойме. Ресурсы, апробированные ЦНИГРИ кат. Р1 в количестве 400 000 т цинка и 200 000 т свинца и кат. Р2 – 300 000 т цинка. *Сухопитское проявление* расположено на левобережье р. Сухой Пит (в 15 км выше ее устья), в истоке незначительного субширотного ручья, в 2 км выше его впадения в Сухой Пит. Оно выявлено при ГДП-50 [28]. Прогнозные ресурсы проявления кат Р1 оценены в 474 тыс. т цинка и 95 тыс т свинца. *Меркурихинское проявление* расположено в междуречье р.р. Меркуриха-1 и Меркуриха-2, в 12 км выше впадения Меркурихи в р. Татарку.[24]. *Морянихинское проявление* расположено к ЮВ от Анатолевского, на левом берегу р. Татарки, против устья р. Морянихи. [9,14] Здесь выявлены 5 субпараллельных рудных тел, залегающих конформно слоистости в пачке оползневых карбонатных брекчий. *Петрищевское проявление* расположено в правом борту р. Петрищевой, в 16 км

выше ее впадения в Ангару. «Проявление» свинца *Болотнинское* расположено на левом склоне одноименного ручья (левого притока р. Лев. Даугле, впадающей в Сухой Пит), в 13 км к ЮЮЗ от проявления Токминского [13, с 56-63].

Алюминий. *Среднетатарское месторождение* нефелиновых сиенитов расположено на левобережье р. Татарки, в 6 км к ЮВ от участка Петрищевского. Участок с запасами кат С1 в 160 млн. т руды разведан до глубины 240 м в ЮЗ части северного массива. Запасы кат С2 (по нынешним понятиям ресурсы кат Р1 и Р2) оценены в 3 млрд 970 млн т руды [13, с 56-63].

3.4.3. Благородные металлы

Благородные металлы представлены рудопроявлениями золота и серебра.

Золото. Золотое оруденение представлено двумя проявлениями (в ЮЗ обрамлении Морянихинской площади) и пунктом минерализации на Сухопитском участке. *Проявление Зыряновское* расположено в верховьях правых притоков р. Зырянки, в 10 км к ЮЮЗ от проявления Сухопитского.

Длина рудных тел от 120 до 700 м при максимальной длине по падению 250 м (до глубины 190 м). Ресурсы золота кат Р1 оценены в 8,7 т при сод. 1,07 т. По второму варианту подсчета они составили 2,44 т при сод. 2,26 г/т.

Проявление Южно-Зыряновское, обнаруженное в ходе опоискования Зыряновского рудного поля, находится в 5 км к югу от Зыряновского проявления. Он выявлен при вскрытии линией шурфов [24] контрастного ВГХО полиметаллов. Район данного ПМ рекомендован к опоискованию на золото и полиметаллы [13, с 56-63].

Серебро

Серебро является непременным спутником галенитового оруденения. Его значительные концентрации обнаружены на Сухопитском, Токминском, Морянихинском, Анатольевском и Меркурихинском проявлениях. Содержание серебра в сульфидных рудах колеблется в пределах 1-70 г/т. В окисных рудах серебро содержится в самородном виде. На эталонном Горевском месторождении его запасы оценены в 6,5 тыс. т при среднем содержании около 50 г/т [13, с 56-63].

3.4.4. Строительные материалы

В районе широко распространены естественные строительные материалы: граниты, мраморизованные известняки и галечно-гравийные смеси [13, с 56-63].

4 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА

Геологическая характеристика участка даётся в соответствии с геологической картой масштаба 1:25000 (Алеко, 2022), (Граф. прил. Б).

Геологическое строение рудного поля Сухопитского проявления относительно простое. В тектоническом отношении оно располагается на ЮЗ крыле Урарской синклинали [13, с 107-122].

Рудовмещающие породы - (вторая пачка иончихинской толщи) пачка метадоломитов переменной мощностью 50-270 м [13, с 107-122].

Подстилающие породы (первая пачка иончихинской толщи) – зеленоватые метапелиты хлорит-кварц-серицитового состава, иногда (в верхах разреза) углеродистые и насыщенные (до 50%) вкрапленностью тонкозернистого пирита. В них же на Северо-Западном участке проявления локализован ряд тел полиметаллических руд [13, с 107-122].

Перекрывающие (экранирующие) породы (третья пачка иончихинской толщи) - черные углеродистые метапелиты, иногда карбонатсодержащие, изредка вмещающие вкрапленные и полосчатые пиритовые руды с бедной свинцово-цинковой минерализацией [13, с 107-122].

4.1 Литолого-стратиграфическая характеристика вмещающих пород

В пределах Сухопитской площади обнажаются отложения двух формационных комплексов: Сухопитского (RF_1 - RF_2) вулканогенно-терригенно-сланцевого и Тунгусикского (Широкинского) (RF_3) вулканогенно-терригенно-карбонатного. Ниже приведем краткую характеристику сухопитских отложений, а наиболее подробно остановимся на позднерифейских образованиях Широкинского комплекса, являющихся рудоносными на свинец и цинк.

Сухопитский формационный комплекс. Сухопитский формационный комплекс по объему соответствует одноименной серии среднерифейских отложений (свиты Кординская, Горбилкокская, Тисской и Погорюйская), обнажающихся в юго-восточной части Сухопитского блока (северная половина листа О-46-55-Г и юго-западная часть О-46-55-В). Эта структура определяется также как Сухопитский антиклинорий и горст-антиклинорий [7, с 58-63].

В составе Сухопитского формационного комплекса выделяются три формации: карбонатно-терригенная, вулканогенно-сланцевая и песчано-сланцевая (аспидная) [7, с 58-63].

На площади наших работ карбонатно-терригенная формация, соответствующая Кординской свите, не обнажается. Поэтому она ниже не описывается [7, с 58-63].

Горбилкокская свита (вулканогенно-сланцевая формация). В составе свиты преобладают две группы пород — сланцы и вулканиты. Однозначно определяется лишь сланцевая составляющая. Что же касается вулканитов, то они

значительно изменены процессами метаморфизма и, в связи с этим, утратили многие свои первоначальные черты, что, хотя и значительно затрудняет их реставрацию, но не исключает ее полностью [7, с 58-63].

Сланцы формации темно-серые и зеленовато-серые глинистые и алевролитоглинистые, местами метаморфизованные до черных слабоуглеродистых филлитов. В подчиненном количестве (не более 20%) развиты глинистые алевролиты и кварциты, окрашенные в более светлые тона. Породы образуют пачки мощностью обычно в несколько десятков метров, характеризующиеся то неясной слоистостью, то тонким параллельным и прерывистым переслаиванием глинистых, алевролитоглинистых и глинисто-алевролитовых сланцев и кварцитов. Количество алевролитовой и кварцитовой составляющей к верхней части разреза формации уменьшается. Внутри слоев местами наблюдается плохо выраженная градационная слоистость, обусловленная некоторым увеличением крупности кварцевых зерен к подошве слоя. Алевролитовые слои часто нарушены поперечными трещинами кливажа течения, будинированы [7, с 58-63].

Вулканиты сложены в основном магнезиально-железистым хлоритом, серицитом, парагонитом и кварцем, находящимися в разных количественных взаимоотношениях. Хлорит наблюдается то в равных количествах с серицитом и парагонитом, то преобладает или подчинен им. Выделяются кварц-серицит(+парагонит)-хлоритовые, серицит (+ парагонит)-хлоритовые, кварц-хлорит-серицитовые (парагонит) и другие разности вулканитов. Нередко встречается темноцветная слюда (местами до 40%) и мусковит, образующие обычно порфиробласты. Темноцветная слюда большей частью или полностью замещена хлоритом или находится с ним в послонных срастаниях. Она определялась исследователями как биотит, и на этом основании считалось, что Горбиллокская свита наиболее метаморфизована [7, с 58-63].

В верхней части свиты устанавливается группа слоев с желвакообразными выделениями (2–4 мм) фосфатных пород (P_2O_5 до 2,24%). Повышенные содержания фосфора (до 0,4%) устанавливаются в других частях свиты [7, с 58-63].

Для разрезов характерна резкая фациальная изменчивость, связанная с изменением соотношений между вулканогенными и сланцевыми частями разрезов. Доля вулканитов возрастает с запада на восток и с юга на север в пределах Ангарского рудного района [7, с 58-63].

Общая мощность свиты составляет 1150–1260 м.

Тисская свита (песчано-сланцевая (аспидная) формация). Для нее характерно монотонное ритмичное или неупорядоченное переслаивание глинистых и алевролитоглинистых сланцев и филлитов с кремнистыми алевролитами и реже кварцевыми мелкозернистыми песчаниками. Для сланцев местами характерна примеси хлоритоида и доломита, а магнетит отсутствует. Эти породы по сравнению с нижележащими обогащены кремнеземом и окисью калия, но обеднены глиноземом и другими элементами. Отношение окисного железа к закисному соответствует образованию пород в средних зонах шельфа

на глубинах порядка 100–150 м. Соотношение глинистого и алевролитового материала в среднем примерно одинаковое во всех частях разреза. Текстуры пород параллельные, ровные, большей частью тонкослоистые [7, с 58-63].

Породы Тисской свиты прошли лучшую осадочную дифференциацию, чем Горбилкокской. Свита является наиболее однородной и фациально выдержанной в отложениях сухопитского комплекса. Мощность свиты различными исследователями оценивается в очень широких пределах, ввиду значительной изоклинальной складчатости. По-видимому, наиболее оптимальной является величина порядка 2 км [7, с 58-63].

Породы Горбилкокской и Тисской свит слагают около двух третей характеризуемой площади, образуя сплошные выходы по правобережью Сухого Пита и на юге участка, а также ряд изолированных выходов (преимущественно на водоразделах) на западе участка [7, с 58-63].

Одновременно с формированием месторождений морянихинского типа, связанных с биогермными постройками, в еще достаточно глубоководных прогибах накапливаются карбонатно-углеродистые отложения, несущие сингенетичную пиритовую минерализацию. Локальные впадины, перекрывающие биогермные постройки, и вмещающие углеродисто-терригенные фации с колчеданно-свинцово-цинковым оруденением (вертикальный ряд склонов) в прогибах сменяются кремнисто-сидеритовыми и силицитовыми фациями мелких впадин, вмещающих объекты горевского типа [7, с 58-63].

Морянихинская свита (вулканогенно-карбонатно-углеродисто-терригенная формация) под разными названиями выделялась несколькими исследователями в частности, Пономаревым В.Г. и Забировым Ю.А. (1988) она выделена как кремнисто-терригенно-карбонатная без указания на присутствие в ней вулканогенного материала [7, с 58-63].

Нижняя подсвита Морянихинской свиты (вулканогенно-терригенно-известняково-доломитовая субформация) представлена, главным образом, различными доломитами, включая их брекчиевидные разности и глинистыми сланцами, алевролитами. В качестве акцессорных пород местами развиты гравелиты, песчаники, карбонатные конгломерато-брекчии, нацело карбонатизированные туффиты и др [7, с 58-63].

Выше, в опорном разрезе, в районе р. Моряниха преобладают карбонатные породы, представленные железистыми доломитами, а в разрезах рек Ангара и Енисей (в пределах рудного района) широко развиты известняки.

Для разрезов верхней части подсвиты характерен карбонатно-сланцевый состав отложений. На этом интервале широко распространены два генетических типа: оползневые брекчии, тяготеющие к контакту с подстилающими турбидитами, и глинистые отложения, соответствующие тиховодной западинно-шельфовой обстановке [7, с 58-63].

Глинистые сланцы, венчающие разрез, петрографически близки цементу оползневых брекчий. Анализ распространенности оползневых отложений

указывает на то, что оползанию подвергались отложения на склонах локальных подводных поднятий [7, с 58-63].

Верхняя подсвета Морянихинской свиты (карбонатно-углеродисто-терригенная-субформация) в основании содержит обычно маломощные горизонты кварцевых конгломератов и гравелитов. Наиболее выдержанный элемент подсветы — тёмно-серые, реже черные глинистые, алевритоглинистые сланцы, содержание хлоритоид (в среднем около 10%). В своем развитии они тяготеют к нижней половине субформации [7, с 58-63].

Углеродисто-сланцевая часть подсветы сложена углеродистыми кварц-серицитовыми сланцами, отмечаются прослой алевритовых сланцев и седиментационно-диагенетических серицитолитов [7, с 58-63].

В составе отложений выделяется один обобщенный генетический тип отложений — углеродистые пиритоносные сланцы застойных пелагических обстановок осадконакопления и ассоциирующие с ними карбонатно-глинистые отложения. Единичные маломощные слои карбонатно-глинисто-алевритовых турбидитов соответствуют элементам инъективного режима осадконакопления.

Общая мощность подсветы составляет от 250 до 600 м [7, с 58-63].

Дмитриевым Г.А. (2019) отложения Морянихинской свиты в пределах Сухопитской площади объединены в иончихинскую толщу, относимую к Орловской серии, которая разделяется на нижеиончихинскую и среднеиончихинскую подтолщи [7, с 58-63].

Нижеиончихинская подтолща развита преимущественно в северной трети Сухопитской площади, где она расчленена на шесть литологических пачек (Дмитриев, 2019) из которых изучены три [7, с 58-63].

Первая (нижняя) пачка нижеиончихинской подтолщи слагает юго-западную часть участка и уходит за его пределы. По данным маршрутных исследований эта пачка сложена однотипными зеленовато-серыми метапелитами кварц (5–10%)-хлорит (5–80%)-серицитовыми (5–85%). Кварц пелитовой размерности (0,02–0,05 мм) образует слабо различимые полосы (сотые доли миллиметра) в хлорит-серицитовом микро-чешуйчатом агрегате (той же размерности), состав которого плавно меняется. Местами в ткани сланцев отмечаются мелкие (0,1 мм) порфиробласты биотита (до 2%). Среди них нередко встречаются красноватые участки гематитизации (по тем же сланцам) м

Вблизи рудных зон метапелиты нижней пачки часто содержат примесь углеродистого материала (5–20%) по микротрещинкам и вторичной сланцеватости, иногда анкеритизированы или сидеритизированы (рассеянные призматические зерна размером 0,05–0,2 мм и более в количестве 5–30%), а также пиритизированы. На Северо-Западном участке в этих зонах пиритизации локализованы и зонки прожилковой галенит-сфалеритовой минерализации — вплоть до промышленных руд [7, с 58-63].

Вторая пачка нижеиончихинской подтолщи является преимущественно карбонатной и вмещает основную массу полиметаллических руд Сухопитского проявления. В ее основании повсеместно выявлен горизонт осадочных брекчий, мощность которых варьирует от 0,5 м (скважина 924) до 30 м (скважина 904).

Брекчии сложены угловато-овальными обломками различного размера (от 0,3 мм до 2 см в количестве 40–70%), ориентированными длинными осями однотипно, по слоистости. В обломках преобладают подстилающие метапелиты кварц-серицитового состава, а также встречаются серицит-кварцевые металевропелиты, кварциты и жильный кварц. Цементирующей массой являются тонко-мелкозернистые метадоломиты, а иногда новообразованный агрегат кварц-пирит-анкеритового состава [7, с 58-63].

Выше залегают метадоломиты, среди которых различаются светло-серые, серые и темно-серые (углеродистые) разновидности, а по текстурным особенностям — отчетливо полосчатые и массивные. Полосчатость преимущественно обусловлена примесью углеродистого вещества, которое локализовано по микротрещинкам в доломитах в количестве от 0,1 до 10–15%, ширина полосок варьирует от 0,1 до 2 мм (иногда до 1 см). Углеродистое вещество развито в метадоломитах по первичной слоистости. Чередование указанных разновидностей происходит через 4–25 м. В нижней части пачки иногда встречаются линзы оползневых брекчий (мощностью 6–10 м), подобных базальным (скважины 904, 905, 929). В средней части второй пачки встречены единичные линзы черных углеродистых метапелитов (подобных мета-пелитам третьей, надрудной пачки). Они обычно невелики по мощности (3–10 м), но в скважине 930 достигают 25 м, а в скважине 907 — 40 м. При этом в скважине 901 (смежной со скважиной 907) такой горизонт отсутствует [7, с 58-63].

Важно отметить, что на безрудных участках проявления массивные и слоистые мета-доломиты не нарушены какой-либо значимой трещиноватостью или брекчированностью. Оруденелые мета-доломиты напротив интенсивно брекчированы, причем в обломках здесь наблюдаются исключительно сами доломиты. Цементом являются кварц-галенит-сфалерит-пирит-анкеритовые метасоматиты. Здесь же в изобилии развиты пострудные кварц-карбонатные и кварцевые прожилки, иногда содержащие вкрапленность сульфидов.

Мощность второй пачки в пределах рудного поля значительно варьирует: от 260 м на Центральном участке до 50–70 м на Северо-Западном участке. На Юго-Восточном участке эта пачка на полную мощность не перебурена, составляя предположительно около 300 м [7, с 58-63].

Третья (надрудная) пачка нижеиончихинской подтолщи слагает СВ часть рудного поля (простираясь на северо-запад), но на СЗ фланге поля меняет свое простирание на юго-западное. Низы этой пачки наиболее полно вскрыты скважиной 929 (на истинную мощность 120 м), верхи пересечены скважиной 908 на мощность около 260 м — однако полная мощность пачки не пересечена (по построениям она может достигать 500 м). В целом пачка выглядит очень однородной и сложена повсеместно черными углеродистыми метапелитами [7, с 58-63]. На контакте с оруденелыми метадоломитами в углеродистые метапелиты третьей пачки проникли отчасти (на мощность 1–3 м, по слоистости) сульфидные прожилки со сфалеритом и галенитом — до промышленных концентраций. На Северо-Западном участке из этих метапелитов иногда почти полностью вынесен — с останцами исходных углеродистых метапелитов), в результате чего стало

видно, что ткань сланцев почти полностью сложена микро-чешуйками (менее 0,01 мм) серицита (90–95%), но в ней есть маломощные (0,1–0,3 мм) регулярные полосы (через 1–4 мм) пирит-серицит-анкерит-кварцевого состава (зерна кварца 0,02–0,04 мм, пирит и анкерит 0,05–0,3 мм). Скважина 908, пройденная в 500 м от рудной зоны Центрального участка, пересекла в интервале 186,0–202,0 м субвертикальную зону вторичного рассланцевания в этих метапелитах, в которой локализованы галенит-сфалерит-пиритные прожилки. Среднее содержание цинка в этой зоне составило 1,3% при максимальном 2,44; содержание свинца незначительно (0,1%) [7, с 58-63].

Породы среднеиончихинской подтолщи откартированы в средней части Сухопитской площади в виде узкой (0,4–1,5 км) субмеридиональной полосы длиной около 6 км - в обрамлении тектонических покровов, сложенных породами сухопитской серии. Породы в пределах этой полосы подверглись помимо регионального зеленосланцевого метаморфизма еще и дислокационному метаморфизму. Особый интерес в составе подтолщи представляют вулканогенные образования [7, с 58-63].

Среди них преобладают метатуфы среднего (?) и кислого состава, среди которых встречаются метариолиты — то ли металавы, то ли субвулканические тела. Метатуфы среднего состава имеют зеленовато-серый цвет и линзовидно-слоистое строение, в слоях мощностью 0,5–3 см чередуются мелко- и тонкообломочные разности (от 1–2 до 0,1 мм). Метатуфы кислого состава светло-серые псаммито-псефитовые (от 0,6 до 20 мм) и на 80–85% состоят из обломков метафельзитов (кварцевого и серицит-кварцевого состава) и метариолит-порфиров, сцементированных чешуйчатым кварц-серицитовым агрегатом. Обломки имеют овальную, линзовидную, округлую или причудливую форму. Обломки метариолит-порфиров сложены микролейстами альбита и ксеноморфными зернами кварца [7, с 58-63].

Металавы риолитов состоят из основной массы серицит-кварцевого состава (серицит зеленоватый мелкочешуйчатый, кварц в изометричных зернах с извилистыми очертаниями [7, с 58-63].

4.2 Вулканические породы

Субвулканические образования на Сухопитском участке представлены мета-риолит-порфирами светло-серыми до желтоватых и розоватых, мелкозернистыми, преимущественно сланцеватыми, часто интенсивно окварцованными. Структура их реликтовая порфировая, обусловленная наличием вкрапленников кварца (7–10%) размером 0,2–0,4 мм (до 1 мм) и редких пелитизированных вкрапленников К-шпата в виде таблитчатых зерен размером 0,3–0,5 мм. Основная ткань сложена субпараллельными микро-чешуйками серицита (75%) в сростании с микрозернами кварца (0,01–0,03 мм). В результате окварцевания в породе есть кварцитовидные участки с размерами зерен 0,05–0,15 мм. В обрамлении развиты лавы в виде линзовидных тел метариолит-порфиров мощностью от 2 до 20 м, которые обычно локализованы согласно

слоистости вмещающих сланцев и карбонатов. По данным силикатного анализа метариолиты являются ультра-кислыми (SiO_2 79,5%) калиевыми (K_2O 3,1% при Na_2O 0,12%) умеренно глиноземистыми (Al_2O_3 10,75%) слабо железистыми (Fe_2O_3 3,5% при FeO <0,25%) низкотитанистыми (TiO_2 0,84%) и практически не содержат карбонатов [7, с 63].

Интрузивные образования на площади относятся к габбро-долеритовой формации, соответствующей токминскому и, возможно, ведужинскому комплексу [7, с 63].

Габбро-долеритовая формация характеризуется значительным разнообразием магматических пород дайкового комплекса в пределах Ангарского рудного района. Что касается Сухопитской площади нами они выявлены в виде небольших даек и тел. Согласно петрографическому описанию, габбро-долериты представлены полнокристаллической мелкозернистой разновидностью с офитовой структурой, массивной текстурой. Порода состоит из длиннопризматических лейст плагиоклаза, промежутки между которыми выполнены ксеноморфными зернами клинопироксена, роговой обманки, хлоритом и рудным минералом. Плагиоклаз удлиненно-призматической формы, альбитизирован и соответствует альбиту-олигоклазу. Темноцветные минералы замещаются вторичным желтовато-серым агрегатом гидроокислов железа, хлорита, эпидота, карбоната. Рудный минерал лейкоксенизирован и, вероятно, соответствует титаномагнетиту [7, с 63].

4.3 Структура рудного поля

Складчатые деформации характеризуется тремя этапами. Каждому этапу присущи свои морфологические особенности складок и, соответственно, свой структурный парагенезис. Первому, наиболее раннему этапу, отвечает образование подобных асимметричных складок с размахом крыльев до 10 км, нередко осложненных в рамках дополнительными структурами более высоких порядков. Осевые плоскости этих складок имеют субвертикальное падение с наклоном на юго-запад $60\text{--}80^\circ$ и ориентированы в северо-западном и юго-восточном направлении. Шарниры складок (F1) погружаются на юго-восток с азимутами $130\text{--}150^\circ$ и углами падения в пределах $30\text{--}50^\circ$ иногда достигая субвертикального погружения. Второй этап деформации представлен асимметричными флексуобразными пологими складками с размахом крыльев 10–20 м, возможно до первых сотен метров и глубиной 3–5 м и до первых десятков. Шарниры этого типа складок имеют азимуты $230\text{--}260^\circ$ и погружаются в юго-западном направлении с углами $70\text{--}80^\circ$. Со вторым этапом складкообразования связано развитие агрегативной линейности, выраженной в мелкой гофрированной (размер 5 см), повторяющей положение шарниров флексуобразных складок. Третий этап сопровождается образованием флексуобразных пологих складок (F3) с субгоризонтальными шарнирами, ориентированными по азимуту $310\text{--}340^\circ$ и падающими в северо-западном направлении под углами $20\text{--}40^\circ$ [7, с 64-65].

Разрывные нарушения. Прогнозная площадь разбита густой сетью разломов, ориентированных в северо-восточном, северо-западном, субширотном и реже субмеридиональном направлениях. Наиболее крупные разрывные нарушения выделяются по геологическим, геофизическим данным и материалам дешифрирования. Наиболее достоверными являются геологические признаки выделения. Основные из них - наличие зон трещиноватости, дробления, кливажа, будинирования, рассланцевания, милонитизации, катаклаза; проявления магматических пород и гидротермально-метасоматических образований. Разрывные нарушения на исследуемой территории выражены в виде широких и протяженных зон, представляющих серию сближенных, субпараллельно ориентированных трещин земной коры, проходящих через всю прогнозную площадь — придавая ей мозаично-блоковое строение. Ведущими являются северо-западные разломы, ориентированные параллельно основным складчатые структурам. Их роль была определяющей в формировании седиментационной структурно-формационной и региональной металлогенической зональности и пространственном размещении продуктов магматизма. Эти разломы, по-видимому, являются наиболее древними по времени заложения и неоднократно подновлявшимися в рифейское время. К ним приурочены линейные коры выветривания. Перемещения по ним носили взбросо-сдвиговый характер с амплитудами первые сотни метров, в редких случаях больше [7, с 64-65].

Поперечные северо-восточные и субширотные нарушения, по-видимому, были заложены синхронно с рифейским осадконакоплением. Они контролируют размещение фаций и формаций [7, с 64-65].

Особо необходимо остановиться на структурах типа надвигов, пользующихся широким распространением на границе отложений сухопитского и широкинского комплексов. На Сухопитской площади наличие надвигов сухопитского комплекса на широкинский, кроме геологических данных, подтверждается результатами геофизических исследований [7, с 64-65].

4.4 Краткая характеристика рудной минерализации и рудных тел.

Рудное поле Сухопитского проявления площадью около 2,5 км² находится на северо-западе одноименного участка, в истоках двух незначительных левых притоков р. Сухой Пит, в 2,5 км от реки. Оно было оконтурено предшественниками [28] по косвенным поисковым признакам, а в ходе отчетных работ изучено рядом методов. На первом этапе проведена электроразведка методом ВП-СЭП и магниторазведка по сети 200x50 м, а также литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния свинца, цинка и их спутников (всего на 20 элементов). Геофизические исследования не дали внятных результатов. Причины этого кроются в существенной заболоченности участка, в развитии мощных кор выветривания (до 200 м местами), а также в неверной ориентировке ряда профилей (вдоль простираения пород и рудных зон). Впрочем, в юго-восточной части рудного поля спорадически удалось проследить

линейную магнитную аномалию интенсивностью 20-100 нТл, которая совпала с выходом на поверхность рудной зоны [7, с 65-69].

Промышленное оруденение сконцентрировано на трех обособленных участках: Центральном, Юго-Восточном и Северо-Западном [7, с 65-69].

Геологическое строение рудного поля Сухопитского проявления относительно простое. В тектоническом отношении оно располагается на ЮЗ крыле Урарской синклинали, сложенном в пределах рудного поля тремя нижними пачками нижеиончихинской подтолщи, которые образуют две поперечные антиклинали меньшего порядка с погружением их шарниров на СВ под углами 50-60° к горизонту при падении крыльев на северо-восток, север и северо-запад под углами 60-85°. Складки пересечены взбросами СВ простирания с амплитудами вертикального смещения в несколько сот метров. Лентовидный выход смятых в складки трех нижних пачек нижеиончихинской подтолщи ограничен с северо-запада и юга тектоническими покровами, сложенными апотерригенными сланцами удерейской свиты. Восточное крыло южной антиклинали прорвано вышеописанным штоком метариолит-порфиоров [7, с 65-69].

Первая (нижняя) пачка нижеиончихинской подтолщи слагает юго-западную часть рудного поля и уходит за пределы Сухопитского участка. По данным маршрутных исследований эта пачка сложена однотипными зеленовато-серыми метапелитами кварц (5-10%)-хлорит (5-80%)-серицитовыми (5-85%). Кварц пелитовой размерности (0,02-0,05 мм) образует слабо различимые полоски (сотые доли мм) в хлорит-серицитовом микрочешуйчатом агрегате (той же размерности), состав которого плавно меняется. Местами в ткани сланцев отмечаются мелкие (0,1 мм) порфиробласты биотита (до 2%). Среди них нередко встречаются красноватые участки гематитизации (по тем же сланцам) [7, с 65-69].

В скважинах №№ 902, 903, 905, 910, 923, 924, 925, 928, 929 и 932, вскрывших верхи этой пачки (на мощность от 50 до 200 м), развиты преимущественно монотонные хлорит (5-20%)-кварц (8-30%)-серицитовые метапелиты с размером чешуй и зерен в пределах 0,01-0,05 мм, среди которых есть пачки (по 20-50 м) янослоистого строения, состоящие из ритмичного чередования темных серицитовых слойков мощностью 1-5 мм и светлых хлорит-серицит-кварцевых мощностью 0,2-0,8 мм. Иногда (в низах скв. 925) среди метапелитов развиты разрозненные прослойки (0,5-2 мм) метаалевропесчаников, состоящих на 50% из зерен кварца размером 0,03-0,12 мм и тонкогранолепидобластового цемента кварц-хлорит-серицитового состава. Поскольку в разных скважинах в верхах нижней пачки развиты то монотонные, то янослоистые метапелиты, можно сделать вывод о некотором размыве этой пачки – что подтверждается ее перекрытием горизонтом осадочных брекчий, принадлежащим второй пачке. Мощность нижней пачки весьма велика и оценена более чем в 1000 м [7, с 65-69].

Вблизи рудных зон метапелиты нижней пачки часто обуглерожены (на 5-20%) по микротрещинкам и вторичной сланцеватости, иногда анкеритизированы

или сидеритизированы (рассеянные призматические зерна размером 0,05-0,2 мм и более в количестве 5-30%), а также пиритизированы (в виде нитевидных прожилков или равномерной тонкой вкрапленности, достигающей в некоторых случаях 10-50% объема сланцев - в скв. 910). На Северо-Западном участке в этих зонах пиритизации локализованы и зонки прожилковой галенит-сфалеритовой минерализации – вплоть до промышленных руд (в соседстве с субвулканическими телами метариолит-порфиров – в скв. 910, 927 и 928) [7, с 65-69].

Вторая пачка нижеиончихинской подтолщи является преимущественно карбонатной и вмещает основную массу полиметаллических руд Сухопитского проявления. В ее основании повсеместно выявлен горизонт осадочных брекчий, мощность которых варьирует от 0,5 м (в скв. 924) до 30 м (в скв. 904). Брекчии сложены угловато-овальными обломками различного размера (от 0,3 мм до 2 см в количестве 40-70%), ориентированными длинными осями однотипно, по слоистости. В обломках преобладают подстилающие метапелиты кварц-серицитового состава, а также встречаются серицит-кварцевые метаалевропелиты, кварциты и жильный кварц. Цементирующей массой являются тонко-мелкозернистые метадоломиты, а иногда новообразованный агрегат кварц-пирит-анкеритового состава [7, с 65-69].

Выше залегают метадоломиты, среди которых различаются светло-серые, серые и темно-серые (углеродистые) разновидности, а по текстурным особенностям – неяснотонкополосчатые, отчетливо полосчатые и массивные. Полосчатость преимущественно обусловлена примесью углеродистого вещества, которое локализовано по микротрещинкам в доломитах в количестве от 0,1 до 10-15%, ширина полосок варьирует от 0,1 мм до 2 мм (иногда до 1 см). Предположительно обуглероженные полосы развиты в метадоломитах по первичной слоистости. Чередование указанных разновидностей происходит через 4-25 м. В нижней части пачки иногда встречаются линзы оползневых брекчий (мощностью 6-10 м), подобных базальным (в скважинах 904, 905, 929). В средней части второй пачки встречены единичные линзы черных углеродистых метапелитов (подобных метапелитам третьей, надрудной пачки). Они обычно невелики по мощности (3-10 м), но в скв. 930 достигают 25 м, а в скв. 907 – 40 м. При этом в скв. 901 (смежной с 907) такого горизонта вовсе нет [7, с 65-69].

Важно отметить, что на безрудных участках проявления массивные и слоистые метадоломиты не нарушены какой-либо значимой трещиноватостью или брекчированностью. Оруденелые метадоломиты напротив интенсивно брекчированы, причем в обломках здесь наблюдаются исключительно сами доломиты. Цементом этих доломитобрекчий являются новообразованные метасоматиты кварц-галенит-сфалерит-пирит-анкеритового состава. Здесь же в изобилии развиты пострудные кварц-карбонатные и кварцевые прожилки, иногда содержащие вкрапленность сульфидов (в том числе полиметаллических) [7, с 65-69].

Третья (надрудная) пачка нижнеиончихинской подтолщи составляет СВ часть рудного поля (простираясь на северо-запад), но на СЗ фланге поля меняет свое простирание на юго-западное. Низы этой пачки наиболее полно вскрыты скв. 929 (на истинную мощность 120 м), верхи пересечены скв. 908 на мощность около 260 м – однако полная мощность пачки не пересечена (по построениям она может достигать 500 м). В целом пачка выглядит очень однородной и сложена повсеместно черными углеродистыми метапелитами [7, с 65-69].

На контакте с оруденелыми метадоломитами в углеродистые метапелиты третьей пачки проникли отчасти (на мощность 1-3 м, по слоистости) сульфидные прожилки со сфалеритом и галенитом - до промышленных концентраций (в скв. 909). На Северо-Западном участке из этих метапелитов иногда почти полностью вынесен углерод (на мощность 50 м по скв. 910 и 150 м по скв. 931 – с останцами исходных черных метапелитов), в результате чего стало видно, что ткань сланцев почти нацело сложена микрочешуйками (менее 0,01 мм) серицита (90-95%), но в ней есть маломощные (0,1-0,3 мм) регулярные полосы (через 1-4 мм) пирит-серицит-анкерит-кварцевого состава (зерна кварца 0,02-0,04 мм, пирит и анкерит 0,05-0,3 мм). Скважина 908, пройденная в 500 м от рудной зоны Центрального участка, пересекла в интервале 186, 0-202,0 м субвертикальную зону вторичного рассланцевания в этих метапелитах, в которой локализованы галенит-сфалерит-пиритные прожилки. Среднее содержание цинка в этой зоне составило 1,3% при максимальном 2,44; содержание свинца незначительно (0,1%) [7, с 65-69].

Вблизи эрозионной поверхности породы и руды Сухопитского проявления затронуты выветриванием (в мел-палеоценовое время) с формированием профиля глин, а ниже – зоны щебнисто-глинистой дезинтеграции, часто с сохранением структурных особенностей субстрата. Мощность площадной зоны выветривания колеблется от первых метров до 20-50 м, но в некоторых случаях (на головах рудных тел, в зонах некоторых разломов) образует линейные «языки» глубиной до 100 м (по скв. №910) и даже 200 м (по скв. №902) [7, с 65-69].

Вертикальные амплитуды взбросо-сдвигов колеблются от 50 до 300-400 м, а углы падения сместителей от 90 до 80°. О горизонтальных амплитудах достоверных данных пока не получено. Значительную роль сыграл пострудный взбросо-сдвиг на Центральном участке, ограничивший распространение рудных тел южного блока на север. Продольные взбросо-сдвиги Северо-Западного участка обусловили появление нескольких субпараллельных рудных тел, являющихся, вероятно, тектоническими фрагментами некогда единой рудной залежи. На Юго-Восточном участке взбросо-сдвиги обеспечили небольшие поперечные смещения фрагментов рудной залежи. Однако разлом, пересеченный «безрудной» скв. 925, мог все же «спрятать» гипотетическое рудное тело, локализованное в средней части доломитовой пачки [7, с 65-69].

Описание вещественного состава руд приводится по данным предшественников [7, с 65-69].

Вещественный состав руд был изучен по 56 полированным шлифам, отобраным из сульфидных руд, вскрытых 7 скважинами. Для наблюдения оптических свойств рудных минералов использовался рудный микроскоп «Leika DMLP», бинокулярный микроскоп МБС – 10. Для определения некоторых элементов в составе рудных минералов применялся стандартный набор химических реактивов [13].

Наиболее часто в аншлифах отмечены пирит, сфалерит, галенит, редко - халькопирит, блеклая руда, арсенопирит, пирротин и марказит.

Пирит наиболее распространенный минерал руд. Его количество изменяется от ед.з. до 85%, отмечен во всех аншлифах. Встречается в двух генерациях [13].

Пирит I образует тонкую «сыпь» очень мелких вкраплений зерен во вмещающей породе, обычно идиоморфных с квадратными, прямоугольными, треугольными, шестиугольными, неправильной формы сечениями размером 0,01-0,07 мм. Зерна в разных аншлифах могут рассеиваться по площади аншлифа неравномерно и равномерно. Они кое-где собраны в цепочечные прожилки, предположительно по реликтовым плоскостям расщепления вмещающей породы. Часто развиты в сланцах кварц-серицитового состава, отмечены и в карбонатах [13].

Пирит II образует массивные трещиноватые зерна неправильной формы размером от 0,1 до 2-3 мм: идиоморфные с квадратными, прямоугольными, треугольными, ксеноформными сечениями; с изъеденными краями, с включениями нерудных минералов, галенита и сфалерита. Трещины в пирите выполнены кварцем, карбонатом, иногда сфалеритом, ксеноморфным галенитом, редко перетертым углисто-графитистым веществом. Края зерен корродированы галенитом, сфалеритом, включающими мелкие зерна пирита-1. В плохо раскристаллизованной массе пирита II иногда отмечаются неправильной формы выделения марказита размером не более 0,1 мм. Кое-где в пирите-2 заметно зональное строение, обусловленное чередованием в центре зерна плохо раскристаллизованной массы пирита с игольчатым (?) галенитом и более кристаллическим пиритом (обычно 2 зонки). Иногда в плохо раскристаллизованных зернах пирита наблюдаются реликтовые трещины спайности пирротина, что позволяет говорить о возможном привносе дополнительных серосодержащих растворов и дисульфидизации пирротина. Часто в идиоморфных зернах пирита-2 наблюдаются признаки перекристаллизации, что определено по нехарактерным для пирита анизотропным свойствам [13].

Сфалерит встречается часто, почти во всех аншлифах. Содержание его достигает 75% в отдельных аншлифах, но обычно составляет первые проценты (до 8%). Он развит в сростании с пиритом, галенитом, с нерудными минералами, выполняя трещины, межзерновые пространства среди зерен пирита, во вмещающей породе; нарастает на более крупные зерна, захватывает мелкие. Сфалерит I образует вкрапления и массивные сростания аллотриоморфных зерен неправильной, часто неправильно-округлой формы, а также интерстициальные

выделения. Аллотриоморфнозернистые сростания (также неправильной формы), «расползаясь» по породе, захватывают минералы вмещающей породы, более ранние вкрапления пирита. При травлении аншлифа в парах «царской водки» обнаружено пластинчатое двойниковое строение сфалерита-1. Ширина двойниковых пластинок не более 0,1мм. В пределах одного зерна они могут резко прерываться, иногда смещаться. Внутренние рефлексы этого сфалерита всегда светлые, буроватые, очень редко темно-бурые [13].

Сфалерит II обычно выполняет прожилки вместе с галенитом, кварцем и карбонатом. Также он образует неправильной формы вкрапления в межзерновых пространствах вмещающей породы, очень редко встречаются сечения идиоморфных зерен с вытянутыми треугольными сечениями зерен. Внутренние рефлексы сфалерита II светлые буроватые, желтоватые, иногда с зеленоватым оттенком, бесцветные. В некоторых зернах сфалерита наблюдается беспорядочные, эмульсионные структуры распада халькопирита, иногда упорядоченные «штрихи» халькопирита по трещинам спайности сфалерита. Значительно реже в нем встречается блеклая руда - в виде единичных, удлиненных телец распада по трещинам спайности [13].

Галенит отмечается не во всех аншлифах, но достаточно часто. Он образует ксеноморфные вкрапления, выделения в кварц-карбонатных, анкеритовых прожилках, во вмещающей породе, часто в сростании со сфалеритом, пиритом. Галенит также прерывисто выполняет тонкие, извилистые трещины. Микрозернистые выделения галенита оторачивают прожилки по границам с вмещающей породой. Еще галенит прерывисто, интерстициально выполняет трещины спайности анкерита. Форма зерен – неправильная, границы резкие, четкие; в самых крупных зернах наблюдаются треугольники выкрашивания [13].

Халькопирит обычно образует эмульсионный распад в зернах сфалерита. Самостоятельно выделения образует крайне редко: его мелкие вкрапления неправильной формы отмечены в доломите, а также по краю зерна сфалерита в виде короткой прерывистой каемки в сростании с блеклой рудой [13].

Блеклая руда обнаружена в 5-ти аншлифах, в сростании с халькопиритом, сфалеритом, галенитом. Она образует самостоятельные, кучные вкрапления зерен неправильной формы или выполняет интерстиции во вмещающей породе. Диагностирована по зеленоватому оттенку серого цвета, отражательной способности (сфалерит заметно менее отражающий, галенит отражает белее и сильнее) и внутренним рефлексам (у блеклой руды они темные, красновато-бурые, еле заметные, а у сфалерита рядом чуть желтоватые, светлые), а также отсутствием анизотропии. Требуется дополнительного изучения (Дмитриев, 2019).

Арсенопирит встречен в 2 аншлифах в виде мелкозернистых вкраплений в кварц-карбонатных прожилках [13].

Углеродисто-графитистые образования обычно представлены угловато-округлыми обломками неправильной формы, почти всегда рядом, а то и в сростании с сульфидами, которые зачастую нарастают на эти обломки. По структурному строению различаются два вида таких образований. Строение

обломков одного типа землистое, скрытокристаллическое, иногда с чешуйками или радиально-лучистого строения округлыми обособлениями графита. Обломки второго типа неправильной формы, угловатые, внутреннего строения не имеют, оптические свойства почти не проявлены; это скорее углистое вещество [13].

Вмещающие породы – разномерный анкеритит, сланцы пирит-углеродистые графитизированные, доломит тонкозернистый углеродистый анкеритизированный, рассланцованный. Породы часто брекчированные, разбиты серией различно ориентированных прожилков анкерита, анкеритизированного доломита, с кварцем и сульфидами. Карбонаты определены методом их окрашивания по Штеренбергу. Основными рудными минералами являются сфалерит, галенит, пирит. Общее содержание сульфидов по шлифам обычно первые %, не более 5-7%, со значительным преобладанием пирита [13].

Кварц-карбонатные прожилки многочисленны, как правило, разно ориентированные, прерывистые, иногда в виде линзовидных, неправильно-округлых образований с сульфидами [13].

5 ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ ПОРОД СУХОПИТСКОГО УЧАСТКА МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Цель изучения вмещающих пород и руд:

1. Изучение и подробное описание их вещественного состава;
2. Выявление рудных минералов и минеральных ассоциаций полиметаллического оруденения, определение их количественного соотношения и закономерностей выделения.
3. Установление взаимосвязи в распределении во вмещающих породах химических элементов и, в частности, рудной минерализации.

Задача изучения вмещающих пород и руд:

1. Привести подробное описание вещественного состава вмещающих пород и руд, заключающееся в полном микроскопическом изучении.

5.1 Фактический материал и методы исследования

Фактический материал представлен 5 шлифами, изготовленными из материала отобранного непосредственно на участке «Сухопитский». Образцы были отобраны на месте прохождения второй производственной практики, из имеющегося керна, полученного в ходе буровых работ организацией АО «Сибирское ПГО» в 2019 году. Образцы при поддержке сотрудников кафедры ГМиП были отправлены в город Новосибирск для изготовления шлифов. Все образцы пронумерованы.

Методы исследования заключаются в микроскопическом изучении вещественного состава вмещающих пород и руд. Микроскопическое изучение вмещающих пород происходит при помощи микроскопа «Axiskop 40 Pol/A Pol».

5.2 Петрография пород Сухопитского участка

Петрографическое описание приведено в виде таблиц с процентным содержанием каждого минерала и описанием микротекстур и микроструктур, а также с описанием прожилков и возможных процессов протекавших при образовании пород. Всего описано 5 шлифов.

Эпидот-серицитовый сланец сульфидизированный интенсивно окварцованный (образец №1).

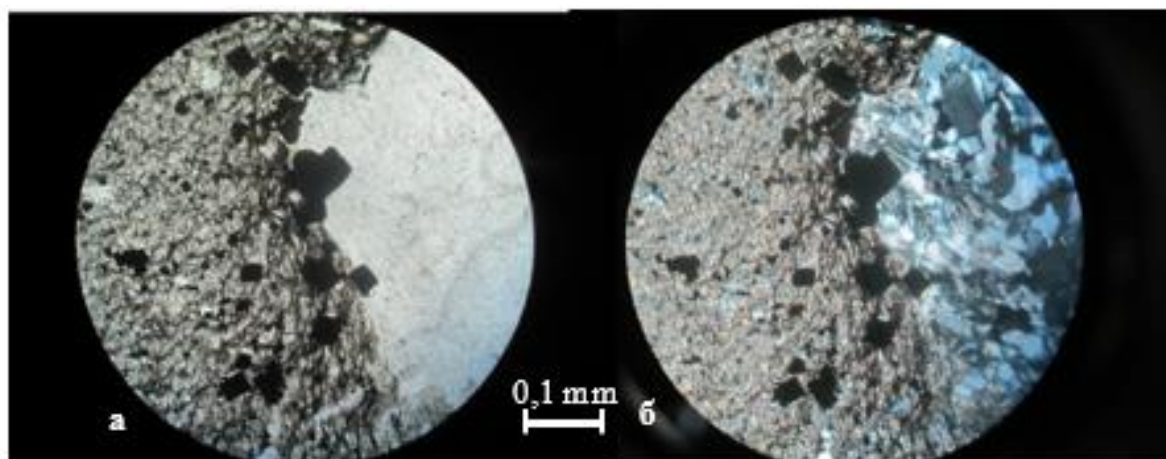
Микротекстура: неясно слоистая.

Микроструктура: лепидо-гранобластовая, в участках, обогащенных серицитом грано-лепидобластовая (в зависимости от количественного соотношения серицита эпидота и кварца).

Таблица 6.1 – Минеральный состав, %

Структурные части породы	Минералы
Основная масса (85-90 %)	Серицит 30-35% Карбонат 25-30% Кварц 25-30% Хлорит 5-10% Эпидот 3-5% Рудные минералы: сульфиды (пирит, арсенопирит), магнетит – 1-3%
Прожилки (10-15%)	Кварц 35-40% Карбонат (кальцит, доломит) 40-45% КПШ 5-10%

Соотношение минералов в различных участках шлифа разное. Карбонат и кварц частично вторичный. Процентное соотношение рассчитать довольно сложно из-за мельчайших зерен минералов.

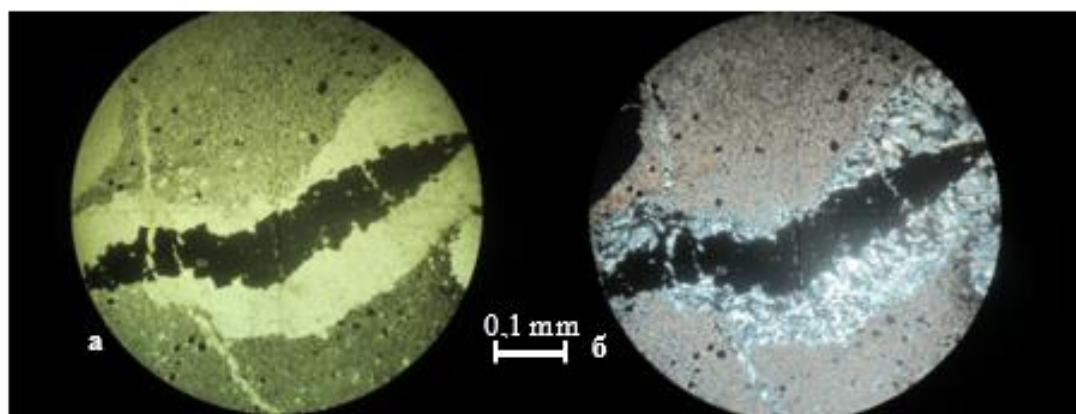


а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.1 – Образец №1. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Изометричные зерна пирита на контакте серицит-карбонатной основной массы и крупного кварцевого прожилка

Сульфиды распространены крайне неравномерно, участками их содержание достигает 15 %. В среднем составляя около 3-5%, сульфиды образуют идиоморфные и субидиоморфные выделения размером 0,01-0,2 мм, судя по форме поперечных сечений (квадратные, прямоугольные и треугольные) идиоморфные выделения представлены преимущественно пиритом, а ксеноморфные выделения пирротинном или сульфидами меди. Иногда наблюдаются линзовидные и неправильной форм скопления сульфидов длиной до 0,5 мм. Порода сечется гидротермальными прожилками кварцевого, карбонат-кварцевого и калишпат-карбонат-кварцевого состава мощностью от 0,1 до 2 мм (в раздувах до 10 мм) иногда в составе крупных кварцевых прожилков отмечаются неправильной формы участки сложенные тонко чешуйчатым

агрегатом хлорита или серицита, которые вероятно представляют фрагменты вмещающей породы. К некоторым участкам кварцевых прожилков приурочена обильная сульфидная минерализация (до 50%).



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.2 – Образец №1. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Крупное скопление рудных минералов в кварцевом прожилке.

Размер выделения минералов варьирует от 0,1 до 0,5 мм в зависимости от мощности прожилков. Наиболее поздними являются тончайшие (менее 0,01 мм) мономинеральные кальцитовые безрудные прожилки. Волнистое угасание кварца и его частичная грануляция указывает на то, что тектонические подвижки продолжались и после образования прожилков. Хлорит так же распространен крайне неравномерно, проявлен в виде скоплений в некоторых зонах шлифа. Карбонат и кварц зональный. КПШ пилитизированный с вростками пертитов.

Мраморизованный доломит слабо сульфидизированный, окварцованный (образец №2).

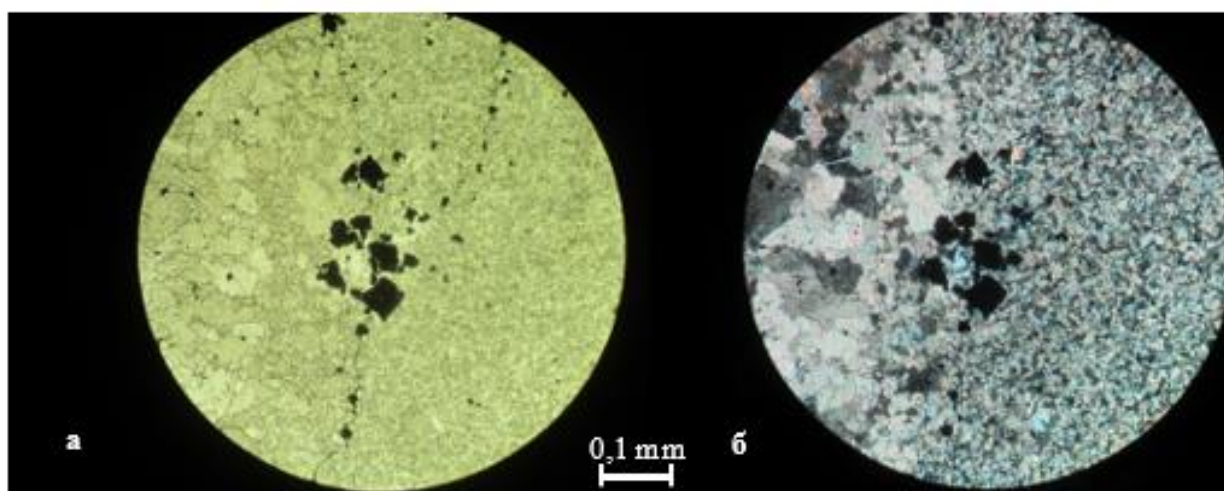
Микроструктура: Гетеро-гранобластовая, лепидо-гранобластовая, в участках, обогащенных серицитом grano-лепидобластовая (в зависимости от количественного соотношения серицита эпидота и кварца).

Микротекстура: Линзовидно-слоистая.

Таблица 6.2 – Минеральный состав, %

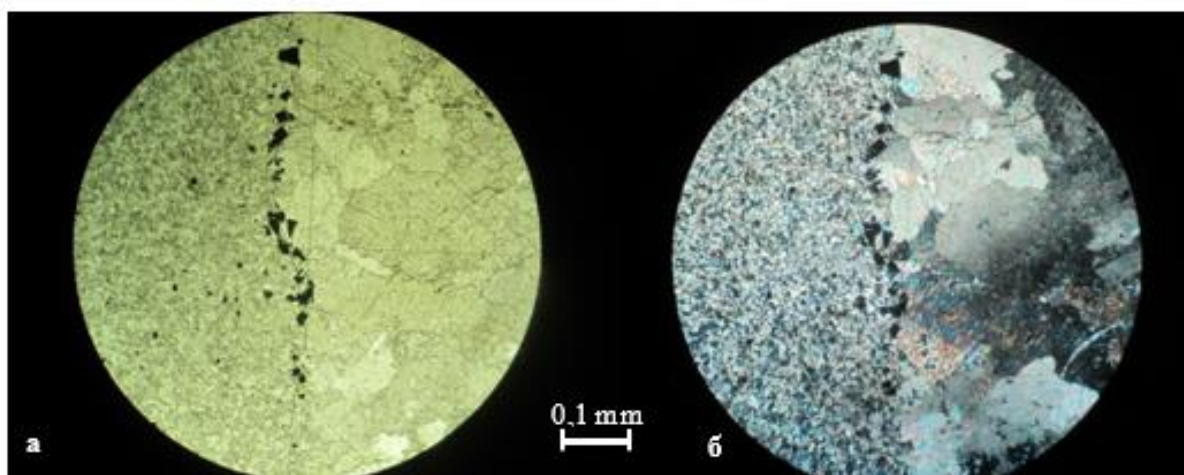
Структурные части породы	Минералы
Основная масса (80-85 %)	Эпидот 3-5% Кварц 5-10% Карбонат 80-85% Рудные минералы: сульфиды <1%
Прожилки (15-20%)	Кварц 40-45% Карбонат (кальцит, доломит) 50-55% Рудные минералы 3-5%

Порода слабо сульфидизирована содержание рассеянных в породе сульфидов не превышает 1%. Убогое сульфидное оруденение приурочено преимущественно к зальбандам некоторых наиболее крупных кварц карбонатных и карбонатно-кварцевых прожилков. Иногда неправильной формы скопление сульфидов судя по форме выделения - пирита 0,05-0,2 мм наблюдаются в основной массе породы. Мощность секущих гидротермальных прожилков 0,1-3,5 мм. Кварц в составе прожилков обладает неравномерным волнистым угасанием, что свидетельствует о тектонических движениях продолжавшихся после образования данных прожилков.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.3 – Образец №2. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Изометричные зерна пирита в основной карбонатной массе.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.4 – Образец №2. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Мелкие изометричные зерна пирита на контакте карбонатной основной массы и крупного кварц-карбонатного прожилка.

Серицит-карбонатный сланец, слабо сульфидизированный (образец №5).

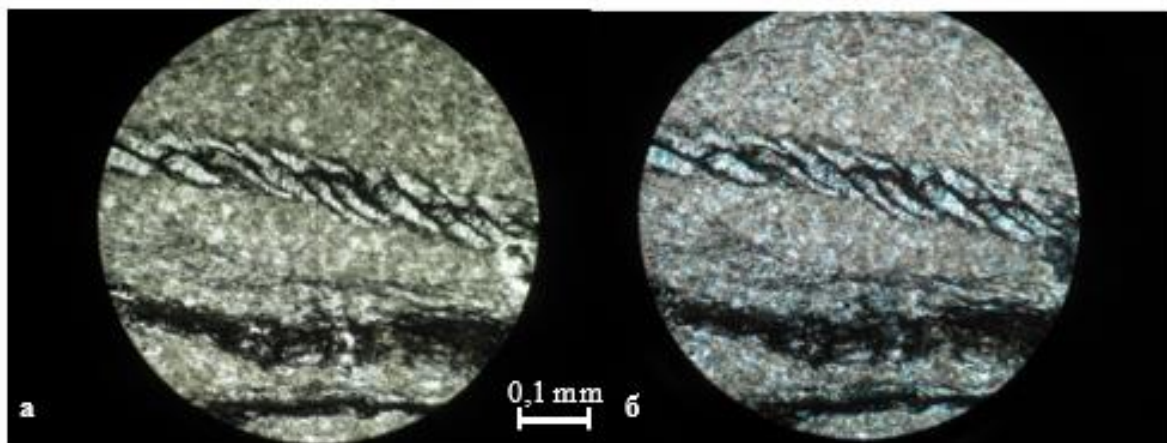
Микроструктура: Лепидо-гранобластовая

Микротекстура: Линзовидно слоистая и плейчатая.

Таблица 6.3 – Минеральный состав, %

Структурные части породы	Минералы
Основная масса (90-95 %)	Кварц 5-10% Серицит 15-20% Карбонат 70-75% Рудные минералы: сульфиды 1-3% Углеродистое вещество 1-3%
Прожилки (5-10%)	Кварц 20-25% Карбонат 75-80%

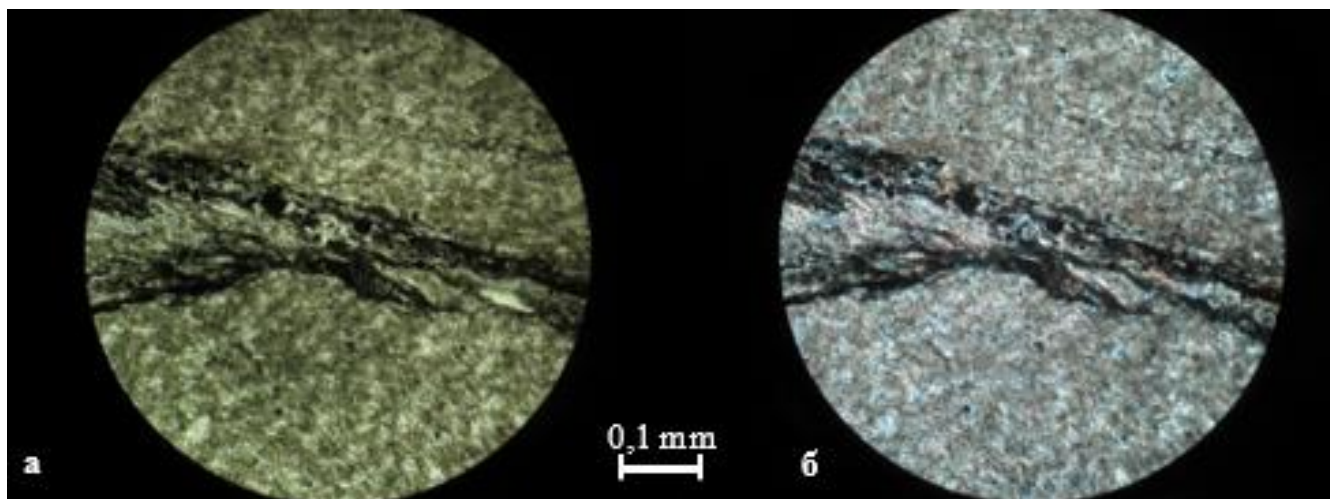
Размер выделения минералов не превышает 0.05 (очень тонкозернистая порода) в породе чередуются прослои и линзы существенно карбонатного состава и тонкие не выдержанные по мощности прослои (мощность 0,05 – 0,2 мм) сложенные преимущественно серицитом и тонко дисперсным углеродистым веществом. Углеродистое вещество распределено крайне неравномерно, образует тончайшие прерывистые прослои и линзы, ориентированные в целом параллельно слоистости. В некоторых слоях наблюдается плейчатость, секущая по отношению к слоистости. Серицит наблюдается в виде тончайших чешуек, неравномерно распределенных в массе карбонатного вещества. В основной ткани породы наблюдаются единичные мельчайшие зерна кварца. Порода слабо сульфидизирована, содержание сульфидов не превышает 0,5% от площади шлифа.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.5 – Образец №5. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Карбонатная основная масса, включающая в себя линзовидные прожилки серицита и тонкодисперсного углеродистого вещества.

Сульфиды наблюдаются в виде идиоморфных, субидиоморфных мелких выделений размерами 0,05 – 0,1 мм. Судя по форме выделений (квадратные и треугольные поперечные сечения в составе сульфидов преобладает пирит. Углеродисто-серицитовые прослои нередко существенно обогащены сульфидами (до 5-7%). В составе этих прослоев наблюдаются единичные зерна эпидота. Порода сечется прожилками кварц-карбонатного и карбонатного состава, большинство из которых безрудные. Мощность прожилков от 0,05 до 0,15 мм. Прожилки часто прерывистые, иногда сложно ветвятся.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.6 – Образец №5. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Карбонатная основная масса, включающая в себя плейчатые прослои серицита и углеродистого вещества

Мраморизованный доломит слабо сульфидизированный, окварцованный (образец №6).

Микроструктура Гетеро-гранобластовая.

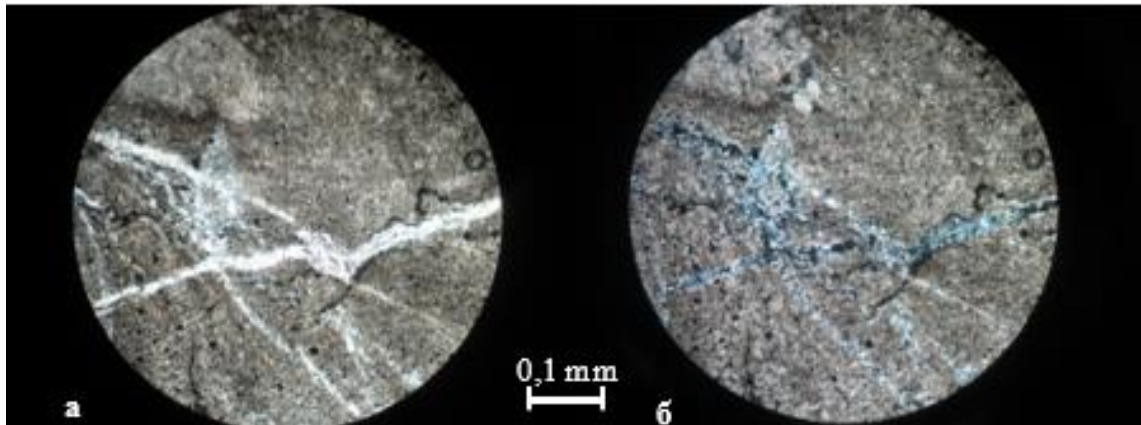
Микротекстура: Линзовидно-слоистая

Таблица 6.4– Минеральный состав, %

Структурные части породы	Минералы
Основная масса (90-95 %)	Кварц 3-5% Карбонат 90-95% Рудные минералы: сульфиды 3-5% Гидроокислы Fe 3-5% Биотит ед.з

Прожилки (10-15%)	Кварц 30-35% Карбонат 60-65% Рудные минералы: сульфиды 3-5% Гидроокислы Fe 1-3%
-------------------	--

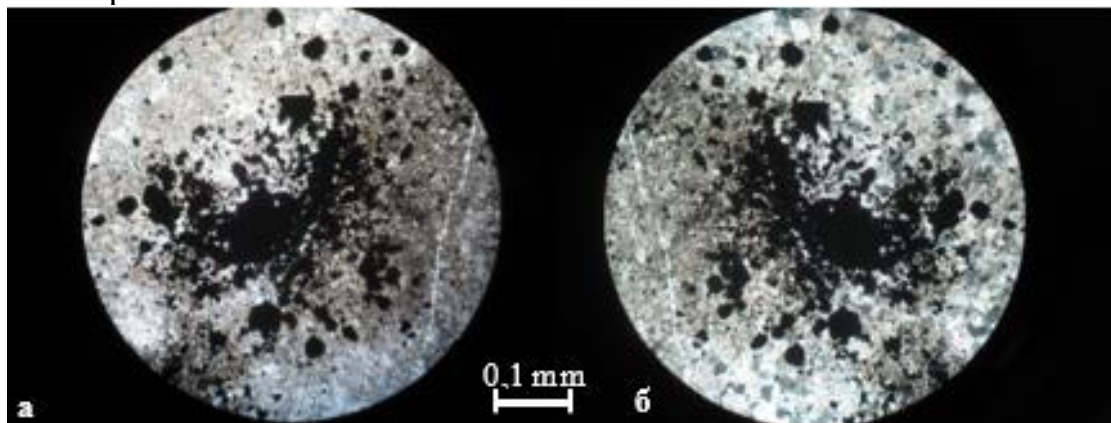
Размер выделения зерен от 0,05 до 0,5 мм. В породе наблюдаются единичные чешуйки биотита, длиной до 0,7 мм, интенсивно замещенного гидроксидами железа. Среднее содержание сульфидов в породе около 3-5%, но распределены они крайне неравномерно.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

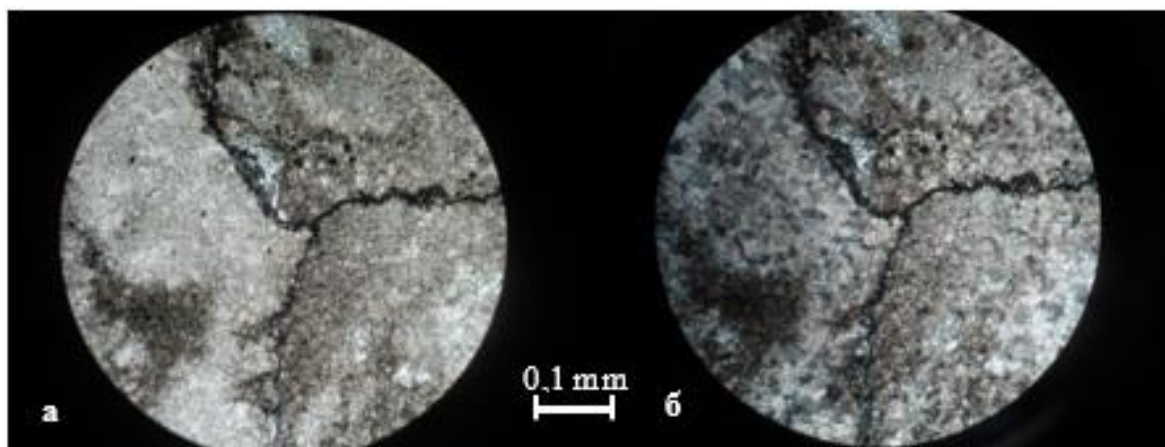
Рисунок 6.7 – Образец №6. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Пересекающиеся прожилки кварцевого состава в основной карбонатной массе

Чаще всего сульфиды образуют мелкие ксеноморфные, реже субидиоморфные и идиоморфные выделения размерами 0,01-0,1 мм, рассеянные в основной массе породы. Иногда наблюдаются скопления сульфидов неправильной формы длиной до 2 мм. Порода сечется прожилками кварц-карбонатного, и карбонатного состава. Мощность прожилков от 0,01 до 1 мм (в раздувах). В породе наблюдаются немногочисленные сильно ветвящиеся тонкие прожилки, практически мономинерального сульфидного состава. Мощность прожилков 0,01-0,1 мм. Сульфиды в составе некоторых прожилков интенсивно лимонитизированы.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.8 – Образец №6. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Скопление сульфидных вкрапленников в основной карбонатной массе



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.9 – Образец №6. Увеличение 20^x. Ширина поля зрения – $d_{пз} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Ветвящиеся тонкие мономинеральные сульфидные прожилки в карбонатной (доломитовой) основной массе

Метаморфизованная доломитовая порода (образец №8).

Микроструктура: тонкозернистый частично раскристаллизованный доломит интенсивно карбонатизированный окварцованный и сульфидизированный. Гетеро-гранобластовая.

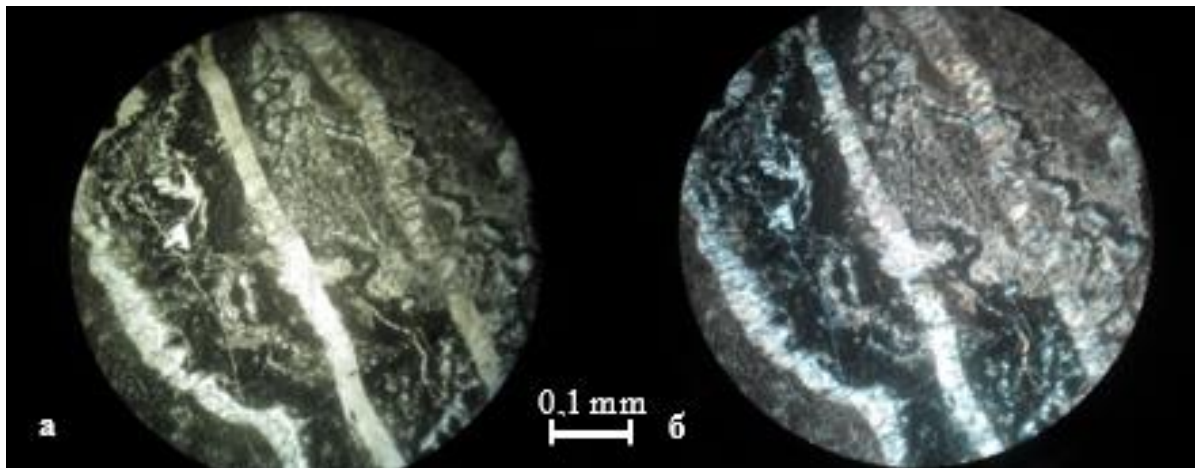
Микротекстура массивная с элементами линзовидно-слоистой. Реликтовая, линзовидно-слоистая.

Таблица 4.5 – Минеральный состав, %

Структурные части породы	Минералы
Основная масса (90-95 %)	Кварц 10-15% Карбонат 80-85 Рудные минералы: сульфиды 3-5%
Прожилки (5-10%)	Кварц 20-25% Карбонат 70-75% Рудные минералы 3-5%

Размер выделения минералов от 0,01 до 0,1 мм.

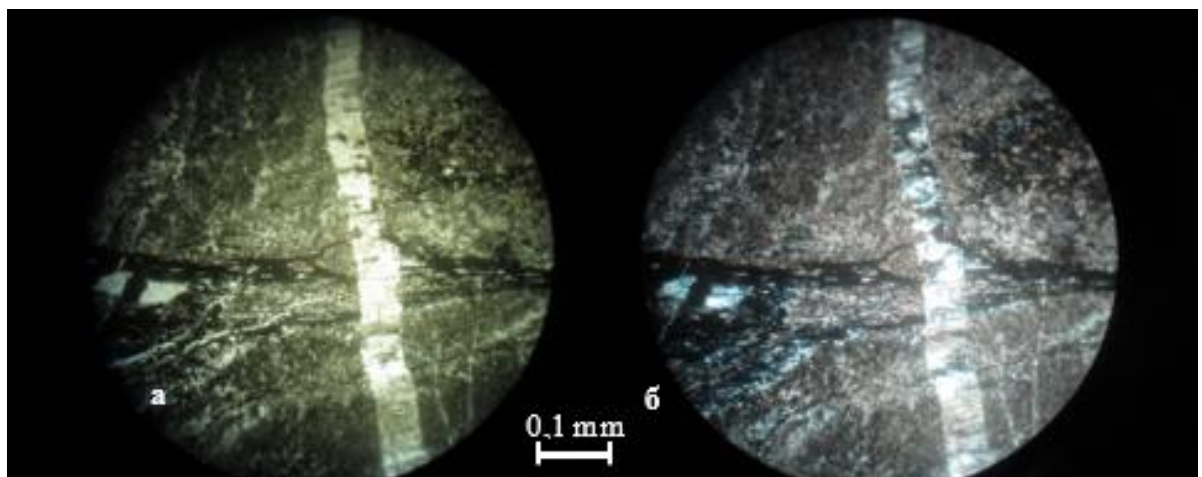
Основная масса карбонат (вероятно - доломит) – 90-95%, тонкодисперсное углеродистое вещество примерно 1%, сульфиды вероятно наложенные – около 3-5%.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

Рисунок 6.10 – Образец №8. Увеличение $20\times$. Ширина поля зрения – $d_{\text{пз}} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Кварц-карбонатные и кварцевые прожилки, обрамленные углеродистым веществом в карбонатной основной массе

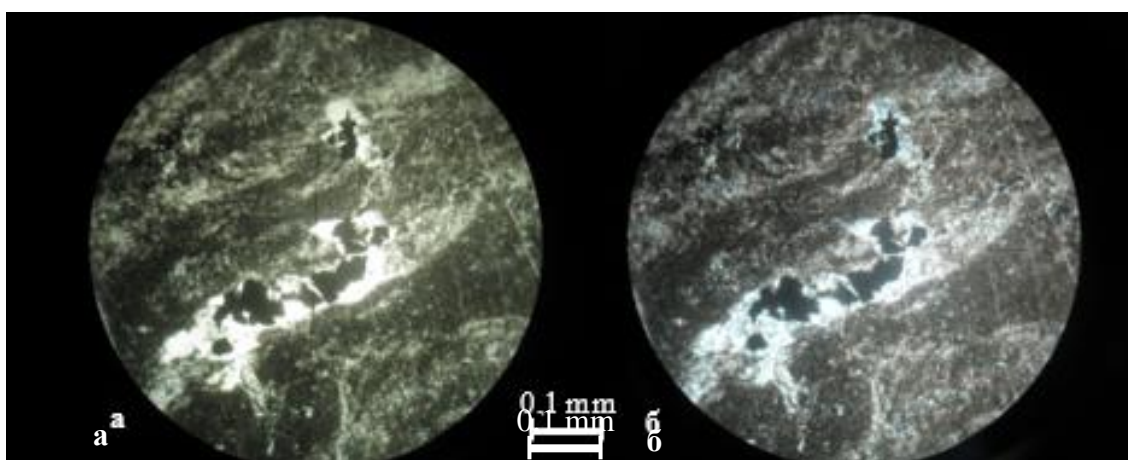
Карбонат наблюдается в виде субидiomорфных и ксеноморфных зерен, в составе основной массы рассеянные единичные зерна кварца размера до 0.1 мм частично вторичного, рудный минерал наблюдается в виде идиоморфных и субидiomорфных мелких включений преимущественно размерами 0,01-0,02 мм, некоторые рудные минералы имеют форму поперечного сечения в виде квадрата или треугольника (пирит). Рудный минерал распределен в основной массе крайне неравномерно его содержания варьируют в разных участках шлифа от 0,1 до 5%. Углеродистое вещество так же распределено неравномерно иногда скопления углеродистого вещества подчеркивают границы зерен карбоната.



а - без анализатора, б – при скрещенных николях

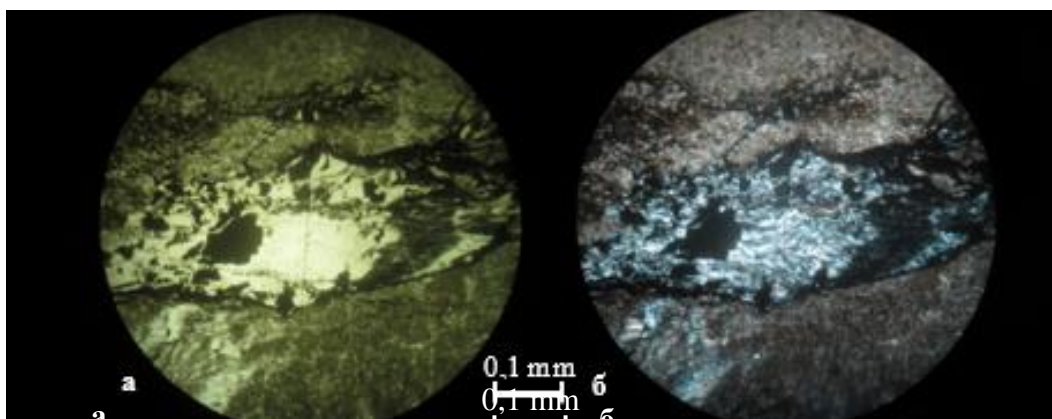
Рисунок 6.11 – Образец №8. Увеличение $20\times$. Ширина поля зрения – $d_{\text{пз}} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Пересечение разновременных кварц карбонатных прожилков в карбонатной основной массе включающие в себя сульфидную минерализацию

Порода сечется многочисленными гидротермальными прожилками карбонатного, кварц-карбонатного и карбонатно-кварцевого, реже кварцевого состава. Мощность прожилков от 0,01 до 1,5 мм (в раздувах). Прожилки, нередко не выдержанные по мощности, часто сложно ветвятся. Наиболее мощные прожилки нередко зональные в них наблюдается обильная сульфидная минерализация (от тончайшей вкрапленности до ксеноморфных выделений сульфидов и их скоплений размером до 0,5 мм в поперечнике). Содержание сульфидов в отдельных участках достигает 50% наблюдаются единичные мало мощные (менее 0,05 мм) мономинеральные сульфидные прожилки. Наиболее поздними являются практически безрудные прожилки кварц-карбонатного, карбонатно кварцевого и карбонатного состава. Многочисленные полисинтетически двойники (в прожилках кальцита).



а - без анализатора, б - при скрещенных николях

Рисунок 6.12 – Образец №8. Увеличение $20\times$. Ширина поля зрения – $d_{\text{пз}} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Кварцевый прожилок в основной карбонатной массе включающий в себя рудный минерал



а - без анализатора, б - при скрещенных николях

Рисунок 6.13 – Образец №8. Увеличение $20\times$. Ширина поля зрения – $d_{\text{пз}} = 1,14$ мм. Проходящий свет. Карбонатная основная масса, секущаяся кварц-карбонатным прожилком с включением зерен пирита

6 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ РАССЕЯНИЯ СУХОПИТСКОГО УЧАСТКА МОРЯНИХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Целью обработки данных литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния является выявление наиболее перспективных участков полиметаллического оруденения и установление их взаимосвязи с той или иной геологической обстановкой. Также немаловажной целью является выделение типоморфных ассоциаций элементов, являющихся индикаторами полиметаллического оруденения.

Задача заключается в статистической обработке результатов литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25 000 по сети 200х40 и 100х40, по результатам которых производится оконтуривание вторичных ореолов рассеяния свинца, цинка и элементов типоморфного комплекса (построение моноэлементных карт) для оценки рудоносности участка Сухопитского. Оценка рудоносности осуществляется путем подсчета прогнозных ресурсов Au по категории P₃ в пределах перспективных участков.

Фактическим материалом является база данных с результатами литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния участка Сухопитского 1:25 000 масштаба по сети 200х40 и 100х40 с результатами ICP-MS анализа (60 элементов).

6.1 Виды и методика работ

В этой главе подробно описывается методическая часть обработки геохимических данных.

6.1.1. Создание базы данных

Литохимические данные обрабатываются по результатам ICP-MS анализа. База данных состоит из: номера геохимического профиля, вдоль которого происходил отбор проб; координаты точек опробования по каждому профилю, на которых отбирались пробы; номер пробы, состоящий из специального кода обозначающего геохимические работы, номера профиля и номера точки опробования; характеристика пробы (рядовая и контрольная); описание места опробования; содержания элементов в каждой точке пробоотбора, определенные с помощью ICP-MS анализа (в г/т и в процентах). Предварительно необходимо преобразовать исходную базу данных в форму, удобную для восприятия (заменить все «неопределенные» значения).

6.1.2. Расчет основных статистических параметров

Основными статистическими параметрами являются: минимальное, максимальное и фоновое содержание элемента, а также стандартный множитель для элементов, распределенных согласно логнормальному закону. Основные статистические параметры необходимы для расчета аномальных содержаний (уровней) элементов и выявления типоморфных элементов полиметаллического оруденения [4, с 20].

Фоновое содержание элемента определяется по следующей формуле, согласно логнормальному закону распределения (для элементов с содержаниями в г/т) [4, с. 24]:

$$C_{\phi} = 10^{\log \bar{C}}, \quad (6.1)$$

где C_{ϕ} – фоновое содержание элемента;

\bar{C} - среднее содержание элемента.

Стандартный множитель определяется по следующей формуле [3, с. 14]:

$$\varepsilon = 10^{S \log} \quad (6.2)$$

где S - среднеквадратическое отклонение.

Аномальные значения, согласно логнормальному закону распределения, рассчитываются следующим образом [4, с. 24]:

$$C_{A,m} = C_{\phi} * \varepsilon^{\frac{3}{\sqrt{m}}}, \quad (6.3)$$

где $C_{A,m}$ – аномальное содержание элемента, согласно инструкции (m от 1 до 9);

C_{ϕ} – фоновое содержание элемента;

m – количество смежных аномальных точек (уровней);

ε – стандартный множитель;

S – среднеквадратическое отклонение.

Для элементов, распределенных согласно нормальному закону, фоновое содержание определяется как среднее арифметическое [4]:

$$C_{\phi} = \frac{\sum C_i}{n}, \quad (6.4)$$

где C_i – содержание элемента в точке опробования;

n – количество точек опробования.

Аномальные значения (уровни) для них рассчитываются по формуле [4]:

$$C_{A,m} = C_{\phi} + \frac{3}{\sqrt{m}} * S, \quad (6.5)$$

где C_f – фоновое содержание элемента;
 m – количество смежных аномальных точек, согласно инструкции (от 1 до 9);
 S – среднее квадратическое отклонение.

6.1.3. Расчет коэффициентов корреляции

Коэффициенты корреляции рассчитываются для проверки наличия статистической связи между значениями (содержаниями) двух и более элементов типоморфного комплекса, в частности между свинцом, цинком и элементами-спутниками. Минимальный объем выборки для наиболее достоверной оценки корреляционной связи составляет не менее 100 значений.

6.1.4. Расчет мультипликативного показателя

Геохимические аномалии большинства рудных элементов являются слабоконтрастными. Для увеличения их контрастности необходимо перемножить содержания m элементов типоморфного комплекса. В слабоконтрастных аномалиях превышения содержаний отдельных элементов относительно их фона соизмеримы между собой, соответственно амплитуда мультипликативной аномалии возрастает примерно в m раз. Стандартное отклонение и контрастность данной аномалии увеличивается в \sqrt{m} раз. Таким образом, контрастность мультипликативной аномалии возрастает в \sqrt{mn} раз относительно контрастности исходных моноэлементных аномалий, это указывает на возможное усиление слабоконтрастной аномалии при независимости случайных помех [4, с. 144]:

$$\gamma^* = \gamma_0 \cdot \sqrt{mn}, \quad (6.6)$$

где γ^* – показатель контрастности мультипликативной аномалии;
 γ_0 – показатель контрастности моноэлементных аномалий.

Расчет показателя производится путем перемножения содержаний элементов типоморфного комплекса в каждой точке опробования. Аномальность мультипликативного показателя рассчитывается по формуле (5.4) и (5.6).

6.1.5. Расчет комплексного показателя

Комплексный показатель помогает выделить перспективные участки обнаружения полиметаллического оруденения по элементам спутникам. Выделение происходит по вторичным ореолам рассеяния элементов типоморфного комплекса, а также элементам-индикаторам оруденения. Расчет

комплексного показателя осуществляется отдельно для каждого элемента по следующей формуле, после чего происходит их суммирование [4, с. 144]:

$$\gamma^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\log C_{ji} - \log C_{j\phi}}{S} \right)^2, \quad (6.7)$$

где C_{ji} – содержание j -го элемента в i -ой точке;

$C_{j\phi}$ – среднее содержание j -го элемента;

S – среднее квадратическое отклонение.

Для расчета комплексного показателя брались только положительные значения разности логарифмов содержаний. Полученные отрицательные значения заменялись на 0. Аномальность показателя рассчитывалась в соответствии с таблицей «Значение критерия Пирсона».

6.1.6. Построение моноэлементных и мультипликативных карт элементов типоморфных комплексов

Построение моноэлементных и мультипликативных карт производится в программе «Surfer». Исходные данные для построения карт располагаются в базе данных, на основании которой, предварительно, строится регулярная сетка, отличающаяся от сети опробования. Для корректного построения геохимических аномалий и снижения порога их обнаружения необходимо предварительно определить фоновые и аномальные значения для каждого элемента.

Построение карт осуществляется через команду «Grid – Data». Первоначально создается «.grd» файл, который содержит в себе регулярную сетку. Метод построения сетки – Kriging, параметры эллипса поиска по сети 200x40: R_1 – 600 (захват 3 профилей), R_2 – 200 (захват 5 точек опробования), ориентировка длинной оси эллипса (угол наклона) – 110 (профиля ориентированы с запада на восток). По сети 100x40 применяются следующие параметры эллипса поиска: R_1 – 300 (захват 3 профилей), R_2 – 200 (захват 5 точек опробования), ориентировка длинной оси эллипса (угол наклона) – 110 (профиля ориентированы с запада на восток). После того как сеточный файл построен переходим к построению контурной карты, для этого выполняем команды: «File – New – Plot» и «Map – New – Contour Map». На отстроенных картах отображаем предварительно рассчитанные аномальные содержания (три наиболее контрастных и распространенных по участку уровня) по соответствующим элементам [13]. Мультипликативные карты отстраиваются аналогичным способом.

6.1.7. Построение карт комплексного показателя

Карты комплексного показателя отстраиваются аналогичным образом, также как и моноэлементные. Для построение аномальных значений комплексного показателя необходимо, предварительно, определить число

степеней свободы (f), которое равняется количеству (n) комплексируемых элементов. За счет усреднения убирается одна степень свободы, тогда $f = n - 1$. Карта строится по двум аномальным значениям, которые определяются по таблице «Значения критерия Пирсона», в соответствии с таблицей 6.1. Значения аномальных уровней берутся на основании рассчитанного числа степеней свободы и двух уровней значимости $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,01$ [4, с. 144].

Таблица 6.1 – Значения критерия Пирсона

f	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	f	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
1	3,841	6,635	11	19,675	24,725
2	5,991	9,210	12	21,026	26,217
3	7,815	11,341	13	22,362	27,688
4	9,488	13,277	14	23,685	29,141
5	11,070	15,086	15	24,996	30,578
6	12,592	16,812	16	26,296	32,000
7	14,067	18,475	17	27,587	33,409
8	15,507	20,090	18	28,869	34,805
9	16,919	21,666	19	30,144	36,191
10	18,307	23,209	20	31,410	37,566

6.1.8. Расчет прогнозных ресурсов по категории P_3

Итогом построения и интерпретации вторичных геохимических ореолов является расчет прогнозных ресурсов по категории P_3 , что является итогом оценки рудоносности участка. Прогнозные ресурсы по категории P_3 рассчитываются по следующей формуле [4, с. 33]:

$$Q_H = \frac{1}{k} * \frac{P}{40} * H, \quad (6.8)$$

где Q_H – прогнозные ресурсы, т, на глубину H , м;

k – коэффициент остаточной продуктивности (принимается за 1);

P – площадная продуктивность, $m^2\%$.

Площадная продуктивность рассчитывается по следующей формуле [3, с. 30]:

$$P = L \sum_{j=1}^m M_j, \quad (6.9)$$

где L – расстояние между профилю, м;

M_j – линейная продуктивность по j -му профилю, $m\%$.

Линейная продуктивность по профилю рассчитывается по формуле (5.10).

6.2. Результаты геохимической съемки 1:25000 масштаба

В начале главы рассматриваются результаты обработки данных литохимической съемки по сети 200х40. Далее для повышения контрастности аномалий строятся карты мультипликативного показателя, а для обнаружения перспективных участков полиметаллической минерализации строятся карты комплексного показателя.

6.2.1. Основные параметры распределения элементов в рыхлых отложениях Сухопитского участка по сети 200х40

Для выявления вторичных ореолов рассеяния проведена статистическая обработка данных спектрометрического анализа 2028 проб. В таблице 6.2, приведены основные параметры распределения свинца и цинка, а также рудных элементов (серебро, мышьяк, барий, кадмий, кобальт, медь, молибден, никель, олово, вольфрам) на участке Сухопитском Морянихинской площади, полученные в результате литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния, сети 200х40.

Таблица 6.2 – Основные параметры распределения элементов для сети 200х40

Элементы	Минимальное значение	Максимальное значение	Фон (ср. геометр.)	Стандартный множитель	Кол-во проб
Ag, г/т	0,001	3,52	0,123	3,13	2028
As, г/т	0,5	681	13,5	2,11	2028
Ba, г/т	151	1370	479	1,18	2028
Cd, г/т	0,01	3,41	0,1	1,87	2028
Co, г/т	1,9	73,3	11,6	1,51	2028
Cu, г/т	7,2	1780	21,9	1,37	2028
Mo, г/т	0,36	407	2,16	1,89	2028
Ni, г/т	5,1	131	24,87	1,33	2028
Pb, г/т	7,3	7110	30,44	2,3	2028
Sn, г/т	0,8	6,4	2,298	1,15	2028
W, г/т	0,5	5,3	1,472	1,23	2028
Zn, г/т	12	4640	71,49	1,63	2028

6.2.2. Расчет коэффициентов корреляции между свинцом, цинком и элементами-спутниками во вторичных ореолах рассеяния

Оценка корреляционной связи во вторичных ореолах рассеяния между свинцом и цинком и приведенными в таблице 6.2 элементами проведена в программе Excel. Значимые положительные связи наблюдаются между свинцом и цинком, а также серебром, мышьяком, кадмием и медью. Значения парных коэффициентов корреляции этих элементов приведена в таблицах 6.3 и 6.4.

Таблица 6.3 – Корреляционная матрица элементов (в величинах).

	Pb	Zn	Ag	As	Cd	Cu
Pb	1,00	0,80	0,49	0,22	0,33	0,28
Zn		1,00	0,46	0,13	0,62	0,28
Ag			1,00	0,17	0,26	0,25
As				1,00	0,11	0,22
Cd					1,00	0,21
Cu						1,00

В результате расчетов между Pb-Zn (0,80) выявлена сильная прямая корреляционная связь, между Zn-Cd (0,62) присутствует средняя прямая корреляционная связь, слабые корреляционные связи между Pb-Ag (0,49), Pb-Cd (0,33), Zn-Ag (0,46). Это говорит о том, что во вторичных ореолах рассеяния Pb-Zn имеют тесную связь, Zn-Cd так же тесно связаны, Pb-Ag, Pb-Cd, Zn-Ag имеют незначительную связь.

Таблица 6.4 – Корреляционная матрица (в логарифмах).

	Pb	Zn	Ag	As	Cd	Cu
Pb	1,00	0,47	0,40	0,48	0,17	0,29
Zn		1,00	0,47	0,30	0,65	0,32
Ag			1,00	0,33	0,16	0,23
As				1,00	0,19	0,41
Cd					1,00	0,22
Cu						1,00

Исходные значения были переведены в десятичные логарифмы и с получившимися значениями были произведены те же действия, что и с исходными значениями. В результате были так же выявлены слабые корреляционные связи между Pb-Ag (0,40), Pb-As (0,48), Pb-Zn (0,47), Zn-As (0,30), Zn-Cu (0,32), As-Cu (0,41). Это подтверждает наличие между Zn-Cd (0,62) средней прямой корреляционной связи, а также слабых корреляционных связей между Pb-Ag.

6.2.3. Обработка геохимических данных Сухопитского участка по сети 200x40 м

Обработка геохимических данных производится по элементам-спутникам Pb, Zn оруденения. По выбранным элементам были построены моноэлементные карты в результате со схемой опробования.

Параметры эллипса поиска: $R_1 - 600$, $R_2 - 200$, угол наклона – 110, minimum number of data in all sectors – 8. Карты были отстроены из сеточных (grid) файлов.

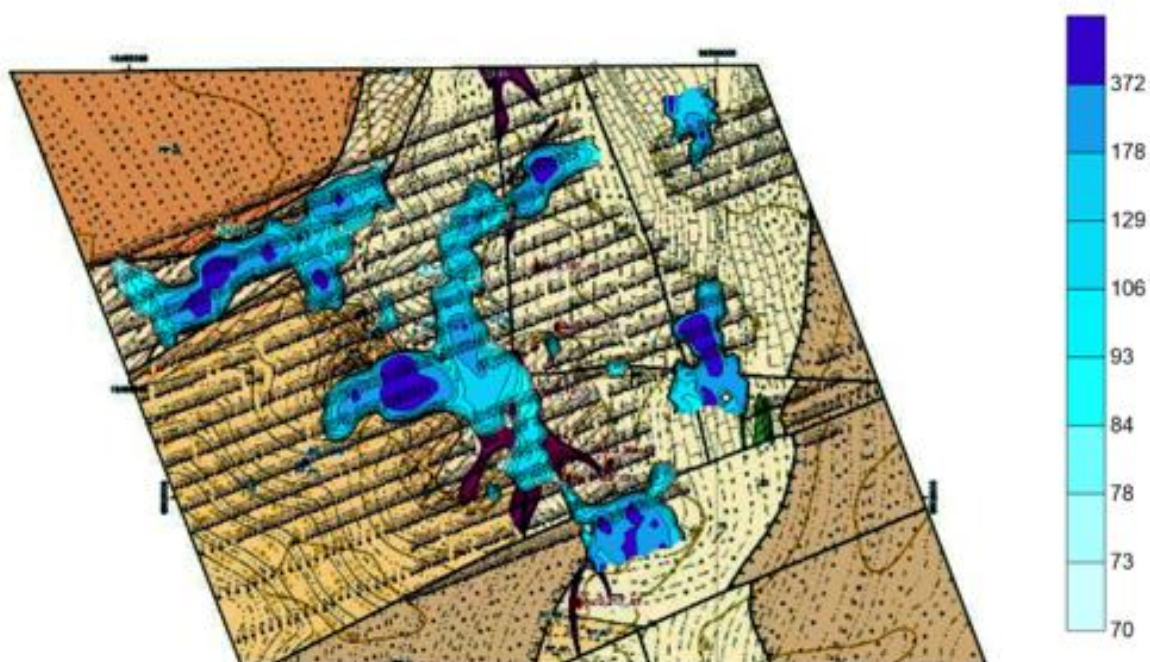


Рисунок 6.1 – Моноэлементная карта Pb по сети 200x40

Аномалии Pb выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 372$, $C_{a2} - 178$, $C_{a3} - 129$, $C_{a4} - 106$, $C_{a5} - 93$, $C_{a6} - 84$, $C_{a7} - 78$, $C_{a8} - 73$, $C_{a9} - 70$.

Геохимические аномалии Pb концентрируются на всей площади перспективного участка «северный» (на левом и правом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям. Так же наблюдается крупная вытянутая аномалия расположенная субмеридианально в центральной части перспективного участка «центральный» приуроченная к контакту известняков морянихинской свиты и риолитов, приуроченность к разрывным нарушениям не наблюдается. Так же в северной части Сухопитского участка выявлены мелкие профильные аномалии.

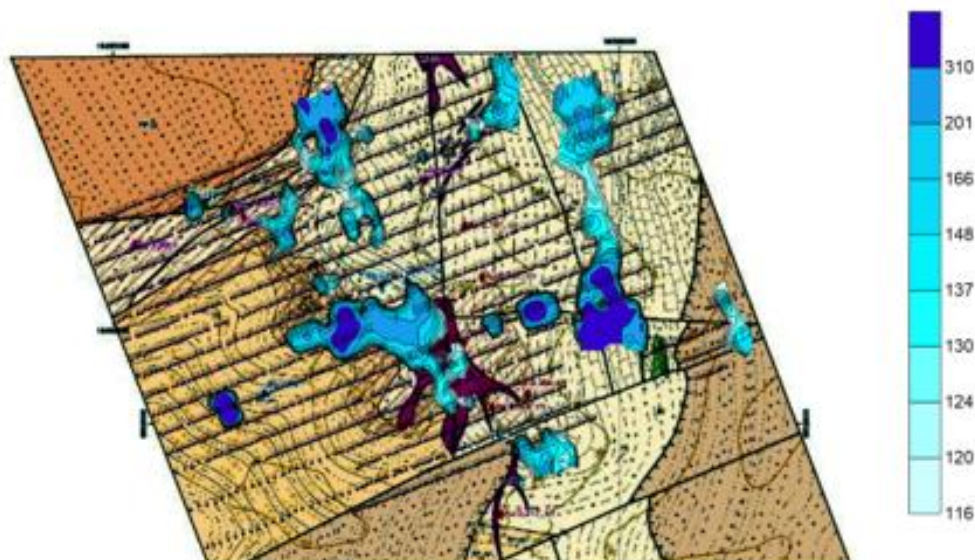


Рисунок 6.2 – Моноэлементная карта Zn по сети 200x40 м

Аномалии Zn выделены по следующим уровням: C_{a1} – 310, C_{a2} – 201, C_{a3} – 166, C_{a4} – 148, C_{a5} – 1137, C_{a6} – 130, C_{a7} – 124, C_{a8} – 120, C_{a9} – 116.

Геохимические аномалии Zn концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом и правом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты. Так же прослеживаются аномалии в центральной части перспективного участка «центральный» изометричной формы приуроченные к контакту риолитов и известняков морянихинской свиты. Так же в северной части Сухопитского участка выявлены мелкие высококонтрастные профильные аномалии, не имеющие практического интереса.

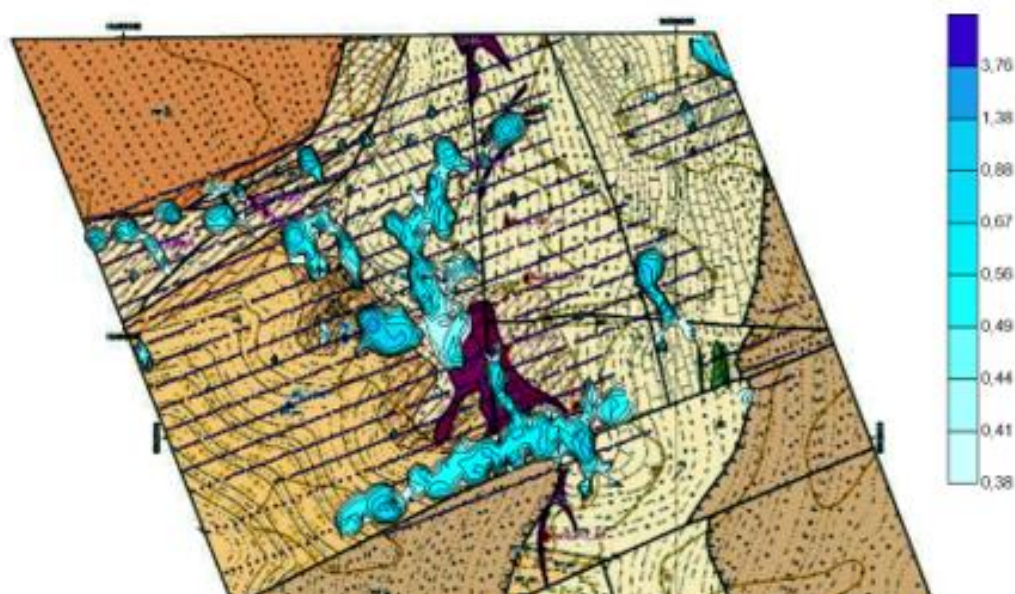


Рисунок 6.3 – Моноэлементная карта Ag по сети 200x40 м

Аномалии Ag выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 3,76$, $C_{a2} - 1,38$, $C_{a3} - 0,88$, $C_{a4} - 0,67$, $C_{a5} - 0,56$, $C_{a6} - 0,49$, $C_{a7} - 0,44$, $C_{a8} - 0,41$, $C_{a9} - 0,38$.

Крупные низкоконтрастные геохимические аномалии Ag концентрируются в южной и центральной частях перспективного участка «центральный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты на контакте с риолитовыми породами. Южные аномалии тяготеют к субширотным разрывным нарушениям.

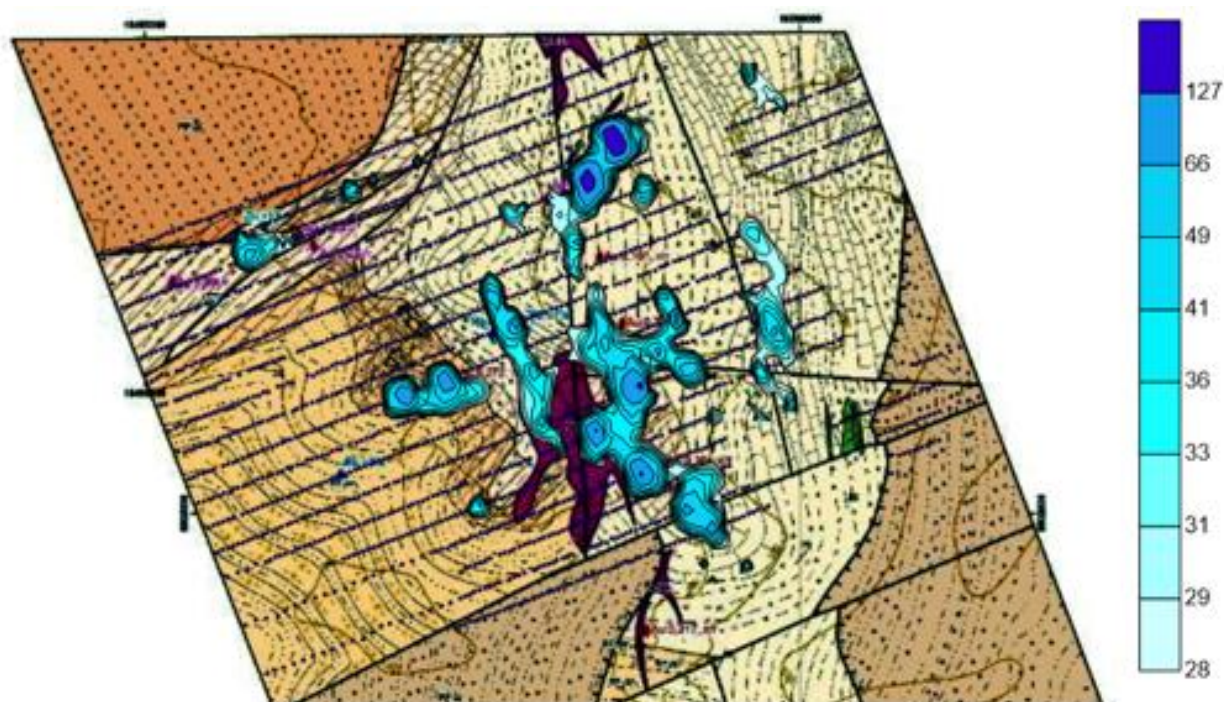


Рисунок 6.4 – Моноэлементная карта As по сети 200x40

Вытянутые низкоконтрастные геохимические аномалии As концентрируются в южной, центральной и северной частях перспективного участка «центральный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты на контакте с риолитовыми породами. Южные аномалии тяготеют к субширотным разрывным нарушениям.

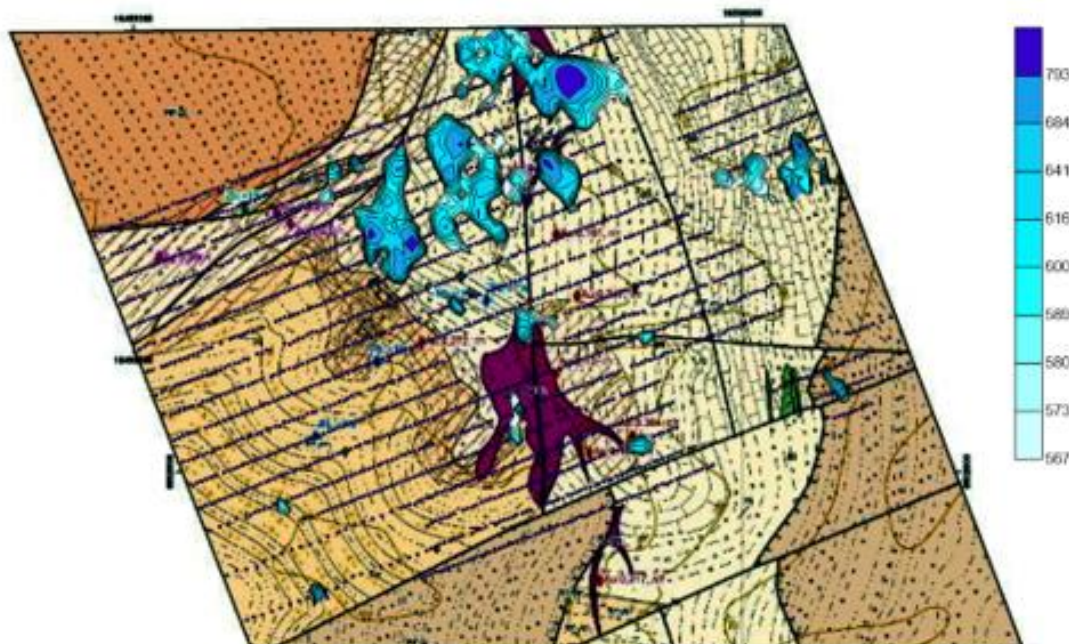


Рисунок 6.5 – Моноэлементная карта Va по сети 200x40 м

Аномалии Va выделены по следующим уровням: C_{a1} – 793, C_{a2} – 684, C_{a3} – 641, C_{a4} – 616, C_{a5} – 600, C_{a6} – 589, C_{a7} – 580, C_{a8} – 573, C_{a9} – 567.

Геохимические аномалии Va концентрируются в северо-восточной части перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках, доломитах и известковистых сланцах морянихинской свиты.

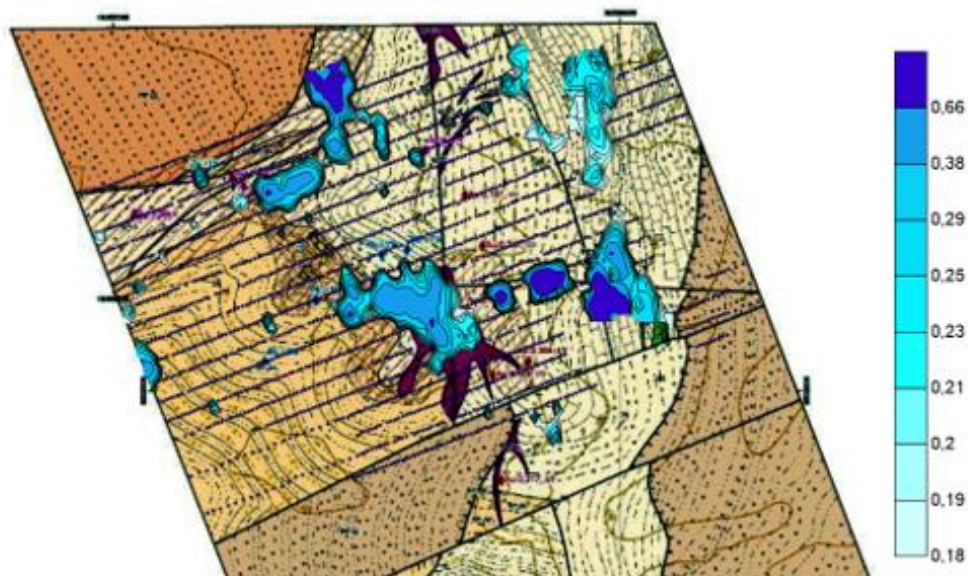


Рисунок 6.6 – Моноэлементная карта Cd по сети 200x40 м

Низкоконтрастные геохимические аномалии Cd концентрируются в центральной и восточной частях перспективного участка «центральный» (на левом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых

сланцах морянихинской свиты. Так же прослеживаются небольшие аномалии в восточной части перспективного участка «северный» приуроченные к карбонатным породам морянихинской свиты.

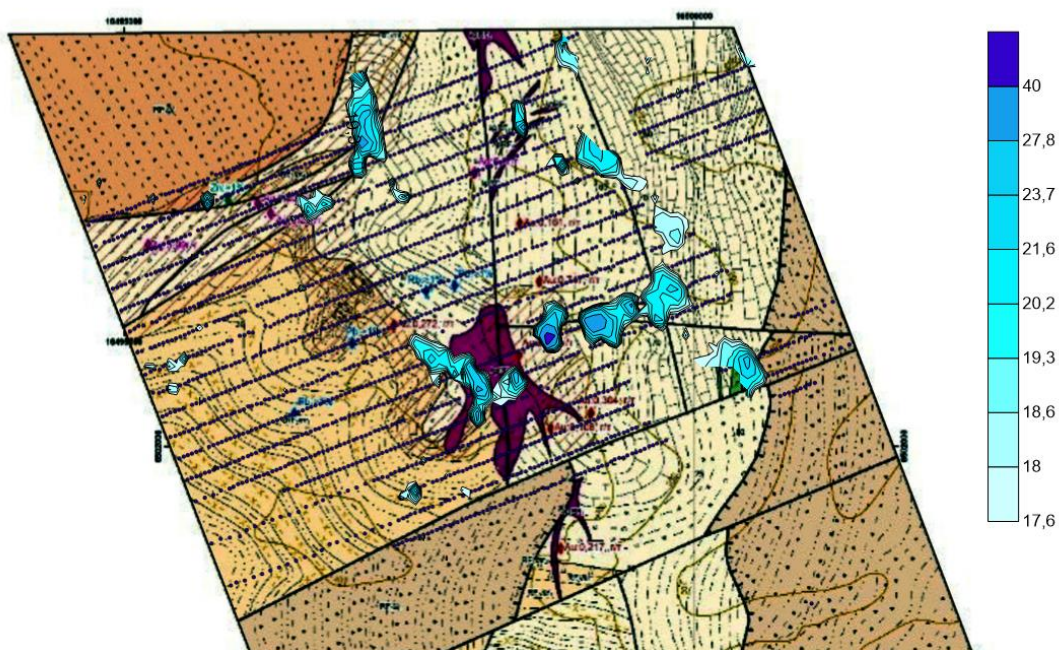


Рисунок 6.7 – Моноэлементная карта Co по сети 200x40 м

Аномалии Co выделены по следующим уровням: C_{a1} – 40, C_{a2} – 27,8, C_{a3} – 23,7, C_{a4} – 21,6, C_{a5} – 20,2, C_{a6} – 19,3, C_{a7} – 18,6, C_{a8} – 18, C_{a9} – 17,6.

Низкоконтрастные геохимические аномалии Co концентрируются в центральной и восточной частях перспективного участка «центральный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты.

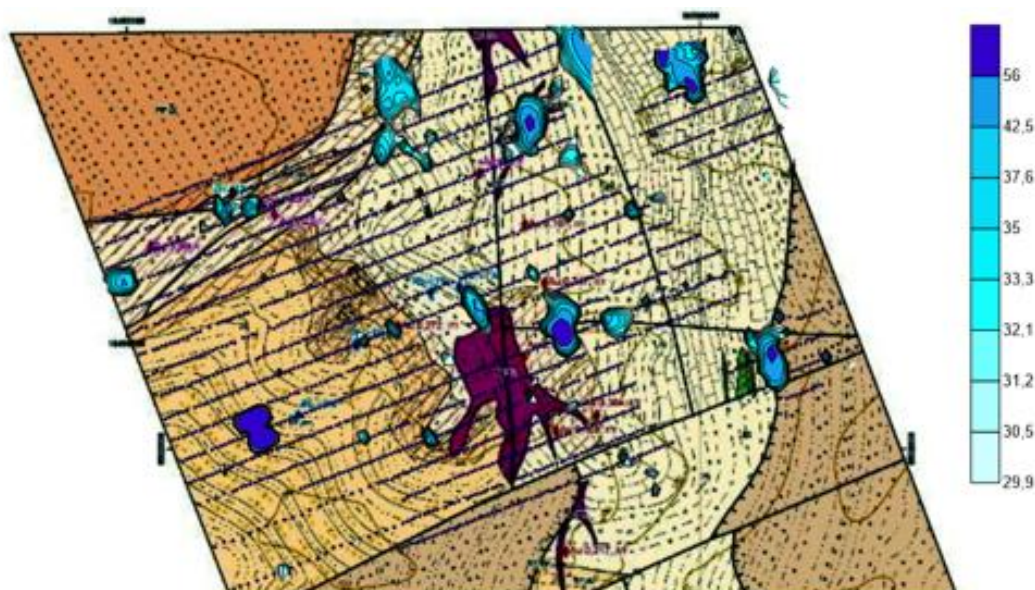


Рисунок 6.8 – Моноэлементная карта Cu по сети 200x40 м

Аномалии Си выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 56$, $C_{a2} - 42,5$, $C_{a3} - 37,6$, $C_{a4} - 35$, $C_{a5} - 33,3$, $C_{a6} - 32,1$, $C_{a7} - 31,2$, $C_{a8} - 30,5$, $C_{a9} - 29,9$.

Небольшие геохимические аномалии Си концентрируются в центральной и восточной части перспективного участка «северный» (на левом и правом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты. Так же прослеживаются аномалии в западной и восточной части участка «центральный» приуроченные к известнякам, глинистым и алевро-углеродистым сланцам (по оба берега реки Сухой пит).

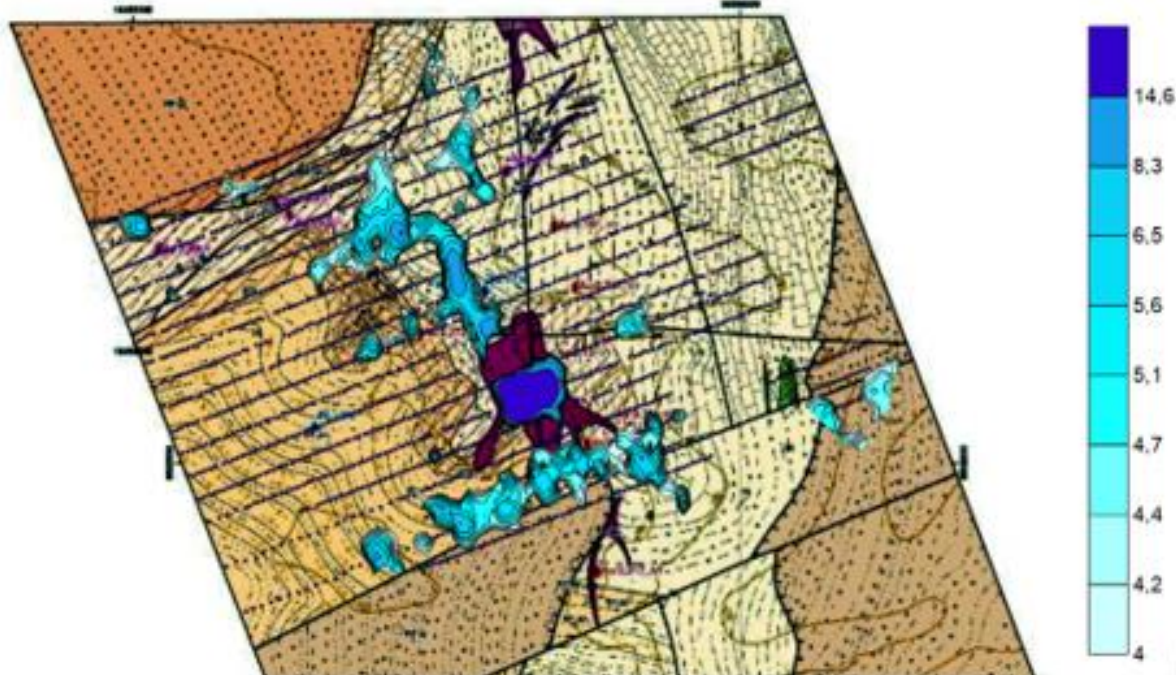


Рисунок 6.9 – Моноэлементная карта Мо по сети 200x40 м

Аномалии Мо выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 14,6$, $C_{a2} - 8,3$, $C_{a3} - 6,5$, $C_{a4} - 5,6$, $C_{a5} - 5,1$, $C_{a6} - 4,7$, $C_{a7} - 4,4$, $C_{a8} - 4,2$, $C_{a9} - 4$.

Геохимические аномалии Мо концентрируются преимущественно в южной части перспективного участка «центральный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в доломитах и алевро-глинистых сланцах морянихинской свиты. Так же прослеживается крупная изометричная высококонтрастная аномалия приуроченная к риолитам.

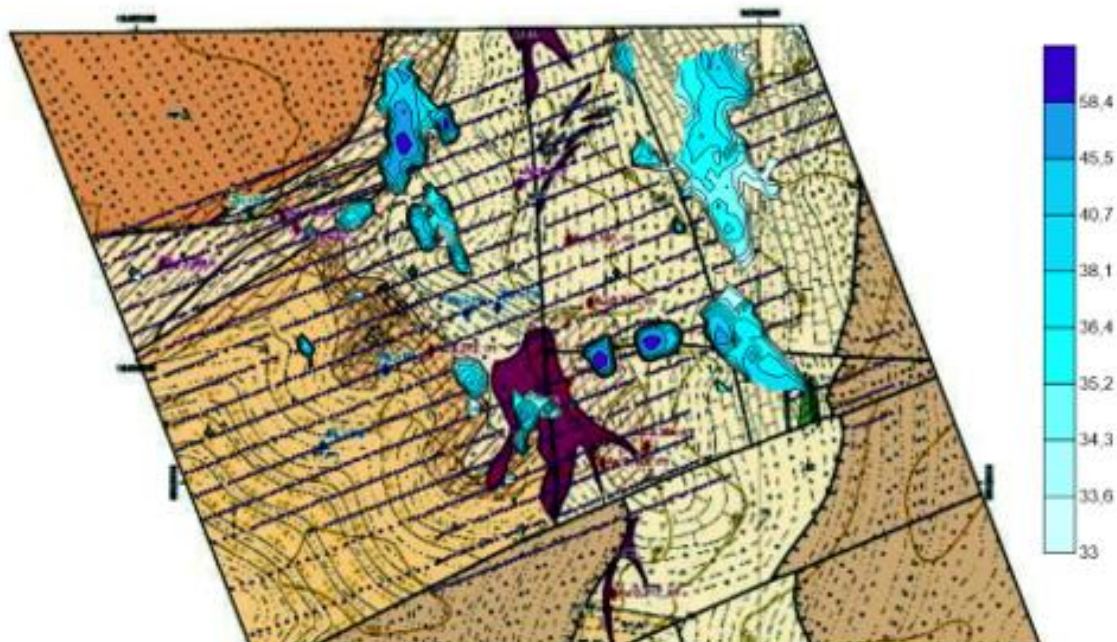


Рисунок 6.10 – Моноэлементная карта Ni по сети 200x40 м

Аномалии Ni выделены по следующим уровням: C_{a1} – 58,4, C_{a2} – 46,5, C_{a3} – 40,7, C_{a4} – 38,1, C_{a5} – 36,4, C_{a6} – 35,2, C_{a7} – 34,3, C_{a8} – 33,6, C_{a9} – 33.

Геохимические аномалии Ni концентрируются в центральной и восточной части перспективного участка «северный» (на левом и правом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты. Так же наблюдаются небольшие аномалии в восточной части перспективного участка «центральный» приуроченные к известнякам и известковым сланцам морянихинской свиты.

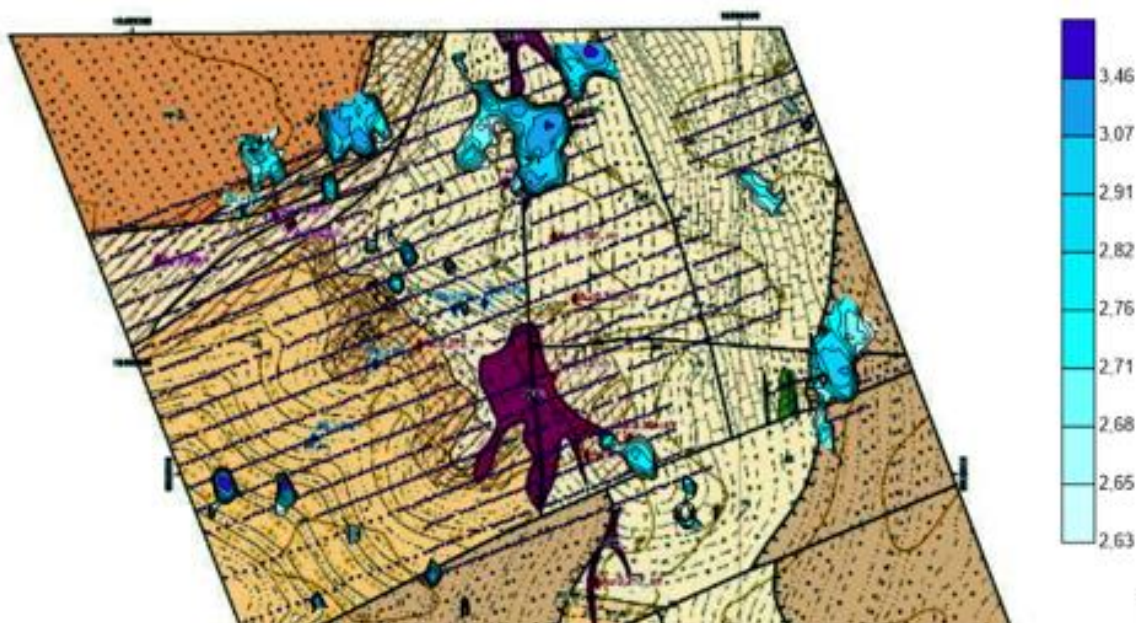


Рисунок 6.11 – Моноэлементная карта Sn по сети 200x40 м

Аномалии Sn выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 3,46$, $C_{a2} - 3,07$, $C_{a3} - 2,91$, $C_{a4} - 2,82$, $C_{a5} - 2,76$, $C_{a6} - 2,71$, $C_{a7} - 2,68$, $C_{a8} - 2,65$, $C_{a9} - 2,63$.

Геохимические аномалии Sn концентрируются в центральной и восточной частях перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты. Так же прослеживаются мелкие аномалии в восточной части перспективного участка центральный.

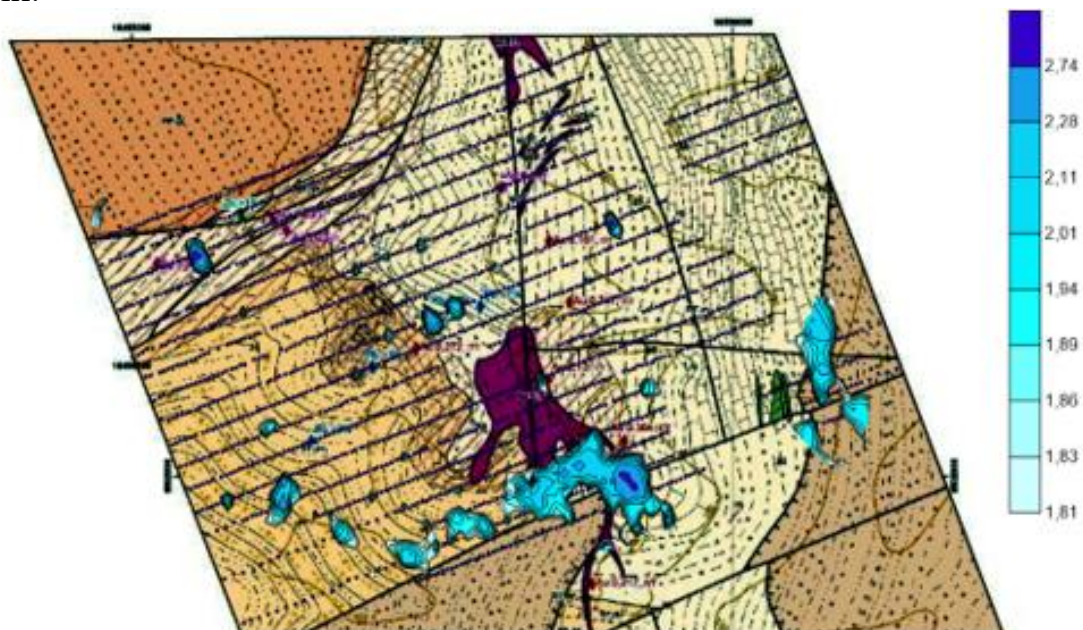


Рисунок 6.12 – Моноэлементная карта W по сети 200x40 м

Аномалии W выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 2,74$, $C_{a2} - 2,28$, $C_{a3} - 2,11$, $C_{a4} - 2,01$, $C_{a5} - 1,94$, $C_{a6} - 1,89$, $C_{a7} - 1,86$, $C_{a8} - 1,83$, $C_{a9} - 1,81$.

Геохимические аномалии W концентрируются в западной части участка «центральный» приуроченные к глинистым и алевро-углеродистым сланцам и риолитам (на левом берегу реки Сухой пит). В районе перспективного участка «северный» аномалии почти не прослеживаются.

После построения карт геохимических аномалий были проведены сравнения с результатами работ предшественников (Г.А. Дмитриев, 2019) [13]. Для этого геохимические аномалии были наложены на геологическую карту Сухопитского участка составленную предшественниками (Рисунок 6.13, 6.14). Предшественники выделили 3 перспективных участка полиметаллического оруденения (Рисунок 6.15): «северо-западный», «центральный» и «юго-восточный».

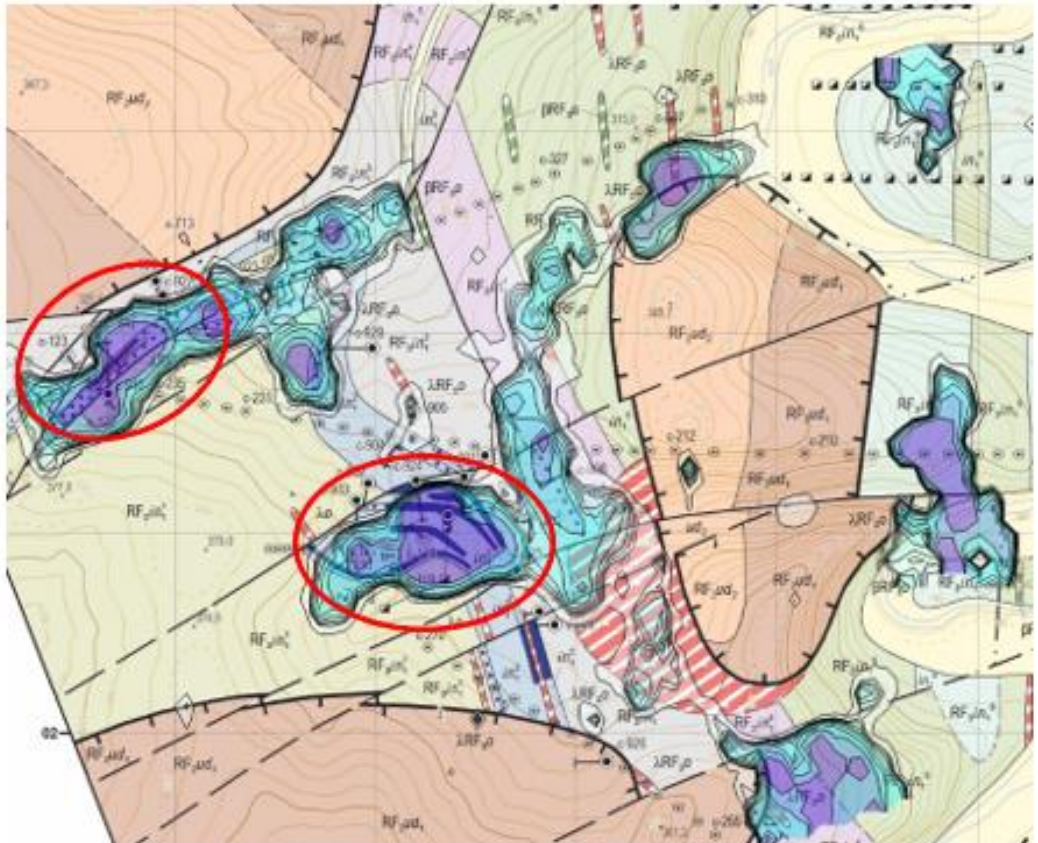


Рисунок 6.13 – Сопоставление геохимических аномалий Pb с результатами работ предшественников.

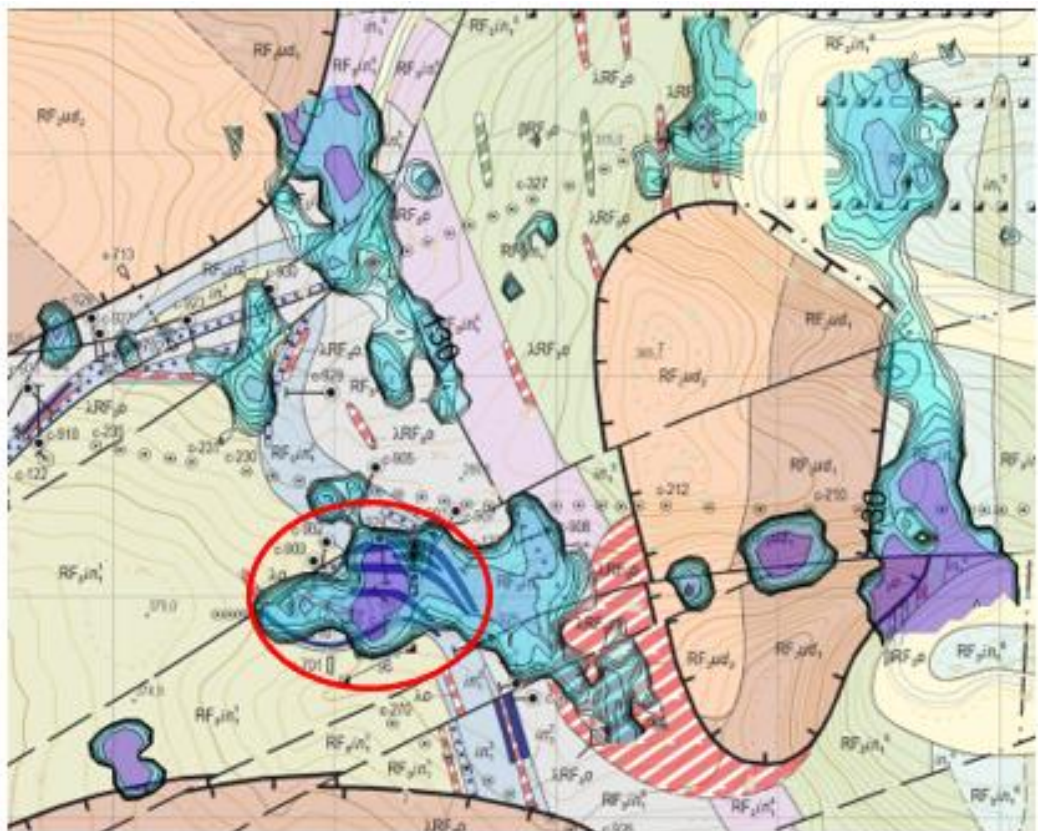
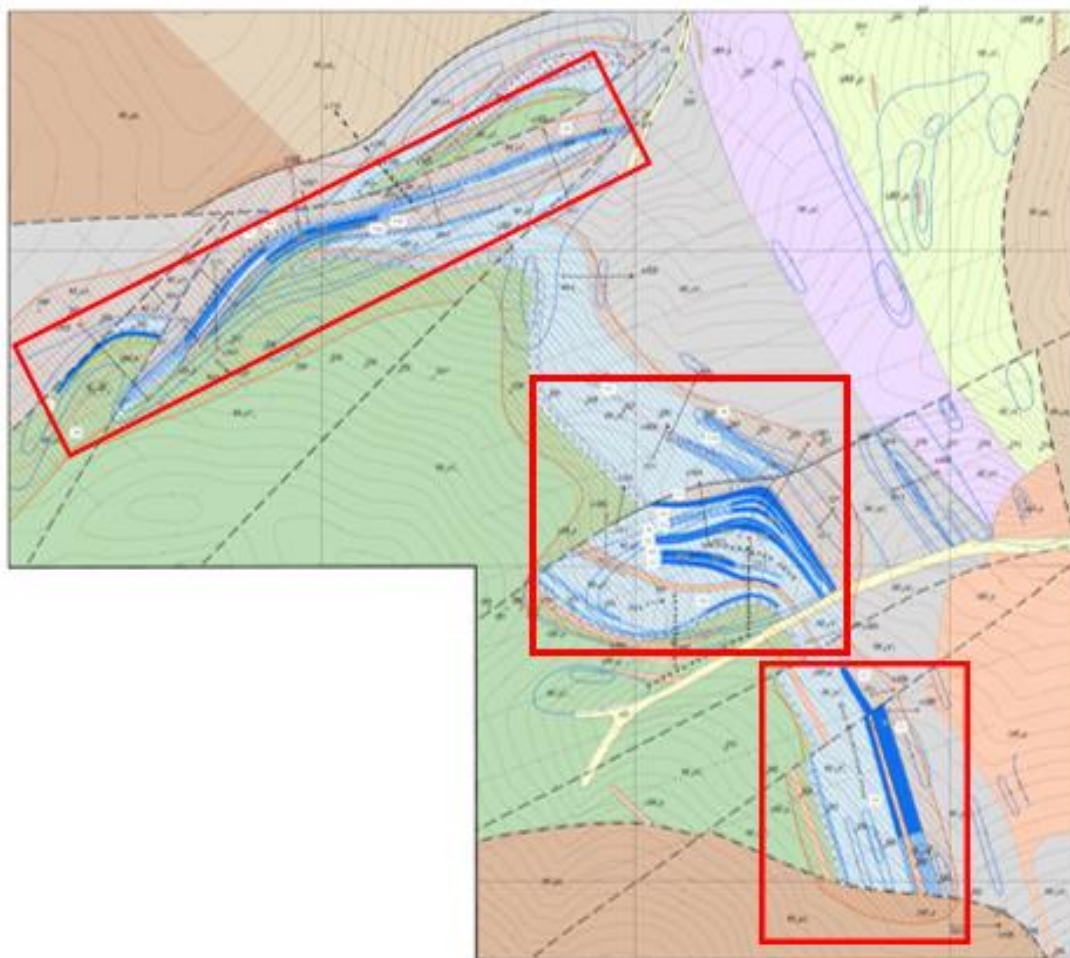


Рисунок 6.14 – Сопоставление геохимических аномалий Zn с результатами работ предшественников.

В результате можно наблюдать на рисунке 6.13 как аномалии Pb накладываются на рудные зоны в районе перспективных участков «северо-западный» и «центральный» и вытягиваются продолжая их, это говорит о перспективах дальнейших возможных работ по уточнению наличия более крупных рудных зон на этих перспективных участках. Участок «юго-восточный» не был подтвержден геохимическими аномалиями.

Аномалия Zn на перспективном участке «северный» в отличие от аномалии Pb не приурочена к рудной зоне на выделенном предшественниками перспективном участке «северо-западный» и расположена восточнее рудной зоны. На перспективном участке «центральный» отмечается наложение аномалий Zn на рудные зоны и вытягивание этой аномалии в восточном направлении, что также говорит о возможном продолжении рудной зоны на восток. На «участке юго-западный» рудное тело так же не было подтверждено аномалиями (Рисунок 6.14). Так же для Pb и Zn отмечены небольшие высококонтрастные аномалии в восточной части участка Сухопитский, пространственно связанные между собой, что может говорить о наличии в этих районах рудных тел, необозначенных предшественниками.



1 - Северо-западный перспективный участок; 2 – Центральный перспективный участок;
3 – Юго-Восточный перспективный участок

Рисунок 6.15 – Перспективные участки, выделенные предшественниками

6.2.4. Построение комплексной карты элементов типоморфных комплексов

Для построения и интерпретации карт комплексного показателя были взяты элементы, аномалии которых пространственно совпадают с аномалиями Pb и Zn. Такими элементами являются: Ag, As, Cd, Cu.

Для определения аномальных уровней были использованы табличные значения критерия χ^2 (хи-квадрат), в соответствии с таблицей 6.1. Для карты комплексного показателя были взяты следующие аномальные уровни (при $f = 5$ и $\alpha = 0,01$): $Ca_1 - 15,086$, $Ca_2 - 11,07$.

На карте комплексного показателя в южной и восточной части участка отмечаются высококонтрастные аномалии вытянутой, неправильной формы, в соответствии с рисунком 6.16. Часть из этих аномалий приурочена к минерализованной зоне вблизи рудоконтролирующего надвига, другая часть тяготеет к риолитовым породам.

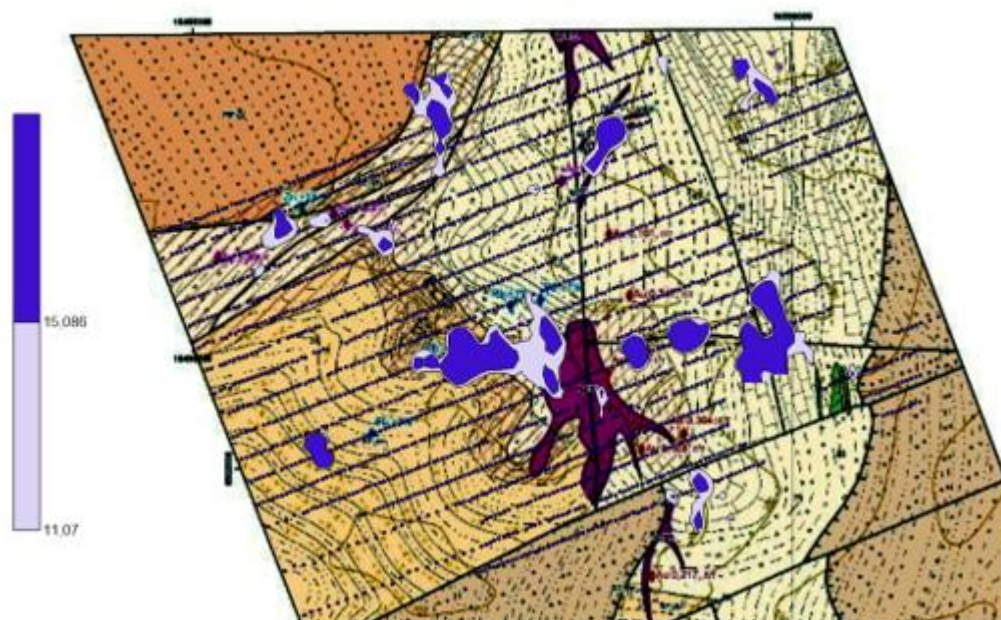


Рисунок 6.16 – Карта комплексного показателя по сети 200x40 м

6.2.5. Построение мультипликативной карты элементов типоморфных комплексов

Для построения мультипликативных геохимических аномалий предварительно необходимо все содержания элементов типоморфного комплекса перемножить между собой и по полученным значениям (для всего комплекса) построить карту изоконцентрат.

В качестве элементов типоморфного комплекса взяты те элементы, геохимические аномалии которых при построении мультипликативных карт пространственно совпадали с аналогичными геохимическими аномалиями Pb и Zn. Такими элементами являются: Ag, As, Cd, Cu.

Интерпретируя мультипликативную карту как показано на рисунке 6.17, аномалии выделены по уровням: Ca_1 – 18663857, Ca_2 – 2487952, Ca_3 – 1018901, аномалии по большей части повторяют контуры исходных геохимических аномалий по Pb и Zn, но также значительную роль в построении сыграли значения As, Ag, Cu, Cd,

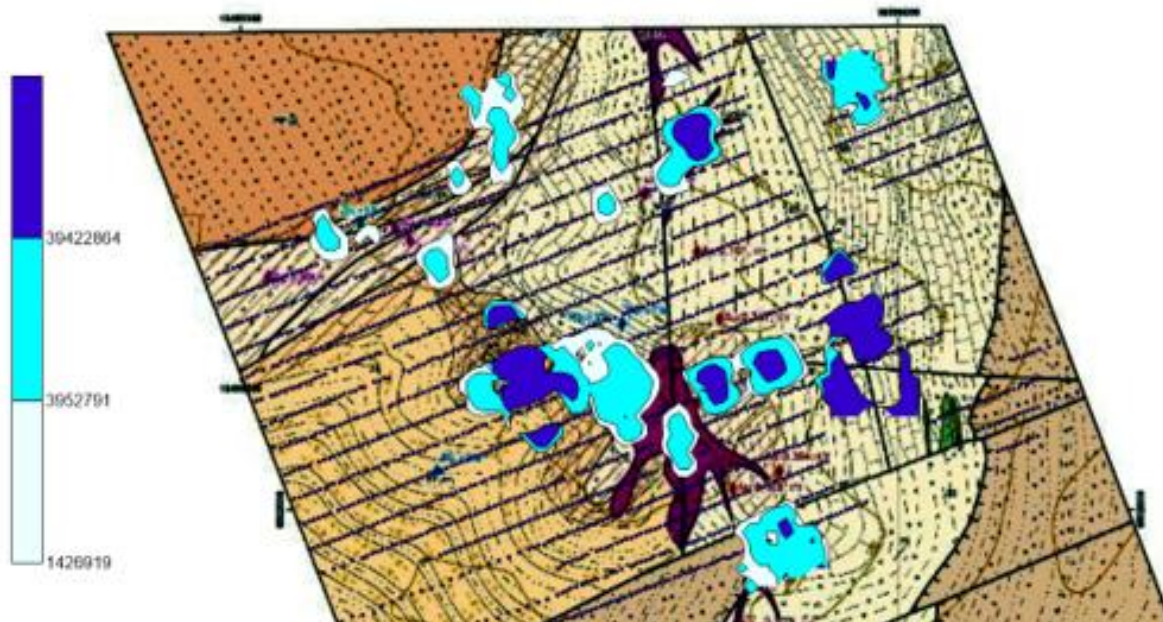


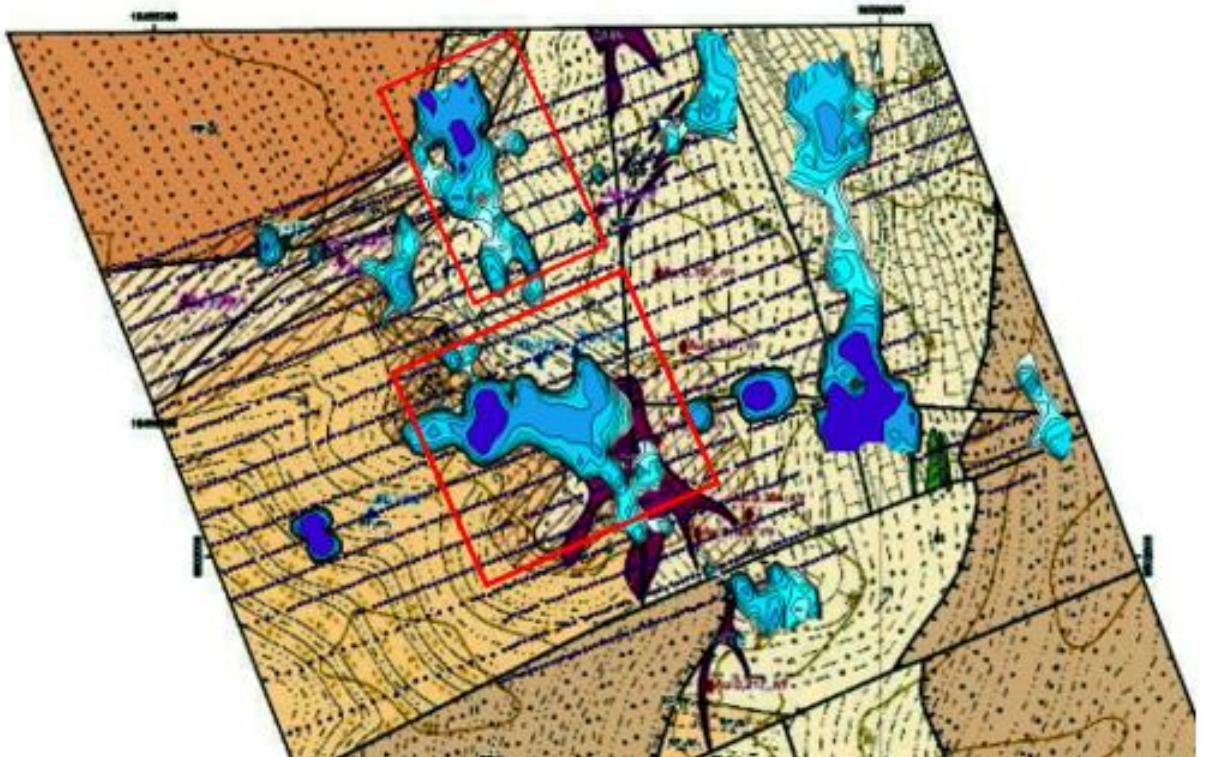
Рисунок 6.17 – Карта мультипликативного показателя по сети 200x40 м

6.2.6. Сравнение результатов интерпретации по комплексному показателю и мультипликации

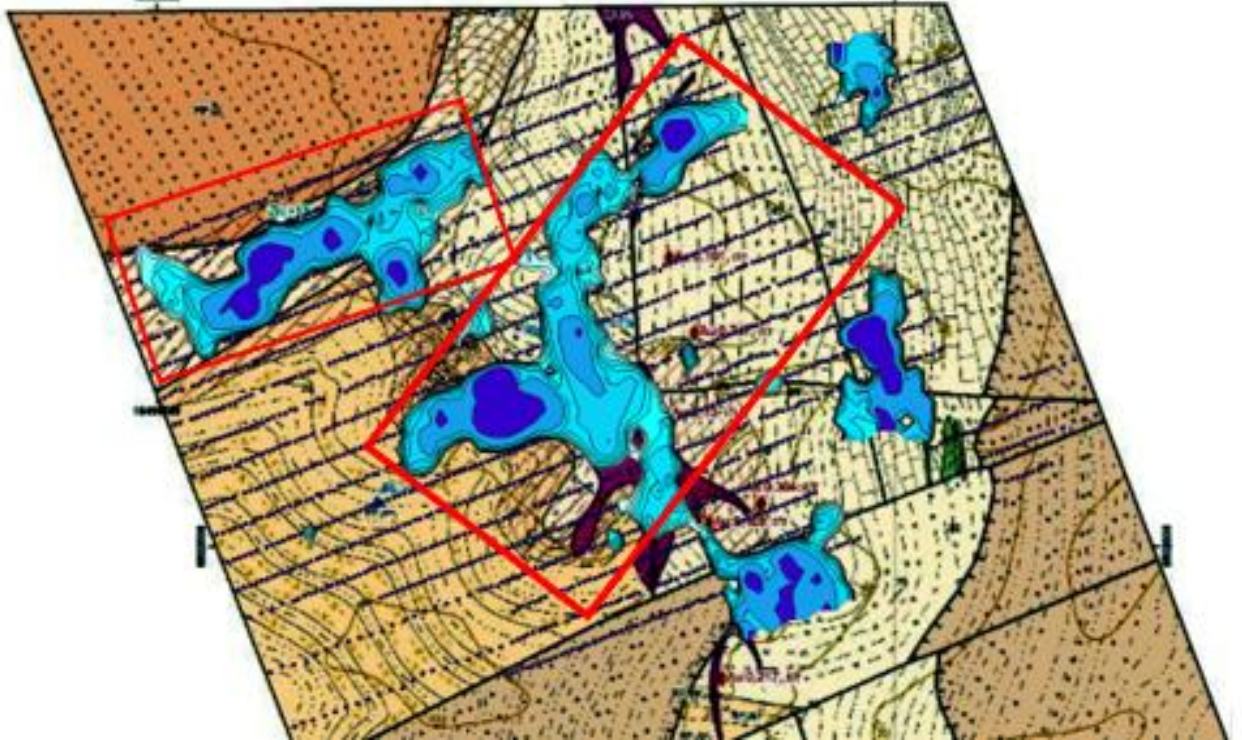
На основании построенных мультипликативных карт и карт комплексного показателя необходимо проанализировать полученные результаты.

На картах мультипликативного и комплексного показателей отмечается крупная высококонтрастная аномалия, приуроченная к известнякам и известковым сланцам морянихинской свиты, а также к риолитам в центральной части участка. Так же на севере расположена низкоконтрастная вытянутая в субширотном направлении аномалия, приуроченная к рудоконтролирующим надвигам, аномалии отмечаются в известняках и известковых сланцах морянихинской свиты.

При анализе полученных результатов, можно сделать вывод, что в центральной части участка Сухопитского, на контакте отложений морянихинской свиты и риолитовых субвулканических пород, можно выделить наиболее перспективный участок полиметаллической рудной минерализации «центральный» на моноэлементных картах Pb и Zn для оценки рудоносности всего участка Сухопитского. Также на севере отмечается менее перспективный участок «северный», имеющий приуроченность к рудоконтролирующим разрывным нарушениям и отложениям морянихинской свиты рисунки 6.18 и 6.19.



1 - Перспективный участок «северный»; 2- перспективный участок «центральный»
 Рисунок 6.18 – Наиболее перспективные участки рудной минерализации Zn



1 - Перспективный участок «северный»; 2- перспективный участок «центральный»
 Рисунок 6.19 – Наиболее перспективные участки рудной минерализации Pb

6.2.7. Расчет прогнозных ресурсов по категории Р₃ по данным литохимического опробования масштаба 1:25000

Расчет прогнозных ресурсов осуществляется на наиболее перспективных участках полиметаллической минерализации с целью оценки рудоносности всего Сухопитского участка.

Перспективный участок «Северный» (рисунки 6.20, 6.22) представляет собой геохимическую аномалию, вытянутую в субширотном направлении. При расчете по сети 200x40 линейные размеры аномалии Pb в районе перспективного участка «северный» составляют: в длину до 2400 м, в ширину – от 600 до 900 м. Аномалия на перспективном участке «центральный» имеет размеры: в длину до 2200 м, в ширину – от 300 до 1200 м.; Аномалия Zn в районе перспективного участка «северный»: в длину более 1200 м, в ширину – от 250 до 500 м, в районе участка «центральный» до 1450 м в длину и от 200 до 1000 м в ширину.

Аномалии в районе перспективного участка «северный» (рисунки 6.21, 5.63) приурочены к протяженной минерализованной зоне в северной части участка, которая протягивается вдоль рудоконтролирующего надвига субширотного простирания. Аномалии в районе перспективного участка «центральный» приурочены не имеют приуроченности к разрывным нарушениям, но связаны с риолитовыми породами и карбонатными отложениям морянихинской свиты.

На участке был выделен контур геохимической аномалии для сети 200x40: для Pb по уровню $C_{a9} = 70$ г/т; для Zn по уровню $C_{a9} = 116$ г/т.

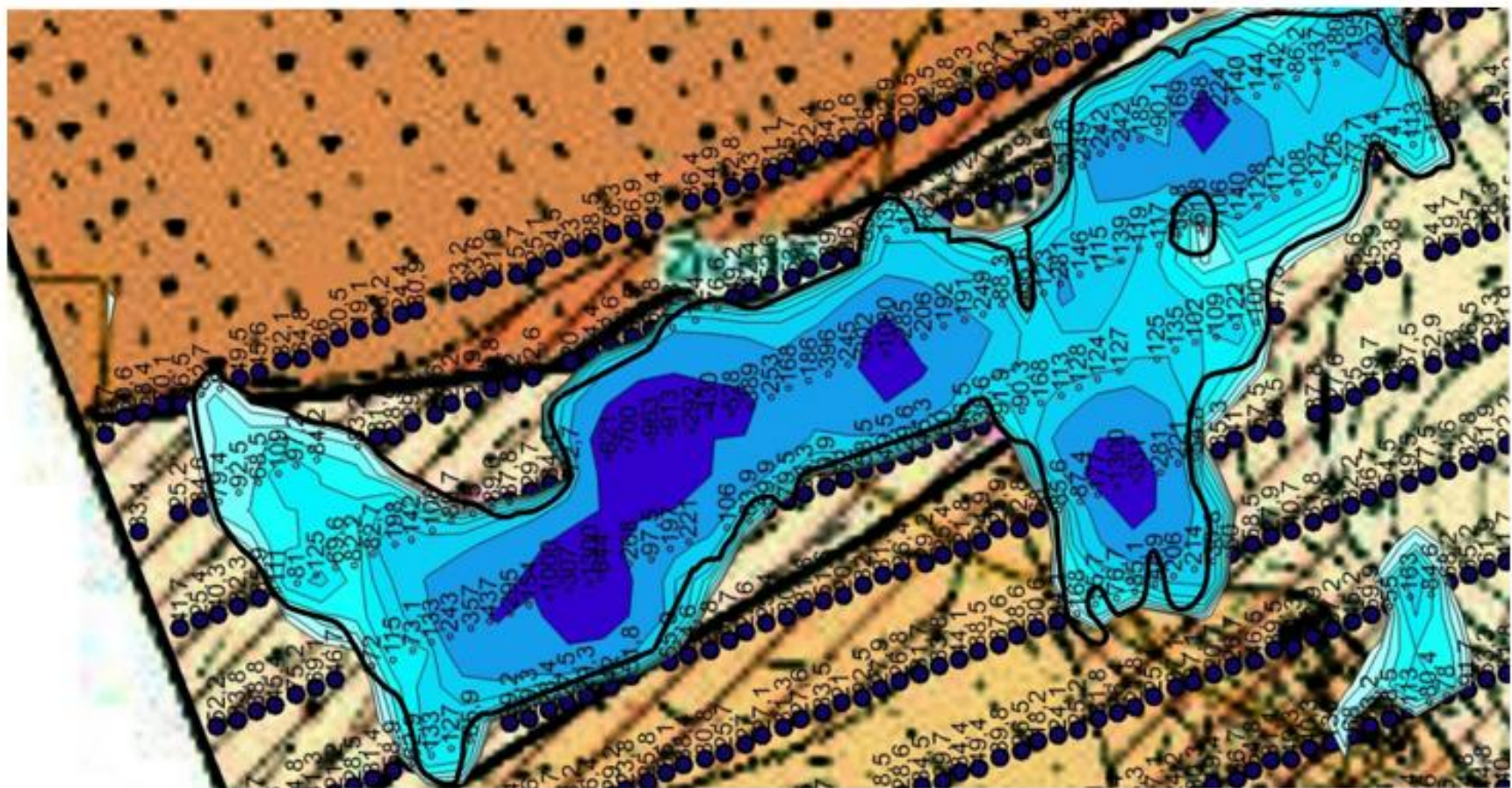


Рисунок 6.20 – Контур геохимической аномалии Rb в пределах перспективного участка «Северный» с отмеченными содержаниями элемента. Контур геохимической аномалии $C_{a9} = 70$ г/т.

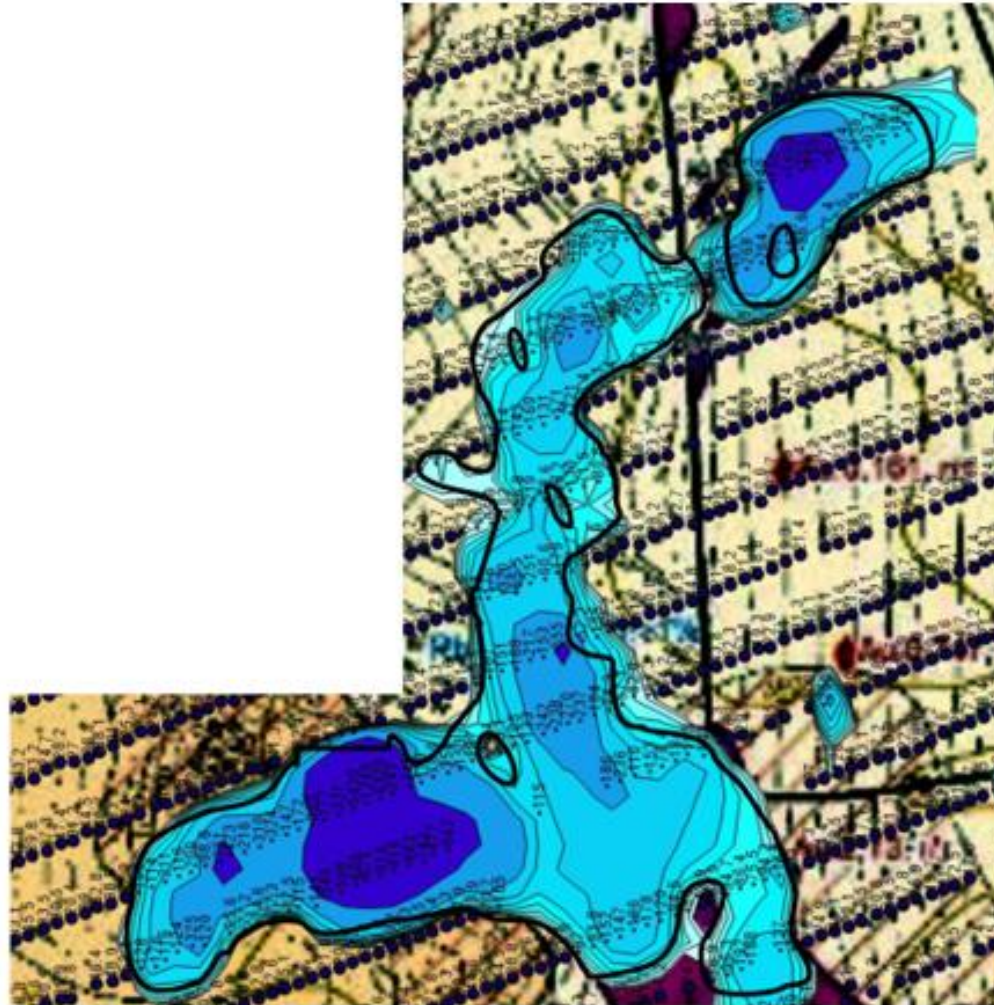


Рисунок 6.21 – Контур геохимической аномалии Pb в пределах перспективного участка «Центральный» с отмеченными содержаниями элемента. Контур геохимической аномалии $C_{a9} = 70$ г/т.

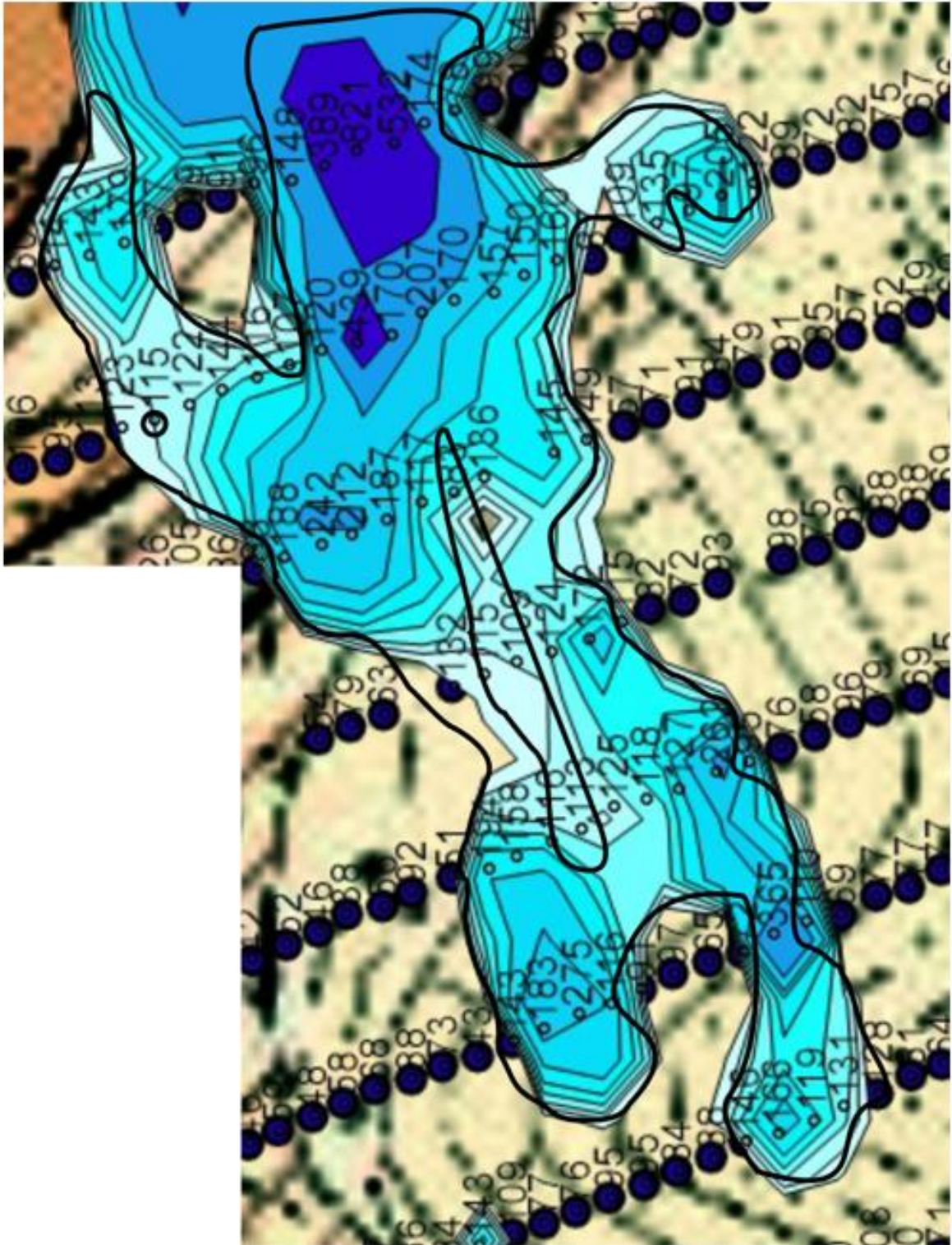


Рисунок 6.22 – Контур геохимической аномалии Zn в пределах перспективного участка «Северный» с отмеченными содержаниями элемента. Контур геохимической аномалии $C_{a9} = 116$ г/т.

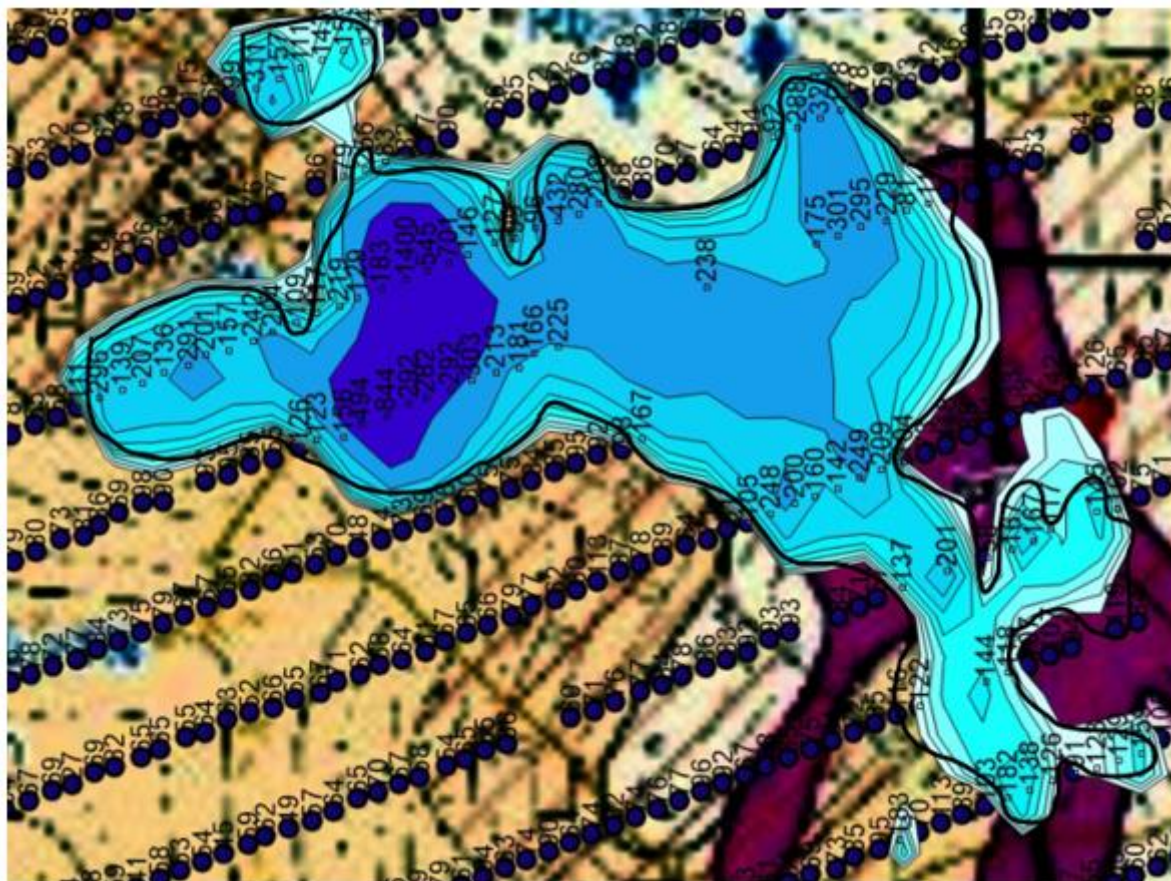


Рисунок 6.23 – Контур геохимической аномалии Zn в пределах перспективного участка «Центральный» с отмеченными содержаниям элемента. Контур геохимической аномалии Ca9 = 116 г.

В пределах выделенных контуров производится расчет линейных и площадных продуктивностей с целью подсчета прогнозных ресурсов и оценки рудоносности Сухопитского участка.

Линейная продуктивность рассчитывается по каждому профилю, пересекающему геохимический контур аномалии. Для перспективного участка «Северный» по сети 200х40 линейные продуктивности по профилям отражены в таблицах 6.5, 6.6, 6.7, 6.8.

Таблица 6.5 – Значения линейных продуктивностей (м%) аномалии Zn для перспективного участка «северный»

Уч.	M180	M200	M220	M240	M260	M280	M300
Север.	6,8	3,176	1,792	0,32	1,152	2,008	0,44

Таблица 6.6 – Значения линейных продуктивностей (м%) аномалии Zn по сети 200х40 для перспективного участка «центральный»

Уч	M360	M380	M400	M420	M440	M460	M480
Центр.	17,46	11,404	0,204	2,048	17,46	0,948	0,644

Таблица 6.7 – Значения линейных продуктивностей (м%) аномалии Pb по сети 200х40 для перспективного участка «северный»

Уч.	M180	M200	M220	M240	M260	M280
Север.	0,092	11,62	34,556	21,572	8,448	1,596

Таблица 6.8 – Значения линейных продуктивностей (м%) аномалии Pb по сети 200х40 для перспективного участка «центральный»

Уч	M280	M300	M320	M340	M360	M380	M400	M420	M440	M460	M480
Центр.	1,09	8,08	2,116	1,04	2,79	4,14	71,9	29,97	0,14	2,316	1,19

Производим расчет площадной продуктивности для перспективного участка «северный»:

$$P_{Zn} = 3137,6 \text{ м}^2\%$$

$$P_{Pb} = 15576,8 \text{ м}^2\%$$

Производим расчет площадной продуктивности для перспективного участка «центральный»:

$$P_{Zn} = 10033,6 \text{ м}^2\%$$

$$P_{Pb} = 24953,6 \text{ м}^2\%$$

Расчитываются прогнозные ресурсы Pb и Zn для перспективного участка «северный»

$$Q_{Zn} = \frac{1}{1} * \frac{3137}{40} * 200 \approx 16000 \text{ т}$$

$$Q_{Pb} = \frac{1}{1} * \frac{24953}{40} * 200 \approx 78000 \text{ т}$$

Расчитываются прогнозные ресурсы Pb и Zn для перспективного участка «центральный»

$$Q_{Zn} = \frac{1}{1} * \frac{10033}{40} * 200 \approx 50000 \text{ т}$$

$$Q_{Pb} = \frac{1}{1} * \frac{24953}{40} * 200 \approx 125000 \text{ т}$$

Суммарное количество прогнозных ресурсов по категории P₃ для свинца и цинка составляет 270000 тонн.

6.3 Результаты геохимической съемки 1:10000 масштаба

На северном участке в 2022 году (Алеко С.В) проведена литохимическая съемка 1:10000 масштаба для уточнения и подтверждения, перспективных участков на которых были выявлены рудные тела и наиболее контрастные аномалии.

6.3.1. Основные параметры распределения элементов в рыхлых образованиях Сухопитского участка по сети 100х40

Для выявления геохимических аномалий во вторичных ореолах рассеяния обработке подверглись 1366 проб, полученные в результате спектрометрического анализа. Ниже, в соответствии с таблицей 6.9, отражены основные параметры распределения свинца и цинка, а также элементов-спутников на участке Сухопитском Морянихинской площади, полученные в результате литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния 1:10000 масштаба.

Таблица 6.9 – Основные параметры распределения элементов

Элементы	Минимальное значение	Максимальное значение	Фон (ср. геометр.)	Стандартный множитель	Кол-во проб
Ag, г/т	0,01	3,86	0,142	3,04	1366
As, г/т	0,5	466	14,14	1,22	1366
Ba, г/т	261	2390	474,25	1,17	1366
Cd, г/т	0,01	86,4	0,123	1,72	1366
Co, г/т	1,9	255	12,14	1,45	1366
Cu, г/т	2,4	57	18,73	1,37	1366
Mo, г/т	0,43	2510	2,21	1,96	1366
Ni, г/т	5,1	106	26,41	1,29	1366
Pb, г/т	11,6	2710	55,04	2,23	1366

Окончание таблицы 6.9

Sn, г/т	0,3	10,1	2,27	1,17	1366
W, г/т	0,3	1460	1,55	1,32	1366
Zn, г/т	15	821	75,5	1,42	1366

6.3.2. Обработка геохимических данных Сухопитского участка по сети 100x40 м

В районе поисков по сети 100x40 были построены моноэлементные карты по более сгущенной сети опробования.

Обработка производится, как и для сети 200x40 по Pb, Zn и эрудным элементам.

Построение карт геохимических аномалий осуществлялось в программе Surfer с помощью метода Kriging с заданными параметрами эллипса поиска: R_1 – 300, R_2 – 200, угол наклона – 110, minimum number of data in all sectors – 8.

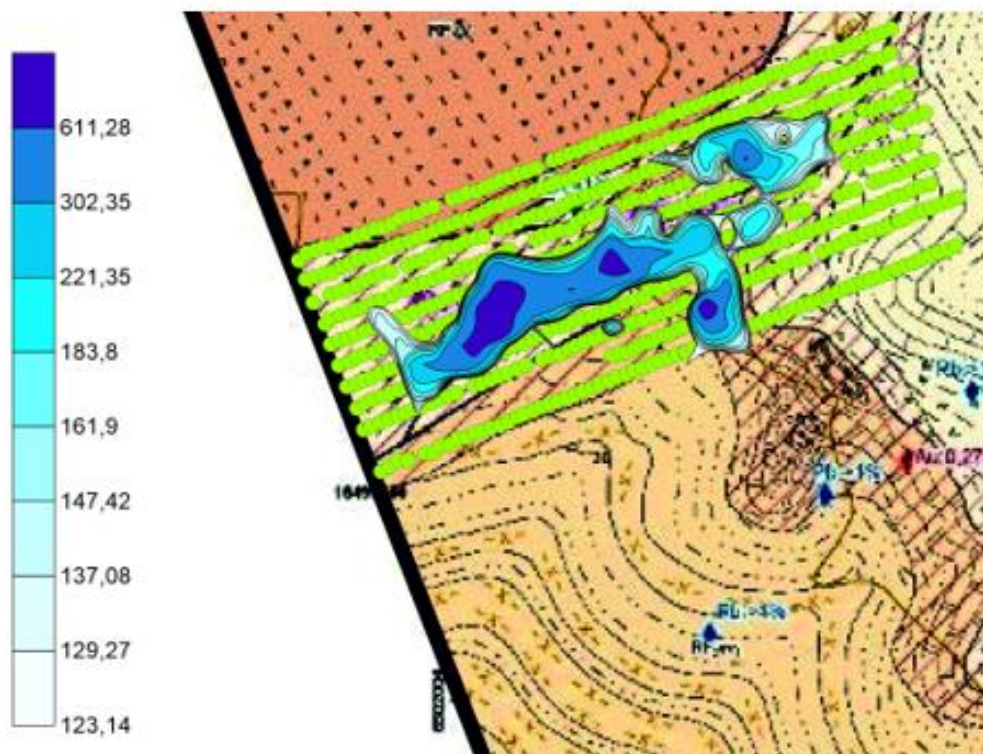


Рисунок 6.24 – Моноэлементная карта Pb по сети 100x40

Аномалии Pb выделены по следующим уровням: C_{a1} – 611, C_{a2} – 302, C_{a3} – 221, C_{a4} – 183, C_{a5} – 161, C_{a6} – 147, C_{a7} – 137, C_{a8} – 129, C_{a9} – 123.

Геохимическая аномалия Pb концентрируется на всей площади перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеет к разрывным нарушениям.

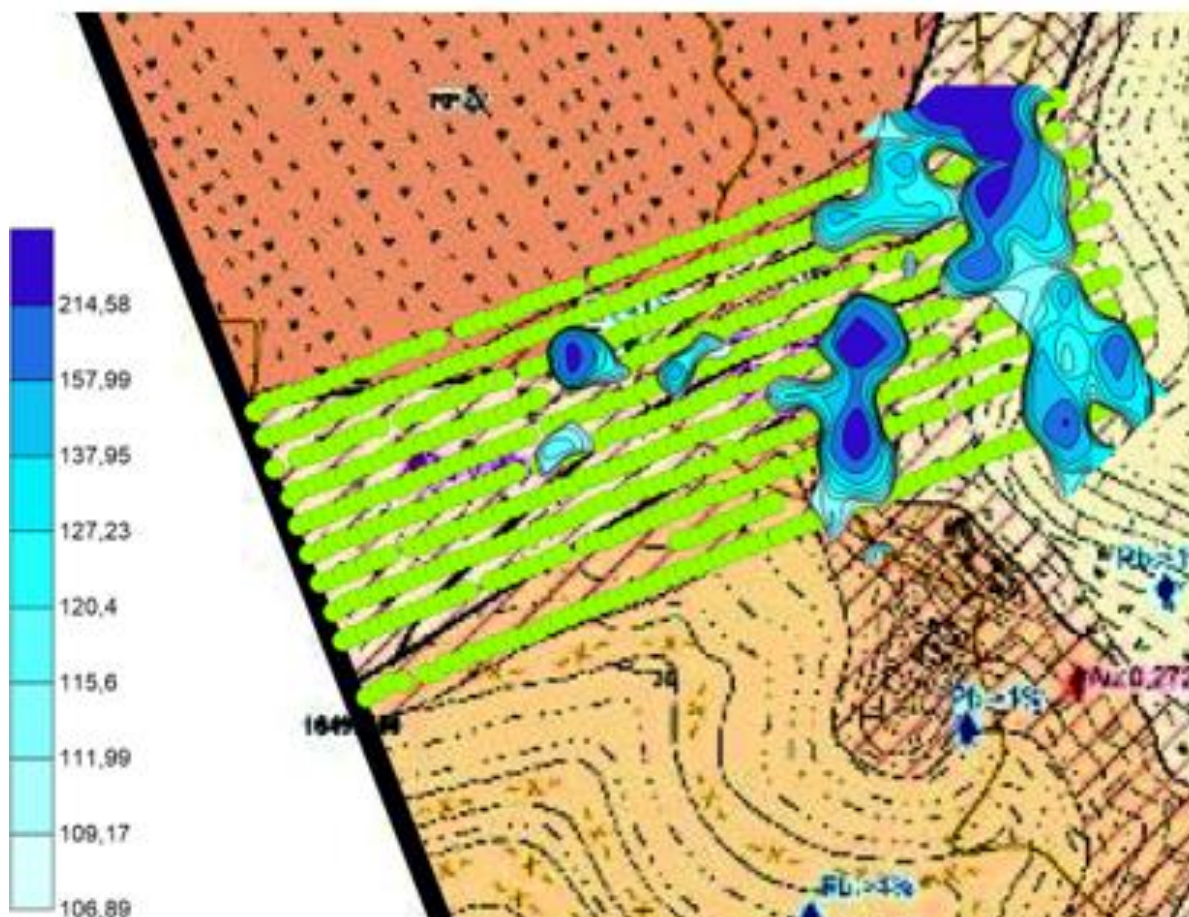


Рисунок 6.25 – Моноэлементная карта Zn по сети 100x40 м

Аномалии Zn выделены по следующим уровням: C_{a1} – 214, C_{a2} – 157, C_{a3} – 137, C_{a4} – 127, C_{a5} – 120, C_{a6} – 115, C_{a7} – 111, C_{a8} – 109, C_{a9} – 106.

Геохимические аномалии Zn концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты.

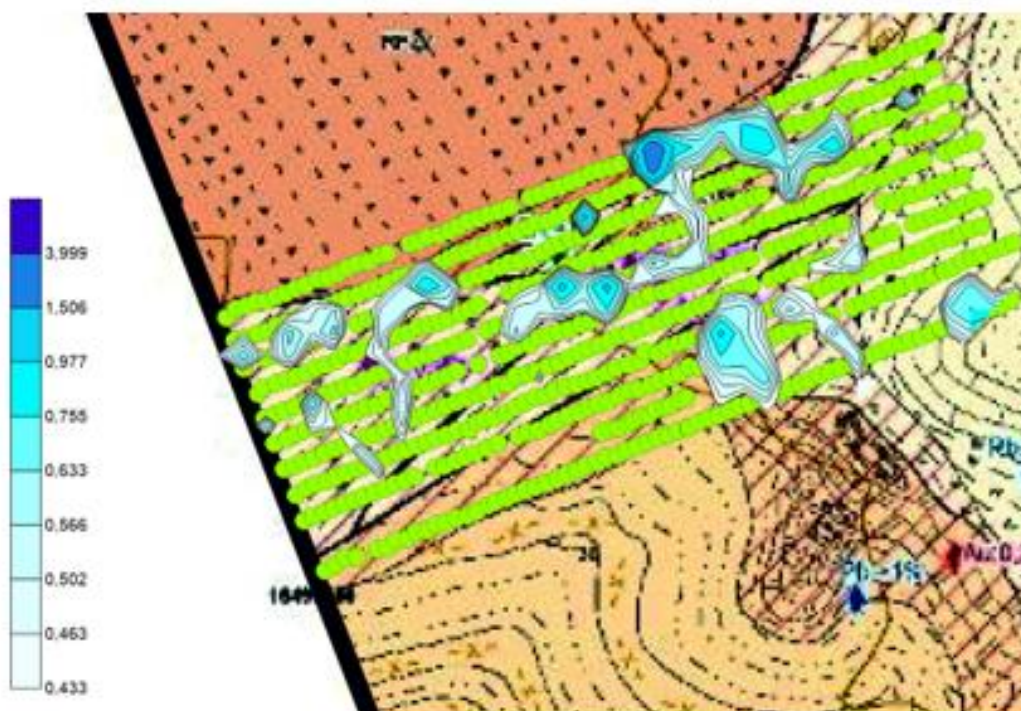


Рисунок 6.26 – Моноэлементная карта Ag по сети 100x40 м

Аномалии Ag выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 3,999$, $C_{a2} - 1,506$, $C_{a3} - 0,977$, $C_{a4} - 0,755$, $C_{a5} - 0,633$, $C_{a6} - 0,566$, $C_{a7} - 0,502$, $C_{a8} - 0,463$, $C_{a9} - 0,433$.

Геохимические аномалии Ag концентрируются на всей площади перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой Пит) в виде небольших низкоконтрастных аномалий и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

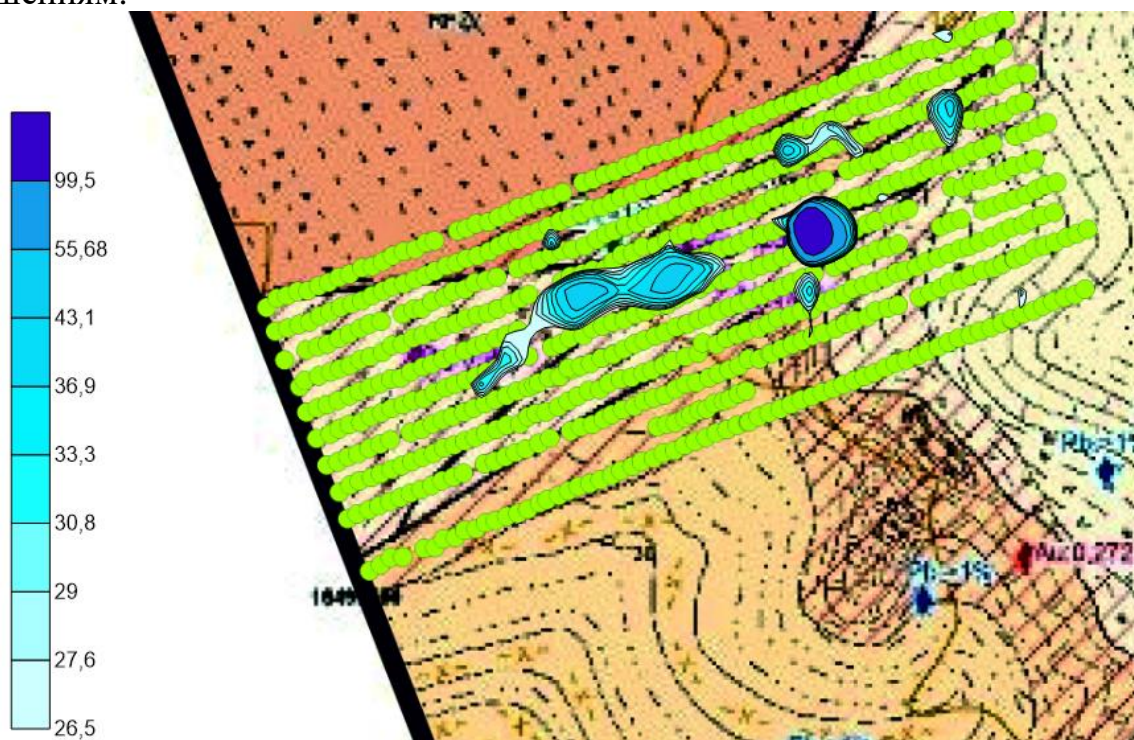


Рисунок 6.27 – Моноэлементная карта As по сети 100x40

Аномалии As выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 99$, $C_{a2} - 55$, $C_{a3} - 43$, $C_{a4} - 36$, $C_{a5} - 33$, $C_{a6} - 30$, $C_{a7} - 29$, $C_{a8} - 27$, $C_{a9} - 26$.

Геохимические аномалии As концентрируются в центральной части перспективного участка «северный» в виде небольших вытянутых в субширотном направлении профильных аномалий (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

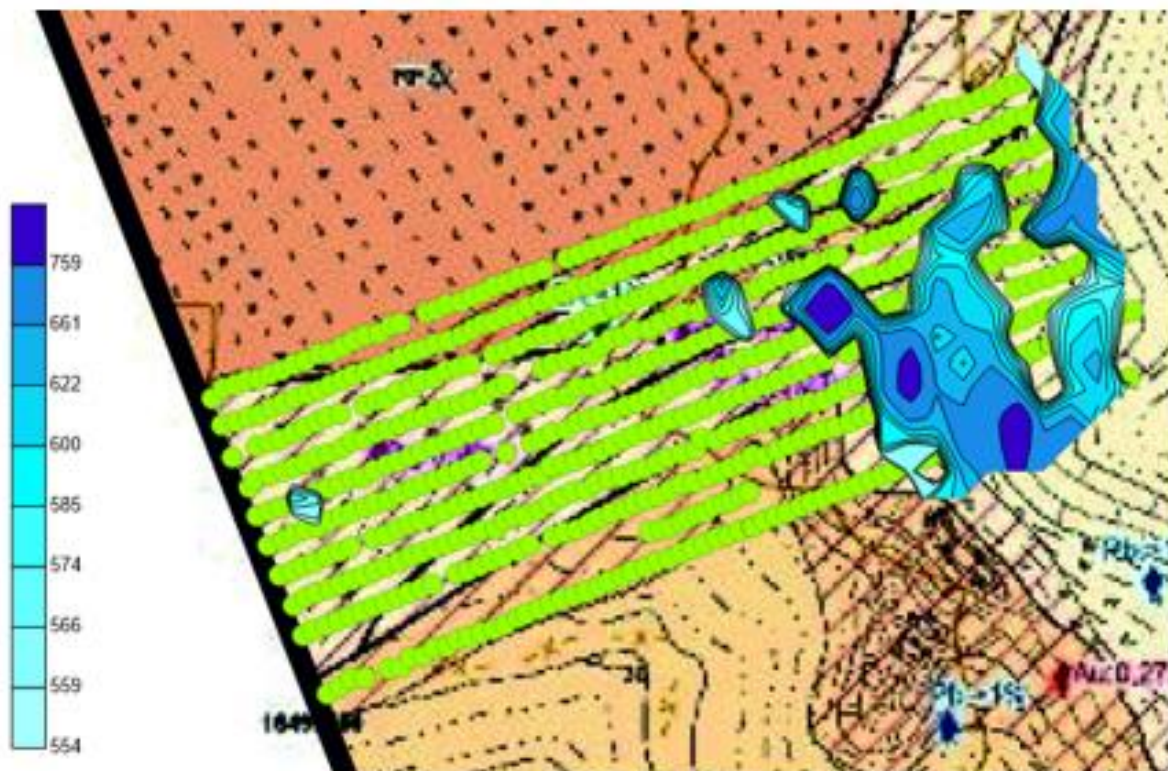


Рисунок 6.28 – Моноэлементная карта Ba по сети 100x40 м

Аномалии Ba выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 759$, $C_{a2} - 661$, $C_{a3} - 622$, $C_{a4} - 600$, $C_{a5} - 585$, $C_{a6} - 574$, $C_{a7} - 566$, $C_{a8} - 559$, $C_{a9} - 554$.

Геохимические аномалии Ba концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

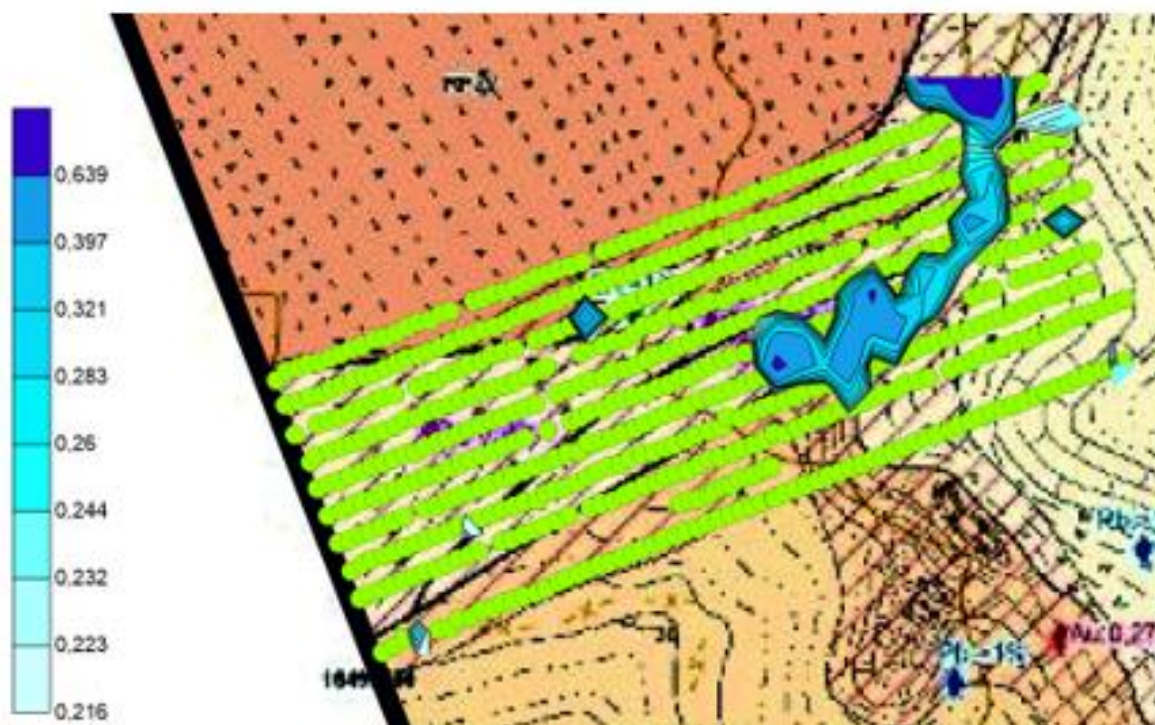


Рисунок 6.29 – Моноэлементная карта Cd по сети 100x40 м

Аномалии Cd выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 0,63$, $C_{a2} - 0,39$, $C_{a3} - 0,32$, $C_{a4} - 0,28$, $C_{a5} - 0,26$, $C_{a6} - 0,24$, $C_{a7} - 0,23$, $C_{a8} - 0,22$, $C_{a9} - 0,21$.

Геохимические аномалии Cd концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

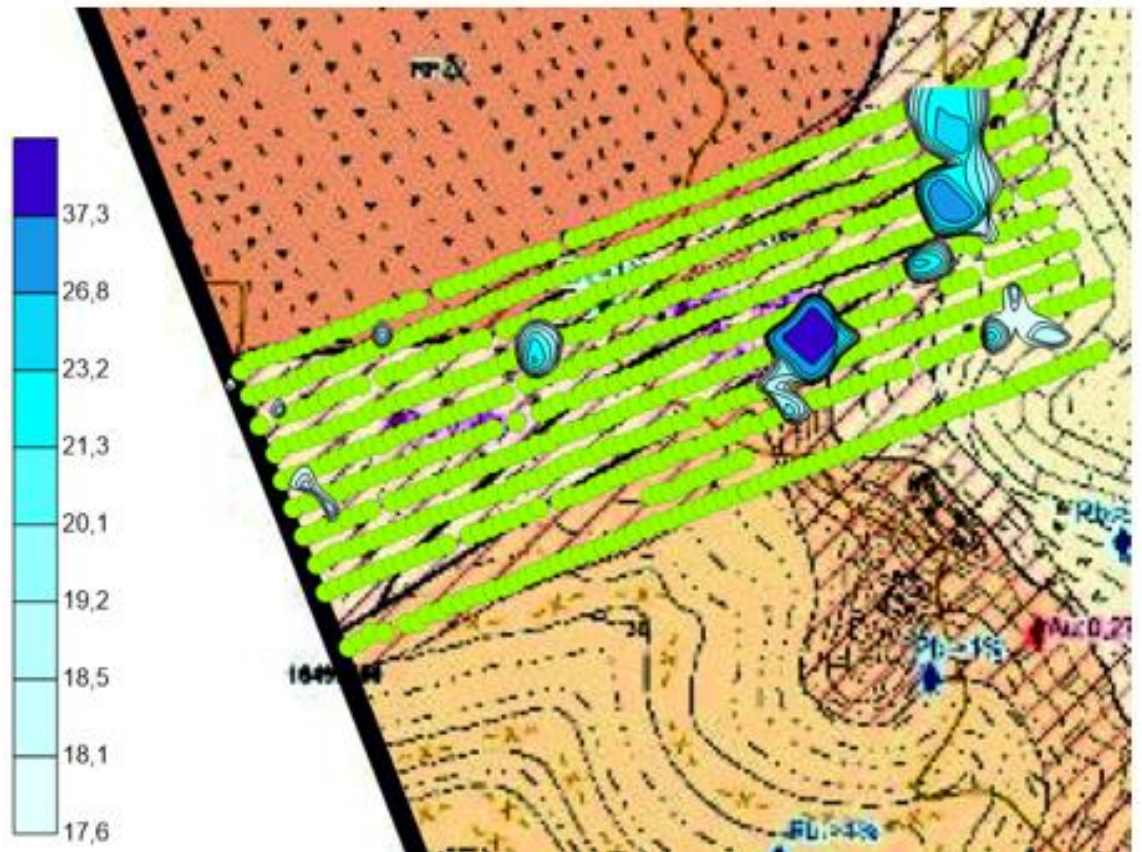


Рисунок 6.30 – Моноэлементная карта Co по сети 100x40 м

Аномалии Co выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 37,3$, $C_{a2} - 26,8$, $C_{a3} - 23,2$, $C_{a4} - 21,3$, $C_{a5} - 20,1$, $C_{a6} - 19,2$, $C_{a7} - 18,5$, $C_{a8} - 18,1$, $C_{a9} - 17,6$.

Геохимические аномалии Co концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом берегу реки Сухой Пит) так же наблюдается ряд небольших рассеянных низкоконтрастных аномалий выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

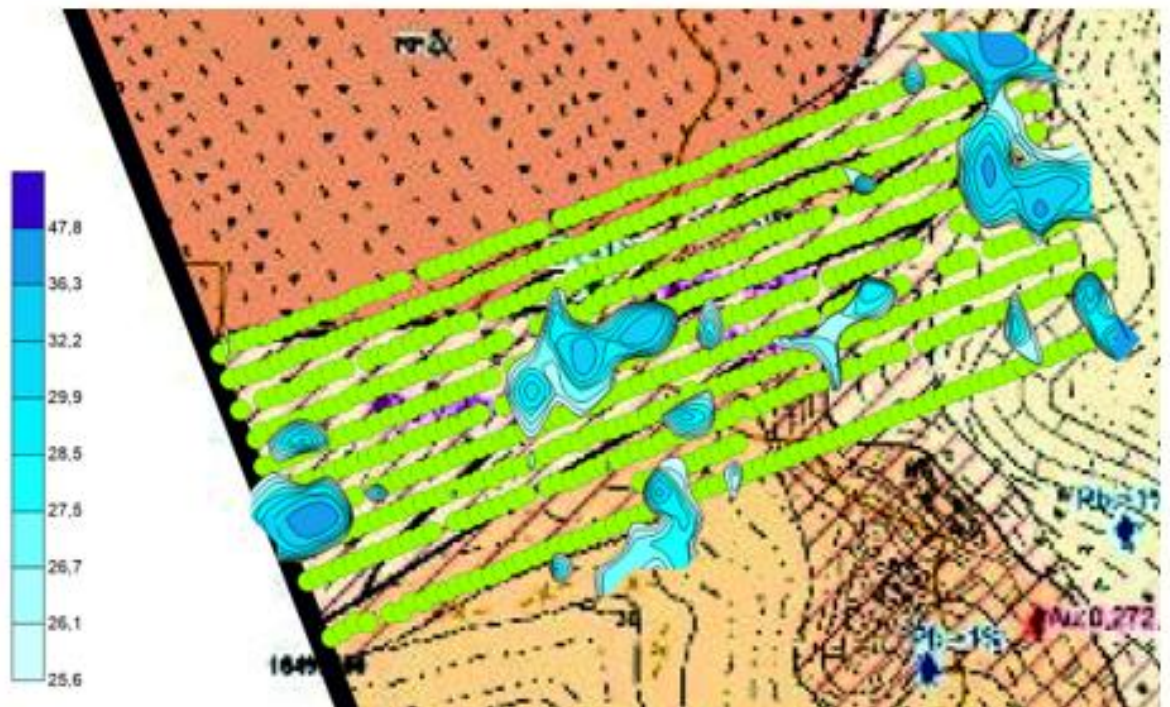


Рисунок 6.31 – Моноэлементная карта Cu по сети 100x40 м

Аномалии Cu выделены по следующим уровням: C_{a1} – 47,8, C_{a2} – 36,3, C_{a3} – 32,2, C_{a4} – 29,9, C_{a5} – 28,5, C_{a6} – 27,5, C_{a7} – 26,7, C_{a8} – 26,1, C_{a9} – 25,6.

Геохимические аномалии Cu концентрируются на всей площади перспективного участка «северный» в виде небольших рассеянных аномалий (на левом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

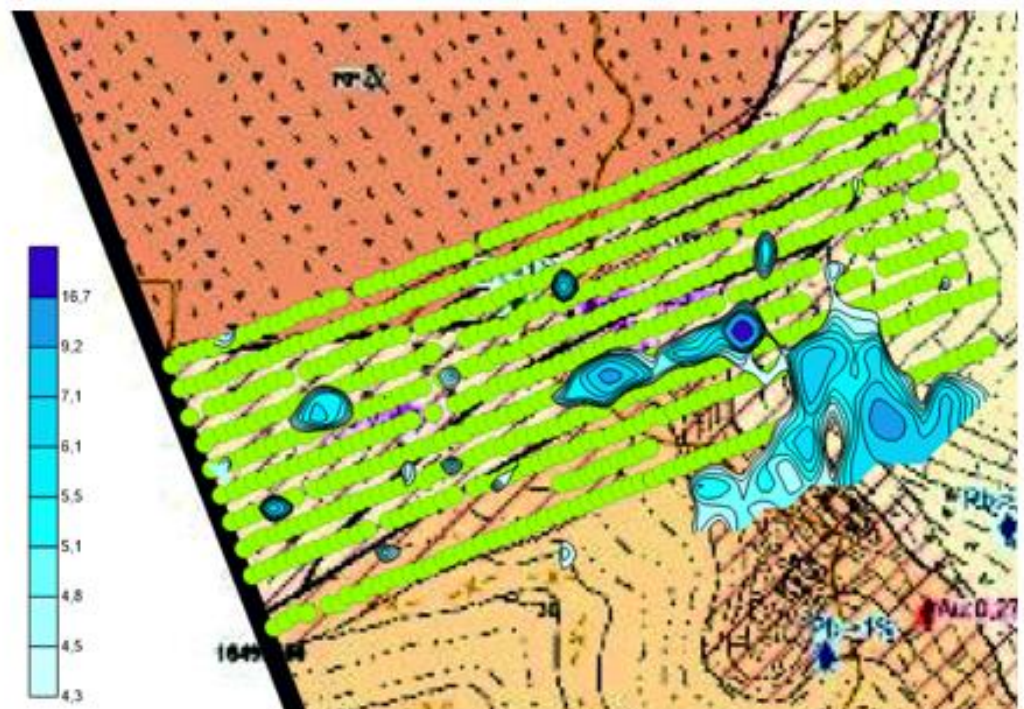


Рисунок 6.32 – Моноэлементная карта Mo по сети 100x40 м

Аномалии Mo выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 16,7$, $C_{a2} - 9,2$, $C_{a3} - 7,1$, $C_{a4} - 6,1$, $C_{a5} - 5,5$, $C_{a6} - 5,1$, $C_{a7} - 4,8$, $C_{a8} - 4,5$, $C_{a9} - 4,3$.

Геохимические аномалии Mo концентрируются в юго-восточной части перспективного участка «северный» в виде вытянутых низкоконтрастных аномалий (на левом и правом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

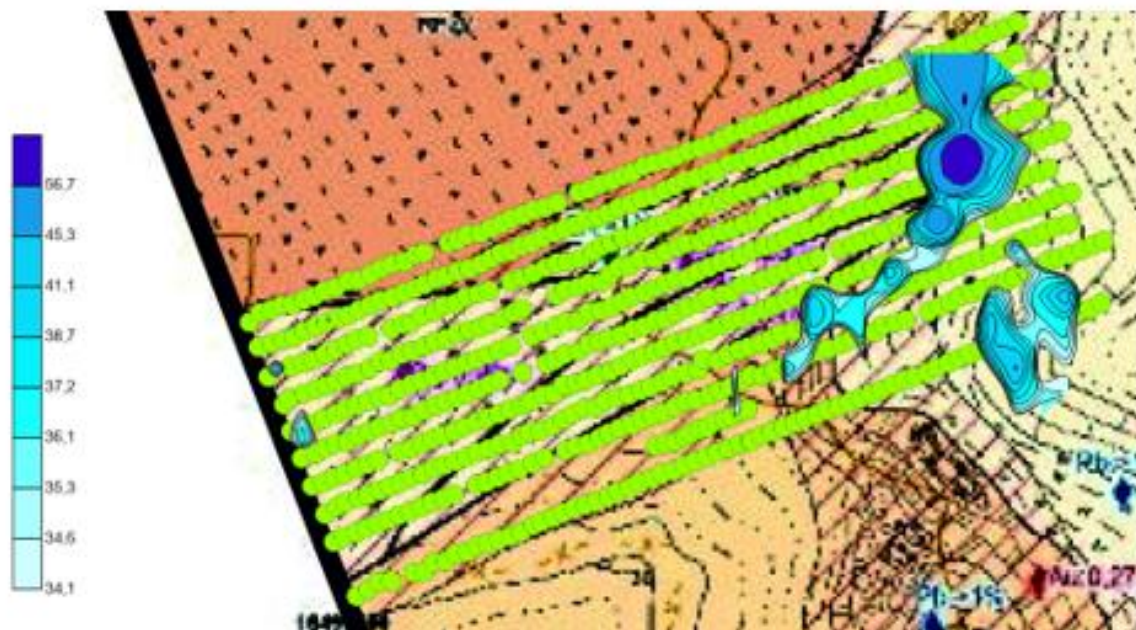


Рисунок 6.33 – Моноэлементная карта Ni по сети 100x40 м

Аномалии Ni выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 56,7$, $C_{a2} - 45,3$, $C_{a3} - 41,1$, $C_{a4} - 38,7$, $C_{a5} - 37,2$, $C_{a6} - 36,1$, $C_{a7} - 35,3$, $C_{a8} - 34,6$, $C_{a9} - 34,1$.

Геохимические аномалии Ni концентрируются в восточной части перспективного участка «северный» (на левом и правом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

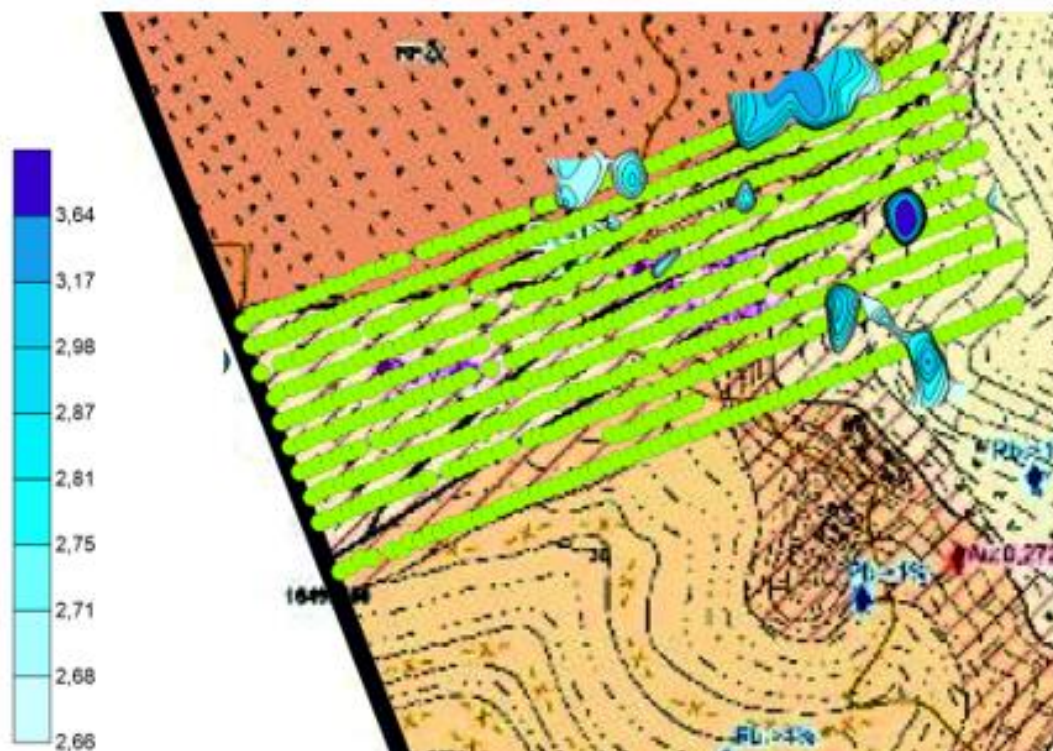


Рисунок 6.34 – Моноэлементная карта Sn по сети 100x40 м

Аномалии Sn выделены по следующим уровням: C_{a1} – 3,64, C_{a2} – 3,17, C_{a3} – 2,98, C_{a4} – 2,87, C_{a5} – 2,81, C_{a6} – 2,75, C_{a7} – 2,71, C_{a8} – 2,68, C_{a9} – 2,66.

Геохимические аномалии Sn концентрируются преимущественно в восточной части перспективного участка «северный» в виде рассеянных небольших низкоконтрастных аномалий (на левом и правом берегу реки Сухой Пит) и выявляются в известняках и известковистых сланцах морянихинской свиты и тяготеют к разрывным нарушениям.

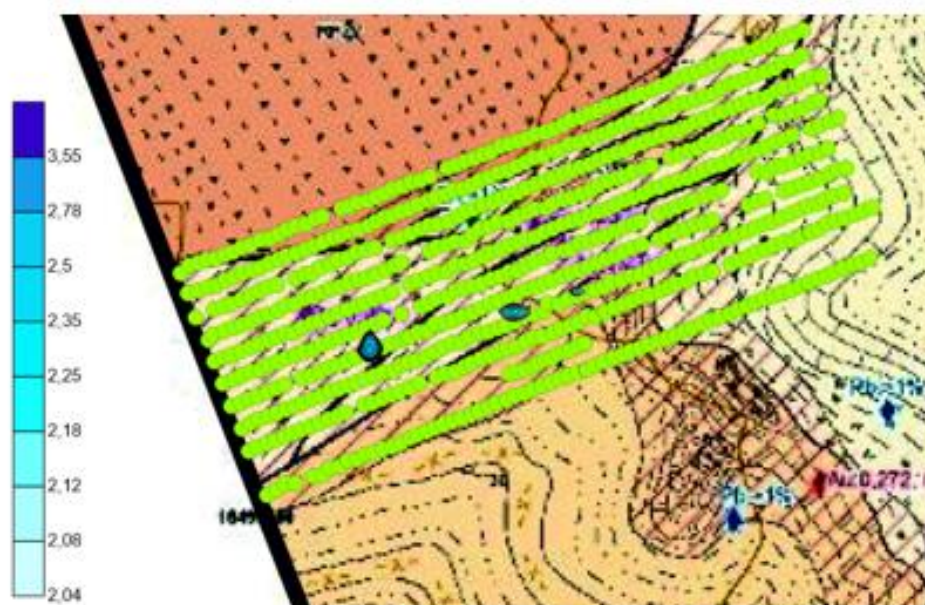


Рисунок 6.35 – Моноэлементная карта W по сети 100x40 м

Аномалии W выделены по следующим уровням: $C_{a1} - 3,56$, $C_{a2} - 2,78$, $C_{a3} - 2,5$, $C_{a4} - 2,35$, $C_{a5} - 2,25$, $C_{a6} - 2,18$, $C_{a7} - 2,12$, $C_{a8} - 2,08$, $C_{a9} - 2,04$.

Значимые геохимические аномалии W не выявлены в районе перспективного участка «северный».

При сопоставлении результатов построения геохимических моноэлементных карт масштаба 1:10000 и 1:25000 было выявлено совпадение аномалий соответствующих элементов, что подтверждает наличие рудных зон в пределах перспективных участков.

6.3.3. Расчет прогнозных ресурсов по категории P₃ по данным литохимического опробования масштаба 1:10000

Расчет прогнозных ресурсов осуществляется на ранее выделенном перспективном участке «северный».

Перспективный участок «Северный» (рисунки 6.36, 6.37) представляет собой геохимическую аномалию, вытянутую в субширотном направлении. Линейные размеры аномалии Pb в районе перспективного участка «северный» составляют: в длину до 2000 м, в ширину – от 200 до 600 м. Аномалия на перспективном участке «центральный» имеет размеры: в длину до 2200 м, в ширину – от 300 до 1200 м.; Аномалия Zn в районе перспективного участка «северный»: в длину более 1200 м, в ширину – от 250 до 500 м.

Аномалии в районе перспективного участка «северный» приурочены к протяженной минерализованной зоне в северной части участка, которая протягивается вдоль рудоконтролирующего надвига субширотного простирания.

На участке был выделен контур геохимической аномалии для сети 100x40: для Pb по уровню $C_{a9} = 116$ г/т; для Zn по уровню $C_{a9} = 111$ г/т.

В пределах выделенных контуров производится расчет линейных и площадных продуктивностей с целью подсчета прогнозных ресурсов и оценки рудоносности Сухопитского участка.

Линейная продуктивность рассчитывается по каждому профилю, пересекающему геохимический контур аномалии. Для перспективного участка «Северный» линейные продуктивности по профилям отражены в таблицах 6.10, 6.11.

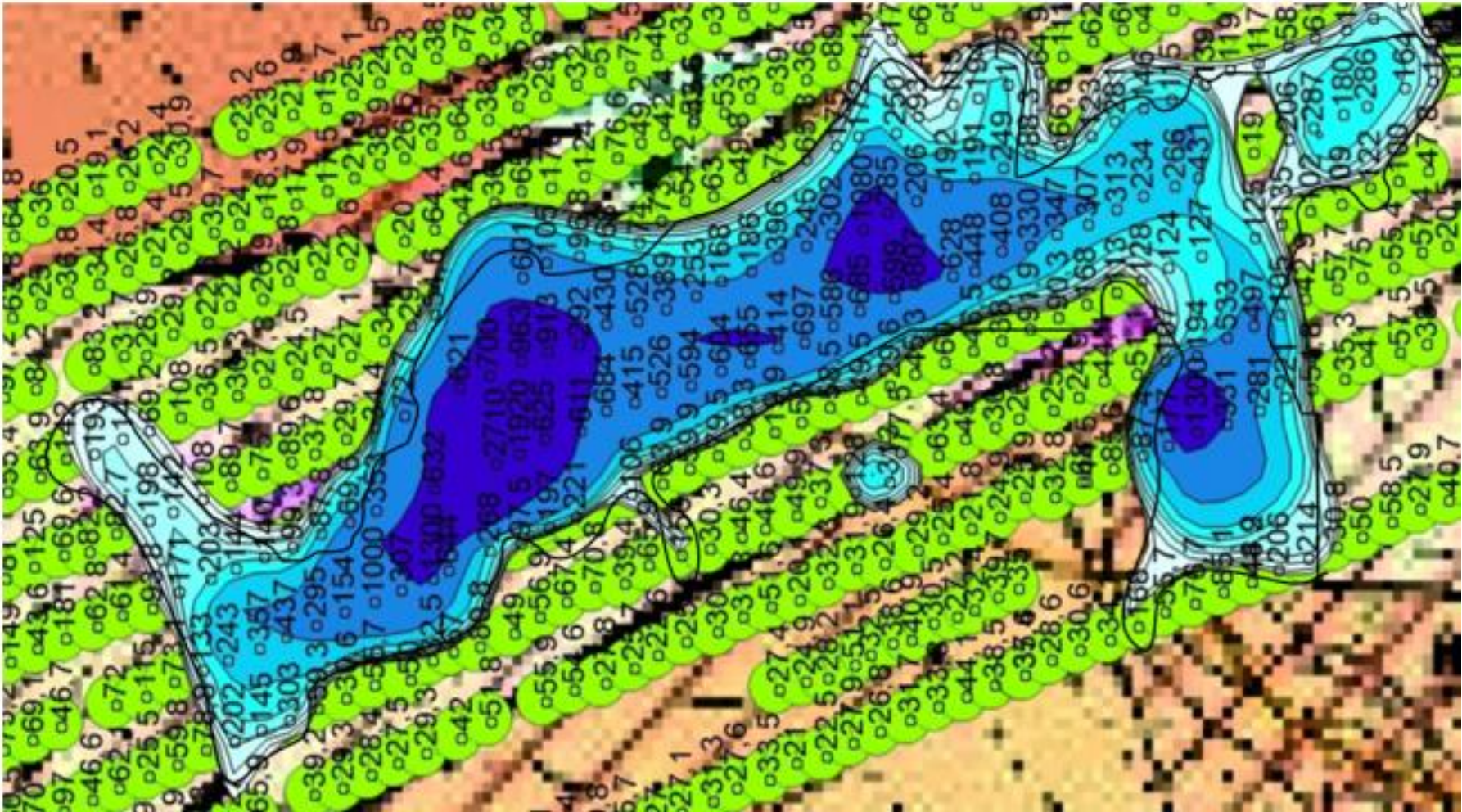


Рисунок 6.36 – Контур геохимической аномалии Zn в пределах перспективного участка «Центральный» с отмеченными содержаниям элемента. Контур геохимической аномалии $Ca_9 = 116$ г.

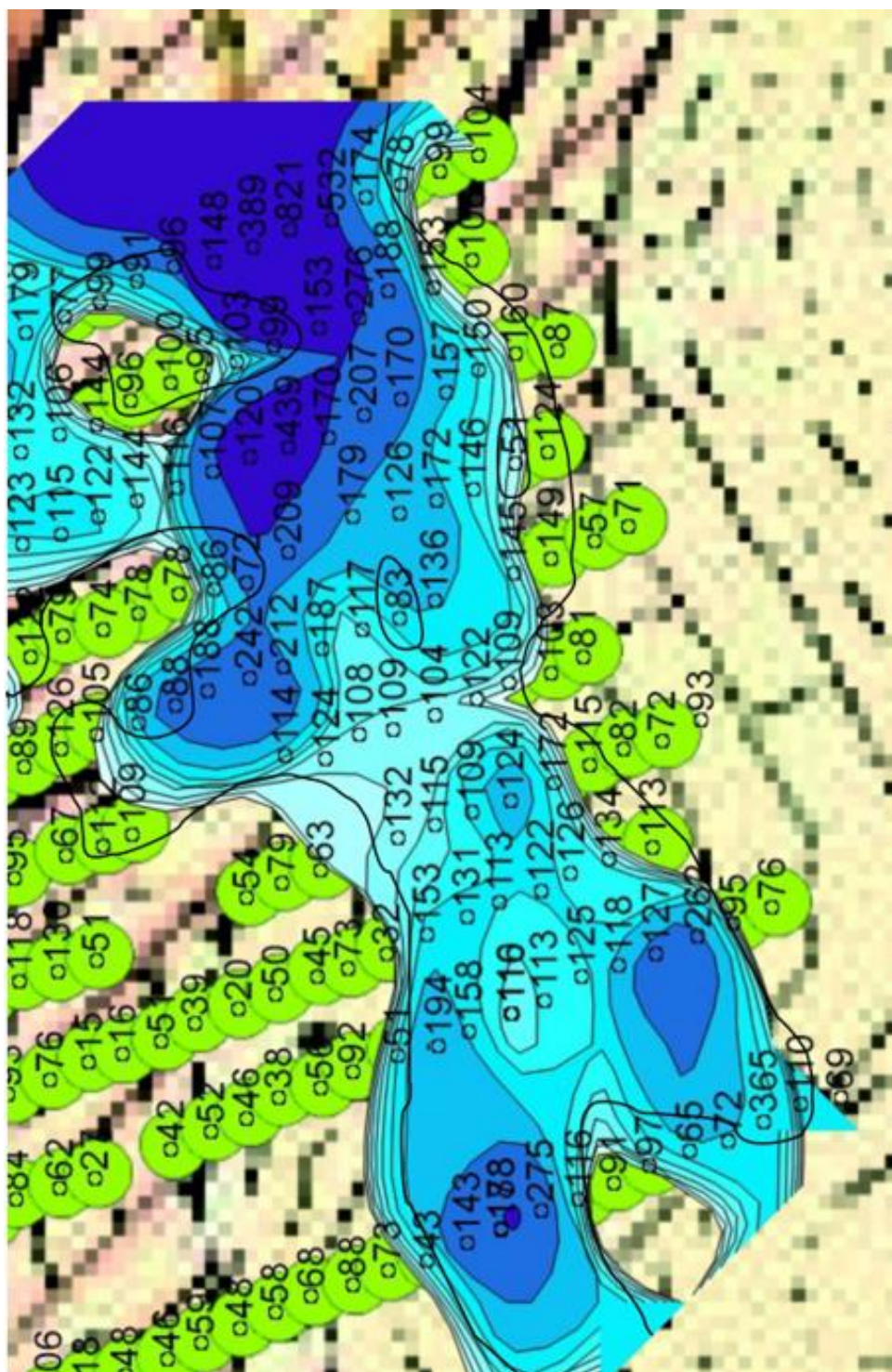


Рисунок 6.37 – Контур геохимической аномалии Zn в пределах перспективного участка «Северный» с отмеченными содержаниями элемента по сети 100x40. Контур геохимической аномалии $C_{a9} = 101$ г/т.

Таблица 6.10 – Значения линейных продуктивностей аномалии Zn

M180	M190	M200	M210	M220	M230
7,161	2,373	4,845	2,013	3,090	1,328

Таблица 6.11 – Значения линейных продуктивностей аномалии Pb

M210	M220	M230	M240	M250	M260	M280
5,194	31,434	68,146	20,834	6,181	8,144	1,686

Производим расчет площадной продуктивности по сети 100x40:

$$P_{Zn} = 2924,28 \text{ м}^2\%$$

$$P_{Pb} = 14161,92 \text{ м}^2\%$$

Расчитываются прогнозные ресурсы Pb и Zn по сети 100x40

$$Q_{Zn} = \frac{1}{1} * \frac{2924,28}{40} * 200 \approx 15000 \text{ т}$$

$$Q_{Pb} = \frac{1}{1} * \frac{14161,92}{40} * 200 \approx 71000 \text{ т}$$

Суммарные минимальные прогнозные ресурсы для перспективного участка «северный» по результатам геохимической съемки масштаба 1:10000 составляют 86000 тонн.

6.4 Результаты обработки геохимических данных

В результате обработки данных литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния 1:25000 масштаба по сети 200x40 участка Сухопитского, Морянихинской площади были рассчитаны основные статистические параметры распределения элементов, на основе которых были определены значения геохимического фона и аномальные уровни для Pb, Zn и элементов спутников. Элементы спутники свинцово-цинкового оруденения определены на основе корреляционного анализа и представлены Ag ($r_{Pb-Ag}=0,49$, $r_{Zn-Ag}=0,46$), Cd ($r_{Pb-Cd}=0,33$, $r_{Zn-Cd}=0,622$), сильная связь наблюдается между основными рудными элементами ($r_{Pb-Zn}=0,80$).

Анализ моноэлементных карт показал пространственное совпадение у элементов Cd, Co, Ni, Sn с геохимическими аномалиями Zn. С геохимическими аномалиями Pb совпадают аномалии Mo, Ag.

Интерпритация карт мультипликативного и комплексного показателей позволила выявить два перспективных участка на полиметаллическую минерализацию: «северный» и «центральный». Участок «северный» протягивается между рудоконтролирующих надвигов и включает в себя субширотную вытянутую аномалию и залегает в карбонатных отложениях морянихинской свиты. Участок «центральный» расположен южнее участка «северный» охватывая тело риолитов к которому приурочены участками вытянутые и субизометричные аномалии Pb и Zn.

Подсчет прогнозных ресурсов показал, что на участке «Северный» минимальные прогнозные ресурсы по категории P₃ для Zn составляют 16000

т, на том же участке прогнозные ресурсы по Pb составляют 78000 т. На участке «Центральный» прогнозные ресурсы по категории P₃ для Zn составляют 50000 т, на том же участке прогнозные ресурсы по Pb составляют 125000 т.

Суммарное минимальное количество прогнозных ресурсов по перспективным участкам «северный и «центральный» для свинца и цинка в результате литохимической съемки масштаба 1:25000 по категории P₃ составляет 270000 тонн, что соответствует по десятичной классификации запасов среднему полиметаллическому месторождению [4].

После оценки рудоносности на выделенном перспективном участке «северный» была произведена более детальная литохимическая съемка масштаба 1:10000 и в результате были получены практически идентичные по размерам и контрастности аномалии свинца и цинка, как и при съемке масштаба 1:25000, что подтверждает наличие в выделенном перспективном участке «северный» полиметаллической рудной зоны. Так же были рассчитаны прогнозные ресурсы по категории P₃ для свинца и цинка. В результате суммарные прогнозные ресурсы при литохимической съемке масштаба 1:10000 составили около 86 000 тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате петрографических исследований выделены две разновидности пород с низкой степенью метаморфических преобразований с рудной пирит-галенит-сфалеритовой минеральной ассоциацией.

Обработка результатов литохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:25 000 показала наличие вторичных ореолов свинца, цинка и сопутствующих элементов на Сухопитском участке. Анализ их распределения по площади участка показал их приуроченность к минерализованной зоне располагающейся на контакте с карбонатными отложениями и риолитами, протягивающиеся с запада на восток в длину и ширину около 1 км.

Выявлено 2 перспективных участка (северный и центральный) на основании анализа карт комплексного и мультипликативного показателей.

Аномальные ореолы свинца и цинка в пределах перспективного участка «северный» приурочены к двум разным разрывным нарушениям и отмечаются в известняках и известковистых сланцах Морянихинской свиты. На участке «центральный» отмечается приуроченность к контакту известняков, и известковистых сланцев Морянихинской свиты и риолитов.

По перспективным участкам произведен подсчет прогнозных ресурсов по категории P_3 с общими прогнозными ресурсами порядка 270 000 т, что соответствует среднему полиметаллическому месторождению [4].

На основании проведенных исследований, рекомендовано произвести более детальное изучение в районах перспективных участков «северный» и «центральный».

Список использованной литературы

Опубликованная

1. Березий, А.Е. Геолого-структурные особенности локализации полиметаллического оруденения на юго-западе Енисейского кряжа. Геол. и геофиз., №5, / Березий, А.Е. - Красноярск, 1975.
2. Бровков, Г.Н. Разработка геолого-геофизических критериев средне- и крупномасштабных поисков и оценки полиметаллического оруденения Енисейского кряжа. /Бровков, Г.Н., Охапкин Н.А. - Красноярск, 1978.
3. Бровков Г.Н. Геология и металлогения Енисейского рудного пояса. / Бровков Г.Н. Кузубный В.С., Ли Л.В - Красноярск, 1985.
4. Соловов, А. П. Геохимические методы поисков рудных месторождений. Изд-во 2-е / А. П. Соловов, А. А. Матвеев. – Москва : Изд-во МГУ, 1990.
5. Шерман М.Л. Основные типы структур, рудоконтролирующих и рудолокализирующих свинцово-цинковое оруденение Енисейского кряжа. В кн. «Рудоносность и металлогения структур Енисейского кряжа»/ Шерман М.Л., Охапкин Н.А. -Красноярское кн. Из-во, 1974.
6. Шубенин Н.Г. Гидрогеологическая карта СССР. М 1:200000. Серия Енисейская. Лист 0-46-XVI. Объяснительная записка. ТГФ, / Шубенин Н.Г Красноярск, 1964.

Фондовая

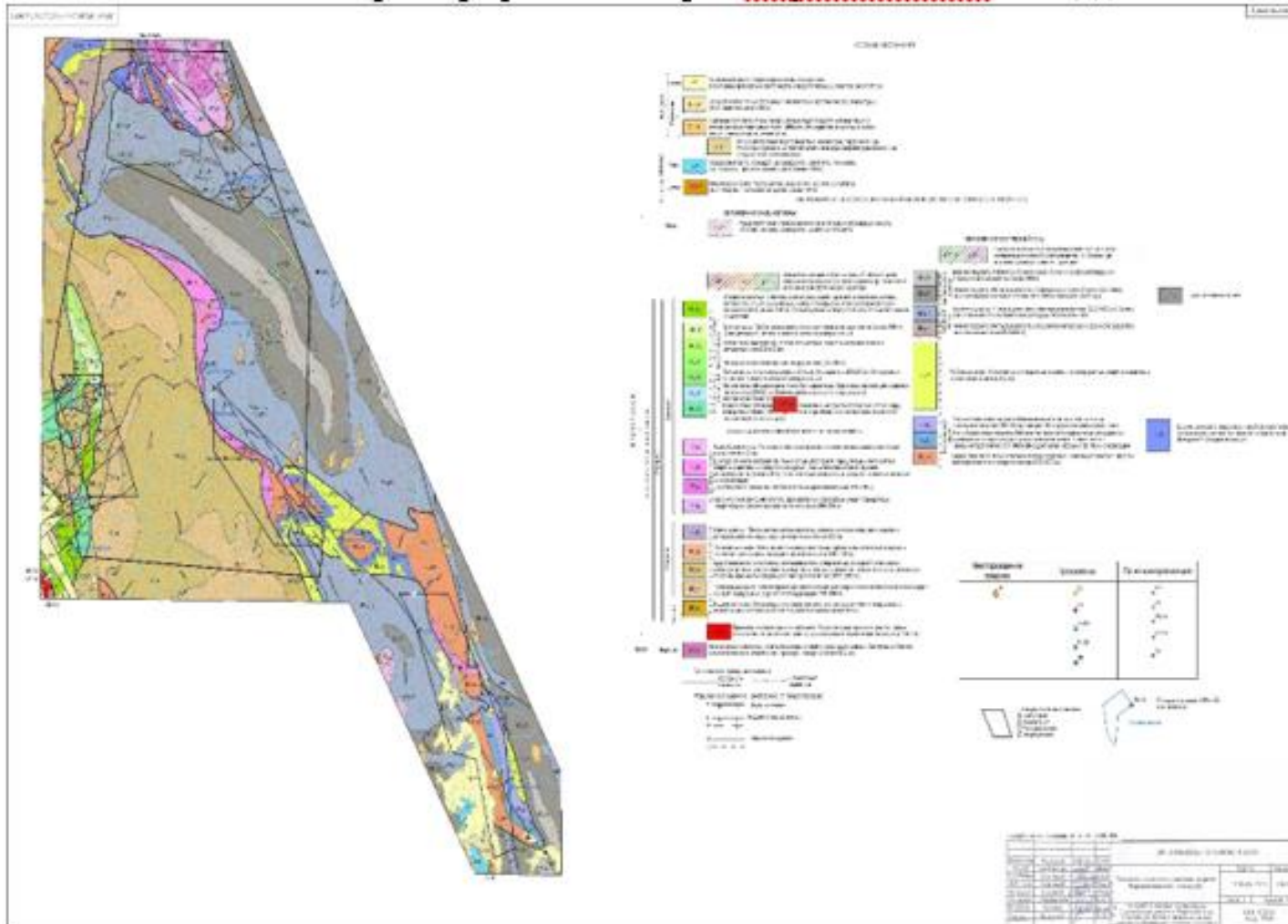
7. Алеко С.В Отчет по поисковым работам на свинцово-цинковое оруденение в пределах Морянихинской площади в Ангарском рудном районе. / Алеко С.В. – Москва 2023.
8. Валента Г.П. Аэрогеофизическая съемка и наземные проверочные работы в центральной части Енисейского кряжа. ТГФ, / Валента Г.П., Чебоксаров В.А. Красноярск 1965.
9. Вяткин Б.Е. Детальные поиски свинцово-цинковых руд в среднем течении р. Татарки. Отчет Западной геологопоисковой партии по работам 1982-1984 гг. / Вяткин Б.Е., Бранднер Н.Х., Беляев П.В. -Красноярск, 1984.
10. Георгиев Г.А. Геологическое строение южной половины листа 0-46-56-А и листа 0-46-56-В. ТГФ, / Георгиев Г.А., Иванов Е.И. - Красноярск,1961.
11. Горбунов С.В. Отчет о работах по оценке масштабов свинцово-цинкового оруденения уч. Линейного и поисках залежей свинцово-цинковых руд в пределах Рассохинского и Дауглинского рудных узлов в 1969-1972 гг. / Горбунов С.В., Казарова Г.В., Цибизов С.Д. - Красноярск, 1973.
12. Горбунов С.В. Поиски свинцово-цинковых руд на территории Сухопитского рудного узла (Отчет Огненской партии по работам 1973-1974 гг.). / Горбунов С.В., Ольшанский Ю.В. -Красноярск, 1974.

13. Дмитриев Г.А. Отчет по поисковым работам на свинцово-цинковое оруденение в пределах Морянихинской площади в Ангарском рудном районе. / Дмитриев Г.А., Васильев Н.Ф., Стороженко А.А. - Москва, 2019.
14. Забиров Ю.А. Результаты детальных поисков полиметаллических руд в Западной полиметаллической зоне Енисейского кряжа (участки Подлунный, Моряниха, Токминский), / Забиров Ю.А., Беляев П.В., Вяткин Б.Е. . -Красноярск, 1982.
15. Забиров Ю.А. Результаты общих поисков свинцово-цинковых руд в Ангаро-Питском междуречье и на Шилкинской площади. / Забиров Ю.А., Лапшин М.М.Красноярск, 1986.
16. Забродин В.Ю. Геологическое строение бассейна р. Петрищева (Окончательный отчет Плехановский партии по геологической съемке масштаба 1:50 000 листов О-46-56-Г, О-46-68-Б, -Г за 1969-1971 гг.). / Забродин В.Ю., Остапчук В.И., Цельковский В.Ф -Красноярск, 1971.
17. Лапшин М.М. Поиски месторождений свинца на площади Морянихо-Меркурихинского рудного поля. / Лапшин М.М., Вяткин Б.Е. -Красноярск, 1989.
18. Лапшин М.М. Отчет: «Геологическая съемка масштаба 1:50 000 (листы О-46-67-Г, О-46-68-В, О-46-79-В, О-46-80-А) геологическое доизучение (листы О-46-55-Б, -Г, О-46-56-А, -В, О-46-67-Б, О-46-68-А) масштаба 1:50 000, глубинное геологическое картирование (листы О-46-67-Г, О-46-68-В, О-46-79-В, О-46-80-А) масштаба 1:50 000 и общие поиски свинцовых руд в районе Горевского месторождения (Горевская площадь), проведенные Западной партией в 1983-1990 гг. в 4-х книгах, / Лапшин М.М., Красноярск, 1990.
19. Марушко Г.В. Поиски богатых свинцово-цинковых руд в районе Горевского месторождения. Отчет Западной партии о поисковых работах в районе Горевского месторождения за 1976-1978 гг. / Марушко Г.В., Лазаренко Т.П. - Красноярск, 1978.
20. Марушко Г.В. Детальные поисковые работы на Токминском свинцово-цинковом рудопроявлении в 1977-1979 гг. Отчет Западной партии. / Марушко Г.В. - Красноярск, 1979.
21. Молчанов Е.Д. Геологическое строение бассейна среднего и нижнего течения р. Сухой Пит. ТГФ, / Молчанов Е.Д, Михеев Б.В - Красноярск, 1967.
22. Мукомело С.В. Результаты геофизических исследований в междуречье рек Большого Типа и Татарки с целью поисков полиметаллических месторождений (Отчет Дауглинской геофизической партии за 1971 г.). / Мукомело С.В., Дорофеев Н.П. - Красноярск, 1971.
23. Ощепков М.Д. Результаты комплексных геофизических исследований в Горевском рудном узле. Отчет Енисейской партии по татарскому объекту за 1979-1981 гг. / Ощепков М.Д., Марушко Г.В. -Красноярск, 1982.

24. Протопопов В.Г. Оценка геохимических аномалий цветных и редких металлов в Енисейском кряже. /Протопопов В.Г., Тюков Ю.Б. - Красноярск, 1978.
25. Саванович Л.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Бол. Пита и Татарки. ТГФ, / Саванович Л.Г., - Красноярск, 1975.
26. Саваньяк Ю.В. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна среднего течения р. Бол. Пит. Отчет Брянской партии по геологической съемке масштаба 1:50000 листов О-46-30-Б О-46-31-А, -Б, -В, -Г, О-46-42-Б, О-46-43-А, -Б за 1972-1976 гг. / Саваньяк Ю.В., Марушко Г.В., Целыковский А.Ф., - Красноярск, 1976.
27. Стороженко А.А., Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 в центральной части енисейского кряжа на олимпиадинской площади (листы О-46-III, О-46-IV) / Стороженко А.А. – Красноярск, 2003.
28. Целыковский А.Ф. Геологическое доизучение М 1:50000 Токминского, Пихтово-Дауглинского и Сухопитского рудных узлов. ТГФ, / Целыковский А.Ф., - Красноярск, 1997.

Графическое приложение А

Литолого-Стратиграфическая карта Морянихинской площади

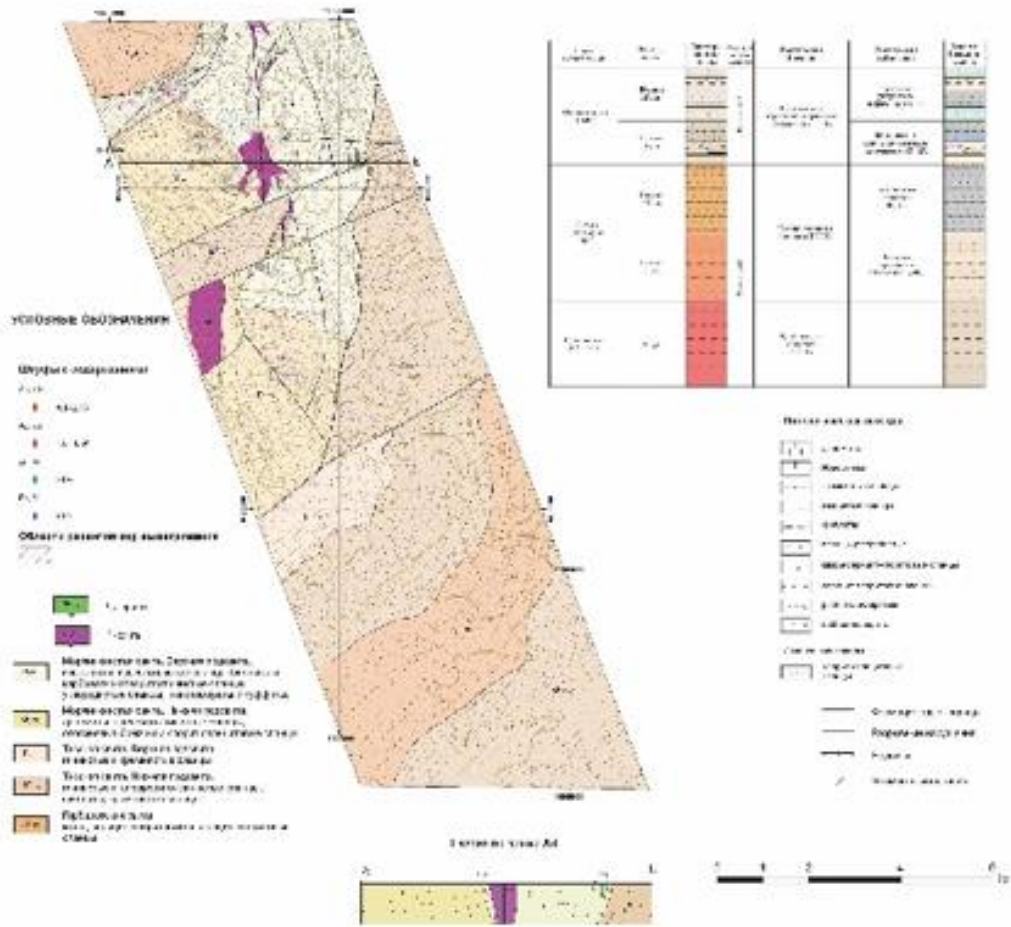


Графическое приложение Б

Литолого-Стратиграфическая карта Сухопитского участка

Масштаб 1:50000

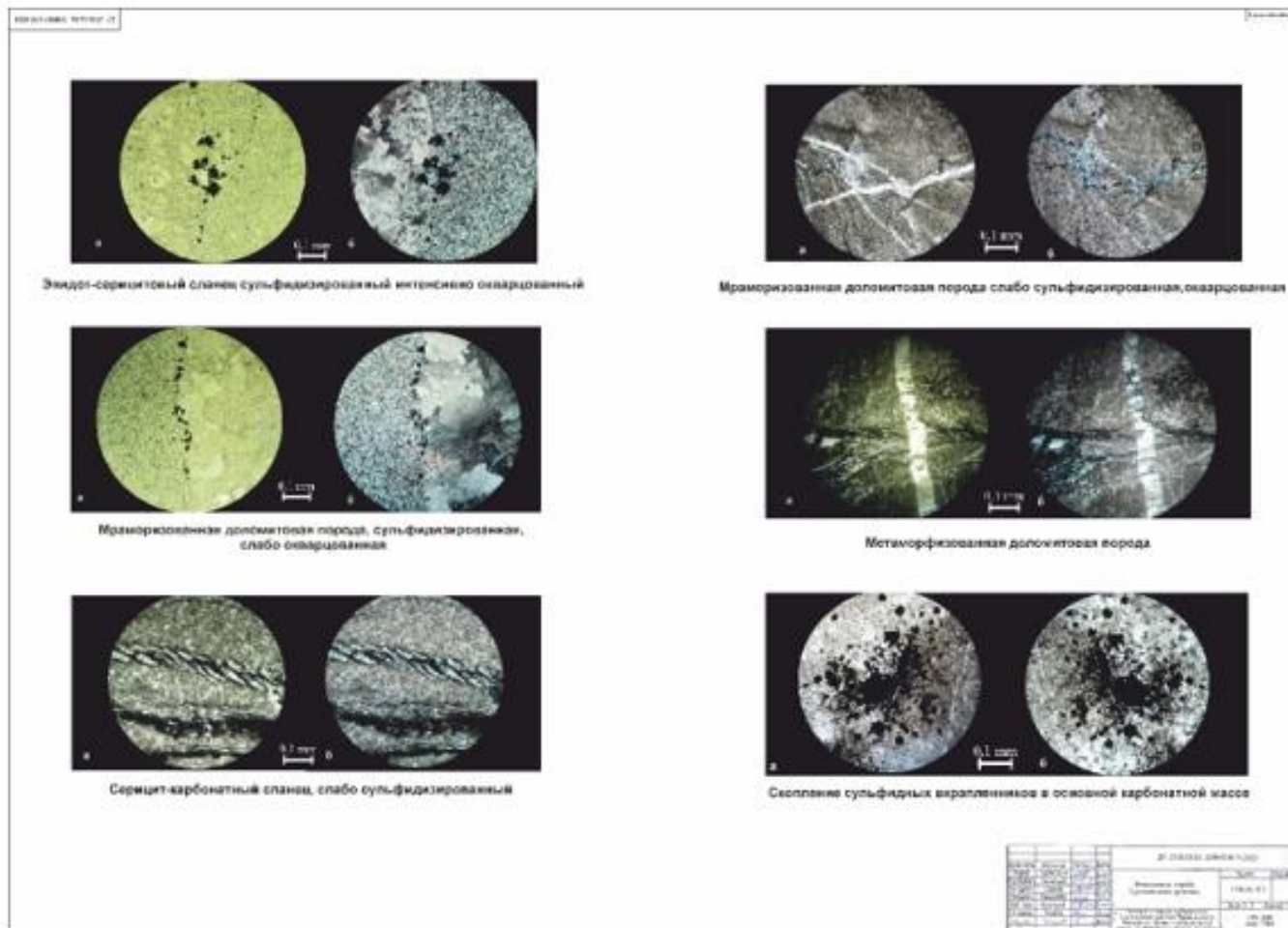
Лист 1:100000



Литологическая группа	Возраст	Степень метаморфизма	Литологический тип	Литологическая характеристика	Толщина (м)
Q	кварц				
А	асбест				
П	песок				
Г	глина				
С	сланец				

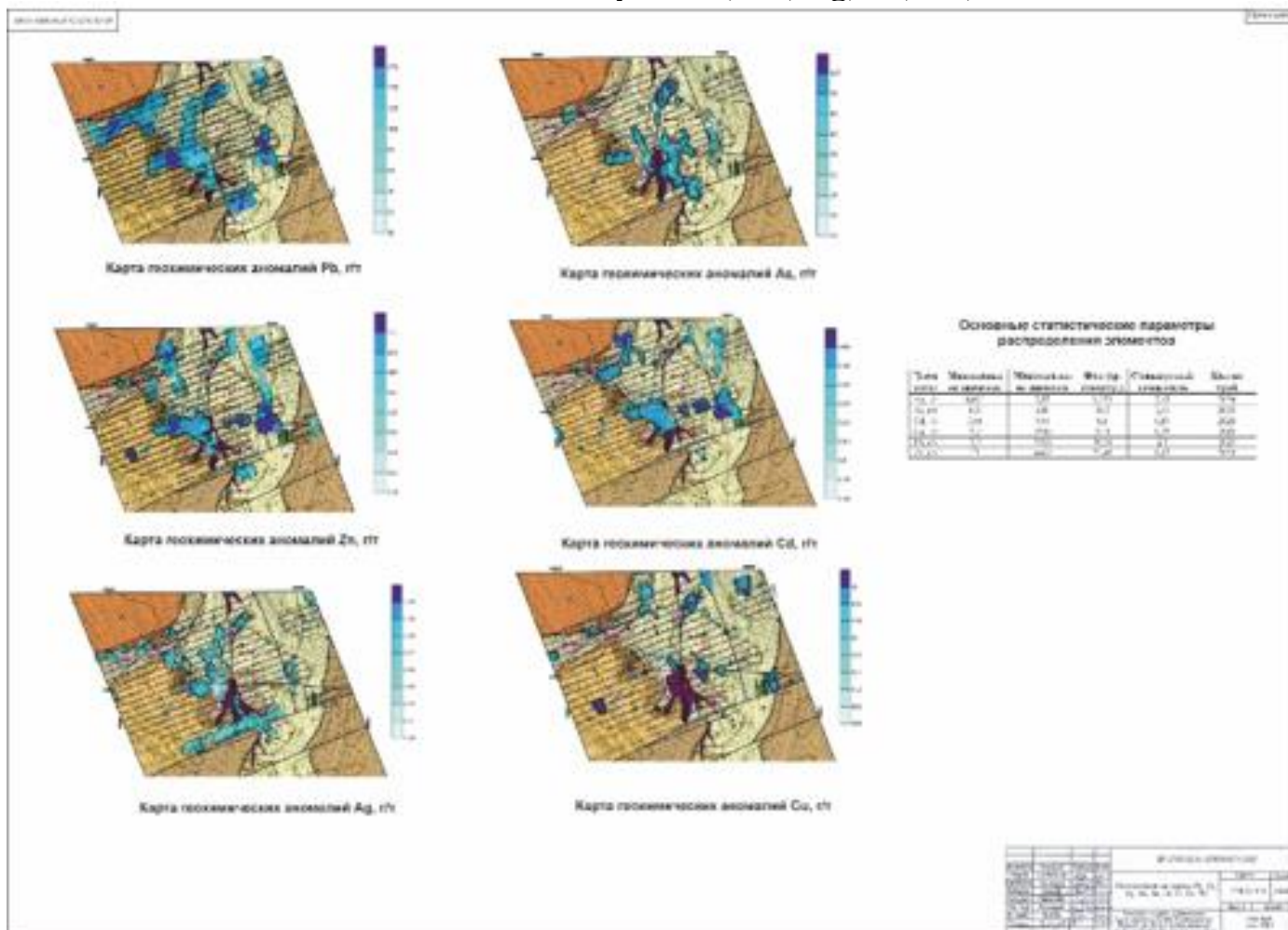
Графическое приложение В

Вмещающие породы Сухопитского участка



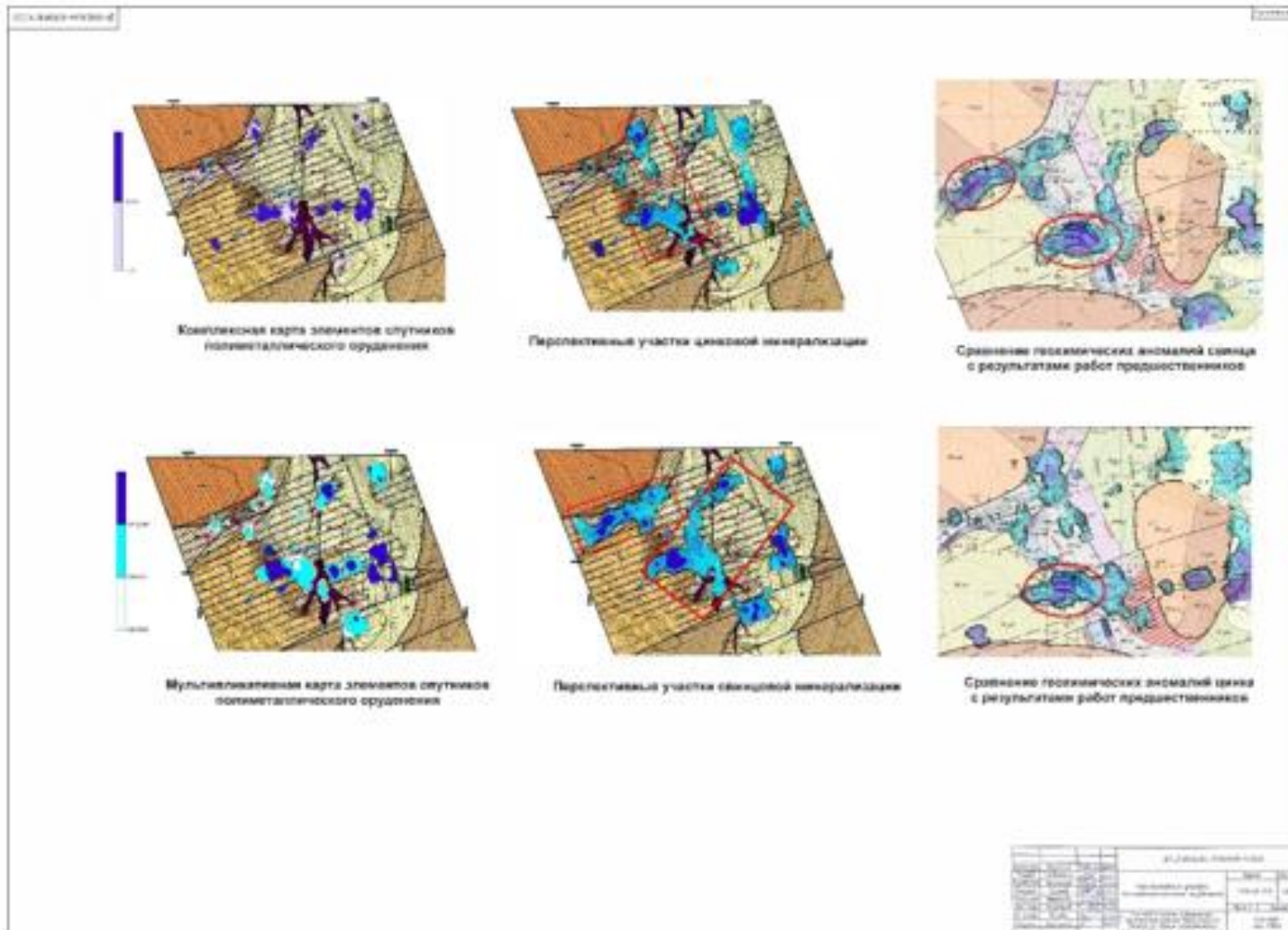
Графическое приложение Г

Моноэлементные карты Pb, Zn, Ag, As, Cd, Cu



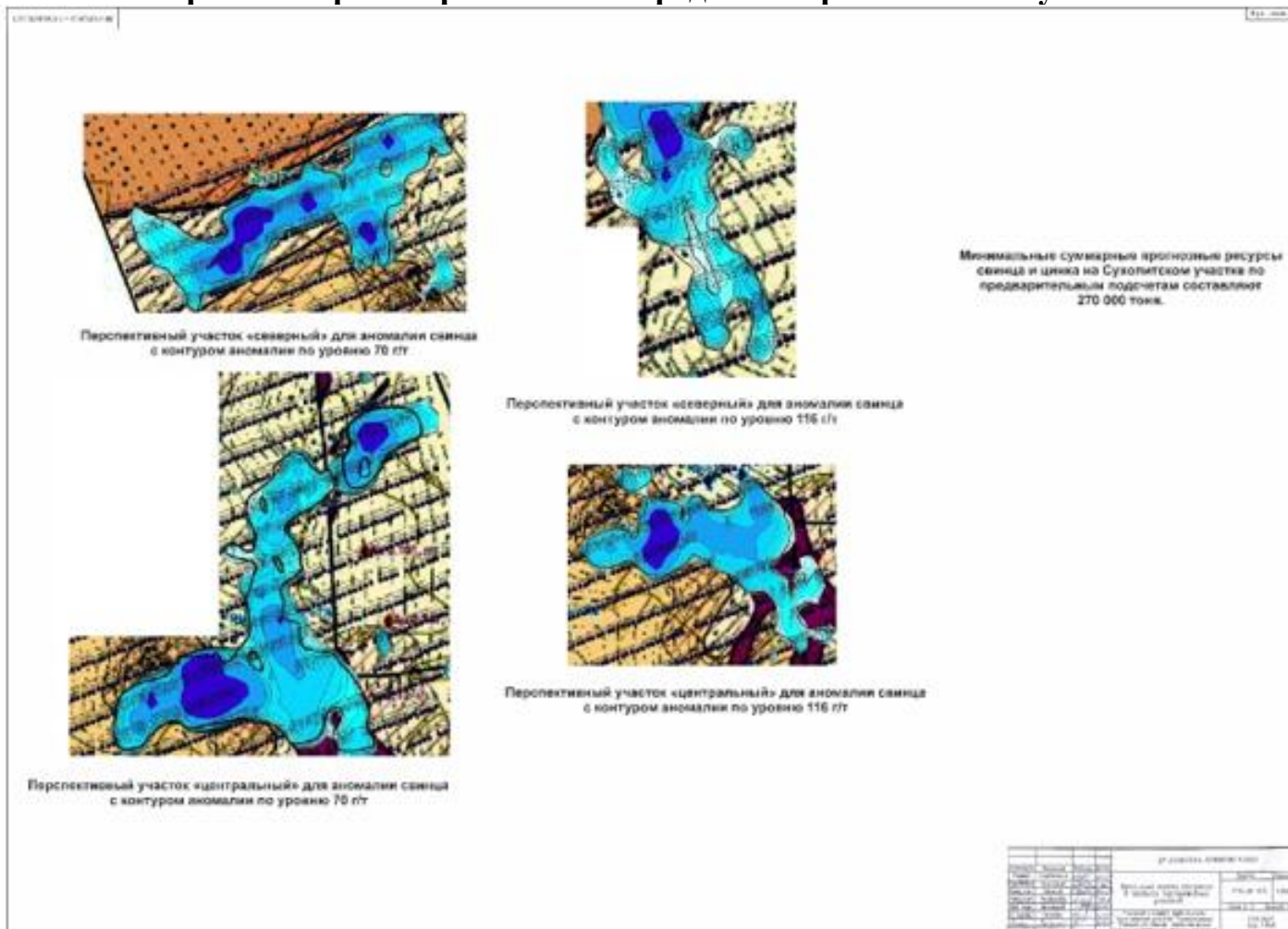
Графическое приложение Д

Перспективные участки полиметаллического оруденения



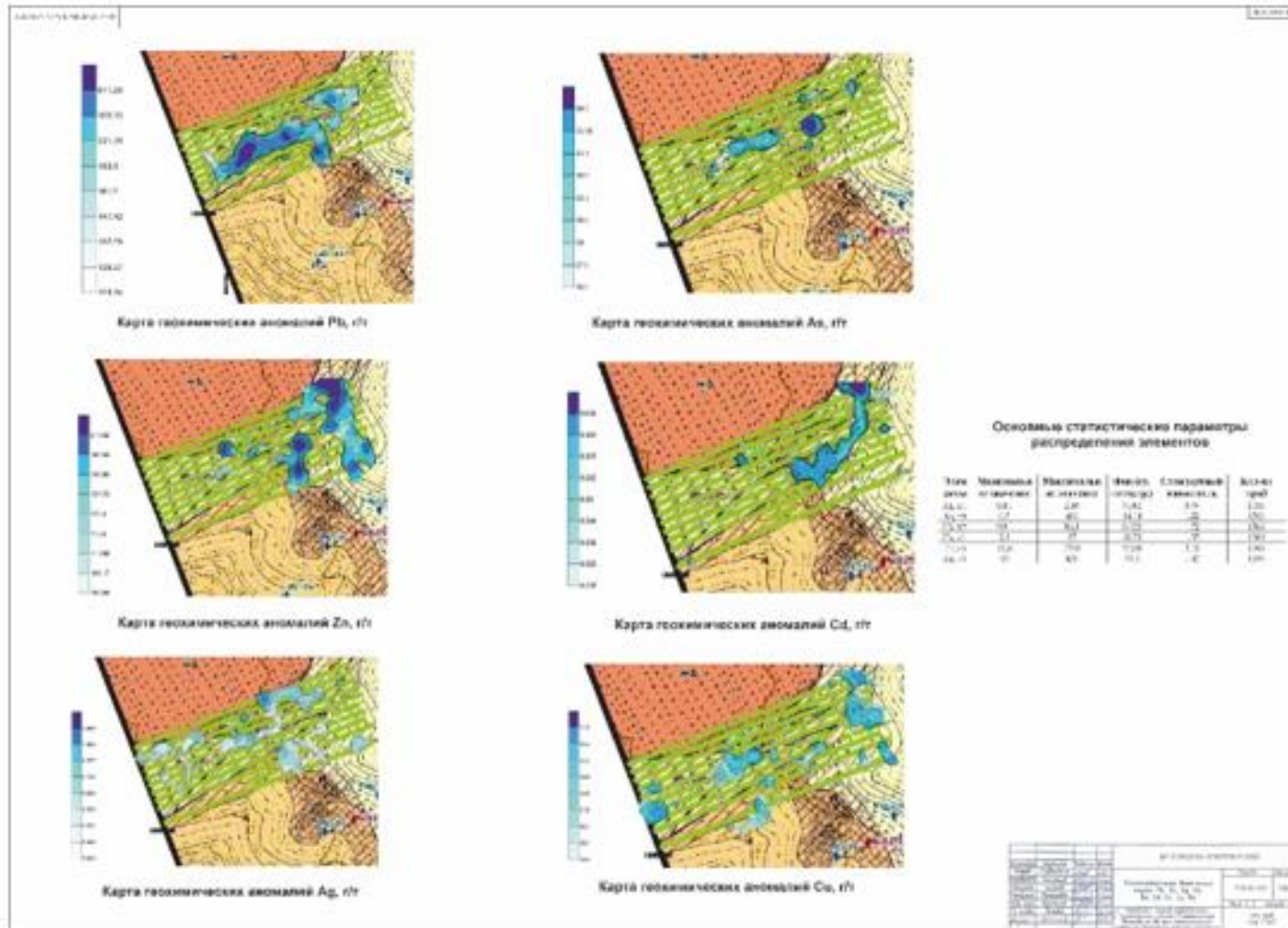
Графическое приложение Е

Вторичные ореолы рассеяния в пределах перспективных участков



Графическое приложение Ж

Моноэлементные детальные карты Pb, Zn, Ag, As, Cd, Cu



Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов
институт

Геологии Минералогии и Петрографии
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



С.И. Леонтьев

подпись

инициалы, фамилия

«24» июня 2023 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.02 «Прикладная геология»

код и наименование специальности

21.05.02.04 «Прикладная геохимия, минералогия, петрология»

код и наименование специализации

Геология и Оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской
площади по данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния
(Енисейский Кряж)
(тема)

Руководитель



подпись, дата

24.06.2023 профессор, к.г.-м.н

С.И. Леонтьев

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

26.06.2023 студент группы ГГ18-05МГП

И.А. Серветник

инициалы, фамилия

Рецензент



подпись, дата

16.06.2023 Заместитель начальника отдела
цветных металлов

А.А. Петухов

инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа дипломной работы по теме «Геология и
Оценка рудоносности Сухопитского участка Морянихинской площади по
данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния (Енисейский
Кряж)»

Консультанты по
разделам:

Геологическая характеристика
района и участка

Перфилова 20.04.2023 О.Ю. Перфилова
подпись, дата инициалы, фамилия

Вещественный состав
Вмещающих пород и руд

Сазонов 05.06.2023 А.М. Сазонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Полева 21.06.23 Т.В. Полева
подпись, дата инициалы, фамилия