

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

Институт наук о Земле
Кафедра геологии месторождений полезных ископаемых.

Казанов Сергей Олегович

**"Геологическое строение, геохимия и золоторудная минерализация участка
Мудчучуайвенч (зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья, Мурманская
область)"**

Выпускная магистерская работа
по направлению 05.04.01 «Геология»

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:

к.г.-м.н., Петров С.В.

_____ 2018
«__» _____

Заведующий кафедрой:

к.г.-м.н., Алексеев И.А.

_____ 2018
«__» _____

Санкт-Петербург

2018

Аннотация

Данная работа посвящена изучению участка Мудчучуайвенч, расположенного в северо-западной части ЗКП Колмозеро-Воронья и являющегося перспективным на поиск золоторудных объектов малосульфидного типа золото-кварцевой формации.

В ходе исследований были получены данные о геологическом строении площади, выявлена линейная аномалия мышьяка в центральной части. Было установлено наличие тонкодисперсной минерализации золота и серебра, показаны особенности минерального состава руд участка. Кроме того, построена схема прогноза территории, основанная на геохимических, петрографических и минералогических признаках.

На основании комплекса данных сделан вывод о схожести геологической обстановки участка с Оленинским рудопроявлением.

The master's study deals with the gold exploration of Mudchuchuaivench sector located in the NW part of the Kolmozero-Voronya greenstone belt (Murmansk region, NW Russia). The area has been considered to be of high potential for low-sulfide quartz gold deposits. In a course of the research, detailed data on geology, geochemistry and mineralogy of the area were obtained. Fine gold and silver mineralization was identified. Based on petrography, geochemistry and mineralogy a map of gold prospective zones has been compiled. Geology of the area is considered to be similar to historical Oleninsky gold deposits situated 10 km NW of the Mudchuchuaivench area.

Ключевые слова: зеленокаменный пояс, Мудчучуайвенч, Колмозеро-Воронья, золото.

Key words: greenstone belt, Mudchuchuaivench, Kolmozero-Voronya, gold.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Аннотация | 1 |
| Оглавление | 2 |
| Введение | 3 |
| Глава 1. Методика исследования | 7 |
| 1.1 Методика полевых исследований и отбора проб..... | 7 |
| 1.2 Методика изучения химического состава проб | 7 |
| 1.3 Методика исследования минерального состава с применением электронной микроскопии..... | 7 |
| 1.4 Методика исследования крупной фракции тиллевых проб..... | 8 |
| Глава 2. Краткий обзор предшествующих работ | 9 |
| Глава 3. Характеристика объекта исследования | 14 |
| 3.1 Общегеологическая позиция ЗКП Колмозеро-Воронья..... | 14 |
| 3.2 Геологическая характеристика ЗКП Колмозеро-Воронья | 15 |
| 3.3 Геологическая характеристика лицензионной площади работ (СЗ-фрагмент ЗП Колмозеро-Воронья)..... | 16 |
| 3.4 Полезные ископаемые СЗ фрагмента ЗКП Колмозеро-Воронья..... | 20 |
| 3.5 Обзор золоторудных объектов Вороньетундровского рудного узла..... | 21 |
| Глава 4. Изложение результатов исследований | 27 |
| 4.1. Геохимическое изучение тиллевых проб | 27 |
| 4.2 Исследование с применением рентгеноспектрального микроанализа | 28 |
| 4.3 Изучение породного состава крупной фракции тиллевых проб | 46 |
| 4.4 Выделение прогнозных участков | 48 |
| Заключение..... | 53 |
| Библиография..... | 55 |

Введение

В последнее время в России наблюдается устойчивый рост добычи золота, так, например, с 2010 по 2017 год уровень добычи золота вырос со 192 до 255 тонн, что позволило занять и удержать 3-е место в мире после Китая и Австралии (Mineral commodity summaries, 2012), (Mineral commodity summaries, 2018). При этом современное состояние золотодобывающей промышленности России показывает все предпосылки к дальнейшему росту добычи, по некоторым прогнозам уровень достигнет 400 тонн в год к 2030 году (Иванов А.И., Михайлов Б.К., Вартанян С.С..., 2016).

Несмотря на довольно оптимистичную ситуацию в целом, существует определённая проблема, которая связана с распределением добычи золота в стране. Практически вся добыча в РФ сосредоточена за пределами европейской части страны. По состоянию на 2015 год лидерами добычами являлись следующие субъекты РФ: Красноярский край, Чукотский АО, Саха (Якутия), Магаданская и Амурская области (Государственный доклад о состоянии..., 2016).

В 2016 году те же самые регионы занимали лидирующее положение, однако поменялся порядок: на третье место по добыче вышла Магаданская область, опередив Республику Саха и Амурскую область (Обзор золотодобывающей отрасли..., 2017).

В европейской части РФ ситуация обстоит значительно сложнее, если в пределах Урала добыча имеет достаточно значимые масштабы как в собственно золоторудных объектах, так и комплексных месторождениях, то в Мурманской области и республике Карелии добыча в настоящее время полностью отсутствует. Стоит отметить, что в соседних с Мурманской областью странах в последние десятилетия был открыт ряд объектов, которые расположены в пределах зеленокаменных поясов. Так, например, на территории Финляндии наиболее значимой находкой является месторождение Суурикуусикко, которое расположено в пределах Центрально-Лапландского зеленокаменного пояса, запасы оцениваются в 150 тонн золота, (Дуракова А.Б..., 2016). Среди других объектов - группа месторождений золота пояса Яловара-Иломанси (Куитилла, Вард, Кело-корпи и др.), часть которых уже разведана и подготовлена к промышленному освоению (Дуракова А.Б..., 2016). Несмотря на перспективность Карело-Кольского региона и многочисленные поисковые работы, на данной территории до сих пор не появилось реализованных проектов.

Одной из наиболее перспективных структур в пределах вышеуказанного региона является зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья, в особенности – его северо-западный фрагмент. В пределах этой территории открыт ряд перспективных рудопроявлений – Оленинское, Няльм-1, Няльм-2, комплексное месторождение Пеллапахк.

Именно один из участков северо-западного фрагмента ЗКП Колмозеро-Воронья, расположенный вблизи месторождения Оленинское, стал объектом исследования данной работы. Данный участок имеет рабочее название: «Мудчучуайвенч»

Цель данной работы – определение закономерностей распределения благородных металлов на исследуемой площади.

Для выполнения цели был поставлен ряд задач:

- 1). Составить представление о геологическом строении площади по данным изучения крупной фракции тиллевых проб.
- 2). Изучение химических особенностей площади с привлечением различных методов анализа.
- 3). Изучить особенности золоторудной ассоциации и характеристики форм нахождения благородных металлов в рудах данного участка, сделать предварительные выводы о перспективности дальнейшего изучения.

Методы, которые были использованы для выполнения поставленных задач, будут более детально описаны в соответствующей главе. Личный вклад автора включает в себя участие на всех стадиях пробоподготовки, подготовка схемы обогащения бороздовых проб, петрографическое описание шлифов, описание крупной фракции проб и составление геологической карты, обработка данных, выполнение XRF-анализа для всех проб, подготовка материала к созданию препаратов для изучения рентгеноспектральным микроанализом, участие при проведении рентгеноспектрального микроанализа, участие в создании карт геохимического опробования.

Фактический материал: представлен 300 пробами тиллевой съёмки, 90 бороздовыми пробами. Из данных проб также было получено 8 препаратов для рентгеноспектрального микроанализа. Кроме каменного материала были использованы данные проектов работ, а также полевая документация.

Защищаемые положения:

1). В геологическом строении участка Мудчучуайвенч участвуют следующие породных комплексы верхнего архея: толща существенно амфиболитовых пород и толща сланцев и гнейсовидных пород, осложненные интрузиями гранитоидов, пегматитовыми телами и кварцево-жильными образованиями.

2). Граница раздела контрастных породных комплексов контролирует размещение петрографических, геохимических и минералогических признаков золоторудной минерализации.

3). Совокупность признаков позволяет прогнозировать в пределах центральной части участка Мудчучайвенч перспективные золоторудные объекты, относящиеся к малосульфидной золото-кварцевой формации, аналогичные рудопроявлению Оленинское.

Благодарности

Автор выражает благодарность своему научному руководителю – Сергею Викторовичу Петрову.

Кроме того, отдельную благодарность хочется выразить компании ООО «Кольская ГГК» за предоставленный материал исследования.

Компании ООО «ЛИМС» за огромную роль её сотрудников в пробоподготовке и создании препаратов, а также возможность использования лабораторного оборудования.

Заведующему кафедрой геологии месторождений полезных ископаемых – Ивану Александровичу Алексееву за предоставленную возможность использования метода XRF, а также ценные указания во время проведения данного анализа. А также всем тем, кого я в меру тех или иных причин забыл упомянуть.

Глава 1. Методика исследования

1.1 Методика полевых исследований и отбора проб

Полевые исследования заключались в отборе проб методом тиллевой съёмки и бороздовых проб. Для тиллевого опробования было намечено 5 профилей, которые направлены вкрест простирания основных геологических структур участка. Расстояние между точками опробования – 10 м, между профилями – 100 м. Всего отобрано 300 шт. Бороздовые пробы были получены после прохода канавы длиной 47 метров, заданной параллельно профилям тиллевой съёмки. Часть бороздовых проб отобрана по встреченным коренным выходам, всего бороздовых проб – 92 шт.

1.2 Методика изучения химического состава проб

Предварительно пробы прошли ряд стадий пробоподготовки, различных в зависимости от типа пробы. Образцы тиллевой съёмки были разделены на 3 класса: +2 мм, -2+0,25 мм, -0,25 мм методом мокрого ситования. Фракция -0,25 мм была истёрта до аналитической размерности (-0,071 мм). Все фракции для каждой из 300 проб были проанализированы портативным XRF-анализатором Olympus Delta X с определением следующих элементов: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Sn, Sb, Ba, Ta, W, Pb, Bi, Th.

На следующем этапе строится карта геохимических аномалий мышьяка.

1.3 Методика исследования минерального состава с применением электронной микроскопии

На начальном этапе были получены навески для дальнейшего изготовления препаратов. Навески представляют собой немагнитную фракцию, извлеченную из концентратов, полученных при обогащении 1 кг вещества – для бороздовых проб. Для проб тиллевой съёмки использовался смешанный материал фракций +2 мм и +0,25 мм, измельчённый до размерности -1 мм. Измельчённый материал обогащался на концентрационном столике СКЛ-2. Из полученного концентрата отделялась магнитная фракция сначала обычным ферритовым магнитом, затем неодимовым. Полученная немагнитная фракция проходила стадию домывки.

Данные навески были использованы для создания препаратов в эпоксидной смоле. Препараты были подготовлены сотрудниками ООО «ЛИМС».

На следующем этапе был проведён рентгеноспектральный микроанализ полученных препаратов с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N при ускоряющем напряжении 20 kV.

1.4 Методика исследования крупной фракции тиллевых проб

Тиллевые пробы прошли стадию мокрого ситования, в ходе чего была получена фракция +2 мм для каждой из проб. Отмытый материал изучается при помощи бинокулярного микроскопа/лупы.

В дальнейшем на основании изученного материала составляется геологическая карта и карта минералогических признаков, позже проведена оцифровка данных карт.

Глава 2. Краткий обзор предшествующих работ

Геологическое изучение зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья имеет достаточно большую историю. Первый этап исследований был сфокусирован на изучении редкометалльного оруденения структуры в 1949-1975 годах; второй этап в 1976-1985 годах связан с изучением перспектив золотоносности. Современный этап исследования начинается в 1990-ых годах и характеризуется изучением района преимущественно частными компаниями, но логически его можно отнести к продолжению второго этапа.

Систематическое изучение района началось в 1949 году, когда в пределах г. Охмыльк была обнаружена редкометалльная минерализация в пегматитах (Е.П. Гуптар, В.В. Фиженко). После чего были проведены почти все основные работы по геологической съёмке: 1:200000, 1:50000, частично – 1:25000. Стоит отметить, что работы проводились разными авторами на разных фрагментах Колмозеро-Вороньинской структуры, что привело к противоречивым представлениям о геологическом строении. Полученные в ходе данных работ материалы требуют обобщения и дополнительной интерпретации, чтобы представлять актуальность в настоящем времени.

Работы первого этапа изучение ЗКП Колмозеро-Воронья сопровождалось широким привлечением геофизических и геохимических методов.

Специализированные поиски первого этапа полностью решили поставленную на тот момент задачу, обеспечив обнаружение и разведку перспективных полей редкометалльных пегматитов. В ходе исследований данного этапа были открыты два месторождения редких металлов: Васин-Мыльк (Li, Ta), Полмострундровское (Li), рудопроявления – Олений хребет (Li, Ta) и Охмыльк (Li). Кроме того был открыт участок золотоносной пиритовой минерализации (Кадырова, 1950), в непосредственной близости от которого в 1969 году было обнаружено Оленинское рудопроявление золота (Жаднова, ЦНИГРИ, Селивановская, МГРЭ, 1969). Но на данном этапе исследования внимание было сконцентрировано на редкометалльных объектах.

Второй этап, направленный на поиски золоторудных объектов, начинается с периода 1976-1985 годов, когда проводились комплексные поиски. С 1995 по 2003 год проводилось ГДП-50, в 1997-1999 в геологическом изучении территории принимала участие шведская компания Boliden AB, с 2004 по 2011 год лицензией на изучение северо-западной части ЗКП Колмозеро-Воронья владела компания ЗАО «Блэк Фокс Ресорсез», которая в 2004-2008 годах проводила поисковые работы в границах Пеллапахк-Оленинского рудного поля на площади около 30 км² и имели комплексный характер: геохимические поиски по сети 200x50; 100x100; 100x25 и 50x25, электроразведка методом КЭП-ВП, магниторазведка,

горно-буровые работы. В результате данных исследований подтверждена высокая перспективность северо-западной части ЗКП Колмозеро-Воронья на обнаружение новых и расширение потенциала ранее известных золоторудных объектов. Открыта Лешегорская рудоносная площадь, характеризующаяся необычным Ni-Au-платинометалльного типа оруденения (по результатам контрольного тестирования присутствие платиноидов не обнаружено), подтверждена промышленная ценность порфирировых медно-молибденовых руд месторождения Пеллапахк (которое по результатам поисково-оценочных работ показало серьёзное ухудшение качественных показателей медно-молибденовых руд). Кроме того, были расширены прогнозные ресурсы золота рудопоявления/месторождения Оленинское и месторождения Пеллапахк.

Опыт работ показал, что только максимальное комплексирование всех использованных методов поисков позволяет, при масштабе изучения территории 1:50000 - 1:25000, выделять перспективные оруденелые зоны и участки. Непосредственное обнаружение в их пределах рудных тел возможно только при выполнении детальных работ масштаба 1:10000 - 1:5000 с массивированным привлечением горно-буровых работ. С одной стороны, это обусловлено большим количеством равноценных аномальных объектов, требующих заверки, а с другой стороны – малыми размерами с поверхности искомых рудных тел (от 40-90 м до 140-200 м).

Геофизическая изученность участка работ

Площадь работ обеспечена материалами аэрогеофизических съемок конца 60-х годов (магнитная, гаммаспектрометрическая и электроразведочная методом БДК) масштаба 1:50000, которые использовались для составления сводных геологических карт и схем часто совместно с материалами разномасштабных наземных магниторазведочных работ, которые охватывают около 50 % площади проектируемых работ.

Среди геофизических методов наиболее информативна для решения картировочных задач оказалась магниторазведка как в наземном, так и в воздушном вариантах. Аэроэлектроразведкой методом БДК прослеживается система нарушений северо-западного субпродольного направления. Аэрогеофизические работы масштаба 1:50000 не дали ощутимых результатов как при картировании площади, так в поисках редкометалльных пегматитов. Выполненные в ограниченном объеме наземные электроразведочные работы также оказались малоэффективными для поисков пегматитов, а другие задачи перед ними не ставились.

Наземная магнитная съемка проводилась в масштабе 1:25000, на детальных участках в масштабе 1:10000, 1:5000, 1:1000. Все наблюдения, за исключением детального участка

Няльм-1, проводились оптико-механическим магнитометром М-27. На участке Няльм –1 магнитная съемка проводилась по сети 10×10 м и 10×5 м.

Наземная электроразведка проводилась методом ВП-СГ в масштабе 1:25000, на детальных участках - в масштабе 1:10000, 1:5000. Приемная линия составляла 20 м. На рудопроявлениях Оленинское, Няльм-1 и Няльм-2 съемка проведена по сети 50×10 м. В 1985 году были проведены работы методом РСВП в масштабе 1:25000 по сети 200×20 м на площади 22,5 км².

Гравиметрическая съемка масштаба 1:200000 (Иванов А.И, 1973), позволила расширить границы развития структуры, выделить среди гранитоидов Мурманского блока, являющихся северным бортом структуры, крупные массивы гнейсо-диоритов и гранитоидов повышенной плотности, а также гранитные массивы сравнительно низкой плотности, которые не проявились на современном эрозионном срезе.

Гравиметрической съемкой масштаба 1:50000 покрыта территория 400 км² северо-западного фланга Колмозеро-Воронинской структуры (Коклюс, 1998). Работы проведены в 1996-97 г.г. в рамках ГДП-50 с целью уточнения внутреннего строения зоны Колмозеро-Воронья и особенностей ее геологического положения в пределах шовной зоны Мурманского и Центрально-Кольского геоблоков, а также прогнозирования участков развития кислого магматизма и связанных с ними рудоносных гидротермально-метасоматических процессов. По результатам работ составлена гравиметрическая карта и карты трансформанты гравитационного поля.

Обобщая материалы предшествующих геофизических работ можно сделать следующие выводы:

- по мелкомасштабным геофизическим материалам Вороньетундровский рудный узел образует в плане эллипсовидную структуру размером 8×20 км;
- участки локализации оруденения характеризуются повышенными концентрациями тория и калия;
- по данным аэроэлектроразведочных работ выделяются основные гидротермально-метасоматические зоны.
- магнито- и гравиразведочные материалы вполне удовлетворительно позволяют решать структурно-картировочные задачи.

Геохимическая изученность участка работ

Геохимической съемкой по вторичным ореолам рассеяния покрыто около 90-95% площади Колмозеро-Воронинской структуры. При этом, всего около 65% площади охарактеризовано золотоспектральными анализами дубликатов проб. Учитывая высокую

эффективность геохимической съемки в данном районе, наличие обширных «белых пятен» снижает достоверность перспективной оценки при разбраковке всей территории, автоматически исключая эти площади из рассмотрения.

В 1998 году ОАО «ЦКЭ» по контракту со шведской фирмой «Болиден АБ» (ОАО «Воронья Минералс») выполнила глубинные геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния по сети 400x100 м в пределах рудоносного участка Пеллапахк-Лешая (площадь около 50 км²). Было отобрано 1090 проб, глубина опробования составила от 0,5 м до 11,2 м. Пробы анализировались в Канаде (г. Торонто) методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) на 31 элемент. Золото определялось там же методом атомно-абсорбционной спектроскопии с чувствительностью 0,001 г/т.

Обработка результатов анализов подтвердила наличие установленных здесь ранее по данным приповерхностного опробования вторичных ореолов золота, молибдена, меди, серебра, свинца, цинка и других металлов, существенно их уточнила, дополнила их положение в пределах заболоченных участков.

Проведенным опробованием уверенно отметились устойчивыми ореолами Au и As рудопроявление Оленинское, а ореолами Mo, Cu, Ag, Pb, Zn, Ba, Au - медно-молибденовое рудопроявление Пеллапахк. Также был выявлен ряд новых интенсивных комплексных ореолов Au, As, Bi, и Ag, которые ранее на данной площади не выделялись. Часть ореолов, в том числе ореолы Au в непосредственной близости от рудопроявления Оленинское и ореолы Mo в районе г. Лешая, остались не оконтуренными. Сравнительный анализ показал существенно более тесное пространственное соотношение рудоносных объектов с новыми аномалиями, чем с теми, которые были установлены предыдущими работами.

Таким образом, полученные результаты подтвердили высокую информативность и достоверность глубинных геохимических поисков, которые даже в условиях достаточно разряженной сети опробования позволяют уверенно фиксировать рудоносные зоны и даже локальные объекты типа Оленинского рудопроявления.

В 1999-2000 г.г. ОАО «Центрально-Кольская экспедиция» в рамках 1 этапа ГДП-50 выполнила геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000 – 1:25 000 с целью прогнозирования новых золоторудных объектов на недостаточно изученных предыдущими работами площадях (Ерохов, 2001).

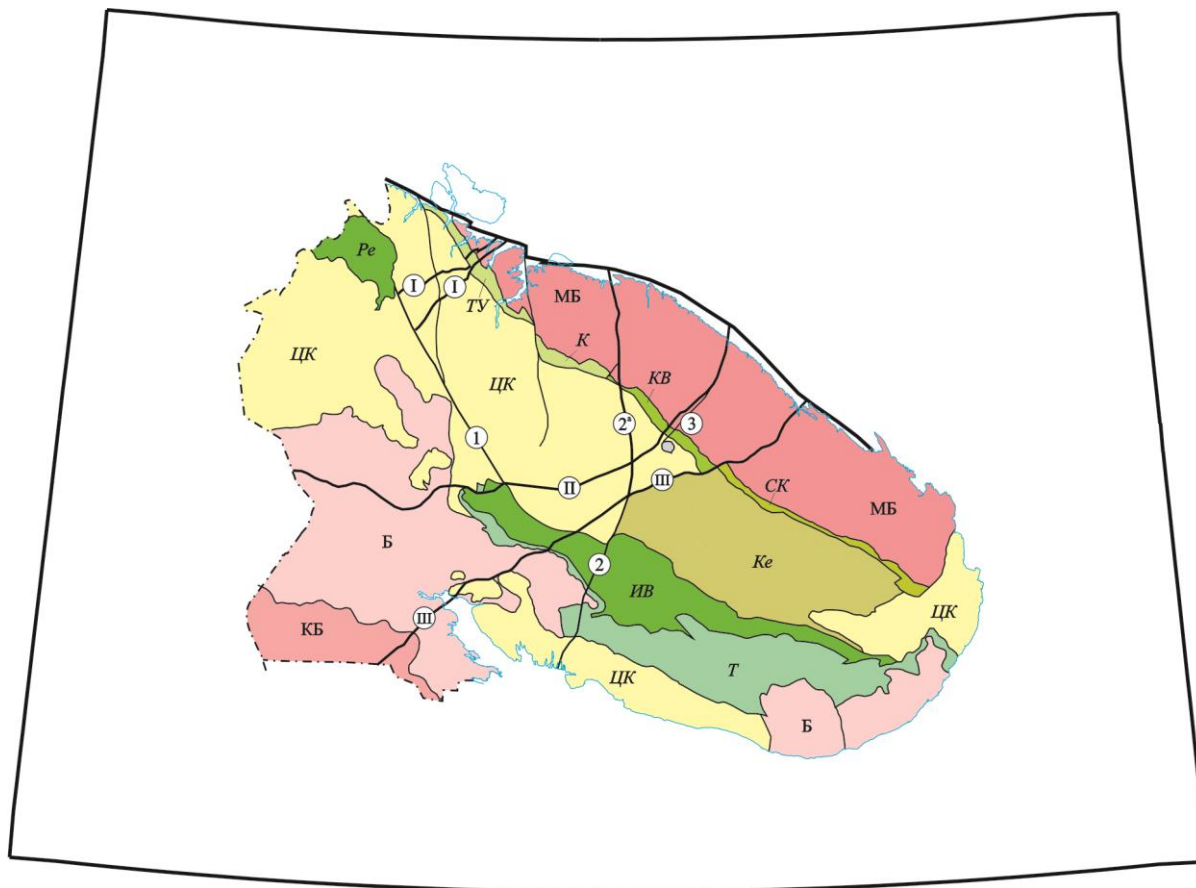
В 2001-2003 г. информационным отчетом завершены работы по ГДП-50, которые по данным предшествующих геохимических поисков позволили вскрыть новый относительно крупный потенциально рудоносный массив габбро-диорит-плагиогранитного состава

Верхний Няльм и подтвердили высокие перспективы золоторудных полей Оленинское и Няльм.

Шлиховой и золотометрической съемками охвачено всего, соответственно, 15 % и 65 % площади Колмозеро-Воронинской структуры. Материалы шлиховой съемки показывают, что, несмотря на неблагоприятные условия района для выполнения этих работ (сглаженный рельеф, слабая выработанность гидросети, значительная «разубоженность» местного материала ледниковыми отложениями), с их помощью возможно прогнозирование рудоносных полей типа Няльм. По материалам ранее проведенной золотометрической съемки уже известно около 40 вторичных ореолов, природа которых не изучалась и критерии разбраковки которых не разработаны. Остается неясной информативность выполненной приповерхностной геохимической съемки на участках, широко развитых в районе палеодепрессий глубиной до 18 – 20 м (Дуракова А.Б., 2016).

Глава 3. Характеристика объекта исследования

3.1 Общегеологическая позиция ЗКП Колмозеро-Воронья



Основные структурные элементы: **Мурманский геоблок (МБ)**; **Кольский геоблок**: Центрально-Кольский блок-антиклинорий (**ЦК**); Кейвский синклиниорий (**Ке**); сегменты Урагубско-Северокейвской палеоколлизийной зоны: Титовско-Урагубская подзона (**ТУ**), Канентъяврский блок (**К**), Колмозеро-Воронинский ЗКП (**КВ**), Северо-Кейвская подзона (**СК**); сегменты Печенгско-Имандра-Варзугского рифтогенного ЗКП: Печенгский (**Пе**), Имандра-Варзугская ЗС (**ИВ**); Терская ЗКП (**Т**); **Беломорский геоблок (Б)**, **Карельский геоблок (КБ)**.

| | | |
|---------------|---------------|---|
| $\frac{а}{в}$ | $\frac{б}{г}$ | а- сброс Карпинского; б- зоны палеозойской активизации: I-Ара-Лицкая, II-Сокли-Ковдор-Хибины-Контозерская, III-Ботническо-Ковдозерско-Ивановская; в- зоны разломов: 1- Ластъявр-Марьёокский палеотрасформный; г- прочие |
| | | 2-Воронинский, 3-Контозерско-Харловский |

Рисунок 1. Схема структурного районирования Кольского полуострова (Дуракова А.Б., 2016).

Зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья представляет собой фрагмент более крупной шовной структуры, которая в различных источниках может носить разные названия, среди которых наиболее распространены следующие: Титовско-Кейвская шовная зона (Б.В. Гавриленко и др..., 2002), Колмозеро-Воронинско-Урагубский ЗКП (Ранний докембрий..., 2005).

Сам пояс Колмозеро-Воронья, который также именуют Колмозеро-Воронинским сегментом шовной зоны, имеет длину 120 км и ширину от 1 до 12 км. Колмозеро-

Вороньинская структура зажата между Мурманским и Центрально-Кольским геоблоками, кроме того, на юго-востоке частично – Кейвским (Б.В. Гавриленко и др., 2002).

3.2 Геологическая характеристика ЗКП Колмозеро-Воронья

В пределах структуры Колмозеро-Воронья принято выделять 4 свиты:

1). Лявозёрская свита – нижняя терригенная толща. Представлена гранат-биотитовыми и биотитовыми гнейсами. Мощность до 100 м.

2). Полмостундровская свита - нижняя вулканогенная толща. Представлена метавулканиками коматиит-толеитовой и толеитовой серий, в современном состоянии – плагиоамфиболиты с прослоями карбонатных пород и железистых кварцитов. Мощность может достигать 1200 м.

3). Вороньетундровская свита – верхняя вулканогенная толща. Метаморфизованные вулканиды базальт-андезит-риолитовой серии. В настоящее время представлены биотит-амфиболовыми, гранат-биотит-амфиболовыми гнейсами, двуслюдяными и биотитовыми сланцами, лептитами. Мощность до 800 м.

4). Червуртская свита – верхняя терригенная толща. Сложена биотитовыми гнейсами и сланцами с наличием в них андалузита (кианита), ставролита, граната и кордиерита. Мощность до 1000 м.

В западной части зеленокаменного пояса породы метаморфизованы в условиях ставролит-андалузитовой субфации амфиболитовой фации при следующих параметрах: $T = 550-600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 3-3,5\text{ кбар}$. В восточной части метаморфизм проходил в условиях кианит-силлиманитовой субфации, давление возросло до $5,2-8,5\text{ кбар}$.

Магматизм ЗКП Колмозеро-Воронья проявляется в виде многочисленных интрузивов от ультраосновного до кислого составов. Наиболее древними интрузивными образованиями является большая часть тел ультраосновных и основных пород, с которыми связано формирование пород коматиит-толеитовых ассоциаций. Следующим магматическим событием стало внедрение диоритовых и гранитных интрузий (чаще – порфиновые разновидности). С данными интрузивами связано образование вулканидов базальт-андезит-риолитовой серии. Следующими интрузивными образованиями является образования габбро-диорит-гранитного Поросозерского комплекса и синхронные с ним пегматиты. На территории структуры Колмозеро-Воронья известны дайки габбро-перидотитов, оливиновых габбро и других основных пород, предположительно, протерозойского возраста. Наиболее молодыми интрузивными образованиями считаются дайки долеритов, предположительно, палеозойского возраста (Б.В. Гавриленко и др...,

2002).

Основные геологические события, сформировавшие зеленокаменный пояс проходили в период с 2,9 млрд. лет по 2,5 млрд. лет. Наиболее древние датировки получены из цирконов габбро-анортозитовых массивов юго-восточной части пояса – 2,93-2,92 млрд., начинается заложение рифтогенной структуры и накопление нижней терригенной толщи. Почти одновременно с этими процессами начинается проявление коматиит–толеитового магматизма и внедрение ультраосновных интрузий. Датировкам в 2,88-2,87 млрд. лет назад соответствуют процессы базальт-андезит-риолитового вулканизма. В период с 2,87 по 2,79 млрд. лет происходит накопление верхней терригенной толщи. С 2,7 млрд лет до 2,5 происходит внедрение габбро-диорит-гранитных интрузий, пегматитов, заканчивается всё внедрением турмалиновых и микроклиновых гранитов и региональным метаморфозом амфиболитовой фации (Кудряшов Н.М., Мокрушин А.В, 2010), (Ранний докембрий..., 2005). Стоит отметить, что помимо первого – архейского этапа метаморфизма, породные комплексы ЗП Колмозеро-Воронья испытали повторные метаморфические процессы в раннем протерозое, который датируется 1,93-1,82 млрд. лет (Калинин А.А., Галкин Н.Н, 2012).

3.3 Геологическая характеристика лицензионной площади работ (СЗ-фрагмент ЗП Колмозеро-Воронья)

Площадь характеризуется двухъярусным строением разреза, основанием является среднелопийская вулканогенно-осадочная толща колмозерской серии, которая представлена уже описанными ранее лязозерской, полмостундровской и вороньетундровской свитами. Эти образования перекрываются вулканитами поросозёрской серии верхнего лопия, нижняя часть которого ещё содержит вулканиты базальт-андезит-риолитового состава, но в верхней части сменяется различными высокоглиноземистыми сланцами, иногда содержащими графит. Данные образования во многом соответствуют вышеописанной червуртской свите. Стоит отметить, что кроме сланцев к образованиям верхнего лопия стоит отнести вулканиты основного состава и более поздние метапесчаники и конгломераты, которые имеют локальное название – солдатмыльковская толща. На всех уровнях разреза присутствует значительное количество продольных субвулканических тел ультраосновного/основного составов. Контакты между выделенными стратиграфическими подразделениями большей частью согласные.

Среди интрузивных образований наиболее широко развиты породы ультраосновного и основного составов. Лешегорский комплекс метагарцбургитов

среднелопийского возраста наиболее широко представлен в северной части площади. Сложен измененными гарцбургитами и пироксенитами и сланцами по ним. Тела данного комплекса локализуются в виде линзо- и пластообразных тел, которые занимают как согласное, так и секущее положение во вмещающих породах. Образования полмостундровской свиты вмещают в себя силлы ультраосновных и основных пород.

Кроме того, к позднелопийским интрузивным образованиям относятся Поросозёрский комплекс лейкократовых гранит-пегматитов и Пеллапахский комплекс габбро-диорит-плагиигранитов. Выше уже описывался Поросозёрский комплекс, который был описан как габбро-диорит-гранитный. Ряд исследователей разделяет их на два отдельных комплекса (Дуракова А.Б., 2016), другие – рассматривают в рамках единого Поросозёрского комплекса (М.Н. Петровский, А.Н. Виноградов, 2002). Данная ситуация достаточно неоднозначна, поскольку общепринятой позиции по данному вопросу не существует. Наиболее логичным кажется вариант, при котором оба комплекса стоит рассматривать как единую Поросозёрскую магматическую систему. Образование данного комплекса можно разделить на 4 основных фазы. имеет четырехфазное строение и представлен: роговообманковыми габбро, габбродиоритами, диоритами первой и диоритовыми порфиридами второй, жилами третьей (аплиты, пегматиты, порфиридные плагииграниты) и четвертой (кварцевые метапорфиры, кератофиры, альбитофиры, кварц, плагиигранит- и гранит-порфиры) фаз.

Также в геологическом строении территории принимают участие гранитоиды Колмозерского ($\gamma\delta LP_{3k}$), Варзинского ($m\gamma LP_{3v}$) и Симбозерского ($m\gamma LP_{3s}$) комплексов, слагающие большие интрузии в обрамлении структуры.

Наиболее поздними интрузивными образованиями площади являются протерозойские дайки основного, щелочно-основного состава, которые часто ориентированы вкост простирания основных структур ЗКП Колмозеро-Воронья.

Все породы территории подверглись метасоматическим процессам различной степени. По времени, масштабам проявлений и перспективности рудоносности разделяются на ранние дорудные и более поздние – рудоносные гидротермально-метасоматические комплексы.

Ранние региональные метасоматиты развиты повсеместно. Для терригенно-осадочных пород и кислых вулканитов характерно появление хлорит-гранат-жедритовых ассоциаций, породы основного состава подвержены процессам высокотемпературного магниально-железистого и карбонатно-магниально-железистого метасоматоза с образованием вторичных минеральных парагенезисов состава: диопсидовых «скарноидов»,

гранатовых и гранат-амфиболовых, магнетит-кварцевых, куммингтонитовых и гранат-куммингтонитовых метасоматитов.

Поздние региональные метасоматиты развиты локально. В зависимости от замещающих пород, выделяются два вида метасоматитов, которые отвечают формациям вторичных кварцитов и пропилитов. Преобладают метасоматиты по средне-основным вулканитам, представленные пропилитоподобными породами. Вторичные кварциты развиваются по метаосадкам и кислым вулканитам. Общая черта всех метасоматитов – привнос железа и серы, вынос редких щелочей – лития, рубидия, цезия. Интенсивность метасоматических процессов возрастает с юго-востока на северо-запад. Вероятно, метасоматические процессы генетически связаны с проявлениями гранитоидного магматизма. Характерные геохимические особенности позднего этапа метасоматоза – появление молибденового оруденения, повышение роли соединений меди и цинка, появление висмута.

Рудная минерализация локализуется не только в метасоматитах данного этапа (кальцит-эпидот-кварцевые метасоматиты), но и проявляется в ранее образованных (первый этап метасоматоза) вторичных кварцитах (кианит-мусковит-кварцевые метасоматиты на участке г. Пеллапахк). Практический интерес представляет оруденение пирротин-арсенопиритового типа в биотитовых, мусковит-кварцевых и кварцевых метасоматитах, в которых отмечаются повышенные концентрации серебра и золота. Повышенные содержания золота и серебра в виде собственных минералов характерны для кварцевых метасоматитов по основным породам. Наибольший интерес представляют зоны окварцевания штокверкового типа, с которыми пространственно связаны рудопроявления золота и медно-молибденовое месторождение Пеллапахк.

В пределах площади развиты кварцевые жилы, обычно приуроченные к зонам развития основных вулканитов. Мощности жил обычно находят в пределах 0,2-2 м, протяженность 10-20 м, по развалам кварцевых обломков – до 100 м. На участке Няльм по падению жилы прослеживаются более чем на 200 м.

Внутреннее строение площади осложнено развитием продольных и субмеридиональных разрывных нарушений, которые создают продольное горсто-грабеновое строение площади и контролируют размещение зон проявления гидротермально-метасоматических процессов. Кроме того, структура разбита на блоки поперечными разломами с отчетливыми сдвиговыми и вертикальными перемещениями.

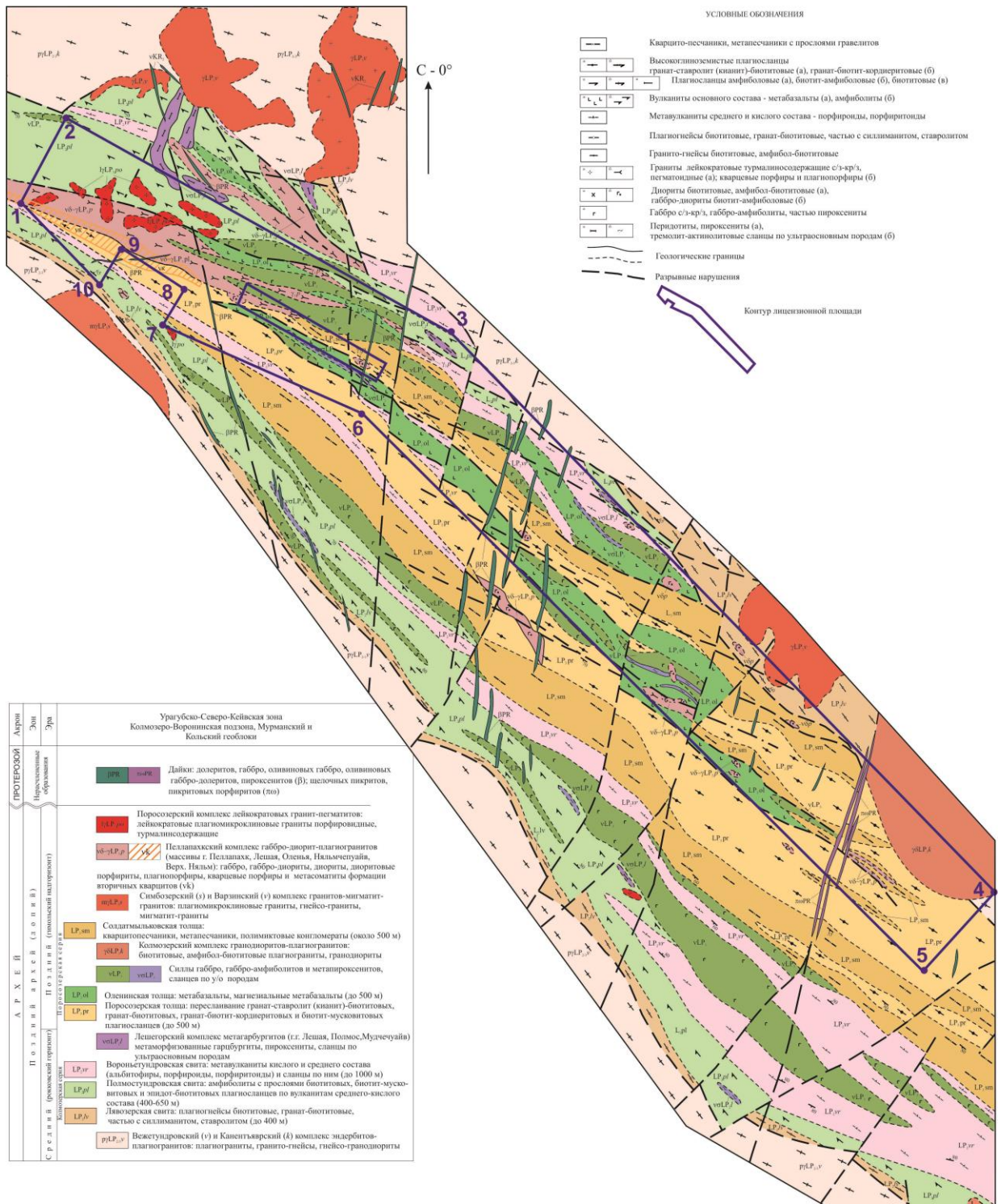


Рисунок 2. Геологическая карта северо-западной части ЗКП Колмозеро-Воронья (Дуракова А.Б., 2016).

3.4 Полезные ископаемые СЗ фрагмента ЗКП Колмозеро-Воронья

С точки зрения размещения полезных ископаемых территория северо-западного фрагмента структуры Колмозеро-Воронья рассматривается как Вороньетундровский рудный узел. На территории данной площади известны проявления и месторождения редких металлов, золота, серебра, меди и молибдена.

В пределах Вороньетундровского рудного узла известны:

- 1). Четыре проявления золота: Оленинское, Няльм-1, Няльм-2, Верхний Няльм. Стоит отметить, что Оленинское рудопроявление иногда рассматривают в кач-ве месторождения. Кроме того, выявлено более 30 пунктов минерализации золота с содержаниями 0,1-7,5 г/т. А также многочисленные вторичные геохимические ореолы рассеяния золота.
- 2). Пеллапахкское молибден-медно-порфировое месторождение с сопутствующим золотом и серебром.
- 3). Разведанные месторождения редкометалльных пегматитов: Вороньетундровское (цезий, литий, тантал) и Полмостундровское (литий).

Главную роль в формировании месторождений Вороньетундровского рудного узла сыграл многофазный позднеархейский порфировый магматизм. Все золоторудные объекты так или иначе обнаруживают связь с выходящими на поверхность или предполагаемыми на глубине производными (массивы, дайки, жилы, штоки) Поросозёрского комплекса.

В пределах данного рудного узла было выделено 2 рудных поля: Пеллапахско-Оленинское (медь, молибден, золото, серебро), Няльмское (золото), кроме того, прогнозируется Коральское (золото).

Золоторудная минерализация данных полей представлена двумя главными морфогенетическими типами:

- 1). Пологосекущие минерализованные зоны в вулканогенно-осадочных породах. Золоторудные тела размещаются кулисообразно как в плане, так и по падению, локализуясь на участках с различной степенью гидротермально-метасоматической проработки пород. Подобные зоны относятся к золото-сульфидно-кварцевому типу, содержание сульфидов от 1-5 до 25-30 %, главные сульфидные минералы: пирротин, халькопирит, арсенопирит. Протяженность тел по простиранию 60-120 м, мощность от 1-2 до 3-5 м, средние содержания золота от 3,7 до 15,1 г/т.
- 2). Убогосульфидные кварцевые жилы (до 1-2 % Sulf), жильные зоны, штокверки в телах габбро-диорит-плагиигранитового состава.

Кроме того, золото присутствует в качестве попутного полезного компонента в месторождении Пеллапах, которое относится к штокверковому типу медно-молибден-порфировой формации.

Учитывая ориентированность данной работы на изучение золоторудной минерализации, ниже будут рассмотрены уже известные на данной территории золотоносные объекты. Особое внимание уделено Оленинскому рудопроявлению, модель которого была положена в поисковую модель при проведении работ.

3.5 Обзор золоторудных объектов Вороньетундровского рудного узла

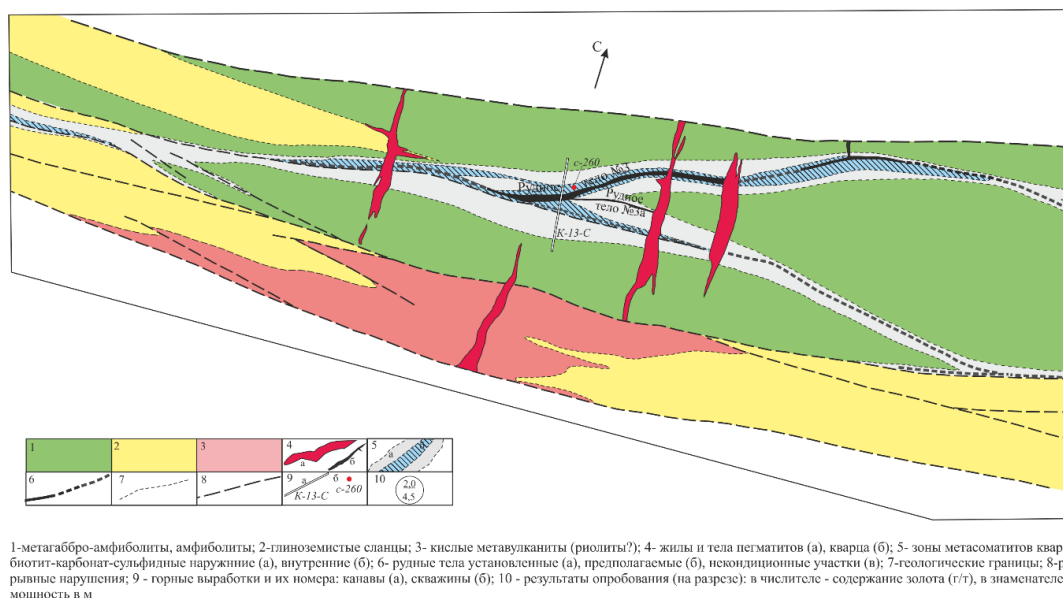


Рисунок 3. Геологический план рудопроявления Оленинское (Дуракова А.Б., 2016).

Рудопроявление Оленинское относится к пирротин-арсенопиритовому минеральному типу золото-кварц-сульфидной формации. Центральная часть объекта сложена плагиоамфиболитами, в толще которых установлено наличие интрузий основного и ультраосновного состава. В южной и северной частях участка обнажены толщи глинозёмистых сланцев (Кудряшов и др., 2014). Амфиболиты и сланцы прорваны интрузиями среднего и кислого составов. Главная золоторудная зона приурочена к минерализованному участку в амфиболитах, который прослежен более чем на 1350 м. Объект представляет собой серию выходящих на поверхность рудных линз, которые имеют среднюю мощность 2-5 м, протяжённость по простиранию – 70-90 м. Предполагается их склонение в северо-западной направлении под углом 40-60°.

Вкрапленная рудная минерализация варьирует в пределах 1-30%, представлена следующими главными минералами: пирротин, арсенопирит, сфалерит, галенит,

сульфосоли серебра, самородное золото. Прожилково-арсенопиритовая минерализация относится к малосульфидной золотокварцевой формации, для которой типичны вкрапленная, гнездовидно-вкрапленная и прожилково-вкрапленная текстуры руд. Пробность золота находится в пределах 700-945, кроме того присутствует электрум с пробностью менее 500. Преобладающий размер золота 0,1-0,3 мм (Дуракова А.Б., 2016).

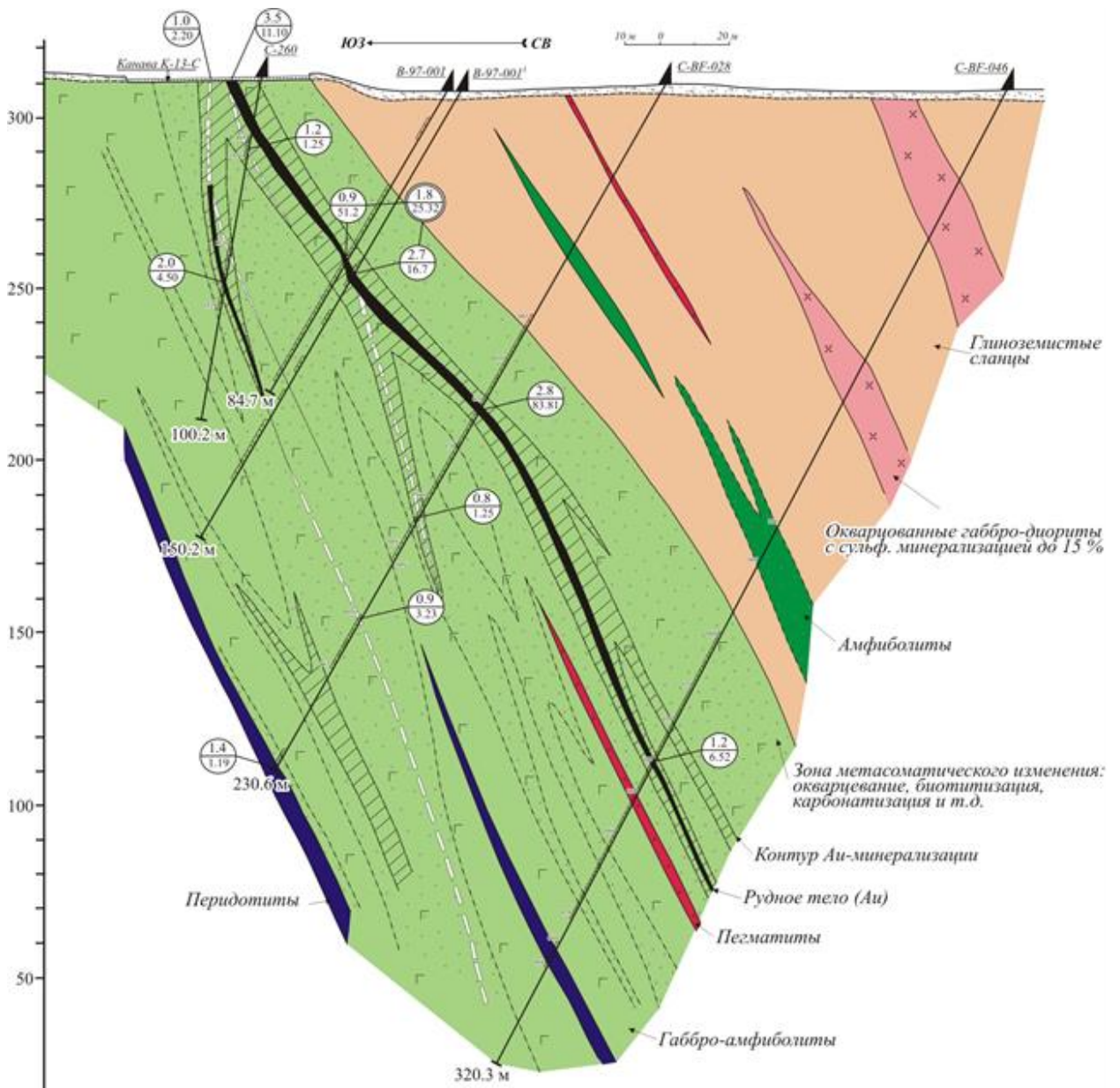


Рисунок 4. Геологический разрез рудопоявления Оленинское (Горшков, 2006) из реферата (Дуракова А.Б., 2016).

По результатам изучения сделана оценка прогнозных ресурсов категории P1 для двух наиболее перспективных рудных тел. Запасы золота составили 10 т при среднем содержании 20,42 г/т (вариации от 5,39 до 26,26 г/т) и средней мощности 1,8 м (Дуракова А.Б., 2016). Некоторые исследования допускают, что при рассмотрении всего объекта

прогнозные ресурсы по категориям P1+P2 составляют более 47 т (Состояние и перспективы использования..., 2003).

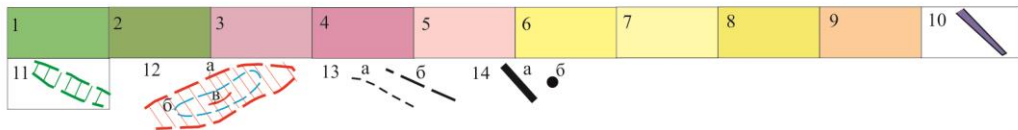
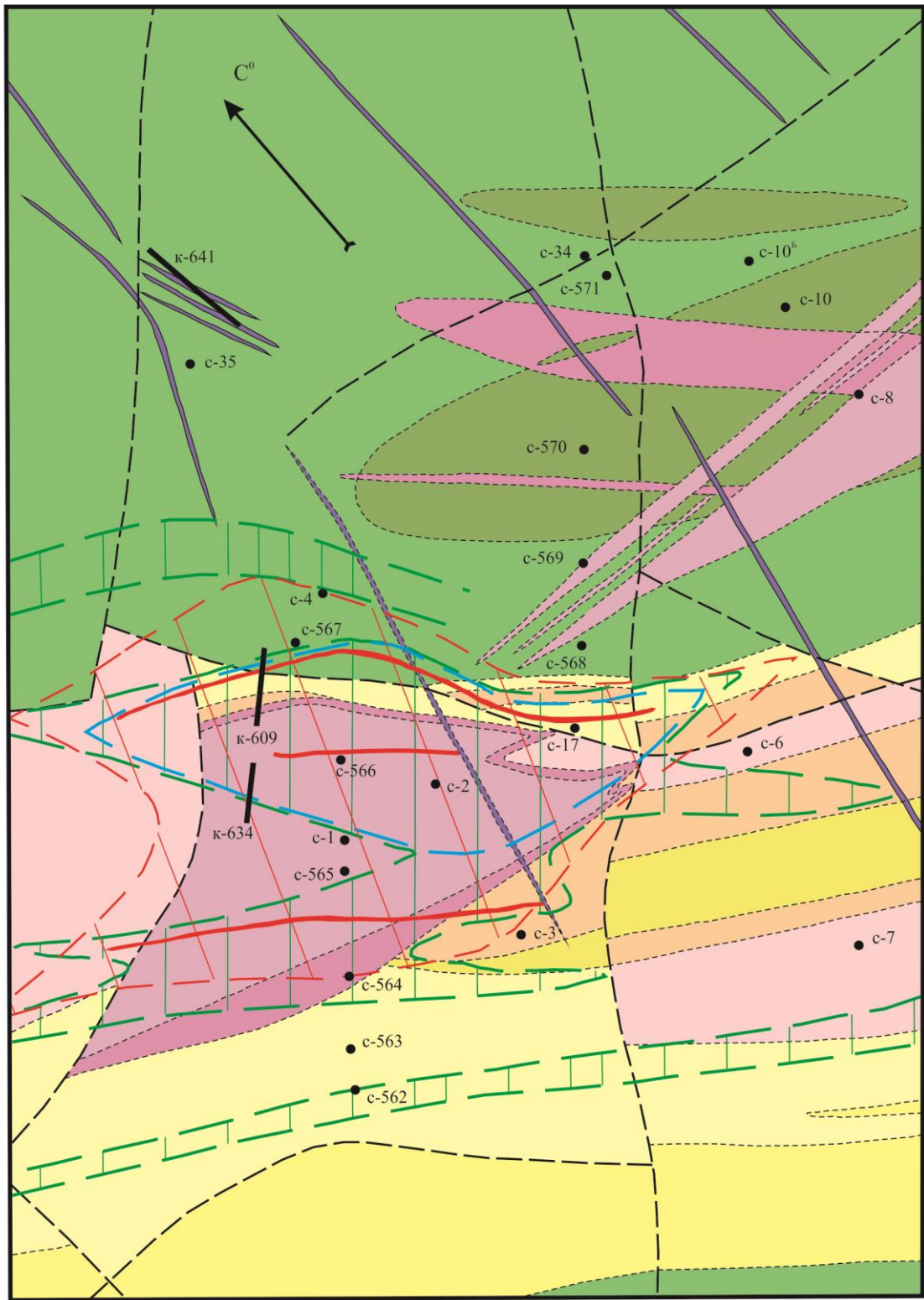
Рудопроявление Няльм-1 относится к убогосульфидному типу золото-кварцевой формации. Приурочено к контактам крутопадающего штока габбродиорит-гранодиоритового состава, который прорывает метаморфизованные вулканиты кислого и среднего составов, а также метапесчаники и глинозёмистые сланцы. Параметры штока в плане около 140х210 м. Вскрытая глубина оруденения – 270 м, по падению не оконтурено.

Оруденение представлено с жильно-прожилковой зоной окварцевания, содержание кварца от 3 до 40 %. Зона штокверкового оруденения имеет размеры 60х160 м, оконтурена по содержанию золота 0,1 г/т. Длинная ось штокверка направлена в северо-западном направлении. Внутри штокверка выделяются богатые участки мощностью от 2,3 до 12,2 м со средним содержанием золота 4,3-5,3 г/т.

Кроме того, внутри штокверка известно две рудные жилы, ещё одна – вблизи штокверка. Протяжённость тел по простиранию 50-100 м, падение – более 100 м. Падение жил направлено на северо-восток под углом от субвертикального до 75°. Мощность данных тел от 2 до 4 метров, с содержаниями золота от 2,5 до 12,8 г/т.

Золото рудопроявления – самородное, имеет пробность 870-920, преобладает мелкая размерность – от 0,01 до 0,5 мм. Среди рудных минералов наибольшую роль играют пирит, марказит, пирротин. Возможно наличие в рудах арсенопирита, сфалерита, пентландита, галенита, молибденита, халькопирита, халькозина и ряда других минеральных видов.

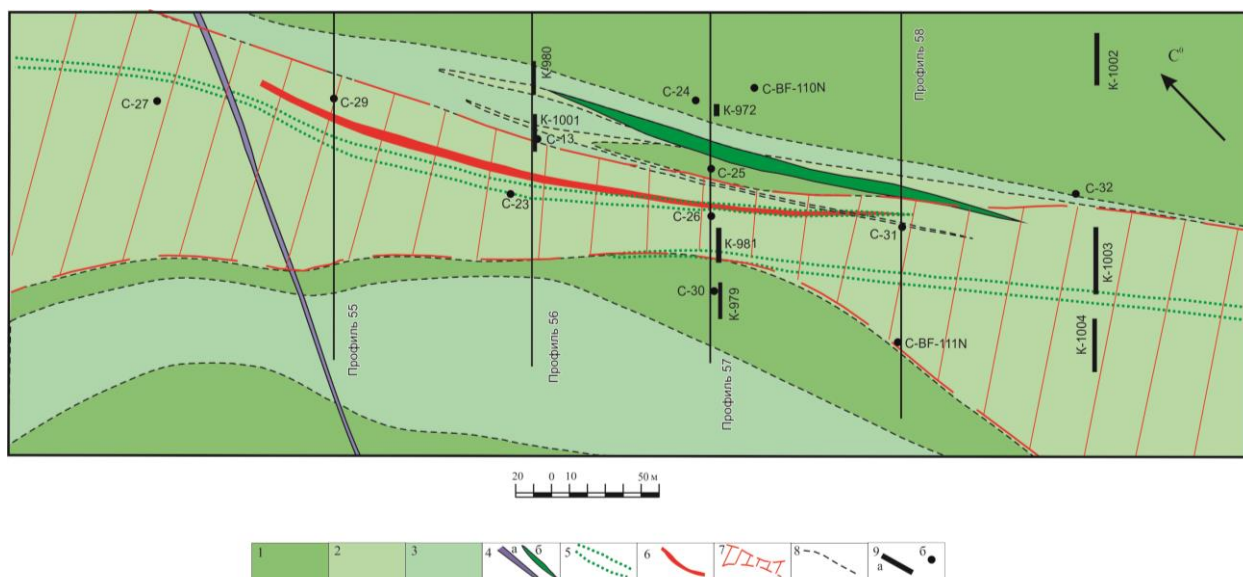
Для штокверка подсчитаны ресурсы Au до глубины 300 м, которые составляют 3,6 т при средневзвешенном содержании – 1,2 г/т. Для кварцевых жил прогнозные ресурсы составляют 3,9 т до глубины 300 м (Дуракова А.Б., 2016).



1. metabазальты 2. метагаббро 3. диоритовые метапорфириты 4. метагаббродиориты субщелочные 5. кварцевые метакератофиры и их туфы 6. метатифы, туфосланцы среднего состава 7. метатифосланцы с кианитом, андалузитом 8. плаггиосланцы глиноземистые 9. метапесчаники 10. дайки ультраосновного состава 11. контуры зон альбит-хлорит-актинолитовых метасоматитов геологические границы 12. Контур зоны золоторудной минерализации (а); контур штокверкового оруденения (б); рудные тела (в) 13. геологические границы (а), тектонические нарушения (б) 14. горные выработки: каналы (а), скважины (б)

Рисунок 5. Геологический план рудопроявления Няльм-1 (Дуракова А.Б., 2016).

Рудопроявление Няльм-2 располагается на расстоянии 1 км к востоку от Няльм-1. Относится к убогосульфидному типу золотокварцевой формации. Объект приурочен к минерализованной зоне в метаморфизованных вулканических и плутонических породах основного состава, которая ориентирована в северо-западном направлении, имеет мощность от 40 до 140 м, при предполагаемой протяженности 2,5-3 км. Для данной зоны характерно интенсивное прокварцевание (до 45%), биотитизация, актинолитизация, эпидотизация. Золоторудная минерализация приурочена к крутопадающему (до 80°) кварцево-жильному участку, который имеет следующие параметры: длина по простиранию – до 200 м, по падению – 50 м, средняя мощность – 3,4 м, среднее содержание Au – 3,7 г/т. Фланги минерализованной зоны почти не изучены.



1. метабазалты мезократовые 2. метабазалты лейкократовые 3. метапироксениты и сланцы по ним 4. дайки пикритовых порфиритов (а), долеритов (б) 5. зоны скарнирования 6. рудные тела 7. контур рудной зоны 8. геологические границы 9. горные выработки: каналы (а), скважины (б)

Рисунок 6. Геологический план рудопроявления Няльм-2 (Дуракова А.Б., 2016).

Главные рудные минералы: пирротин, халькопирит, арсенопирит. Самородное золото имеет пробность 920-930, преобладают мелкие классы золота от 0,06 до 0,18 мм.

Подсчитанные прогнозные ресурсы по категории Р2 до глубины 70 м составляют 0,5 т металла (Дуракова А.Б., 2016).

Рудопроявление Верхний Няльм относится к золото-кварц-сульфидной формации. Располагается в пределах массива габбродиорит-диоритового состава, размеры которого составляют не менее 400x2000 м.

В пределах исследованной части массива установлено штокверкообразное золото-сульфидное оруденение с максимальными содержаниями Au до 5 г/т, Ag до 67,4 г/т. Главные рудные минералы: пирротин, арсенопирит, пирит, халькопирит.

Общие прогнозные ресурсы проявления по категории Р2 оценены до глубины 100 м, в 58 т золота. Имеются прямые признаки россыпного проявления, оцененного по категории Р2 в 1 т Au (Дуракова А.Б., 2016).

Месторождение/рудопоявление Пеллапахк относится к штокверковому типу медно-молибден-порфировой формации. Приурочено к контакту интрузии кислого состава и глинозёмистых сланцев, контролируется сетью ориентированных в различных направлениях разрывных нарушений.

Медно-молибденовое оруденение связано с гидротермально-метасоматическими образованиями. Основная часть оруденения представлена вкрапленным типом. Минеральный состав руд представлен пиритом, халькопиритом, молибденитом, сфалеритом, а также галенитом, пирротинном, ковеллином, арсенопирит. Золото и серебро рассматриваются в качестве попутных компонентов. Средние содержания: Mo – 0,028 %, Cu – 0,154 % при запасах 132 млн. т (Калинин А.А., Галкин Н.Н, 2012). Средние содержания золота и серебра определены для богатых руд: Ag – 3,7 г/т, Au – 0,08 г/т.

Прогнозные ресурсы месторождения Пеллапахк оценивались в 298 млн. т руды, ресурсы золота – 24 т, серебра – 631 т (Дуракова А.Б., 2016).

Глава 4. Изложение результатов исследований

4.1. Геохимическое изучение тиллевых проб

На первой стадии исследования было проведено предварительное изучение геохимии площади с помощью XRF-анализа тиллевых проб. Основным интерес представляли аномалии мышьяка, поскольку в качестве эталонного поискового объекта было заложено Оленинское рудопроявление, которое характеризуется значимыми аномалиями мышьяка во вторичных ореолах рассеяния.

Исследование всех фракций для каждой из проб увеличило количество замеров до 900, но позволило установить хорошую сходимость результатов анализов для As. Финальным продуктом геохимического исследования с привлечением XRF-анализа стало построение карты геохимических аномалий мышьяка, в качестве приоритетной для построения была выбрана фракция -0,25 мм.

На данной карте видно, что наибольший интерес представляет аномалия, ориентированная в северо-западном направлении и расположенная в центральной части площади. Кроме того, определённый интерес может представлять северное ответвление данной аномалии, которое попадает на третий профиль.

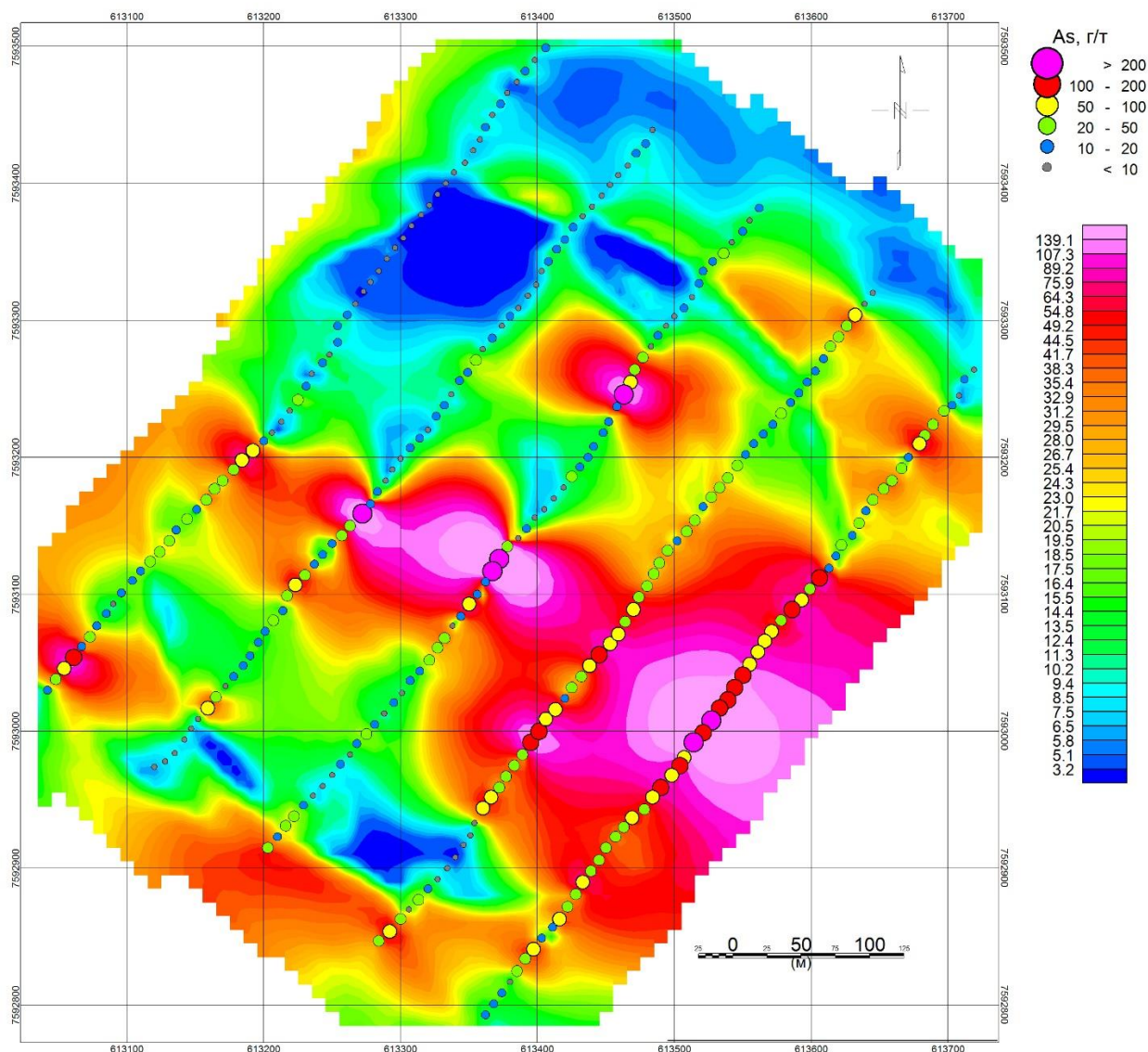


Рисунок 7. Карта геохимических мышьяковых аномалий участка.

4.2 Исследование с применением рентгеноспектрального микроанализа

Для изучения рудных минералов были проанализированы препараты, полученные из обогащённых на концентрационном столе проб. Первые 3 препарата сделаны по бороздовым пробам, отобранным на первых метрах канавы, ещё 5 – препараты, полученные из тиллевых проб.

В ходе исследования были обнаружены следующие рудные минералы: арсенопирит, пирротин, пирит, галенит, сфалерит, шеелит, лёллингит, кобальтин, герсдорфит, ульманит, торит, пентландит, молибденит, самородное золото, теллуриды и сульфиды серебра и ряд других минералов.

Стоит отметить, что минералы золота были найдены только в одном препарате, серебра – в двух. Однако, это объясняется размерами минералов золота и серебра – сотни

нанометров, минералы были обнаружены при детальном изучении последних препаратов. Таким образом, повторное изучение препаратов с использованием сильного увеличения электронных микроскопов, скорее всего, выявит золото и серебро в остальных пробах.

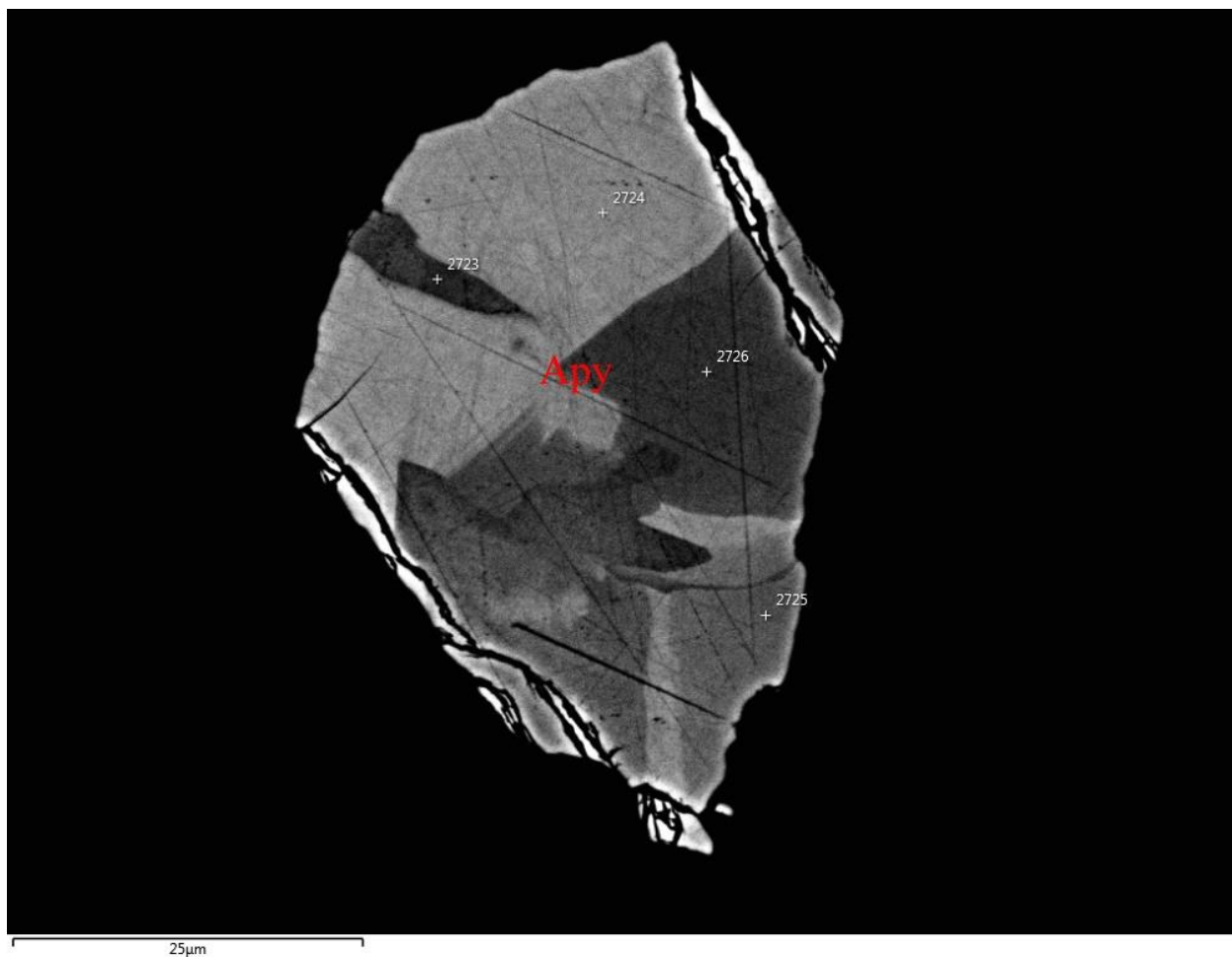


Рисунок 8. Препарат из бороздовой пробы 2201. Поле 1. Ару – арсенопирит.

Таблица 1. Результаты анализа для рисунка 8 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | As |
|--------------------|-------|-------|------|------|-------|
| Арсенопирит, 2723 | 18,94 | 32,33 | 1,77 | | 46,96 |
| Арсенопирит, 2724 | 15,12 | 27,11 | 3,93 | 1,84 | 51,99 |
| Арсенопирит, 2725 | 17,12 | 29,62 | 2,79 | 0,89 | 49,58 |
| Арсенопирит, 2726 | 19,38 | 32,3 | 1,71 | | 46,61 |

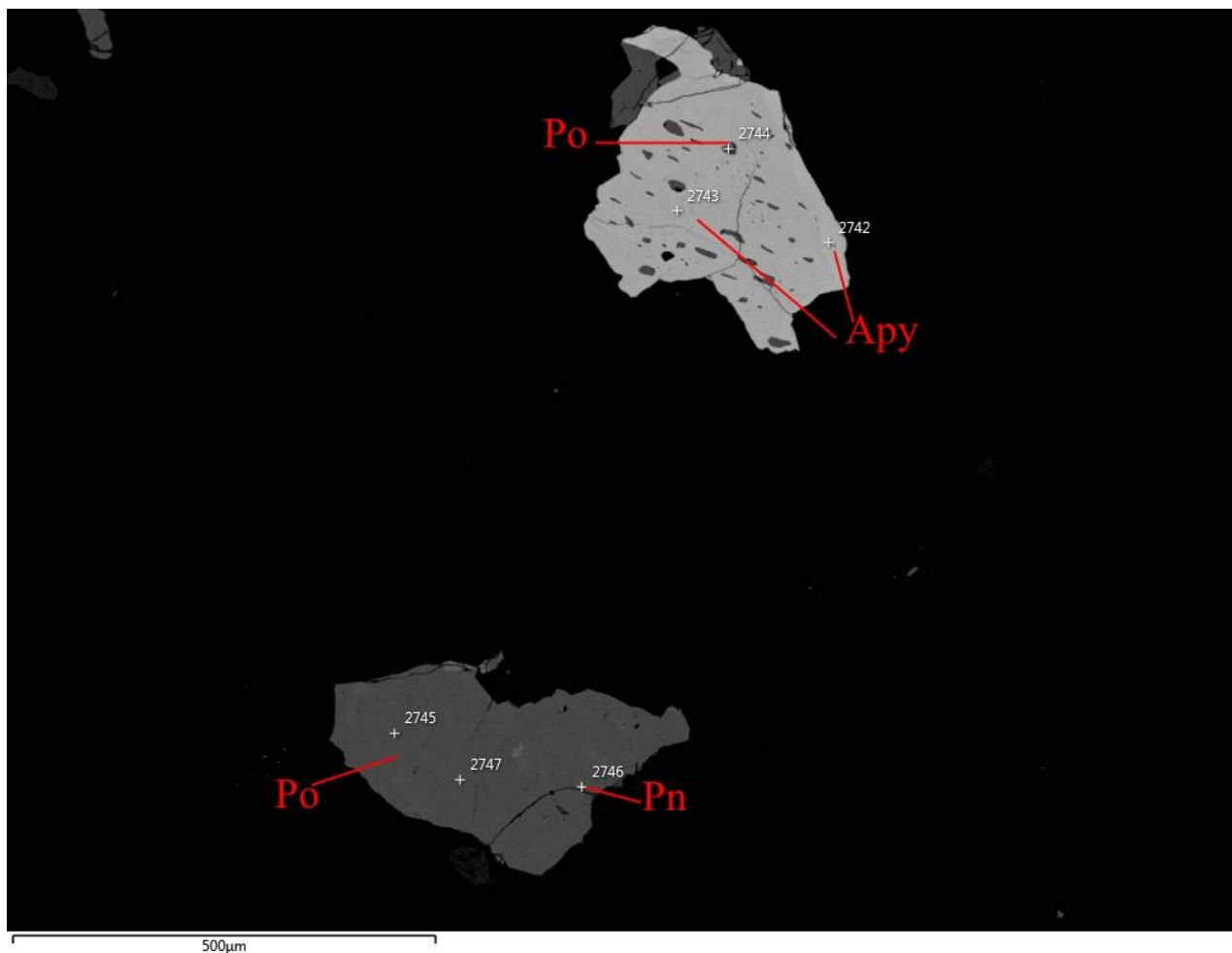


Рисунок 9. Препарат из бороздовой пробы 2201. Поле 2. Po – пирротин, Apy – арсенопирит, Pn – пентландит.

Таблица 2. Результаты анализа для рисунка 9 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | Cu | As |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Арсенопирит, 2742 | 16,82 | 29,02 | 4,61 | | | 49,55 |
| Арсенопирит, 2743 | 19,06 | 31,77 | 2,53 | | | 46,64 |
| Пирротин, 2744 | 38,49 | 60,12 | | 0,53 | 0,86 | |
| Пирротин, 2745 | 38,54 | 61,46 | | | | |
| Пентландит, 2746 | 33,09 | 30,67 | 20,93 | 13,97 | | |
| Пирротин, 2747 | 36,63 | 63,37 | | | | |

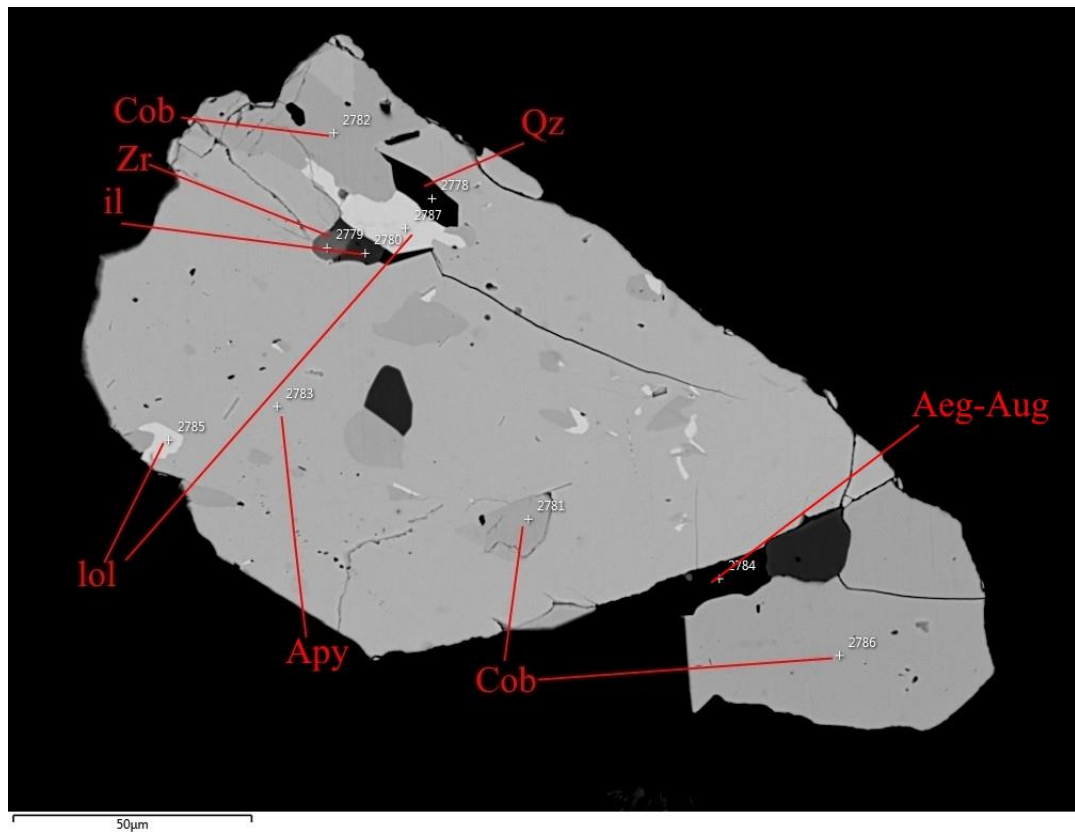


Рисунок 10. Препарат из бороздовой пробы 2201. Поле 3. Cob – кобальтин, Qz – кварц, lol – лёллингит, il – ильменит, Zr – циркон, Aeg-Aug – эгирин-авгит (?).

Таблица 3. Результаты анализа для рисунка 10 (W, %)

| Минерал, № спектра | O | Si | S | Ti | Fe | Co | Ni | As |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Кварц, 2778 | 51,83 | 47,19 | | | 0,45 | | | |
| Ильменит, 2780 | 30,87 | | | 30,8 | 37,95 | | | |
| Кобальтин, 2781 | 0,6 | | 17,95 | | 6,62 | 19,45 | 8,9 | 46,5 |
| Кобальтин, 2782 | 0,83 | | 17,67 | | 6,43 | 18,97 | 9,47 | 46,62 |
| Арсенопирит, 2783 | | | 12,71 | | 22,08 | 8,51 | 2,58 | 54,12 |
| Лёллингит, 2785 | | | 0,44 | | 14 | 7,41 | 6,86 | 71,29 |
| Кобальтин, 2786 | | | 18,33 | | 5,71 | 21,4 | 8,18 | 46,38 |
| Лёллингит, 2787 | | 0,24 | 0,51 | | 13,5 | 7,44 | 6,94 | 71,36 |
| Минерал, № спектра | O | Na | Mg | Al | Si | K | Ca | Fe |
| Эгирин-авгит, 2784 | 41,5 | 0,76 | 5,09 | 10,04 | 20,75 | 0,37 | 8,67 | 12,41 |
| Минерал, № спектра | O | Si | Fe | Co | Zr | Hf | | |
| Циркон, 2779 | 31,69 | 15,5 | 1,05 | 0,35 | 49,89 | 1,52 | | |

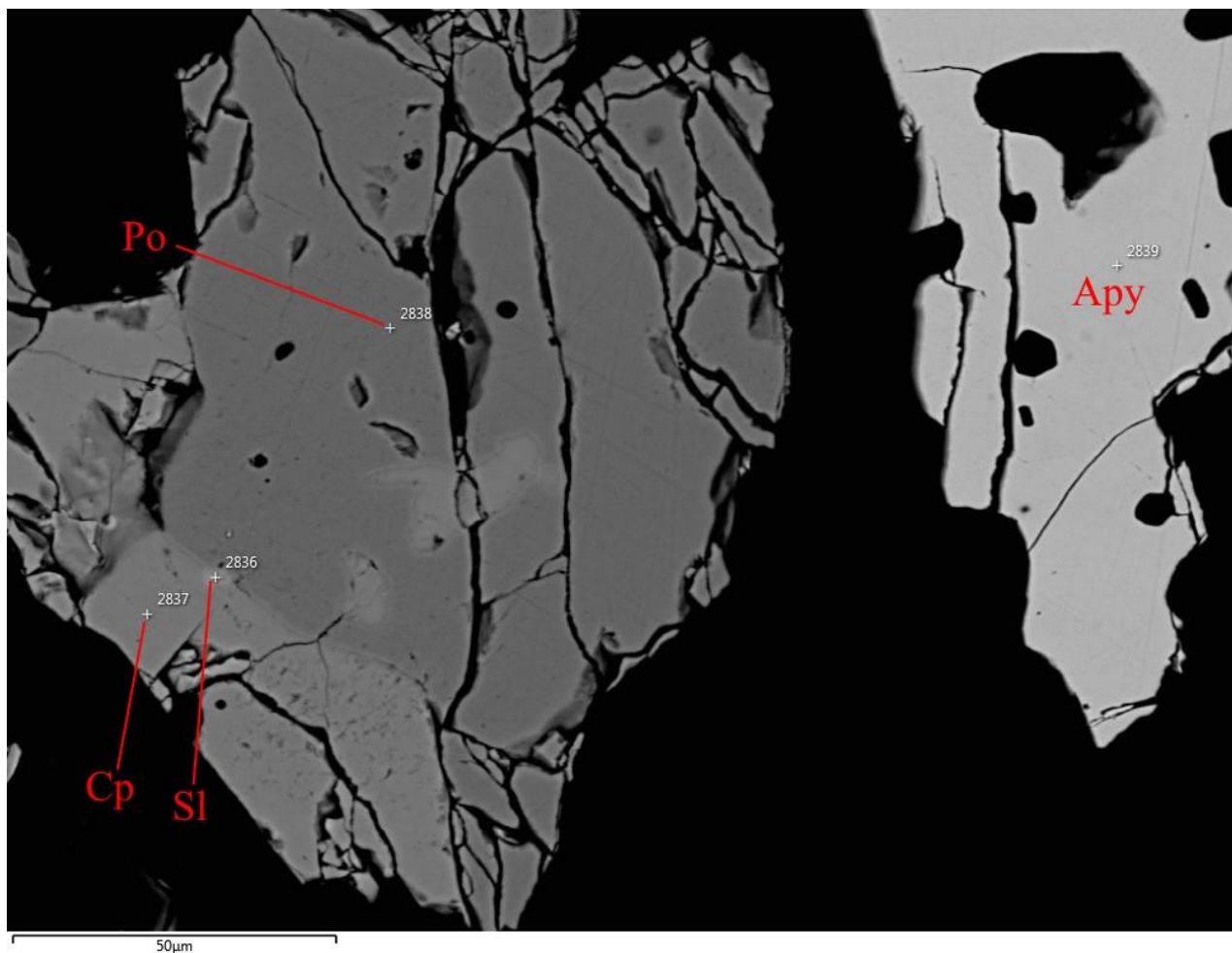


Рисунок 11. Препарат из бороздовой пробы 2202. Поле 1. Cp – халькопирит, Sl – сфалерит, Po – пирротин, Apy – арсенопирит.

Таблица 4. Результаты анализа для рисунка 11 (W, %).

| Минерал, № спектра | Al | S | Fe | Cu | Zn | As | Cd |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Сфалерит, 2836 | 0,49 | 34,15 | 9,75 | 1,7 | 53,39 | | 0,52 |
| Халькопирит, 2837 | 0,48 | 35,75 | 30,79 | 32,98 | | | |
| Пирротин, 2838 | 0,34 | 39,29 | 60,37 | | | | |
| Арсенопирит, 2839 | 0,5 | 19,2 | 32,46 | | | 47,84 | |

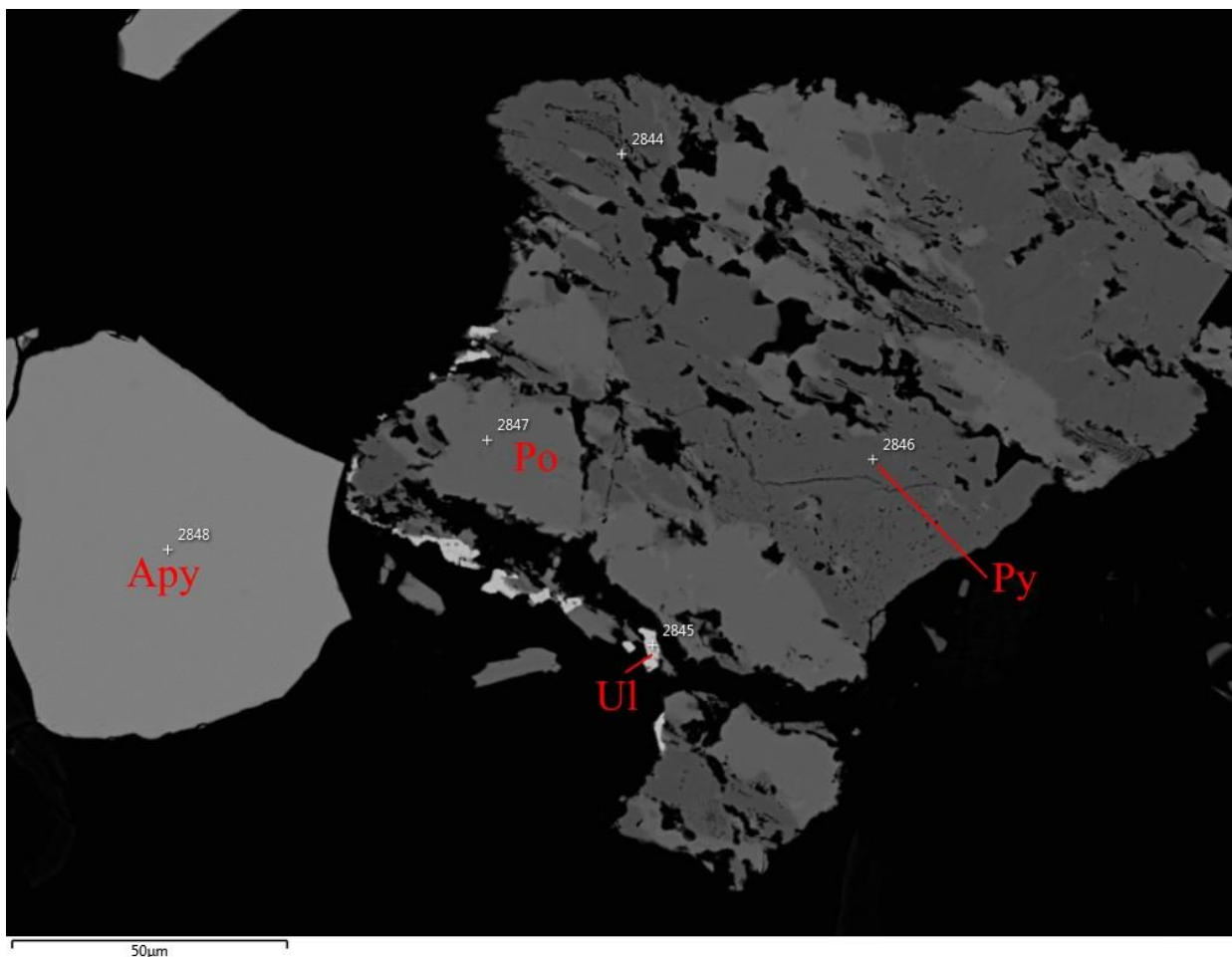


Рисунок 12. Препарат из бороздовой пробы 2202. Поле 2. Ару – арсенопирит, Ро – пирротин, Ру – пирит, УІ – ульманит (?).

Таблица 5. Таблица результатов для рисунка 12 (W, %).

| Минерал, № спектра | O | S | Ca | Fe | Ni | As | Sb |
|--------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Пирит+ульманит (?), 2844 | 2,65 | 34,67 | 1,68 | 22,66 | 13,79 | | 24,54 |
| Ульманит, 2845 | | 15,15 | | 2,26 | 26,8 | 1,56 | 54,23 |
| Пирит, 2846 | | 53,14 | | 45,02 | 1,84 | | |
| Пирротин, 2847 | | 36,35 | | 63,65 | | | |
| Арсенопирит, 2848 | | 18,22 | | 33,26 | | 48,52 | |

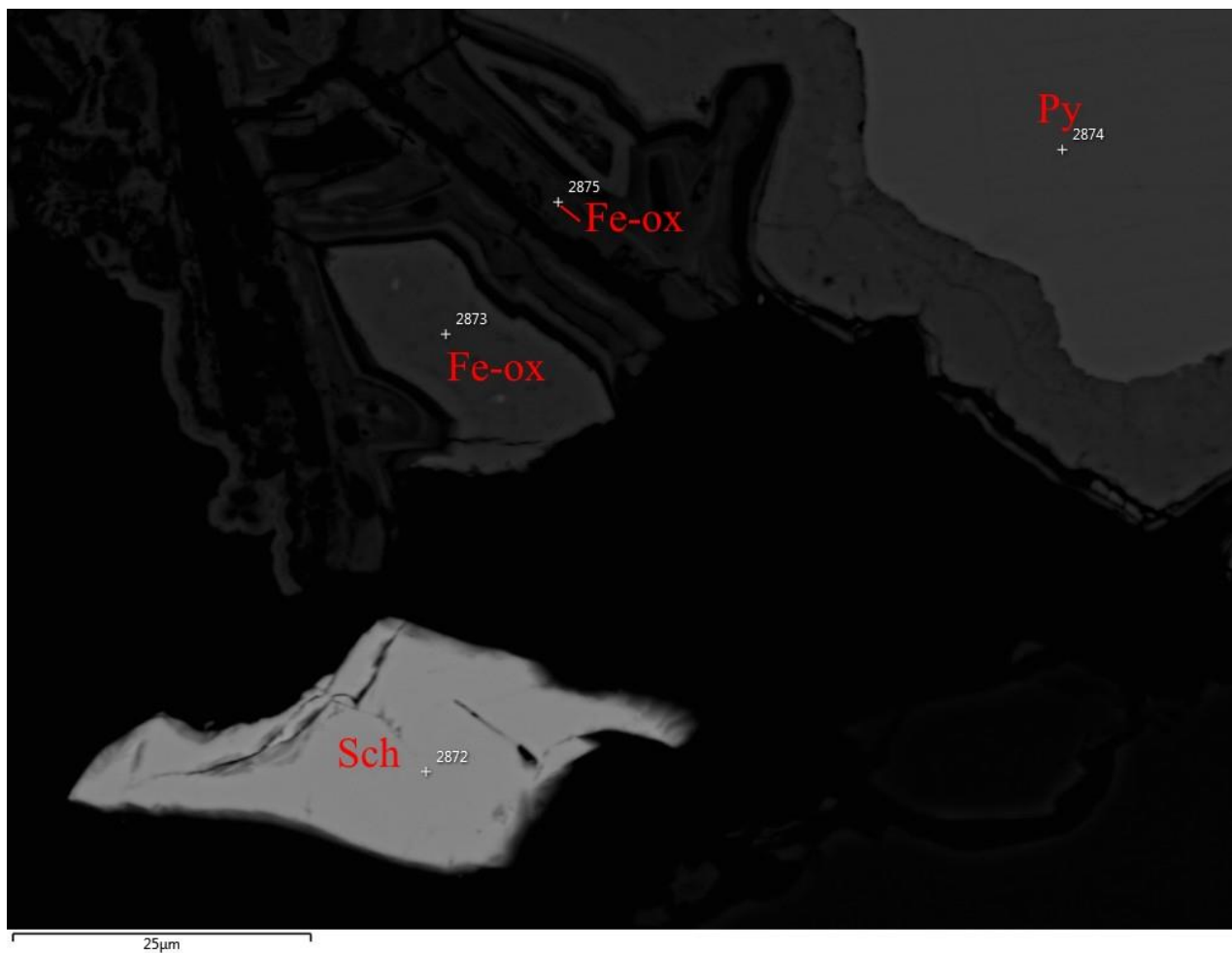


Рисунок 13. Препарат из бороздовой пробы 2203. Поле 1. Sch – шеелит, Py – пирит, Fe-ox – окислы железа.

Таблица 6. Таблица результатов для рисунка 13 (W, %).

| Минерал, № спектра | O | Al | Si | S | Ca | Fe | Co | As | Sr | W |
|---------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| Шеелит, 2872 | 19,51 | | | | 13,93 | 0,52 | | | 4,52 | 61,52 |
| Окислы железа, 2873 | 35,81 | 0,24 | 1,13 | 0,35 | | 59,88 | 1,86 | 0,72 | | |
| Пирит, 2874 | | 0,22 | | 53,14 | | 46,04 | | 0,6 | | |
| Окислы железа, 2875 | 39,67 | 3,66 | 4,17 | 2,79 | | 48,67 | | 0,48 | | |

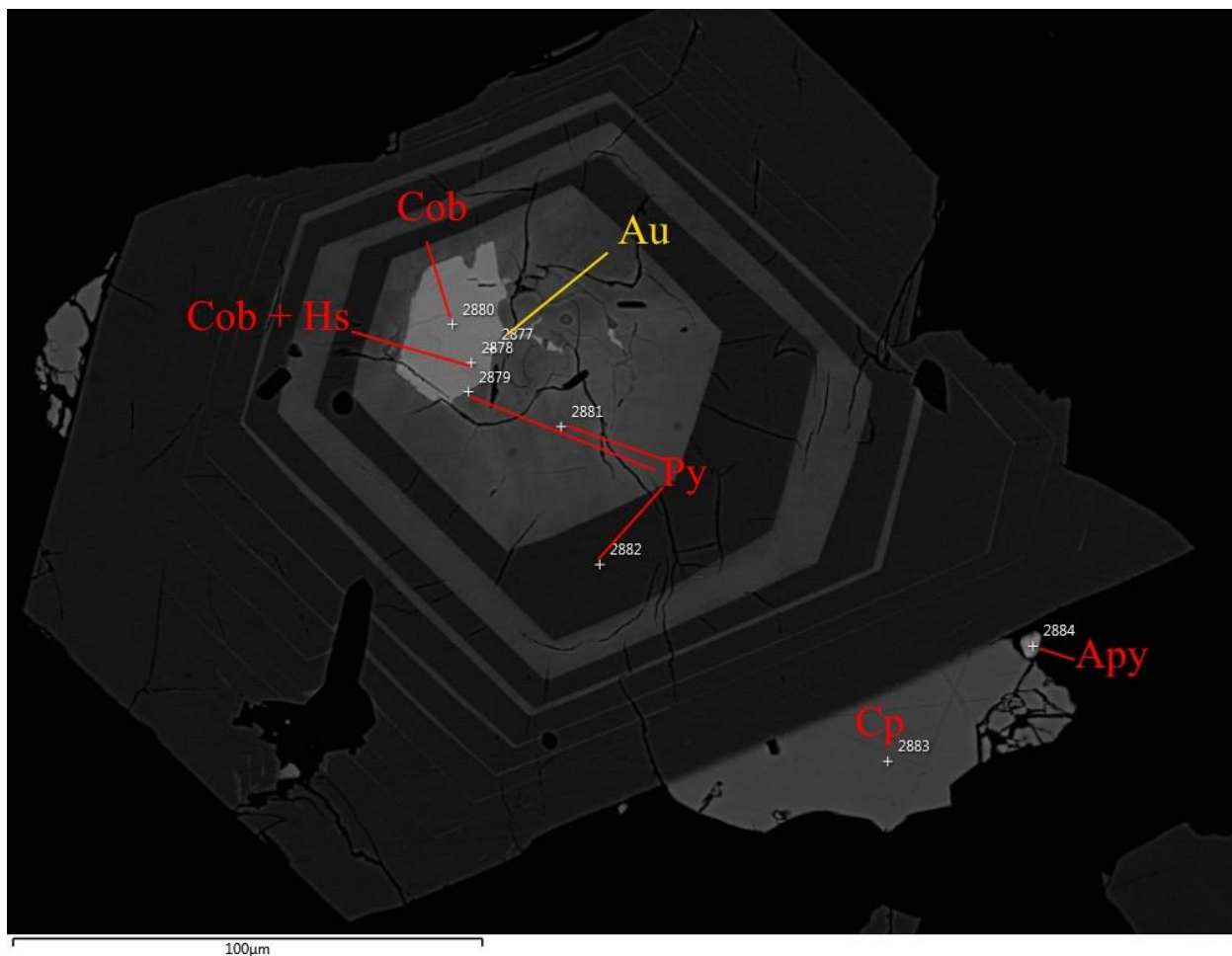


Рисунок 14. Препарат из бороздовой пробы 2203. Поле 2. Cob – кобальтин, Py – пирит, Cp – халькопирит, Apy – арсенопирит, Au – золото, Hs – гёссит.

Таблица 7. Таблица результатов для рисунка 14 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | Cu | As | Ag | Te | Au |
|------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| Золото в кобальтине, 2877 | 15,18 | 4,49 | 15,78 | 1,92 | | 27,08 | 10,06 | 0,57 | 24,92 |
| Гёссит в кобальтине, 2878 | 19,67 | 6,2 | 25,08 | 2,99 | | 40,61 | 3,28 | 2,17 | |
| Граница пирит/кобальтин | 29,24 | 19,56 | 16,02 | | | 22,32 | 8,49 | 4,37 | |
| Кобальтин, 2880 | 20,05 | 5,3 | 27,22 | 3,5 | | 43,94 | | | |
| As-пирит, 2881 | 39,95 | 28,9 | 13,17 | | | 17,98 | | | |
| Пирит, 2882 | 53,78 | 46,22 | | | | | | | |
| Халькопирит, 2883 | 34,89 | 31,04 | | | 34,07 | | | | |
| Арсенопирит, 2884 | 19,8 | 32,29 | | | 1,49 | 46,42 | | | |

В данном препарате обнаружено золото и теллуриды серебра, размеры зёрен не позволяют провести съёмку без захвата материала «подложки». Поэтому при рассмотрении данных в таблице для самородного золота и минералов серебра следует учитывать только Ag, Te, Au. Также стоит отметить положение золота, которое развилось по трещине внутри зерна кобальтина. Кобальтин, в свою очередь, расположен внутри зерна зонального пирита. Зональность пирита обусловлена замещением серы мышьяком. Вероятно, стоит говорить о том, что образование золота и серебра соответствует поздним процессам рудообразования. Следующий рисунок представляет собой более детальную фотографию золота и серебра расположенных внутри кобальтина:

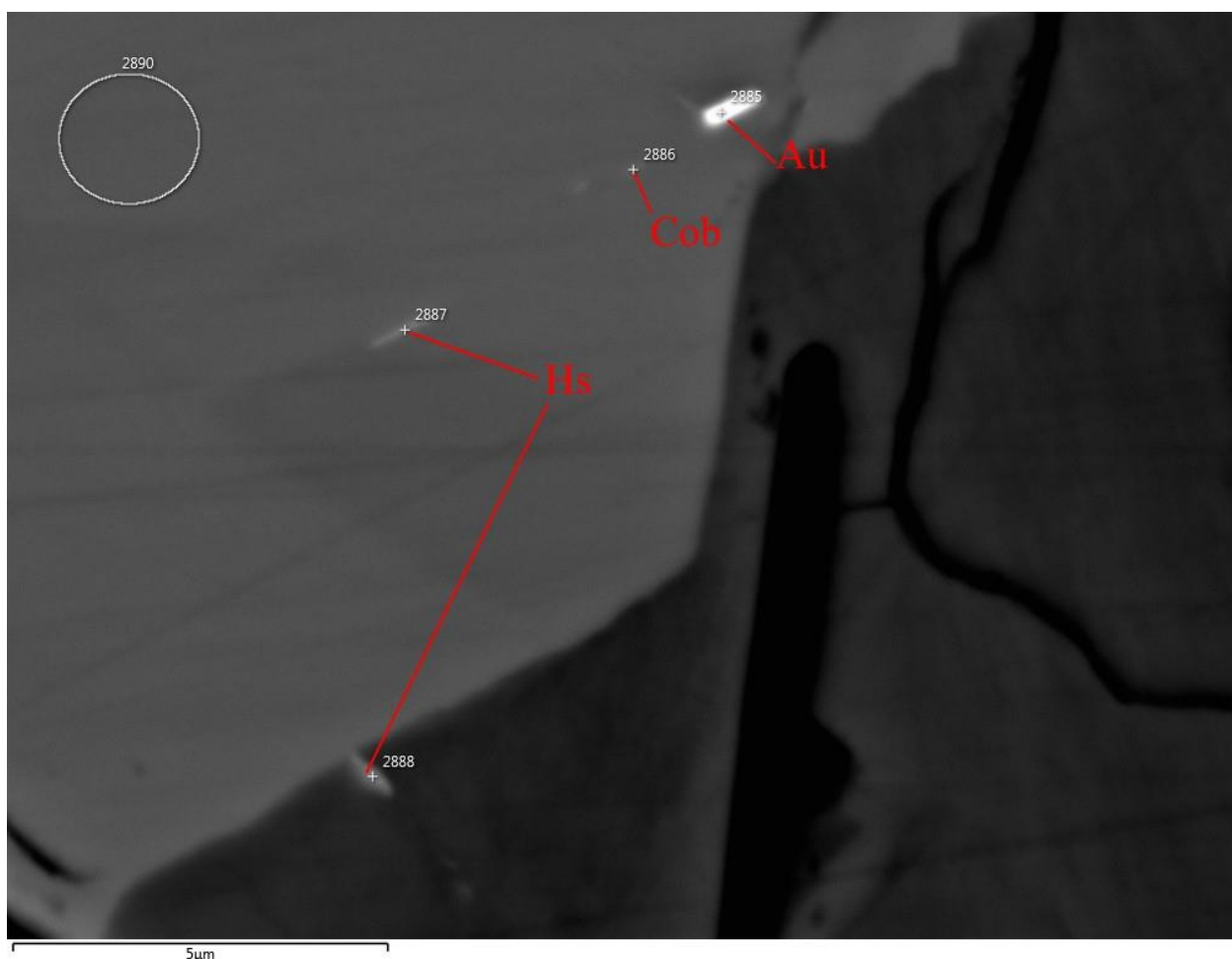


Рисунок 15. Препарат из бороздочной пробы 2203. Поле 2. Au – золото (электрум), Cob – кобальтин, Hs – гессит.

Таблица 8. Таблица результатов для рисунка 15 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | As | Ag | Te | Au |
|------------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| Золото в кобальтине, 2885 | 14,12 | 4,04 | 15,02 | 1,83 | 25,73 | 11,32 | 0,68 | 27,25 |

Продолжение таблицы 8.

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | As | Ag | Te | Au |
|---------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|----|
| Кобальтин, 2886 | 19,82 | 5,36 | 26,78 | 3,21 | 42,68 | 1,37 | 0,78 | |
| Гессит в кобальтине, 2887 | 19,89 | 6,28 | 25,11 | 3,05 | 40,4 | 3,49 | 1,79 | |
| Гессит в кобальтине, 2888 | 28,93 | 18,75 | 16,69 | | 23,29 | 8,39 | 3,94 | |
| Кобальтин, 2890 | 20,3 | 5,94 | 27,06 | 3,55 | 43,15 | | | |

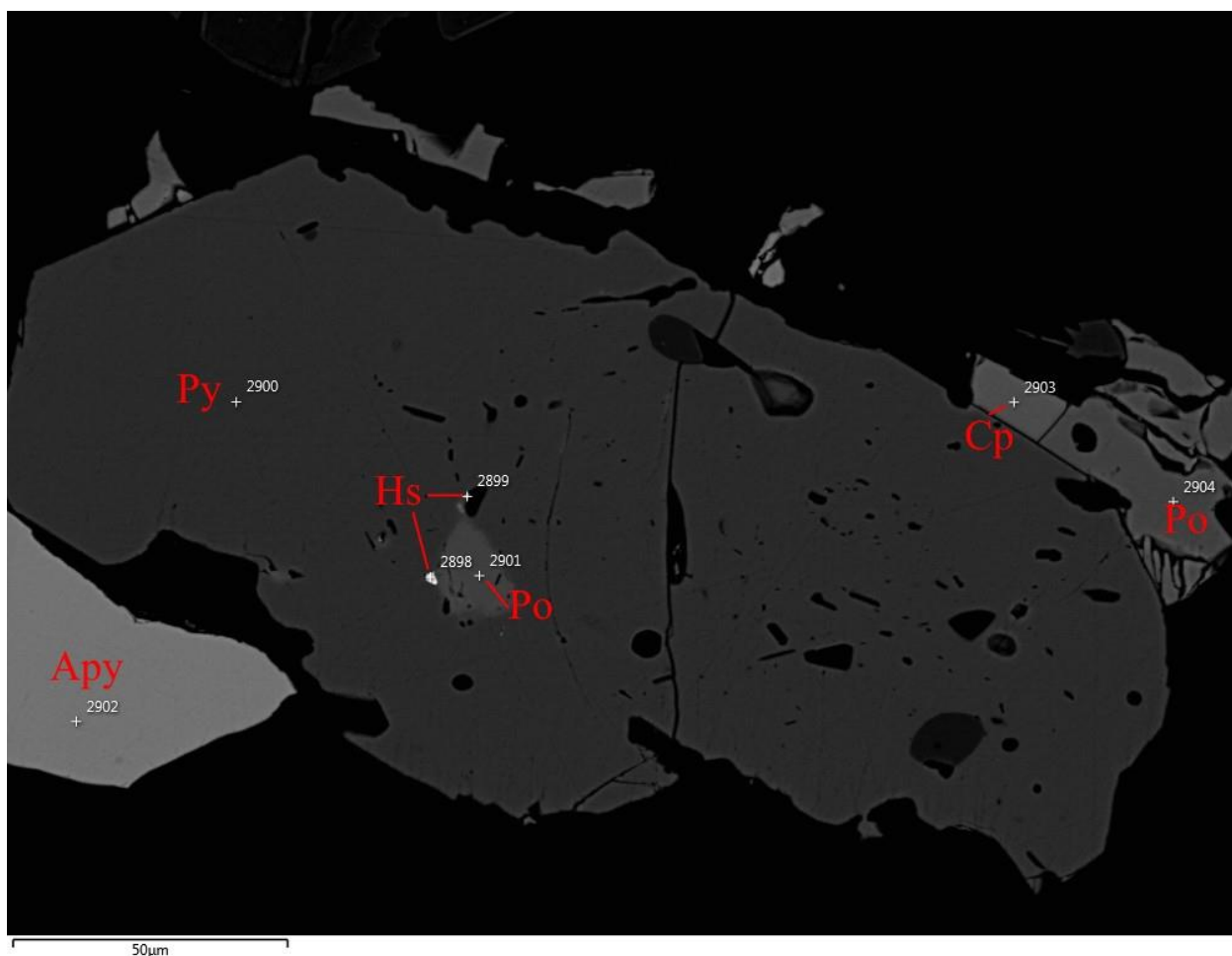


Рисунок 16. Препарат из бороздовой пробы 2203. Поле 3. Hs – гессит, Po – пирротин, Py – пирит, Arу – арсенопирит, Cr – халькопирит.

Таблица 9. Таблица результатов для рисунка 16 (W, %).

| Минерал, № спектра | O | Al | Si | S | Fe | Cu | As | Ag | Te |
|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|
| Гессит, 2898 | | 0,3 | 0,14 | 7,38 | 7,83 | | | 49,9 | 34,44 |
| Гессит, 2899 | 19,44 | 0,63 | 15,01 | 7,4 | 6,74 | | | 32,34 | 18,45 |
| Пирит, 2900 | | 0,21 | | 53,55 | 46,24 | | | | |
| Пирротин, 2901 | | 0,26 | | 38,59 | 61,15 | | | | |
| Арсенопирит, 2902 | | | | 19,01 | 34,2 | | 46,79 | | |

Продолжение таблицы 9.

| Минерал, № спектра | O | Al | Si | S | Fe | Cu | As | Ag | Te |
|--------------------|---|------|----|-------|-------|-------|----|----|----|
| Халькопирит, 2903 | | 0,26 | | 34,83 | 31,16 | 33,75 | | | |
| Пирротин, 2904 | | | | 38,47 | 61,53 | | | | |

На рисунке 16 приведены более крупные зёрна теллуридов серебра, которые позволяют с большей уверенностью говорить, что основной фазой серебра является гессит.

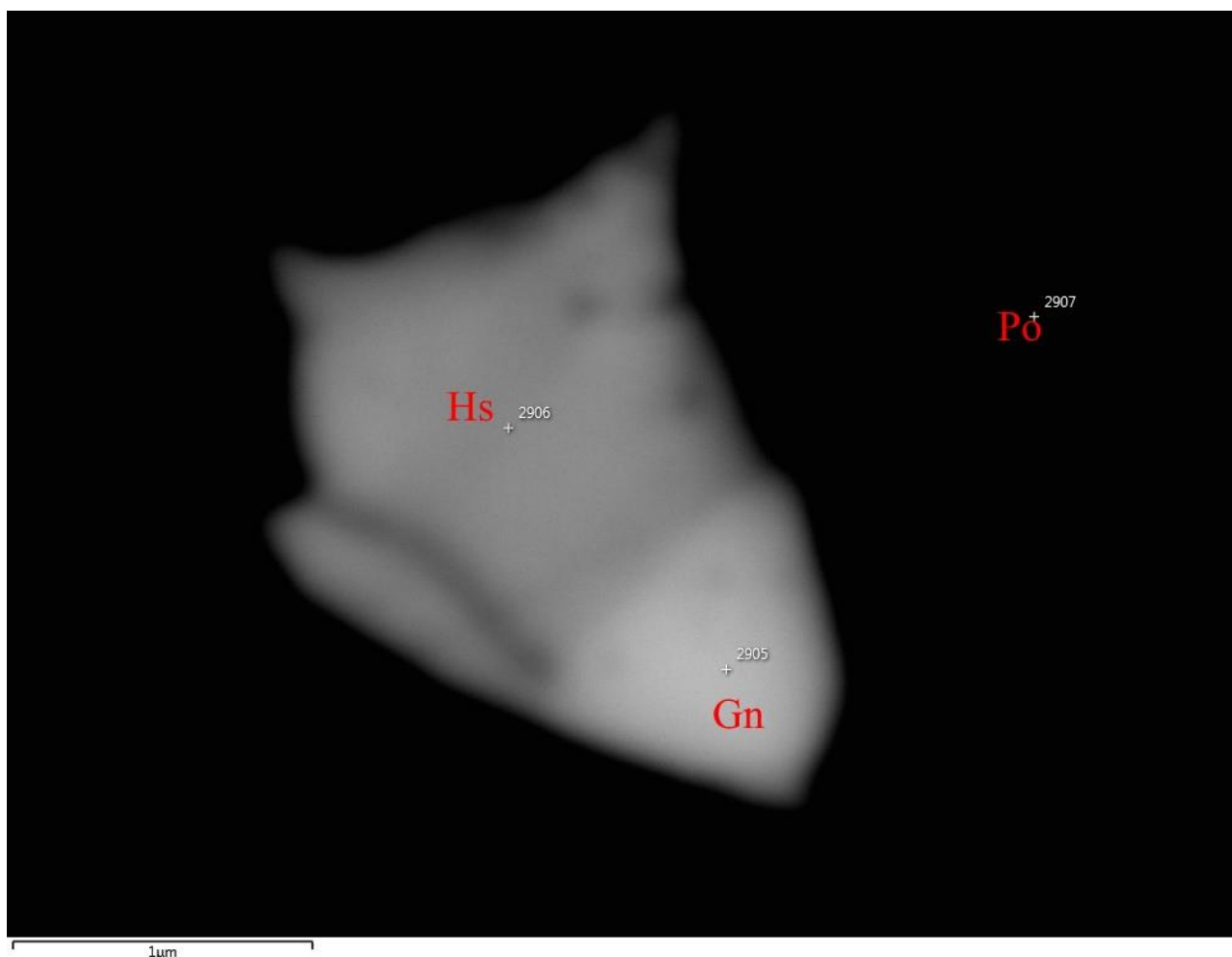


Рисунок 17. Препарат из бороздочной пробы 2203. Поле 4. Gn –галенит, Hs – гессит, Po – пирротин.

Таблица 10. Таблица результатов для рисунка 17 (W, %).

| Минерал, № спектра | Al | Si | S | Fe | Ag | Te | Pb |
|--------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Галенит, 2905 | 0,26 | | 20,42 | 18,37 | 9,97 | 4,91 | 46,07 |
| Гессит, 2906 | 0,39 | 0,26 | 6,6 | 6,7 | 50,71 | 35,33 | |
| Пирротин, 2907 | | | 38,11 | 61,89 | | | |

Стоит отметить, что на рисунке 17 срастание гессита, скорее всего, с обычным галенитом, а не с содержащим серебро, как можно было бы представить по результатам анализа. В данном случае попадание серебра в результаты анализа связано прежде всего с размерностью зерна.

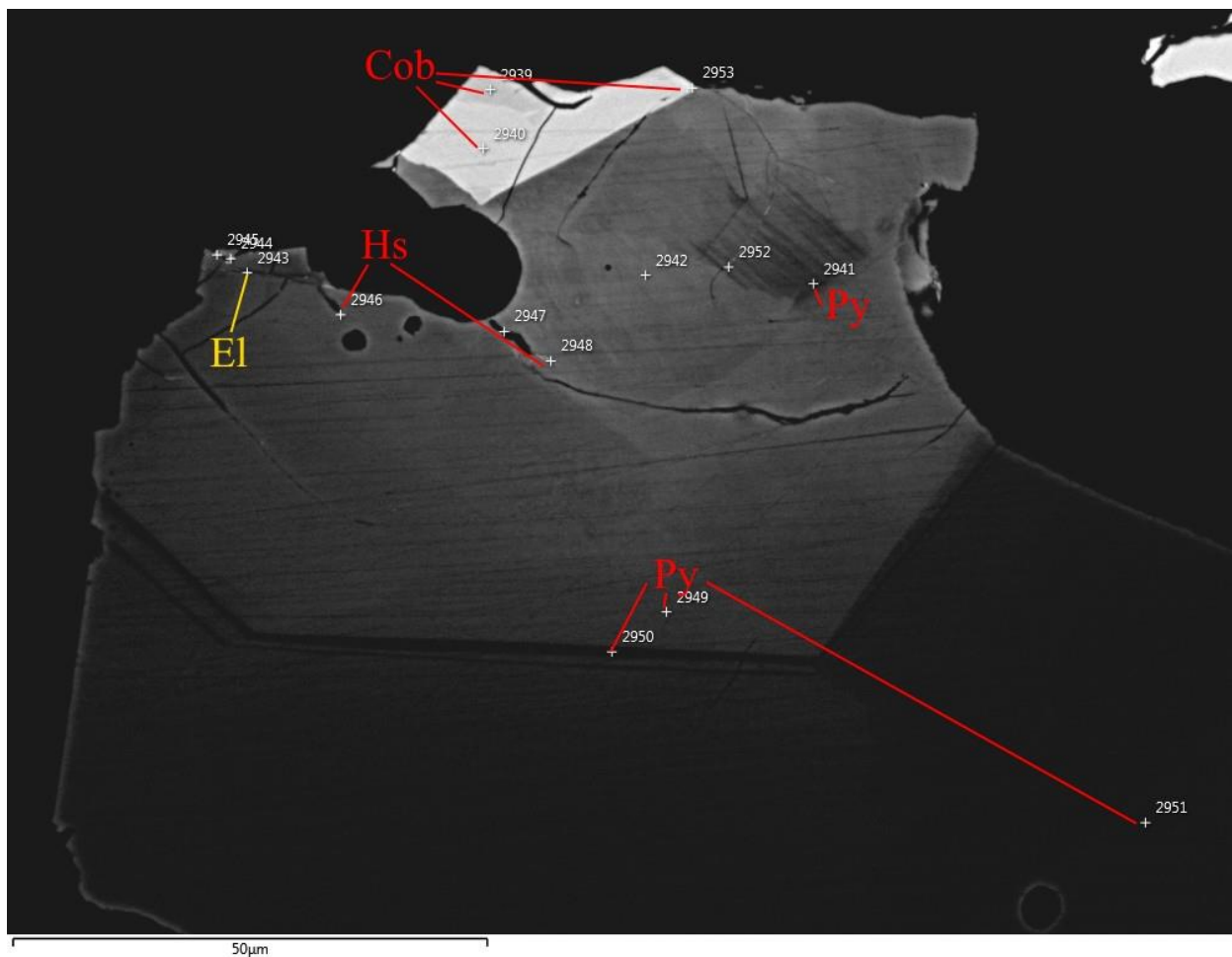


Рисунок 18. Препарат из бороздковой пробы 2203. Поле 5. Cob – кобальтин, Py – пирит, Hs – гессит, El – электрум.

Таблица 11. Таблица результатов для рисунка 18 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | Cu | As | Ag | Sb | Te | Au |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| Кобальтин, 2939 | 24,15 | 9,03 | 26,06 | 1,85 | | 38,91 | | | | |
| Кобальтин, 2940 | 21,07 | 5,57 | 29,1 | 2,01 | | 42,26 | | | | |
| As-пирит, 2941 | 48,02 | 39,24 | 6,57 | | | 6,17 | | | | |
| As-пирит, 2942 | 40,65 | 29,32 | 13,09 | | | 16,94 | | | | |
| Электрум в пирите, 2943 | 39,93 | 30,87 | 3,73 | | 4,12 | 5,35 | 8,58 | | 0,31 | 7,11 |
| Пирит+ульманит (?) 2944 | 41,28 | 28,94 | 4,72 | 6,07 | | 7,07 | 1,06 | 10,17 | | |

Продолжение таблицы 11.

| Минерал, № спектра | S | Fe | Co | Ni | Cu | As | Ag | Sb | Te | Au |
|-----------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|----|
| Пирит+ульманит (?), 2945 | 42,58 | 28,7 | 4,67 | 6,06 | | 7,65 | | 10,34 | | |
| Гессит в As-пирите, 2946 | 35,37 | 27,69 | 5,81 | | 3,75 | 8,4 | 11,71 | | 6,6 | |
| As-пирит, 2947 | 32,04 | 21,76 | 12,95 | 2,62 | | 19,99 | | 2,23 | | |
| Гессит в As-пирите, 2948 | 39,06 | 28,93 | 11,07 | | | 15,28 | 3,45 | | 2,21 | |
| As-пирит, 2949 | 47,24 | 38,59 | 6,31 | | | 7,86 | | | | |
| Пирит, 2950 | 51,41 | 44,6 | 2,27 | | | 1,72 | | | | |
| Пирит, 2951 | 52,79 | 46,2 | | | | 1,01 | | | | |
| Гессит в As-пирите, 2952 | 43,09 | 32,86 | 9,6 | | | 11,9 | 1,62 | | 0,94 | |
| Кобальтин, 2953 | 22,05 | 6,68 | 23,84 | | | 39 | | | | |

Золото в данном случае (см. рис 18, спектр 2943) попадает в виде электрума с незначительным преобладанием серебра. Стоит отметить, что зерно электрума располагается вдоль трещины в пирите.

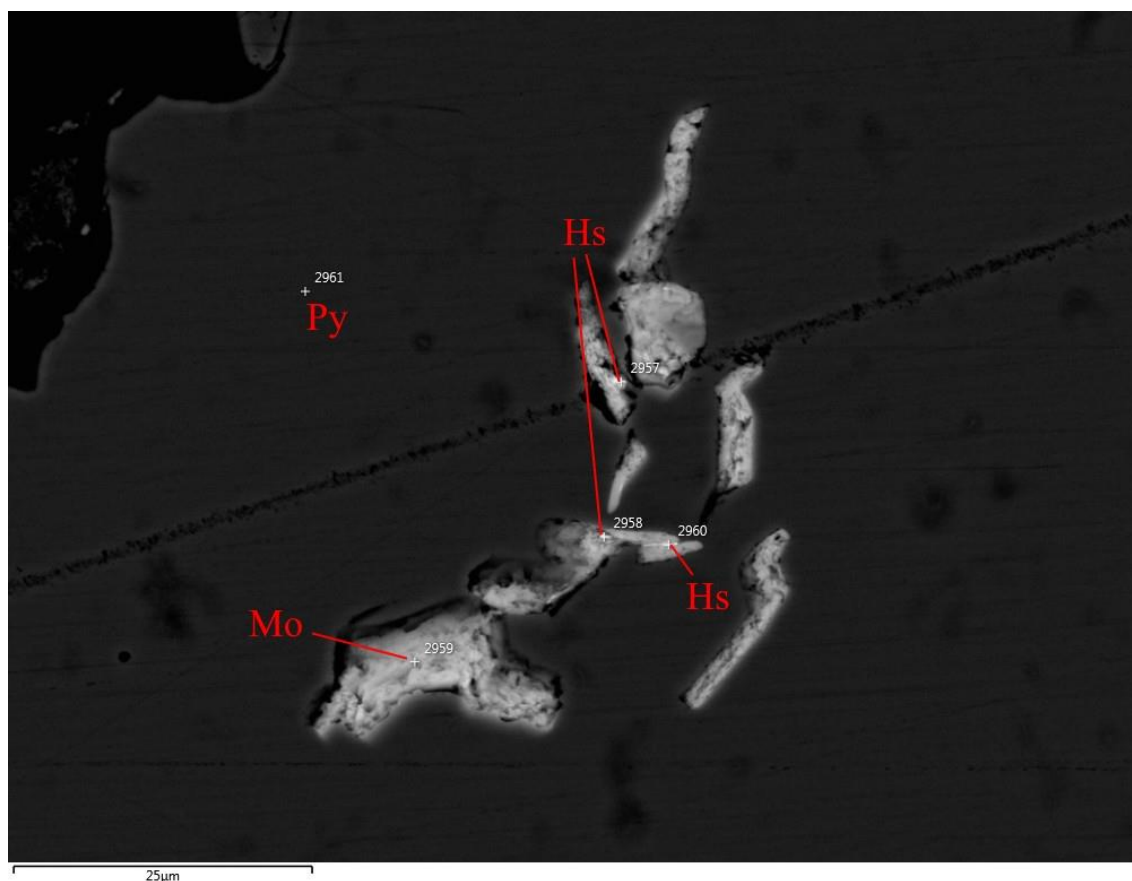


Рисунок 19. Препарат из бороздовой пробы 2203. Поле 6. Мо – молибденит, Hs – гессит, Py – пирит.

Таблица 12. Таблица результатов для рисунка 19 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Mo | Ag | Te |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Гессит в молибдените, 2957 | 29,83 | 19,49 | 13,3 | 24,28 | 13,1 |
| Гессит в молибдените, 2958 | 30,34 | 9,4 | 33,42 | 15,57 | 8,22 |
| Молибденит в пирите, 2959 | 39,29 | 7,61 | 51,36 | | |
| Гессит в молибдените, 2960 | 31,22 | 5,81 | 38,86 | 15,51 | 8,6 |
| Пирит, 2961 | 53,29 | 46,71 | | | |

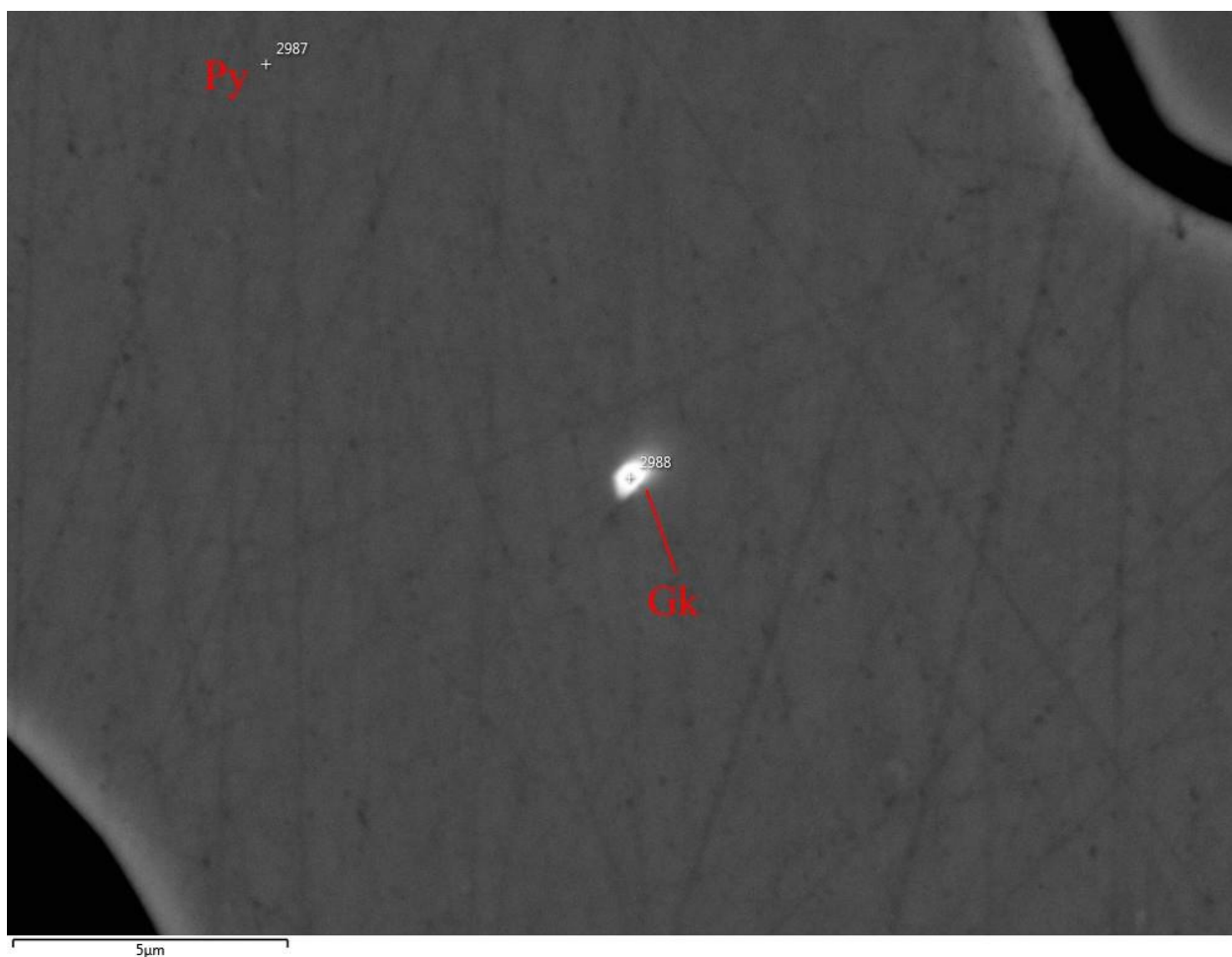


Рисунок 20. Препарат из тиллевой пробы 205. Поле 1. Py – пирит, Gk – гринокит (?).

Таблица 13. Таблица результатов для рисунка 20 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | Cd |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Пирит, 2987 | 53,11 | 46,89 | |
| Гринокит, 2988 | 43,94 | 34,25 | 21,81 |

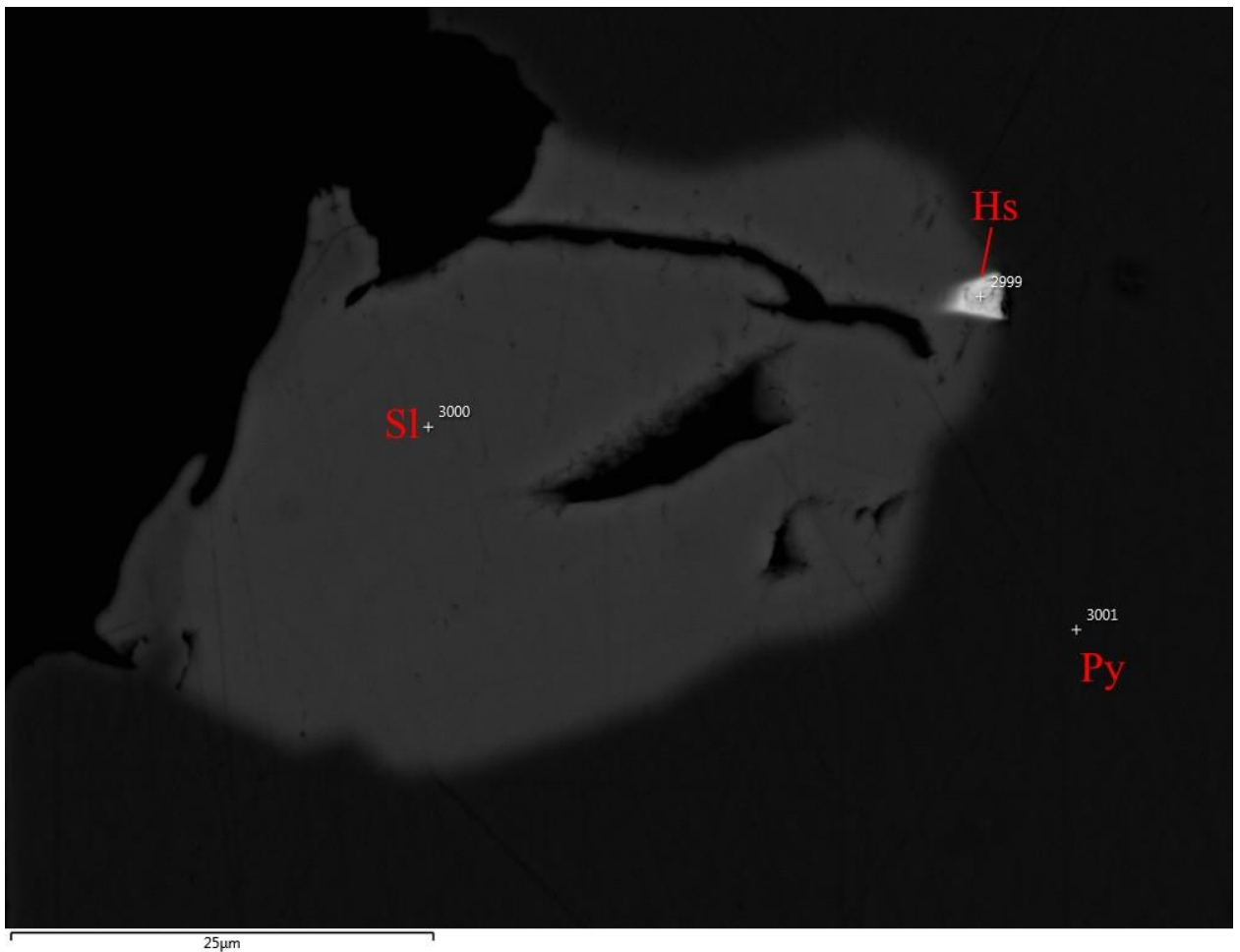


Рисунок 21. Препарат из тиллевой пробы 205. Поле 2. Py – пирит, Sl – сфалерит, Hs – гессит.

Таблица 14. Таблица результатов для рисунка 21 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Mn | Fe | Zn | Ag | Cd | Te |
|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| Гессит, 2999 | 1,54 | | 2,91 | 0,82 | 60,07 | | 34,67 |
| Сфалерит, 3000 | 33,07 | 0,29 | 9,26 | 56,94 | | 0,43 | |
| Пирит, 3001 | 53,23 | | 46,77 | | | | |

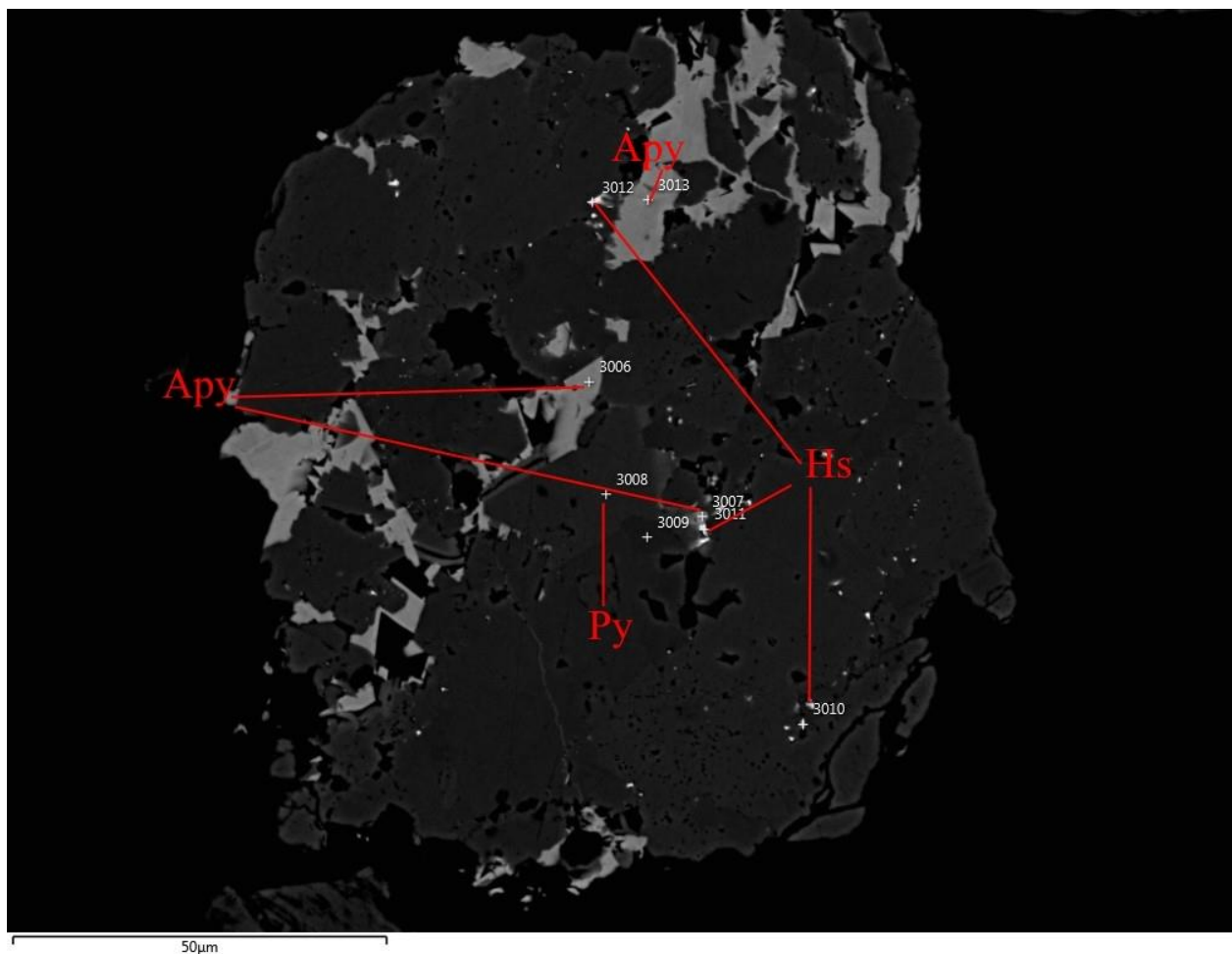


Рисунок 22. Препарат из тиллевой пробы 205. Поле 2. Ару – арсенопирит, Py- пирит, Hs – гессит.

Таблица 15. Таблица результатов для рисунка 22 (W, %).

| Минерал, № спектра | S | Fe | As | Ag | Sb | Te |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Арсенопирит, 3006 | 21,89 | 34,88 | 42,63 | | 0,6 | |
| Арсенопирит, 3007 | 25,53 | 33,59 | 39,42 | 0,88 | | 0,58 |
| Пирит, 3008 | 52,86 | 46,81 | 0,33 | | | |
| Пирит, 3009 | 53,1 | 46,9 | | | | |
| Гессит в пирите, 3010 | 32,7 | 26,97 | | 26,04 | | 14,28 |
| Гессит в пирите, 3011 | 19,93 | 18,71 | 2,54 | 37,56 | | 21,25 |
| Гессит в пирите, 3012 | 21,6 | 17,39 | | 38,43 | | 22,58 |
| Арсенопирит, 3013 | 22,43 | 35,41 | 41,62 | | 0,54 | |

На рисунке 22 видны зёрна гессита среди пирита, замещающего арсенопирит, судя по всему, гессит имеет наложенный характер.

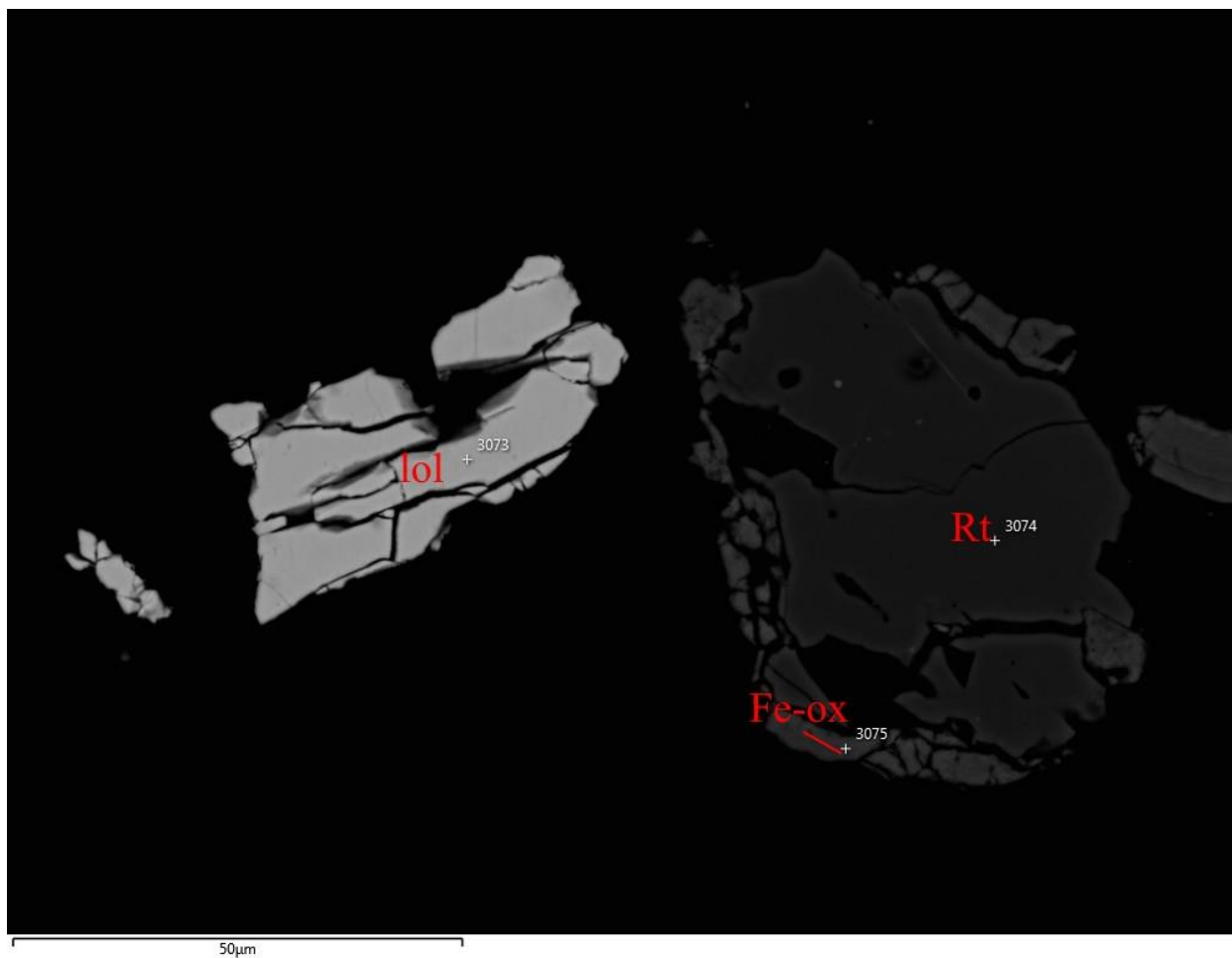


Рисунок 23. Препарат из тиллевой пробы 153. Поле 1. Rt – рутил, Fe-ox – окислы железа, lol – лёллинит.

Таблица 16. Таблица результатов для рисунка 23 (W, %).

| Минерал, № спектра | O | Al | Si | P | S | Ti | Fe | Co | Ni | As |
|---------------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| Лёллингит, 3073 | | | | | 0,89 | | 14,44 | 5,01 | 8,54 | 71,12 |
| Рутил, 3074 | 36,96 | | | | | 62,75 | 0,29 | | | |
| Окислы железа, 3075 | 37,28 | 1,15 | 1,58 | 0,17 | 0,25 | 1,4 | 58,18 | | | |

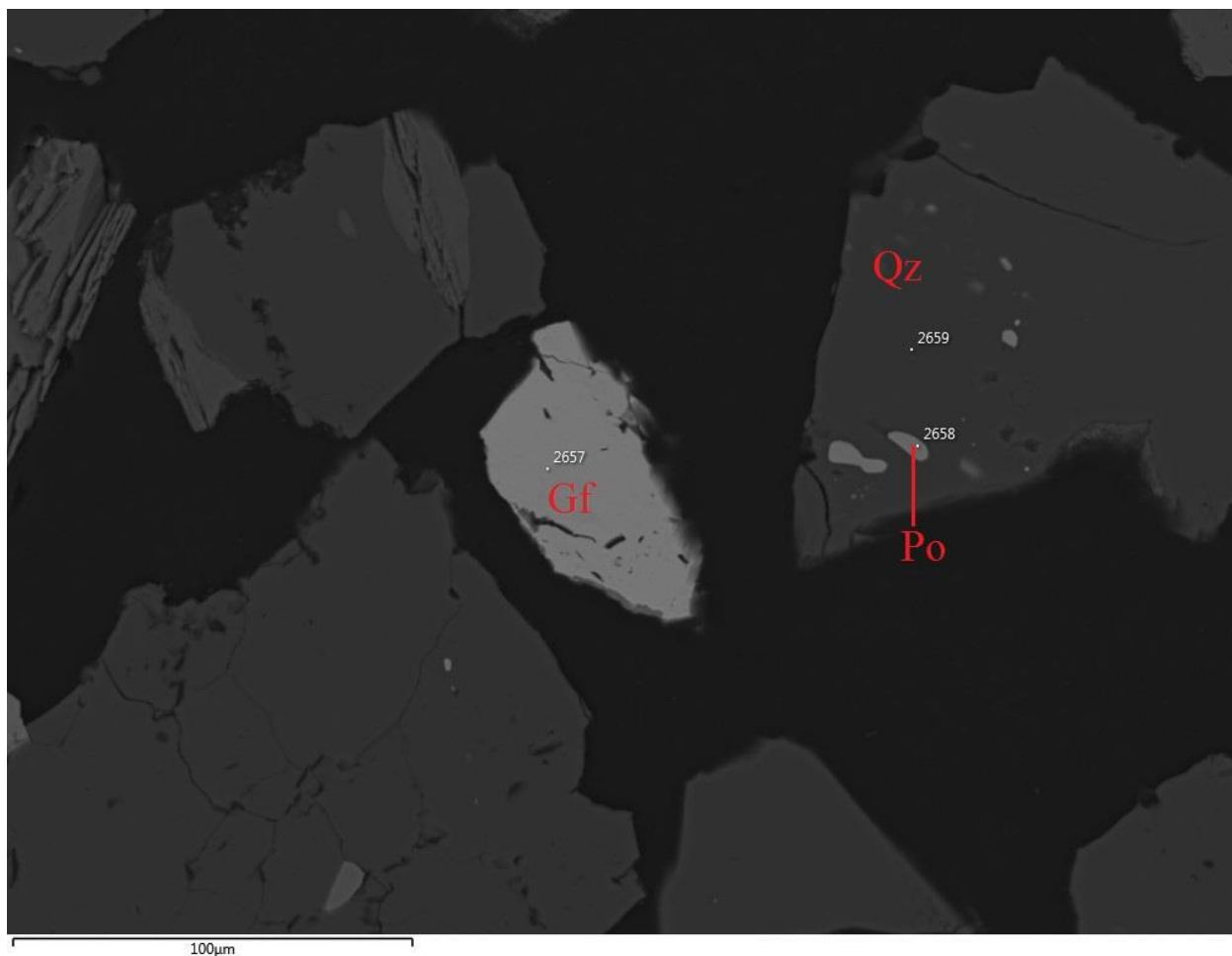


Рисунок 24. Препарат из тиллевой пробы 035. Поле 1. Gf – герсдорфит, Po – пирротин, Qz – кварц.

Таблица 17. Таблица результатов для рисунка 24 (W, %).

| Минерал, № спектра | O | Si | S | Fe | Co | Ni | As |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Герсдорфит, 2657 | | | 18,34 | 10,96 | 6,32 | 17,77 | 46,6 |
| Пирротин, 2658 | | 1,85 | 38,6 | 59,55 | | | |
| Кварц, 2659 | 49,97 | 50,03 | | | | | |

Приведённые выше результаты рентгеноспектрального микроанализа отображают наиболее представительные измерения по всем препаратам. Главными рудными минералами, которые были встречены в препаратах, являются: арсенопирит, пирит и пирротин. Почти во всех препаратах встречались зёрна кобальтина, галенита и сфалерита, аналогичная ситуация с шеелитом, но его содержание в препаратах было значительно меньше. В большинстве кассет также был встречен халькопирит, но его содержания не позволяют отнести его к главным рудным минералам.

Золото было встречено в самородном виде, серебро встречается преимущественно в виде теллурида серебра – гессита. Учитывая малое количество зёрен золота, говорить о какой-либо пробы рано, размерность – сотни нанометров. Размер зёрен гессита варьировал от нескольких сотен нанометров до первых микрометров.

Судя по положению и взаимоотношениям с другими минералами золото и минералы серебра связаны с поздними стадиями рудообразования. К сожалению, подробную схему минеральных парагенезисов и последовательности их образования построить по данным препаратам достаточно сложно, если учитывать, что в данном случае рассматривается не фрагмент руды, а измельчённый концентрат, но общее представление может выглядеть следующим образом (от ранних к более поздним): арсенопиритовый парагенезис (арсенопирит, пирит, кобальтин, пирротин) – полиметаллический парагенезис (галенит, сфалерит, халькопирит) – золото-серебряно-сульфосольный (золото, электрум, гессит). Ряд минералов не указан, поскольку далеко не всегда можно установить из взаимоотношения с остальными.

Построение подобной схемы лишь отображает стадии рудообразования в самых общих чертах, поскольку для детального изучения необходимы образцы из рудных интервалов. Используя исследования, проводившиеся на Оленинском месторождении, можно говорить о том, что велика вероятность того, что на участке присутствуют две генерации арсенопирита (Н.Н. Галкин, 2007). Арсенопирит-1, который образует парагенезис с пирротинном и пиритом, а также арсенопирит-2, связанный с кварцевыми метасоматитами и образующий ассоциацию кварц-шеелит-арсенопирит. С арсенопиритом 2-ой генерации также связан лёллингит.

В рамках данной работы дать ответы на порядок формирования парагенезисов и количество генераций того или иного минерала не представляется возможным.

4.3 Изучение породного состава крупной фракции тиллевых проб

Учитывая слабую обнажённость участка исследования, прямое геологическое картирование затруднено. Для построения схематичной геологической карты было решено использовать крупную фракцию (+2 мм) тиллевых проб. Материал исследования прошёл стадию мокрого ситования, поэтому был представлен отмытыми обломками.

Изучение обломков показало, что условно породы комплекса можно разделить на несколько классов:

1). Существенно амфиболовые породы. Подробное расчленение на геологической карте провести достаточно сложно, однако, среди отдельных обломков угадывались плагиоамфиболиты, массивные амфиболиты, амфиболитовые сланцы.

2). Глинозёмистые сланцы, часто с гранатом.

3). Гнейсоподобные сланцы/гнейсы.

Глинозёмистые сланцы и гнейсы на карте объединены в единую толщу, поскольку выделение собственно гнейсов на карте затруднено. Возможно, что большая часть гнейсовидных пород – метаморфизованные гранитоиды Поросозёрского массива.

4). Обломки гранитов – диоритов, лейкократовые обломки. Развита на участке локально.

5). Обломки пегматитов.

6). Кварцевые обломки. Разделить на жилы кварца и зоны окварцевания в обломках невозможно.

Кроме данных по крупной фракции тиллевых проб, также были использована геологическая документация канавы и обнажений, по которым отбирались бороздовые пробы. Были обнаружены кварцитоподобные породы, которые являются, вероятно, метаморфизованными кислыми вулканитами.

По результатам изучения данных обломков была составлена геологическая карта, которая фиксирует основные породные комплексы.

Стоит сразу отметить, что ориентировка малых тел на карте была задана в северо-западном направлении, согласно общей направленности структуры. Но условно выделенное тело пегматитов направлено вкост простирания, поскольку не были известны элементы залегания, то использована аналогичная ситуация ориентировки тел пегматитов, представленных на месторождении Оленинское.

На карте можно выделить два главных породных комплекса: амфиболитовый и сланцевый (с гнейсовидными породами). Внутреннее строение данных участков значительно сложнее, так посреди поля развития сланцев выделяются достаточно крупные зоны развития амфиболитовых пород.

В пробах, отобранных в поле амфиболитовых пород, часто наблюдаются значимые содержания кварца, кварц-полевошпатовых сростаний, обломков, предположительно, кварцитов, сланцев и других пород. В таком случае стоит говорить о небольших телах, которые затруднительно надёжно установить по тиллевым пробам, но можно определить по обнажениям и горным выработкам. Примером может служить тело кварцитов, установленное только по документации обнажения в восточной части площади.

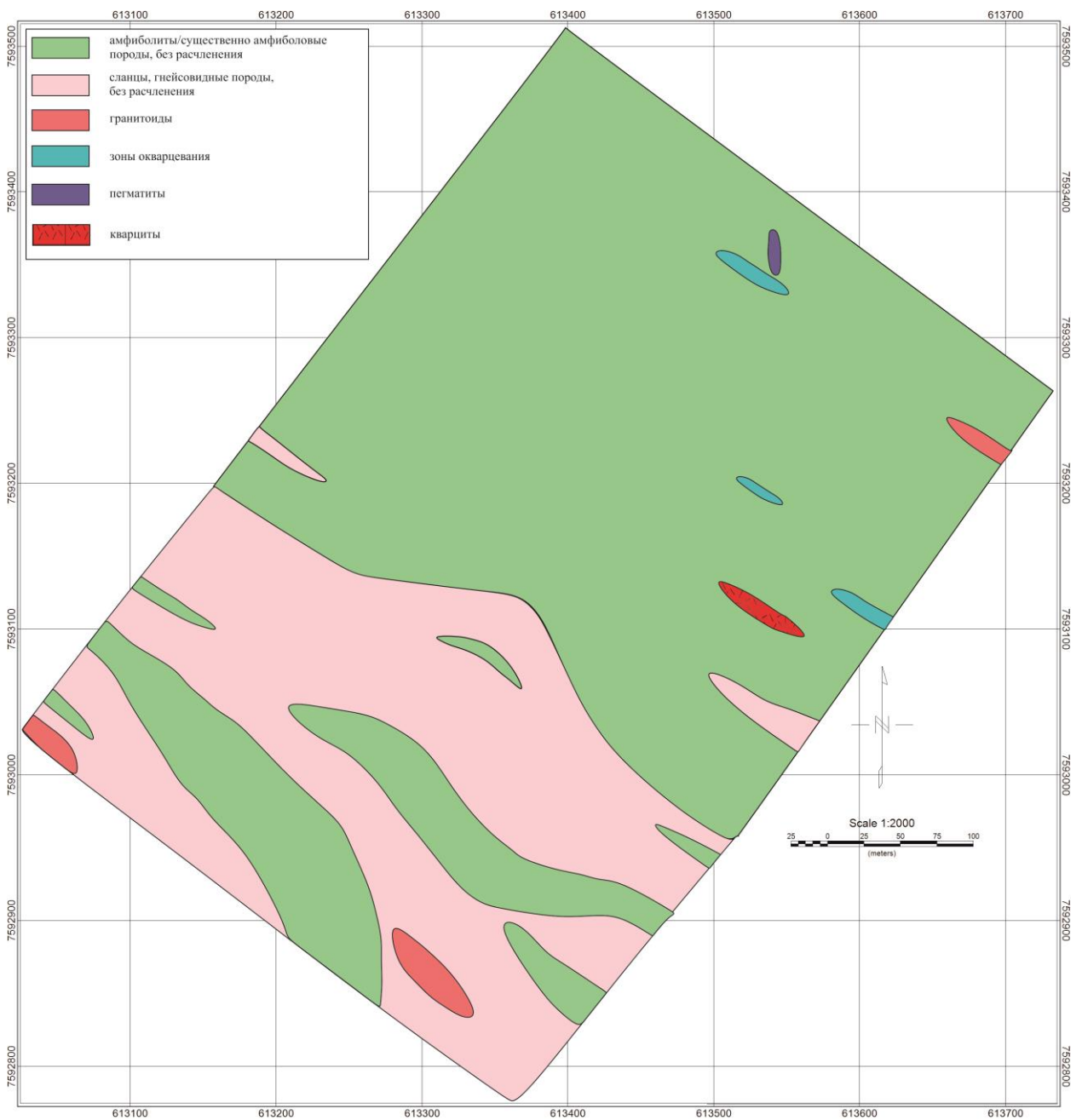


Рисунок 25. Схематичная геологическая карта участка.

4.4 Выделение прогнозных участков

Для планирования будущих работ и выделения наиболее перспективных площадей было решено построить ряд карт с геохимическими и минералогическими признаками. Было решено рассмотреть распределение аномалий мышьяка относительно геологического строения.

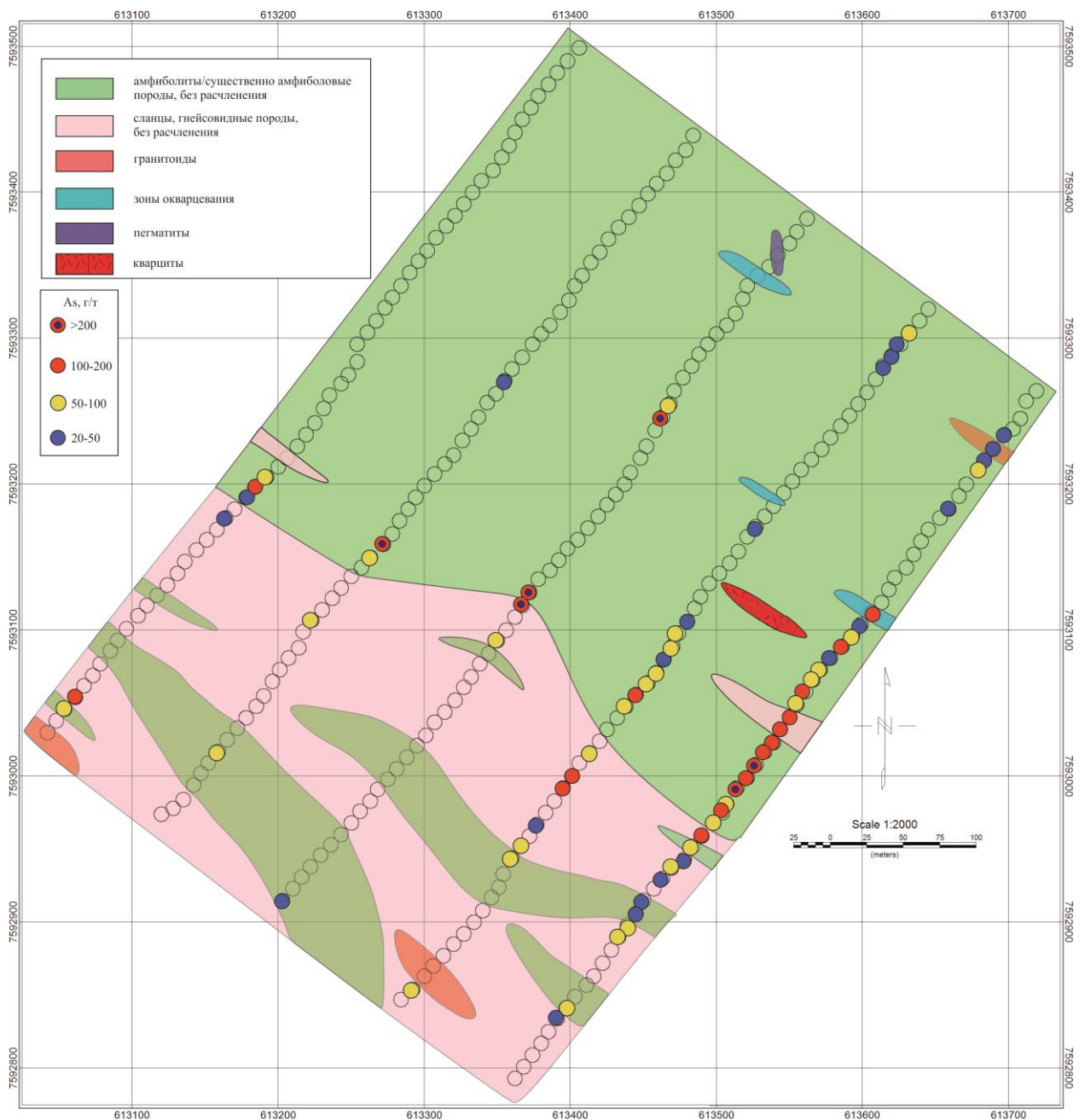


Рисунок 26. Геохимические аномалии As на геологической основе.

Сразу заметно, что центральная аномалия, которая ранее была выделена на карте геохимических аномалий, в данном случае приурочена к границе раздела двух комплексов: амфиболитового и гнейсового, образуя собой сужающуюся с востока на запад зону. Также стоит отметить, что большая часть аномальных значений мышьяка связана с амфиболитовыми породами.

На следующем этапе было решено построить карту минералогических признаков для дальнейшего сопоставления с геохимическими аномалиями. Для этого было решено нанести точки, где были обнаружены видимые сульфиды (как в пробах тиллевой съёмки, так и по данным полевой документации), также вынесены точки со значительной степенью

лимонитизации, при допущении, что она развивалась по сульфидным минералам. Кроме того, были выделены точки бороздовых проб, в которых методом рентгеноспектрального микроанализа были обнаружены минералы золота и серебра.



Рисунок 27. Карта минералогических признаков.

В результате была получена карта, на которой большая часть проб с сильной лимонитизацией совпадает с основными геохимическими аномалиями As. Кроме того, бороздовые пробы с обнаруженными минералами серебра и золота попадают в аномалию мышьяка, которая развита в центральной части поля амфиболитовых пород.

На основании изученных данных и полученных схем была построена карта прогноза на потенциально золотоносные зоны участка.



Рисунок 28. Карта прогноза.

На карте прогноза выделено две обладающих наибольшим потенциалом к обнаружению золота зоны. Первая зона повторяет собой контуры центральной аномалии мышьяка, образуя линейную зону вдоль границы раздела породных комплексов. Длина зоны составляет более 500 метров, ширина – от 50 м до 250 м.

Вторая зона условно выделена в форме линзы, вытянутой в северо-западном направлении. Альтернативный вариант – рассмотрение данной площади в качестве апофиза

главной прогнозной зоны. В данный участок попадают аномалии мышьяка, а также участок с борздовыми пробами, в которых были диагностированы минералы золота и серебра. Длина зоны составляет около 100-120 метров, при ширине – 30-40 м.

Заключение

В ходе проделанной работы был изучен участок Мудчучуайвенч, который рассматривается как перспективный на поиск объектов аналогичных месторождению Оленинское.

По результатам химического анализа были выделены аномалии мышьяка, позволившие выделить главную зону центральную аномальную зону, имеющую северо-западное простираие и протянувшуюся через весь участок. Подобная аномалия, совпадающая с основной направленностью структур зеленокаменного пояса, уже позволяет с определенной степенью достоверности вести разговор о схожести геологической обстановки данного участка с площадью Оленинского месторождения

Использование рентгеноспектрального микроанализа дало возможность определить набор основных минералов, которые принимают участие в формировании рудной минерализации данной площади. Полученные данные схожи с минеральным составом, который известен на Оленинском месторождении.

Изучение породного состава крупной фракции тиллевых проб позволило составить геологическую карту участка, которая показала наличие двух крупных породных комплексов: амфиболитового и комплекса сланцев/гнейсовидных пород. Кроме того, изучение крупных обломков тиллевых проб даёт возможность определить зоны развития процесса лимонитизации, который в большинстве случаев связан с разрушением Sulf-минерализации в приповерхностных условиях.

Таким образом, сопоставление полученной карты геохимических аномалий, геологической основы, схемы минералогических признаков и точек с обнаруженной рентгеноспектральным микроанализом благороднометалльной минерализацией позволило построить карту прогноза, на которой выделено две потенциально золоторудных зоны. В дальнейшем данная карта может быть использованы для постановки заверочного бурения, если продолжение работ последует.

Кроме того, совокупность рассмотренных признаков позволяет говорить о том, что геологическая обстановка данного участка схожа с ситуацией, наблюдаемой на Оленинском месторождении, а в центральной части площади можно прогнозировать наличие объекта аналогичного объекта, относимого к малосульфидному арсенопирит-пирротиновому типу золото-кварц-сульфидной формации.

В настоящий момент ожидается получение высококачественных анализов ICP-AES и пробирной плавки, которые позволят определить широкий спектр элементов, включая содержания золота как в коренных породах канавы, так и пробах тиллевой съёмки.

В случае обнаружения значимых содержаний золота и последующей заверки аномалий особое внимание следует уделить более подробному изучению минерального состава рудных тел, исходя из предположения, что минералы золота и серебра могут иметь тонкодисперсную размерность. В уточнениях также нуждается последовательность и состав минеральных парагенезисов площади.

Библиография

Проекты:

1). Дуракова А.Б. Реферат. Проект на выполнение работ по объекту «Геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений золота рудного и попутных компонентов на участке Вороньтундровский рудный узел» в 1 книге 159 стр., 13 табл., 29 иллюстр., 2 текст. Прил. ООО «Кольская горно-геологическая компания». Мончегорск, ул. Комсомольская, 23а; сентябрь 2016 г.

Статьи:

1). Б.В. Гавриленко, И.В. Никитин, Д.Р. Зозуля, Н.М. Кудряшов, М.Н. Петровский, О.П. Корсакова, Н.Н. Галкин. Геология, тектоника, возраст и металлогения архейской шовной зоны Колмозеро-Воронья, Кольский регион. Вестник МГТУ, том 5, №1, 2002 г.

2). Иванов А.И., Михайлов Б.К., Вартанян С.С. Минерально-сырьевая база золота России: состояние и перспективы. Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов — состояние и перспективы. Сборник тезисов докладов научно-практической конференции. (19–20 апреля 2016 г., Москва, ФГУП ЦНИГРИ).

3). Кудряшов Н.М., Мокрушин А.В. Мантийно-Коровые процессы формирования зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья (Кольский полуостров): изотопно-геохронологические данные. XI всероссийское петрографическое совещание. Екатеринбург, 2010 г.

4). Калинин А.А., Галкин Н.Н. Докембрийское медно-молибден-порфировое месторождение Пеллапахк (зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья). Вестн. Кольского НЦ РАН. 1, 80-92., 2012 г.

5). М.Н. Петровский, А.Н. Виноградов. Геология позднеархейского Поросозёрского массива гранитоидов (Кольский полуостров). Вестник МГТУ, том 5, №1, 2002 г

6). Кудряшов Н.М., Калинин А.А., Лялина Л.М., Серов П.А., Елизаров Д.В. Орогенические рудопроявления золота Оленинское и Няльм-1 архейского зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья: геолого-минералогические, геохронологические и изотопно-геохимические данные. Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона. Труды XI Всероссийской (с международным участием) Ферсмановской научной сессии. Апатиты, 7-8 апреля 2014 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. – Апатиты: Изд-во К & М, 2014. – 230 с.

7). Н.Н. Галкин. Морфологические и химические особенности арсенопирита Оленинского рудопроявления золота. Геология и минерагения Кольского региона. Труды Всероссийской

(с международным участием) научной конференции и IV Ферсмановской научной сессии, посвященных 90-летию со дня рождения акад. А.В. Сидоренко и д.г.-м.н. И.В. Белькова. Апатиты, 4-6 июня 2007 г. – Апатиты: Изд-во К & М, 2007. – 320 с.

8). Обзор золотодобывающей отрасли России за 2015-2016 годы. Информационно-аналитический журнал «Золото и технологии», № 3 (37) сентябрь 2017 г. / Главный редактор – С.В. Бацун. – Москва: Изд-во: ООО «Вива Стар».

Научные издания, исследования и отчёты:

1). Ранний докембрий Балтийского щита. Коллектив авторов. Ответственный редактор В.А. Глебовицкий. – СПб.: Наука, 2005. – 711с

2). U.S. Geological Survey, 2012, Mineral commodity summaries 2012: U.S. Geological Survey, 198 p.

3). U.S. Geological Survey, 2018, Mineral commodity summaries 2018: U.S. Geological Survey, 200 p.

4). Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 году. Коллектив авторов. ФГБУ «ВИМС», 2016 г.

5). Состояние и перспективы использования минерально-сырьевой базы Северо-Западного федерального округа. ФГУП «ВСЕГЕИ», 2003 г.