

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШПР
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Геология и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия)

УДК 553.31.064.32(517.3)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	Д.г-м.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Д.г-м.н		

Томск – 2019 г.

Результаты обучения

по основной образовательной программе 05.04.01 Геология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
P3	Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.
P4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P5	Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.
P6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.

P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШПР

Направление подготовки (специальность) 05.04.01 Геология

Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерская диссертация

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович

Тема работы:

Геология и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10.022019г. 1060/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Итоговый отчет о выполненных в 2007 году геологоразведочных работах на месторождении железных руд «Бортолгой» в сомоне Даланжаргалан Восточно-Нобийского аймака. /Запасы месторождения по состоянию на 31 декабря 2007 года/.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Изучение геологического строения и минералого-геохимических особенностей месторождения</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Геологическая карта строения района 1:500 Геологическая карта железорудного месторождения Бор-Толгой. 1:2000 Магнитная карта участка 1:10000, 1:2000 Карта запасов месторождения 1:2000</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП, к.т.н. Криницына Зоя Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент ООТД, Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Skarn formation and mineralization.</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

<p>Задание принял к исполнению студент:</p>			
<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>2ЛМ71</p>	<p>Павлович Юрий Олегович</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геология
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология месторождений стратегических металлов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>1. Литературные источники</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>2. Методические указания по разработке раздел</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>3. Сборник сметных норм ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных работ»</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>1. Расчет стоимости ОЗП, амортизации материалов</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>2. Составление плана исследований по анализу скарнов.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>3. Обоснование необходимости изучения скарнов.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Геология
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология месторождений стратегических металлов

Тема ВКР:

Геология и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения железа Бор-Толгой (Монголия).

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются месторождение железа Бор-Толгой. Рабочая зона – участок геологоразведочных работ. Рабочее место – научно-исследовательская лаборатория 20 корпуса ТПУ, аудитория 541.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Специальные правовые нормы трудового законодательства – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (СНиП 41-01-2003, СП 52.13330.2016, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03).
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Электрический ток; – Пожарная безопасность; – Отклонение показателей климата на открытом воздухе; – Превышение уровней шума и вибрации; – Отклонение показателей микроклимата в помещениях; – Недостаточная освещенность рабочей зоны.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на недра и почвы; – Воздействие на атмосферу; – Охрана растительного и животного мира;
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Типичная ЧС - пожары; – На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович		

Оглавление

Реферат	11
Введение.....	12
1. Общая характеристика.....	13
1.1 Географо-климатическая и геологическая характеристика района.....	13
1.2 Геологическое строение района	13
1.3 Стратиграфия.....	16
1.3.1 Неопротерозой /NP/	16
1.3.2 Средний и верхний юрский период /J ₂₋₃ /	17
1.3.3 Верхняя юра – нижний мел Цагаан Цавская свита /формация/J ₃ -K _{1cc} / .	18
1.3.4 Плейстоцен – Голоцен /N ₃₋₄ /	18
1.3.5 Голоцен /N ₄ / /Современный период Q ₄ /	18
1.4 Интрузивные породы	19
1.4.1 Триассовые интрузивные породы. Бор Ундурский комплекс /YTr/.....	19
1.5 Полезные ископаемые.	20
1.6 Железнорудное проявление Алаг Цав.	20
1.7 Бортолгойское железнорудное проявление.....	21
1.8 Магнитные аномалии.....	21
1.9 Магнитная аномалия северного участка.....	23
1.10 Магнитная аномалия южного участка	25
2. Методика исследования.....	29
2.1 Оптическая микроскопия	29
2.2 Вещественный состав руд	29
2.3 Электронная микроскопия	32
2.4 Нейтронно-активационный анализ	34
3 Схема последовательности минералообразования.....	42
4. Генезис Бор-Толгойского месторождения железа.....	43
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	48
5.1 Расчетная часть.....	48
5.2 Общая стоимость работ	55
6 Социальная ответственность.	57

6.1 Производственная безопасность.....	57
6.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов	58
6.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	65
6.4 Экологическая безопасность.....	66
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
Список использованных источников	72
Приложение А	75

Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с., 25 рис. 20 табл., 33 источника, 1 прил.

Ключевые слова: Скарны, Монголия, железные руды, геохимия, минералого-геохимические особенности месторождения,

Объектом исследования является — Скарновое месторождение железа Бор-Толгой (Монголия)

Цель работы — анализ геологического строения и изучение минералого-геохимические особенности скарнового месторождения.

В процессе исследования проводился анализ геологического строения скарнового месторождения железа Бор-Толгой, изучались геохимические особенности месторождения.

Степень внедрения: исследовательская работа.

Область применения: геологоразведочные работы.

Введение

Месторождения скарнов полезных ископаемых – скарны содержащие полезные и ценные компоненты, которые по качеству и количеству подходят для экономической целесообразной обработки участка. При регрессивной стадии скарнообразования в сканах накапливается большое количество ценных минералов, это происходит вслед за образованием известково-силикатными минералами. По этой причине контуры залегания полезного ископаемого не полностью совпадают с залегаемыми массами скарнов, а порой контуры залегания полезного ископаемого образуют сложные участки очертания.

Месторождение железа Бор толгой расположен в районе с относительно хорошо развитой инфраструктурой, в перспективном на будущее районе. Месторождение расположена в 30км к северо-востоку от сомонного центра Данажаргалан, в 7,5км к югу от санатория Далантуруу, в 16км к юго-западу от поселка рулники Бор Ундур и в 35км к юго-востоку от г. Улан-Батора.

Обоснование для начала создания исследовательской работы по теме «Геология и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия)» являются ранее полученные данные по детальной разведке.

1. Общая характеристика

1.1 Географо-климатическая и геологическая характеристика района

Исследуемая площадь в административно-территориальном отношении находится в сомоне Даланжаргалан Восточно-Гобийского аймака. Месторождение железных руд Бор толгой находится в 30 км к северо-востоку от центральной усадьбы сомона Даланжаргалан, в 7,5 км к югу от курорта-источника минеральных вод Далан туруу, в 16 км к юго-западу от промпоселка ГОКа Бор Ундур, в 345 км на юго-восток от Улан-Батора. До лицензионной площади можно добраться на автомашине в любое время года, причём от Улан-Батора до Чойра проложена 230 км дороги с твердым покрытием, далее следует улучшенная грунтовая дорога местного значения.

Данная местность по географической классификации относится к степной зоне. Здесь нет высоких горных хребтов и рек. Рельеф местности характеризуется наличием небольших сопок, в целом на ровной поверхности. В центральной части местности имеются небольшие сопки, со слабыми срезам и небольшими оврагами. На северо-западе и юго-востоке имеются большие долины. Самая высокая точка данной местности находится на высоте 1226,9 м над уровнем моря, самая низкая – на 1163,4 м. Относительная высота сопок и холмов колеблется в пределах 40-70 м [1].

На исследуемой площади поочередно сменяются четыре времени года, климат резкоконтинентальный. Велико колебание сезонных температур, зимой мороз до 37,5 градусов, летом жара до +34,9-40 градусов. Ежегодный уровень осадков в среднем 227 мм, из них более 70% приходится на летний период. Ежегодно в конце октября выпадает снег и начинаются холода. Скорость ветра достигает до 3-5 м/сек до 18 м/сек. Иногда бывают сильные пыльные бури.

1.2 Геологическое строение района

На исследуемой лицензионной площади самыми распространенными являются породы протерозойского возраста. За пределами площади

распространены вулканические отложения юрского и юрско-нижнемелового периода. В центральной, южной и юго-восточной частях карты залегают граниты, сформировавшиеся в Триасе. В северо-западной и северо-восточной части карты находятся основные эффузивные породы, сформировавшиеся в позднеюрской-раннемеловой системе. Так же в центральной и западной части карты встречаются кислые эффузивы, возрастом средний-верхний Юра. В долинах и оврагах накоплены четвертичные рыхлые отложения, представленные супесью, гравием, алевролитами [1].

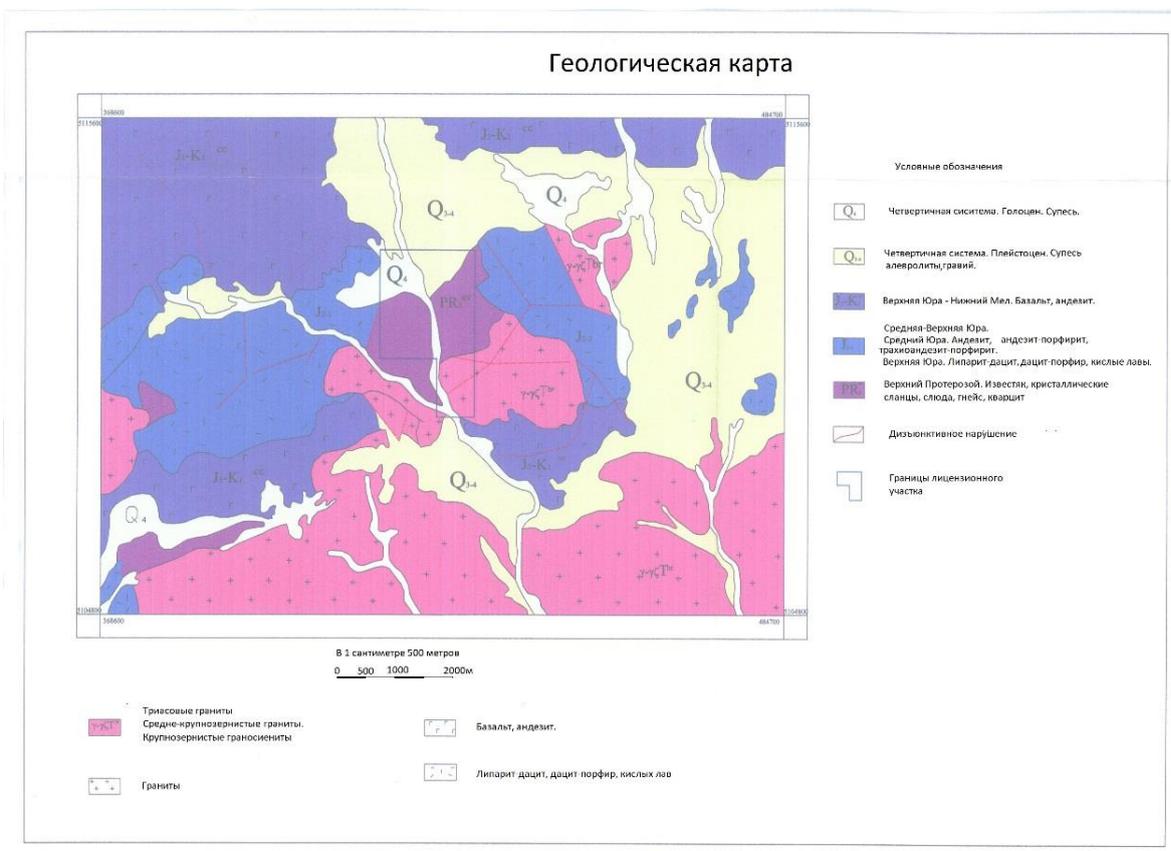


Рисунок 1.2.1 Геологическая карта строения района [1]

Бортолгойское месторождение железа представлено типичными магнетитовыми скарновородные телами. В пределах месторождения расположено 3 рудных тела с большими запасами и расположение рудных тел представлено на рисунке 1.2.2 В пределах лицензионного участка отмечены многочисленные мелкие тектонические нарушения как секущего, так и послойного характера. В редких случаях они сопровождаются зонами милонитизации. Контактново-метасоматические изменения в связи с

внедрением гранитоидов обусловили формирование скарнов. Скарновые тела приурочены к контактовым зонам мраморизованных известняков и установлены как в кровле пласта, так и в его подошве.

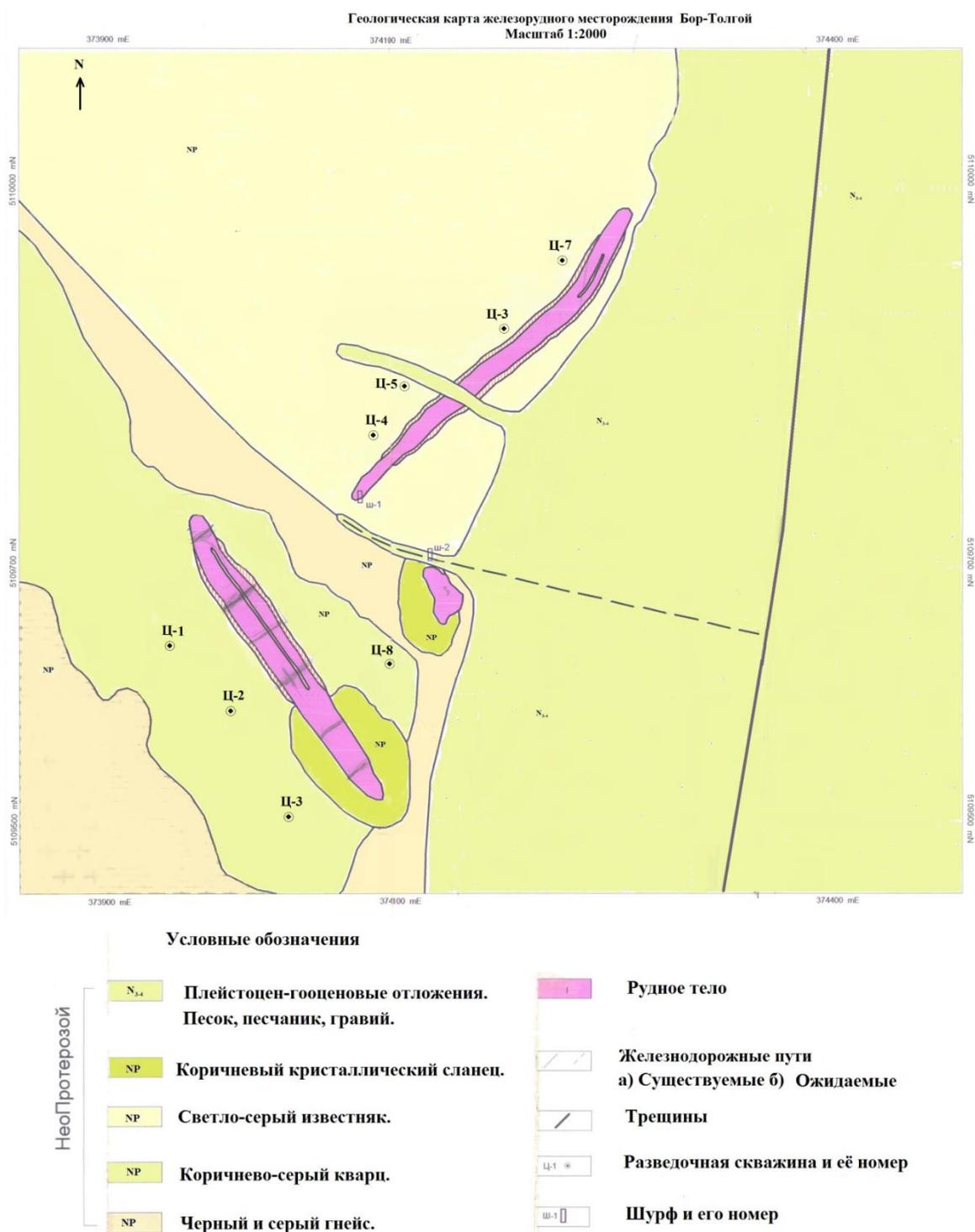


Рисунок 1.2.2 Геологическая карта железорудного месторождения Бор-Толгой. Масштаб 1:2000 [1].

1.3 Стратиграфия

1.3.1 Неопротерозой /NP/

В центре исследованной территории наиболее древними породами являются глубокометаморфизованные отложения средне-гобийской группы неопротерозойского возраста. Неопротерозойские отложения занимают крайне небольшую площадь, окружены вулканическими отложениями среднего и верхнего юрского периода, с южной стороны прорезаны анрузивными породами.

Неопротерозойские отложения представлены мраморизованными известняками, кварцево-сланцевыми, сланцевыми, кристаллическими сланцами, иногда прослоями кварцитов и гнейсов, линзовидных тел. Эти породы пользуются ограниченным распространением и наблюдаются в виде останцов на полях развития гранитов нижнего палеозоя и вулканитов мезозоя. Породы характеризуются высокой степенью регионального метаморфизма и интенсивной дислоцированностью: они смяты вейные складки [1].

Мраморизованные известняки по внешнему виду представляют собой породы от светлого до темно-серого цвета, с мелко- и среднезернистой структурой. Характерным для них является присутствие мелкочешуйчатого графита. Среди мраморизованных известняков наблюдаются слоистые, плитчатые, брекчированные, окремненные и окварцованные разновидности.

Кристаллические сланцы характеризуются зеленовато-бурыми, темно-серыми цветами. В некоторых случаях в результате повышенного содержания слюды и графита, они приобретают темно-серый, почти чёрный цвет, в ряде случаев приобретают филлитовидный облик. Внешне породы сланцеватые и тонкоразлистованные.

Гнейсы отмечаются среди кристаллических сланцев. Они внешне представляют собой серые, темносерые, полосчатые породы. По вещественному составу среди гнейсов различаются биотитовые и амфибол-

биотитовые разности. В большинстве случаев они характеризуются гранобластовой структурой, массивной и гнейсовидно-полосчатой текстурой.

Кварциты встречаются редко – среди скарнированных пород. Это чаще всего плотные, темносерые, серые, реже светло-серые полосчатые образования. Неопротерозойские отложения содержат тела железной руды [1].

1.3.2 Средний и верхний юрский период /J₂₋₃/

Средне-верхние юрские образования состоят из вулканических пород, из щелочных и средних эффузивов, из верхней толщи кислых эффузивов, но на исследуемой площади отсутствуют нижняя толща эффузивов. Средние и верхние юрские образования находятся в западной, центральной и восточной частях участка. Породы вулканической толщи на исследованной территории распространены преимущественно в юго-восточной и юго-западной частях. Толща щелочных и средних эффузивов занимает площадь в виде полос, вытянутой в субширотном направлении и залегает на эффузивах нижней толщи.

Образования этой толщи представлены преимущественно андезитами, андезитовыми порфиритами, андезито-дацитами, трахиандезитовыми порфирами и , в меньшей мере, их лавобрекчиями. По внешнему виду породы лавобрекчии в основном плотные, темносерой окраски.

Андезиты, андезитовые порфириты – массивные, скрытокристаллические породы серого, темносерого цветов.

Верхние отложения средних и верхних юрских пород

Описываемая толща представлена липаритами, липаритовыми порфирами, липарито-дацитами, дацитовыми порфирами и лавами кислого состава.

Липариты, липаритовые порфиры, изредка кварцевые порфиры – массивные скрытокристаллические породы желтовато-серого, розовато-серого и светлого красновато-серого цветов [1].

1.3.3 Верхняя юра – нижний мел Цагаан Цавская свита /формация/J₃-K_{1cc}/

Нерасчлененные образования возраста на площади работ пользуются значительным распространением и отличаются изометрической формой тел. Отложения Цагаан Цавской свиты закартированы в северной части и в небольших размерах в западной и центральной части. В северной части участка четвертичные рыхлые отложения и вулканические образования верхней юры нижнего мела методом геофизической магнитной съемки обнаружены высокие железные аномалии. В точке обнаружения геофизической магнитной аномалии была пробурена 150 метровая поисковая скважина, но полностью преодолеть толщи Цагаан цавской свиты не удалось.

Отложения верхней юры – нижнего мела достаточно плотные, состоят из базальтов горного и темно-серого цветов и из красно-коричневых андезитов. Миндалевидные разности имеют овальную форму, сложены преимущественно агатом и халцедоном различной окраски, друзами прозрачного кварца и кальцитом с размерами от долей миллиметра до 2-3см [1].

Общая мощность свиты по результатам исследований геологов во главе с А.А.Храповым составляет 255 метров.

1.3.4 Плейстоцен – Голоцен /N₃₋₄/

Верхний четвертичный – современный период Q₃₋₄/

Верхнечетвертичные – современные нерасчлененные образования представлены в основном пролювиальными, пролювиально-делювиальными отложениями и распространены преимущественно в южной, западной и северо-восточной частях площади.

Состав этих отложений разнообразен и варьирует от щебени до тонких песков и сугинок.

1.3.5 Голоцен /N₄/ /Современный период Q₄/

Современные отложения четвертичной системы на разведочной площади Далан туруу представлены аллювиальными, озерно-

аллювиальными отложениями, в составе которых галечники, гоины, супеси, пески русловых фракций временных водотоков. Эти отложения характеризуются окатанностью, плохой сортировкой и пестрым составом гальки [1].

1.4 Интрузивные породы

В пределах исследованной площади довольно широко распространены интрузивные породы мезозойской эры или возраста триаса.

1.4.1 Триассовые интрузивные породы. Бор Ундурский комплекс /УТbr/

Триассовые интрузивные породы Бор Ундурского комплекса широко распространены на исследованной площади. Эти интрузивные породы находятся в южной, юго-восточной, в небольших размерах, в центральной и западной частях. Бор Ундурский комплекс в основном лейкократовыми неравнозернистыми, реже – мелкозернистыми субщелочными гранитами и граносиенитами. Интрузивы данного комплекса делятся на две фазы.

Интрузивы 1-ой фазы Бор Ундурского комплекса представлены лейкократовыми гранитами розовато-серого цвета, главные породообразующие минералы калишпат 45-50%, плагиоклаз 10-15%, кварц 20-35%, биотит до 5%.

Интрузивы 2-ой фазы состоят из лейкократовых гранитов розоватого цвета с крупными включениями. Среди этих интрузивов встречаются граносиениты кроваво-красного, иногда светлорозового цвета. Данные граниты встречаются по окраинным частям тел интрузивных пород. Главные породообразующие минералы калишпат 40-60%, плагиоклаз 10-30%, кварц 20-25%.

Интрузивные породы разрезают изменчивые неопротерозойские породы и окучены вулканическими осадками мезозойского периода. Бор Ундурским комплексным интрузивам сопутствуют жильные интрузивы гранито-порфира, гранито-аллита [1].

1.5 Полезные ископаемые.

В районе проведения поисково-разведочных работ выявлено значительное залегание месторождений плакикового шпата и плакикошпатовых проявлений, но в пределах лицензионного участка месторождения и проявления плакикового шпата не установлены. В исследуемом районе в северной и северо-восточной частях расположена группа плакиковошпатовых месторождений Бор Ундура. В 20км к северо-востоку от исследуемого участка имеются месторождения железных руд Дурвулжин и Баргилт овоо, в 12км к юго-западу месторождение железной руды Зэст [1].

На площади геологоразведочной лицензии и рядом с ней помимо проявления железных руд Бор толгой располагается железнорудное проявление Алаг Цав, и помимо них не установлены никакие иные месторождения или проявления других полезных ископаемых.

1.6 Железнорудное проявление Алаг Цав.

Расположено в 4км на восток от железнорудного проявления Бор толгой. Месторождение Алаг Цав впервые было обнаружено в 1965 году Б.М.Казаковым в результате геологической съемки масштаба 1:200000. Б.М.Казаков характеризовал Алаг Цавское железнорудное проявление как неопротерозойское известняковое-кварцитное в отложениях, состоящее из линзовидных тел магнетит-гематит-кварцитового состава. Рудное тело простирается жилой на северо-восток, полоса железной минерализации имеет прерывистую длину до 500м с шириной от нескольких сантиметров до 20м. В 1982г.Б.М.Казаков сделал геологическую съемку масштаба 1:50000 данного рудного тела, а геологи во главе с Н.Ягааном определили это место как не имеющее промышленного значения [1].

Однако КОО “Монзол” получила лицензии на всю площадь Алаг Цавского железнорудного проявления и запланировала поисково-разведочные работы на данной территории. КОО “Монзол” на сей раз помимо

геофизической магнитной разведки на Алаг Цав осуществила колончаковое поисковое бурение 2-х скважин.

1.7 Бортолгойское железнорудное проявление

Находится в центре участка геологоразведочной лицензии. Предыдущими поэтапными работами геологических исследований Бор Толгойское железнорудное проявление обнаружено не было.

Бор Толгойское железнорудное проявление содержит неопротерозойные мраморизованные известняки, кварциты и слюдистые сланцы. Рудное тело простирается на северо-восток, пересекает небольшие сопки и будут покрыты рыхлыми породами элювия, делювия и пролювия. Рудное тело не выходит на поверхность [1].

1.8 Магнитные аномалии

На исследованной площади геофизическую магнитную съемку и магниторазведку по договору выполнили КОО “Алаг Цав” и КОО “Гео орон”. Результат магниторазведки представлен на рисунке 1.5.1. Магнитная съемка является наиболее важным методом в поисках железных руд. Магнитная съемка на площади со специальным разведочным разрешением выполнялась с целью выявления и распространения под рыхлыми отложениями тел древних глубинных пород; площадей с вулканогенно-осадочными отложениями; участков развития древних осадочно-метаморфических отложений; тектонических разломов; разрывных нарушений; выявления площадей с железным оруденением. Подземная магнитная съемка выполнялась по линиям с расстоянием 200м между ними. Магнитная съемка выполнялась перпендикулярно простиранию основных геологических структур площади. На выявленных магнитной съемкой двух участках с высокой магнитной аномалией, сетка была сгущена до 20 метров между линиями. Направление маршрутов геофизической магнитной съемки и магнитной разведки определялось с севера на юг международной системой координат способом WGS84 по сетке 11ТМ. Геофизическая магнитная съемка и магниторазведка выполнялась с помощью 2 комплектами

протонным магнитометром с автоматическим повторным замером через 0,5 секунд, канадским прибором GSM-19TM фирмы GEM с DGPS, представленный на фото 2 при этом нет необходимости разбивать специальную топографическую сеть. Этими замерами определялось расположение, временное изменение магнетизма [1].

При проведении геофизических магнитных исследований один магнитометр располагался на специально-выбранном пространстве, на месте с незначительным магнитным изменением и магнитные колебания замерялись автоматически с 10 секундным интервалом. Другой магнитометр использовался для площадных измерений. Автоматическая регулировка устанавливалась по шагу 1-2м с 1 секундным интервалом. Вариационные поправки выводились одновременно с использованием специальной программы [3]

По результатам геофизической магнитной съемки нормальный уровень магнетизма площади составляет 58400 нТл, то есть развитые на площади со специальным разведочным разрешением со слабым магнетизмом средне-верхние юрские вулканогенно-осадочные отложения (J_3b), неопротерозойские метаморфические отложения среднегобийской группы (NP) и триасовые породы Бор Ундурского формирования ($vTbr$) и на карте эти площади отнесены к площадям с отрицательным магнетизмом [1].

В результате геофизической магнитной съемки выявлено 2 площади с высоким аномальным магнетизмом. Эти площади названы как северный и южные участки и на них выполнена детальная магнитная разведка. В результате на эти участки составлены детальные разведочные карты магнетизма масштаба 1:2000. Рисунок 1.8.1.

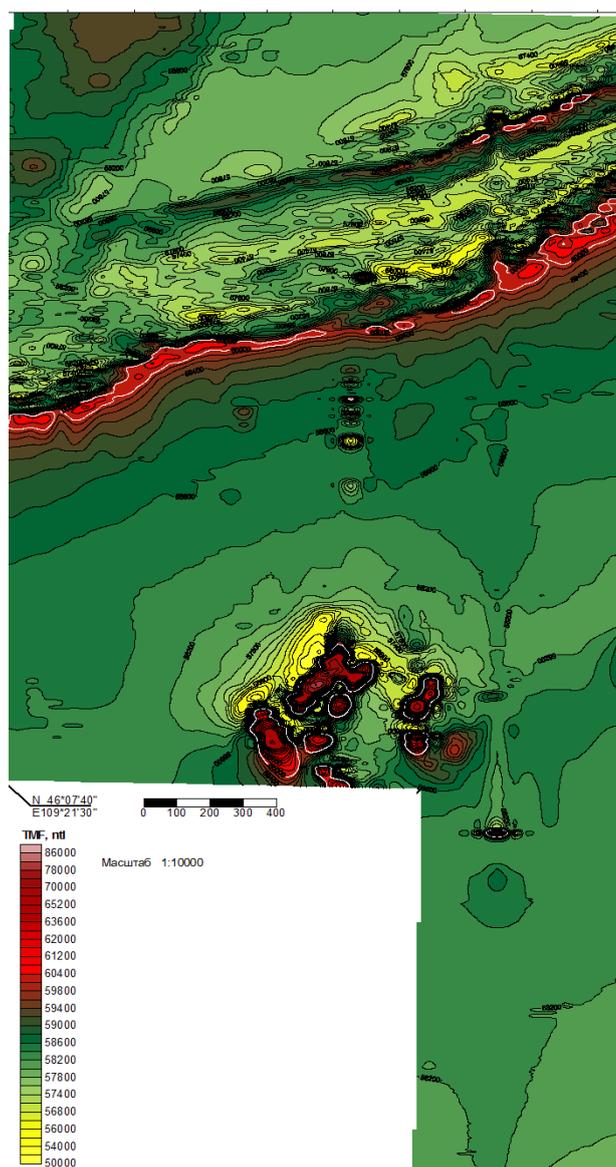


Рисунок 1.8.1. Магнитная карта участка. Масштаб 1:10000 [1]

1.9 Магнитная аномалия северного участка

Геофизической магнитной съемкой в северо-западной части разведочной площади со специальным разрешением выявлена линейного вида положительная аномалия до 60000-62000 нТл. Геофизики, выполнявшие исследования на площади со специальным разведочным разрешением считают, что эта аномалия связана возможно с железистыми кварцитами, что послужило считать этот объект основным для организации поисков и на этой площади выполнена детальная магнитная съемка по линиям через 20м.

На прямой аномалии с положительным смыслом геофизической магниторазведки с северной и южной стороны выявлена отрицательная аномалия с равномерной постепенной изменчивостью. Этот магнетизм

возможно возник в древних осадочных породах. Среди геофизических высоких магнитных аномалий развиты аномальные площади с положительным и отрицательным смыслом, хорошо увязанные между собой в виде зон шириной до 500м и длиной до 2500м. Геофизики объясняют, что контролируют эти зоны вышеуказанные высокоактивные 2 аномальные полосы, возникшие с железистыми кварцитами.

Эти геофизические аномалии в виде тонких полос хорошо прослеживаются на расстоянии многих километров. Уровень наивысшего смысла узкой вытянутой магнитной аномалии относительно равномерный 60000-62000 нТл. Судя по всему эти свойства геофизической магнитной аномалии характерны для железистых кварцитов.

По информации полученной геофизической магнитной съемкой предварительно было установлено падение двух тел, параллельно расположенных с высокой магнитной аномалией с возможным железисто-кварцитным оруденением. До выявления этих 2 магнитных аномалий, на основе наличия более активного магнетизма в основном с севера, с резким отрицательным смыслом предполагается аномальное магнитное поле имеет падение на юг. Падение северного тела определить очень трудно и так как с севера также наблюдается отрицательные значения, можно определить, что падение тела также происходит на юг [1].

Тела с геофизической магнитной аномалией располагаются ниже окисленных зон, глубже 30м от поверхности. Их магнитные свойства близки к уровню железной магнитной руде, с падением на юг под углом около 70 градусов. Ширина тела близка к ширине магнитной аномалии, то есть около 30м.

Геофизики, выполнявшие магнитную разведку объясняют, что данную высокую магнитную аномалию однозначно трудно объяснить связанной только с железистыми кварцитами и возможно имеются другие версии, в том числе:

- зона ороговикованных изменений вдоль глубинных пород

- жильные породы щелочного состава
- железистые скарны, образованные на границе с известняками

По результатам исследований, проведенных на северном участке с магнитной аномалией, геофизики предлагают следующие рекомендации для последующих исследовательских работ [1].

1. Магнитная аномалия на северном участке большей частью соответствует уровню, наблюдаемому на типовых кварцитовых железных месторождениях /30000-45000 нТл/, но все же аномалия не такая высокая /30000-50000 нТл/. Обычно это соответствует низкому содержанию магнетитового оруденения и большому содержанию гематита, мартита или же рудные тела залегают на значительной глубине.

2. На северном участке в зоне высокой магнитной аномалией шириной 500м и протяжением 2500м наблюдается несколько параллельных аномалий с положительным и отрицательным смыслом и поэтому необходимо тщательно проверить связано это или нет с железным оруденением.

3. Сделано заключение о том, что в целях проверки вышеупомянутых магнитных аномалий необходимо проведение геологических маршрутов, проведение опробования, уточнение геологических свойств и условий.

1.10 Магнитная аномалия южного участка

На площади южного участка с высокой магнитной аномалией коренные породы перекрыты элювиальными, делювиальными, пролювиальными отложениями, поэтому на поверхности отсутствуют выходы коренных пород и тел с железным оруденением.

Геологи КОО “Монзол” установили, что на этой площади с высокой магнитной аномалией, развиты сильно метаморфизованные породы неопротерозойского возраста. Однако геофизики утверждают, что этот смысл уровня магнитной аномалии может быть связан только с оруденением железо-магнетитового типа и иное объяснение не возможно [1].

Установлены детальными магнитными исследованиями высокие магнитные аномалии /56000-72000 nTl/ в основном северо-восточного простирания, хотя внутри с разными направлениями, шириной от 40м x 100м до 50м x 250м, изометрической формы, параллельным или последовательным расположением. На основании вышеупомянутых объяснений геофизиков с большой вероятностью, магнитная аномалия связана с верхнепротерозойскими метаморфическими толщами или вдоль останцов мраморизованных известняков, возникших магнетитовыми скарнами. На магнитной аномалии южного участка на трех линиях сделаны поперечные разрезы [1].

Геофизики, на разведочной площади со специальным разрешением, в ходе детального изучения магнетизма определили длину рудного тела с высокой магнитной аномалией – 250м, при ширине -50м, магнитная чувствительность 0,78 /магнетит/.

Простирание рудных тел совпадает с протиранием магнитной аномалии. Вид и облик магнитной аномалии весьма сложный, поэтому для каждого рудного тела установить форму и размеры затруднительно и в целом считается, что рудные тела в основном имеют вертикальное падение.

Самый высокий смысл геофизической магнитной аномалии равен 14400 nTl, минимальный -2250 nTl. На площадях с нахождением железного оруденения уровень магнитной аномалии составляет:

$$58400 + 14400 = 72800 \text{ nTl}$$

$$58400 - 2250 = 55850 \text{ nTl}$$

Данные показатели магнитных аномалий совпадают с вышеупомянутыми. Поэтому, используя средние показатели магнитных аномалий на рудной площади предполагается наличие 3 рудных тел.

На основании детальных геофизических исследований магнетизма на южном участке с магнитной аномалией, с помощью VTM по вариантам расчетов WGS-84 рассчитанные координаты определили точки для первоочередной постановки буровых скважин:

Скважина 1 – с координатами 37 39 70 и 51 09 660 с наклонным бурением на ЮВ.

Скважина 2 – с координатами 37 41 20 и 51 09 830 с наклонным бурением на ЮВ.

В связи с тем, что на площади с высокой магнитной аномалией отсутствуют детальные изучения геологического строения, для проверки установленных магнитных аномалий, установления зон измененных пород требуется проведение на всей площади детальных геологических работ.

Карта магнетизма на площади Бор толгой выполнена в масштабе 1:2000 с разведочными линиями через 20м. На основании детальных разведочных работ по изучению магнетизма и их информации были выполнены разведочные работы на месторождении рисунок 1.10.1.

/

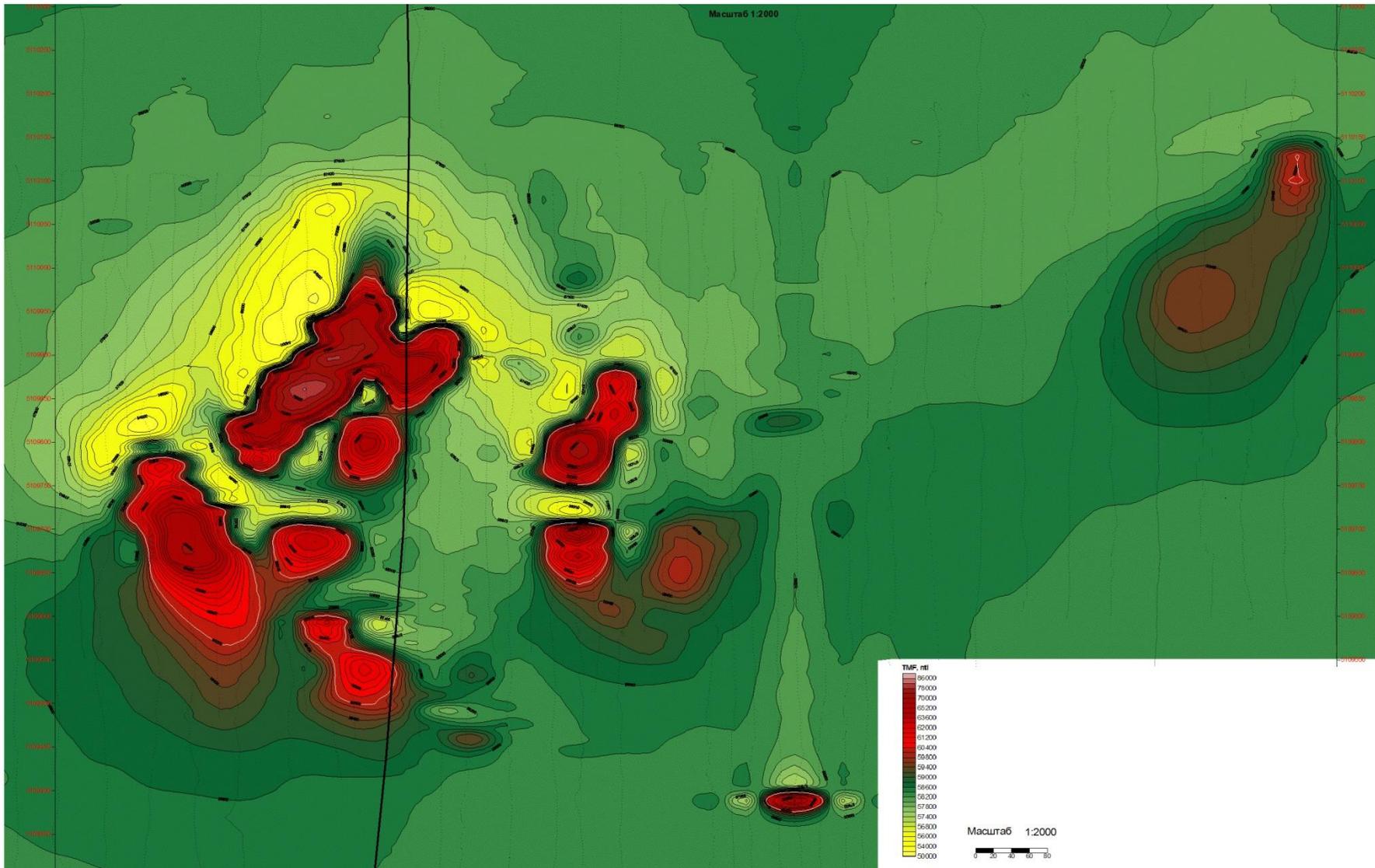


Рисунок 1.10.1 Магнитная карта участка. Масштаб 1:2000 [1].

2. Методика исследования

2.1 Оптическая микроскопия

Для получения характеристики минерального состава проб применялись следующие методы исследования:

Нейтронно-активационный анализ используется в качестве основного метода для количественного определения элементов-примесей в пробах урана. Анализы выполнены в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская). Лаборатория создана в 1984 г. и функционирует на базе единственного в Сибири исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.518623 от 10.10.2011г).

Для определения морфологических особенностей (форма, размер) и вещественного состава применили электронно-микроскопические методы исследования на сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N.

2.2 Вещественный состав руд

При исследовании шлифов полученных с месторождения были получены следующие результаты.

Шлиф 1

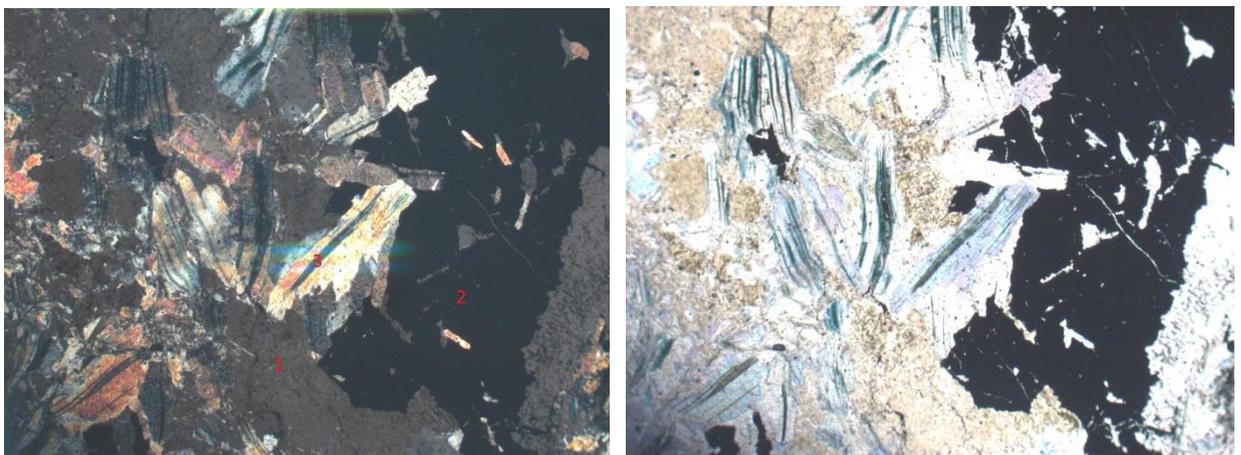


Рисунок 2.2.1. Месторождение Бор-Толгой. Скарны. Неоднородная текстура, мелкозернистая структура. 1. Кальцит (50%), 2. магнетит (27%), 3. тремолит(23%). Слева- (Николи X). Справа (Николи II). Увеличение 40X.

Карбонаты имеют разнообразные формы кристаллов, магнетит имеет кристаллы октаэдрического, реже ромбододекаэдрического вида с простыми формами и характерной диагональной штриховкой на гранях, тремолит имеет прямоугольные вытянутые формы [5].

Шлиф 2

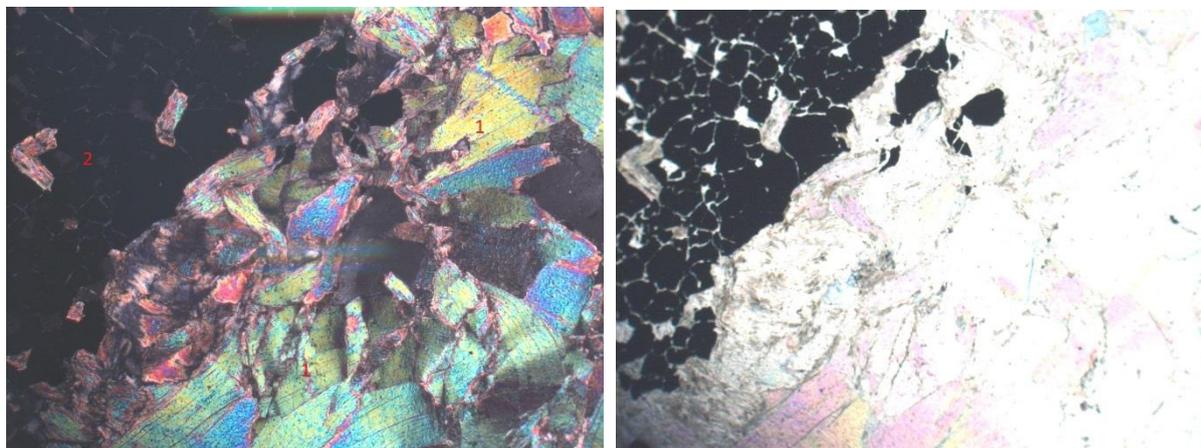


Рисунок 2.2.2. Месторождение Бор-Толгой. Скарны. Неоднородная текстура, мелкозернистая структура. 1. Эпидот(70%), 2. магнетит(30%). Слева- (Николи X). Справа-(Николи II). Увеличение 40X.

Эпидот-минерал неправильно-зернистый, призматические кристаллы. Для него характерны яркие "сарафанистые" цвета интерференции, магнетит имеет кристаллы октаэдрического, реже ромбододекаэдрического вида с простыми формами и характерной диагональной штриховкой на гранях [5].

Аншлиф изготавливают также из минеральной мелочи, сцементированной шеллаком и отлитой в специальной пресс-форме. Рыхлые породы и угли перед шлифованием цементируют смолами, канифолью и др. Изучение ведётся на специальных микроскопах, в которых аншлиф освещается с помощью опак иллюминатора через объектив. В аншлифе хорошо различается цвет минерала, изучаются его твёрдость, электропроводность; по характеру отражения света определяется анизотропность. На поверхности аншлифа могут быть проведены простейшие химические реакции [6].

Аншлиф 2-1

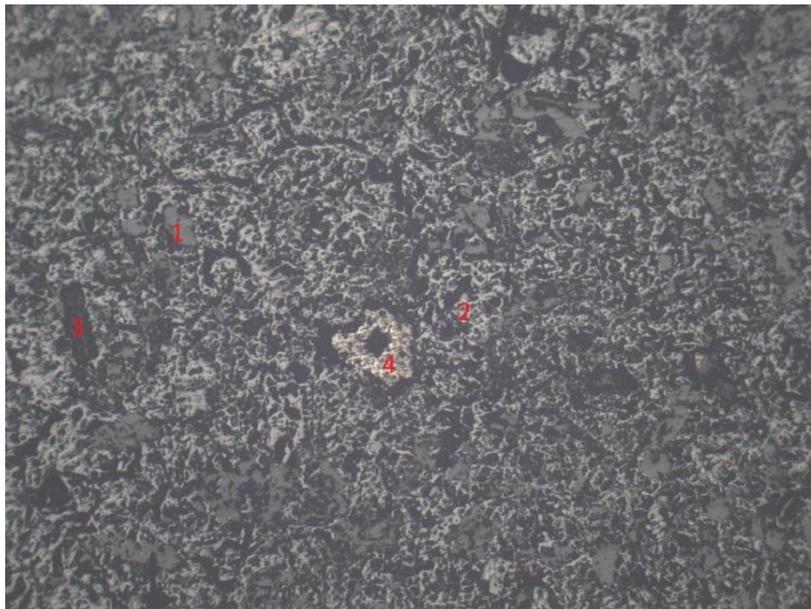


Рисунок 2.2.3. Месторождение Бор-Толгой. Текстура неоднородная, мелкозернистая, структура. Скарны. 1.Магнетит(30%), 2.гематит(29%) 3.кальцит(26%), 4.ураноторит(15%). Увеличение 40X.

Карбонаты - разнообразные формы кристаллов, магнетит имеет кристаллы октаэдрического, реже ромбододекаэдрического вида с простыми формами и характерной диагональной штриховкой на гранях, гематит-уплощённые - таблитчатые до чешуйчатых или пластинчатые кристаллы [5].

Аншлиф 7-1

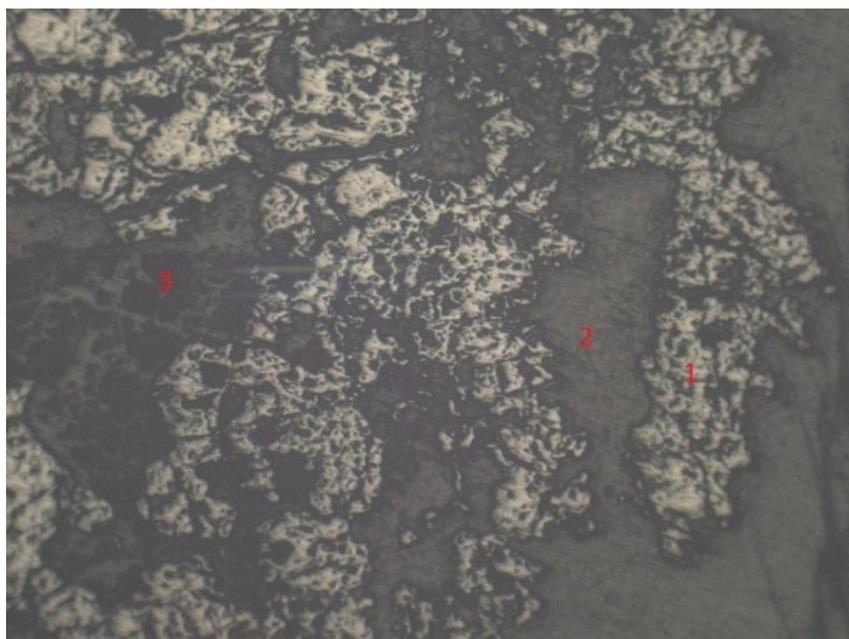


Рисунок 2.2.4. Месторождение Бор-Толгой. Скарны. Неоднородна текстура. Мелкозернистая структура. 1. Гематит(50%), 2. магнетит(40%) 3. кальцит(10%). Увеличение 40X.

Гематит - уплощённые - таблитчатые до чешуйчатых или пластинчатые кристаллы, карбонаты имеют разнообразные формы кристаллов, магнетит имеет кристаллы октаэдрического, реже ромбододекаэдрического вида [5].

2.3 Электронная микроскопия

Для детального исследования образцов был применен метод электронной микроскопии.

На растровом электронном микроскопе были исследованы аншлифы образцов №2-1 и №7-1, результаты представлены ниже (рис. 2.3.1-2.3.5).

Проба 2-1.

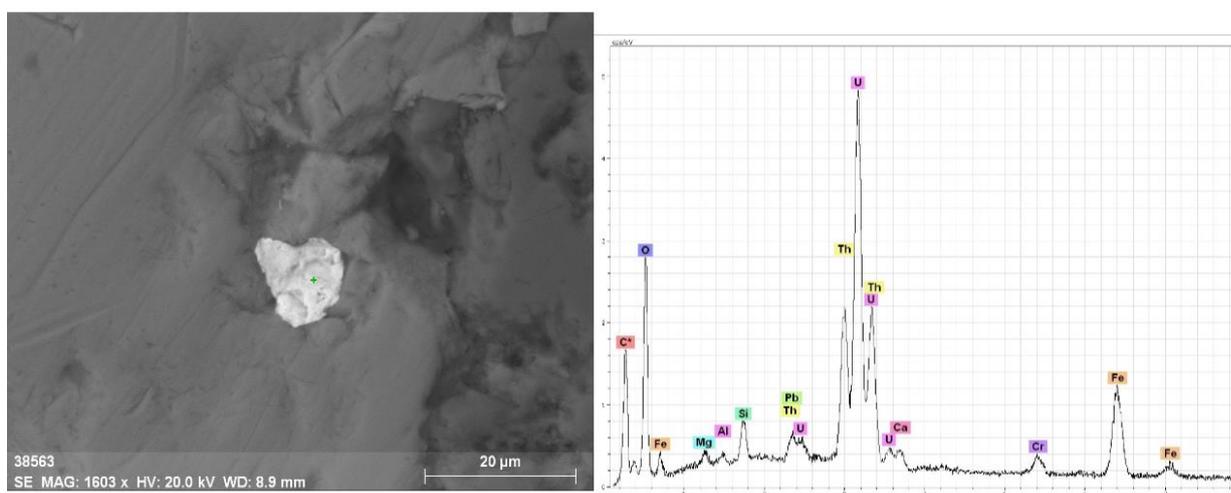


Рисунок 2.3.1. Месторождение Бор-Толгой. Ураноторит (ThSiO_4)

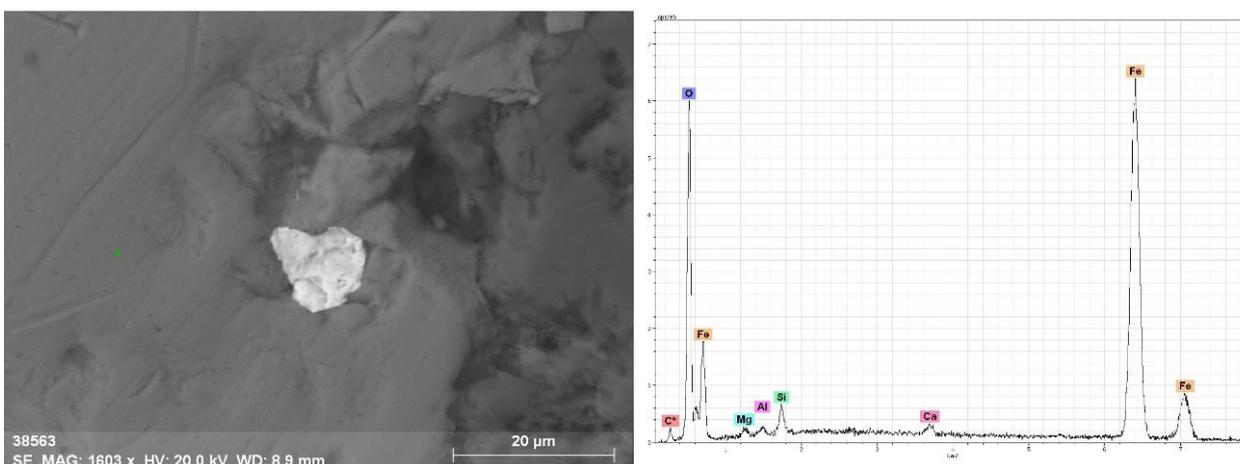


Рисунок 2.3.2. Месторождение Бор-Толгой. Магнетит(Fe_3O_4)

Проба 7-1.

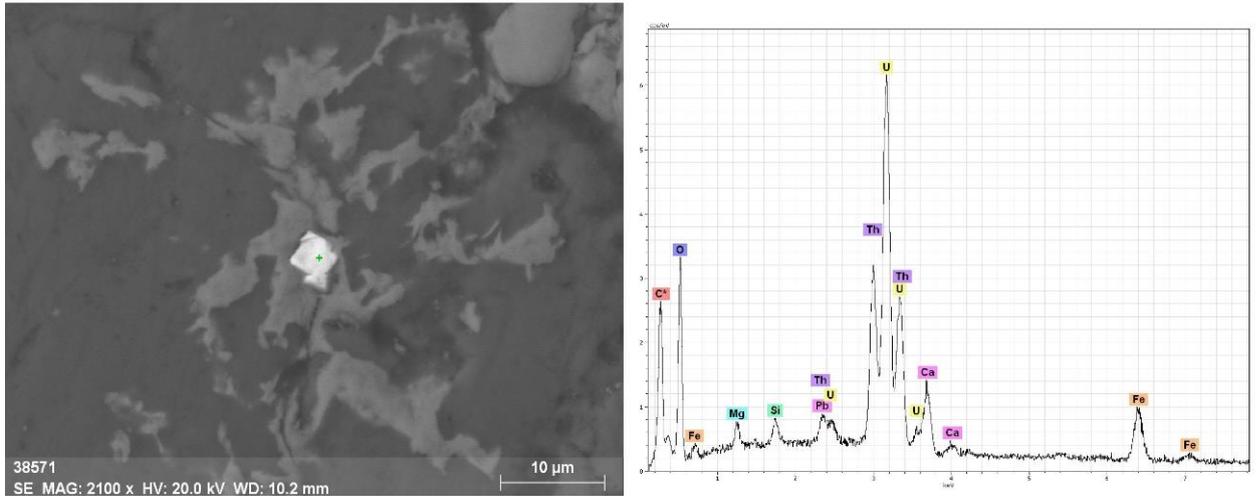


Рисунок 2.3.3. Месторождение Бор-Толгой. Ураноторит (ThSiO_4).

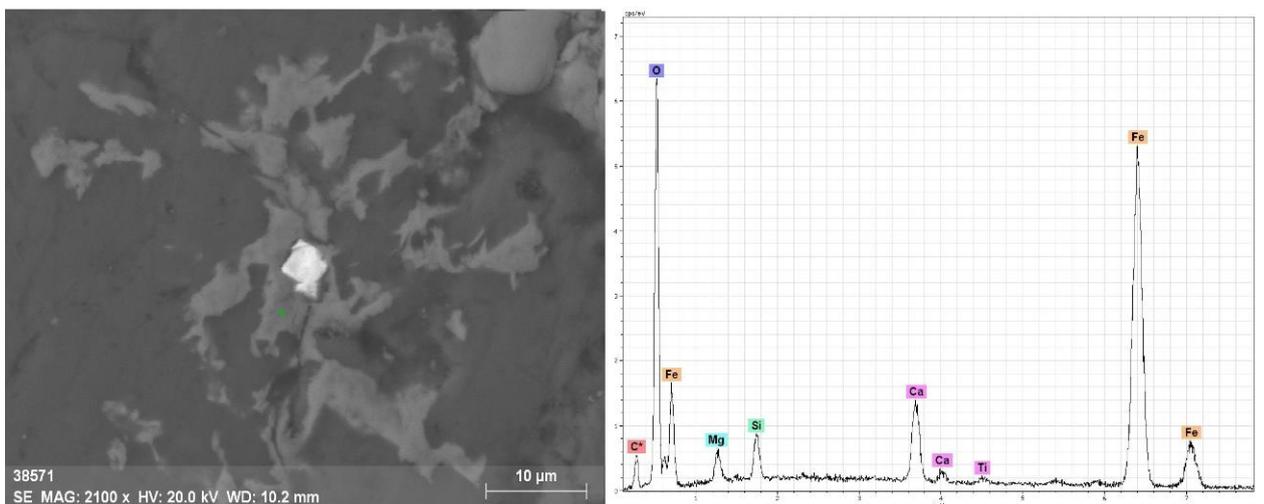


Рисунок 2.3.4. Месторождение Бор-Толгой. Магнетит (Fe_3O_4)

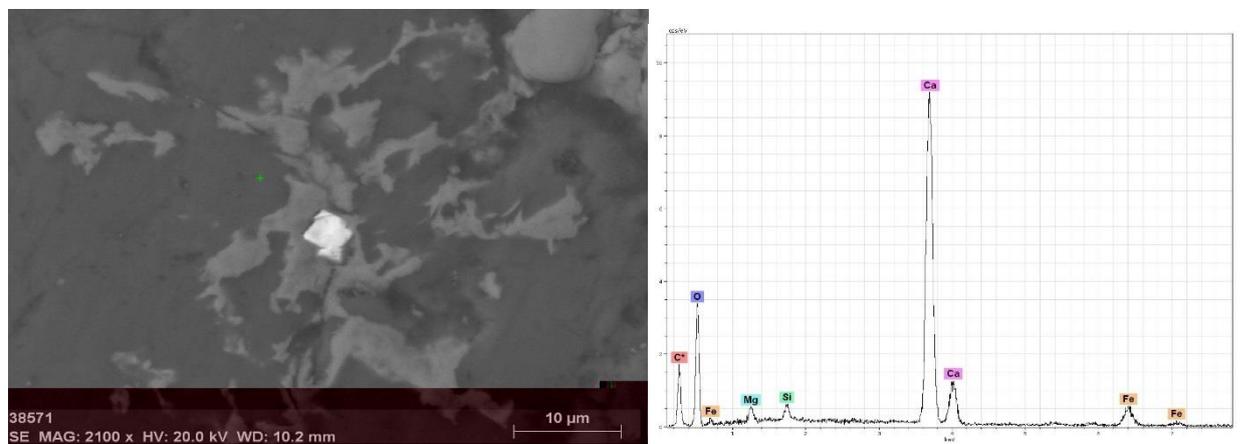


Рисунок 2.3.5. Месторождение Бор-Толгой. Кальцит (CaCO_3)

2.4 Нейтронно-активационный анализ

Нейтронно-активационный анализ определяет, какие элементы находятся в данном образце и его количество за счёт анализа гамма лучей испускаемых образцом при облучении его в ядерном реакторе.

Сам анализ начинается с бомбардировки образца нейтронами для преобразования в образце стабильных изотопов в радиоактивные. Стандартная процедура составляет размещение стандартных образцов и исследуемого образца в нейтронном поле, создаваемом при помощи реактора на базе Томского политехнического университета. Далее, после облучения нейтронами, образец анализируется при помощи полупроводникового детектора гамма-излучения. Зная значения радиоактивных стандартов можно сравнить, повышенная или наоборот, пониженная активность гамма-излучения у облученного образца.

Таблица 2.4.1 – Результаты нейтронно-активационного анализа (г/т), кроме железа, кальция и натрия (%)

Номер	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As	Ag	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
1	0,321	6,52	16,345	0,028	0,197	0,547	15,19	0,281	0,005	0,1	15,7	39,3	2,27	14,89	0,5	0,484	0,351	0,072	0,655	3,09	0,643	62,2	0,01	1,72	0,007	0,049	6,8	0,462
2	11,5	92,34	2,912	0,62	1,143	12,96	145,27	4,288	0,009	5,645	744,9	30	53,15	44,37	0,5	0,5	50,723	1,936	26,57	395,11	6,68	182,9	3,033	52,73	1,436	2,457	50,8	1,158
3	0,273	3,13	0,465	0,22	2,956	2,728	20,68	0,929	0,007	0,497	77,9	30	0,5	102,52	0,5	1,172	0,081	0,025	3,833	8,16	16,25	339,6	0,01	59,15	0,016	0,015	4,41	0,987
4	3,535	17,06	3,396	0,18	2,624	2,061	39,83	1,567	0,012	0,099	5	30	18,12	34,49	0,5	0,5	0,1	0,025	3,813	2,5	53,04	147,3	0,737	43,14	0,158	0,018	20,97	0,922
5	0,216	1,5	0,175	0,063	2,128	1,347	24,34	0,19	0,01	0,706	5	30	0,5	68,55	0,5	1,579	1,455	0,025	1,388	32,71	67,32	658,5	0,376	39,24	0,025	0,015	5,55	0,97
6	1,282	31,8	0,965	0,262	4,823	1,021	31,81	0,987	0,032	0,396	3,95	30	12,13	36,01	0,5	0,686	2,668	2,001	6,117	206	54,31	293,9	0,497	24	0,026	0,179	24,46	0,651
7	1,566	19,84	4,635	0,134	6,895	1,738	25,19	0,318	0,002	1,039	5	30	5,14	5,26	0,5	0,137	3,27	0,882	4,753	18,98	47,92	241,8	0,01	67,25	0,066	0,015	18,95	2,649
8	0,351	55,26	1,498	0,119	0,535	1,088	28,02	0,114	0,003	0,205	61,7	30	0,5	345,77	16,9	0,001	1,712	1,793	3,387	158,2	59,42	521,6	0,372	105,96	0,015	0,015	44,65	1,749
9	0,246	1,5	18,226	0,0045	14,743	0,05	0,2	0,1	0,0005	0,1	326,6	30	0,5	29243,7	0,5	0,5	0,1	0,025	0,1	2,5	55,65	1925,4	0,01	6248,4	0,01	0,015	34,96	128,625
10	0,186	3,32	0,135	0,164	1,409	0,472	30	0,593	0,007	0,644	5	30	3,51	143,28	0,5	1,717	5,863	0,025	2,782	56,57	61,69	452,6	0,01	61,07	0,014	0,086	7,95	1,093
11	8,073	107,83	3,906	0,528	2,452	8,674	79,15	4,206	0,0005	3,389	1065,5	30	5,42	561,36	0,5	0,167	11,124	1,353	17,7	311,7	7,33	152,9	1,784	31,35	1,026	0,184	66,13	2,841
12	0,179	31,16	3,193	0,387	8,512	1,091	29,76	0,1	0,0005	0,731	114,6	30	0,5	949,62	14,4	0,186	23,866	1,111	7,333	520	33,43	280,5	0,01	108,29	0,056	0,222	20,87	4,56
13	1,088	1,5	0,05	0,0045	8,145	0,068	0,2	0,1	0,0005	0,93	5	30	12,93	7492,9	0,5	0,5	0,1	0,025	2,226	2,5	49,43	1003,5	0,01	561,08	0,023	0,015	10,04	32,301
14	0,3	14,01	0,826	0,324	3,226	1,504	14,61	1,562	0,024	0,1	5	30	0,5	820,32	0,5	0,885	2,134	0,081	2,35	142,8	34,53	551,9	0,219	116,76	0,021	0,015	33,83	3,802
15	0,35	3,11	4,307	0,087	3,842	2,11	39	0,198	0,22	0,1	5	30	2,55	134,54	15,7	0,209	1,194	0,025	1,556	51,79	51,33	541,4	0,01	56,61	0,008	0,015	7,13	1,44
16	2,996	24,94	4,09	0,36	6,582	4,683	44,13	0,1	0,0005	1,665	5	30	0,5	1924,23	0,5	0,5	10,988	0,025	8,56	304,8	30,71	3102,1	0,281	297,63	0,068	0,015	30,57	8,663
17	7,41	29,99	5,49	0,611	0,05	3,866	21,41	3,769	0,008	1,145	77,8	193,4	12,02	16,33	0,5	0,09	1,343	1,342	0,058	2,5	10,75	230,7	0,888	20,56	1,206	0,015	22,91	0,616
18	0,292	27,13	2,072	0,251	3,784	4,258	23,65	0,141	0,01	0,1	5	30	3,43	62,66	0,5	0,52	4,304	0,515	2,883	2,5	57,43	776,9	0,01	53,72	0,014	0,015	27,49	1,14
19	2,015	8,11	5,885	0,238	0,989	1,677	34,66	0,866	0,004	0,992	56,1	30	1,47	152,22	0,5	0,623	2,035	0,025	6,115	151,4	33,14	4513,5	0,242	55,13	0,102	0,323	10,26	1,153
20	6,454	18,99	8,17	0,356	0,05	2,986	57,99	2,184	0,015	4,007	115,6	30	10,29	188,58	0,5	0,775	4,623	0,675	12,96	91,32	12,87	864,1	0,558	50,4	0,501	0,038	12,79	1,246
21	0,456	12,37	2,905	0,227	0,05	1,243	19,27	1,4	0,004	0,12	21,9	30	0,5	286,18	9,9	0,745	3,78	0,803	2,494	100,4	30,93	4778,4	0,027	75,84	0,035	0,372	18,95	1,609
22	0,181	1,19	0,473	0,0045	5,619	2,495	25,38	0,169	0,002	0,1	5	30	3,84	890,15	0,5	1,4	0,1	0,025	1,556	23,95	53,07	462,8	0,01	125,37	0,022	0,015	10,26	2,893
23	1,017	5,82	7,139	0,148	1,239	2,996	29,94	0,435	0,15	1,848	5	30	0,5	191,58	0,5	0,5	0,1	0,138	5,231	2,5	42,24	313,2	0,694	56,3	0,117	0,063	19,49	1,918
24	3,938	10,67	5,181	0,137	2,29	0,923	28,56	1,158	0,008	2,742	5	30	2,05	130,35	0,5	0,957	0,088	1,056	11,87	9,36	8,95	377,4	0,197	44,86	0,138	0,015	14,87	1,153
25	4,398	24,3	6,196	0,298	0,05	2,781	39,26	2,039	0,006	5,313	53,3	30	8,35	14,02	0,5	0,125	4,248	0,242	20,96	5,24	11,33	1889,7	1,284	17	0,422	0,015	15,01	0,599
26	5,231	3,44	7,066	0,449	2,629	1,96	38,59	3,049	0,012	5,188	5	30	14,5	89,68	0,5	1,21	3,018	1,017	15,26	20,64	13,49	1838,3	0,302	47,43	0,385	0,015	20,9	1,139
27	3,572	22,98	8,37	0,24	0,495	3,273	31,54	1,377	0,004	3,151	43,2	30	3,4	46,25	0,5	1,472	12,96	0,33	0,14	2,5	18,74	1196,8	0,01	21,4	1,06	0,419	15,21	0,788
28	12,512	58,38	10,39	0,546	0,05	4,689	45,47	2,92	0,003	4,646	46,2	687,3	14,38	15,1	0,5	1,216	17,472	0,919	26,22	38,2	5,45	267,4	0,69	18,34	1,604	0,808	27,15	1,179
29	9,792	110,94	3,828	0,767	4,491	10,48	29,45	4,6	0,008	8,6	323,7	30	26,84	12,45	0,5	0,898	11,208	1,489	13,22	138,2	3,36	173	0,516	4,35	1,355	0,015	65,12	0,602
30	10,626	117,43	1,171	0,828	5,607	41,86	42,73	5,251	0,014	9,684	312,5	30	35,67	83,41	0,5	0,53	10,709	2,415	7,431	357,2	2,2	237,1	1,01	3,16	0,418	0,015	73,65	0,789

По результатам нейтронно-активационного анализа, представленного на таблице 2.4.1, можно заметить повышенное содержание у мышьяка, цинка, кобальта, урана, тория, железа, рубидия и бария, хрома, церия, стронция.

Сравнивая результаты нейтронно-активационного анализа по средним значениям по породам отобранных проб, можно заметить, что в хлоритовых сланцах относительно других пород превышает содержание церия, хрома, бария и рубидия. В пироксен-гранатовых скарнах повышенное среднее содержание стронция и бария относительно других пород отобранных для нейтронно-активационного анализа, а в магнетитовых скарнах замечено большое содержание мышьяка, цинка и кобальта, таблица 2.4.2.

Таблица 2.4.2 Средние значения содержаний элементов пород по результатам нейтронно-активационного анализа (г/т)

Породы	Ce	Cr	Ba	Sr	As	Rb	Zn	Co
Магнетитовый скарн	18,6	33,2	89,6	30,0	2416,9	101,8	1052,8	464,5
Пироксен- гранатовый скарн	59,4	41,0	240,3	132,6	104,9	109,5	748,2	20,4
Доломит	6,5	15,2	15,7	39,3	14,8	3,1	62,2	1,7
Хлоритовые сланцы	108,2	161,2	746,9	30,0	62,4	498,1	329,9	64,7

Для более наглядного примера распределения элементов по породам месторождения Бор-Толгой была составлена диаграмма, рисунок 2.4.1.

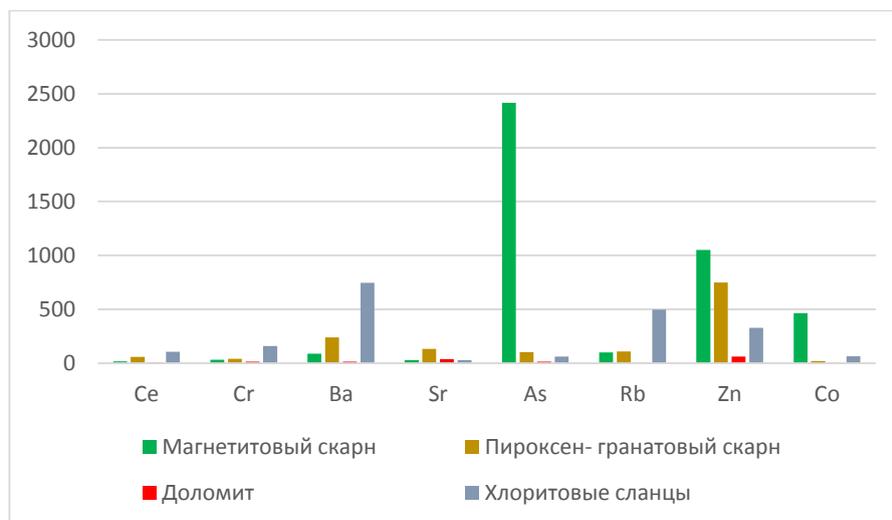


Рисунок 2.4.1 Диаграмма среднего значения содержаний элементов пород по результатам нейтронно-активационного анализа (г/т)

Если же сравнивать концентрации элементов в пробах с кларками элементов в земной коре по Виноградову(1962), то получается, что в магнетитовых скарнах содержание урана превышает кларк концентрацию в земной коре в 1,5 раза, содержание цезия – в 1,6 раза, содержание иттербия – в 2,7 раза, содержание золота – в 6,4 раза, содержание мышьяка – в 1421,7 раза, содержание серебра – в 53,3 раза, содержание сурьмы – в 22,3 раза, содержание железа – в 8,8 раза, содержание кобальта – в 25,8 раза, содержание цинка – в 12,7 раза.

Рассматривая пробы пироксен-гранатовых скарнов, можно заметить, что, при сравнении среднего содержания элементов с кларками элементов в земной коре по Виноградову(1962), содержание иттербия превышает кларк концентрацию в земной коре в 10,3 раза, содержание кальция и железа– в 2 раза, содержание гафния – в 5,1 раза, содержание иттербия – в 2,7 раза, содержание мышьяка – в 61,7 раза, содержание серебра – в 7,1 раза, содержание цезия – в 2,4 раза, содержание цинка – в 9 раз.

Среднее содержание элементов в хлоритовых сланцах превышает кларк элементов в земной коре по следующим элементам: содержание самария и церия – в 1,5 раза, содержание хрома – в 1,9 раза, содержание иттербия – в 14,5 раза, содержание золота – в 5,8 раза, содержание гафния – в 5,8 раза, содержание неодима – в 1,6 раза, содержание мышьяка – в 36,7 раза, содержание серебра – в 7,1 раза, содержание цезия – в 14,1 раза, содержание скандия и сурьмы – в 3 раза, содержание рубидия – в 3,3 раза, содержание цинка – в 4 раза, содержание кобальта – в 3,6 раза, содержание европия – в 2 раза, содержание лантана – в 2,2 раза.

Так же стоит отметить и повышенное среднее содержание мышьяка (в 8,7 раз) и серебра (7,1 раз) в отношении кларка элементов в земной коре в доломитовых породах, таблица 2.2.4.3. и для более легкого восприятия содержания была составлена диаграмма, рисунок 2.2.4.2.

Таблица 2.4.3 Кларк концентрация элементов пород в месторождении Бор-Толгой (г/т)

Породы	Sm	Ce	Ca	U	Cr	Yb	Au	Hf	Nd	As	Ag	Cs	Sc	Rb	Fe	Zn	Co	La	Sb
Магнетитовый скарн	0,2	0,3	1,3	1,5	0,4	2,7	6,4	1,0	0,2	1421,7	53,3	1,7	0,5	0,7	8,8	12,7	25,8	0,7	22,3
Пироксен- гранатовый скарн	1,0	0,8	2,0	0,8	0,5	10,3	1,6	5,1	0,4	61,7	7,1	2,4	1,3	0,7	2,0	9,0	1,1	1,3	2,1
Доломит	0,0	0,1	5,5	0,1	0,2	0,9	1,2	0,1	0,1	8,8	7,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,7	0,1	0,2	0,9
Хлоритовые сланцы	1,5	1,5	1,1	1,4	1,9	14,5	5,8	5,8	1,6	36,7	7,1	14,1	3,0	3,3	7,3	4,0	3,6	2,2	3,0

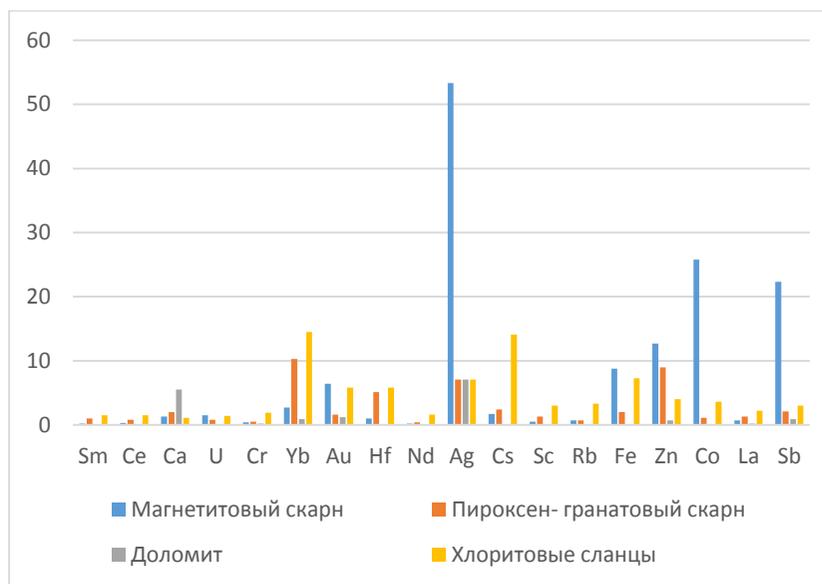


Рисунок 2.4.2 Диаграмма кларк концентрация элементов в месторождении Бор-Толгой. (г/т)

Сравнивая же среднее содержание элементов проб отобранных из разных рудных тел можно заметить, что содержание хрома, мышьяка и кобальта больше в первом рудном теле, а во втором рудном теле, по сравнению с первых, повышено содержание стронция. Так же стоит отметить характер размещения элементов в рудных телах, таблица 2.4.4, например в первом рудном теле бария находится больше в хлоритовых сланцах, а во втором рудном теле бария больше в пироксен-гранатовых скарнах или ситуация с цинком, в первом рудном теле его концентрация преобладает в пироксен-гранатовых скарнах, а во втором рудном теле – магнетитовых скарнах. Но большие содержание таких элементов как мышьяк и рубидий располагаются в одной и той же породе в разных рудных телах.

Таблица 2.4.4 Среднее содержание элементов проб отобранных из разных рудных тел

Среднее содержание проб с первого рудного тела (г/т)							
Породы	Cr	Ba	Sr	As	Rb	Zn	Co
Магнетитовый скарн	39,9	165,9	30	3858,6	145,3	511,5	843,2
Пироксен- гранатовый скарн	44,6	299,3	70,85	170,3	85,0	1027,9	29,1
Хлоритовая сланцы	145,3	744,9	30	44,3	395,1	182,9	52,73
Среднее содержание проб со второго рудного тела (г/т)							
	Cr	Ba	Sr	As	Rb	Zn	Co
Магнетитовый скарн	27,2	21,8	26,7	302,9	62,9	1422,5	65,6
Пироксен- гранатовый скарн	37,3	181,4	194,3	39,3	134,0	468,6	11,8
Хлоритовая сланцы	31,8	3,9	30,0	36,0	206	293,9	24,0

Для более наглядного примера распределения среднего содержания элементов проб отобранных из разных рудных тел были составлены диаграммы, рисунок 2.4.3 и рисунок 2.4.4.

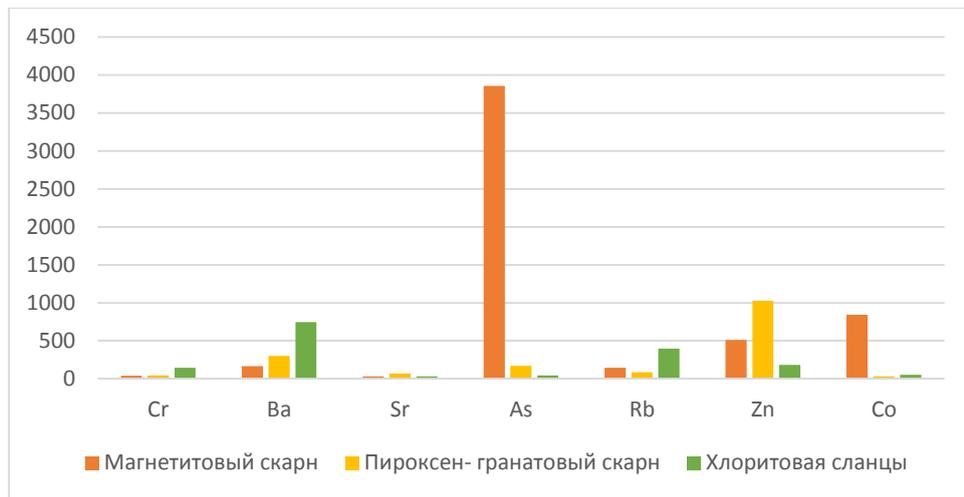


Рисунок 2.4.3 Среднее содержание элементов проб отобранных из первого рудного тела (г/т)

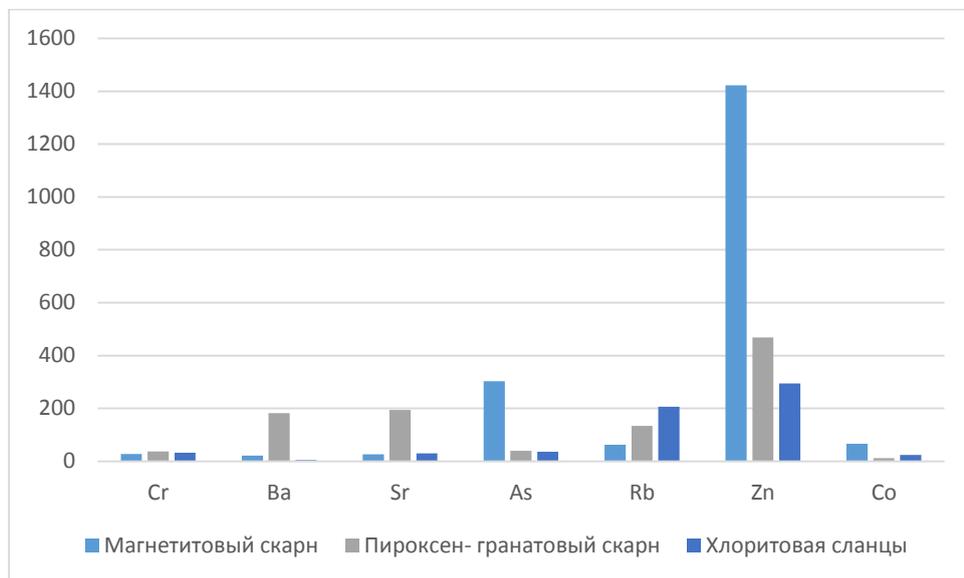


Рисунок 2.4.4 Среднее содержание элементов проб отобранных из второго рудного тела (г/т)

Точность и чувствительность нейтронно-активационного анализа зависит от концентрации конкретного элемента и параметров радионуклида (распространенности родительского изотопа, нейтронного сечения, периода полураспада, интенсивности гамма-излучения). Чувствительности варьируются от 10^{-3} до 10^{-10} граммов на грамм образца. Точность определения в нейтронно-активационном анализе, как правило, от двух до десяти процентов от указанной величины, в зависимости от элемента и его концентрации в анализируемой пробе.

Нейтронно-активационный анализ может выполнять неразрушающий анализ твёрдых тел, жидкостей, суспензий, растворов и газов при отсутствии

подготовки или минимальной подготовке. В связи с проникающим характером нейтронов и гамма-лучей, результирующая технология обеспечивает точный анализ объёма. Различные радиоизотопы имеют различные периоды полураспада, что может отложить подсчёт до устранения помех. До введения атомно-эмиссионного спектрального анализа и гамма-излучения, нейтронно-активационный анализ был стандартным аналитическим методом для выполнения многоэлементного анализа с минимальными пределами обнаружения в субпромилльном диапазоне. Точность нейтронно-активационный анализ находится в районе 5%, а относительная точность часто лучше, чем 0,1%. Существует два недостатка использования нейтронно-активационный анализ: техника остаётся радиоактивной в течение многих лет после первоначального анализа, это требует обработки и утилизации радиоактивного материала; сокращается ряд подходящих для активации ядерных реакторов, что связано с снижением популярности этого метода и с возрастающей ценой на реакторы.

3 Схема последовательности минералообразования

Таблица 3.1 – Схема последовательности минералообразования на скарновом железо-рудном месторождении.

Минералы	Эпоха		
	Гипогенная		Гипергенная
	Этап		
	Скарновый	Гидротермальный	Выветривания
	Стадия		
	Дорудная	Рудная	Пострудная
Везувиан	████████		
Пироксен	████████		
Гранат	████████		
Роговая обманка	████████████████		
Хлорит		████████	
Эпидот		██████	
Шеелит	████████████████	██████	
Кварц		████████████████████	
Молибденит		████████████████████	
Пирит		████████████████████	
Сфалерит		████████████████████	
Халькопирит		████████████████████	
Ураноторит		████████	
Пирротин		████████	
Арсеннопирит		████████	
Галенит		████████	
Блеклая руда		████████	
Флюорит		████████████████	
Карбонат		████████████████	
Тремолит			████████
Сульфаты Fe, Cu, Pb			████████████████
Оксиды Fe (гематит, магнетит)			████████████████

4. Генезис Бор-Толгойского месторождения железа

Бор-Толгойское месторождение железа представлено типичными магнетитовыми скарноворудными телами. На юго-западе и юге от лицензионной площади на геологической карте отмечен гранитоидный массив. Вблизи лицензионной площади установлены выходы лейкократовых среднезернистых биотитовых гранитов, пегматоидных гранитов, гнейсовидных биотитовых гранитов. Согласно геологической карте района, возраст гранитов триасовый. Они прорваны дайками и кварцевыми жилами. Гранитоиды прорывают протерозойские метаморфизованные терригенно-карбонатные отложения. В составе отложений преобладают глинистые сланцы, серицитовые сланцы, филлиты, распространены пласты (горизонты) мраморизованных известняков. Известняки от светло-серого до темно-серого цвета. Окраска, согласно данным отчета 2007г (Дулбат, Унубаяр, 2008), обусловлена тонкой вкрапленностью графита.

В пределах лицензионного участка отмечены многочисленные мелкие тектонические нарушения как секущего, так и послойного характера. В редких случаях они сопровождаются зонами милонитизации и кварцевыми жилами. Контактново-метасоматические изменения в связи с внедрением гранитоидов обусловили формирование скарнов. Скарновые тела приурочены к контактовым зонам мраморизованных известняков и установлены как в кровле пласта, так и в его подошве (рисунок 4.1). Приуроченность скарнов к пластам мраморизованных известняков обусловила пластообразную форму скарновых залежей и связанных с ними магнетитовых тел (рисунок 4.2). Магнетитовое оруденение сингенетично образованию скарнов. Магнетит образует одну из скарновых зон. Обычно магнетитовые тела обрамлены зонами безрудных гранатовых, гранат-пироксеновых и амфиболовых (роговообманковых) скарнов (рисунок 4.3).



Рисунок 4.1. Скарновая магнетитовая залежь в подошве пласта известняков (карьер №2). Видны элементы залегания известняков и рудных тел. 1 – известняк доломитизированный; 2- серпентинизированный доломит; 3- скарн амфиболовый (амфибол хлоритизирован); 4 – магнетитовый скарн; 5 – пироксен- гранатовый скарн [1].



Рисунок 4.2 Скарнорудные тела в карьере №2. Хорошо видно верхнее тело над известняками. Нижнее тело обнажается справа в борту карьера. Цветом обозначен примерный контур выхода скарновых тел на поверхность [1].



Рисунок 4.3. Роговообманковая зона скарна над рудной зоной из массивного магнетита (карьер №1). Видны крупные кристаллы роговой обманки [1].

Сформировавшиеся пластообразные тела имеют значительные размеры, достигая 400 м по простиранию и 200-300 м по падению. Точные размеры можно установить только после бурения серии скважин для оценки протяженности рудных тел на глубину по падению и проходки серии канав для подсечения выходов рудных тел по простиранию. При этом рудные тела в пределах скарновых зон могут иметь прерывистый характер, вплоть до формирования линз. Однако, судя по развитию рудных тел на севере участка №2 и на участке №1, преобладает пластообразная форма. Минеральный состав скарнов в настоящее время изучен слабо, но по данным предшествующих исследований, скарны представлены гранатом, пироксеном, эпидотом и магнетитом. Встречаются гематит, мартит, халькопирит, пирит, сфалерит, пирротин (Дулбат, Унубаяр, 2008). Кроме того, при визуальных наблюдениях в карьере установлены: роговая обманка, флогопит, хлорит и серпентин. Наличие этих минералов позволяет отнести скарны к группе магнезиальных скарнов. На развитие магнезиального метасоматоза указывает и доломитизация известняков. В процессе доломитизации они теряют серую окраску и приобретают белый цвет. В ряде случаев в приконтактной зоне в скарнах формируется светлый зеленовато-желтый серпентин. Магнетитовые руды представлены преимущественно массивными магнетитовыми залежами. Кроме того, встречаются участки полосчатых и

брекчиевых плагиоклаз-магнетитовых руд и вкрапленных хлорит-магнетитовых бедных руд [1].

Первые хорошо обогатимы. Плагиоклаз-магнетитовые и хлорит-магнетитовые руды из-за формирования сростков магнетита с плагиоклазом и хлоритом при крупном дроблении (-15-20 мм) обогащаются хуже. Их обогащение возможно при достаточно мелком дроблении руды (- 5 мм и менее).

В зоне окисления на выходах рудных тел под наносы происходит разрушение породообразующих минералов. Сульфиды окисляются и полностью разрушаются, полевые шпаты превращаются в каолинит, амфиболы и пироксены – в хлорит и монтмориллонит. Магнетит устойчив в зоне окисления, поэтому в процессе формирования зоны окисления происходит естественное обогащение магнетитом. Образуются рыхлые или легко разрушаемые глинисто-магнетитовые руды [1].

Таким образом, руды Бортолгойского месторождения железа имеют контактово-метасоматический генезис и представлены типичными магнетитовыми скарновыми залежами. Тела субпластовые плитообразные (пластообразные). В ряде случаев они, вероятно, имеют линзообразную форму и образуют цепочку магнетитовых тел вдоль контакта с известняками.

Во всех случаях скарны и руды приурочены к контактам доломитизированных известняков (как к кровле, так и к подошве). Доломитизация также наложена и имеет метасоматическую природу. На это указывает характер развития доломитизации по серым известнякам. Отмечено их неравномерное обесцвечивание, а на контакте со скарнами к тому же установлен светлоокрашенный серпентин. Примерная модель месторождения изображена на рисунке 4.4.

В настоящее время не ясно количество рудных тел в пределах лицензионного участка. Достоверно установлено 3 рудоносных зоны (3 рудных тела). Два из них отчетливо видны в карьере №2. Выход под наносы самого нижнего из них также подсечен в карьере №4 и в канаве южнее его. В карьере №3 также подсечено продолжение одного из 2-х рудных тел, обрабатываемых в

карьере №2. Третье тело обрабатывается в карьере №1. Элементы залегания у него те же, что и у рудных тел в карьере №2. Гипсометрически оно залегает выше рудных тел, обрабатываемых в карьере №2.

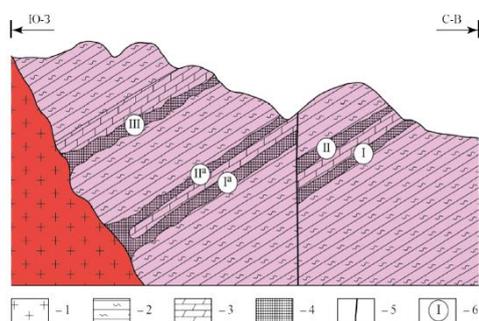


Рисунок 4.4. Схематическая модель Бортолгойского железорудного месторождения.
1 - граниты, 2 – сланцы, филлиты, гнейсы, 3 – доломиты, доломитизированные известняки, 4 – скарновые залежи с магнетитовыми телами, 5 – разрывное нарушение, 6 – условный номер рудной залежи [1].

Есть основание предполагать, что в связи с этим же горизонтом известняков может быть установлено еще одно скарновое тело. Для понимания этого необходимо разобраться с особенностями геологического строения участка:

1. Уточнить строение осадочно-метаморфической толщи (количество горизонтов известняков)
2. Измерить элементы пликативной тектоники с целью уточнения элементов залегания рудных тел к приконтактных зонах известняков
3. Установить наличие или отсутствие значительных по амплитуде тектонических нарушений взбросового или сдвигового характера, способных сместить рудные тела. На рисунке 4.4 тектоническое нарушение изображено гипотетически, хотя в настоящее время имеется возможность установить наличие или отсутствие этого нарушения непосредственно на месте [1].

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью настоящей работы является изучение особенностей геологии и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия).

Для того чтобы изучить минералогические характеристики вещественного состава пород одним из видов работ является изготовление шлифов и аншлифов.

Лабораторные исследования проводятся на базе центра коллективного пользования ТПУ. Калькуляция стоимости приведена по производственным документам данного центра. Стоимость лабораторных работ отображена в таблице.

В главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы представлен расчет сметной стоимости работ по изготовлению шлифов и аншлифов, а так же стоимости проводившихся исследований.

Сметная стоимость рассчитывается согласно нормативным правовым документам:

- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №7 (СНОР-93, Вып.7);
- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №7 (ССН-92, Вып.7);

Методика составления временных проектно-сметных нормативов на геологоразведочные работы (Методика ВПСН).

5.1 Расчетная часть

Прозрачные шлифы – тонкий прозрачный срез горной породы, подготовленный для микроскопического анализа.

Данные шлифы изготавливают из горных пород путем обработки образцов на различных шлифовальных станках с применением вращающихся дисков, стеклянных плит, алмазных отрезных кругов шлифовальных абразивных материалов, и прочего.

Тонкая шлифовка – процесс доведения отполированных шлифов, до более качественной полировки. Осуществляется, данная шлифовка, вручную на стеклянных плитах и на полировальных станках. Качество изготовленных прозрачных и полированных шлифов проверяется под микроскопом.

Исходя из «Классификация горных пород и руд по категориям сложности изготовления из них прозрачных и полированных шлифов» главы 13 СН-92, Выпуск 7, имеющиеся образцы для изготовления прозрачных и полированных шлифов относятся к I категории сложности работ.

Расчет затраты времени и труда на лабораторные работы

Нормы времени на изготовление прозрачных шлифов приведены в таблице 5.1.1 (Таблица 13.3 главы 13 СН-92, Вып. 7).

Таблица 5.1.1 - Нормы времени на изготовление из горных пород и руд полированных шлифов (в бригад/час)

Номер Нормы	Наименование работ	Единица измерения	Норма
1780	Изготовление прозрачных шлифов из руд и горных пород, для I категории сложности.	прозрачный шлиф	0,28
1800	Изготовление аншлифов из руд и горных пород, для I категории сложности.	аншлиф	0,37

Расчет затрат времени (N_i) по виду работ производится по формуле 1, данные расчетов приведены в таблице 5:

$$N_i = H_{Bp} \times K \times V_i;$$

Где H_{Bp} – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

K – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

V_i – объем i -го вида работ.

Таблица 5.1.2 - Расчет затрат времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов, аншлифов.

№ п/п	Вид работ	Ед. измер.	Объем работ	Норма на единицу (в бригадо-часах)	Поправоч. Коэф-т (К)	Затраты времени (в бригадо-часах)
1.	Изготовление полированных шлифов	шлиф	10	0,28	1,20	1
2.	Изготовление аншлифов	аншлиф	10	0,37	1,20	
	Всего:					1

Исходя из данных полученных в таблице 5.1.2, рассчитывается время на изготовление одного прозрачного шлифа и аншлифа:

- 1 прозрачный шлиф: $0,28 * 1,2 = 0,34$ (в бригадо-часах);
- 1 аншлиф: $0,37 * 1,2 = 0,44$ (в бригадо-часах).

Расчет затрата времени:

- Прозрачные шлифы: $10 * 0,34 = 3,4$ (часа);
- Аншлифы: $10 * 0,44 = 4,4$ (часа).

Расчет материальных затрат на лабораторные работ

В соответствии с пунктом 3 Методики ВПСН стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды затрат:

- Основная заработная плата;
- Отчисления на социальные нужды;
- Материалы;
- Амортизация;
- Услуги.

Расчет заработной платы

Расчет заработной платы осуществляется с учетом Томского районного коэффициента 1.3. Рассчитывается для двух шлифовальщиков и одного подсобного рабочего при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне. Работы проводились в феврале 2019, количество рабочих дней в этом месяце составило 21 (Таблица 5.1.3).

Таблица 5.1.3 - Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад за месяц (в рублях)	Оклад за 1 день (в рублях)	Район. коэф-т (для Гомска)	Итого зарплата (в рублях)
1.	Шлифовщик горных пород IV разряда	1	25000	1190	1,3	1547
2.	Шлифовщик горных пород II разряда	1	15000	714		928
3.	Подсобный рабочий I разряда	1	10000	476		619
	Итого по зарплате:					3094

Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды производятся согласно Федеральному закону от 2 декабря 2013 г. № 322-ФЗ “О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов”. Лабораторные работы по изготовлению прозрачных шлифов относятся к IX классу профессионального риска, ставка отчисления по ним в Фонд страхования от несчастных случаев составляет 1% (Таблица 5.1.4).

Таблица 5.1.4 - Отчисления на социальные нужды (за 1 дней)

№ п/п	Вид отчисления	Общая сумма зарплаты (в рублях)	Ставка отчисления (в %)	Итого по каждому виду отчисления (в рублях)
1.	Пенсионный фонд	3094	22	681
2.	Фонд социального страхования		2,9	90
3.	Фонд обязательного медицинского страхования		5,1	158
4.	Фонд страхования от несчастных Случаев		1	31
	Итого		31	960

Материалы

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных и полированных шлифов, согласно таблице 13.7 главы 13 ССН-92, Вып. 7, приведен в таблице 5.1.5.

Таблица 5.1.5 - Перечень основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость (в рублях)
1.	Станок камнерезный алмазный КРС-110	штука	1	78693
2.	Кварцевоотрезной станок	штука	1	56050
3.	Станок шлифовальный СШН- 1	штука	1	57800
4.	Станок настольно-сверлильный одношпиндельный НС-12А	штука	1	60000
5.	Станок камнерезный СКРН-1	штука	1	69000
6.	Микроскоп полиризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312	штука	1	113000
7.	Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211	штука	1	139000
8.	Шкаф сушильный вакуумный (с вакуумметром термопарным) ШСВ-45к	штука	1	176000
9.	Итого			749543

Таблица 5.1.6 - Перечень лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при изготовлении прозрачных шлифов (согласно таблице 13.9 главы 13 ССН-92, Вып. 7 и таблице 2 СНОР-93, Вып.7)

№ п/п	Наименование	Единица измер.	Кол-во	Сметная стоимость (в рублях)	
				За единицу товара	Всего
	Лабораторная посуда				
1.	Банки стеклянные с крышками 0,1-0,2 л	штука	10	177,0	1770,0
2.	Бутыль 20 л	штука	1	765,0	765,0
3.	Колбы плоскодонные 1000 мм	штука	1	600,0	600,0
4.	Стаканы фарфоровые N 7, 1000 мм	штука	1	231,0	231,0
5.	Чаши кристаллизационные ЧКТ-90, d=310 мм, выс. 90 мм	штука	1	436,0	436,0
	Реактивы				
6.	Натрий углекислый, ч.д.а.	кг	1,5	43,80	65,7
7.	Окись алюминия, ч.д.а.	кг	0,3	100,0	30
8.	Окись (III) железа, осч.ч.	кг	0,3	65,0	19,5
9.	Окись хрома (III), ч.д.а.	кг	1,5	372,0	558,0
10.	Окись хрома (II), ч.д.а.	кг	1,5	400,0	600,0
11.	Пихтовое масло	кг	1,5	580,0	870,0
12.	Спирт-ректификат, осч.	л	4,5	35,0	157,5
13.	Этиленгликоль, ч.д.а.	кг	0,9	265,0	238,5
	Материалы				
14.	Канифоль таловая кристаллическая	кг	2,7	38,0	102,6
15.	Микрошлифопорошок К36, N M-5	кг	0,6	79,0	47,4
16.	Микрошлифопорошок К36, N M-7	кг	0,6	110,0	66
17.	Микрошлифопорошок К36, N M-10	кг	0,9	150,0	135
18.	Микрошлифопорошок К36, N M-14	кг	0,9	200,0	180
19.	Микрошлифопорошок К36, N M-20	кг	0,6	240,0	144
20.	Микрошлифопорошок К36, N M-28	кг	3,9	733,0	2858,7
21.	Стекла покровные, 24x24 мм	шт	780	363,0	283140
22.	Стекла предметные	шт	780	10,0	7800
23.	Шеллак	кг	0,6	560,0	336
24.	Шлифовальное зерно К39 N 50-16	кг	0,9	47800,0	43020
25.	Шлифовальный порошок К37 N 12-	кг	0,9	800,0	720
	Материалы для оформления результатов проведенных работ				
26.	Блокнот малого размера	шт	1	53,0	53
27.	Карандаш механический	шт	2	24,0	48
28.	Линейка чертежная, 20 см	шт	1	7,0	7
29.	Ручка шариковая	шт	3	25,0	75
Итого					345073,9

Амортизация

Расчет амортизации производится только оборудования (таблица 10).

Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле 2 (Налоговый кодекс часть 2, глава 25 статья 259 п.1):

$$\frac{1}{n} * 100\%$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 5.1.7 - Амортизация основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, принятая в СНОР (в рублях)	Срок службы	Ежемесячные амортизационные отчисления (в рублях)
1.	Станок камнерезный алмазный КРС-110	78693	10 лет	655,8
2.	Кварцевоотрезной станок	56050	10 лет	467,1
3.	Станок шлифовальный СШН- 1	57800	10 лет	481,7
4.	Станок настольно-сверлильный одношпиндельный НС-12А	60000	10 лет	500,0
5.	Станок камнерезный СКРН-1	69000	10 лет	575,0
6.	Микроскоп полиризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312	113000	5 лет	470,8
7.	Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211	139000	5 лет	579,2
8.	Шкаф сушильный вакуумный (с вакууметром термopарным) ШСВ-45к	176000	10 лет	1466,7
9.	Итого:			5196,3

Услуги

Таблица 5.1.8. - Расчёт затрат на проведение лабораторных работ (подрядные работы)

Метод анализа	Объем		Стоимость, руб.	Итого, руб.	
	Ед. изм.	Кол-во			
Атомно-эмиссионный индукционно-связанной плазмой	с	Проба	30	2500	75000
Гамма-спектрометрия		Проба	10	150	1500
Гамма-радиометрия		Проба	10	150	1500
Итого			50		78000

5.2 Общая стоимость работ

Общая сметная стоимость работ представлена в таблице 5.2.1

Таблица 5.2.1 - Сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
Основная заработная плата	3094	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Отчисления на социальные нужды	960	ФЗ №322 от 2 декабря 2013 г. «О бюджете ...»
Материалы	345073,9	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Амортизация	5196,3	Налоговый кодекс, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1
Услуги	78000	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Всего:	432324,2	

Целью настоящей работы является изучение особенностей геологии и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия).

Данный раздел помогает изучить экономику, понять как она важна для многих ее участников: потребителей, заказчиков, предпринимателей, государственных служащих и др. Знание тенденций функционирования

экономики дает возможность эффективней планировать доходы и расходы, выработать оптимальное поведение в условиях кризиса инфляции, безработицы.

Учитывая все затраты стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды: основная заработная плата, отчисления на социальные нужды, материалы, амортизация, услуги, а именно лабораторные анализы. Стоимость исследования, в общем, составила 432 324,2 рублей.

6 Социальная ответственность.

Целью данной работы является изучение особенностей геологии и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения железа Бор-Толгой (Монголия).

В данном разделе рассматривается производственная и экологическая безопасность при выполнении геологических работ, мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работников, возможные чрезвычайные ситуации и пути их избегания и устранения.

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в полевых и лабораторных условиях является одной из главных задач любого предприятия. Для решения данной задачи необходимо разработать правила производственной и экологической безопасности, которые должны соблюдаться в процессе трудовой деятельности.

6.1 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 6.1.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра ботка	Изгот овлен	Экспл уатац	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96 [16] СНиП 41-01-2003 [17]
2. Тяжесть и напряженность физического труда	+	+	+	СанПиН 2.2.4.3359–16 [18]

Продолжение таблицы 6.1.1

3.Повышенные уровни шума и вибрации	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. [19] ГОСТ 12.1.012-90 [20] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. [21]
4.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СП 52.13330.2016 [22] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. [23]
5.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016[22] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. [23]
6.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [24] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [25]

6.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Так как геологические работы проводятся в летний период, для обеспечения нормального функционирования организма необходимо поддержание оптимальных показателей микроклимата. Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность и подвижность воздуха, инфракрасное излучение.

В основном при отклонении показателей микроклимата на открытом воздухе организму грозит быстрая утомляемость и излишняя затрата сил. Основной опасный фактор для данной местности — это перегрев и как следствие получение солнечного удара.

Для предотвращения перегрева предусматривается использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), которыми должны быть обеспечены работающие. Также необходимо рационализировать режим труда и отдыха, прерываясь от работы рабочие должны отдыхать в помещениях с благоприятными условиями. Для профилактики неблагоприятного влияния высокой температуры воздуха должны соблюдаться рациональное питание и правильный питьевой режим.

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Необходимым условием нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека является обеспечение хороших микроклиматических условий (температуру, влажность, скорость движения воздуха) в помещениях, оказывающее влияние на самочувствие и работоспособность человека.

Внутренний баланс организма человека во многом зависит от внешних условий среды. Микроклимат помещения, в котором человек находится продолжительное время, значительно влияет на работоспособность, функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма.

В рабочей зоне производственного камерального помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические параметры, отображенные в таблице 6.2.1 и таблице 6.2.2. Так как работа в лаборатории производится сидя, стоя или связанна с ходьбой и сопровождаются некоторым физическим напряжением, то можно отнести данные работы к категории 1 б с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт).

Таблица 6.2.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [16]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1

Таблица 6.2.2 – Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений [16]

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха °С, не более		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с
		Факт-ая	Доп-ая	Факт-ая	Доп-ая	
Холодный	легкая 1б	25...27	19...24	50...70	15...75	0,1
Теплый	легкая 1б	24...26	20...28	50...70	15...75	0,1

Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые – обычными системами вентиляции и отопления. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [16], интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % и более поверхности человека.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м³/час на одного человека. При небольшой загрязненности воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного и циркуляционного воздуха. При значительном загрязнении в зависимости от эксплуатационных затрат на очистку воздуха расходы наружного и циркуляционного воздуха должны определяться технико-экономическим расчетом. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ЭВМ должны проектироваться, исходя из 90 % циркуляции СНиП 41-01-2003 [17].

Тяжесть и напряженность физического труда

Чаще всего рабочий утомляется и устает при выполнении физического труда, в данном случае это опробирование – тяжелая и напряженная работа в

результате которой происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека. Для снижения результатов воздействия данного фактора необходимо чередование периодов работы и отдыха.

Оценка тяжести и напряженности физического труда для мужчин и женщин проводится на основе нормативного документа Р 2.2.2006–05 пункт 5.10.1 [26] и приводится при помощи таблицы в данном СанПиНе «Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса.» При перемещении груза на расстояние более 5 м физическая динамическая нагрузка для мужчин принимается 70000 кг*м, для женщин 40000 кг*м. При подъеме и перемещении тяжестей предельно допустимая масса груза для мужчин составляет до 35 кг, для женщин до 12 кг. Величина динамической работы, совершаемой в течение каждого часа рабочей смены, не должна превышать: с рабочей поверхности – до 1500 кг, с пола – до 600 кг (для мужчин); с рабочей поверхности – до 700 кг, с пола – до 350 кг (для женщин).

Повышенные уровни шума и вибрации

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые уровни шума до 80 децибел, характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [19]. Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумные подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Вибрации в бурении возникает при спускоподъемных операциях от работающих двигателей (лебедки, насосов, вибросит). Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация наиболее вредна, чем местная.

Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера. Это – уменьшение вибрации в источнике (уменьшение нагрузки буровой установки), своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-90 [20] приведены в таблице 6.2.3.

Таблица 6.2.3 – Гигиенические нормы уровней виброскорости

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	—	108	99	93	92	92	92	—	—	—	—
Локальная вибрация	—	—	—	115	109	109	109	109	109	109	109

Недостаточная освещенность рабочей зоны в помещении буровой установки

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Помимо прочего, недостаточная освещенность рабочей зоны несет в себе опасность усталости глаз и как следствие снижения зрения [23].

В производственных помещениях кроме искусственного освещения, должно быть достаточное количество естественного света. В данном проекте,

при выполнении буровых работ необходимо применение искусственного освещения, в помещении буровой установки. Параметры естественного и искусственного освещения на рабочих местах приведены в таблице 6.2.4.

Таблица 6.2.4 – Параметры естественного и искусственного освещения на рабочих местах [23]

Наименование рабочего места	Характеристика зрительной работы	Тип источника света	Норма искусственной освещенности, лк	Норма естественной освещенности, %
1	2	3	4	5
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Набор текста, работа с планами, картами, высокой точности	Лампа дневного света, люминесцентная	300	1,2-3,0
Помещения буровой	Средней точности	Лампы накаливания	150	0,5-2,0

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Если нормы освещенности соблюдены, в помещении приятно находиться, усталость в процессе работы наступает медленнее. В противном случае настроение быстро ухудшается, появляются и другие признаки негативного влияния «неправильного» света на глаза и нервную систему.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и светлое время

суток. Для искусственного освещения помещений хорошо подходят светильники с люминесцентными лампами общего освещения [23]. Диффузный ОД-2-80 светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм. Коэффициент полезного действия равен 75 %, светораспределение прямое. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии стены с окнами и зрения оператора.

Согласно действующим нормам в рабочем помещении СП 52.13330.2016 [22] показатели КЕО $\geq 0.5\%$, Е ≥ 500 лК, тип освещения на рабочей зоне искусственный.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Оборудование, находящееся в пределах рабочей площадки (насосы, ротор, подъемник), работает от электрического тока. Как следствие, существует вероятность поражения электрическим током рабочего. Проходя через человека электрический ток воздействует на организм следующим образом:

Биологическое воздействие. Выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к непроизвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания (вплоть до остановки). Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца.

Электролитическое воздействие. Проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Термическое воздействие. Сопровождается ожогами участков тела и перегревом отдельных внутренних органов, вызывая в них различные функциональные расстройства. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ [27] «Средства защиты работающих. Классификация», существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

1. оградительные устройства;
2. устройства автоматического контроля и сигнализации;
3. изолирующие устройства и покрытия;
4. устройства защитного заземления и зануления;
5. устройства автоматического отключения;
6. устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
7. устройства дистанционного управления;
8. предохранительные устройства;
9. молниеотводы и разрядники;
10. знаки безопасности.

6.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Все работники, вновь принимаемые на работу, обязательно проходят медицинскую комиссию и вводный инструктаж в отделе охраны труда. Все остальные виды инструктажей (первичный, повторный, внеплановый и целевой) проводятся непосредственно на участках. В кол договоре оговорен перечень профессий рабочих, служащих, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, а также перечень профессий рабочих, служащих, занятых на работах с особо тяжелыми и особо вредными условиями труда,

которым предусмотрены выдача молока и лечебно-профилактического питания (ЛПП), согласно, действующих правил. Все рабочие, занятые на работах с вредными и особо вредными условиями труда, полностью обеспечиваются спецодеждой и спец обувью, а также средствами индивидуальной защиты, согласно, утвержденных норм, и проходят медицинский профосмотр.

Лаборатория должна быть оснащена современной лабораторной мебелью, вытяжными шкафами. Рабочее место должно быть хорошо освещено: недалеко от окон и иметь осветительные лампы. Рабочий стол лаборатории должен быть приспособлен к условиям работы, оборудован водопроводными кранами и водостоком.

6.4 Экологическая безопасность

Геологоразведочные работы, как и другие виды производственной деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Воздействие на недра и почвы

Временное воздействие проектируемых работ на недра связано с проходкой буровых скважин; отбором части добытых горных пород в качестве проб для анализов и технологических испытаний. При оборудовании площадок под буровые работы воздействие на почвенный слой незначительные. С целью уменьшения воздействия проектируемых работ на почвы и максимального сохранения поверхности в ее естественном природном состоянии предусматривается следующее:

1. Рациональное размещение на местности сети разведочных линий, площадок под буровые скважины и подъездных путей к ним с максимальным использованием существующей системы дорог.

2. Предварительное снятие плодородного почвенного слоя при подготовке площадок для буровых скважин на глубину 0,3 м со складированием вблизи площадок и последующей обратной укладкой почвенного слоя после ликвидации скважин.

3. Очистка буровых площадок от мусора, заравнивание подъездных путей и сдача землепользователям по акту.

4. Передвижение техники, транспортировка персонала и грузов к месту работ по существующим дорогам.

5. Пробуренные скважины после документации керна ликвидируются с тампонажем глинистым раствором и установкой пробки в соответствии с требованиями «Временной инструкции по проведению ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые».

Воздействие на атмосферу – максимальные уровни загрязнения будут наблюдаться непосредственно в зоне проведения работ, но уже при удалении на расстояния порядка 200 м они быстро снижаются и становятся заметно ниже нормативов, установленных для атмосферного воздуха населенных мест.

Охрана растительного и животного мира заключается в природоохранных мероприятиях, снижающих воздействие ГРП на природу в целом или ликвидирующих нанесенный ущерб. Основные мероприятия по охране растительности связаны с охраной почвенно-растительного слоя, которые описаны выше.

Животный мир на площади проектируемых работ скуден и представлен лишь мелкими грызунами.

Нормативными документами являются ГН 2.2.5.3532–18.[12], ГОСТ 17.1.3.06-82. [13], ГОСТ 17.1.3.13-86. [14], ГОСТ Р ИСО 1410-2010. [15].

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего, происходящие при отсутствии заземлений и

молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организациях и на предприятиях являются руководители или лица, исполняющие их обязанности. В эти обязанности входит:

- обеспечивать своевременное выполнение противопожарных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации подчиненных им объектов; – организовать пожарную охрану и добровольные пожарные дружины на вверенных им мероприятиях;

- следить за выполнением соответствующих норм и правил пожарной безопасности и указаний вышестоящих органов по вопросам пожарной охраны;

- предусматривать необходимые ассигнования для содержания пожарной охраны и выполнения противопожарных мероприятий;

- контролировать боеготовность пожарных частей и добровольных пожарных дружин; – назначать ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, участков, баз, складов, зданий и сооружений.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей.

Весь пожарный инвентарь должен быть окрашен в красный цвет. Комплект пожарного ручного инструмента размещают на щите, который вывешивают на видных и доступных местах.

В полевом лагере необходимо иметь комплект противопожарного оборудования и первичные средства пожаротушения (бочки с водой, ящики с песком, пенные огнетушители, топоры, лопаты).

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

Учитывая специфику и сложность работы как в полевых условиях, так и в лабораторных, стоит заметить, что при соблюдении всех выше перечисленных требованиях, представленных в ГОСТах, можно значительно облегчить работу сотрудникам, сократить время работы, за счет того же облегчения труда и меньшей утомляемости. А также в дальнейшем сэкономить средства на возможные поломки оборудования по вине усталости сотрудников.

Заключение

Целью настоящей работы является изучение особенностей геологии и минералого-геохимические особенности скарнового месторождения Железа Бор-Толгой (Монголия).

Месторождение железа Бор толгой расположен в районе с относительно хорошо развитой инфраструктурой, в перспективном на будущее районе.

Бор толгой относится к мелким железным месторождениям, с малыми запасами руд, скарнового генезиса. Несмотря на малые запасы, месторождение благоприятно для отработки открытым способом, в безводных условиях, с хорошими горно-техническими условиями.

Руды месторождения Бор толгой в связи с высоким содержанием урана и тория представляют собой серьезную опасность с точки зрения радиоактивности. Следует учитывать этот факт при применении данного сырья в промышленности.

Был проведен вещественный состав руд, основным анализом из которых являлся нейтронно-активационный анализ, были проанализированы его результаты, по которым было наглядно видно распределение среднего содержания элементов по породам месторождения и между двумя рудными телами, а так же отношения среднего содержания элементов к кларку в земной коре.

Учитывая все затраты стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды: основная заработная плата, отчисления на социальные нужды, материалы, амортизация, услуги, а именно лабораторные анализы. Стоимость исследования, в общем, составила 432 324,2 рублей.

В заключительной главе «социальная ответственность» рассматривается производственная и экологическая безопасность при выполнении полевых и лабораторных работ.

После список используемой литературы, которая включает в себя: опубликованную и нормативно-методическую литературу, расположено (приложение А) раздел выполненный на иностранном языке.

Список использованных источников

а) Фондовая

1. Дулбат Х., Унубаяр Э. Итоговый отчет о выполненных в 2007 году геологоразведочных работах на месторождении железных руд «Бортолгой» в сомоне Даланжаргалан Восточно-Нобийского аймака. /Запасы месторождения по состоянию на 31 декабря 2007 года/. -Улан-Батор, 2008. – 93 с.

б) Опубликованная

2. Мобильные буровые установки. [Электронный ресурс] / URL <https://truck-auto.info/spectehnika/burovye/1157-kupit-burovuyu-ustanovku-v-kitae.html>

3. Магнитометры. [Электронный ресурс] / URL http://www.geotech.ru/market/katalog_oborudovaniya/oborudovanie_dlya_magnitometrii/protonnyj_magnitometr_minimagm/

4. Шлиф. [Электронный ресурс] / URL <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шлиф>

5. Определение минералов в шлифе. [Электронный ресурс] / URL <http://www.toybytoy.com/collection/Pictures-of-thin-sections-of-minerals-and-rocks-De-Agostini>

6. Железорудные месторождения скарнового типа. [Электронный ресурс] / URL <https://poznayka.org/s18730t1.html>

7. Железорудные месторождения скарнового типа. [Электронный ресурс] / URL <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0042/base/RS/013170.shtm>

8. Скарн. [Электронный ресурс] / URL <https://ru.wikipedia.org/wiki/Скарн>

9. Минералообразование в скарновых месторождениях. [Электронный ресурс] / URL <https://pandia.ru/text/77/283/90673.php>

10. Минералообразование в скарновых месторождениях. [Электронный ресурс] / URL <http://present5.com/formirovanie-mestorozhdenij-etapy-i-stadii-mineraloobrazovaniya/>

11. Минералообразование в скарновых месторождениях. [Электронный ресурс] / URL https://studbooks.net/2077901/geografiya/shemy_posledovatelnosti_mineraloobrazovaniya

с) Нормативная

12. ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

13. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

14. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

15. ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.

16. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

17. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

18. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

19. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

20. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования

21. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

24. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

25. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

26. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

27. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

Приложение А

Skarn formation and mineralization.

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Павлович Юрий Олегович		

Консультант школы отделения (НОЦ) ИШПР, Геология :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Уткина Анна Николаевна	к. филос.н.		

Introduction

Skarn deposits have been mined for a variety of elements, including Fe, W, Cu, Pb, Zn, Mo, Ag, Au, U, REE, F, B and Sn. Skarns occur on all continents and in rocks of almost all ages. Although the majority are found in lithologies containing at least some limestone, they can form in almost any rock type, including shale, sandstone, granite, basalt and komatiite. Skarns can form during regional or contact metamorphism and from a variety of metasomatic processes involving fluids of magmatic, metamorphic, meteoric and/or marine origin. They are found adjacent to plutons along faults and major shear zones, in shallow geothermal systems, on the bottom of the sea floor, and at lower crustal depths in deeply buried metamorphic terranes. What links these diverse environments, and what defines a rock as skarn, is the mineralogy which includes a wide variety of calc-silicate and associated minerals, but is usually dominated by garnet and pyroxene. Thus the presence of skarn does not necessarily indicate a particular geologic setting or a particular protolith composition. Rather, its development indicates that the combination of temperature, pressure, fluid and host rock composition was within the stability range of the identified skarn minerals. Just as mineralogy is the key to recognizing and defining skarns, it is also critical in understanding their origin and in distinguishing economically important deposits from interesting but uneconomic mineral localities. Skarn mineralogy is mappable in the field and serves as the broader "alteration envelope" around a potential ore body.

Because most skarn deposits are zoned, recognition of distal alteration features can be critically important in early exploration stages. Details of skarn mineralogy and zonation can be used to construct deposit specific exploration models, as well as more general models useful in developing grassroots exploration programs or regional syntheses. Economic skarn deposits can be subdivided into several main types, based upon the dominant contained metal (e.g., W, Fe, Cu, etc.). This is similar to the classification of porphyry deposits into porphyry copper, porphyry molybdenum, and porphyry tin types, these deposits share many

alteration and geochemical features, but are, nevertheless, easily distinguishable. In order to explore for economically viable skarn deposits, it is necessary to understand the typical characteristics of each skarn group and the differences among them. The purpose of this study is to develop a useful exploration model based upon the typical characteristics of skarns in general, and the various deposit types in particular. There have been numerous general review papers on skarn deposits in the past few decades (eg Watanabe 1960; Phan, 1969; Zharikov 1970; Smirnov 1976; Burt, 1977; Einaudi et al, 1981; Meinert, 1983; Ray and Webster, 1991a) and the reader is referred to these sources for more detailed considerations of skarn terminology and genesis.

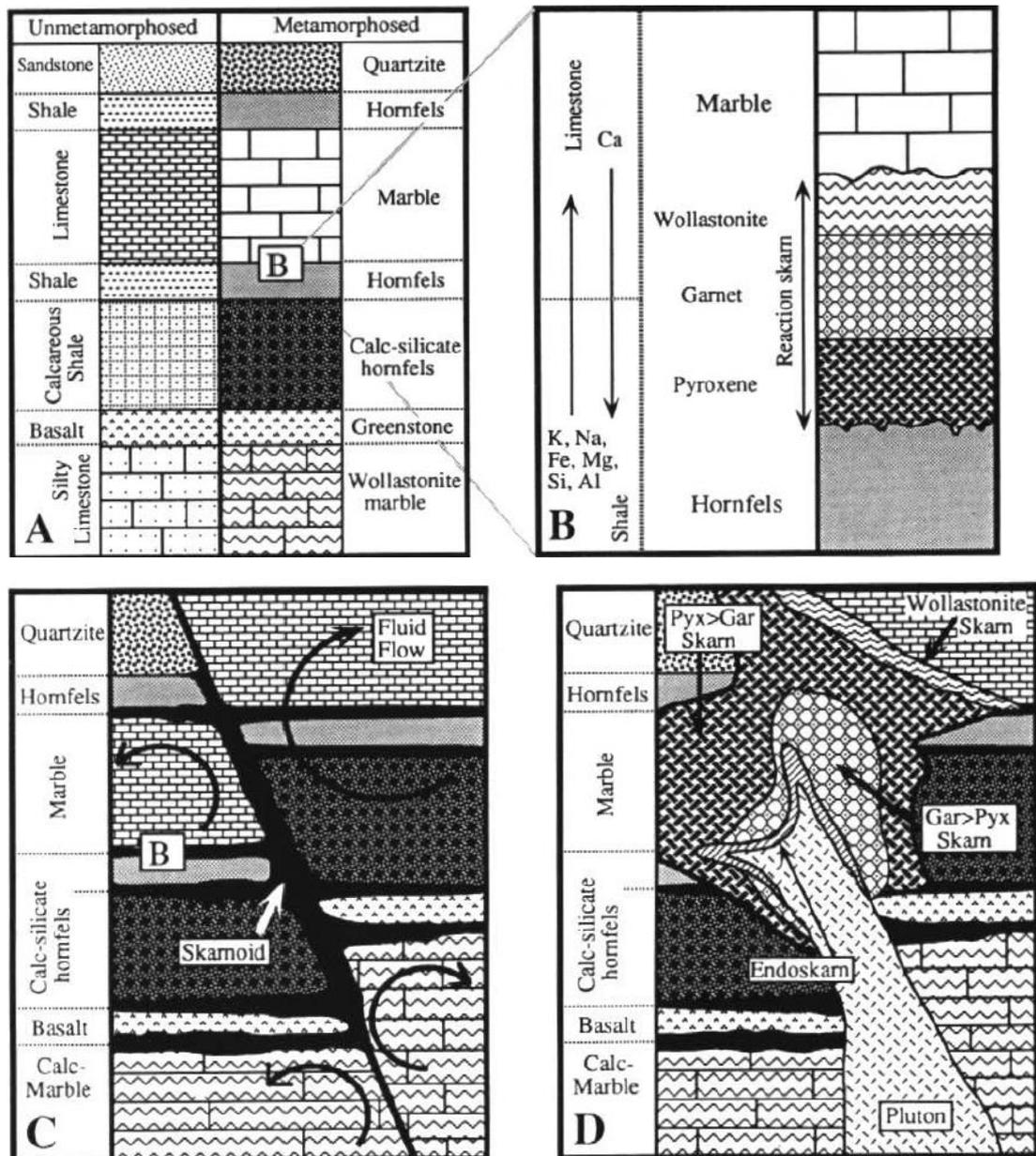


Figure 1 Types of skarn formation: (A) Isochemical metamorphism involves recrystallization and changes in mineral stability without significant mass transfer. (B) Reaction skarn results from metamorphism of interlayered lithologies, such as shale and limestone, with mass transfer between layers on a small scale (metasomatism) (C) Skarnoid results from metamorphism of impure lithologies with some mass transfer by small-scale fluid movement: (D) Fluid-controlled metasomatic skarn typically is coarse grained and does not closely reflect the composition or texture of the protolith.

Definitions and terminology

Skarn deposits have been described in the scientific literature since at least the 19th century (O.g. Colta 1864). The term "skarn" originated in Sweden as a mining term used to describe the relatively coarse-grained, calc-silicate gangue associated with some iron ores (Geijer and Magnusson, 1952). Burt (1982) provides an interesting historical account of the subsequent evolution of skarn terminology and wisely notes that most attempts to include genetic concepts in

formal definitions have created additional problems and confusion. Most modern authors have adopted Einaudi et al.'s (1981) suggestion to use skarn and skarn deposit as descriptive terms based upon their mineralogy, free of genetic implications. Not all skarns have economic mineralization, those which do are called skarn deposits. In most large skarn deposits, skarn and ore minerals result from the same hydrothermal system, even though there may be significant differences in the time/space distribution of these minerals on a local scale. Although rare, it is also possible to form skarn by metamorphism of pre-existing ore deposits, as has been suggested for Aguilar in Argentina (Gemmell et al, 1992). Franklin Furnace in the United States (Johnson et al 1990), and Broken Hill in Australia (Hodgson, 1975).

Skarns

Skarns can be subdivided according to several criteria. Exoskarn and endoskarn are common terms used to indicate a sedimentary and igneous protolith respectively. Magnesian and calcic skarn can be used to describe the dominant composition of the protolith and resulting skarn minerals. Such terms can be combined, as in the case of a magnesian exoskarn, which contains staurolite-diopside skarn formed from dolostone. Calc-silicate hornfels is a descriptive term often used for the relatively fine grained, calc-silicate rocks that result from metamorphism of impure carbonate units such as silty limestone or calcareous shale (Fig. 1A). Reaction skarns (Fig. 1B) can form during metamorphism of thinly interlayered shale and carbonate units, where metasomatic transfer of components between adjacent lithologies may occur on a small scale (perhaps centimetres) (e.g., Vidale, 1969; Zarayskiy et al., 1987). Skarnoid (Fig. 1C) is a descriptive term for calc-silicate rocks which are relatively fine grained, iron poor, and which reflect, at least in part the compositional control of the protolith (Korzkinskii, 1948; Zharikov, 1970). Genetically, skarnoid is intermediate between a purely metamorphic hornfels and a purely metasomatic, coarse-grained skarn (sometimes termed infiltration skarn).

For all of the preceding terms, the composition and texture of the protolith tend to control the composition and texture of the resulting skarn. In contrast, most economically important skarn deposits result from large-scale metasomatic transfer, where fluid composition controls the resulting skarn and ore mineralogy (Fig.1D). Even though many of these terms are fairly specific, there is a continuum, both conceptually and in the field, between purely metamorphic and purely metasomatic processes (e.g., Hietanen, 1962, Newberry 1991).

Evolution of skarn deposits

As was recognized by early skarn researchers (e.g., Lindgren 1902; Barrell, 1907; Goldschmidt, 1911; Umpleby, 1913; Knopf, 1918), formation of a skarn deposit is a dynamic process. In most large skarn deposits, there is a transition from early/distal metamorphism resulting in hornfels, reaction skarn, and skarnoid, to later/proximal metasomatism resulting in relatively coarse grained, ore-bearing skarn. Due to the strong temperature gradients and large fluid circulation cells caused by intrusion of a magma (Norton, 1982; Salemink and Schuiling, 1987; Bowers et al., 1990), contact metamorphism can be considerably more complex than the simple model of isochemical recrystallization typically invoked for regional metamorphism. Figure 2 illustrates the effects of circulating diverse fluids through a fracture in a relatively simple carbonate protolith.

The resulting vein-controlled skarn mineralogy in Figures 2B and 2C could easily be mistaken for the product of prograde metasomatism even though it involves pure water, and the fluid in Figure 2C is actually cooler than the surrounding rock. Circulation of such fluids by the steep thermal gradients common in most plutonic environments results in complex metamorphic aureoles, complete with small-scale metasomatic transfer (Fig. 1B). More complex metasomatic fluids, with the possible addition of magmatic components such as Fe, Si and Cu (Fig. 2D), produce a continuum between purely metamorphic and purely metasomatic processes.

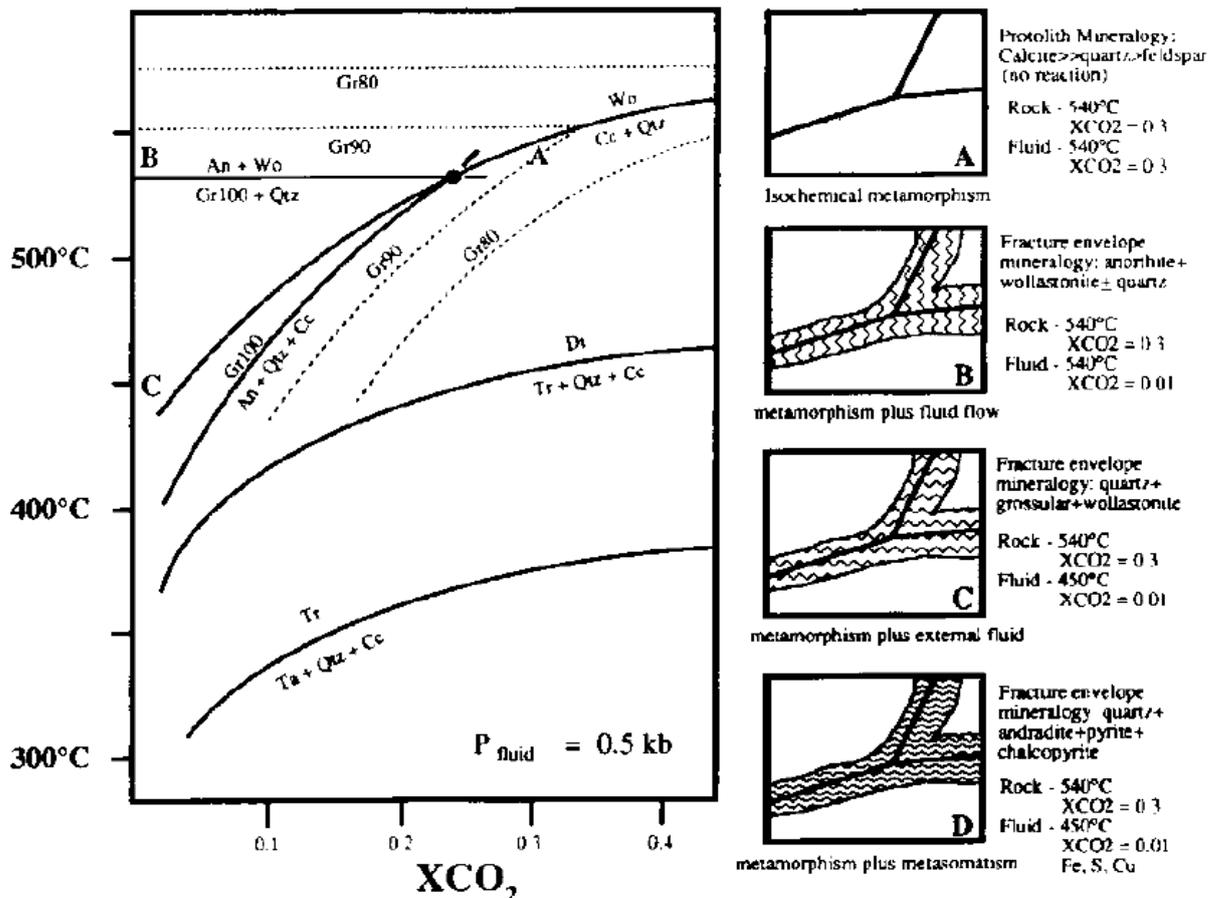


Figure 2 illustration of metamorphic phase equilibria for selected reactions in the system Ca-Mg-Al-Si HO-CO, Modified from Greenwood (1967) and Kerrick (1974). Examples of four fracture-controlled alteration events are illustrated (A) Fluid in fracture is same temperature and composition as surrounding rocks at high XCO (B) Fluid in fracture is same temperature as surrounding rocks but has flushed some CO₂ out of the system. (C) Fluid in fracture is cooler than surrounding rocks and has flushed some CO₂ out of the system: (D) Fluid in fracture is a concentrated metasomatic fluid with magmatic components including Fe, Cu and S. Cc = calcite Ta = talc, other abbreviations as in Table 1

This early metamorphism and continued metasomatism at relatively high temperatures (Wallmach and Hatton (1989) describe temperatures >1200°C) are followed by retrograde alteration as temperatures decline. A link between space and time is a common theme in ore deposits and requires careful interpretation of features, which may appear to occur only in a particular place (e.g., Barton et al., 1991). For skarns related to plutons, there is a parallel relationship between the sequence of emplacement, crystallization, alteration and cooling of the pluton and the corresponding metamorphism, metasomatism and retrograde alteration in the

surrounding rocks. Figure 3 illustrates the general sequence of skarn development for such pluton-related systems. The degree to which a particular stage is developed in a specific skarn will depend on the local geologic environment of formation. For example, metamorphism will likely be more extensive and of higher grade around a skarn formed at relatively great crustal depth than one formed under shallower conditions (Fig. 3C). Conversely, retro grade alteration during cooling, and possible interaction with meteoric water, will be more intense in a skarn formed at relatively shallow depths in the earth's crust compared with one formed at greater depths (Fig. 3D). In the deeper skarns, carbonate rocks may deform in a ductile manner rather than through brittle fracture, with bedding parallel to the intrusive contact; in shallower systems the reverse may be true. These differences in structural style will, in turn, affect the size and morphology of skarn. Thus, host rock composition, depth of formation, and structural setting will all cause variations from the idealized pluton-associated skarn model of Figure 3. The nature of these variations with respect to individual skarn deposits is considered in more detail in later sections.

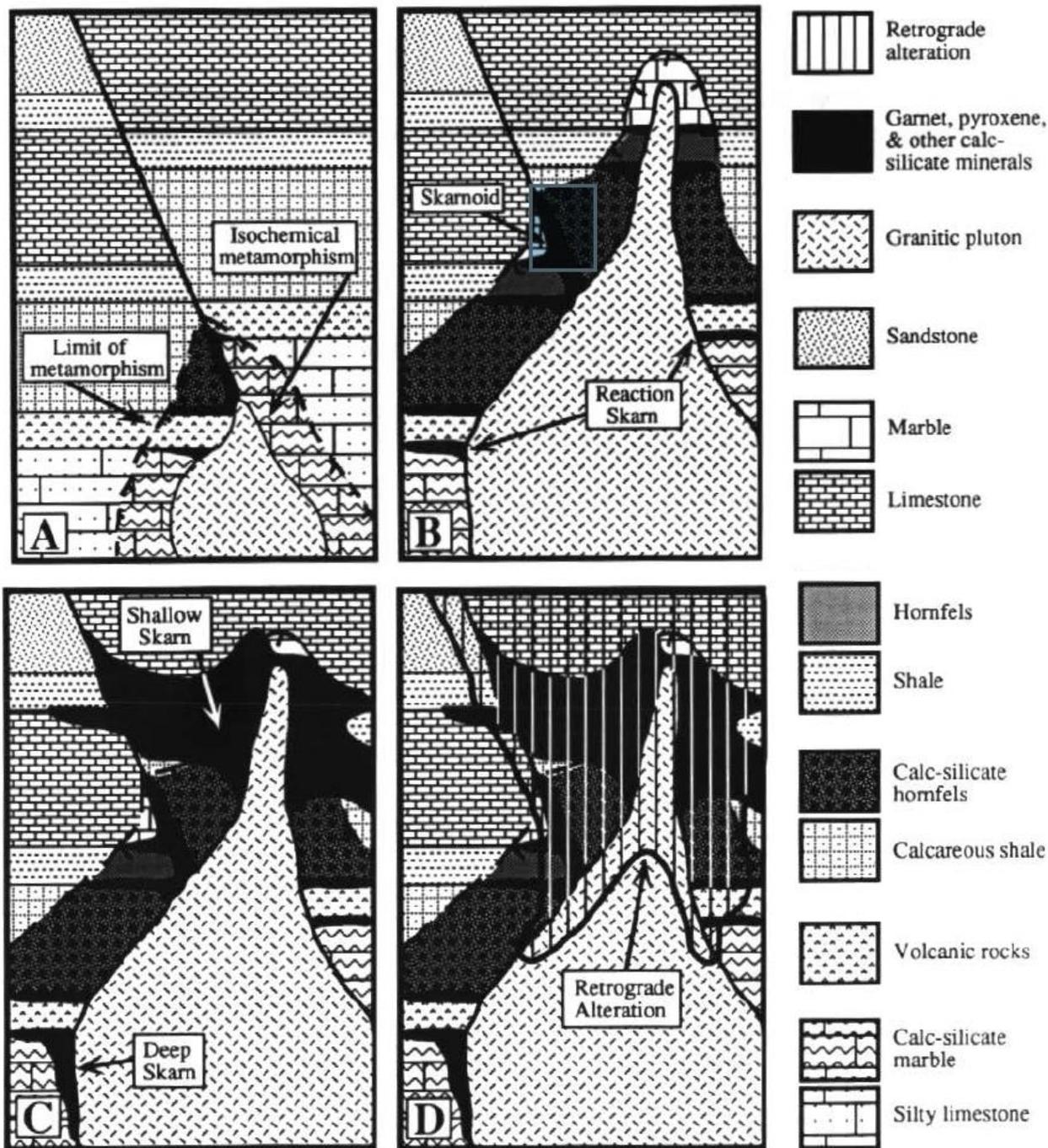
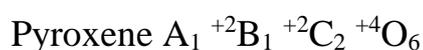
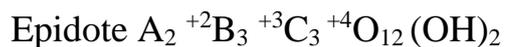
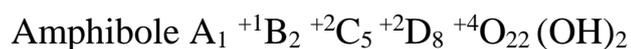


Figure 3 Evolutionary stages of pluton-associated skarn deposits: (A) Initial intrusion causes metamorphism of sedimentary rocks. (B) Metamorphic recrystallization and phase changes reflect protolith compositions, with local metasomatism and fluid circulation forming diverse calc silicate minerals (reaction skarns and skarnoid) in impure lithologies and along fluid boundaries. Note that metamorphism is more extensive and higher in temperature at depth than adjacent to the small cupola near the top of the system. (C) Crystallization and release of a separate aqueous phase result in fluid-controlled metasomatic skarn. Note that skarn at depth is small relative to the size of the metamorphic aureole. It is also vertically oriented compared to the laterally extensive skarn which locally extends beyond the metamorphic aureole near the top of the system. (D) Cooling of the pluton and the possible circulation of cooler, oxygenated meteoric waters cause retrograde alteration of metamorphic and metasomatic calc silicate assemblages. Note that retrograde alteration is more extensive in shallow zones.

Skarn mineralogy

The identification and classification of skarn deposits is based on their mineralogy. Although many skarn minerals are typical rock-forming minerals, some are less abundant and most have compositional variations that can yield significant information about the environment of formation. Table 1 lists many of the common skarn minerals and their end-member compositions. Some minerals, such as quartz and calcite, are present in almost all skarns. Other minerals, such as humite, periclase, phlogopite, talc, serpentine, and brucite, are typical of magnesian skarns but are absent from most other skarn types. Additionally, there are many Sn-, B-, Be-, and F-bearing minerals which have very restricted, but locally important, occurrences (e.g., Aleksandrov et al., 2000). The advent of modern analytical techniques such as electron microprobe analysis (EMPA) and laser ablation inductively coupled plasma mass spectroscopy (LA-ICPMS) makes it relatively easy to determine accurate in situ mineral compositions and consequently, to use precise mineralogical names. In the study of skarns it is important that mineralogical names are used correctly so as not to imply more than is known about the mineral composition. For example, the sequence pyroxene, clinopyroxene, calcic clinopyroxene, diopside pyroxene, and diopside are increasingly more specific terms with defined meanings. Unfortunately, it is all too common in the geologic literature for specific end-member terms, such as diopside, to be used when all that is known about the mineral in question is that it might be pyroxene. Most mineral formulas can be written in a general format whereby elements of similar ionic size and valence are grouped together in sites labeled A, B, C, etc. The general formulas for the minerals listed in Table 1 are as follows:





These general formulas are useful in understanding the potential substitutions of different elements into a specific mineral group and for evaluating the stoichiometry of a chemical analysis and plotting the end-member compositions on appropriate ternary diagrams. For example, the range of garnet and pyroxene analyses reported from major skarn deposit types worldwide is shown in Figure 4.

Table 1. Skarn Mineralogy

General group	End members	Abbreviation	Composition	Related names
	Grossularite	Gr	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$	Grandite
	Andradite	Ad	$Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$	
	Spessartine	Sp	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$	Subcalcic garnet
	Almandine	Al	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	
	Pyrope	Py	$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$	
Pyroxene	Diopside	Di	$CaMg_2Si_2O_6$	Salite
	Hedenbergite	Hd	$CaFe_2Si_2O_6$	
	Johannsenite	Jo	$CaMnSi_2O_6$	
	Fassaite	Fas	$Ca(Mg,Fe,Al)(Si,Al)_2O_6$	
Olivine	Forsterite	Fo	Mg_2SiO_4	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">}</div> </div>
	Fayalite	Fa	Fe_2SiO_4	
	Tephroite	Tp	Mn_2SiO_4	
	Monticellite	Mc	Ca_2SiO_4	
Pyroxenoid	Ferrosilite	Fs	$FeSiO_3$	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">}</div> </div>
	Rhodonite	Rd	$MnSiO_3$	
	Wollastonite	Wo	$CaSiO_3$	
				<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">}</div> </div>
				<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">}</div> </div>

Table continuation 1. Skarn Mineralogy

Amphibole	Tremolite	Tr	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Actinolite
	Ferroactinolite	Ft	$\text{Ca}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Manganese actinolite	Ma	$\text{Ca}_2\text{Mn}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Hornblende	Hd	$\text{Ca}_2\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Pargasite	Pg	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_4\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Hastingsite
	Ferrohastingsite	Fh	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_4\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Cummingtonite	Cm	$\text{Mg}_5\text{Fe}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Dannemorite	Dm	$\text{Mn}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})$	Subcalcic amphibole
	Grunerite	Gru	$\text{Fe}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
Epidote	Piemontite	Pm	$\text{Ca}_2\text{MnAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	
	Allanite	All	$(\text{Ca},\text{REE})_2\text{FeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	
	Epidote	Ep	$\text{Ca}_2\text{FeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	
	Pistacite	Ps	$\text{Ca}_2\text{Fe}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	
	Clinozoisite	Cz	$\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	
Plagioclase	Anorthite	An	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	
Scapolite	Meionite	Me	$\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{CO}_3,\text{OH},\text{Cl},\text{SO}_4)$	
Other	Vesuvianite (idocrase)	Vs	$\text{Ca}_{10}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Mn})_2\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{34}(\text{OH},\text{Cl},\text{F})_4$	
	Prehnite	Pr	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
	Axinite	Ax	$(\text{Ca},\text{Mn},\text{Fe})_3\text{Al}_2\text{BO}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}(\text{OH})$	

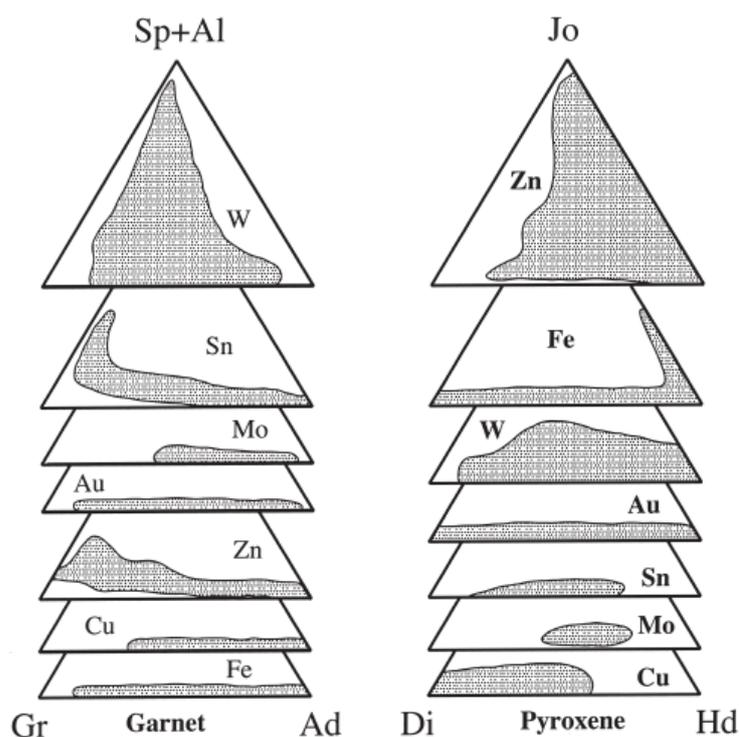


Figure 4. Ternary plots of garnet and pyroxene compositions from major skarn types. End members: Ad = andradite, Di = diopside, Gr = grossularite, Hd = hedenbergite, Jo = johannsenite, Pyralspite = pyrope + almandine + spessartine (from Meinert, 1992).

Amphiboles are more difficult to portray graphically because they have structural as well as compositional variations. The main differences between amphiboles in different skarn types are variations in the amount of Fe, Mg, Mn, Ca, Al, Na, and K. Amphiboles from Cu, Au, W, and Sn skarns are progressively more aluminous (actinolite-hastingsite-hornblende), amphiboles from Cu, Mo, Fe, and Au skarns are progressively more iron rich in the tremolite-actinolite series, and amphiboles from Zn skarns are both Mn rich and Ca deficient, ranging from actinolite to dannemorite. For a specific skarn deposit or group of skarns, compositional variations in less common mineral phases, such as bustamite, ilvaite, olivine, or vesuvianite, may provide insight into zonation patterns or regional petrogenesis (e.g., Giere, 1986; Agrell and Charnely, 1987; Silva and Siriwardena, 1988; Benkerrou and Fonteilles, 1989; Franchini et al., 2002).

The spatial and temporal arrangement of minerals in skarn deposits has long been a focus of study. As noted by Burt (1977), European researchers typically have emphasized spatial mineral zoning, whereas North American researchers have emphasized temporal mineral zoning in skarn deposits. Both types of zoning

occur in skarns and their superposition creates the characteristically complex patterns illustrated in Figure 3. In most skarns there is a general zonation pattern of proximal garnet, distal pyroxene, and vesuvianite (or a pyroxenoid such as wollastonite, bustamite, or rhodonite) at the contact between skarn and marble. In addition, individual skarn minerals may display systematic color or compositional variations within the larger zonation pattern. For example, proximal garnet is commonly dark red-brown, becoming lighter brown and finally pale yellow-green near the marble front (e.g., Atkinson and Einaudi, 1978). In skarn garnets this color zonation is not strictly due to major element compositional differences. Pure andradite garnet can span the entire range of colors and a given garnet color can span a range of compositions; however, in general Fe-rich garnets are darker than Fe-poor garnets. The change in pyroxene color is less pronounced than for garnet but typically does reflect a progressive increase in iron and/or manganese toward the marble front (e.g., Harris and Einaudi, 1982). For some skarn systems, these zonation patterns can be “stretched out” over a distance of several kilometers and can provide a significant exploration guide (e.g., Meinert, 1987). Retrograde skarn mineralogy, in the form of epidote, amphibole, chlorite, and other hydrous phases, typically is structurally controlled and overprints the prograde zonation sequence.

CONCLUSION

Thus, there commonly is a zone of abundant hydrous minerals along fault, stratigraphic, or intrusive contacts.

This superposition of later phases can be difficult to discriminate from a spatial zonation sequence due to progressive reaction of a metasomatic fluid. It is important to realize that hydrous minerals do not necessarily represent retrograde alteration (e.g., Dick and Hodgson, 1982). For example, the typically high $f_{\text{H}_2\text{O}}$ activities in Sn skarns can stabilize many hydrous minerals at high temperatures during early skarn alteration stages (e.g., Lost River, Alaska; Dobson, 1982). Stable isotope investigations also have documented important magmatic components in some retrograde alteration minerals (e.g., Bowman, 1998b; Meinert et al., 2003).

In general, retrograde alteration is more intense and more pervasive in shallower skarn systems. In some shallow, porphyry Cu-related skarn systems, extensive retrograde alteration almost completely obliterates the prograde garnet and pyroxene.

REFERENCES

- 1) World Skarn Deposits Lawrence-D. Meinert, Gregory M. Dipple, Stefan Nicolescu
- 2) Skarn radiogeochemical features.-L. P. Rikhvanov, S. I. Sarnayev, T. E. Bezhodarnova
- 3) Geology and geochemistry of the shang longshan skarn iron deposit, anhui province, China-Xu G., Lin X.
- 4) Electronic resource <https://ru.wikipedia.org/wiki/Skarn>
- 5) The Nikolaevsky base-metal skarn deposit, primorye, Russia-Rogulina L.I., Sveshnikova O.L.
- 6) Skarns and Skarn Deposits Lawrence-D. Meinert

