

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки Геология 05.04.01  
 Отделение школы (НОЦ) геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Геолого-геохимические условия локализации редкометалльных пегматитов Таджикистана</b>

УДК 553.493.5.063:550.4 (575.3)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Муродов Максуд Нурматович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	д.г.-м.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е.Г.	д.г.-м.н.		

Томск – 2021 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 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 выполнить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях. Способен выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
P3	Может 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 ГРР, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-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	Способен 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 Инженерная школа природных ресурсов**  
 Направление подготовки (специальность) **05.04.01 Геология**  
 Отделение школы (НОЦ **Отделение геологии**)

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Язиков Е.Г.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ91	Муродову Максуду Нурматовичу

Тема работы:

<b>ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТАДЖИКИСТАНА</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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>Опубликованная и фондовая специализированная литература, каменный материал, отобранный автором в полевых условиях.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проработка литературы по геологическому строению и истории геологического развития Намангутского пегматитового поля;</li> <li>- Анализ геологических, геоморфологических условий нахождения редкометалльные пегматиты Таджикистана;</li> <li>- Изучение геолого-геохимической локализации редкометалльных пегматитов;</li> <li>- Особенности вещественного состава пегматита и внутреннего строения Намангутского пегматитового поля.</li> </ul>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схематическая геологическая карта Юго-Западный Памира; Карта размещения пегматитовых полей Памира,</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н. Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООТД, Романова Светлана Владимировна

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Mineralogy and geochemistry of rare metal pegmatites of the Namangut pegmatite field

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И	Д.Г.-М.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Муродов Максуд Нурматович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
2ЛМ91	Муродову Максуду Нурматовичу		
<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.01 Геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>Премияльный коэффициент 30%. Коэффициент доплат и надбавок 20%. коэффициент дополнительной заработной платы 12%, Коэффициент, учитывающий накладные расходы 16%. Районный коэффициент 30%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2 SWOT - анализ 1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации
2. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет.	2.1 Контрольные события проекта 2.2 Бюджет научного исследования 2.3 Организованная структура проекта
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	3.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 3.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта НИИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки НИИ
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	31.01.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		31.01.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ЛМ91	Муродов Максуд Нурматович		31.01.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ91	Муродову Максуду Нурматовичу

<b>Школа</b>	<b>Школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (ОКД)</b>	<b>Отделение контроля и диагностики</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление</b>	05.04.01 Геология

Тема ВКР:

Геолого-геохимические условия локализации редкометалльных пегматитов Таджикистана	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования являются свойства редких металлов. Рабочее место расположено в 540 аудитории 20 корпуса ТПУ.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> -специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- ГОСТ 12.2.032-78 - ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ - Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ
<b>2. Производственная безопасность</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	- недостаточное освещение рабочей зоны; - отклонение параметров микроклимата; - нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса; - повышенный уровень шума - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
<b>3. Экологическая безопасность</b>	- Правила утилизации ПК и комплектующих; - Правила утилизации макулатуры; - Правила утилизации люминесцентных ламп;
<b>5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.02.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Муродов М.Н		

## Обозначения и сокращения

Ал-альбит

ГОСТ – межгосударственный стандарт

ГРЭ - Геолого-разведочные экспедиции

Кв-кварц

Кол-колумбит

Мус-мусковит

м-б-масштаб

Тур-турмалин

РЗЭ–редкоземельные элементы

ФЗ–федеральный закон

МИНОЦ–Международный инновационный научно-образовательный  
центр

ПК – персональный компьютер

ПШ - полевые шпаты

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 127 страниц, 35 рисунков, 39 таблиц, 54 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: пегматиты, Намангутское пегматитовое поле, редкие металлы, пегматитовые поля, Памир, Таджикистан.

Объектом исследования является Намадгутское пегматитовое поле (Юго-Западный Памир).

Целью исследования является изучение минералого-геохимической характеристики вещественного состава редкометалльных пегматитов Намадгутского пегматитового поля (Юго-Западный Памир).

В процессе исследования проводилось изучение минерального и вещественного составов редкометалльных пегматитов.

В результате исследования описаны геолого-геохимические условия локализации редкометалльных пегматитов Таджикистана; изучен минеральный состав Намангутского пегматитового поля (Юго-Западный Памир) и вещественный состав пегматитов.

Область применения: результаты данного исследования могут применяться при доразведочных работах на территории Намангутского пегматитового поля (Юго-Западный Памир) Республики Таджикистана, в частности для пегматитов Памира.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	11
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕГИОНЕ РАБОТ .....	13
1.1 Географо-экономическая характеристика района .....	13
1.2 История геологического изучения Памира и редкометалльных пегматитов.....	15
2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА .....	18
2.1 Стратиграфия.....	18
2.2 Тектоника .....	22
2.3 Минерагения Таджикистана .....	24
2.3.1 Редкометалльные пегматиты .....	24
3. ПЕГМАТИТОВЫЕ ПОЛЫ ТАДЖИКИСТАНА (ПАМИР) .....	28
3.1. Геологическое строение и содержание редких металлов в пегматитовых полях Таджикистана .....	28
3.1.1 Бакчигирское пегматитовое поле .....	31
3.1.2 Намангутское пегматитовое поле.....	32
3.1.3 Колхозобод-Тагликхасское пегматитовое поле.....	34
3.1.4 Дузахдаринское пегматитовое поле.....	35
3.1.5 Южно-Аличурское пегматитовое поле.....	35
3.1.6 Рушанское пегматитовое поле.....	36
3.1.7 Шугнанское пегматитовое поле .....	36
3.1.8 Агаджанское пегматитовое поле .....	37
3.1.9 Зоркульское пегматитовое поле .....	37
3.1.10 Курустыкское пегматитовое поле .....	37
3.1.11 Пиш - Хидоржевское пегматитовое .....	38
3.1.12 Порджузское пегматитовое поле.....	38
3.1.13 Ясногорское пегматитовое поле.....	38
4 Методы исследований .....	39
4.1 Петрографические исследования .....	39
4.2 Метод электронной микроскопии .....	40
4.3 Методика обработки информации .....	42
5 МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ НАМАНГУТСКОГО ПЕГМАТИТОВОГО ПОЛЯ.....	43

5.1 Геохимические особенности редкометалльных пегматитов .....	43
5.2 Вещественный состав пегматитов .....	44
5.2.1 Основные минералы пегматитов .....	45
5.2.2 Акцессорные минералы пегматитов .....	54
5.3 Формы нахождения редких металлов в пегматитах .....	58
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	63
6.1 Предпроектный анализ .....	64
6.2 Инициация проекта .....	70
6.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	72
6.4 Бюджет научного исследования .....	75
7. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	91
Введение .....	91
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	91
7.2 Производственная безопасность .....	94
7.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	95
7.4 Экологическая безопасность.....	102
7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	104
Заключение .....	108
Список использованной литературы:.....	109
Приложение А .....	114

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки и техники прежде всего связано с использованием редких металлов. Их использование стало причиной возникновения ряда отраслей промышленности, науки и современной техники. Все сверхлегкие, сверхмагнитные, сверхжаростойкие сверхтвердые, и высокопрочные конструкционные материалы в наши дни создаются использованием редких.

К редким металлам геологи относят 36 химических элементов. Периодическая система элементов Дмитрия Ивановича Менделеева, которая начала широко осваиваться промышленностью только в 1950-1960-х годах. [1]

В Таджикистане производством продукции из редких металлов занимались Открытое акционерное общество "Комбината фузулоти нодири Ленинобод", Открытое акционерное общество "Тамохуш-Исфаринский гидрометаллургический завод" и Государственное унитарное предприятие "Фулузоти нодири Тоҷикистон", которые в настоящее время работают на 10-15 процентов производственной мощности. [2]

Ещё в древности в Памире были известны наличие существующих видов полезных ископаемых, подобных свинец, шпинель, золото, а также лазурит, медь, серебро, рубины.

Об этом свидетельствует обнаружение в разных местах Памира древних золотых приисков (Сауксай, Западный Памир, Хуф, Дарваз, Бартанг), серебра (долины Токузбулак, Якчилва, Марджанай и др.), Свинца (долины реки Аксу - Мургаб), в лал (Кухилал) и др. [3]

Объектом исследования является Намадгутское пегматитовое поле (Юго-Западный Памир).

Целью исследования – является изучение минералого-геохимической характеристики вещественного состава редкометалльных пегматитов Намадгутского пегматитового поля (Юго-Западный Памир).

Основные задачи исследования:

1. Изучить современное состояние геологической изученности и редкометалльной металлогении Намадгутской пегматитовой полы.
2. Выполнить детальное изучение вещественного состава редкометалльных пегматитов на основе современных аналитических методов.

Практическая часть исследования была основана на каменном материале, предоставленном автору научным руководителем. Он представлен 6 образцами, отобранными из пегматитов из разных зон Намадгутской пегматитовой полы. Для изучения геохимических свойств минералов использовались следующие аналитические методы: электронно-микроскопический метод, методика обработки информации. Данная работа проводилась на базе МИНОЦ «Урановая геология» НИТПУ. Кроме того, петрографические особенности описаны путем изучения 6 прозрачных шлифов.

Автор работы выражает огромную благодарность своему научному руководителю, доктору геол.-минерал. науку, профессору Сергею Ивановичу Арбузову за предоставленный каменный материал, а также за терпение и неоценимую помощь в процессе работы. Автор благодарит сотрудников лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» за помощь в понимании интерпретации полученных данных. Автор выражает особую благодарность заведующую кафедрой «Геоэкология и геохимия», доктору геол.-минерал. науку, профессору Егору Григорьевичу Языкову.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕГИОНЕ РАБОТ

### 1.1 Географо-экономическая характеристика района

Таджикистан расположен на южной окраине Средней Азии. (рисунок 1). Граничит на западе и северо-западе территории с Узбекистан, на северо-западе, с Киргизии, на востоке с Китаем и на юге —с Афганистаном. Площадь Таджикистан равно примерно 141 400 км<sup>2</sup>. Он вытянут с запада на восток и сильно сужено в средней части. Границы Республики имеют сложные очертания. [3]

В административном отношении территории Таджикистан делится на Согдийскую область, Горно-Бадахшанскую автономную область и ряд районов. Наиболее крупными городами являются Душанбе (столица) и Худжанд. Центром Горно-Бадахшанской автономной области является г. Хорог (рисунок 1). [3]

Таджикистан - типичная горная страна, расположенная высоко над уровнем моря. Он отличается большим контрастом высот и является частью пояса высоких нагорья Азии. По средней высоте Таджикистан — одна из наиболее возвышенных частей СНГ. Здесь находятся высочайшие вершины в СНГ, достигающие более 7 км (пик Абуали ибн Сино, пик Исмоила Сомони) и протягиваются горные хребты Южного Тянь-Шаня, Памира, Алайской системы и. Многочисленные реки относятся к бассейнам Аму-Дарьи Сыр-Дарьи, Зеравшана и Тарима. [3]

## Административно - территориальное деление Республики Таджикистан



Рис. 1. Схема административного деления Таджикистана [3]

## 1.2 История геологического изучения Памира и редкометалльных пегматитов

История геологического изучения территории Таджикистан тесно связана с историей изучения всей Средней Азии. До XIX столетия о геологическом строении и горных богатствах

Первое научное свидение географических и геологических характеристики о Памире относятся к концу XIX в. С этого времени ведутся геологические исследования. Геологически изучение Памира с конца 19 века до наших временей было в разных деталях и направлениях. Геологическое изучение региона разделено на 4 периода.

Первый период (конец XIX - 1917 г.) включает эпизодические исследования Памира русскими и другими зарубежными учеными.

Второй период (1918-1937 гг.) Представляет собой систематические геологические исследования, проводимые затем Октябрьской революции и установления Советская власть в Таджикистане и связанные, в основном , с Таджикской единой экспедицией и Таджикско-Памирской экспедицией..

Третий период (1938-1952 гг.) Связан с развитием деле Таджикского ГЭР филиала АН СССР «Институт геологии АН Таджикского Союза ССР».

Четвертый период, с 1953 г., характеризуется широким спектром комплексных геологических исследований, проводимых Памирской геологоразведочной экспедицией.

С 31 марта 1953 года Памирская геологическая группа организована под эгидой Таджикского геологического управления, затем в марте 1954 года была переименована в Памирскую геологоразведочную экспедицию. С тех пор Государственная геологическая служба была развернута на Памире в масштабе 1: 200 000, затем в масштабе 1: 50 000, тематические исследования, специализированные работы по поиску и разведке борного сырья, вольфрама, олова, золота, серебро, медь, бериллий, ртутьсвинец, редкие элементы, уголь, каменная соль, строительные материалы. В 1965 году Государственная геологическая съемка в масштабе 1: 200 000 была завершена, а в 1966 году

экспедиция начала крупномасштабную Государственную геологическую службу в масштабе 1: 50 000.

Государственная геологическая съемка м-ба 1: 200 000 (1953-1965) проводилась по листам на всей площади Памира, включающей 15-листов. На площадях съемки проводились также тематические работы по стратиграфии, магматизму, четвертичной геологии, геоморфологии и др.

Исследования тектоники Памира проводил П.Д. Виноградов, Д. Наливкин, М. Кухтиков, который в 1956-1959 гг. опубликовал ряд работ по тектонике этого региона и разработал схемы тектонических зон Памира.

В 1959-1961 гг. Памирской ГРЭ были проведены тематические работы по тектонике Памира, которые осуществлялись Б.П. Бархатовым и Г.Г. Мельником. В результате данных работ в 1962г. была составлена тектоническая карта Памира в м-бе 1: 500 000 с объяснительной запиской к ней. Согласно предложенной им тектонической схеме Памир по возрасту завершающей складчатости делится на две зоны Северный и Южный Памир. Границей между ними служит Акбайтальский разлом.

В дальнейшем в 60-е годы изучением тектоники Памира занимались В.И. Дронов, А.Х.Кафарский, М.С. Дюфур, Э.Я. Ливен, С.С. Карапетов, С.В. Руженцев, В.А. Швольман и др.

В 1969 г. В.И. Дронов и А.Х. Кафарский составил тектоническую схему Памира в масштабе 1: 100 000 и пояснительную записку. По этой схеме Памир разделена на три тектонических области – Южный, Юго-Западный, и северный Памир.

В 1959г. в составе Памирской ГРЭ была организована тематическая литологическая партия, которая работала до 1965 года под руководством Л.Н. Афиногеновой. По итогам тематических работ за 1959-1965гг. была составлена Комплексная металлогеническая карта Центрального и Юго-восточного Памира м-ба 1: 200 000 и объяснительная записка к ней.

В 1978-1980 гг. А.Л. Копылов и др. Провели тематические работы по составлению прогнозной металлогенической карты Памира в масштабе 1: 500

000 в рамках металлогенической карты Средней Азии. В результате проведенных работ были разработаны: металлогеническая, строительно-формационная и прогнозная карты Памира в масштабе 1: 500000.

1984–1987 годы. Памирским ГРЭ под инструкцией М. Безуглы водились тематические исследования по металлогении Южной части Памира с целью моделирования его поверхности на серебро и золото, в итоге что была подготовлена металлогеническая прогнозная карта в масштабе золото и серебро, в результате чего была подготовлена прогнозная металлогеническая карта в масштабе 1: 200000 с пояснением к нему.

В 90-е годы в связи с распадом Союза, прекращением финансирования, оттоком подавляющего количества специалистов, работы на Памире почти были приостановлены. Но несмотря на вышеуказанные трудности, геологи Памирской экспедиции ни одного дня не прекращали работы.

В период с 1992-1998 годы были проведены геологоразведочные работы на Ранкульском месторождении россыпного золота, на месторождении цементного сырья Нижнего Ванча. Составлены несколько геологических отчетов по результатам ранее проведенных, но незавершенных полевых работ.

В 1997-1999 годы начата детальная разведка месторождения Икар.

В настоящее время поисково-оценочные работы ведутся в районе проявлений медно-никелевых руд Гишун и Хукас. Ведутся работы по марганцевому оруденению (Северный Памир) и предварительная разведка серебра на Якчилвинском рудном поле. Продолжаются поисково-оценочные работы на глиноземное сырье Курговатской площади. [3]

## 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА

### 2.1 Стратиграфия

Территория Юго-Западного Памира сложен докембрийскими метаморфическими породами, которые представлены мощным слоем различных гнейсов с пачками кристаллического сланца и мрамора. В пределах этой толщи выделены образования двух разновозрастных структурно-формационных комплексов: архейские породы основания (горанская и шахдарская серии, а также хорогский ортокомплекс) и нижнепротерозойские породы чехла – аличурская серия. [4] (Рисунок 2)

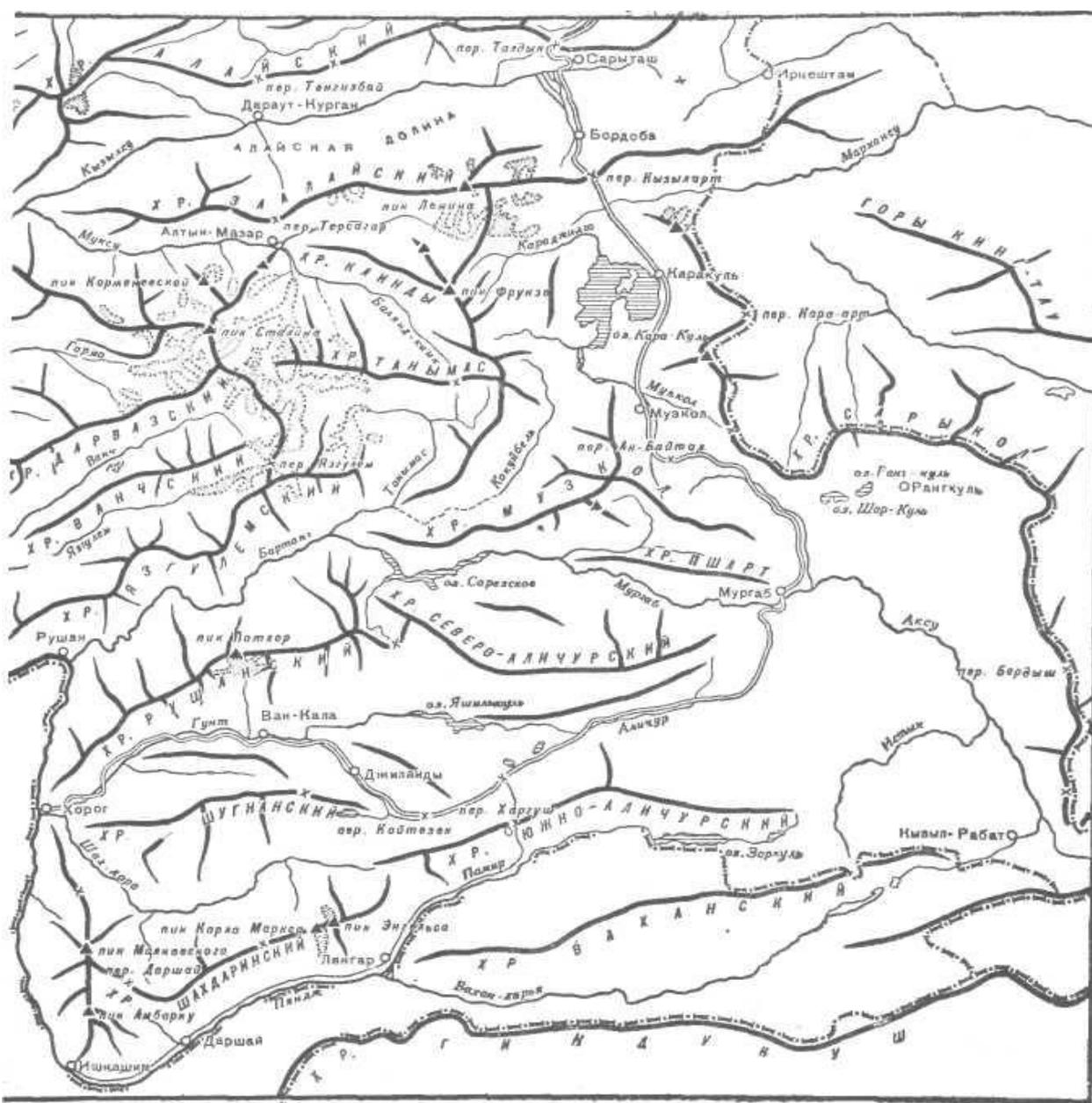


Рисунок 2 - Схема горных хребтов Памира [П. Лукницкий]

*Горанская серия.* Серия представляет толщину метаморфизованные карбонатные терригенные породы с подчиненной ролью ортопедической. В серии Горана снизу-вверх выделяют три слоя: 1) Мрамор-кварцит-гнейс, 2) мрамор-гнейс, 3) гранитный мрамор Гнейс. Нижняя часть ряда не обнажена, тектонически перекрыта. Ортокомплексная тренировка в Хороге. Общая вместимость 3400-4000 м. [4]

*Хорогский ортокомплекс.* Выходы пород ортокомплекса в проекте образуют линейно вытянутую полосу (карта) на восточном скате хребта Шахдарин. К западу от основного поля выходов на поверхность в водораздельной части хребта Шахдара и на его западном склоне отмечаются единичные выбросы пород ортокомплекса. Этот ортокомплекс представляет собой пласт метаморфических пород, в основном магматического происхождения. В составе преобладают ортогнейсы и амфиболовые мигматиты. Они имеют ярко выраженную кристаллизационную слоистость и содержат многочисленные спиральные тела массивных пород: амфиболитов, эклогитовых пород, метагипербазитов, а также линзовидные и диаферические тела гранитов чарнокитовой формации. Все эти массивные породы образуют систему чередующихся линзовидных тел, пространство которых заполнено расчлененными породами. [4] Общая мощность комплекса от 500 до 2000 м.

*Шахдаринский хребет* В метаморфической толще выделены следующие свиты (снизу-вверх): горанская, представленная раскристаллизованными доломитизи - рованными мраморами и мигматитовыми гнейсами, которым подчинены иногда прослои роговообманковых гнейсов и ортогнейсов; мощность около 3000 м.

- хорогская, представленная мигматитовыми биотитовыми гнейсами без прослоев мраморов; мощность около 2000 м;

- шугнанская, состоящая из серых, часто полосчатых мраморов с «галлами» гнейсо-гранитов и налегающих на мраморы очковых гранато-биотитовых гнейсов; общая мощность около 700 м;

- врангская, названная ранее беломраморной по преобладанию в ее составе пачек белого мрамора; мощность около 1000 м;
- аличурская, представленная буровато-серыми мелкоочковыми гнейсами с прослоями мраморов; мощность около 1800 м.

Для средней ее части вводятся новые названия свит, поскольку имеются существенные расхождения в их характеристике по сравнению со схемой С. И. Клунникова (табл. 1).

*Аличурская серия.* Серия условно имеет нижнепротерозойский возраст. Аличурская серия отличается от горанской и шахдаринской серий как характером метаморфизма, так и литологией. В ее составе карбонатные породы занимают относительно небольшой объем и приурочены в основном к средней части разреза. Они представлена преимущественно кальцитовыми мраморами и мраморизованными известняками. Метапелитовые гнейсы представлены биотитовыми разновидностями, часто с мусковитом, фибролитом и андалузитом. Серия характеризуется максимумом проявления гранитоидного магматизма и ультраметаморфизма. [4] Общей мощностью серии составляют от 4000 до 5000 м.

Название свит	Мощность, м	Краткая характеристика	Краткая характеристика	Мощность, м	Название свит
Аличурская	Около 1800	Свита представлена в основном буровато-серыми мелкоочковыми гнейсами. В средней и верхней частях ее содержатся мощные пачки мраморов	Верхи свиты - биотитовые гнейсы и мигматиты катаклазиты, милониты. Ниже—гнейсы с прослоями и линзами белых скар-нированных мраморов. В средней части свиты—биотитовые гнейсы и мигматиты с маломощными прослоями гранато-биотитогнейсов. В основании свиты—биотитовые гнейсы и мигматиты	Около 3000	Аличурская
Врангская	Около 1000	Гнейсы, переслаивающиеся с мощными, иногда преобладающими пачками белого мрамора (свита называлась ранее беломраморной)	Дробно чередующиеся разнообразные по составу и структуре гнейсы без прослоев мраморов	Не менее 1500	Друмдаринская
			В основном мраморы с подчиненными им горизонтами биотитовых гнейсов	Около 500	Даштская
Шугнанская	Около 700	Серые, часто полосчатые мраморы с “галькой” гнейсо-гранитов. На мраморах залегают очковые гранато-биотитовые гнейсы	Чередующиеся слои мелкозернистых биотитовых, гранато-биотитовых и амфиболово-биотитовых гнейсов с пластами и линзами мраморов, иногда с „будино подобными" образованиями	Около 700	Змудская
Хорогская	Около 2000	Мигматитовые биотитовые гнейсы без прослоев мраморов	В основном гранато-биотитовые и биотитовые гнейсы с редкими маломощными пластами мрамора. Вверху пласт мрамора 10 м мощности	Около 800	Птупская
			В основном биотито-амфиболовые и реже чисто амфиболовые плагиогнейсы и биотитовые гнейсы. Верхняя часть свиты состоит из пачки гнейсов, чередующихся смраморами	Около 1000	Ямчинская
			В основном биотитовые гнейсы и мигматиты (без амфиболовых гнейсов), с прослоями силлиманито- биотитовых, гранато-биотитовых, кианито-биотитовых гнейсов и местами мраморов	Около 1 500	Гармчашминская
Горанская	Около 3000	Доломитизированные „вонючие” мраморы и мигматитовые гнейсы с подчиненными прослоями роговообманковых гнейсов и ортогнейсов	В основном серые биотитовые, реже силлиманито биотитовые, а иногда гранатсодержащие гнейсы. Гнейсам подчинены частые прослои в основном скар нированных мраморов, а иногда амфиболовых гнейсов. В верхней части свиты—мощные горизонты мраморов	Около 2 000	Горанская

Таблица 1. Схема расчленения метаморфической толщи Юго-Западного Памира [П. Я. Антропов] - 1959

## 2.2 Тектоника

Юго-Западный Памир является одним из горных районов Памира (Рисунок 2). Он относится к Южно-Памиро-Каракорумской мезокайнозойской складчатой системе и представляет собой докембрийский (архей-протерозойский) срединный массив, сложенный метаморфитами гранулитовой и высоко температурной амфиболитовой фаций. [5]

Комплекс метаморфических пород Юго-Западного Памира контактирует на севере с мезозойскими и верхнепалеозойскими отложениями зоны Центрального Памира по линии надвига. Эта линия проходит вдоль северного склона Рушанского хребта и через западную часть хребта Базардара, изгибаясь дугообразно к северу. Восточнее граница проводится условно по долинам рек. Аличур и Гурумды. Зона продолжается на юго-запад, на территорию Афганистана. [6]

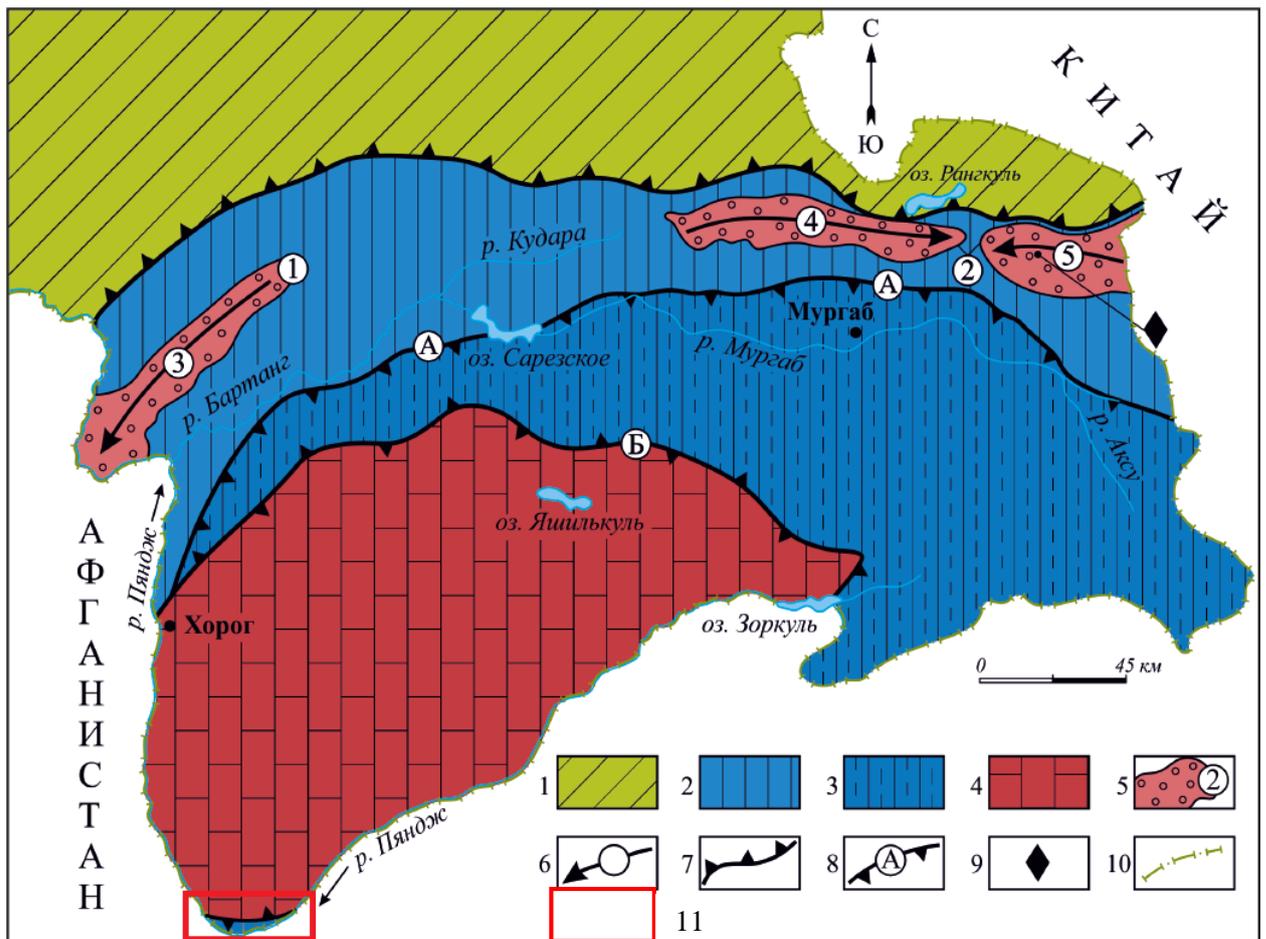


Рисунок 3 Тектоническая структура Памира. Тектоническая схема Б.П. Бархатова. [23] С небольшими дополнениями автора

*1 – герцинская Северопамирская складчатая система; 2–4 – тектонические зоны в киммерийской складчатой системе Южного Памира: 2 – Центральный Памир; 3 – ЮгоВосточный Памир; 4 – Юго-Западный Памир; 5 – фундамент Центрального Памира, цифры в кружках (1–2) метаморфические серии: 1 – шипадская; 2 – музкользская; 6 – антиклинории, стрелка указывает на направление погружения шарнира: 3 – Ванч-Язгулемский; 4–5 – МузколРангульский: 4 – Сарымулинская и 5 – Шатпутская антиклинали; 7 – разлом между складчатыми системами – Ванч-Акбайтальский; 8 – разломы между тектоническими зонами (А, Б): А – Рушанско-Пшартский; Б – Гунт-Аличурский; 9 – месторождение Черногорское; 10 – государственная граница Республики Таджикистан на юге и западе проходит по реке Пяндж – верхнему течению р. Аму-Дарья [23]. 11 - (красным цветом выделена Намангутская пегматитовая поля)*

Территория Юго-Западного Памира имеет сложное тектоническое строение. Здесь сочетаются различные по масштабу, генезису, ориентировке и возрасту структуры. Простые, пологие, крупные складки, измеряемые десятками километров, наложены на сложно деформированные слои с изоклинальной складчатостью, складками течения и плейчатостью пород, зонами послойных дифференциальных перемещений. [5]

Структурой первого порядка является огромный «крестообразный брахиантиклиналь (купол)». Эта своеобразная антиклинальная структура представляет собой сочетание Ваханской брахиантиклинали северо-восточного простирания с осложняющей её в центре Абхарвской брахиантиклиналью, протягивающейся в северо-западном направлении. Ваханская брахиантиклиналь резко асимметрична: юго-восточное её крыло более крутое и осложнено складками второго и более высоких порядков у крупного разлома, обрывающего брахиантиклиналь с юга; северо-западное крыло очень пологое. Поперечная Абхарвская брахиантиклиналь, по-видимому, построена еще более просто [6].

Многими исследователями отмечается полиэтапность формирования структурного плана региона. Структурные элементы ранних этапов (то есть связанные с гранулитовым метаморфизмом) распознаются с трудом, так как затушеваны последующими тектоно-метаморфическими циклами. [5].

## 2.3 Минерагения Таджикистана

### 2.3.1 Редкометалльные пегматиты

На территории Таджикистана литий, бериллий, тантал, ниобий встречается главным образом в гранитных пегматитах, поля которых распространены в Туркестанском и Гиссарском хребтах и на Памире. Редкометалльные пегматиты Туркестанского хребта б период с 1933 по 1945 г. изучались с точки зрения их оловоносности. Результаты этих работ приводятся в работах Д. И. Щербакова (1936), А. Ф. Соседко (1934) и др. С 1945 по 1949 г. изучением пегматитов Туркестанского хребта занимались С. И. Коган, А. А. Беус и др. (1951 ф) с целью оценки их как источников литиевого и бериллиевого сырья. [7]

Редкометалльные пегматиты Памира изучаются с 1958 г. по настоящее время геологами Таджикского геологического управления. Они связаны с интрузиями биотитовых и двуслюдистых гранитов, верхпемелового возраста, представляющих межформационные залежи, внедрившиеся по региональному разлому между метаморфической толщей Юго-Западного Памира ваханской серией и перекрывающими ее пермотриасовыми отложениями. Крупнейшей из этих интрузий является Памиро-Шугнанская, простирающаяся в широтном направлении на 230 км (рисунок 6). [7]

К настоящему времени в пределах Юго-Западного Памира установлены три главных поля редкометалльных пегматитов — Шугнанское, Южно-Аличурское и Намангутское. [7] Характеристика их приводится в табл. 2 (рисунок 4)

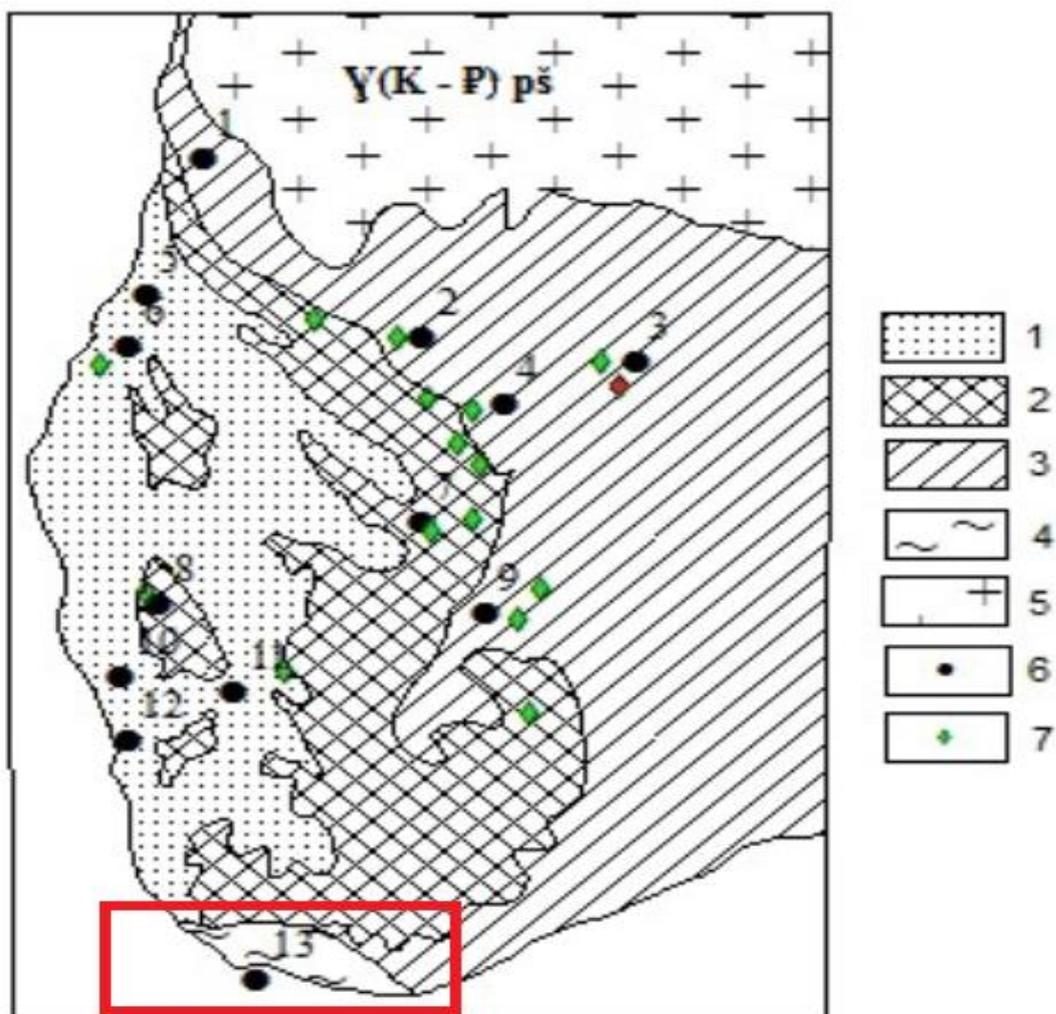


Рисунок 4 - Схема геологического строения территории Юго-Западного Памира и размещения в его пределах пегматитовой формации [8]

1-3 – метаморфические породы докембрийского возраста (1-горанская серия, 2-хорогский ортокомплекс, 3-шахдаринская серия); 4-верхнетриасовые сланцы; 5-мел-палеогеновые граниты памирско-шунганского комплекса; 6-основные пегматитовые поля и проявления (1-Нишупское, 2-Тусионское, 3-Шахдаринское, 4-Вездаринское, 5-Гармчаиминское, 6-Кугиляльское, 7-Ляджвардоаринское, 8-Дарайстажское, 9-Даршайское, 10-Авджское, 11-Абхарвское, 12-Сумджинское, 13-Намангутское (красным цветом выделена Намангутская пегматитовая поля) ); 7-пегматиты малоглубинной миароловой формации

Таблица-2 Характеристика пегматитовые полы Юго-Западного Памира [7]

Наименование пегматитового поля	Наименование материнской интрузии	Пространственное положение поля относительно материнской интрузии	Породы, вмещающие пегматиты	Размеры поля, км	Количество редкометалльных пегматитовых тел в пределах поля	Тип редкометалльных пегматитов
Шугнанское	Памирско-Шугнанская	Останец кровли в западной части интрузии	Филлитовилные сланцы и метаморфизованные песчаники	46×2-3	Несколько сот	1. Мусковит-микроклиновые пегматиты 2. Альбитизированные аплит-пегматиты 3. Сподуменовые пегматиты
Южно-Алнчурское	Памирско-Шугнанская	Северный экзо контакт в центральной части интрузии	Гнейсированные гранитоиды харгушского типа	40×2-3	То же	1. Альбитизированные альбит-пегматиты и пегматиты
Намангутское	Намангутская и Ринская	Западный экзо контакт Намангутской и восточный экзо контакт Ринской интрузий	Филлитовидные сланцы и метаморфизованные песчаники	9×2-3	60-70	1. Альбитизированные пегматиты 2. Сподуменовые пагма-титы

аплитоидобного мелкозернистого агрегата и очень часто интенсивное проявление процессов кварцево-мусковитового метасоматоза и альбитизации. С процессами замещения и в первую очередь с альбитизацией связано образование мелкокрапленного берилла и колумбит-танталита.[7]

Содержание окиси бериллия в этих пегматитах колеблется от 0,04 до 0,09%, в среднем составляет 0,06%, содержание тантала и ниобия не превышает тысячных долей процента. Характерно довольно равномерное содержание окиси бериллия, не изменяющееся с глубиной. Грейзенизация и оловянное оруденение проявлены очень слабо. В альбитизированных аилит-пегматитах сосредоточены значительные запасы бедных бериллиевых руд. Прогнозные геологические запасы окиси бериллии в этом типе руд для всего Юго-Западного Памира оцениваются в первые десятки тысяч тонн.[7]

### 3. ПЕГМАТИТОВЫЕ ПОЛЫ ТАДЖИКИСТАНА (ПАМИР)

#### 3.1. Геологическое строение и содержание редких металлов в пегматитовых полях Таджикистана

В результате геологических поисковых и съемочных работ, проведенных в период с 1958 по 1994 г. на Памире выявлено 11 пегматитовых полей (рисунок - 4), потенциально перспективных в отношении наличия промышленных запасов Ta, Nb, Be, Cs, Li, Sn, имеющих стратегическое значение [10-12]. К наиболее крупным пегматитовым полям относятся Шугнанское, ЮжноАличурское и Намангутское; другие пегматитовые поля (Колхозобод Тагликхасское, Дузахдаринское, Зоркульское, Бакчигирское, Рушанское, Агаджанское, Курустыкское и Ясногорское) являются сравнительно более мелкими [9].

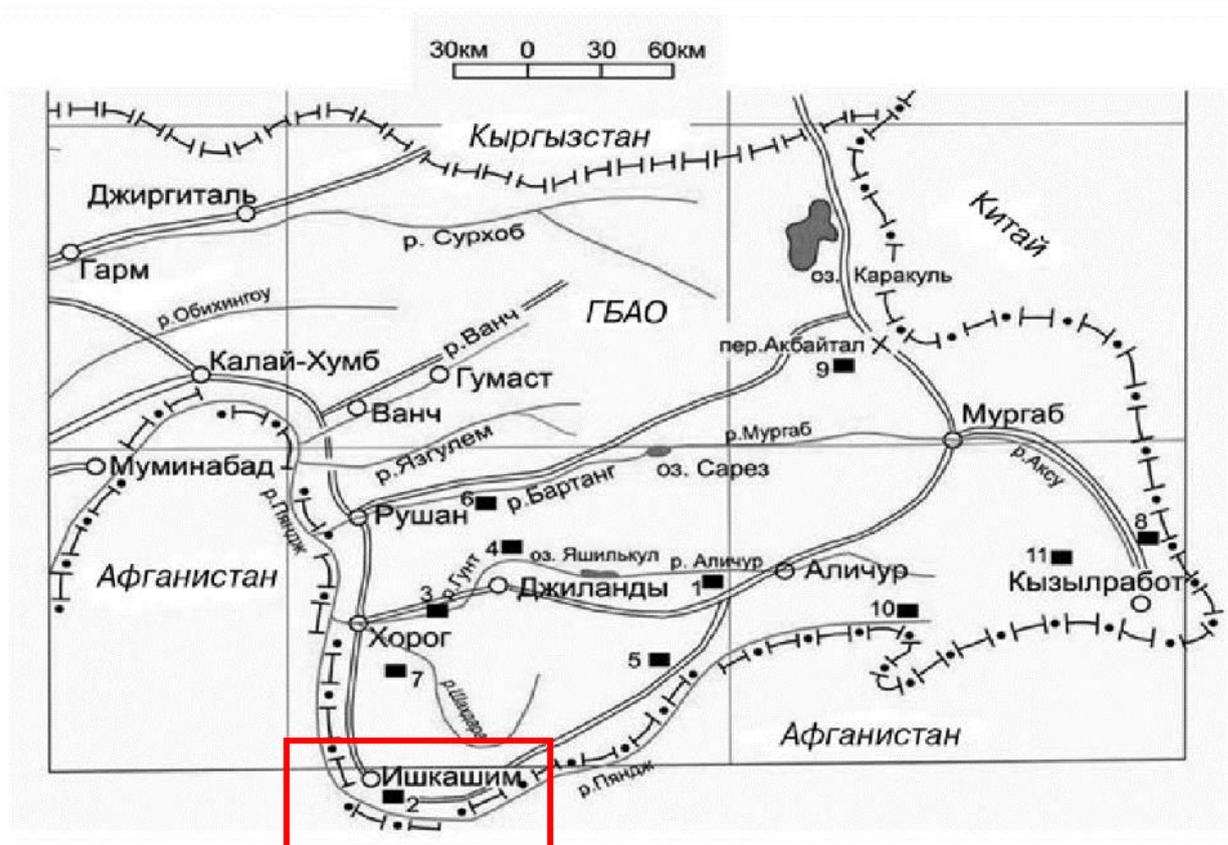


Рисунок-4 Схема размещения пегматитовых полей Памира, связанных с Памиро-Шугнанским интрузивным комплексом [10]:

1 — Бакчигирское; 2 — Намангутское (выделено красным цветом); 3 — Колхозобод-Тагликхасское; 4 -Дузахдаринское; 5 — Южно-Аличурское; 7 — Шугнанское; 10 — Зоркульское;

и пегматитовых полей Рушанского хребта и Восточного Памира (II):

6 — Рушанское; 8 — Агаджанское; 9 — Ясногорское; 11 — Курустыкское

В регионе выделяются следующие типы редкометалльных пегматитов: микроклиновые с колумбитом и рудоразборным бериллом; альбитовые с бериллом и колумбит-танталитом; альбитсподуменовые с бериллом, колумбиттанталитом и касситеритом. Здесь развиты также безрудные биотитовые и биотит-мусковитовые плагиоклаз-микроклиновые пегматиты, иногда содержащие крупнопластинчатый мусковит. Ниже в порядке убывания приведена краткая характеристика редкометалльных пегматитовых полей Памира в зависимости от степени их изученности [9].

Мусковитовые микроклиновые пегматиты представлены в основном шпирен- и шпирен-секантами (фация и фациальная фаза по Н.А.Власову, 1951), залегающими под материнскими гранитами. Структура пегматитов - среднезернистая гранитная, апографическая и пегматоидная. Зональное строение наблюдается во многих жилах этого типа (рис. 5) [7].

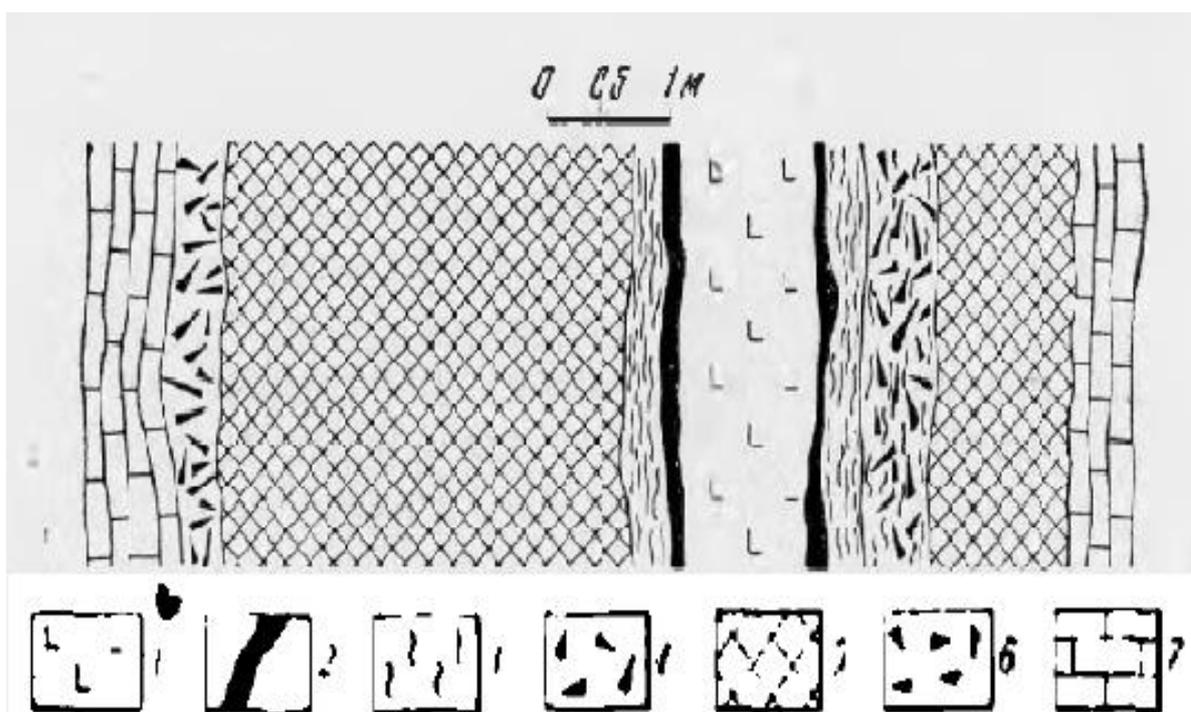


Рисунок 5. Схема зональности метасоматических оторочек вокруг жилы пегматита. [По Л. И. Ростовскому]

1—пегматит; 2—флогопитовая зона; 3—тальковая зона; 4—тальк-тремолитовая зона; 5—шпинель форстеритоная зона; 6—тремолитовая зона; 7—магнезитовый мрамор;

Таблица 3 Прогнозные ресурсы редких металлов в пегматитах Памира, т [9]

Пегматитовые поля и пучки	Прогнозные ресурсы категории P2			
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	BeO	Li <sub>2</sub> O
Бакчигирское поле:				
Кунтумышский пучок	2700	818	-	-
Ортабузский пучок	2700	1200	-	-
Намангутское поле:				
Пучок «Главный»	1200	1400	1300	42400
Приконтактный пучок	1200	805	336	-
Придорожный пучок	7900	5300	1100	2000
Колхозобод-Тагликхасское поле	688	691	6133	22384
Дузахдаринское поле	22500	-	-	-
Южно-Аличурское поле	-	-	-	-
Рушанское поле	440	60	-	-
Шугнанское поле:				
Нишупский пучок			-	
Пиш-Хидоржевский пучок	36	39	1165	2456
Агаджанское поле	123	63	259	4246
Ясногорское поле	225	2700	-	-
Зоркульское поле	-	-	-	-
Курустыкское поле	81,6	135,4	-	-
Примечание. По Колхозобод-Тагликхасскому пегматитовому полю также подсчитаны прогнозные ресурсы категории P2 для Sn и Rb <sub>2</sub> O, которые составляют 1599 и 9536 т соответственно. По Дузахдаринскому полю прогнозные ресурсы составляют, тыс. т: редких земель цериевой группы — 1350, иттрия — 33,75. [9]				

### 3.1.1 Бакчигирское пегматитовое поле

Бакчигирское пегматитовое поле расположено в междуречье Аличур - Сулу-Тагаркаки и приурочено к Яшилькульскому интрузиву Памиро - Шугнанского гранитоидного комплекса. На площади выявлены два участка: Кунтумышский участок расположено в долине Кунтумышской реки, вблизи ее впадения в реку Сулу - Тагаркаки. На площади 28 км<sup>2</sup> насчитывается более 50 плитообразных пегматитовых тел. Минерализация редких металлов в пегматитах связана с зонами альбитизации и представлена в основном мелковкрапленным бериллом и колумбит-танталитом. Содержание полезных компонентов (процент): окиси бериллия 0,007 - 0,014 (среднее 0,07), пентаокси тантала 0,002 - 0,004 (среднее 0,003), пентаокси ниобия 0,003 - 0,007 (среднее 0,004) и окиси лития до 1 процента.

Ортабузский участок расположено на правом склоне долины реки Суду - Тагаркаки, на площади 23 км<sup>2</sup> и состоит из 70 пластообразных жил пегматитов и аплит - пегматитов. Мощность жил составляют 0,1 до 25 метров. Редкометалльная минерализация в основном связана с альбитизированным микроклином. В 30 опробованных жилах содержание (процент) пентаокси тантала 0,006 - 0,007 (среднее 0,007), пентаокси ниобия 0,003 - 0,004 (среднее 0,003) и окиси лития до одного процента. [9]

*Кунтумышский пегматитовый пучок* локализован в долине одноименной реки, вблизи ее впадения в р. Сулу Тагаркаки. Абсолютные отметки высот здесь колеблются от 3800 до 4880 м. На площади в 28 км<sup>2</sup> насчитывается более 50 плитообразных пегматитовых тел. Встречаются также пластообразные секущие жилы мощностью от первых сантиметров до 10 м, длиной от 1 до 30 м. Жилы имеют зональное строение. Выделяются следующие типы пегматитов: безрудные плагиоклазмикроклиновые с биотитом и мусковитом; микроклиновые; альбитовые; сложные тела, представляющие сочетание первых трех типов. Редкометалльная минерализация в пегматитах связана с зонами альбитизации и представлена в основном мелковкрапленным бериллом и колумбиттанталитом. Содержание

полезных компонентов, %:  $\text{BeO}$  — зависит от степени альбитизации и находится в пределах 0,001–0,02; 0,007–0,014 (среднее — 0,07)  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 0,002–0,004 (0,003)  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ; до 1  $\text{Li}_2\text{O}$ . [9]

*Ортабузский пегматитовый пучок* расположен на правом склоне долины р. СулуТагаркаки. Абсолютные отметки высот 3800–4880 м. На площади в 23 км<sup>2</sup> залегает 70 в основном пластообразных жил пегматитов и аплитпегматитов. Мощность жил — от десятков сантиметров до 25 м, длина — до 35 м. Редкометалльная минерализация в основном связана с альбитизированными и мусковитизированными микроклиновыми их разностями. В 30 опробованных жилах содержание составляет, %: 0,006–0,007 (среднее — 0,007)  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 0,003–0,004 (среднее — 0,003)  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ; до 1  $\text{Li}_2\text{O}$ . [9]

### 3.1.2 Намангутское пегматитовое поле

Намангутское пегматитовое поле площадью около 10 км<sup>2</sup> находится на крайнем Юго-Западе Памира, между районным центром Ишкашим на западе и населенным пунктом Намангути-Боло на востоке, у подножия южного склона Ваханского хребта, на высотах 2600–3700 м. (Рис. 4) Непосредственно прилегает к берегу долины р. Пяндж, к автодороге Хорог — Ишкашим — Лангар варьируется, %: альбита — от 70 до 80, кварца — от 10 до 20, мусковита — от 5 до 10. Содержание редких металлов составляет, %: 0,033–1,1  $\text{Li}_2\text{O}$ ; 0,02–0,04  $\text{BeO}$ ; в среднем 0,006  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 0,007  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . [9]

Здесь установлено более 50 плитоштокообразных альбитовых аплитпегматитов, содержащих до 100 г/т рудоразборного берилла. Реже, среди кварцевых диоритов, гнейсов и кристаллических сланцев, отмечаются мусковитовые и шерлово-мусковитовые пегматиты. Средние размеры жил — первые метры по мощности и первые десятки метров по протяженности. [9]

*Пегматитовый пучок «Главный»* расположен в 2 км к западу от населенного пункта Намангути-Поён, у автодороги Хорог — Ишкашим — Лангар.

В его границах насчитывается более 30 крупных плито-, штоко-, линзо и жиллоподобных альбит-сподуменовых пегматитов. (Рис. 6) [9]



Рисунок- 6 Общий вид Главного участка (Намангутское пегматитовое поле, (фото <http://www.gst.tj/novosti/item/press-konferentsiya-2.html>)

Пегматитовые залежи плитообразные, крутопадающие, выдержаны по мощности и простиранию, расположены согласно с вмещающими филлитвидными сланцами. Штоко- и линзовидные тела имеют длину 10–25 м. Контакты с вмещающими породами в основном согласные. Породообразующие минералы: сахаровидный альбит, клевеландит, сподумен, микроклин, кварц. Подчинено развиты берилл, колумбит-танталит, касситерит, монацит, циркон, сфен, апатит, турмалин, гранат, рутил, пирит. Полностью альбитизированные и интенсивно грейзенизированные пегматиты залегают согласно с вмещающими породами. Залежи короткие (6–35 м), относительно мощные (4–15 м) и удлиненно-штокоподобные (до 20×40 м). Минеральный состав в различных участках жил варьируется, %: альбита — от 70 до 80, кварца — от 10 до 20, мусковита — от 5 до 10. Содержание редких металлов составляет, %: 0,033–1,1 Li<sub>2</sub>O; 0,02–0,04 BeO; в среднем 0,006 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,007 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. [9]

*Приконтактовый пегматитовый пучок* расположен на восточном фланге Намангутского гранитоидного интрузива. Вмещает более 15 альбитовых пегматитов мощностью от 4 до 30 м при протяженности от 5 до 110 м. Большинство пегматитов представлено жилами, местами — штокоподобными телами. Содержания полезных компонентов, %: 0,04 BeO; 0,006 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,004 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. [9]

*Придорожный пегматитовый пучок* расположен напротив населенного пункта Дашти Сулаймон. Здесь обнаружено более 20 жил альбитовых пегматитов мощностью от 10 до 35 м при протяженности 40–200 м и шток размером 220×250 м. Минеральный состав пегматита — серый микроклин с обильным развитием пертитов замещения, плагиоклаз, сахаровидный альбит, клевеландит, кварц, биотит, мусковит. Подчиненно отмечаются берилл, шерл, апатит, гранат. Содержание, %: 1 Li<sub>2</sub>O; 0,041 BeO; 0,006 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,004 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. [9]

*Пегматитовый пучок «Рин»* расположен на западном фланге Намангутского пегматитового поля. Здесь широко развиты плагиоклаз-микроклиновые биотит-мусковитовые безрудные пегматиты, представляющие собой, как правило, сравнительно короткие жилы, размеры которых обычно не превышают единицы метров по мощности десятков метров по простиранию. Реже развиты жилы мощностью до 20 и длиной до 100 м, а в непосредственном экзоконтакте Ринского интрузива — мощностью 50 м и длиной в несколько сотен метров. Пегматиты представ лены неальбитизированными и слабоальбитизированными разностями. Содержание Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в них в среднем 0,007 и 0,004 % соответственно.[9]

### 3.1.3 Колхозобод-Тагликхасское пегматитовое поле

Колхозабад - Таглихасское пегматитовое поле расположено на северо - западном склоне Шугнанского хребта, площадь которого составляет 15 км<sup>2</sup>.

В его пределах установлено 335 пегматитовых тел разных типов. Мощность пегматитовых тел составляют от 1 до 60 метров, длина 20-650 метров. Содержание тантала ( $Ta_2O_3$ ) колеблется от 0,02 до 0,029 процента (среднее 0,024 процентов), бериллия ( $Be_2O_3$ ) от 0,044 до 0,054 процента. [9]

#### 3.1.4 Дузахдаринское пегматитовое поле

Дузахдаринское пегматитовое поле находится в 102 км восточнее от города Хорога, в районе протекания рек Гунт и Токузбулак. Площадь поля составляет 21 км<sup>2</sup>, при абсолютных отметках 3150 - 4600 метров. Рудное поле приурочено к ультраметаморфогенным образованиям Бачорского (Т5) комплекса. Редкоземельное оруденение локализовано в метасоматитах гранитоидного состава в виде пласто- и линзообразных тел. Мощность тел метасоматитов 0,5-30 метров (средняя мощность 2 метра), протяженность 100 метров (средняя длина 50 метра), шириной 1,2 км и длиной 7 км. Содержание редких земель, в основном цериевой группы, достигает 6,1 процент. В жильном кварце зафиксированы повышенные концентрации пентаоксида тантала до 0,022 процентов, пентаоксида ниобия до 0,025 процентов, иттрия до 0,2 процентов и тория до 0,952 процентов [9].

#### 3.1.5 Южно-Аличурское пегматитовое поле

Южно-Аличурское пегматитовое поле локализовано в западной части одноименного хребта, в между речье Кодарутек — Мац. Жилы пегматитов приурочены к гранитам памиро-шугнанского плутона, а также его северного экзоконтакта. На площади  $40 \times (0,5 \div 7)$  км отмечено несколько тысяч пегматитовых жил мощностью 1–10 м и длиной 10–800 м. Здесь развиты безрудные плагиоклаз-микроклиновые, микроклиновые, альбитовые, а также сподуменовые пегматиты. Содержание  $Ta_2O_5$  — от 0,005 до 0,01 %,  $Nb_2O_5$  — от 0,002 до 0,02 %. [9]

### 3.1.6 Рушанское пегматитовое поле

*Рушанское пегматитовое поле* расположено на северном склоне одноименного хребта в экзоконтакте Джизевского и Хиджисского гранитных массивов полосой шириной 2–4,5 км, простирающейся в северо-восточном направлении на 30 км. Здесь установлено свыше 100 пегматитовых жил следующих типов: безрудные плагиоклаз-микроклиновые, лепидолит-альбитовые со сподуменом и сподуменовые. Последние два типа пегматита линзовидные [9]. Мощность жил изменяется от 1 до 60 м (в раздувах) при протяженности 25–300 мВ пегматитах содержится от 0,003 до 0,07 %  $Ta_2O_5$ ; от 0,006 до 0,06  $Nb_2O_5$ ; от 0,001 до 0,025  $BeO$ ; от 0,006 до 0,78 %  $Li_2O$ . Альбитовые пегматиты без сподумена секущие, линзо или штокообразные, неправильной формы. Содержание  $Ta_2O_5$  в них от 0,008 до 0,02 %,  $Nb_2O_5$  — от 0,004 до 0,01 %.

### 3.1.7 Шугнанское пегматитовое поле

Шугнанское пегматитовое поле простирается с юго-запада (от долины р. Пяндж) на северо-восток (до долины р. Ривакдара). Протяженность 55 км, ширина 3–4 км. В пределах Шугнанского поля установлены 453 пегматитовые жилы, наиболее изучены Нишуспский и Пиш-Хидоржевский пучки. [9]

*Нишуспский пегматитовый пучок* расположен в верховье долины р. Нишусп-Дара, в приводораздельной части Ваханского хребта. В границах пучка, на площади в 2 км<sup>2</sup>, установлены 33 жилы микроклиновых пегматитов, содержащие 0,5 % рудоразборного берилла. Жилы пегматитов среди гранитов размещены в разрывах северозападного простирания, в гнейсах — широтного. Размеры жил: 0,5–5 м по мощности, 2–35 м по простиранию. Во вмещающих метаморфических формациях пегматиты линзовидные, иногда пластоподобные. [9]

*Пиш-Хидоржевский пучок* также расположен в приводораздельной части Ваханского хребта. На площади в 4 км<sup>2</sup> выявлено 85 пегматитовых жил следующих типов: безрудные плагиоклазмикроклиновые, биотит-

мусковитовые; альбитовые аплитпегматитовые (основной источник бериллия); мусковит-олигоклазовые с хризобериллом; альбитсподуменовые (комплексное сырье на Li, Rb, Be, Ta, Nb, Sn) [9].

### 3.1.8 Агаджанское пегматитовое поле

Агаджанское пегматитовое поле расположено в верховьях реки Агаджанджилга. В границах поля установлено 5 плито- и линзоподобных пегматитовых жил, среди вмещающих кварцитовидных песчаников. Мощность жил изменяется от 7 до 25 м, длина от 50 до 300 м. Пегматиты - пенталит - микроклиновые, а минерализация редких металлов наряду с пенталитом связана в основном танталитом, колумбит-танталитом и бериллом [9]. В пегматитовых жилах содержится в среднем 0,0174 процента пентаоксида тантала

### 3.1.9 Зоркульское пегматитовое поле

Зоркульское пегматитовое поле находится в междуречье Ношо — Учай, вблизи перевала Харгуш. Здесь установлено более 50 плитоидных штокообразных альбитовых аплит-пегматитов, содержащих до 100 г/т рудоразборного берилла. Реже, среди кварцевых диоритов, гнейсов и кристаллических сланцев, отмечаются мусковитовые и шерлово-мусковитовые пегматиты. Средние размеры жил — первые метры по мощности и первые десятки метров по протяженности [9].

### 3.1.10 Курустыкское пегматитовое поле

Курустыкское пегматитовое поле расположено на левом склоне долины реки Курустык, Участок Главный расположен в юго - восточных отрогах хребта Акбура в приводораздельной части левого борта реки Сулюджилга, левого притока реки Курустык. На участке выделяются два типа пегматитов: альбитовые и лепидолит - альбитовые, мощностью от 0,5 до 2,5-3 метров, по простиранию прослеживаются от 10 до 25-30 метров. На участке выявлено 47 пегматитовых жил разнообразной формы, со средним

содержанием пентаоксида тантала - 0,02 процента, пентаоксида ниобия - 0,012 процента, окиси лития - 0,026 процента, окиси рубидия - 0,023 процента [9].

#### 3.1.11 Пиш - Хидоржевское пегматитовое

Пиш - Хидоржевское пегматитовое поле простирается с юго - запада на северо - восток, протяженность составляет 55 км, а ширина 3-4 км. В пределах поля установлены 453 пегматитовых жил, наиболее изученный из них является Пиш - Хидоржевский участок. Этот участок расположен в водораздельной части Ваханского хребта. На площади в 4 км<sup>2</sup> выявлено 85 пегматитовых жил разного типа. Пегматитовые жилы различной формы протяженностью от 5 до 350 метров, мощностью от 2 до 50 метров [9].

#### 3.1.12 Порджузское пегматитовое поле

Порджузское пегматитовое поле расположено в верховьях реки Порджуз. На участке выявлено 6 жил пегматитов редких металлов типа мусковит - альбитовых без сподумена и со сподуменом. Пегматиты жилы и линзовидного вида, залегают согласно с метаморфизованными песчаниками и сланцами. Мощность рудных тел от 1,5 - 6 метров до 20 - 60 метров, при протяженности от 25 - 70 до 250-300 метров. Минерализация редких металлов представлена: манган - танталитом; колумбит - танталитом; касситеритом; натриевым бериллом, амблигонитом - монтебразитом и редко сподуменом [9].

#### 3.1.13 Ясногорское пегматитовое поле

Ясногорское пегматитовое поле расположено в среднем течении реки Джалан, правого притока реки Сасыксу, локализовано среди биотитовых и биотит - полевошпатовых гнейсов. Пегматитовые жилы содержат тонкую вкрапленность танталита, колумбита, фергюсонита, самарскита, пироклора циркона, лития и бериллия [9].

## 4 Методы исследований

Исследование пегматитовой полей начинается с лабораторно-аналитические исследование, петрографические исследование и завершается исследование обработкой и интерпретацией результатов.

В ходе исследования редкие металлы пегматитах был детально изучен элементный состав пегматитов, построены графики распределения химических элементов и установлены формы нахождения редких элементов в пегматитах.

### 4.1 Петрографические исследования

На первой стадии главной задачи является выбор соответствующих образцов для детального тонкодисперсного исследования редкометалльных минералов (рисунок 10). Из полевых шесть отобранных образцов пегматитовой полы были изготовлены шесть прозрачные шлифы в первом корпусе ТПУ для петрографического, минералогического и геохимического исследования. (Рис.7)



Рисунок. 7 – Оптический микроскоп (Axioskop 40)

Петрографические характеристики руды, структурно-морфологические специфики минералов, особенности срастаний и замещений

исследовались оптическими методами в прозрачных шлифах. Исследования проводились с помощью оптического микроскопа (Axioskop 40) на базе МИНОЦ «Урановая геология» НИТПУ.

#### 4.2 Метод электронной микроскопии

С помощью метода электронной микроскопии изучены редкомалльные частицы на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с разрешением в 10 Нм при ускоряющем напряжении 30 кВ и с приставкой для микроанализа в лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ (аналитик С.С. Ильенок). Всего исследовано 6 шлифы пегматитовых образцов.

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) является одним из видов электронного микроскопа, способного создавать изображение изучаемой пробы, путем сканирования поверхности образца, сфокусированным пучком электронов очень маленького диаметра (приблизительно 5 нм) (рис. 9). При взаимодействии электронов с атомами пробы, создаются дифференциальные сигналы, содержащие данные и химическом составе поверхности образца. СЭМ способен достигать разрешения превышающего одного нм[24].

Самая часто используемая функция – это выявление вторичных электронов, которые испускаются атомами за счет их возбуждения электронным пучком. Число вторичных электронов, которое возможно обнаружить, зависит, помимо всего прочего, от образца. При сканировании образца и захвате вторичных электронов детектором появляется изображение, которое отображает рельеф поверхности. [24] Сканирующий электронный

микроскоп использует сигналы, которые представляют собой результат воздействия электронного пучка на атомы на разных уровнях внутри пробы.

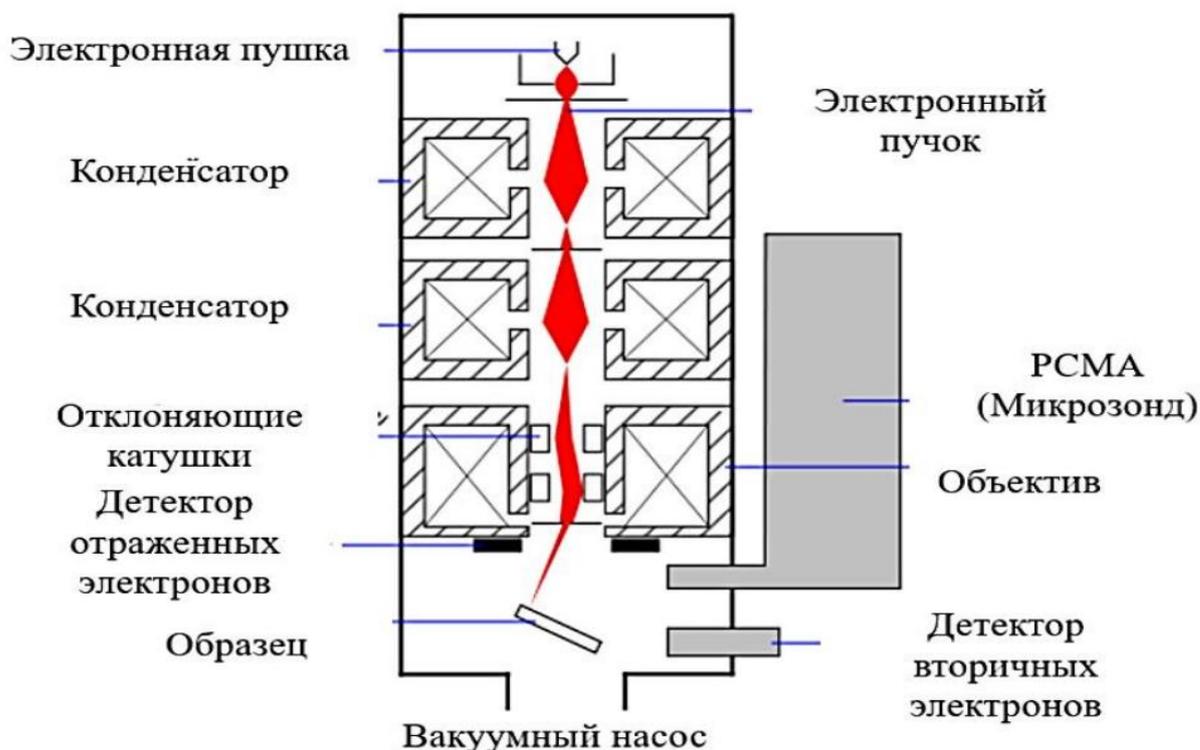


Рисунок 8 – Схема метода сканирующего электронного микроскопа. [24]

Выделяют несколько типов сигналов: вторичные электроны; отраженные или обратно рассеянные электроны; характеристические рентгеновские лучи и свет; электроны и ток. Все СЭМ оборудованы детекторами вторичных электронов, однако, только в редких случаях микроскоп оснащен детекторами всех других возможных сигналов. [24]

Благодаря чрезвычайно маленькому диаметру электронного пучка данные электронные микроскопы обладают большой глубиной поля, что позволяет получить характерный 3D вид, который полезен для изучения топографии поверхности пробы. [24]

#### 4.3 Методика обработки информации

Результаты анализа фиксировались в базе данных. Далее обрабатывались с использованием программ «Statistic», в электронных таблицах «EXCEL» и др.

Обработка аналитических данных проводилась с использованием программы в электронных таблицах «Microsoft Excel». При статистической обработке данных проводились дисперсионный, корреляционный, кластерный и факторный анализы.

Помимо этого, обсчитывая отдельные выборки, определяли базисные статистические параметры, а именно указание среднего арифметического, обычной ошибки нахождения среднего, медианы, моды, обычного отклонения, дисперсии выборки, асимметричности, эксцесса, минимума, максимума, коэффициентов парной и ранговой корреляции.

## 5 МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ НАМАНГУТСКОГО ПЕГМАТИТОВОГО ПОЛЯ

### 5.1 Геохимические особенности редкометалльных пегматитов

Пегматитовые поля характеризуются разнообразным и сложным вещественным составом, отражающим степень их рудоносности. Наиболее продуктивными представляются многокорневые пегматитовые жилы сложной морфологии с раздувами и пережимами, в которых интенсивно проявлены метасоматические процессы с привносом рудного вещества (микроклинизация, альбитизация, грейзенизации и сподуменизация.). Подчеркивается многостадийность рудного процесса, при которой каждая последующая стадия сопровождалась замещением более ранних минеральных комплексов с новообразованием порообразующих и рудных минералов нескольких генераций, являющихся индикаторами редкометалльного рудообразования. В результате минералого-геохимических исследований выделяются четыре главные последовательные стадии редкометалльной минерализации, не считая ранние стадии образования графических и олигоклаз-микроклиновых пегматитов:

1. *Микроклинизация*, сопровождающаяся образованием блоковых микроклиновых пегматитов. Индикаторами являются блоки микроклина и кварца (серого иногда розового цвета), гнезда крупнопластинчатого прозрачного мусковита, содержащего примеси Ta, Nb, Zr и других элементов. Рудные минералы – пластинчатый колумбит и призматические кристаллы берилла зеленовато-серой окраски.

*Альбитизация*, с которой связано формирование альбит-микроклинового и альбитового минеральных комплексов, являющихся матрицей редкометалльных пегматитовых жил. Ведущие типоморфные минералы – альбит сахаровидный и мелкозернистый, среднечешуйчатый мусковит, зеленый турмалин (верделит), розовый гранат, фторапатит, фосфатные минералы Fe, Mn, Li, Ca, Na в виде гнезд и пятен черного цвета (трифиллин, сиклерит и др.), мелкокристаллическая вкрапленность танталита, колумбита и касситерита черного цвета, кристаллы и

гнездовидные скопления берилла. В эту стадию образовались в основном бериллий-олово-танталовые руды с рядовыми содержаниями металлов.

*Сподуменизация* проявилась на поздней стадии пегматитового процесса, характеризуется новообразованием сподумена в виде массовых скоплений, отдельных гнезд и параллельно ориентированных кристаллов. Возникшие кварц-клевеландитовый, сподумен-кварцевый, сподумен-клевеландитовый комплексы и их разновидности являются наиболее продуктивными, составляющими до 70% от общих запасов редких металлов на месторождении. Индикаторы оруденения – клеветандит, сподумен, амблигонит, поллуцит, лепидолит, цветные турмалины, флюорит, танталоносные минералы (манганотанталит, микролит, иксиолит) и другие. Формирование этих комплексов сопровождалось усложнением формы и увеличением мощности пегматитовых жил, увеличением количества рудных и сопутствующих минералов, концентрацией редкометалльного оруденения.

К геохимическим критериям, как уже отмечалось, относятся аномалии собственно рудных элементов: Ta, Nb, Be, Sn. По результатам геохимических исследований выявляется аналогичный спектр элементов в гранитах, рудах и мономинеральных фракциях полевых шпатов, кварца и слюд, что свидетельствует о близком составе исходных магматических расплавов и пегматитообразующих расплавов - растворов и подчеркивает синхронность кристаллизации гранитов и образования пегматитов.

## 5.2 Вещественный состав пегматитов

Минеральный состав гранитов Намангутского пегматитового поля включает: кварцевый плагиоклаз мусковит, кальцит, биотит, вспомогательные минералы - гранат, касситерит, апатит, турмалин, тантал, ниобий и вторичные новообразованные – мусковит, циркон, серицит и хлорит.

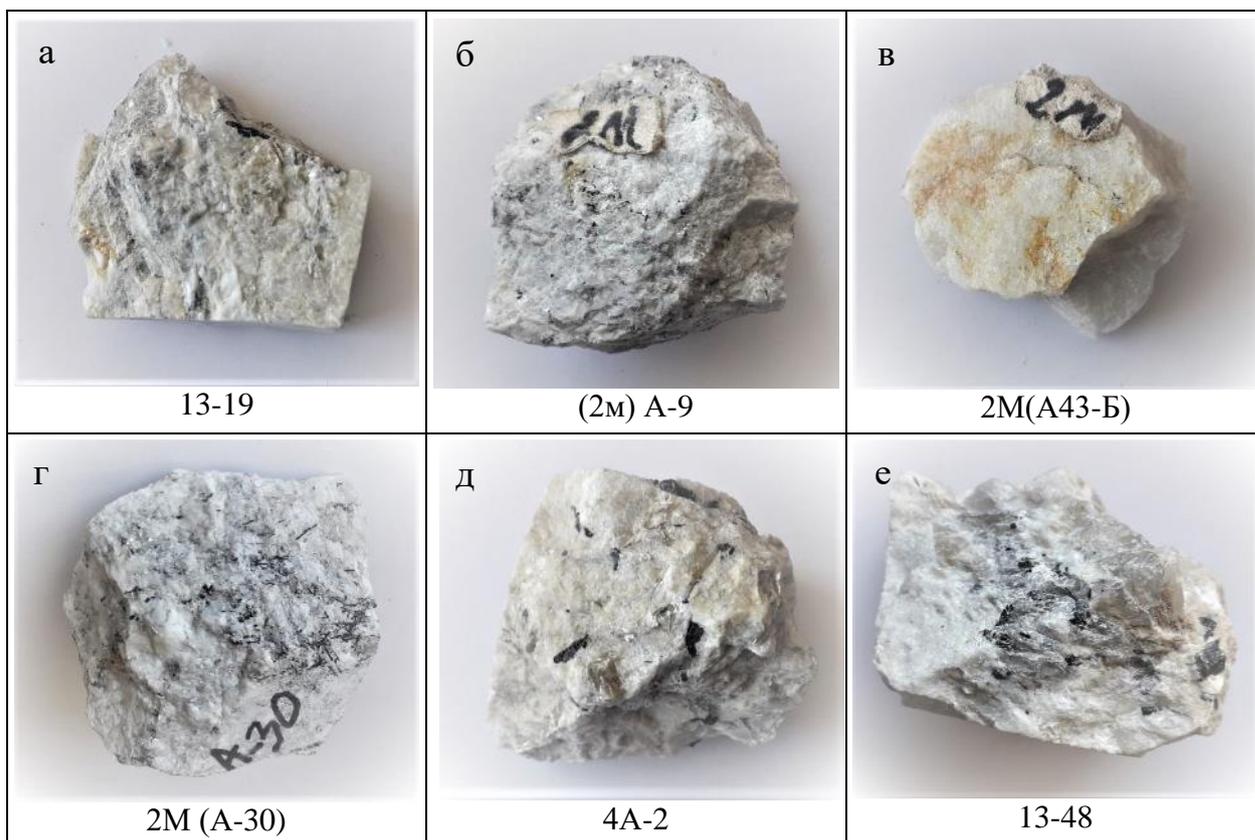
Впоследствии в породах были обнаружены кварцевые жилы. Белый кварц, иногда встречается коричневый из-за окисления железа. Андалузит встречается в кварцевых жилах.

### 5.2.1 Основные минералы пегматитов

Были изучены 6 образцы пегматитов из Намангутского пегматитового поля. Пегматиты воображают собой почти белую, мелкозернистую породу, состоящую из зерен кварца, турмалина, обрывков мусковита и двойных пластинчато-вытянутых таблитчатых сдвойникованных лейст кислого плагиоклаза. (Рис. 10). Характеристики образцов представлены в Таблице 4.

Таблица-4 Реестр образцов Намангутского пегматитового поля (Юго-Западный Памир)

№	№ Пробы	Характеристики	Участок пегматитового пучока
1	13-19	сподуменовый пегматит с видимым касситеритом	Приконтактная
2	(2м) А-9	мусковит (мелко-среднезернистый), кварц, турмалин (шерл), кристаллы до 30 м; полевой шпат.	Ринская
3	2М (А43-Б)	кварцевое ядро (мелкозернистый белый кварц)	Придорожный
4	2М (А-30)	гранитовый аплит, 50% - плагиоклаз, 50% - КПШ, мелкоигльчатый турмалин (шерл) максимум до 1 см	Приконтактный
5	4А-2	сподумен альбитовая жила: белые крупные кристаллы сподумена, альбит (клевеландит), мелкочешуйчатый мусковит, кварц, фосфаты (?)	Главный
6	13-48	агрегат (клевеландит), кварц, мусковит, колумбит, «турмалин (?). Пегматит с колумбитом	Ринская



**Рисунок 9** Макроизображение отобранных образцов гранитных пегматитов из участка Намангута.

*А*- сподуменовый пегматит с видимым касситеритом; *Б*- мусковитный пегматит с (мелко-среднезернистый), мусковит (мелко-среднезернистый), кварц, турмалин (шерл), кристаллы до 30 м; полевой шпат; *В*-пегматит из кварцевого ядра (мелкозернистый белый кварц); *Г*- гранитовый аплит, плагиоклаз, КЩШ, мелкоигльчатый турмалин (шерл) максимум до 1см; *Д* - сподумен альбитовая жила: белые крупные кристаллы сподумена, альбит (клевеландит), мелкочешуйчатый мусковит, кварц, фосфаты; *Е* - агрегат (клевеландит), кварц, мусковит, колумбит, турмалин. Пегматит с колумбитом

Пегматитовое поле Намангут относится к пегматитам малоглубинной формации и является частью обширного южноазиатского пегматитового пояса, образовавшегося в течение Инд-Евразийской коллизии. Возраст пегматитов оценивается в 14,7–12,8 млн лет [Россовский, Коноваленко. 1976].

С древних времен до наших дней пегматиты Юго-Западного Памира и прилегающих районов афганского Бадахшана и пакистанского Гиндукуша являются примерами, богатыми редкими металлами (бериллием, литием, ниобием и танталом), источником ювелирного сырья, (воробьевит, аквамарин, цветной турмалин) и коллекционных образцов. Сподуменовые пегматиты считаются источником редкометалльных руд (Li, Ta, Nb, Sn, Zr) [18, 19].

Данные исследования посвящены минералогии гранитных пегматитов Намангут Юго-Западного Памира. Наряду с жилами Вездаринской и Лесхозовской относятся к редкометалльным пегматитам. По классификации, широко используемой в зарубежных публикациях, эти пегматиты относятся к классу редкоэлементных, типу LCT (Li Cs Ta) [25].

Краевые части поля представлены аплитовидным и среднезернистым кварц-плагиоклазовым пегматитом с биотитом, который замещен мелкими зернами шерла. Структура этой породы равномернозернистая. Альбит составляет основную массу породы и представлен в виде крупных идиоморфных зерен. (Рисунок. 11).

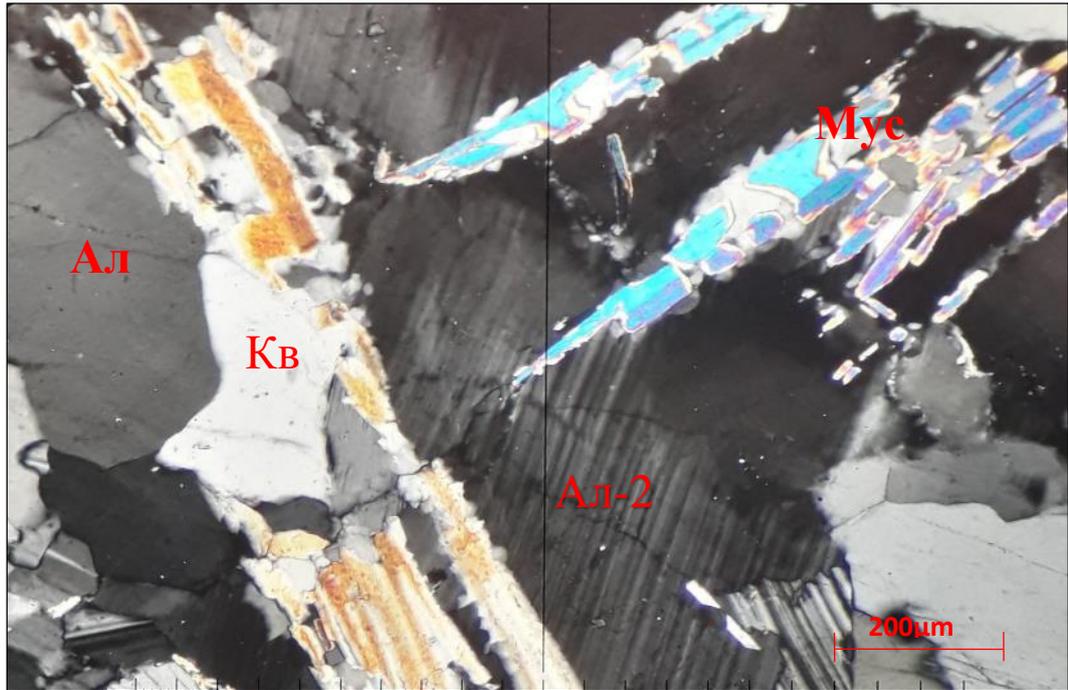


Рисунок 10 – Пегматит краевой зоны. Две генерации альбита: Ал-1 – Ранняя генерация, Ал-2 – поздняя генерация. Обр. (2м) А-9. Николи X.

Кроме того, альбит в составе комплекса образует редкие вытянутые игольчатые кристаллы диаметром до 2,5 мм в межзерновом пространстве минералов. (Рис. 11).

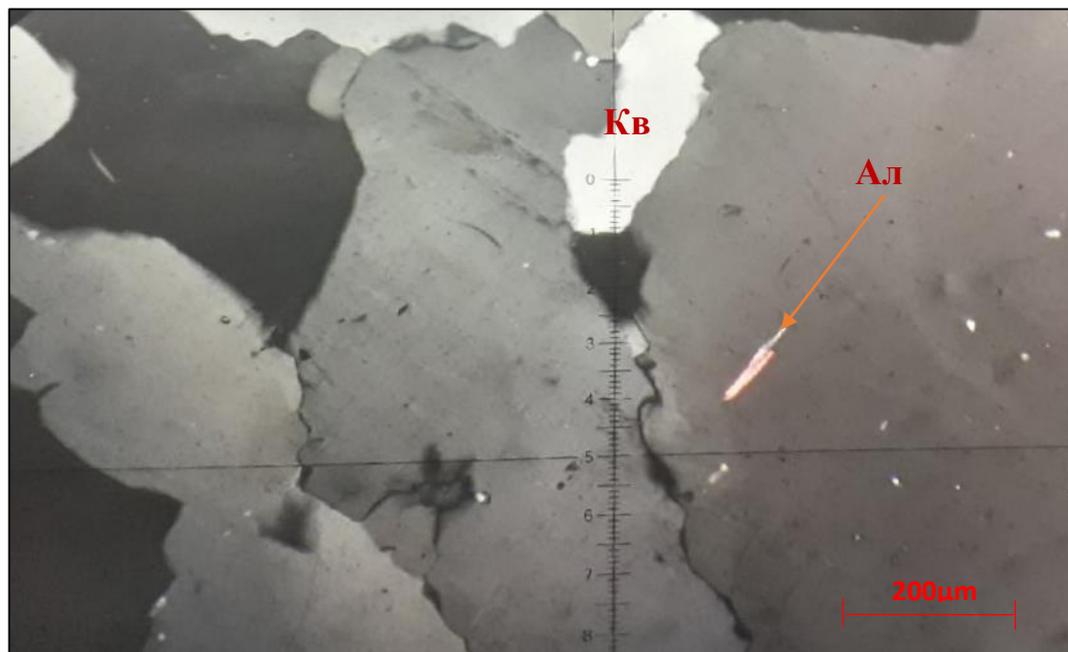


Рисунок 11 Вторичный альбит (Ал) и кварц (Кв). Обр. (2м) А-9. Николи X.

Отметим наличие закономерного концентрирования минералов в виде пертитов и мирмекитов. С другой стороны, пертиты замещения образуются из зерен альбита до 2 миллиметр, приуроченных к трещинам и пустотам изначальных минералов, образовавшихся в пегматитовом процессе во время наложенной альбитизации. (Рисунок 11).



Рисунок 11– Ал – пертиты замещения Обр. 15-71. Николи X

Для изучения кристаллографии сростков кварца и полевого шпата из образца было получено шесть тонких петрографических шлифов. Из изученного участка кварца для исследования методом Федорова были отобраны два шлифа с покровным стеклом (шлифы (2М) А-9 и 2М (А-30)) и одно тонкое предметное стекло на эпоксидной смоле для исследования минералов с помощью микронзонда (13-19). Кроме того, тонкий срез для микронзонда был взят из более типичного участка, относительно далекого от ихтиоглифа, для сравнения составов (13-48). В шлифе (2М) А-9, затрагивающем исследованную границу внутреннего роста, больше зерен кварца и полевого шпата различной ориентации. Особенностью образца является то, что почти весь полевой шпат шлифа (2М) А-9 представлен альбитом, причем первичного происхождения (с наложенной альбитизацией мы обычно выделяем мелкозернистые сахаровидные агрегаты). Наблюдается крупнокристаллический альбит (рис. 13),

полисинтетические двойники которого четко соответствуют ступеням совместного роста поверхностей с кварцем. Калиевый полевой шпат характерен для пегматитов рудника Намангут в неизменном состоянии, что уже позволяет считать изученную зону аномальной.

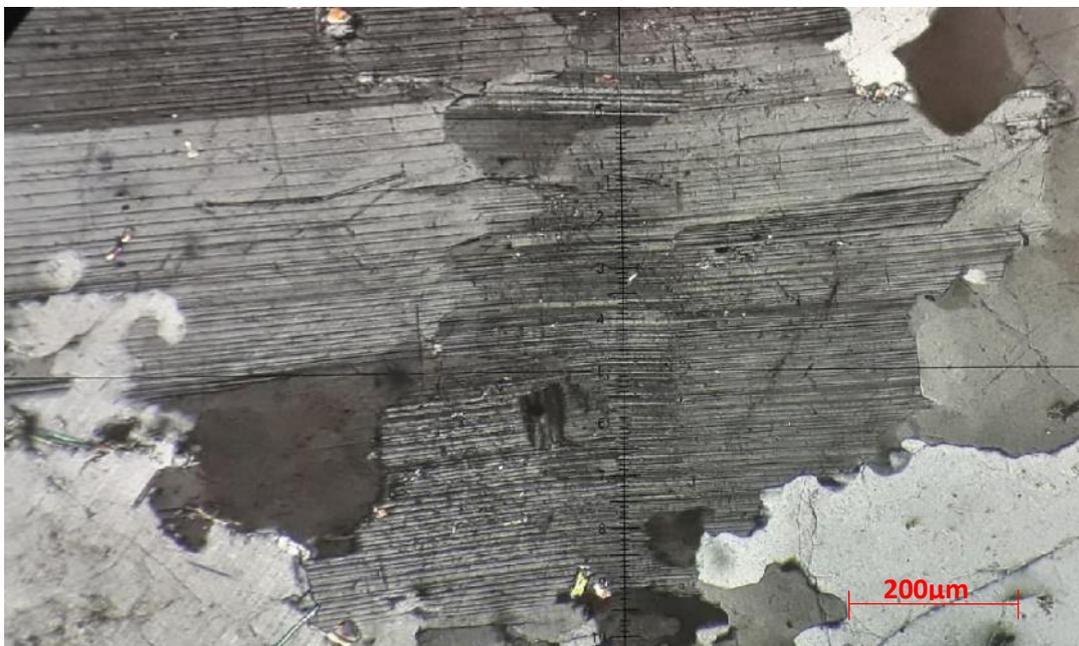


Рисунок 14 –Двойники альбита в пегматите.  
*Обр. (2м)А-9. Николи Х.*

Кварц с тонкой пластиной имеет неравномерное «волнистое» погасание внутри зерна (рис. 14). Эта характеристика очень часто характеризует метаморфогенный характер происхождения кварца.

В этом случае не исключено, что зерна деформировались под действием напряженного давления после образования исходной породы. Вымирание особей волнообразное, местами зерна просто раздроблены на мелкие фрагменты (рис. 15) (возможно, разлом раздавливания).

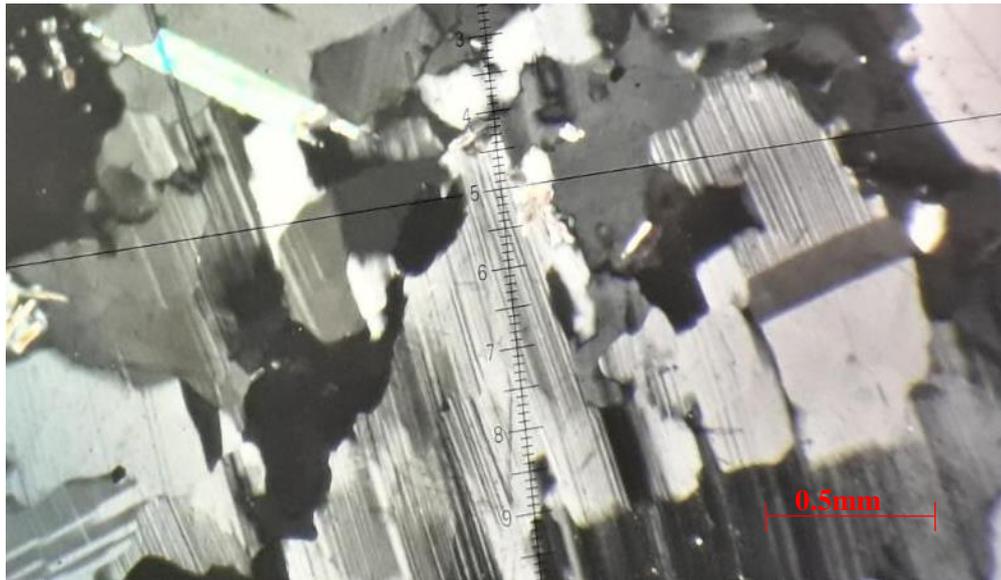


Рисунок. 15. Неоднородное погасание кварцевых зерен.

Обр. (2м) А-9. Николи X.

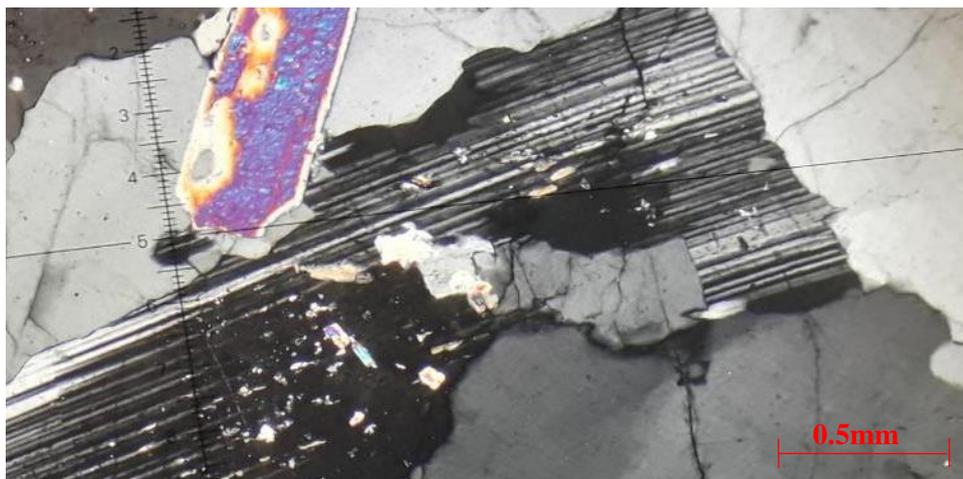


Рисунок. 16. Разрушенное зерно плагиоклаза.

Обр. (2м) А-9. Николи X.

*Мусковит* - тонкая пластинка содержит множество крупных зерен мусковита, предположительно связанных с вторичным преобразованием породы (рис. 17). Формула мусковита и химический состав и:  $\text{SiO}_2$  – 45.99,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 37.72,  $\text{FeO}$  – 0.58,  $\text{MgO}$  – 0.03,  $\text{K}_2\text{O}$  – 10.48,  $\text{F}$  – 0.25,  $\text{K}_{0.89} \text{Fe}_{0.03} \text{Al}_{2.95} \text{Si}_{3.05} \text{O}_{10} (\text{OH}_{0.88} \text{F}_{0.12})$ .

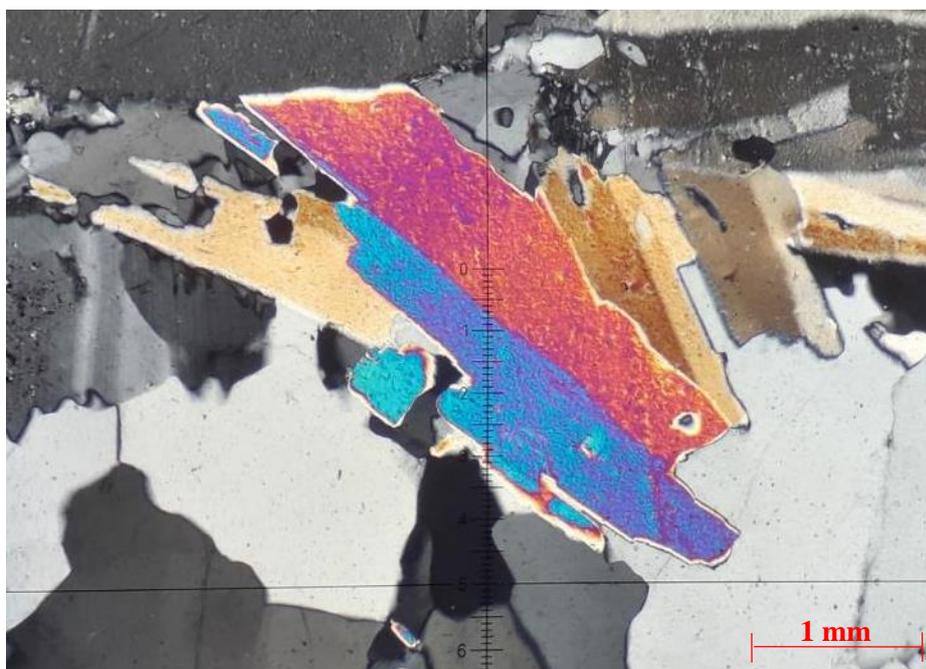


Рисунок. 17. Зерно мусковита. Обр. (2м) А-9. Николи X.

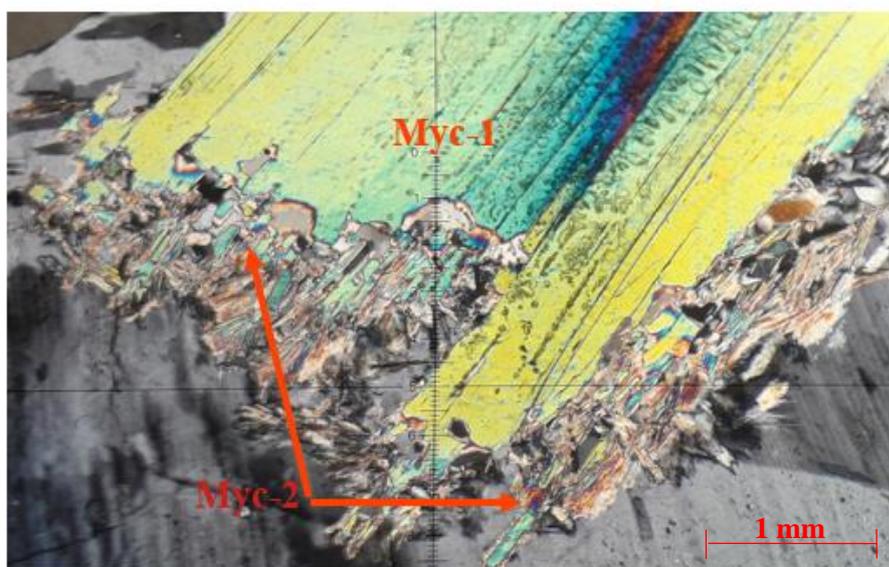


Рисунок 18 – Две модификации мускавита: *Мус-1* – ранняя генерация, *Мус-2* – поздняя. Обр. (2м) А-9. Николи: а) II, б) X.

Эта структура обусловлена полисинтетическим сложением микроклина по альбитовому и одновременно периклиновому законам, что проявляется в многочисленных тонких ламеллях, пересекающихся по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Решетчатая структура особенно хорошо видна в скрещенных николях в разрезах, параллельных (001), по

неодновременному погасанию этих ламелл (Рис. 19). На некоторых участках сетчатая структура микроклина может становиться все тоньше и тоньше, пока не исчезнет полностью, и такие участки под микроскопом неотличимы от ортоклаза, в котором решетчатое строение не проявляется. Строение, подобное микроклиновой решетке, иногда проявляется в анортоклазах вулканических пород.

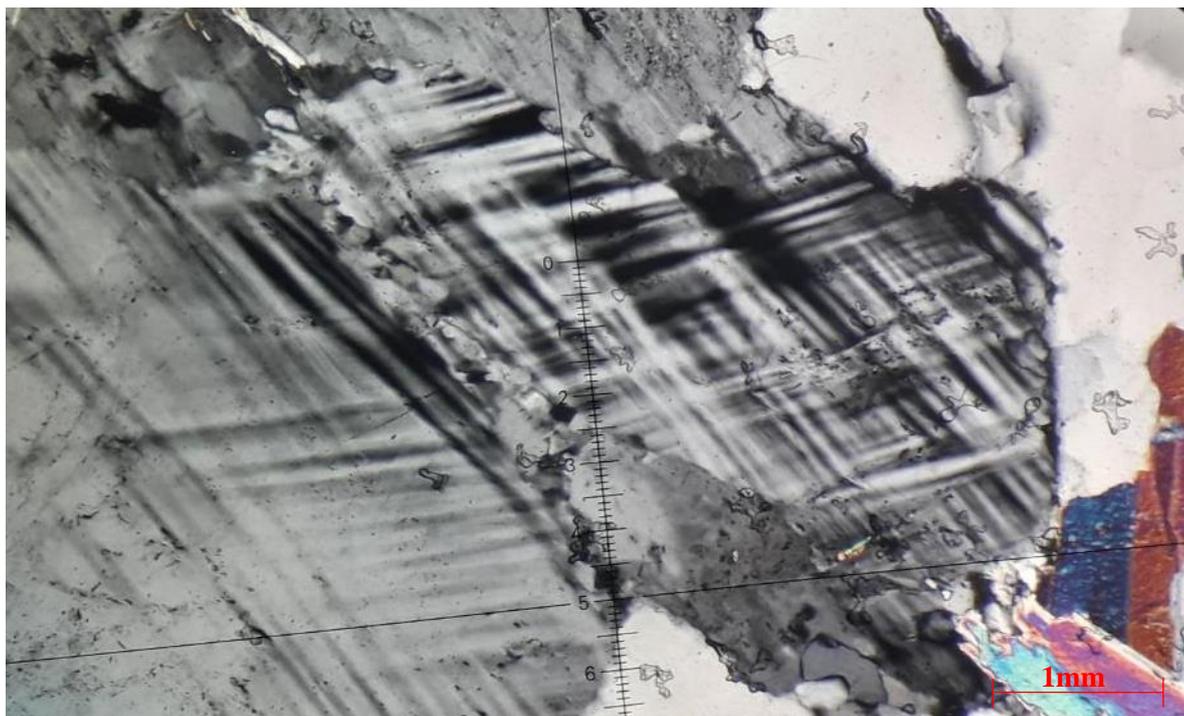


Рисунок 19 Микроклиновая решетка. Шлифы (МА)-30

## 5.2.2 Акцессорные минералы пегматитов

Акцессорные минералы Намангутской пегматитовой полы представлены касситеритом, минералами колумбит-танталитовой серии, цирконом, турмалином и др. В количественном отношении касситерит является доминирующим.

Касситерит - самый распространенный акцессорный минерал в описываемых породах. Встречается как в виде отдельных зерен, так и в виде их сростков

Форма зерен касситерита иная. Подавляющее большинство зерен касситерита обладают размер меньше 1 мм. На рис. 20 представлено одно из обособлений касситерита в агрегате альбита. Кстати, пачка альбита содержит большинство зерен касситерита.

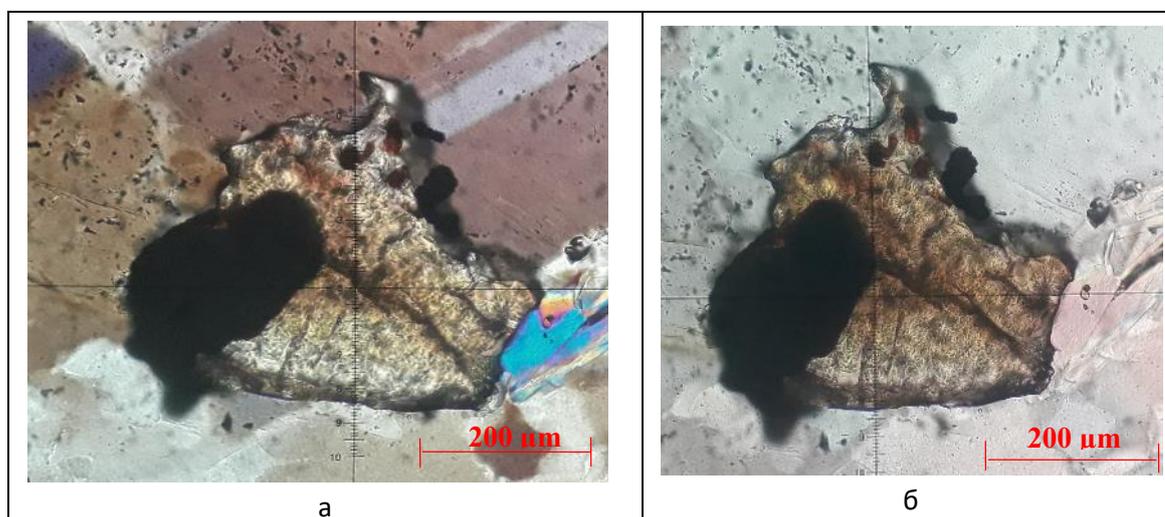
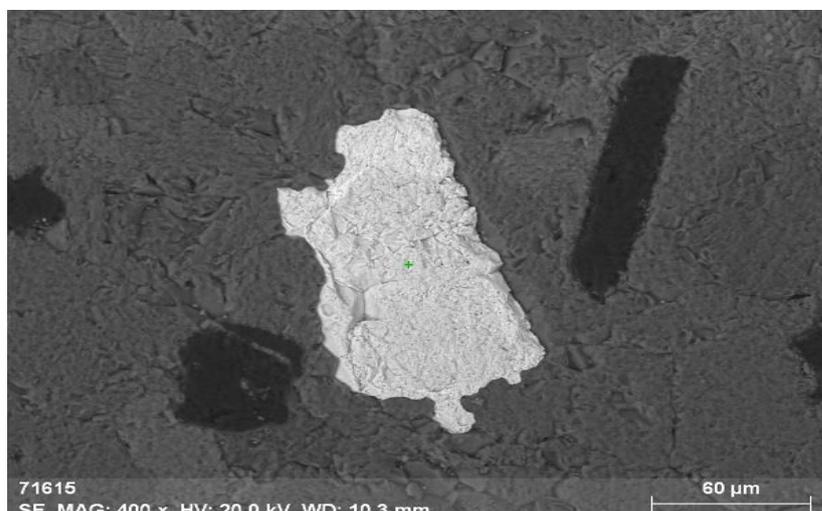
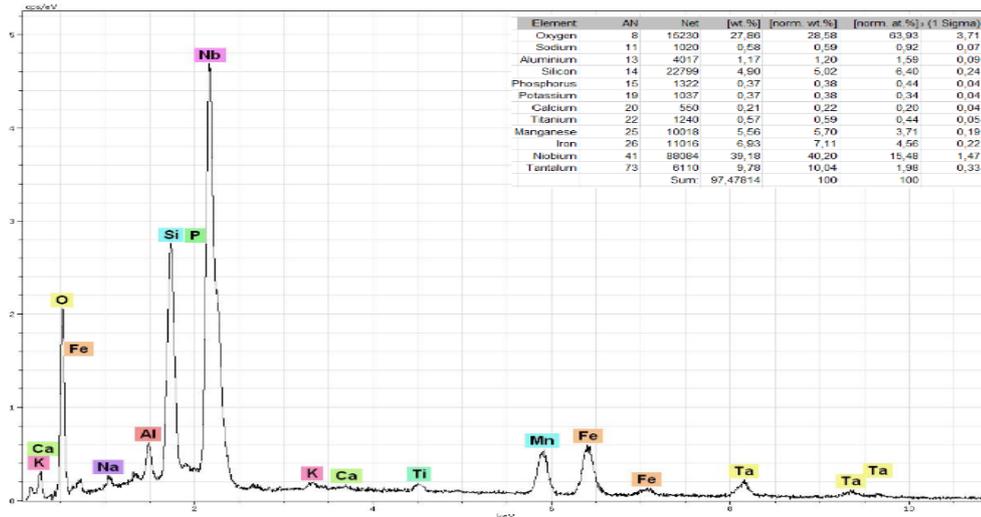


Рисунок. 20. Выделение касситерита в агрегате альбита: *а* – изображение в проходящем свете николи *X*, *б* – изображение в проходящем свете при одном николе. Обр. 13-19



a)



б)

Рисунок 21 –Результаты электронной микроскопии наличия химических элементов *а*-микрозерна колумбит-танталита кристаллографической формы; *б*-энергодисперсионные спектры колумбит-танталита, Образец 13-19

Турмалин присутствует в породе в виде круглых зерен, которые в скрещенных николях имеют темно-коричневый цвет (рис. 22). Размер идиоморфных зерен минералов колеблется до нескольких миллиметров. Турмалин в породе отличался от биотита за счет характерной ориентации оси *Np* по удлинению кристалла.

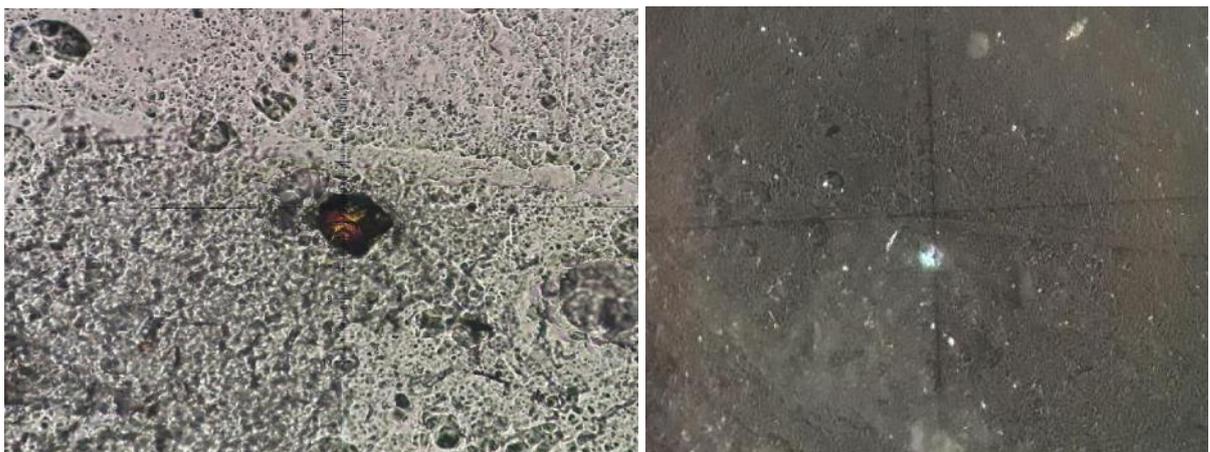


Рисунок 22 Зерна турмалина. *а* – изображение в проходящем свете при одном николе. *б* – изображение в отраженном свете при одном николе Обр. (2м) А-9

Помимо турмалина, в пегматите содержатся в качестве сопутствующих минералов гранат, слюда, марганцевый колумбит, микролит, пироклор, касситерит, аппатит, циркон и ксенотим. Последние встречаются чаще, чем включения в кварце и полевых шпатах. Рудные минералы (ниобаты тантала и касситерит) обычно диспергированы в пегматитовой массе и не образуют крупных агрегатов [26].

*Циркон* - характерный акцессорный минерал пегматитов. Он имеет вид хорошо сформированных кристаллов (рис. 23, а), размер которых не превышает 0,1 мм. Кроме хорошо ограненных кристаллов циркон иногда образует округлые, овальные или неправильной формы зерна, развивающиеся по межзерновым промежуткам и часто содержащие большое количество включений (рисунок, 23, б)

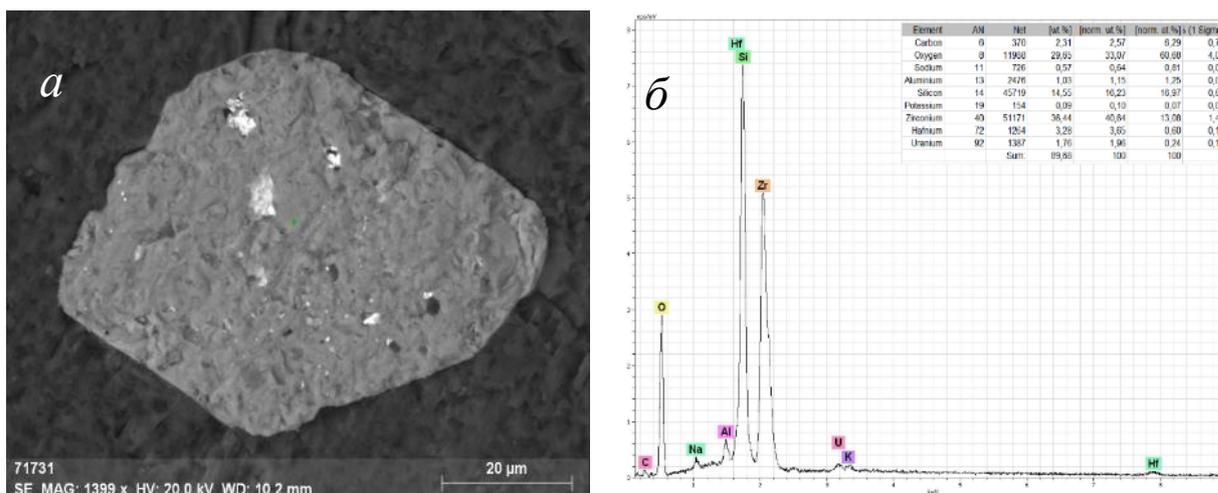


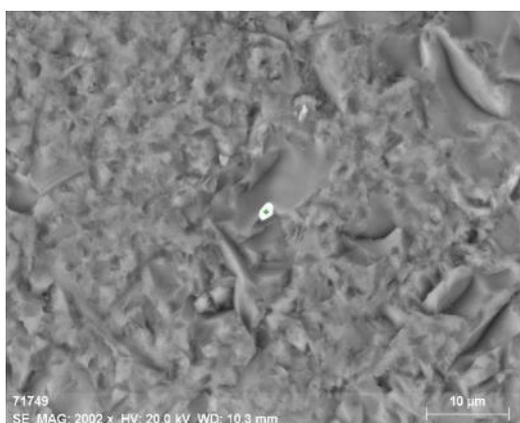
Рисунок 23. Результаты электронной микроскопии наличия химических элементов. Кристаллы циркона в альбите. Образец 13-48.

По химическому составу циркон отличается высоким содержанием гафния. Концентрация оксида этого элемента составляет 40,64 мас. %. В то же время более светлые внешние зоны роста циркона становятся чрезмерно округлыми, с результатами растворения, ядро характеризуется больше высочайшим вхождением гафния, чем центральная место кристалла (Рисунок 23б). Это также видно энергодисперсионным диапазоном циркона, снятый в точках анализа 2 (рис. 23, а).

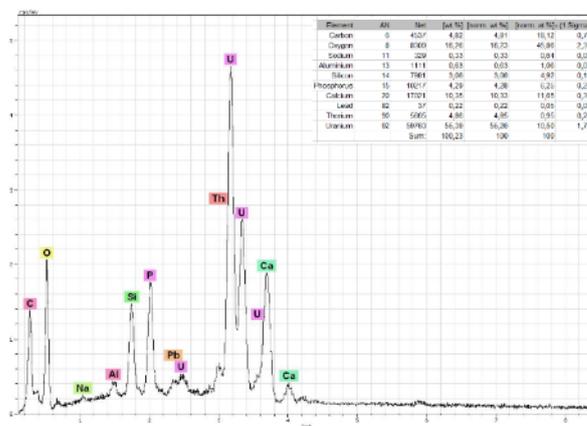
Образцы высочайшего нахождения гафния в цирконах описаны в литературе. [27, 29] Находки более высокогафниевых цирконов соединены с гранитными пегматитами. Так, незадолго был обнаружен циркон с содержанием  $\text{HfO}_2$  до 3.65 масс %. в альбитизированных пегматитах месторождения Васин- Мыльк на Кольском полуострове, Россия [29]. Еще более гафниевые цирконы, вплоть до гафниевого аналога циркона – гафнона  $\text{HfSiO}_4$ , известны из крупных гранитных танталоносных натролитиевых пегматитов Мозамбика [30].

Обычно в цирконах отношение  $\text{HfO}_2/\text{ZrO}_2$  равно 0.01 [31]. Для циркона Намангутского проявления — это отношение на порядок больше - 0,1, что следует считать его типоморфной характеристикой.

Циркон, как правило, содержит значительное количество урана. Однако в пегматитовом минерале Намангутского пегматитового поля уран представляет собой постоянную смесь.  $\text{UO}_2$  содержится в количестве 56,64 масс. %. Это, по-видимому, связано с изоморфным включением урана в циркон, хотя также возможна сильно тонкая механическая примесь урановых фаз. Фактически, некоторые кристаллы циркона содержат сравнительно огромные личные фазы урана. Например, на (рис. 24а) показан зональный кристалл циркона, содержащий промежуточную зону с многочисленными порами и выделениями урановых минералов. Это хорошо заметно на фрагменте (рис.24б).



а)



б)

Рисунок. 24. Анализы выполнены с помощью системы анализа INCA Oxford на электронном микроскопе Hitachi S-3400N при ускоряющем напряжении 20 кВ и токе зонда 1 мкА. а-уранит, б-Энергодисперсионные спектры циркона, полученные в показанного на (рис. 24, б) Образец 13-19.

### 5.3 Формы нахождения редких металлов в пегматитах

Электронно микроскопические исследования показали, что отдельные угловатые и повернутые ксенолиты, вмещающие порода приблизительно содержит редких металлов как: Тантал (23.5 %), ниобий (23.1 %), кремний (8.1 %), Цирконий (40.64 %), титан (23.57%), вольфрам (8.9 %).

*Ниобаты тантала* в изученных препаратах встречаются значительно реже касситерита и представлены составом серии изоморфных колумбит-танталитовых серий. Минерал часто образует слипания в кристаллах касситерита или растет на индивидуумах касситерита. Реже возникают самостоятельные выделения, имеющие пластинчато-вытянутую форму (рисунок. 25).

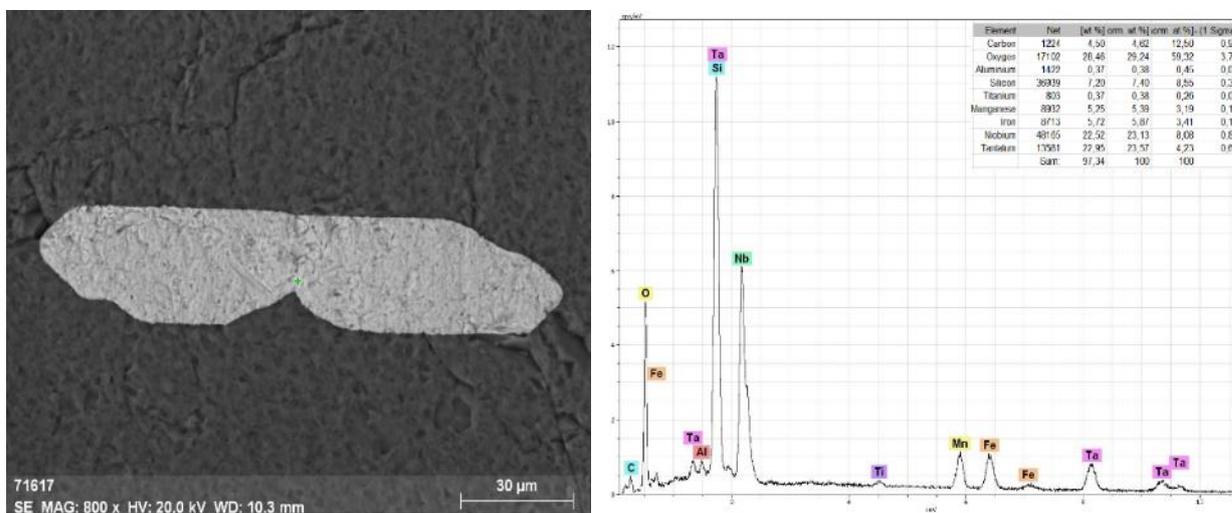


Рисунок. 25. Пластинчатые выделения колумбита-танталита в агрегате альбита.

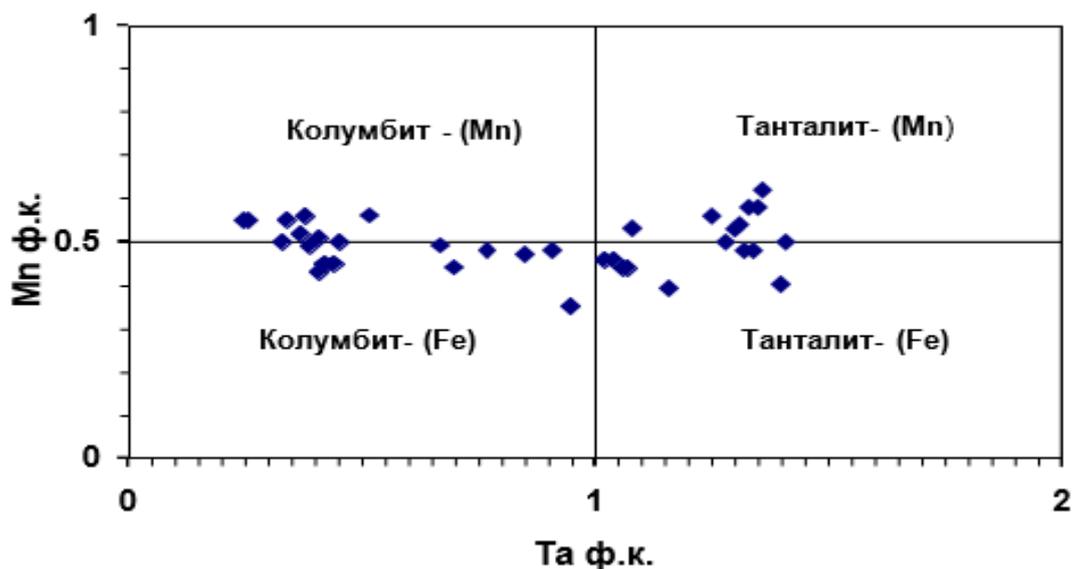
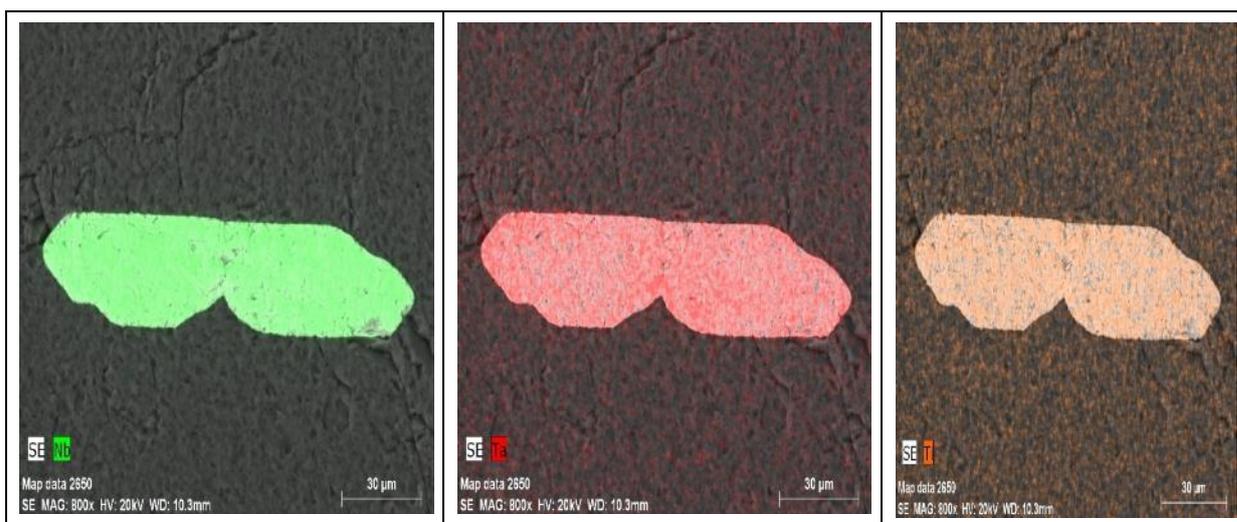


Рисунок.26. Соотношение марганца и тантала (в формульных коэффициентах при расчете формулы минерала на 6 атомов кислорода) минералов серии колумбита-танталита Намангутского пегматитового поля на классификационной диаграмме. [ 25]

На рис. 27 показан фрагмент предыдущего рисунка и карта распределения элементов в характеристическом рентгеновском излучении. На нем хорошо видны различающиеся по составу зоны роста. Видно, что наблюдаемая зональность в основном связана с различным соотношением Ta / Nb в разных зонах роста.



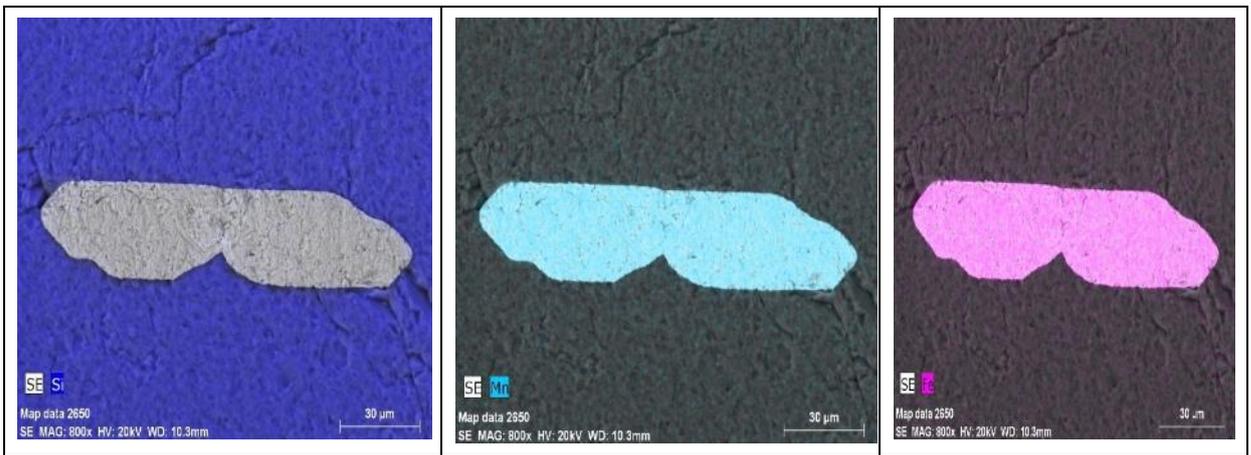


Рисунок 27 – Карта распределения элементов Nb, Ta, Ti, Si, Mn, Fe в тантало-ниобате Намадгуского пегматитового поля. Анализы проведены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N.

Все изученные зерна тантало-ниобатов демонстрируют сложный рост и зональность. Зоны отличаются вариациями соотношений Ta / Nb и Mn / Fe, и, как правило, последующие зоны содержат больше марганца, чем железа.

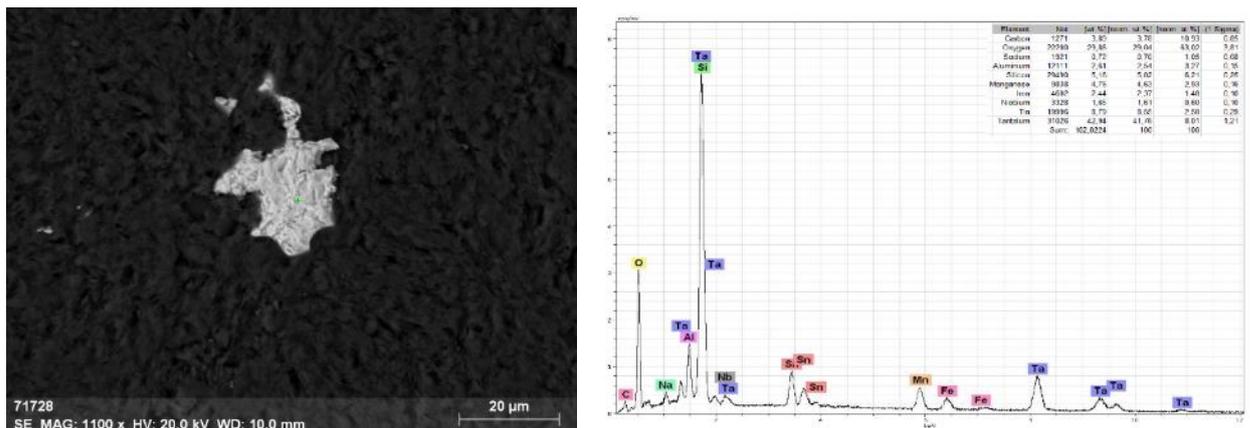


Рисунок. 28. Сросток зонального кристалла колумбита-танталита

*Олово* - характерная примесь колумбит-танталита Намангутского пегматитового поля. Олово содержится в количестве 0,0-0. н% (среднее содержание SnO<sub>2</sub> 0,46%), за исключением единичных точек анализа, где его концентрация достигает 5%. Возможно, что определенное сумма олова в минерале связано с микровключениями касситерита, который тесно связан с колумбит-танталитом в пегматитовой области, но обозначается отдельная корреляция содержания олова с суммой элементов в позиции. В (Рис. 29), предполагая, что олово изоморфно замещает ниобий, тантал и титан в минерале.

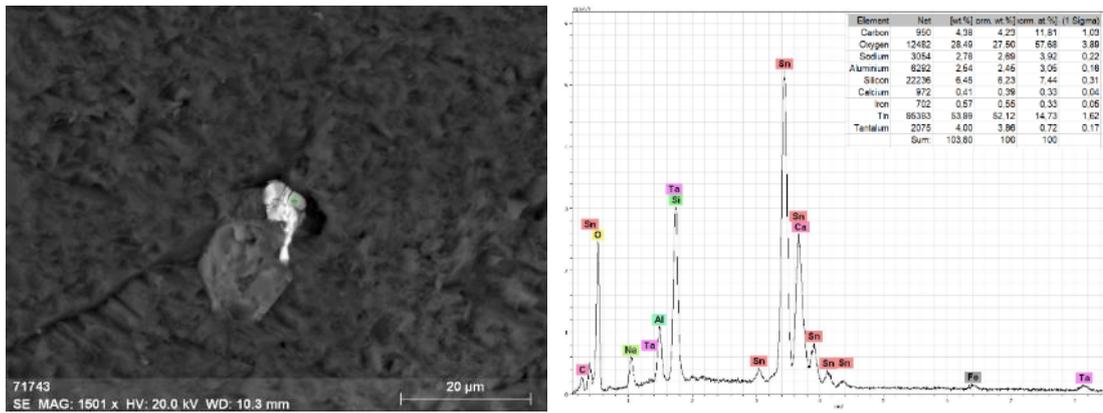


Рисунок. 29. Результаты электронной микроскопии и энерго-дисперсионный спектр. Зональное зерно олова. Образец 4А-2

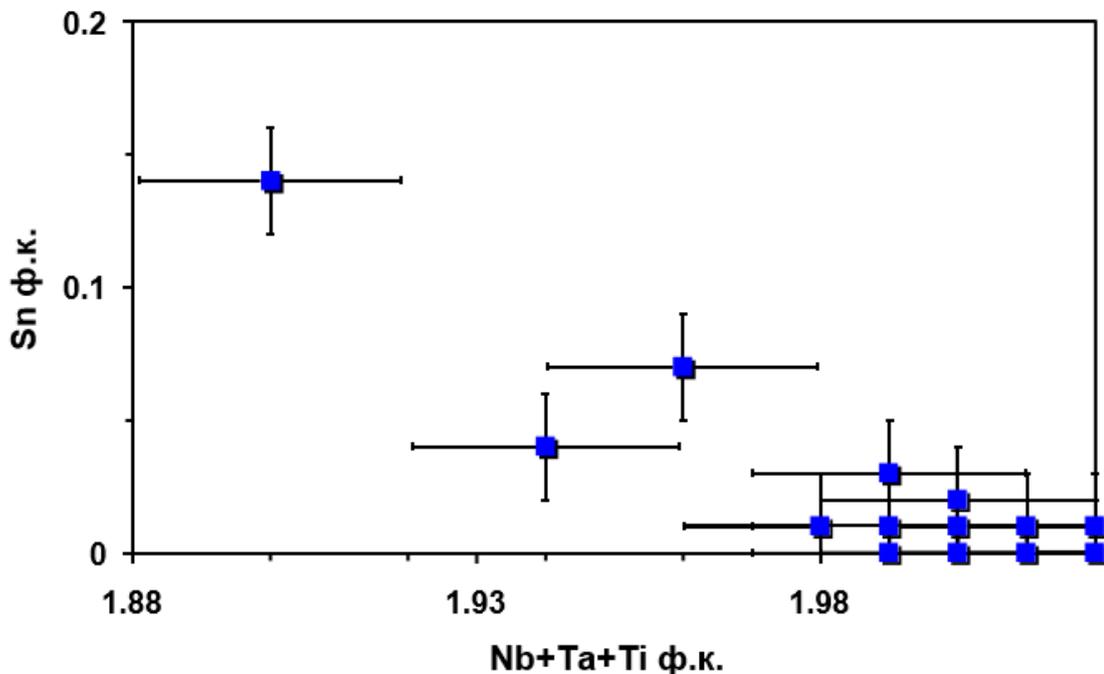


Рисунок 30. Соотношение олова и сумма ниобия, тантала и титана (в коэффициентах формулы при расчете минеральной формулы на 6 атомов кислорода) минералов колумбит-танталитовой серии пегматитового поля Намангута [25]

*Марганец и железо* в колумбите-танталите содержатся примерно в равных количествах. Их средняя концентрация составляет 1,20 и 2,36% соответственно. Предел содержания MnO в минерале составляет 23,12%, а FeO - 20,79%.

Вот еще один пример зонального распределения элементов в тантал-ниобатах. Марганец и железо в колумбите-танталите содержатся примерно в равных количествах (см. Рис. 31).

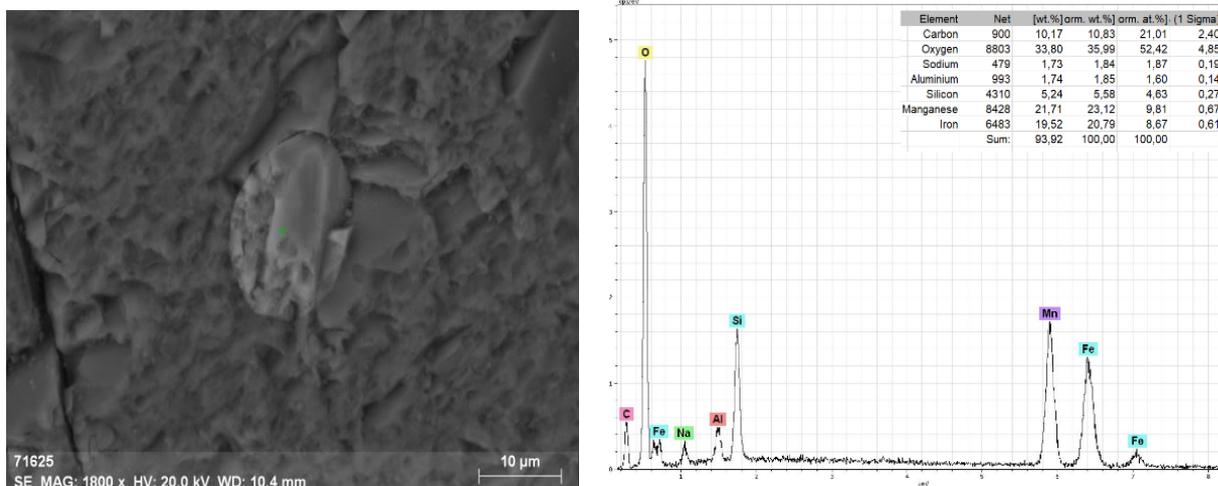


Рисунок 31. Результаты электронной и энерго-дисперсионный спектр. Образец 13-19

*Титан* также присутствует в большинстве проанализированных зерен. Содержание  $TiO_2$  находится в пределах 0,13-0,38 (в среднем 0,25%) (Рис-25).

## **6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследования проводились на международный инновационный научно-образовательный центр "Урановая геология" ИШПР ТПУ, целью определения перспектив массивов Юго-Западный Памир и Намангутское пегматитовое поле на редкометалльное сырье (Таджикистан). В качестве объекта исследования выступают образцы горных пород и шлифы изучаемых plutonic комплексов.

## **6.1 Предпроектный анализ**

### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Горнопромышленные компании;

- Научно-исследовательские организации, университеты.

### **6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется влияние геологического строения на природные объекты, главным образом ищутся аномалии пегматита и редких металлов в объектах исследования.

В таблице 5 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-геологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается добычей редкометалльного сырья.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,43
2. Точность исследования	0,15	4	3	4	0,46	0,5	0,70
3. Скорость	0,13	5	4	3	0,7	0,6	0,45
4. Технологичность	0,14	4	4	4	0,6	0,5	0,55
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Цена	0,15	5	3	2	0,7	0,42	0,28
3. Время	0,14	4	5	3	0,48	0,5	0,36
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>3,64</b>	<b>3,42</b>	<b>3,25</b>

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, а также скоростью разрабатываемого проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что точность исследования уступает конкурентам.

### 6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 6). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

*Первый этап* заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 6 – Матрица SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны</b>  С1. Низкая цена проекта  С2 Высокая скорость проведения исследований  С3 Экологичность проведенных исследований</p>	<p><b>Слабые стороны</b>  Сл1 Погрешность методов анализа  Сл2. Отсутствие прототипа программного обеспечения, в котором выполняется проект.  Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Расширение сферы участия ТПУ в исследованиях такого рода;  В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p><b>Угрозы</b>  У1. Развитие конкуренции  У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>

*Второй этап* состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 7. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта	Сильные стороны проекта					
		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.
	В1.	+	+	+	+	+
В2.	+	+	+	+	+	

Возможности проекта	Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	В1.	-	-	+
В2.	-	+	-	

		Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1.	C2.	C3.	C4.	C5.
	У1.	+	+	+	-	0
	У2.	-	-	-	-	-

		Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	У1.	-	+	+
	У2.	+	0	-

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 –SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>C1. Низкая цена проекта</p> <p>C2 Высокая скорость проведения</p> <p>C3 Экологичность проведенных исследований.</p>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>Сл1 Погрешность методов анализа</p> <p>Сл2. Отсутствие прототипа программного обеспечения, в котором выполняется проект.</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Расширение сферы участия ТПУ в исследованиях такого рода;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Введение метода в вузы для обучения;</p> <p>Быстрое увеличение точности исследования в связи с расширением сферы участия ТПУ;</p> <p>Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.</p>	<p>Проверка полученных результатов;</p> <p>Расширение мощности программного обеспечения.</p>
<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Развитие конкуренции</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Создание конкурентоспособного проекта.</p>	<p>Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.</p>

### 6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 9).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 9 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5

7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	2
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>51</b>	<b>53</b>

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где:  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка имеет перспективу выше среднего, также, как и уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной

разработкой проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

### **6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

### **6.2 Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 10).

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
АО Росгеология	Получение геолого-технологической информации для освоения схожих по строению лицензионных участков.

В таблице 11 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 11 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Определения перспектив массивов Юго-Западного Памира и Намангутского пегматитового поля плутонических комплексов на редкометалльное сырье (Таджикистан)
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Выявленные перспективы на определенное редкометалльное сырье.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Проведение петрографического описания пород и интерпретированные результаты различных анализов
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Провести описание структуры и текстуры в шлифах горных пород
	Провести интерпретацию результатов на основе полученных данных
	Выявить различные геологические предпосылки и признаки для плутонических комплексов

В таблице 12 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Арбузов С.И, НИ ТПУ, доцент ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Муродов М.Н, магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, работа с поляризационным микроскопом, работа с ПО Corel на компьютере, написание работы	1600
<b>ИТОГО:</b>				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта (таблица 13).

Таблица 13 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	1 135 133,04
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2019-31.05.2021
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	10.09.2019
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2021

### **6.3 Планирование управления научно-техническим проектом**

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

#### **6.3.1 Иерархическая структура работ проекта**

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 33).



Рисунок 33– Иерархическая структура работ

### 6.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 14, 15).

Таблица 14– Календарный план проекта

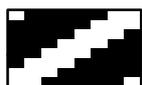
Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	10	01.09.19	11.09.19	Муродов М.Н, Арбузов. С.И
Согласование плана работ	10	10.09.19	25.09.19	Муродов М.Н, Арбузов. С.И
Литературный обзор	122	16.09.19	16.01.20	Муродов М.Н,
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	315	01.02.20	12.12.20	Муродов М.Н, Арбузов. С.И
Написание отчета	158	21.12.20	28.05.21	Муродов М.Н,
<b>Итого:</b>	<b>615</b>			

Таблица 15 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2019				2020								2021									
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	
Утверждение темы магистерской диссертации	7	■	■																				
Согласование плана работ	7																						
Литературный обзор	1 3 8		▬ ▬ ▬																				
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	2 9 2					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Написание отчета	1 6 2																				▬ ▬ ▬		



- Муродов М.Н



Муродов М.Н, Арбузов С.И

## 6.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).* В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 16).

Таблица 16 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Блокнот	1	195,00	195,00
Ручка шариковая	2	45,00	90,00
Карандаш	2	25,00	50,00
Печать	150	2,00	300,00
Бумага А4 (500листов)	1	330,00	330,00
Электроэнергия	1122вт	2,45	2,75
Всего за материалы	1153,6		
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			57,68
<b>Итого по статье</b>			<b>1 025,43</b>

*Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.* В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 17).

Таблица 17 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (DELL)	1	45000,0	45000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	2500,0	2500,0
3	Программное обеспечение Corel	1	5 340,00	5 340,00
<b>Итого, руб.:</b>				52840,00

*Расчет основной заработной платы.* В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 18.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где:  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 18

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	62	65
- выходные дни	44	42
- праздничные дни	14	12
Потери рабочего времени	57	24
- отпуск	54	24
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p, \text{ где}$$

$Z_b$  – базовый оклад, руб.;

$K_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2020 году без учета РК составил 33664 руб., поскольку руководитель работает на 0,5 ставки, то оклад равен 16832. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_b$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	35600	1	0,02	1,3	45640	1950.0	30	65456.0
Магистрант	25435.4	-	-	1,3	34540.0	1345.4	189	27998.5

*Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.* В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 20 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	65456.0	27998.5
Дополнительная зарплата	4997,9	2745.4
Итого по статье С <sub>зп</sub>	70453.9	30743.9

*Отчисления на социальные нужды.* Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальные выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:  $C_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (35456,8 + 34563,8) = 21005,94$  рублей

*Накладные расходы.* Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (70453,9 + 30743,9) = 80958,24$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 80958,24 которые приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	3548	349385	324884	34552	21005,94	30577,6	126560	-	244620,5	1135133,04
Аналог	3150	350000	995000	999000	50000	999000	-	-	879928,6	4276078,6

### 6.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 22.



Рисунок 34 – Проектная структура проекта

### 6.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 24).

Таблица 24– План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

### 6.4.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 25.

Таблица 25 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления (1–5)	Влияние риска (1–5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточный прогноз	3	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность в расчетах	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность

### 6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

#### 6.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

*Чистая текущая стоимость (NPV)* – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП<sub>опt</sub> – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

$t$  – номер шага расчета ( $t= 0, 1, 2 \dots n$ )

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если  $NPV > 0$ , то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 26. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, норма амортизации- 10 %.

$$Ag = Sp_{перв} * Na / 100$$

Таблица 26 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1702699,5	1702699,5	1702699,5	1702699,5
2	Итого приток, руб.	0	1702699,5	1702699,5	1702699,5	1702699,5
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1135133	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	756238,77	756238,77	756238,77	756238,77
5	Налогооблагаемая прибыль	0	946460,73	946460,73	946460,73	946460,73
6	Налоги 20 %, руб.	0	189292,15	189292,15	189292,15	189292,15
7	Чистая прибыль, руб.	0	757168,58	757168,58	757168,58	757168,58
8	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль+амортизация)	-1135133	781628,53	781628,53	781628,53	781628,53
9	Коэффициент дисконтирования при $i=10\%$ (КД)	1	<b><u>0,909</u></b>	<b><u>0,694</u></b>	<b><u>0,578</u></b>	<b><u>0,482</u></b>

10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-1135133	710 500,34	542 450,20	451 781,29	376 744,95
12	$\sum$ ЧДД	<b>2 081 476,8</b>				
13	Итого NPV, руб.	<b>886 940,22</b>				

*Коэффициент дисконтирования* рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: –ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 736216 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

*Индекс доходности (PI)* – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1 + i)^t} / I_0$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2\,081\,476,8}{1\,135\,133} = 1,8$$

Так как  $PI > 1$ , то проект является эффективным.

*Внутренняя ставка доходности (IRR)*. Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования  $i$  можно судить о запасе

экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования  $i$ , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 27 и на рисунке 3.

Таблица 27 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-847228,2	781628,53	781628,53	781628,53	781 628,53	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	<b>0,909</b>	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-1135133	710500,3	645625,2	587003,0	533852,3	1341847,8
	0,2	-1135133	651096,6	542450,2	451781,3	376745,0	886940,0
	0,3	-1135133	601072,3	462724,1	355641,0	273570,0	557874,4
	0,4	-1135133	558082,8	398630,6	284512,8	203223,4	309316,5
	0,5	-1135133	521346,2	347043,1	230580,4	154762,4	118599,2
	0,6	-1135133	488517,8	304835,1	190717,4	119589,2	-31473,5
	0,7	-1135133	459597,6	261845,6	158670,6	87542,4	-167476,9
	0,8	-1135133	434585,5	241523,2	133658,5	74254,7	-251111,1
	0,9	-1135133	411136,6	216511,1	114117,8	60185,4	-333182,1
	1,0	-1135133	390814,3	195407,1	97703,6	48461,0	-402747,1

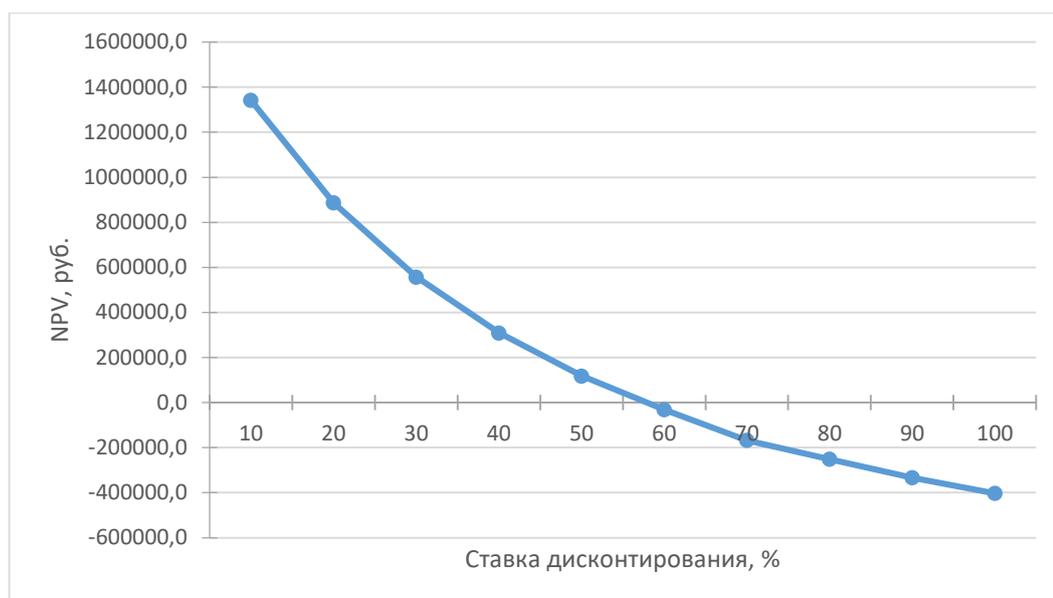


Рисунок 3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,55.

Запас экономической прочности проекта:  $55\% - 20\% = 35\%$

*Дисконтированный срок окупаемости.* Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 28).

Таблица 28– Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,10$ ), руб.	-1135133	710 500,34	542 450,20	451781,29	376 744,95
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1135133	-424633	117817	569598	946342
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 1 + (424633/542\,450,20) = 1,78$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений, или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 24).

Таблица 29 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об элементном составе природных объектов на территории рудопроявления	Впервые получены данные об элементном составе и количественных составляющих у природных объектах
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях золота и сопутствующих элементах в природных объектах на территории рудопроявления	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях в природных объектах на территории рудопроявления

### 6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где: – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 30).

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,15	4	3	4
5. Надежность	0,15	5	4	5
6. Материалоемкость	0,20	5	4	5
ИТОГО	1	28	23	25

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^a = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,9$$

$$I_2^a = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки  $I_{финр}^p$  и аналога  $I_{финр}^a$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где:  $\mathcal{E}_{ср}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 31.

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,16	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,85	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 3 216 609,8 руб.; индекс доходности  $PI=1,8$  внутренняя ставка доходности  $IRR=55\%$ , срок окупаемости  $Ppдск = 1,78$  года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

## **7. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

### **Введение**

Целью данной работы является изучение природы редкометалльного оруденения в пегматитах Намангутского пегматитового поля (Таджикистан).

Высокий спрос на редкие металлы и появление новых технологий переработки сырья дают зеленый свет для освоения новых типов пегматитовых полей.

Данная работа является научно-исследовательской, поэтому в разделе социальная ответственность описано рабочее место оператора ПК. На всех этапах производственной деятельности человека важно снизить не только риск производственных травм и профессиональных заболеваний, но и распределить работу так, чтобы она не была тяжелой, утомительной и однообразной.

Основная работа производится в закрытом помещении (камеральная обработка данных) за компьютером, поэтому в разделе «Социальная ответственность» рассматривается безопасность работы за рабочим местом в компьютерном классе. Выполнение камеральных работ (обработка результатов анализов, построение графиков, набор текста) проводилось на ПК.

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

### **7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

Рабочий процесс проходил в кабинете самостоятельной работы магистров международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» ИШПР (540 аудитория 20 корпус НИТПУ), (ул. Ленина 2, ст. 5). В кабинете предусмотрено 12 индивидуальных рабочих мест. Каждое

место представляет собой компьютерный стол с тумбой и полками для книг, оснащенный стационарным компьютером, (процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU 2,60 GHz) с монитором Samsung Sync Master 123N с диагональю 17 дюймов (яркость 78 %, контрастность 50 %, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1080×1920). Кабинет имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения (12 светильников).

Размер помещения 8,5×9,5×3,1 м. Площадь на одно рабочее место в ПЭВМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup>, что соответствует нормам согласно СанПин 2.2.2/2.4.1340-03

Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов [33]

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ПК не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ [34].

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 г. №118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03» лица, работающие с ПК более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПК), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке [35, 36]

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю [33].

В соответствии с типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01, продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не

должна превышать двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки (таб. 33) [37].

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПК не предусмотрена [38].

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается (таб.33).

Таблица 33. Категории работ с компьютером

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	количество знаков	количество знаков	количество знаков
I	до 20000	до 15000	до 2

Пункт 3.2. «ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере» устанавливает, что продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов [33].

Согласно п. 3 Приложения № 1 к названной Типовой инструкции «Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочей смены, вида и категории трудовой деятельности с персональным компьютером» при 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать [33]:

- для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;

- для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;

- для III категории работ - через 1,5 - 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 предусмотрены требования к рабочей позе: бедра расположены приблизительно в горизонтальной позиции, а ноги от колена до ступни - в вертикальной позиции; позвоночник расположен вертикально; ступня составляет угол в 90° по отношению к подколенной части ноги; линия зрения заключена между горизонталью и 60° ниже горизонтали [38].

## 7.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 2 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015[33].

Таблица 2. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		
	Камеральные	Лабораторные	
1. Недостаточное освещение рабочей зоны	+	+	ГОСТ 12.1.038- 82 [7] ГОСТ 12.1.003-2014 [8] ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 [9] СанПиН 2.2.4.548-96 [10] СанПиН 1.2.3685-21 [11] СП52.13330.2016 [12] ТОИ Р-45-084-01 [13]
2. Отклонение параметров микроклимата	+	+	
3. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	+	+	
4. Повышение уровня шума		+	

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	
---	---	---	--

### **7.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой и характеризующиеся чрезмерными характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности.

#### **Недостаточное освещение рабочей зоны**

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших условий создания благоприятных, оптимальных и безопасных условий труда. 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. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 [43]. В таблице 35 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов проведенной проверки соответствия нормам помещений по условиям труда.

Таблица 35 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г – горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	
	Фактическая	Допустимая	Фактическая	Допустимая	Фактическая	Допустимая
Г – 0,8	400	300	40	40	15	15

Данное помещение имеет следующие размеры: длина (А) = 6,5 м, ширина (В) = 8 м, высота Н = 3,1 м. Высота рабочей поверхности  $h_{рп} = 0,8$  м. В кабинете используется система общего равномерного освещения.

Светильники размещены в 4 ряда. В каждом ряду установлено по 3 светильника типа СГ-418-УП-40 4×10 Вт и мощностью 40 Вт (с длиной 0,595 м). Световой поток 3500 лм. Лампы встроены в навесной потолок, из чего следует, что высота расчетной высоты (h) равна 2,7 м ( $h = H - h_{рп} = 3,1 \text{ м} - 0,8 \text{ м}$ ). Расчет освещения сводится к тому, чтобы узнать, сколько необходимо таких ламп для обеспечения освещенности помещения. По формуле:

(1)

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

где N – число светильников;

E – заданная минимальная освещенность, лк;

S – площадь помещения, м<sup>2</sup>

Φ – световой поток, лм;

η – коэффициент использования;

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть не менее 300 лк [9], исходя из этого для расчетов примем E = 300 лк. S = 6,5×8=52 м<sup>2</sup>. Для люминесцентных ламп: z = 1,1; k = 1,5. Исходя из технических характеристик светильника Φ = 3500 лм. η – определяется как соотношение излучаемого и падающего на рабочую поверхность, светового потока всех ламп. Ведь данный параметр является

производной от индекса помещения, коэффициента отражения стен и потолка, а также от типа светильника. Для определения коэффициента использования светового потока ( $\eta$ ) необходимо найти индекс помещения по формуле (2):

$$N = \frac{A \times B}{h \times (A+B)} = \frac{6,5 \times 8}{2,7 \times (6,5+8)} = 1,32 \quad (2)$$

где  $I$  – индекс помещения;

$h$  – расчетная высота;

$A$  и  $B$  – длина и ширина помещения

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа СГ-418-УП-40 при индексе помещения  $i=1.2$  равен  $\eta=60\%$ . Найдя коэффициент  $i$ , необходимо оценить коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка -  $g_p$ , стен -  $g_c$ , пола –  $g_r$ . Используя справочные данные определили, что  $g_p = 0,5$ ;  $g_c = 0,5$ ;  $g_r = 0,25$

Далее, имея такие данные, нужно на основании специальных графиков кривых силы света определить значение  $\eta$ . Т.е. при  $g_p = 0,5$ ;  $g_c = 0,5$ ;  $g_r = 0,25$  и  $i=1,2$ , значение  $\eta = 60\%$  Находим искомое количество светильников по приведённой выше формуле:

$$N = \frac{300 \times 52 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 12,2 \text{ шт} \quad (3)$$

$$N = (300 \times 52 \times 1,1 \times 1,5) / (3500 \times 0,6) = 12,2 \text{ шт} \quad (3)$$

Таким образом, для достижения необходимой освещенности в аудитории должно быть 12 светильников, что указывает на достаточную освещенность помещения. В рассматриваемом нами помещении 12 светильников. Исходя из расчетов, можно сказать, что освещенность аудитории 540 соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся. [44]

## Отклонение параметров микроклимата

Рабочее место в данный кабинет должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [47]. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны оказывает значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний и наоборот.

Рабочее место учебная аудитория самостоятельной работы магистров международного инновационного научно образовательного центра «Урановая геология» отделения геологии ИШПР соответствует требованиям нормам [48].

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Проводимые работы относятся к категории легких работа. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в табл.1

Таблица 36 – Нормы микроклимата в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
	Оптимальная	Допустимая на рабочем месте		Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя	Нижняя				
		28	15				
Холодный	22-24			60-40	20-80	0,1	0,1
Тёплый	23-25			60-40		0,1	< 0,5

В целях защиты, работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть не более 8 часов. Температурный режим аудитории 540 соблюдается с представленными режимами СанПиНом 2.2.4.548-96.

### **Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса**

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

– проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

– для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально; – для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы [11].

## **Повышение уровня шума**

Главным источником шума при создании настоящей работы являлись системные блоки компьютеров в аудитории 540, 20-го корпуса ИШПР ТПУ.

Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться причиной несчастного случая.

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания с частотой 16– 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм. Гигиенические нормативы шума определены ГОСТ 12.1.003 - 2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [17] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [18] «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий».

Для снижения шума в помещениях проводятся следующие основные мероприятия:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;
- звукопоглощение и звукоизоляция;
- рациональное размещение оборудования.

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

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ЭВМ, представляет для человека большую потенциальную опасность.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока и ЭМП зависит от: рода и величины напряжения и тока, частоты тока,

пути тока через тело человека, продолжительность воздействия электрического тока на организм человека, условий внешней среды.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 38 [39].

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [52], правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [46] (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [53].

Таблица 39– Предельно допустимые значения напряжений и токов.

Род тока	Напряжение В, (U)	Сила тока А, (I)
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц 3	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Примечания: напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения; напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 250С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [52] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25°С, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 - 2017 [3] и ГОСТ 12.1.038-82 [39].

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети;

- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;

- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;

- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

#### **7.4 Экологическая безопасность**

Эксплуатация далеко не самая сложная операция с персональным компьютером, с точки зрения экологии, самая сложная операция – это утилизация.

Вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сожжения.

Порядок утилизации компьютеров:

1) Создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

2) Составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

3) Составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

6) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних

условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам [53].

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов [54].

### **7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Согласно [45] ЧС – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

Природными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте могут быть сильные морозы зимой.

В целях обеспечения устойчивой работы корпуса необходимо соблюдение следующих мер предосторожности:

1. Подготовить двухсуточный запас воды и пищи, запасы медикаментов, средств автономного освещения (фонари, керосиновые лампы, свечи).

2. Предоставить служебный транспорт сотрудникам при выходе из строя общественного транспорта.

3. Подготовить дополнительный генератор от отключения электроэнергии, подготовить топливо для его заправки.

4. Установить дополнительные обогреватели на жидком топливе (подготовить топливо для заправки оборудования)

Техногенными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте могут быть несанкционированное проникновение посторонних на рабочем месте.

В целях предотвращения данного источника ЧС необходимо:

1. оборудовать аудиторию системой видеонаблюдения;
2. оборудовать аудиторию системой сигнализации;
3. организовать круглосуточную охрану и пропускную систему;
4. обеспечить надежную систему связи.

Также в данном разделе рассматривается чрезвычайная ситуация – возможное возникновение пожара в кабинете самостоятельной работы магистров международного инновационного центра «Урановая геология» (540 аудитория 20 корпус НИ ТПУ) при проведении сравнительного анализа Намангутского пегматитового поля (Таджикистан).

Для обеспечения безопасности при пожаре должна включаться предупредительная сигнализация. При автоматической пожарной сигнализации используются датчики, реагирующие на появление открытого огня, дыма и повышение температуры.

Классификация производств по пожарной и взрывной опасности устанавливается СНиП 21-01-97 «Противопожарные нормы, пожарная безопасность зданий и сооружений» [52].

Рабочее помещение относится к категории «В», т.к. в данном помещении имеются горючие материалы (столы и стулья).

Для локализации возникающего источника пожара на рабочем месте на высоте 1,35 м от пола устанавливается порошковый огнетушитель ОП-5, ОУ-2.

В помещении установлен адресный извещатель пожара ДИП-34А, а в здании установлена система экстренного речевого оповещения.

В случае пожара предусмотрена эвакуация работников по эвакуационному проходу, который обозначен пунктиром на рисунке 2, и далее через пожарный выход, согласно эвакуационным планам здания.



Рисунок 35 – В План эвакуации при пожаре из аудитории 540, 20-корпус ТПУ.

### **Выводы по разделу**

В данном разделе были проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории или компьютерном классе, при написании дипломной работы. Так же указаны мероприятия по их устранению и снижению риска для здоровья и повышения работоспособности обучающегося.

## Заключение

Результате проведение исследований основной минералого-геохимический особенности пегматитов Намангутского пегматитового поля в соответствии породообразующих минералов минерал преобладают альбит, кварц, микроклин, полевой шпат, плагиоклаз, мусковит и другие.

Электронно-микроскопические исследования выявили, что рудные минералы Намангутского пегматитового поля преимущественно пегматиты содержат редкие металлы, такие как тантал, ниобий, циркон, олово и другие.

Установленные минералого-геохимических особенности позволяют прогнозировать высокую перспективность выявления тантал, ниобий, олово, циркон и другие редкометалльного орудиедения представляет пегматитового поля.

Вместе с тем широкое развитие на Памире редкометалльных пегматитовых полей позволяет утверждать, что при условии их детального изучения могут быть выявлены промышленные комплексные месторождения редких металлов Li, Be, Ta, Nb, Zr, Sn, Cs.

## Список использованной литературы:

1. Государственная программа изучения и оценки запасов редких металлов на 2016-2026 годы [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=35512524](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35512524)
2. Файрузшоева О.С Диссертации России Исторические науки Отечественная история История геологических исследований ГБАО в системе академических и производственных учреждений России и Таджикистана (1872-1991 гг.) // Диссертация 2020
3. Антропов П.Я., Лихачев Ю.А., Марковский А.П. Геология СССР. Том 24. Таджикская ССР. Часть 1. Геологическое описание, Москва, 1959. -9-23с
4. Буданова К. Т. Магматические формации Юго-Западного Памира / К. Т. Буданова, В. И. Буданов; под ред. Р. Б. Баратова. – Душанбе: Дониш, 1983. – 276 с.
5. Основные черты геологии и металлогении Памира [Электронный ресурс]: ПАМИРГЕО URL: [http://www.pamirgeo.ru/osn\\_chert\\_geol](http://www.pamirgeo.ru/osn_chert_geol) (дата обращения: 13.02. 16).
6. Лазько Е. М. Региональная геология СССР / Е. М. Лазько. – М.: Недра, 1965. – 551 с.
7. Дьяков Ю.А, Лихачев Ю.А, Геология СССР. Том 24. Таджикская ССР. Часть 2. Геологическое описание, Москва, 1966. 337-540с
8. Коноваленко С. И. Минералогия ювелирного турмалина миароловых пегматитов Юго-Западного Памира// Геммология. Материалы научной конференции. – Томск, 2001. – С. 74-80.
9. А Иброхим, М.М. Мамадвафоев. Пегматиты Памира — важный источник редких металлов // Горный журнал. 2012, № 4
10. Коган Б. И. Редкие металлы. Прошлое, настоящее, будущее. — М: Наука, 1978. — 348 с.
11. Кузьменко М. В. Геохимия тантала и генезис эндогенных танталовых месторождений. — М.: Наука, 1978. — 214 с.

12. Солодов Н. А. Минерагения литофильных редких металлов. — М.: Недра, 1978. — 176 с
13. Солодов Н. А. Минерагения литофильных редких металлов. — М.: Недра, 1978. — 176 с.
14. Россовский Л. Н. Гигантский масштаб гранитоидного магматизма и литиевых месторождений как результат тектономагматической активизации Памиро-Гиндукушского региона в альпийскую эпоху // Геология и геофизика Таджикистана. 1993. № 3. С. 43–63.
15. Россовский Л.Н., Коноваленко С.И. О Южно Азиатском пегматитовом поясе // Доклады АН СССР. – 1976. – Т. 229. – № 3. – С. 695–698.
16. Загорский В.Е., Перетяжко И.С., Шмакин Б.М. Гранитные пегматиты. Т. 3. Миароловые пегматиты. – Новосибирск: Изд -во Наука, 1999. – 487 с.
17. Коноваленко С.И. Типы миароловых пегматитов кристаллической толщи Юго-Западного Памира // Геммология. Сборник статей. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2006. – С. 69–75.
18. Коноваленко С.И. Коллекционное сырье миароловых пегматитов Юго-Западного Памира // Геммология. Сборник статей. –Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2009. – С. 62–73.
19. Коноваленко С.И. Редкие щелочные металлы в слюдах миароловых пегматитов жилы шахдаринской (Юго-Западный Памир) // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 5. 83–96
20. Памир [Электронный ресурс]: Большая Советская Энциклопедия URL: <http://bse.sci-lib.com/article086489.html> (дата обращения: 8.03. 16).
21. Соколова Е.Н, Кунгулова Э.Н, Бухарова О.В, Смирнов С.З. Генезис альбитовых ассоциаций в миароловых пегматитах Юго-Западного Памира (жила Лесхозовская) // Материалы III международной геологической конференции. № МК-5367.2016.5
22. Паутов Л.А, Мираков М.А, Шодибеков М.А, Махмадшариф С., Хворов П.В, Артемьев Д.А, Файзиев А.Р. Фосфорсодержащий гелвин

Шахдаринской пегматитовой жилы (Юго-Западный Памир, Таджикистан) // Новые данные о минералах, том 54, вып. 2 (2020), 61–68

23. Э.Н. Кунгулова, О.В. Бухарова. вещественная характеристика пегматитовой жилы Вездаринская (Юго-Западный Памир) // Геосферные исследования. 2019. № 3. С. 6–19

24. Principles and practice of variable pressure: environmental scanning electron microscopy / Stokes D. – John Wiley & Sons, 2008. – 128 p

25. М.А.Мираков, А.Р.Файзиев, Л.А.Паутов, М.А.Шодибеков. к минералогии пегматитов Намангутского пегматитового Поля (Юго-Западный Памир) // Минералогия. №1 (170), 2018 г

26. Смирнов С. З. Пегматитообразующая среда на стадии перехода от магматической кристаллизации к гидротермальной (на примере пегматитовой жилы Лесхозовская (Ю. З. Памир, Таджикистан)) / С. З. Смирнов [и др.] // Материалы XIII Международной конференции по термобарогеохимии и IV симпозиума APIFIS. – Москва, 2008. – Т.1. – С. 153-156.

27. Levinson A.A., Vorup R.A. – Bull. Geol. Soc. Am., 70, 1959, p. 1638.

28. Wang X., Griffin W. L., Chen J. – Geochemical Journal, 2010, 44, № 1, pp. 65-72.

29. Wang, R. C., Fontan, F., Shijin, X., Xiaoming, C., & Monchoux, P. – The Canadian Mineralogist, 1996, 34(5), pp. 1001-1010.

30. Neves J.C., Nunes J.L., & Sahama T.G. – Contributions to Mineralogy and Petrology, 1974, 48(1), pp. 73-80.

31. Дир А., Хауи Р.А., Зусманн Дж. – Породообразующие минералы, т. 1. – М.: Мир, 1966, с. 76-86.

32. - Pautov L. A., Mirakov M. A., Shodibekov M. A., Fayziev A. R. Uranopolykraz (U,Y) (Ti,Nb)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> from the miarol pegmatite Muzeyny in the area of the Kuhilal deposit (South-Western Pamir, Tajikistan) // New data on minerals, volume 52, issue 2 (2018), 34-39

33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 16.12.2019)

34. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. От 05.12.2014)

35. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»

36. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. – 97 с

37. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

38. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора. Введен: 01.12.2010. – М: Стандартинформ, 2010. – 24 с.

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

40. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности. Введен: 01.11.2015. – М.: Стандартинформ, 2015 – 24 с.

41. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора. Введен: 01.12.2010. – М: Стандартинформ, 2010. – 24 с

42. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Минздрав России, 1997. – 132 с.

43. СанПиН 1.2.3685-21. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению

безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», срок действия ограничен» - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. – 97 с.

44. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. Введен: 08.05.2017. – М.: Стандартинформ, 2018. – 117 с.

45. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

46. 8ПП РФ от 3 сентября 2010 г. N 681 «Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде»

47. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2001. – М.: Издательство стандартов, 2018 – 11 с.

48. ГОСТ 15845-80. Изделия кабельные. Термины и определения. Ч.1. – М.: ИПК Издательство стандартов. 2005. – 36 с.

49. ГОСТ 12.1.019 - 2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

50. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий.

51. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации»

52. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

53. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

54. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".

## Приложение А

### Раздел (5)

#### MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF RARE METAL PEGMATITES OF THE NAMADGUT PEGMATITE FIELD

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ91	Муродов Максуд Нурматович		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы \_\_\_\_\_ (аббревиатура отделения (НОЦ) школы):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Квашнина Ольга Сергеевна	-		

## 1. Geological features of Namadgut pegmatites (Southwest Pamirs)

The Namadgut pegmatite field is located in the South-West of the Pamirs, on the slopes of the Wakhan Range (Figure 1). This area is an integral part of the Pamir-Hindu Kush non-metallic pegmatites zone and is located on the territory of the Mesozoic-Cenozoic Kara-Korum fold (Rossovsky, 1968) [9]. This area consists mainly of phyllite-like rocks and Upper Triassic quartzites.

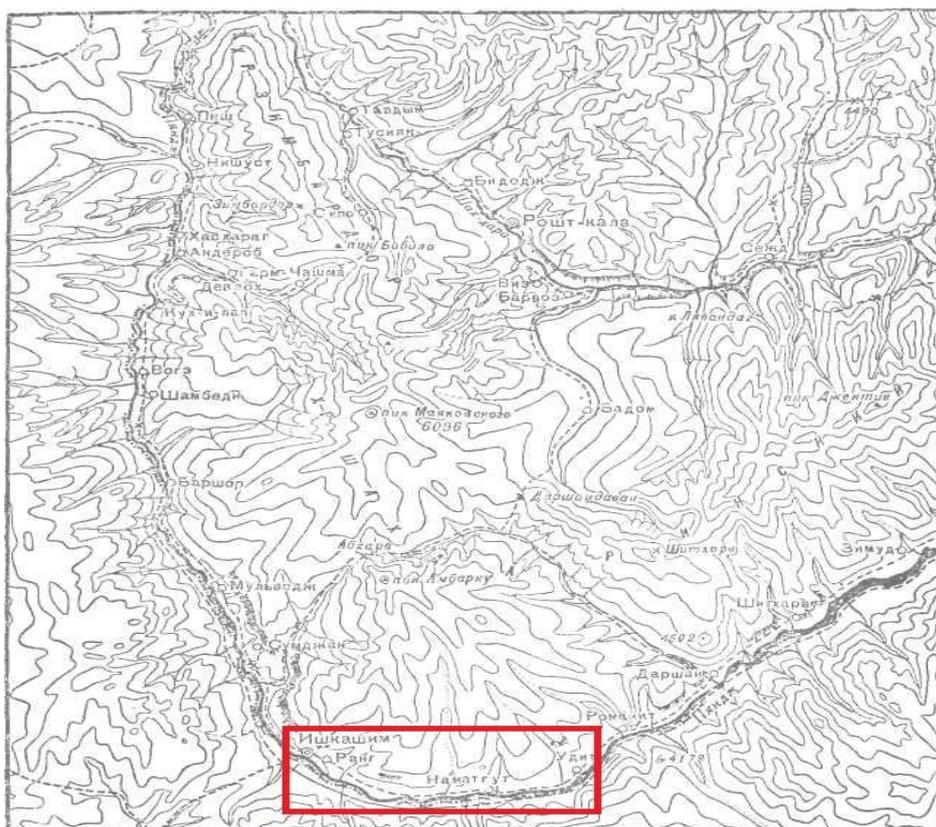


Figure 1. Map of the location of the Namangut pegmatite field in the Southwestern Pamir (the Namadgut field is highlighted in red)

There are more than 50 plate - and rod-shaped albite aplite-pegmatites containing up to 100 g/t of ore-collecting beryl. Less frequently, among quartz diorites, gneisses and crystalline schists, muscovite and sherlova-muscovite pegmatites are noted. The average size of the veins is the first meters in power and the first tens of meters in length.

Muscovite-microcline pegmatites are mainly represented by schlieren and schlieren-secant (facies and facies-phase, according to N. A. Vlasov, 1951) pegmatites lying among the parent granites. The structure of pegmatites is medium-

grained granite, topographic and pegmatoid. In many veins of this type, a zonal structure is observed (Fig. 2)

Sedimentary rocks of the Upper Triassic are intersected by a massif of dicotyledonous granites and, in the central part, by a microdiorite dike. The area is mainly covered with veins of pegmatite and quartz. These rocks are located from south to north on the territory of the Shakhdar Horned Formation. The Shahdar series covers the northeastern part of the southwestern part of the Pamir. When identifying the Shakhdar Series (Khoreva and Budanova, 1965), the formations described below were included [9].

There are only two periods in the pegmatite field of Namadgut: Triassic and Djoryakumian, and around this area there are metamorphic rocks Darshai, Khorog and hot springs of the Shahdar series, described below.

The Garmchashma formation occupies half of the territory and stretches on the right bank of the Pyanj River from the northern part of the region to the village of Ishkashim and includes the upper part of the Zerevsky and Kharavsky gorge valleys. The formation consists of migmatized garnet-biotite horned gneisses and, to a lesser extent, biotite garnet-biotite gneisses. In multimigmatized gneisses, there are lenticular bodies of amphibolites that have undergone metasomatic processes. Very thick layers of marble (10-30 m) are sometimes found inside the rocks. The formation is 2000m thick.

The Khorog formation is connected in the northeast by the Namangut pegmatite field, and then extends from the right bank of the Pyanj River to the Zerevsky and Kharavsky gorges. The formation consists of greenish-black amphiboles, amphibole garnet gneisses, and crystalline leaves. The thickness of the formation is 500-1500 m.

The Darshaiskiy formation is located in the study area in the lower right part of the Pyanj River and in the lower part of the Zerevsko-Zerevskaya Valley.

As mentioned above, the Upper Triassic is composed of phyllic rocks and quartzites.

According to the flora found by N.A. Khorev (1946) and their identification in Leningrad with Juccites, the age of quartzites and rocks of the Upper Triassic has been established [3].

Quartzites occur under phyllite-like plates and it is impossible to determine their total thickness (not less than 1.5 km).

Biotic quartzites are small, fine-grained and durable. Their color changes from light gray to brown (due to iron oxidation). The mineralogical composition of quartzites is as follows: quartz (90%), plagioclase, and biotite. Accessory minerals were identified including apatite, tourmaline, garnet, staurolite and secondary minerals - muscovite and chlorite. Tourmaline and garnet have the correct crystallographic shape, and the number and size of tourmaline crystals increase as they approach the boundary of the pegmatite bodies. Inside quartzites, amphibolites have thin layers.

Phyllitic rocks cover the entire northern and partly southern synclines. These stones are gray and mahogany.

The mineralogical composition of phyllite-like rocks: quartz (80%) and biotite were determined from accessory minerals - garnet, tourmaline, zircon, siphene, muscovite and secondary minerals - biotite and chlorite. Staurolite and andalusite are also found within phyllite-like sheets.

Phyllite sheets are characterized by larger garnet crystals than other minerals. Phyllite-like strata are formed as a result of metamorphism of clay strata.

The Quaternary period is present in the area of Namadgut pegmatites in the form of lacustrine-glacial and alluvial deposits. In addition, new proluvial and deluvial-caluvial deposits are widespread.

Sediments of the fourth period of the upper lacustrine-glacial and alluvial section are more common on the left bank of the Zerevsky gorge and in the southern part of the site from the Dashti-Sulaimon river to the "Glavny" site. The deposits of this complex (15 to 50 m thick) are composed of volcanoes, pebbles and gravel of granitoids, gneisses, migmatites, amphibolites, and solid sandy-clayey materials.

The alluvial deposits of the Pyanj River partially cover the territory of pegmatites. The thickness of the current terraces of the Pyanj River is tens of meters.

The largest area of continuous stream deposits (Dara-Harav and Zerevsky gorge) is occupied by alluvial deposits of Dara-Harav, which are a cone up to 2.5 km wide, composed of rocks of prehistoric age.

The proluvial deposits are less widespread here and consist of gravel, sand and clay materials, the deluvial-colluvial deposits are also widespread in the adjacent right side of the right bank of the Dara-Kharav River.

The intrusive formation in the Namadgut pegmatite field consists of two massifs of dicotyledonous granites: eastern Namadgut and western Rin, large dike microdiorites and vessels associated with granites, pegmatites, lamprophyres, and quartz.

The granite massifs of Namadgut and Rin are small, large intrusive domes that stretch for miles along the left bank of the Panj River in Afghanistan.

The total area of the Namadgut pegmatite field is more than 2.5 km<sup>2</sup>. Massive granites from the west intersect with phyllic rocks (elements of bedrock: dip azimuth 2700, dip angle 300), from the north and northeast the crystalline rocks of the horn series reach the tectonic plate and are found almost everywhere.

The area of the Rin massif is 1 km, and its confluence with crystalline rocks of the Shahdara Group and Triassic quartzites is overlain by sediments of the fourth period.

In both massifs, the two phases of granite are separated, and the granites of the first phase intersect with the granites of the second phase.

The first phase is granular gneisses and gneiss granites. The second phase is white granular granites of pegmatite structure with a large amount of pegmatite schists.

The granite-gneisses of the first phase are intersected by a dense network of pegmatites and aplite-pegmatites and are of the same origin as the granites of the second phase.

The structure of gneiss-granites is from medium to fine, smooth. In that part of the massif, where the massifs are made in the form of porphyry, the size of feldspar is up to 3x5 cm.

The second phase is represented by pegmatite and white-gray and white-hard granites. There is a gradual transition from dicotyledonous granites to muscovite. Phase II granites are gneiss-like in the Triassic to Archean region. Their structure is medium and large, with numerous pegmatite-like spots.

Mineralogical composition of granites is calcite, plagioclase, quartz biotite, muscovite, accessory minerals - garnet, tourmaline, apatite, zircon, sphene, andalusite, sillimanite, hematite and the second formed constituents - chlorite, muscovite and sericite.

Later, quartz veins were found in all rocks. Quartz is white, sometimes brown due to oxidation of iron. Cheryl and andalusite are also found in quartz veins.

As mentioned above, the Triassic complex has shifted from south to north towards the upper gneisses and migmatites of the crystalline part of the horn. In the longitudinal direction, most of the range is covered with sedimentary deposits, which appear in the form of depressions in the relief, as well as mylonite deposits formed and traced by gneisses.

In the foothills, the rocks of the Khorog Formation fall under the Triassic at an angle of 50-60°. The Triassic rocks have formed a coal-like mass in a zigzag zone, where fragments of pegmatite and quartz veins are visible.

The main tectonic structure of the Namadgut pegmatite region is the uneven syncline of China, extending north and northeast. The narrow wing is 2.5 km wide on the east side and more than 7 km on the west side. The rocks of the eastern wing have a stable monoclinic slope to the west. The angle of incidence of rocks in the syncline core ranges from 300 (at the junction of the Namadgut massif) to 900.

In addition to the main structure, in the Namadgut area, cracks are small in amplitude and length and have a longitudinal distribution. Because of these cracks, the southern blocks have shifted eastward relative to the north.

The morphology, bedding and size of pegmatite bodies depend on the appearance of cracks in rocks and quartzites filled with pegmatite material.

This work is devoted to the mineralogy of miarolitic granite pegmatites of the Mangutskaya peninsula, Southwestern Pamir. Along with the veins of Vezdarinskaya and Leskhozovskaya, it belongs to the subrare-metal pegmatites of the crystal-bearing formation, tourmaline mineragenetic series. [2]. According to the classification widely used in foreign publications, these pegmatites belong to the class of rare-element, type LCT (Li Cs Ta) [5].

We studied 6 samples of pegmatites from the Namadgut pegmatite field. Pegmatites are a leucocratic, almost white, fine-grained medium-grained rock composed of quartz grains, tourmaline, muscovite secretions, and elongated tabular twinned blades of acid plagioclase.



Figure 2-Albitized alkaline granite

Albitized alkaline granites differ in appearance from intrusive alkaline granites by their very light, almost white, sometimes bluish tint. Albitites consist of quartz (30-40 %), microcline (20-30%), albite (20-25%), ribecite about 5%, also aegirine, biotite, astrophyllite are found in small quantities (Figure 2).

The marginal parts of the vein are represented by aplitic and medium-grained quartz plagioclase pegmatite with biotite, which is replaced by fine schorl grains.

The structure of this rock is uniformly grained. Plagioclase composes the bulk of the rock and is represented as large idiomorphic grains. The plagioclase grains are strongly deformed during the crushing process, broken into separate blocks, and there is a curvature of the twins (Figure 3).

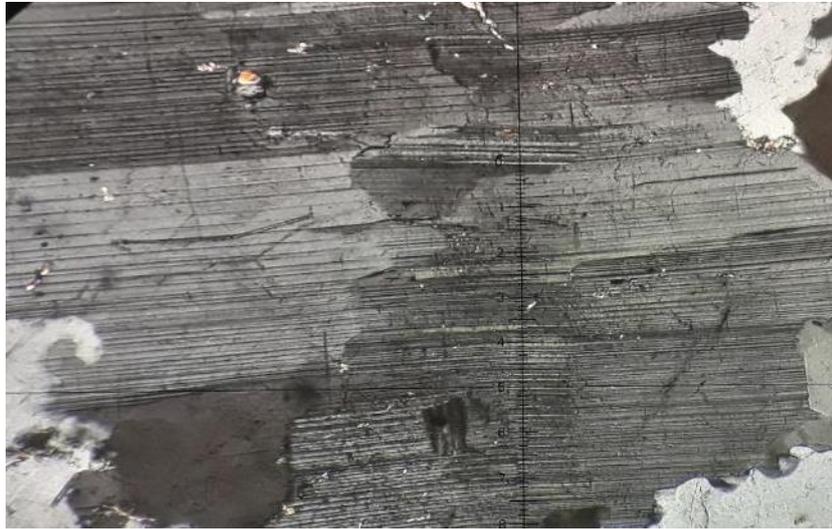


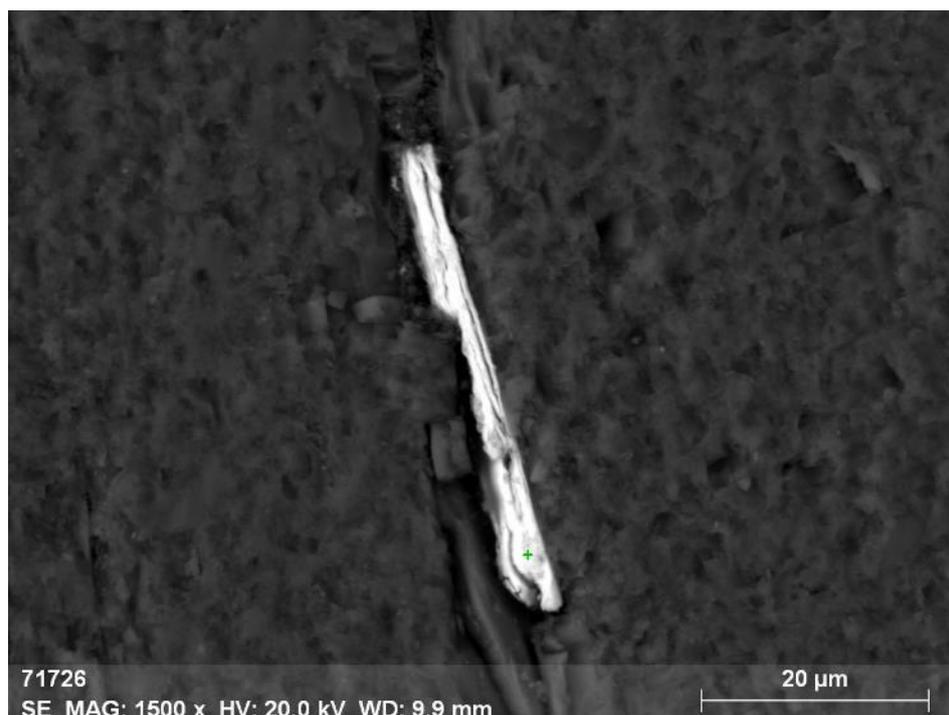
Figure 3-Deformed albite twins in the edge zone pegmatite. Obr. (2m) A-9.  
Nicoli X.

Uranopolycrase (U, Y) (Ti, Nb)  $2O_6$  (rhombic, etc. Pbcn group) was described as a new mineral from the Fonte del Prete pegmatite on the island of Elba, Italy (Aurischio e. a., 1993). The minerals of this group are characteristic minerals of some granitic and alkaline syenitic pegmatites, phenites, albitites, and accessory minerals of lithium-fluoride granites and ongonites (Scheerer, 1840; Fersman, 1940; Popova, 2009; Alekseev, Marin, 2014, etc.).



Fig. 4. Uranopolycrase crystal (4 mm long) in quartz from pegmatite Museum (Kuhilal, South Pamir). Photo by M. A. Mirakov.[32]

Uranopolycrase is found in the semi-transparent block quartz of the near-miarolitic pegmatite complex. The mineral is represented by tabular elongated rectangular grains (Fig. 40, 41). Sometimes, in addition to quartz, Nb-containing rutile is found in coalescence with uranopolycrase (m. z. an.:  $\text{TiO}_2$ -88.80;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -0.55;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -0.60;  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  – 5.68;  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  – 1.71;  $\text{SnO}_2$  – 1.34;  $\text{MnO}$  – 0.22;  $\text{MgO}$  – 0.21; sum – 99.11 wt.%)



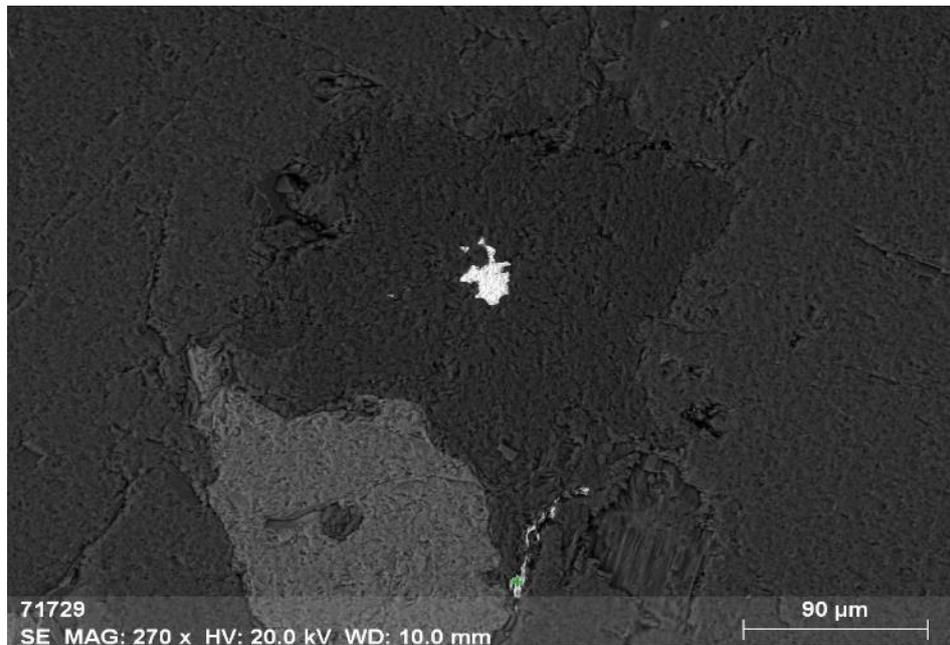


Fig. 5. Image in BSE mode of a polished fragment of a uranopolycrase crystal mounted in epoxy resin:

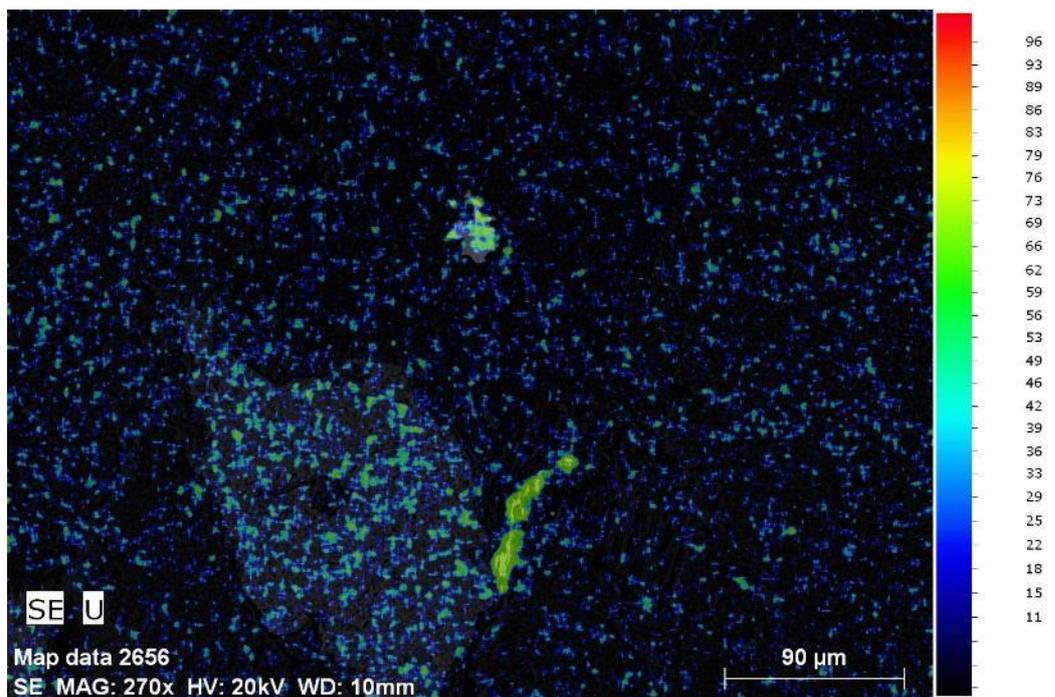


Fig. 6 Image in the BSE mode of the polished grain of uranopolycrase. X-ray map of the distribution of uranopolycrase. The analyses were performed using a Hitachi S3400N scanning electron microscope

Tantalum-niobates in the reviewed preparations are much less common than cassiterite and are represented by a series of isomorphous series of columbite-tantalite. The mineral often forms accretions in cassiterite crystals or builds up on cassiterite individuals. Less often, independent discharge is observed, having a lamellar-rectangular shape (Fig. 42).

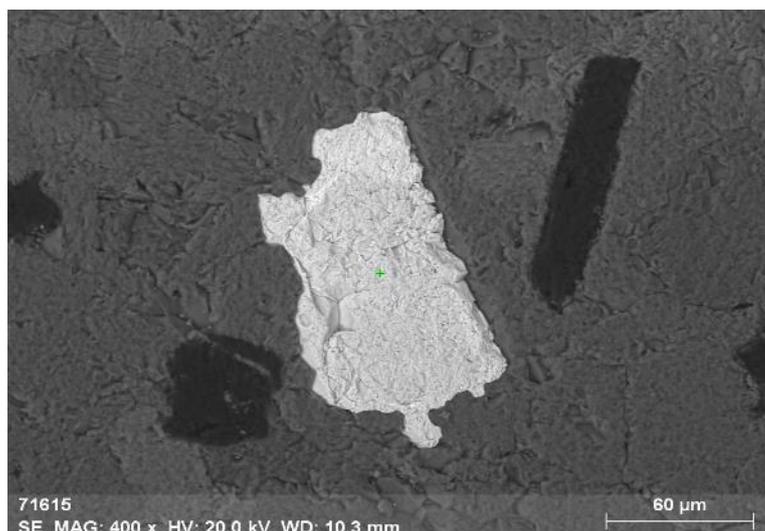


Fig. 7. Columbite-tantalite plate separations in the albite aggregate.

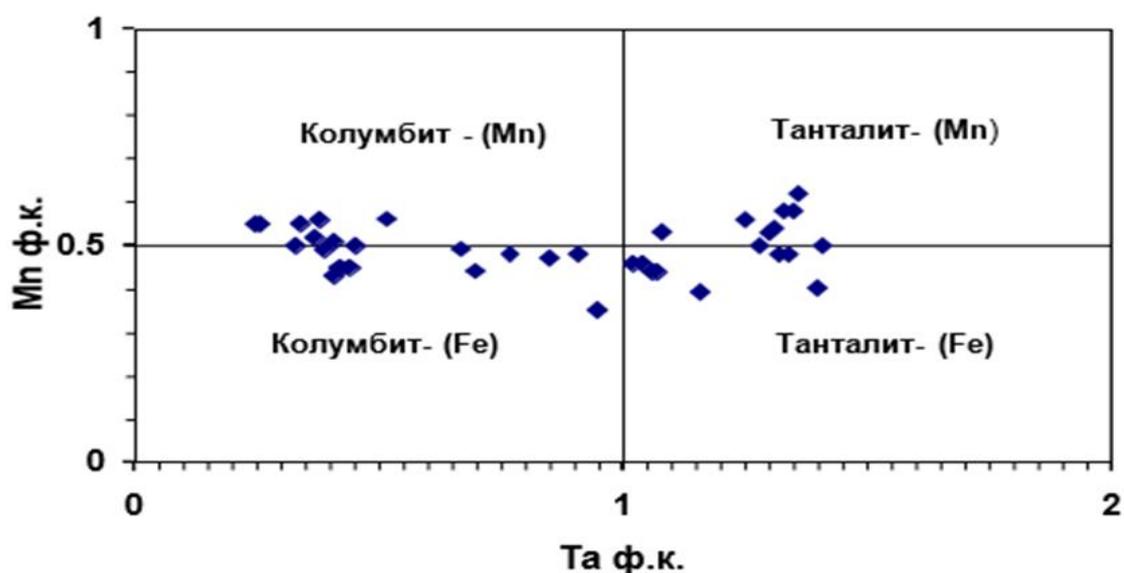


Fig. 8. The ratio of manganese and tantalum (in formula coefficients when calculating the mineral formula for 6 oxygen atoms) of minerals of the columbite-tantalite series of the Namangut pegmatite field on the classification diagram. [3]

Table 5 shows the chemical composition of tantalum-niobates. As can be seen from it and Fig. 37, the composition of none of the analyzed samples corresponds to the conditions for the separation of either pure columbite or pure tantalite. They also do not meet the conditions under which pure columbite-(Fe) or tantalite-(Fe) and columbite-(Mn) or tantalite-(Mn) can be distinguished. The maximum amount of

Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in them is 65.75%, and the minimum is 15.86% (average 37.08%), and Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is 67.28 and 15.82% (average 44.52%), respectively.

Table 1 Chemical composition (wt. %) of columbite-tantalite group minerals from Namangud field pegmatites

Component	2-A-9	4a-2	13-48	13-19	Amount
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40.20	16.99	24.44	24.44	106.07
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.04	29.36	12.30	12.30	64.43
SiO <sub>2</sub>	5.02	6.51	9.992	9.92	31.44
TiO <sub>2</sub>	0.59	-	-	0.38	0.97
MnO	7.11	5.15	6.00	1.12	19.38
FeO	2.23	2.56	0.23	1.01	6.03
Amount	65.19	61.20	52.962	49.17	