

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Монацит как источник стратегических металлов.

УДК 549.752.143:550. 4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Костылева Анастасия Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Л.П.	д.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	к.г.-м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 05.04.01)

Геология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
Р2	Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
Р3	Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.
Р4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
Общекультурные компетенции	
Р5	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.
Р6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.
Р7	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.
Р8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
Р9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов
Направление подготовки геология месторождений стратегических металлов
Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Е.Г. Язиков

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Костылевой Анастасие Андреевне

Тема работы:

Монацит как источник стратегических металлов.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 9.03.2017 г, №1555/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).

Объектом изучения является минерал монацит и его разновидность куларит;

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	Общие сведения о минерале монацит; минералогическо-геохимические особенности минерала и его разновидности по результатам исследований; отличительные черты монацита и куларита.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1 физическая карта, 1 схема, 6 диаграмм, 15 фотографий, 13 таблиц
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедрой ЭПР, к.э.н. Шарф И.В.
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, к.г.-м.н. Кырмакова О.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Л.П.	д.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Костылева Анастасия Андреевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Костылева Анастасия Андреевна

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	При изготовлении шлифов и аншлифов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92; СНОР-93; ВПСН
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс Российской Федерации
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Расчет стоимости ОЗП, отчислений на соц. нужды, амортизации, материалов
2. Разработка устава научно-технического проекта	Составление плана исследований по анализу шлифов
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление сметной стоимости по изготовлению шлифов
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Обоснование необходимости изготовления шлифов и их описания

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Костылева Анастасия Андреевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 105 с., 23 рис, 13 табл., _____ источника, 1 прил.

Ключевые слова: МОНАЦИТ, КУЛАРИТ, РЕДКИЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Объектом исследования являются минерал монацит и его разновидность куларит.

Цель работы – Изучение минералого-геохимических особенностей монацитов и рассмотрение их как потенциальных источников редкоземельных элементов.

В процессе исследования проводились исследования элементного состава, электронно-микроскопические исследования, определялось пространственное распределение редкоземельных элементов в кристаллах монацитов.

В результате исследования показан элементный состав монацитов, сопоставлены содержания тех или иных элементов в минералах.

Степень применения: настоящая работа находится на стадии научного исследования.

Область применения: полученные данные могут быть использованы при дальнейшем изучении монацита и его разновидности куларита, а также при анализе минерально-сырьевой базы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГОК – горно-обогатительный комбинат

ГЭГХ – геоэкология и геохимия

ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ

РАН – Российская академия наук

РЗЭ, REE – редкоземельные элементы

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1.ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	11
2.ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНАЦИТА.....	13
2.1.Пегматитовые месторождения.....	13
2.1.1.Монацитовые пегматиты.....	13
2.1.2.Ксенотим-циртолит-уранинитовые пегматиты.....	14
2.2.Гидротермальные месторождения	14
2.2.1.Месторождения, генетически связанные с гранитными интрузивными комплексами. Касситерит-вольфрамитовые жилы с ксенотимом или монацитом	14
2.2.2.Месторождения, генетически связанные с комплексами субщелочных и аляскитовых гранитов. Кварц-полевошпатово-серицитовые тела с сульфидной и редкоземельной минерализацией	15
2.2.3.Месторождения, генетически связанные с комплексами шонкинитов-щелочных сиенитов. Флюорит-барит-кальцитовые тела с бастнезитом	17
2.2.4.Месторождения эти представляют промышленный интерес на редкие земли, среди которых преобладают церий, лантан, неодим, празеодим.....	18
2.2.4.1.Флюорит-барит-сидеритовые тела с бастнезитом.....	18
2.2.4.2.Магнетит-гематит-флюоритовые тела с редкоземельной минерализацией	19
2.2.4.3.Колумбит-сидеритовые жилы с ксенотимом	20
2.3.Обломочно-осадочные месторождения	21
2.3.1.Аллювиальные россыпи	21
2.3.2.Морские (прибрежные) россыпи.....	22
2.4.Метаморфогенные месторождения	24
2.4.1.Мигматиты, парагнейсы и кристаллические сланцы с редкоземельной минерализацией.....	24
2.4.1.1.Монацитовые мигматиты	24
2.4.1.2.Ортит-кейльгауит-монацитовые парагнейсы.....	24
2.4.2.Метаморфизованные россыпи	25
2.5.Монацитоносные конгломераты	25
2.6.Монацитоносные известняки.....	26

3.МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	27
4.МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНАЦИТА.....	29
4.1.Монацит река Богунай.....	29
4.2.Монацит река Тарака.....	30
4.3.Монацит Туганского месторождения.....	32
4.4.Монацит среднего Тимана.....	34
4.5.Монацит Краснокутского месторождения.....	35
4.6.Монацит Орловского ГОКа.....	37
4.7.Монацит река Менза.....	38
4.8.Монацит ручья Надежный.....	40
4.9.Монацит месторождения Шокаш.....	41
5.КУЛАРИТ. РАЗНОВИДНОСТЬ МОНАЦИТА.....	43
5.1.История открытия минерала.....	43
5.2.Географо-экономическое положение и геологическое строение положение Куларского месторождения.....	44
5.3.Минералого-геохимические особенности куларита.....	46
6.СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОНАЦИТОВ.....	52
7.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	58
8.Социальная ответственность при проведении исследований образцов монацита и его аутигенной разновидности-куларита.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	83
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	84
Приложение А.....	90
Приложение Б.....	92

ВВЕДЕНИЕ

Монацит — минерал, представляет собой безводную смесь фосфатов редкоземельных металлов и тория и обозначается формулой $(Ce, La, Nd, Th)PO_4$. В монаците обычно содержится от 3,5 до 10% оксида тория (ThO_2). Сумма редкоземельных оксидов (главным образом церий, лантан, неодим), как правило, составляет 55–74%, в том числе иттрий и элементы иттриевой группы (1–3%, реже 4–8%), содержание оксида фосфора (P_2O_5) варьирует в пределах 18,4–31,5%. Как источник редких земель и тория монацит представляет промышленный интерес [26].

Цель работы: выявить геохимические и минералогические особенности монацита и его разновидности – куларита с использованием современных методов исследований, а так же их потенциал в качестве источника редкоземельных минералов и тория.

Задачи исследований:

- оценить современными методами минералогические и геохимические особенности.
- оценить потенциальную возможность извлечения РЗЭ.

1 ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Впервые минерал был открыт на Южном Урале в Ильменских горах (Челябинская область) в 1826 немецким минералогом Йоханнесом Менге. Название минерала произошло от греческого слова «моназо» – уединяюсь, из-за редкости его первых находок[26].

В составе минерала содержание окисей редких земель (в основном Ce, La, Nd, Pr) может достигать 50—68%. В свою очередь содержание P_2O_5 находится в пределах 22—31,5%. В виде примесей присутствует также ThO_2 (5—10 %, в некоторых случаях до 28 %), SiO_2 (до 6 %), а иногда CaO и SO_3 . Химическая формула монацита записывается в виде $(Ce,La,Nd,...)[PO_4]$. В очень незначительных количествах содержится также MgO, MnO, PbO, Fe_2O_3 , Al_2O_3 и H_2O [12].

Сингония монацита моноклинная. Облик кристаллов обычно таблитчатый, реже призматический, изометрический и пирамидальный. Наблюдается штриховка. Встречается обычно в виде мелких кристаллов.

Цвет монацита варьируется от желтовато-бурого до красного, редко бывают зеленые кристаллы. Блеск сильный стеклянный, жирный[12].

Твердость 5-5,5. Удельный вес 4,9-5,5. Спайность иногда совершенная. Среди прочих признаков присутствует радиоактивность (из-за содержания ThO_2 в составе)[12].

В гранитах и пегматитах определяется по характерным таблитчатым формам непрозрачных кристаллов темно-желтой или красновато-бурой окраски[12].

Другими диагностическими признаками являются то, что в виде порошка, смоченный H_2SO_4 , при прокаливании окрашивает пламя в зеленый цвет. В HCl с трудом растворяется, выделяя белый осадок. С бурой образует стекло, в горячем виде желтое или желтовато-красное, при охлаждении бесцветное[12].

Как источник редких земель и тория монацит представляет промышленный интерес. Добывается почти исключительно из россыпей путем промывки, при которой благодаря большому удельному весу накапливается в тяжелой фракции[12].

Применение редких земель, преимущественно церия, весьма разнообразно. В настоящее время они главным образом используются при производстве пиррофорных сплавов и цериевых углей для дуговых ламп в прожекторах. Применяются они также при изготовлении особых сортов стекол, пропускающих световые лучи, но отражающих ультрафиолетовые и большую часть тепловых лучей, затем в производстве прочных легких сплавов (например церия с магнием, алюминием и др.), в качестве катализаторов в различных отраслях химической промышленности, а также в качестве красителей и для многих других целей[12].

2 ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНАЦИТА

2.1 Пегматитовые месторождения

2.1.1 Монацитовые пегматиты

Монацит весьма часто встречается в ранних типах пегматитов, представленных средне-зернистыми или крупнозернистыми разновидностями; при этом он тесно ассоциирует с цирконом, гранатом, магнетитом и биотитом. Такие среднезернистые пегматиты связаны взаимными переходами с крупнозернистыми жильными гранитами, и отличить их друг от друга не всегда представляется возможным. При разрушении этих пегматитов часто образуются монацитовые россыпи. Подобного типа пегматиты не представляют практического интереса, за исключением тех случаев, когда на мощных и протяженных пегматитовых телах развивается кора выветривания. Такие сильно выветрелые и превращенные в дресву поверхностные участки пегматитовых тел могут успешно разрабатываться как элювиальные россыпи [16].

Скопления монацита встречаются в целом ряде случаев и в дифференцированных пегматитах, в ассоциации со многими другими редкоземельными минералами, а также совместно с черным турмалином и бериллом. По данным Э. Ингерсона, в монацитах пегматитов встречается меньше элементов цериевой группы, чем в монацитах гранитов. Более того, монациты, выветренные из различных зон пегматитов Бразилии (район Минас Жерайс), содержат различное количество элементов цериевой и иттриевой группы, при этом наблюдается следующая закономерность: чем позже выделяются монациты в пегматитах, тем больше в них содержится элементов иттриевой группы [9].

2.1.2 Ксенотим-циртолит-уранинитовые пегматиты

В целом ряде районов плагиоклаз-микроклиновые пегматиты, разрабатываемые для получения керамического сырья, содержат повышенное количество редкоземельных акцессорных минералов, представленных ксенотимом, монацитом, иногда ортитом. Кроме того, редкие земли входят в состав сфена, циртолита, апатита и уранинита. Все эти минералы сосредоточены обычно в краевых плагиоклазовых зонах пегматитовых тел, где они тесно ассоциируют с биотитом, мусковитом, гранатом, апатитом, турмалином. Реже эти минералы появляются в центральных, микроклиновых зонах пегматитов [16].

2.2 Гидротермальные месторождения

2.2.1 Месторождения, генетически связанные с гранитными интрузивными комплексами. Касситерит-вольфрамитовые жилы с ксенотимом или монацитом

Указанные месторождения отличаются комплексностью (Sn, W, TR, Mo, Nb) и высоким содержанием редкоземельных элементов.

Эти месторождения часто представлены маломощными крутопадающими жилами (большой частью со сложной системой ответвлений), прослеживаемыми на большие расстояния в эндоконтактных зонах интрузивов, с которыми они генетически связаны. Сами массивы сложены крупно-, средне- и мелкозернистыми (аплитовидными) гранитами, гранит-порфирами и гибридными породами гранитоидного состава с небольшими скоплениями шлировых кварц-биотит-микроклиновых пегматитов с турмалином, иногда фергюсонитом. Граниты на контакте с секущими их гидротермальными рудными жилами часто затронуты метасоматическими процессами, которые приводят к интенсивной их хлоритизации [16].

Наиболее распространенными минералами этих жил являются: хлориты (тюрингит, стриповит), магнетит, гематит, кварц; рудные минералы представлены касситеритом, вольфрамитом и ксенотимом или монацитом.

В подчиненных количествах в жилах встречаются: ортит, флюорит, шеелит, арсенопирит, пирит, халькопирит, молибденит, сфалерит, галенит, станнин, висмут, кальцит, турмалин, сидерофиллит, мусковит [9].

Основной редкоземельный минерал ксенотим - встречается в виде мелких (0,2 мм) кристаллов, главным образом в хлоритах, а также в более поздних кварцевых обособлениях. На отдельных месторождениях вместо ксенотима появляется в значительных количествах монацит. При разработке данных месторождений на олово и вольфрам попутно могут извлекаться из руд и редкие земли [16].

2.2.2 Месторождения, генетически связанные с комплексами субщелочных и аляскитовых гранитов. Кварц-полевошпатово-серицитовые тела с сульфидной и редкоземельной минерализацией

Среди гидротермальных редкоземельных месторождений особенно выделяются штокверкообразные, отличающиеся крупными масштабами, относительной равномерностью распределения оруденения, сложным минералогическим составом и разнообразием полезных компонентов (TR, Pb, Zn, Sn, Mo, Nb, Ta, Th, Zr, In, Hf, Cd, Ag). Рудные тела в ряде случаев представляют собой штоки гранофилов, пространственно и генетически связанные с аляскитовыми гранитами, прорывающими парагнейсы и амфиболовые сланцы. Эти аляскитовые граниты, по-видимому, являются более поздними дополнительными интрузиями, связанными с сиенитами, как это отчетливо устанавливается во многих районах. Позднейшими процессами - кварцевого метасоматоза гра-нофиры в большей своей части превращены в кварцево-серицитовые породы, а сланцы в приконтактной части — в роговики; в них отмечаются скопления и тонкая вкрапленность рудных минералов, а

также густая сеть прожилков и жил, самых разнообразных по размерам и минералогическому составу[16].

Отличительными особенностями месторождений этого типа являются:

1) тесный парагенезис редкоземельных и ториевых минералов (монацита, ксенотима, иттроларизита, паризита, малакона, ферриторита, иттрофлюорита, флюочерита) с сульфидами (галенитом, сфалеритом, молибденитом, пиритом) и с жильными минералами (хлоритом, ортоклазом, биотитом, кварцем, флюоритом, серицитом);

2) разделение редких земель природными процессами в условиях щелочной карбонатной среды с образованием цериевых (монацит, паризит) и иттриевых минералов (ксенотим, иттропаризит, иттрофлюорит), которые содержатся в месторождениях приблизительно в равных количествах[16].

Детальные минералогические исследования показали, что минералы, обогащенные элементами цериевой группы, как правило, выделяются раньше минералов, содержащих преимущественно элементы иттриевой группы, которые накапливаются в конце гидротермального процесса [16].

Наиболее ранним редкоземельным минералом подобных месторождений является монацит, который замещается весьма тонкозернистым агрегатом фторкарбонатов редких земель типа паризита, реже ксенотимом. С более поздней фазой процесса связано образование ферриторита и малакона, а с самой последней — сульфидов [9].

Таким образом, повышенное содержание редкоземельных минералов в комплексных (полиметаллических рудах) ставит данные месторождения в ряд наиболее перспективных.

2.2.3 Месторождения, генетически связанные с комплексами шонкинитов-щелочных сиенитов. Флюорит-барит-кальцитовые тела с бастнезитом

Классическим примерам кальцитовых образований с редкоземельной минерализацией являются рудные тела месторождения Маунтин Пасс в Калифорнии (США). Они пространственно и генетически связаны с обогащенными калием интрузивными породами (гранитами, сиенитами, шонкинитами), которые секут докембрийские гнейсы и сланцы. По данным Олсона, редкоземельное оруденение приурочено к трем типам рудных тел, залегающих среди материнских пород или в непосредственной близости от них и обогащенных большим количеством карбонатных минералов:

1) карбонатное тело Сульфид Куин, отличающееся огромными размерами (230X800 м²) и наибольшей концентрацией редкоземельных минералов;

2) пластовые и карбонатные жилы (их известно около 200) мощностью от 0,3 до 7 м, прослеживаемые на сотни метров;

3) минерализованные зоны дробления, в которых развивается сеть тончайших карбонатных прожилков с рудной минерализацией [16].

Карбонатные породы состоят в основном из кальцита, в меньшей степени доломита, анкерита и сидерита. Обычно они содержат значительное количество барита, целестина, бастнезита, паризита, флюорита, кварца и в качестве незначительной примеси — флогопит, биотит, мусковит, эгирин, крокидолит, хлорит, сфен, магнетит, апатит, ортит, монацит, торит, церит, сахамалит, стронцианит, гематит, галенит, пирит, халькопирит, тетраэдрит и гипергенные минералы—малахит, азурит, церуссит, арагонит и вульфенит [16].

Соотношение между минералами непостоянно: сильно изменяется даже в пределах одного рудного тела. В среднем содержание карбонатов в рудной массе достигает 60%, барита и целестина 20%, редкоземельных фторкарбонатов 10% и силикатов 10% [16].

Редкоземельные минералы представлены главным образом бастнезитом, а также паризитом, монацитом, ортитом, церитом, сахамалитом и торитом.

Месторождения данного типа, известные в других частях мира, имеют меньшие масштабы. Представлены они карбонатными жилами, залегающими среди гранитов, кварцевых сиенитов и сиенитов, с которыми, по-видимому, они генетически связаны. Рудные крутопадающие жилы, прослеживающиеся на большие расстояния, приурочены к контактам полевошпатовых даек, секущих интрузивные породы. Минералогический состав руд представлен кальцитом, флюоритом, паризитом, флюоцеритом; в подчиненных количествах отмечаются пирит, галенит, сфалерит, гематит, халькопирит, кварц, халцедон. Редкоземельное оруденение представлено паризитом, флюоцеритом и рядом вторичных минералов в зоне окисления [16].

2.2.4 Месторождения эти представляют промышленный интерес на редкие земли, среди которых преобладают церий, лантан, неодим, празеодим.

2.2.4.1 Флюорит-барит-сидеритовые тела с бастнезитом

Руды флюорит-барит-сидеритовых месторождений отличаются присутствием не только цериевой группы редких земель, связанной с широко распространенным бастнезитом, но и иттриевой, сосредоточенной в иттрофлюорите. Рудные тела месторождений данного типа пространственно связаны с граносиенитами. Оруденение локализуется в линейных тектонических зонах, выполненных брекчированным материалом вмещающих пород, измененных рудными гидротермальными процессами [16].

Форма и размеры рудных тел самые разнообразные. Это крутопадающие линзообразные, трубообразные, или неправильной формы тела, прослеживаемые на сотни метров.

Первичные руды сложены в основном сидеритом, флюоритом, баритом, гематитом, магнетитом, бастнезитом, кварцем, пиритом и отличаются довольно постоянным составом. Окисленные руды состоят из гематита, гидрогематита, флюорита, барита и бастнезита [9].

В последнем содержатся в повышенных количествах церий, лантан, неодим, празеодим, а в иттрофлюорите, менее распространенном на месторождениях, — иттрий, тербий, диспрозий, эрбий, иттербий.

Комплексные руды данного типа могут представлять промышленный интерес на железо, барит, флюорит, редкоземельные элементы [16].

По данным Твенгофела и Бак (Twenhofel and Buck, 1956), бастнезит встречается также во флюоритовых жилах Галлинас Маунтин (Нью-Мексико), в парагенезисе с баритом и гетитом (псевдоморфозы по пириту). Минерализация приурочена к брекчированным зонам в пластических породах пермского возраста, прорываемых интрузией кварцевых монцонитов, риолитов и сиенитов, с которыми генетически связаны редкоземельные жилы [16].

2.2.4.2 Магнетит-гематит-флюоритовые тела с редкоземельной минерализацией

В Китайской Народной Демократической Республике выявлены крупные комплексные гидротермальные железорудные месторождения с редкоземельными элементами цериевой группы, залегающие среди толщ синайского возраста, состоящих из кварцитов, сланцев, известняков и доломитов [9].

Метаморфическая толща прорвана гранитами, вблизи которых протягивается полоса, содержащая несколько крупных и мелких железорудных тел, залегающих согласно с вмещающими породами, внутри определенной свиты доломитов или между доломитами и слюдистыми сланцами. Эти пластовые линзообразные тела, выдержанные по минералогическому составу, прослеживаются на значительные глубины. Руды характеризуются мелко- и тонкозернистой структурой и имеют полосчатое строение, обусловленное чередованием тонких темных прослоек, состоящих главным образом из магнетита и гематита, со светлыми, сложенными флюоритом и редкоземельными минералами [16].

В рудах месторождений количественно преобладают магнетит, гематит, флюорит и минералы редких земель; в меньших количествах встречаются:

эгирин, щелочные амфиболы, барит, апатит, биотит, флогопит, серицит, хлорит, альбит, калиевый полевой шпат, пирит, пирротин, галенит, сфалерит, молибденит, марганцевые минералы (манганит), ильменит. В зоне окисления встречаются лимонит, мартит, пиролюзит [9].

Редкоземельные минералы представлены главным образом бастнезитом, паразитом и монацитом, встречающимися в тесном прорастании друг с другом. Следует указать, что содержание редкоземельных минералов в рудах прямо пропорционально содержанию в них флюорита.

Вокруг линз, состоящих в основном из гематита, магнетита, флюорита, бастнезита и монацита, интенсивно проявился натриевый метасоматоз, выразившийся в развитии по доломиту эгирина, щелочных амфиболов и альбита, вплоть до превращения их на отдельных участках в сплошную эгириновую породу, среди которой иногда появляются торит, эшинит, пирохлор [16].

2.2.4.3 Колумбит-сидеритовые жилы с ксенотимом

Среди редкоземельных гидротермальных месторождений в настоящее время начинает выдвигаться ксенютимовый тип месторождений.

Отличительной особенностью этих месторождений является их комплексность (Nb, TR, Th), приуроченность к эшриновым сиенитам и широкое развитие мощной зоны окисления за счет изменения железо-марганцовистых минералов и особенно сидерита [16].

Рудные сидеритовые жилы, прослеживаемые на значительные расстояния, залегают в зонах дробления и смятия, которые секут толщу метаморфических кварц-серицитовых сланцев и кварцитов протерозоя. Сидеритовые жилы приурочены в основном к кварцитам; участки зон дробления в сланцах большей частью безрудные.

В составе рудоносных сидеритовых жил присутствуют: кварц, альбит, калиевый полевой шпат, серицит, кальцит, эгирин, магнетит, циркон, ферриторит, монацит, ксенотим, ауэрлит, апатит, ортит, колумбит,

ильменорутит, сфен, эпидот, амфибол, хлорит, гранат, турмалин, биотит, берилл, пироклор, родохрозит, галенит. Главные рудные минералы представлены колумбитом, ксенотимом, монацитом, ауэрлитом [16].

В рудных участках, расположенных ближе к выходам щелочных пород, появляются флюорит, ортит, бастнезит.

Наряду с цериевой группой редких земель, заключенных в монаците, в рудах содержатся иттрий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций (в ксенотиме), которые можно попутно добывать при отработке месторождений на ниобий [16]. Месторождения данного типа обнаружены в СССР и в США (Колорадо).

2.3 Обломочно-осадочные месторождения

2.3.1 Аллювиальные россыпи

Крупнейшие месторождения редкоземельных минералов, известные в США, Бразилии, Индонезии, Малайе и Нигерии, являются основным источником добычи редких земель. По данным Котляра и Кристального [1958], из них в 1956 г. предполагалось добыть более 25 тыс. г монацита, что соответствует 63% его общей добычи в капиталистических странах. Образуются эти россыпи за счет размыва коренных пород: гнейсов, монзонитов, кварцевых диоритов и главным образом биотитовых гранитов и генетически связанных с ними мигматитов и пегматитовых жил. В США источником тяжелых минералов являются также меловые и третичные, слабо сцементированные и почти горизонтально залегающие песчано-глинистые отложения, в результате размыва которых образовались наиболее богатые аллювиальные россыпи монацита и ильменита [16].

Благодаря большой устойчивости к истиранию, монацит может переноситься реками на очень большие расстояния (более 150 км), при этом его зерна приобретают плоскую, слегка вытянутую форму. Такая форма зерен и относительно небольшой удельный вес обуславливают меньшую

концентрацию монацита у плотика, по сравнению с золотом и касситеритом. Поэтому продуктивный пласт нередко залегает не у плотика, а в средней части россыпи [16].

По составу полезных компонентов аллювиальные россыпи в основном делятся на два типа:

Монацито-ильменорутитовые россыпи с цирконом (значительно реже с эксенитом, ураноторитом) в Айдахо, Северной и Южной Каролине (США) и в Риу-Гранди-ду-Норти (Бразилия). Это наиболее крупные и перспективные месторождения редких земель. Содержание монацита колеблется в отдельных россыпях от 0,18 до 0,6%, а в наиболее богатых из них достигает 1,5% [16].

Монацито-касситеритовые россыпи (Малайя, Нигерия и Индонезия) характеризуются небольшими запасами; разрабатываются они на касситерит с попутной добычей монацита. Состав и количественное соотношение тяжелых минералов (Малайя) следующие: монацит 41,6%, циркон 22,7%, титаномашетит 14,1 %, андалузит 10,2%, рутил 4,7% и касситерит 1,0%. В некоторых россыпях содержание касситерита повышается до 20% и появляется ксенотим (до 5%) [16].

2.3.2 Морские (прибрежные) россыпи

Огромные запасы монацита сосредоточены в прибрежно-морских россыпях многих стран мира (Бразилия, Индия, Цейлон, Австралия, США). Ежегодно из них добывается около 7 тыс. т монацита, что составляет 17% его общей добычи.

Древние (погребенные) и современные прибрежные россыпи приурочены главным образом к районам, сложенным гранитами и связанными с ними пегматитами, метаморфизованными породами (мигматитами, гнейсами), а также осадочными образованиями, возникшими в результате их разрушения (песчаники и конгломераты) [16].

Месторождения подобного типа чаще образуются в субтропическом и тропическом климате, где при выветривании интенсивно разрушаются

породообразующие минералы, а более устойчивые (тяжелые) накапливаются в россыпях, особенно в зоне действия прибоя, где происходит непрерывное их обогащение (пляжи, песчаные бары).

Наиболее высокое содержание монацита в россыпях отмечается на участках береговой полосы, непосредственно тяготеющих к дельтам рек. Последние способствуют быстрому выносу на берег моря большого количества обломочного материала [16].

По данным Котляра и Кристального, наиболее характерными особенностями прибрежно-морских россыпей являются:

форма россыпей, представленных линзами, располагающиеся в узкой полосе между линией прилива и отлива или в зоне прибоя, постепенно выклинивающихся в сторону моря;

большая протяженность россыпей и малая (как правило- до 1 м) мощность продуктивных слоев;

более высокая, чем в аллювиальных россыпях, концентрация тяжелых минералов, достигающая иногда 80% от массы песка;

большая окатанность полезных минералов и небольшие размеры зерен, редко превышающие 0,3 мм\

чередование в разрезе россыпи слоев темных продуктивных песков со слоями светлых пустых песков;

обнаженность верхнего продуктивного слоя, реже перекрытого маломощным (0,5—1,25 м) слоем пустых песков» [16].

С прибрежно-морскими россыпями связаны и песчаные дюны, как современные, так и древние. Дюны разрушаются и перемещаются под действием сильных ветров, часто переотлагаются и обогащаются рудными минералами. Содержание последних в дюнных песках ниже, чем в собственно морских россыпях [16].

2.4 Метаморфогенные месторождения

2.4.1 Мигматиты, парагнейсы и кристаллические сланцы с редкоземельной минерализацией

2.4.1.1 Монацитовые мигматиты

Наиболее интересными месторождениями этого типа являются известные монацитовые мигматиты Индии, района Траванкур—Кочин. Они протягиваются в виде зоны, длина которой около 1600 м при ширине 30 м, и содержат до 18% монацита. Из этой зоны мигматитов при углублении на 0,3 м можно получить до 900—1800 т. Монацитовые мигматиты во многих случаях являются источником образования крупных россыпей различного типа [16].

2.4.1.2 Ортит-кейльгауит-монацитовые парагнейсы

В ряде районов среди толщи докембрийских парагнейсов с вкрапленностью редкоземельных минералов (ортита, кейльгауита, монацита, редкоземельного апатита) выделяются отдельные горизонты, к которым приурочены выдержанные по простиранию и на глубину пласты, пластообразные тела или линзы, обогащенные редкоземельными минералами. Обычные акцессорные минералы в таких парагнейсах в отдельных случаях становятся породообразующими и количество их в породе достигает 20—60%. Парагнейсы представлены большей частью плагиоклазовыми породами ортит-диопсидовыми и диопсид-магнетит-скаполитовыми [9].

В последние годы в отдельных районах США в силлиманитовых сланцах в большом количестве обнаружен монацит.

Вовлечение в промышленное использование известных месторождений этого типа и поиски новых позволят резко увеличить сырьевые ресурсы цериевой и иттриевой групп редких земель [16].

2.4.2 Метаморфизованные россыпи

Редкоземельные минералы нередко содержатся в значительном количестве в метаморфизованных россыпях, имеющих большое потенциальное значение, как крупные источники добычи редких земель.

Эти россыпи имеют различный возраст (обычно древнее четвертичного), характеризуются залеганием в консолидированной осадочной толще, сцементированностью слагающего материала и отсутствием связи с современным рельефом [16].

2.5 Монацитоносные конгломераты

Подобно месторождениям урано-редкоземельных конгломератов, месторождения монацитоносных конгломератов имеют обычно крупные, размеры. Конгломераты равномерно минерализованы и приурочены к базальным валунно-галечным отложениям[9].

Примером таких месторождений являются метаморфизованные древние россыпи монацита, открытые в 1950—1951 гг. в США в районе Пальмер и в бассейне р. Литл-Биг-Хорн [16].

В этих месторождениях монацитоносные пласты и линзообразные тела галечниковых конгломератов мощностью 0,6—2,4 м переслаиваются с крупнозернистыми кварцитами и другими породами осадочной серии. Цементом рудных конгломератов является песчанистый материал, который содержит монацит и в небольшом количестве гематит, магнетит, ильменит и рутил. Среднее содержание монацита в конгломератах колеблется от 0,14 до 1,2%. Эти месторождения рассматриваются как возможный крупный источник редких земель цериевой группы [16].

2.6 Монацитоносные известняки

По данным Аботта, в Айдахо (США) обнаружены отдельные кристаллы, а также скопления монацита, встречающиеся в известковых породах. Редкоземельная минерализация приурочена к пластам мраморов, переслаивающихся с парагнейсами и кристаллическими сланцами широкой пространственной формации метаморфических пород докембрийской белтской серии.

С монацитом ассоциируют актинолит, барит, сидерит, апатит, ильменит и магнетит.

Образование монацита в метаморфическом комплексе объясняется миграцией редкоземельных элементов в процессе метаморфизма песчаниковых и аргиллитовых отложений белтской серии в более благоприятную среду фосфорсодержащего известняка [16].

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходным материалом послужили образцы, отобранные из разных областей Российской Федерации и прилегающих территорий (рисунок 1).



Рисунок 1 - Карта Российской Федерации со схемой мест отбора проб.

1 - р.Богунай и р. Тарака, Красноярский край; 2 - Туганское месторождение, Томская область; 3 - Тиманский кряж, Архангельская область; 4 - Краснокутское месторождение, Самарская область; 5 - Орловский ГОК, Читинская область; 6 - р. Менза, Республика Бурятия; 7 - руч. Надежный, Амурская обл., 8 - Месторождение Шокаш, Республика Казахстан; 9 – Куларское месторождение, Республика Саха (Якутия).

В процессе подготовки проб к анализам были отобраны монофракции минералов. Также был изготовлен аншлиф образца составленного из зерен куларита.

Исследования образцов монацита и куларита, в том числе и аншлифа, было произведено с помощью сканирующего электронного микроскопа

НІТАСНІ S-3400N (рисунок 2). Элементный состав был получен при фиксировании энергодисперсионным спектрометром Bruker X Flash 4010 тормозящего рентгеновского излучения. Для получения изображения используются вторичные электроны, показывающие топографическую поверхность образцов.



Рисунок 2 - Сканирующий электронный микроскоп НІТАСНІ S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker X Flash 4010.

Также для исследования образца куларита, с помощью использования обратно-рассеянных (отраженных) электронов, было получено распределение элементов по поверхности образцов.

Для уточнения элементного состава образца куларита, часть была отправлена на инструментально нейтронно-активационный анализ в аккредитованную ядерно-химическую лабораторию на базе исследовательского ядерного реактора ТПУ.

С целью изучения природы магнитности куларит также был отправлен в ЦКП «Геонаука» при ИГ Коми НЦ УрО РАН, где изучался с помощью радиоспектрометра ЭПР X-диапазона SE/X 2547 (RadioPAN).

4 МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНАЦИТА

4.1 Монацит река Богунай

Образец представляет собой черный шлик. Для изучения из него вручную была отобрана мономинеральная фракция монацита. (Рисунок)

Зерна монацита под оптическим микроскопом имеют неправильную форму обломков размером до 2 мм. В большинстве зерна окатаны, местами угловаты. Цвет минерала варьируется от бледно-желтого до насыщенного. Поверхность зерен неровная. Минерал обладает жирным блеском и имеет не высокую степень прозрачности.

Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе. Включения других минералов не наблюдается (рисунок 3).

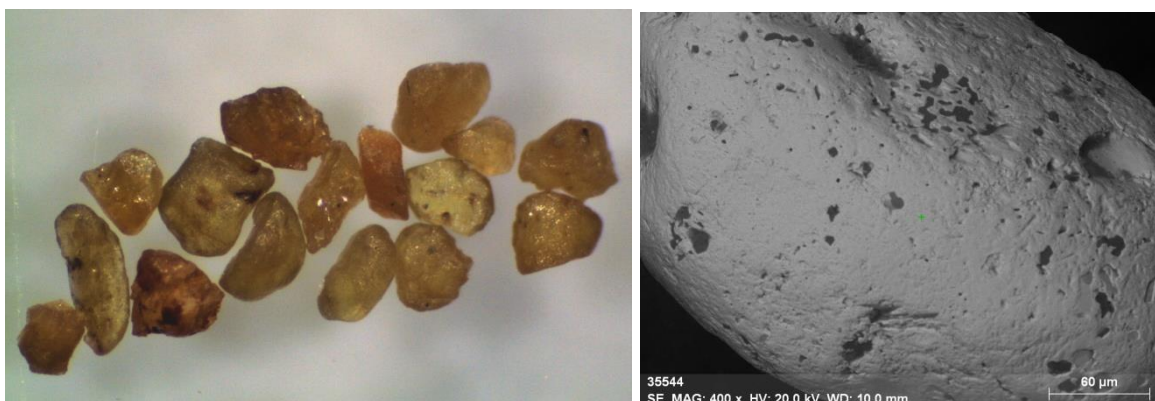


Рисунок 3 – Фотографии монацита р. Богунай под оптическим и электронным микроскопами

В таблице показаны средние содержания оксидов элементов в минерале (таблица 1). P_2O_5 составляет 30,03%. Сумма редких земель составляет 60,38%. Среди них, кроме распространенных элементов, также можно наблюдать Sm_2O_3 (1,25%) и Gd_2O_3 (0,95%). Содержание ThO_2 составляет 3,70%.

Таблица 1 - Средние содержания оксидов элементов в монаците р. Богунай по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас. %
P_2O_5	30,03
Ce_2O_3	13,28
La_2O_3	29,73
Pr_2O_3	3,47
Nd_2O_3	11,71
Sm_2O_3	1,25
Gd_2O_3	0,95
ThO_2	3,70
SiO_2	0,83
CaO	0,67
Al_2O_3	4,39

4.2 Монацит река Тарака

Образец представляет собой мономинеральную фракцию монацита с малой примесью других минералов. Во фракции монацит четко разделяется на две разновидности. Первая разновидность имеет светло-желтый цвет (рисунок 4). Агрегаты полупрозрачны, имеют жирный блеск. Зерна окатанные, имеют неровную поверхность. Размер достигает 2 мм. Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе (рисунок 4). Включения других минералов не наблюдается



Рисунок 4 – Фотографии светло-желтого монацита р. Тарака под оптическим и электронным микроскопами

Вторая разновидность имеет коричневый цвет (рисунок 5). Агрегаты не прозрачные. Блеск менее выражен. Зерна также окатанны, имеют неровную поверхность. Размер достигает 2 мм. Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе. Включения других минералов не наблюдается (рисунок 5).



Рисунок. 5 – Фотографии светло-желтого монацита р. Тарака под оптическим и электронным микроскопами

В таблице можно наблюдать, что содержание некоторых элементов в обеих разновидностях значительно различается (таблица 2). Состав коричневого монацита более приближен к стандартным значениям. P_2O_5 .

составляет 32,07%. Сумма редких земель составляет 60,11%. Содержание ThO₂ и UO₂ составляет 3,82%.

Состав же светло-желтого монацита сильно отличается. P₂O₅ составляет 17,64%. Сумма редких земель составляет 22,30%. Содержание ThO₂ и UO₂ составляет 10,87%. Также в минерале присутствует PbO(1,99%) (таблица 2). Такие данные могут говорить нам о замещении редкоземельных элементов и фосфора ураном и торием. Также это указывает на то, что у данных монацитов были разные источники.

Таблица 2 - Средние содержания оксидов элементов в монаците р. Тарака по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас.%	
	Светло-желтый	Коричневый
P ₂ O ₅	17,64	32,07
Ce ₂ O ₃	6,26	17,09
La ₂ O ₃	14,50	30,89
Nd ₂ O ₃	1,55	12,13
ThO ₂	4,01	3,63
UO ₂	6,87	0,19
PbO	1,99	-
SiO ₂	0,69	0,78
CaO	0,56	0,94
Al ₂ O ₃	3,11	2,28

4.3 Монацит Туганского месторождения.

Для изучения был получен серый шлик с Туганского титан-цирконового месторождения. С помощью магнитной, электромагнитной сепарации и ручного отбора была получена монофракция монацита для исследования.

Зерна монацита в песках Туганского месторождения под оптическим микроскопом имеют неправильную форму обломков размером до 0,5 мм, большая масса зерен окатанная (рисунок 6). Цвет варьируется от бледно-желтых до насыщенных желтовато-бурых оттенков. Поверхность зерен имеет

неровную форму, просматриваются выбоины в поверхности. Минерал обладает жирным блеском и имеет не высокую степень прозрачности.

Под электронным микроскопом наблюдаются пористость в минерале. Так же в минерале присутствуют включения. Данные включения определены как зерна циркона, ксенотима и уранинита.

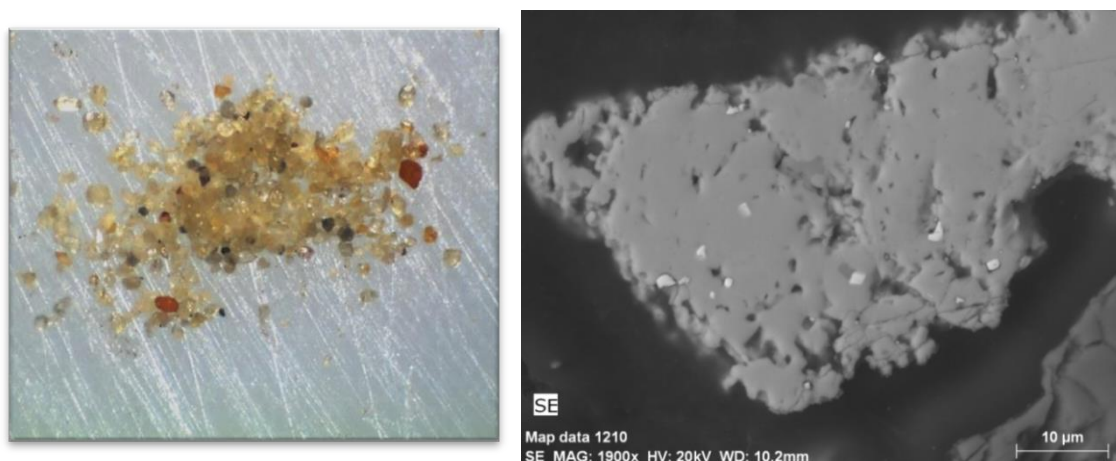


Рисунок 6 – Фотографии монацита Туганского месторождения под оптическим и электронным микроскопами.

В нижеприведенной таблице можно увидеть средние содержания оксидов элементов в монаците Туганского месторождения (таблица 3). P_2O_5 составляет 30,65%. Сумма редких земель составляет 60,68. Содержание ThO_2 составляет 2,87%.

Таблица 3 - Средние содержания оксидов элементов в монаците Туганского месторождения по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас.%
P ₂ O ₅	30,65
Ce ₂ O ₃	15,18
La ₂ O ₃	30,10
Pr ₂ O ₃	4,20
Nd ₂ O ₃	11,20
ThO ₂	2,87
SiO ₂	0,86
CaO	1,74
Al ₂ O ₃	3,20

4.4 Монацит среднего Тимана.

Предоставленный образец является монофракцией монацита. Минерал под оптическим микроскопом имеет бледно-желтый цвет (рисунок 7). Зерна имеют неправильную форму, окатаны. Размер до 1 мм. Поверхность зерен имеет неровную форму. Минерал обладает жирным блеском и почти не прозрачен.

Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе (Рисунок). Включения других минералов не наблюдается



Рисунок 7 – Фотографии монацита среднего Тимана под оптическим и электронным микроскопами.

Средние содержания оксидов элементов в монаците Среднего Тимана показаны в приведенной ниже таблице (таблица 4). P_2O_5 составляет 29,74%. Сумма редких земель составляет 66,08%. В отличие от других образцов, в данном не присутствует ThO_2 . Это компенсируется более высокими содержаниями редких земель в минерале.

Таблица 4 - Средние содержания оксидов элементов в монаците Среднего Тимана по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас.%
P_2O_5	29,74
Ce_2O_3	22,82
La_2O_3	34,88
Nd_2O_3	8,39
SiO_2	1,41
Al_2O_3	2,76

4.5 Монацит Краснокутского месторождения

Образец представляет собой монофракцию монацита полученного с Краснокутского месторождения.

Под оптическим микроскопом минерал имеет желтый цвет (рисунок 8). Размер зерен не превышает 0,5 мм. Зерна окатаны. Наблюдается жирный блеск. Прозрачность зерен имеет невысокие показатели. Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе (Рисунок). Наблюдаются небольшие включения, которые были определены как алюмосиликаты

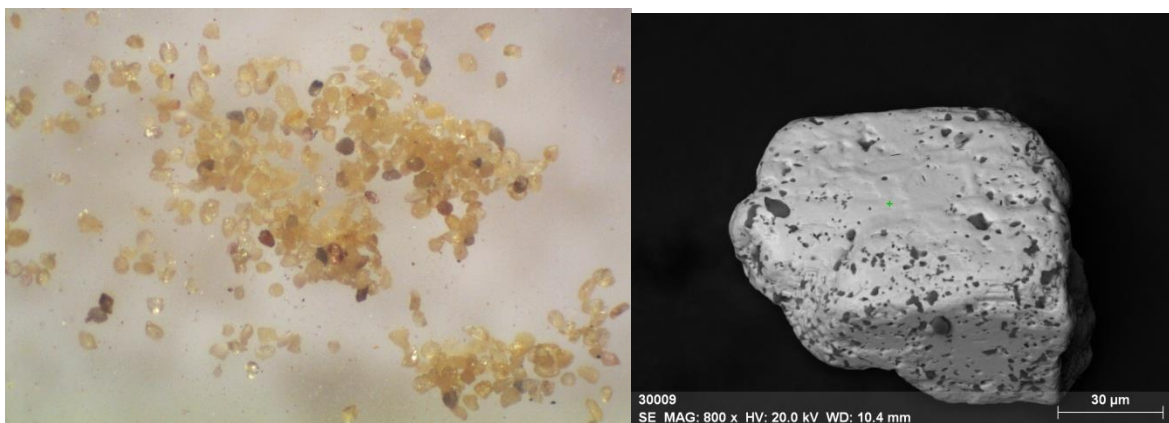


Рисунок 8 – Фотографии монацита Краснокутского месторождения под оптическим и электронным микроскопами.

По содержанию основных компонентов, данный образец почти не отличается от стандартных образцов (таблица 5). P_2O_5 составляет 32,56%. Сумма редких земель составляет 60,96%. Содержание ThO_2 составляет 3,39%.

Таблица 5 - Средние содержания оксидов элементов в монаците

Краснокутского месторождения по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас. %
P_2O_5	32,56
Ce_2O_3	17,60
La_2O_3	30,65
Nd_2O_3	12,70
ThO_2	3,39
SiO_2	0,49
CaO	0,74
Al_2O_3	1,87

4.6 Монацит Орловского ГОКа.

Образец представляет собой смесь минералов, называемый серым шлихом. При попытке отобрать монофракцию монацита, было обнаружено, что монацит имеет очень маленькие размеры. В связи с этим нет возможности провести визуальное описание минерала.

Под электронным микроскопом зерна минерала окатаны. На поверхности наблюдаются многочисленные выбоины (рисунок 9). Распределение элементов в минерале равномерное. Наблюдаются многочисленные включения алюмосиликатов.

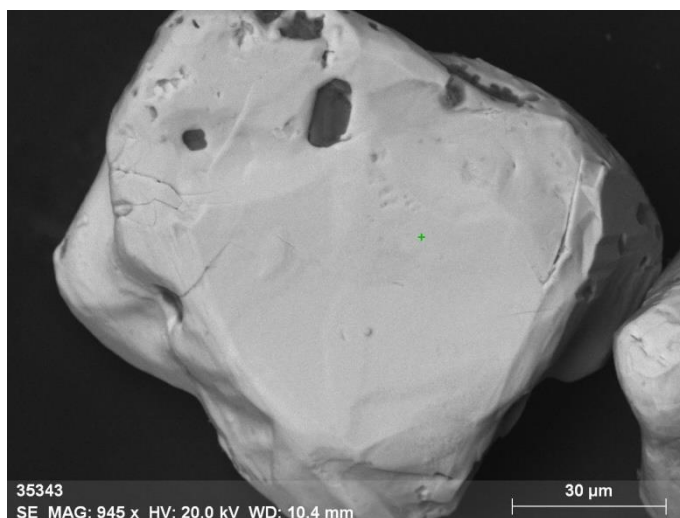


Рисунок 9 – Фотография монацита Орловского ГОКа под электронным микроскопом.

В составе данного монацита можно наблюдать, что содержание P_2O_5 - 32,09% (таблица 6). Сумма редких земель составляет 62,20%. В них входят менее распространенные Sm_2O_3 (1,75%) и Eu_2O_3 (2,37%).

Таблица 6 Средние содержания оксидов элементов в монаците Орловского ГОКа по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас. %
P_2O_5	32,09
Ce_2O_3	13,69
La_2O_3	30,16
Pr_2O_3	2,99
Nd_2O_3	11,24
Sm_2O_3	1,75
Eu_2O_3	2,37
ThO_2	1,82
SiO_2	1,33
Al_2O_3	2,56

4.7 Монацит река Менза.

Образец представляет собой черный шлик. Для изучения из шлиха была вручную получена монофракция монацита.

Минералы имеют светло-коричневый цвет (рисунок 10). Полупрозрачен, имеет жирный блеск. Зерна окатанны, имеют неровную поверхность. Размер достигает 1 мм.

Под электронным микроскопом наблюдается равномерное распределение элементов по массе. Включения других минералов не наблюдается

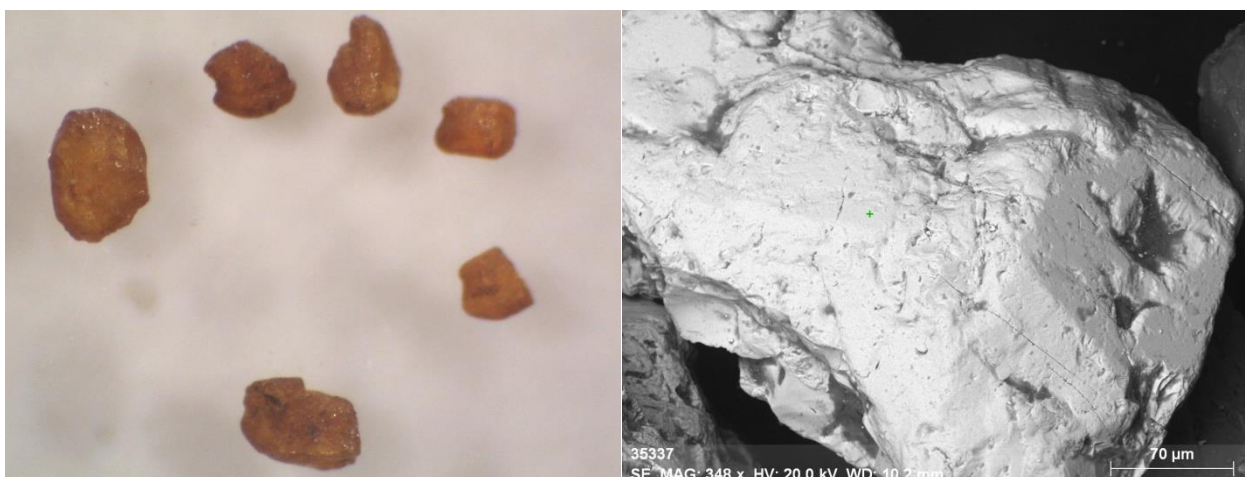


Рисунок 10 – Фотографии монацита р. Менза под оптическим и электронным микроскопами.

В ниже приведенной таблице можно наблюдать, что минерале присутствует 29,85% P_2O_5 . 60,29% составляет сумма редких земель, среди которых присутствуют Sm_2O_3 (1,63%) и Gd_2O_3 (1,59%), а также очень редкий Pm_2O_3 (1,46%) (таблица 7).

Таблица 7 - Средние содержания оксидов элементов в монаците р. Менза по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас.%
P_2O_5	29,85
Ce_2O_3	12,35
La_2O_3	29,25
Pr_2O_3	5,49
Nd_2O_3	9,98
Pm_2O_3	1,46
Sm_2O_3	1,63
Gd_2O_3	1,59
ThO_2	2,67
SiO_2	2,62
Al_2O_3	3,12

4.8 Монацит ручья Надежный.

Полученный образец представляет собой черный шлик. Для изучения из шлика была вручную отобрана монофракция монацита.

Минерал имеет коричневый цвет (рисунок 11). В образце отсутствует прозрачность. Блек жирный. Размер зерен достигает 2мм. Поверхность зерен неровная. Минерал окатан, но все еще отчетливо наблюдаются грани кристаллов.

Под электронным микроскопом так же наблюдаются грани кристаллов. Включений в кристаллах не обнаружено.



Рисунок 11 – Фотографии монацита руч. Надежный под оптическим и электронным микроскопами.

В таблице показаны средние содержания оксидов элементов в минерале (таблица 8). P_2O_5 составляет 33,90%. Сумма редких земель составляет 58,22%. В них кроме распространенных элементов также входят Sm_2O_3 (1,33%) Eu_2O_3 (1,26%), Gd_2O_3 (1,15%), Dy_2O_3 (2,46%). Содержание ThO_2 составляет 2,38%.

Таблица 8 - Средние содержания оксидов элементов в монаците руч. Надежный по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас.%
P_2O_5	33,90
Ce_2O_3	12,03
La_2O_3	27,87
Pr_2O_3	2,97
Nd_2O_3	9,14
Sm_2O_3	1,33
Eu_2O_3	1,26
Gd_2O_3	1,15
Dy_2O_3	2,46
ThO_2	2,38
SiO_2	1,50
Al_2O_3	3,83

4.9 Монацит месторождения Шокаш.

Образец представляет собой смесь двух минералов циркона и монацита. При попытке отобрать монофракцию монацита, было обнаружено, что монацит имеет очень маленькие размеры. В связи с этим нет возможности провести визуальное описание минерала.

Под электронным микроскопом минералы окатанные, с неровной поверхностью (рисунок 12). Элементы по минералу распределены равномерно. Включения не наблюдаются.

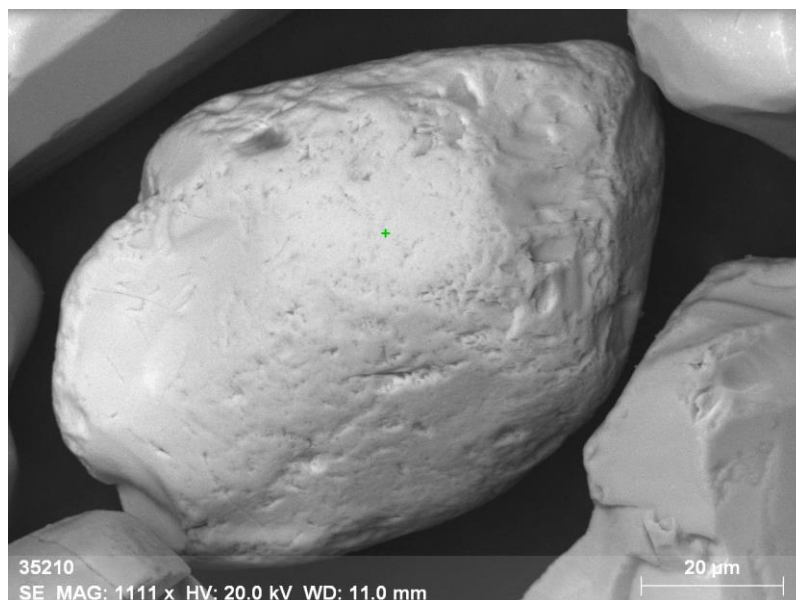


Рисунок 12 – Фотографии монацита месторождения Шокаш под оптическим и электронным микроскопами.

В составе данного монацита можно наблюдать, что содержание P_2O_5 - 34,05% (таблица 9). Сумма редких земель составляет 57,26%. В них входят менее распространенные Sm_2O_3 (1,65%) и Eu_2O_3 (1,11%). Также в составе присутствуют ThO_2 (2,94%) и UO_2 (0,72%)

Таблица 9 - Средние содержания оксидов элементов в монаците месторождения Шокаш по результатам электронной микроскопии.

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, в мас. %
P_2O_5	34,05
Ce_2O_3	28,41
La_2O_3	13,59
Pr_2O_3	2,81
Nd_2O_3	9,70
Sm_2O_3	1,65
Eu_2O_3	1,11
ThO_2	2,94
UO_2	0,72
SiO_2	1,44
Al_2O_3	2,85

5 КУЛАРИТ. РАЗНОВИДНОСТЬ МОНАЦИТА.

5.1 История открытия минерала

В середине семидесятых годов в процессе переработки и исследования техногенных отвалов Куларского месторождения, расположенного в Республике Саха (Якутия), которые образовывались в результате добычи золота, случайно был обнаружен новый, неизвестный науке редкоземельный минерал. Он получил название – куларит. Первооткрывателем его считается академик И.Я.Некрасов, один из открывателей Депутатского месторождения. В иностранной литературе называется как темный или серый монацит [24].

Куларит был обнаружен в шлихах четвертичных отложений в районе Верхоянской складчатой зоны (Орулган, Хараулах, Кулар) в 1956-1958 гг. в виде темных агрегатов, в которых помощью спектрального анализа были определены высокие содержания редкоземельных элементов. Сложность первичной диагностики состояла в том, что внешне эти агрегаты напоминали обломки пород. Достаточно высокую степень их извлечения при отмывке шлихов не позволяла обеспечить пониженная плотность агрегатов[25].

Первые химические анализы агрегатов дали следующие результаты (мас.%): TR_2O_3 – 30,5 - 48; P_2O_5 - 14,6-22,2; Fe_2O_3 2,6-3,2; TiO_2 - до 1,0-1,6; H_2O - 4-6. Кроме фосфатов редких земель в составе агрегатов были установлены гетит, хлориты, слюды и коллоидные глинистые минералы[26].

В результате шлихового опробования аллювия территории Лено-Янского междуречья было выделено четыре перспективных района развития россыпей куларита, причем на отдельных участках его концентрация в осадках достигает 16 кг/м^3 и более. Прогнозируется обогащение куларитом и прибрежно-морских осадков моря Лаптевых, куда редкоземельный фосфат выносится многочисленными реками [25].

Затем широкое распространение куларита было установлено в девонских корях выветривания Тимана. Здесь первоисточником редкоземельных элементов считаются породы рифейского фундамента.

Позднее куларит был найден в более древних породах Приполярного Урала, в частности в золотоносных образованиях алькесвожской свиты ордовикского возраста. Здесь он был охарактеризован как необычный по составу Nd-монацит, представленный непрозрачными плоскими зернами [26].

5.2 Географо-экономическое положение и геологическое строение Куларского месторождения.

Куларский золотоносный район расположен за Северным полярным кругом в северной части хребта Улахан-Сис, в верховьях рек Бургуат и Куччугуй-Кюэгюлюр (бассейн реки Омолой – губы Буор-Хая моря Лаптевых), в 80 км от побережья моря Лаптевых, в 464 км к северо-западу от районного центра — поселка Депутатский [26].

Куларский золотоносный район находится на континентальном продолжении гигантской рифтовой системы северо-западного–юго-восточного простирания, заложившейся на акватории Ледовитого (Евразийского) океанического бассейна и шельфа моря Лаптевых на рубеже раннего и позднего мела и развивавшейся в течение всего позднего мела и кайнозоя [26].

Район приурочен к Кулар-Нерскому турбидитовому террейну (сланцевому поясу) – относительно узкой с пережимами тектонической пластине, ограничивающей с северо-востока Яно-Колымский складчатый пояс и протянувшейся более чем на 1000 км от верховьев р. Нера (правого притока р. Индигирка) до низовьев р. Яна (рисунок 13). Этот террейн почти на всем протяжении сложен дислоцированными толщами триаса, и лишь на северном фланге, где расположен Куларский золотоносный район, в них в ядрах положительных структур обнажаются мощные толщи верхней перми. Куларское поднятие объединяет несколько сближенных крупных антиклиналей северо-восточного простирания, в ядрах которых обнажены формации верхней перми и прорывающие их граниты позднемелового возраста [26].

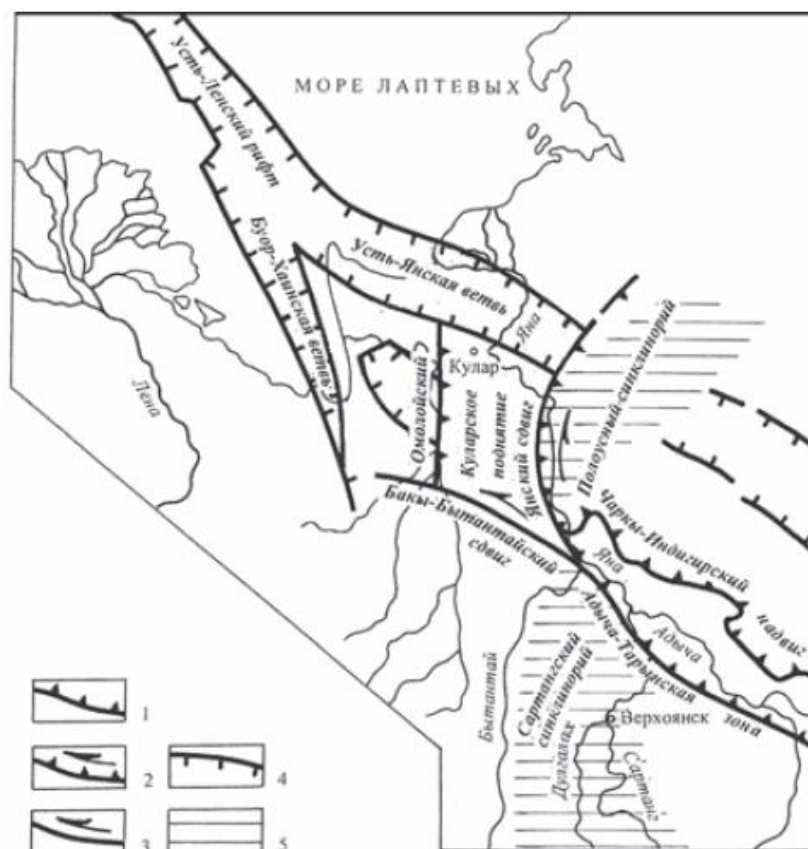


Рисунок 13 - Схема размещения Куларского поднятия (рудного района) в региональных структурах на продолжении шельфового Усть-Ленского рифта. 1 – надвиги; 2 – сдвиго-надвиги (стрелка указывает на левосдвиговые смещения); 3 – сдвиги; 4 – рифтогенные сбросы; 5 – юрские толщи Полоусно-Дебинского синклиория

В Куларском золотоносном районе выделяются следующие рудные зоны: 1) Яно-Омолойская золоторудная, охватывающая структурно разнородную территорию Яно-Омолойского междуречья, включающую Улахан-Сисскую антиклиналь, смежные части Центральной и Солурской антиклиналей и разделяющие их узкие синклинальные зоны; 2) Центрально-Куларская золото-редкометалльная, охватывающая центральные части Центральной и Солурской антиклиналей; 3) Кюндулюнская сурьмяная, приуроченная к погружающемуся северо-восточному продолжению Центральной антиклинали на правом берегу р. Яна; 4) Кючуская золото-ртутно-сурьмяная, приуроченная к выделяемой нами зоне смятия вдоль левого берега р. Яна. Рудные формации с золотом представлены в

перечисленных зонах золото-полисульфидно-кварцевой, золото-редкометалльно-кварцевой и золото-киноварно-антимонитовой. Последняя имеет наибольшее практическое значение, поскольку представлена крупным месторождением Кючюс [26].

5.3 Минералого-геохимические особенности куларита

Для проведения научных исследований была получена мономинеральная фракция минерала куларит (рисунок 14).



Рисунок 14 – Фотография куларита под оптическим микроскопом, длина линейки 1 мм.

Зерна куларита имеют оолитовую форму, в пробе присутствуют множественные обломки минерала. Цвет варьируется от темно серого до желтовато-бурых оттенков. Поверхность зерен имеет неровную форму, просматриваются выбоины в поверхности. Так же присутствуют измененные минералы развивавшиеся по поверхности минерала. Куларит обладает металлическим блеском. Не прозрачен. Минерал разрушается при давлении.

Для определения минерального состава были проведены анализы с помощью дифрактометра D2 PHASER. Для проведения данного анализа

несколько зерен были измельчены и помещены на кварцевое стекло. В результате анализа данный минерал определен как монацит.

При проведении магнитной сепарации образец разделился на две части магнитную и не магнитную.

Далее был проведен анализ образца под электронным микроскопом (рисунок 15). Для анализа отбирались несколько зерен минерала и с помощью пинцета помещались, на двустороннюю проводящую угольную клейкую ленту. Так же для данных целей был изготовлен аншлиф.

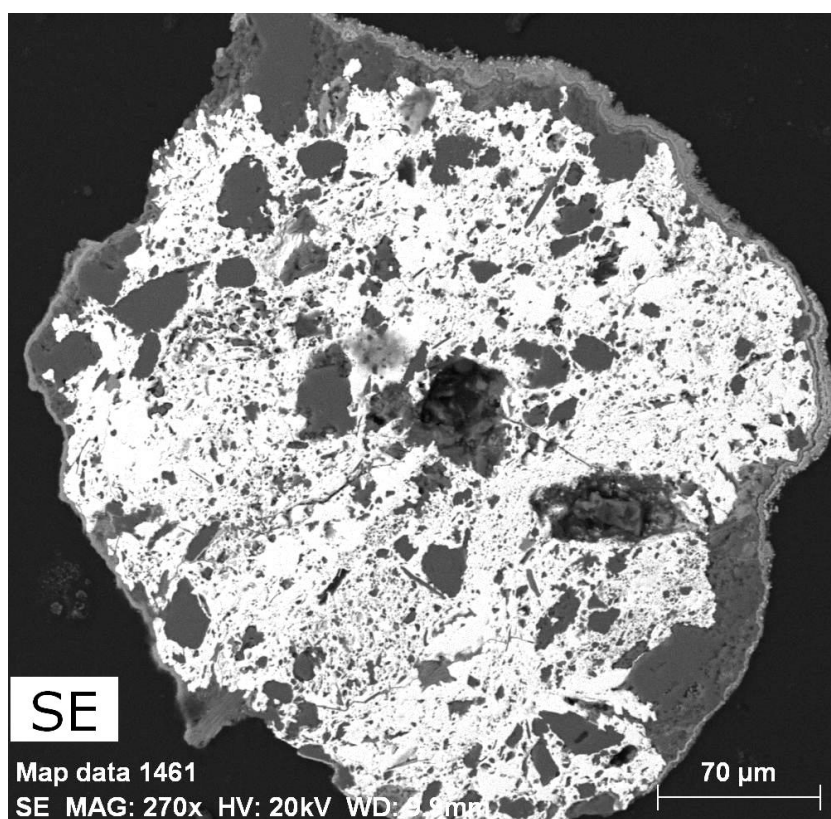


Рисунок 15 – Фотография зерна в аншлифе куларита под электронным микроскопом.

На рисунке видно, что оолиты состоят из двух минералов, видимых на изображениях как «светло-серый» и «серый». При большем приближении можно увидеть присутствие третьего минерала «темно-серого» цвета.

На изображениях видно в области «светло-серого» минерала элементный состав соответствует кулариту. Минерал имеет неровную поверхность, присутствуют включения других минералов.

Из приведенной ниже таблицы, полученной в результате электронной микроскопии, видно, что содержание в агрегате суммы REE составляет около 58,1 %, P_2O_5 - 29,33, ThO_2 - 2,40% (таблица 10).

Таблица 10 - Средние содержания оксидов элементов в куларите, по результатам микрозондового анализа.

Оксид	Содержания в мас. %
Al_2O_3	4,62
SiO_2	1,40
P_2O_5	29,33
FeO	4,24
La_2O_3	20,04
Ce_2O_3	27,52
Nd_2O_3	10,45
ThO_2	2,40

На следующих рисунках можно наблюдать карты рассеяния элементов в агрегате (рисунок 16). Можно увидеть распределение редкоземельных элементов, Th и P. За исключением La, содержание которого уменьшается по мере приближения к центру агрегата, элементы распределены равномерно по массе минерала.

В «темно-сером» минерале преимущественно присутствуют алюминий и кремний, в меньших количествах натрий и калий (рисунок 17). Исходя из этого сделано заключение, что данный минерал является алюмосиликатом. Проявляется в виде включений в матрицу основного минерала, что соответствует описанию в литературных источниках.

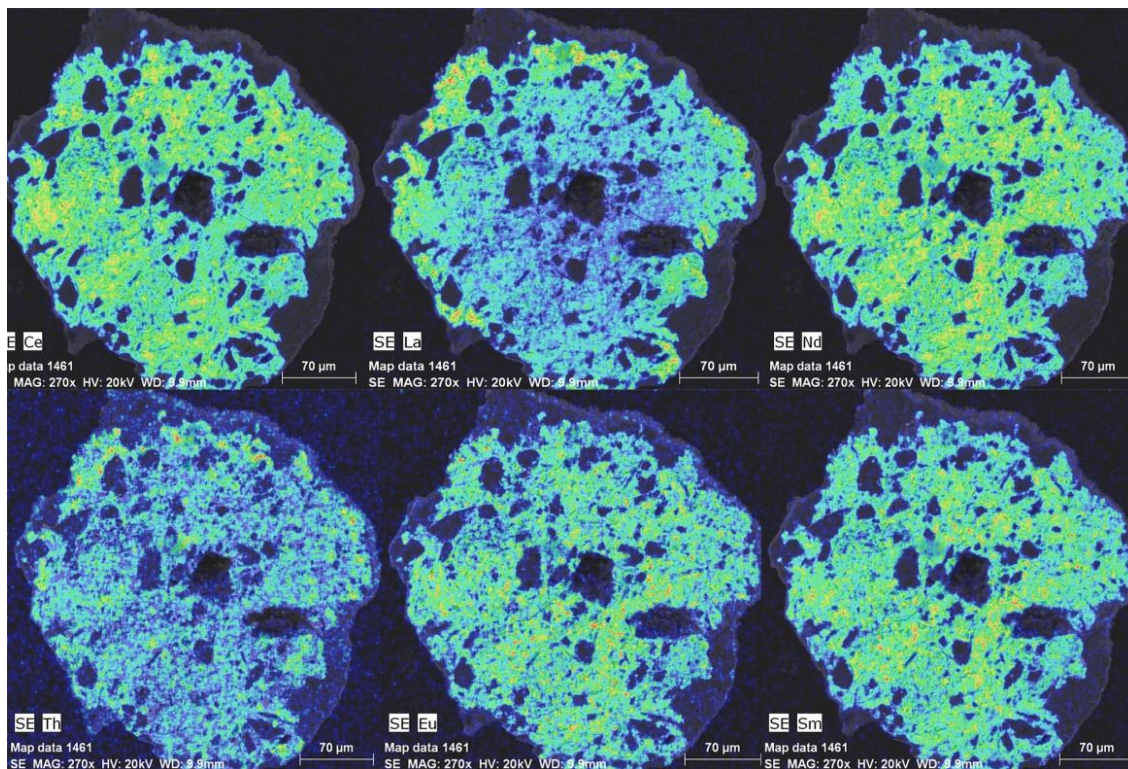


Рисунок 16 – Карты рассеяния под электронным микроскопом редкоземельных элементов и Th.

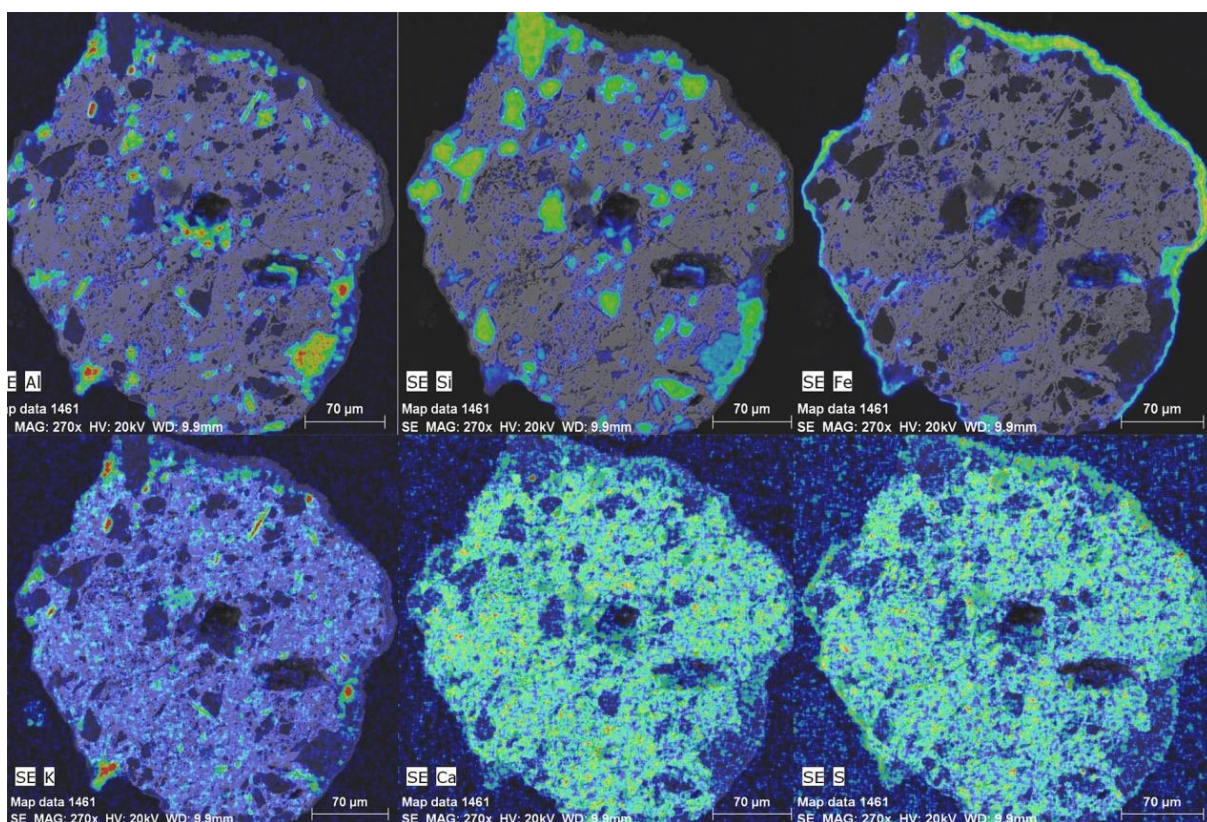


Рисунок 17 – Карты рассеяния элементов под электронным микроскопом алюминия, кремния, железа, серы, кальция, и калия.

«Серый» минерал развивается в виде корочки по поверхности основного минерала. На нем присутствуют трещины и сферолитовые образования. Минерал имеет рыжий цвет. Состоит преимущественно из железа. В меньших количествах присутствует алюминий, кремний. Для изучения данного минерала образец был отправлен в ЦКП «Геонаука» при ИГ Коми НЦ УрО РАН, где изучался с помощью радиоспектрометра ЭПР X-диапазона SE/X 2547 (RadioPAN). В результате чего данный минерал был определен как магнетит [22].

Для получения более точных данных по элементному составу части образца, взятые из двух фракций, были отправлены на инструментальный нейтронно-активационный анализ (таблица 11). Результатом, которого стала приведенная ниже таблица.

Таблица 11 - Содержания элементов в куларите, по результатам инструментального нейтронно-активационного анализа.

Элемент	Содержание элементов в г/г.	
	Магнитная фракция	Немагнитная фракция
Ce	88898,7	101219,6
La	53195	64570,1
Nd	50054,2	59885
Sm	7532,5	8208,3
Eu	1663,8	1873,1
U	116	22,7
Th	3968,3	4631,3
Tb	502,8	662,1
Na	83000	15800
Ca	81000	-
Sc	10390	18500
Cr	2267,9	2613,6
Fe	49800	-
Rb	851,5	-
Sb	12,5	28,9

В следующей таблице содержатся данные анализов электронной микроскопии куларита из других исследованных объектов взятые из литературных источников (таблица 12).

Таблица 12 - Элементный состав куларита из различных источников по литературным данным.

Месторождения и районы опробования.	Бельгия [3]	Месторождение Томтор (Арктическая Сибирь) [17]	Аляска [7]	Монтана [7]	Тайвань [7]	Заир [7]	Франция [7]	Испания [7]	Перу [7]	Центральный Уэльс, Великобритания [1]	Купол Харлеч, Великобритания [1]	Район Эксмур, Великобритания [1]	
Генезис	Осадочные породы	Карбонатиты								Осадочные породы	-/-	-/-	
Анализ	ЭМИ	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
Оксиды элементов	P ₂ O ₅	30,3	28,7	22,36	20	20,65	23,4	21,03	28,85	21,25	28,33	29,4	
	Ce ₂ O ₃	32,2	28,0	29	21	24,41	30,2	24,05	29,43	28,25	27,47	25,78	
	La ₂ O ₃	11,5	15,7	13,54	11	10,13	11,6	8,87	10,55	12	12,23	14,4	
	Pr ₂ O ₃	3,94	2,31	3,34	2,6	2,6	4,1	3,15	1,05	3,33	3,37	3,48	
	Nd ₂ O ₃	15,6	7,29	14	11	11,36	19	13,82	1,17	13,5	18,32	16,98	
	Sm ₂ O ₃	2,93	0,46	1,92	1,7	1,69	3,68	2,8	1,62	2,1	4,33	3,70	
	Eu ₂ O ₃	0,19	-	0,31	0,24	0,22	0,48	0,48	0,14	0,37	0,49	0,17	0,08
	Gd ₂ O ₃	1,51	0,55	0,98	1,1	0,9	1,28	2,03	2,08	1,23	-	-	-
	Tb ₂ O ₃	-	0,42	-	-	-	-	-	-	-	1,84	1,25	1,20
	Dy ₂ O ₃	0,19	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Er ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	1,25	1,20
	Ho ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y ₂ O ₃	0,56	-	0,47	1,2	0,5	0,6	0,67	0,47	0,55	-	-	-
	ThO ₂	0,30	-	0,88	0,57	0,76	0,79	0,53	0,32	0,5	0,10	0,62	0,69
	UO ₂	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PbO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SiO ₂	0,66	0,36	8,35	14	17,25	5,78	10,32	13,8	13,5	1,57	3,25	2,80
	CaO	0,15	3,21	0,28	1,1	0,53	0,16	-	-	0,2	-	-	-
SO ₃	-	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F	-	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Al ₂ O ₃	-	0,51	1,98	4,4	1,55	1,21	3,97	4,7	1,85	-	-	-	
FeO	-	1,18	1,77	7,5	0,98	0,61	3,15	1,5	1,28	-	-	-	
SrO	-	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сумма всех оксидов элементов в минерале	100,00	91,64	99,18	97,41	93,53	102,89	94,87	95,68	99,91	98,42	94,82	99,68	

6 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОНАЦИТОВ

Для проведения сравнительного анализа были собраны данные по составу монацитов, из литературных источников, различных месторождений мира (таблица А.1). По полученным данным составлены диаграммы соотношений элементов в исследованных образцах (рисунки 18-24).

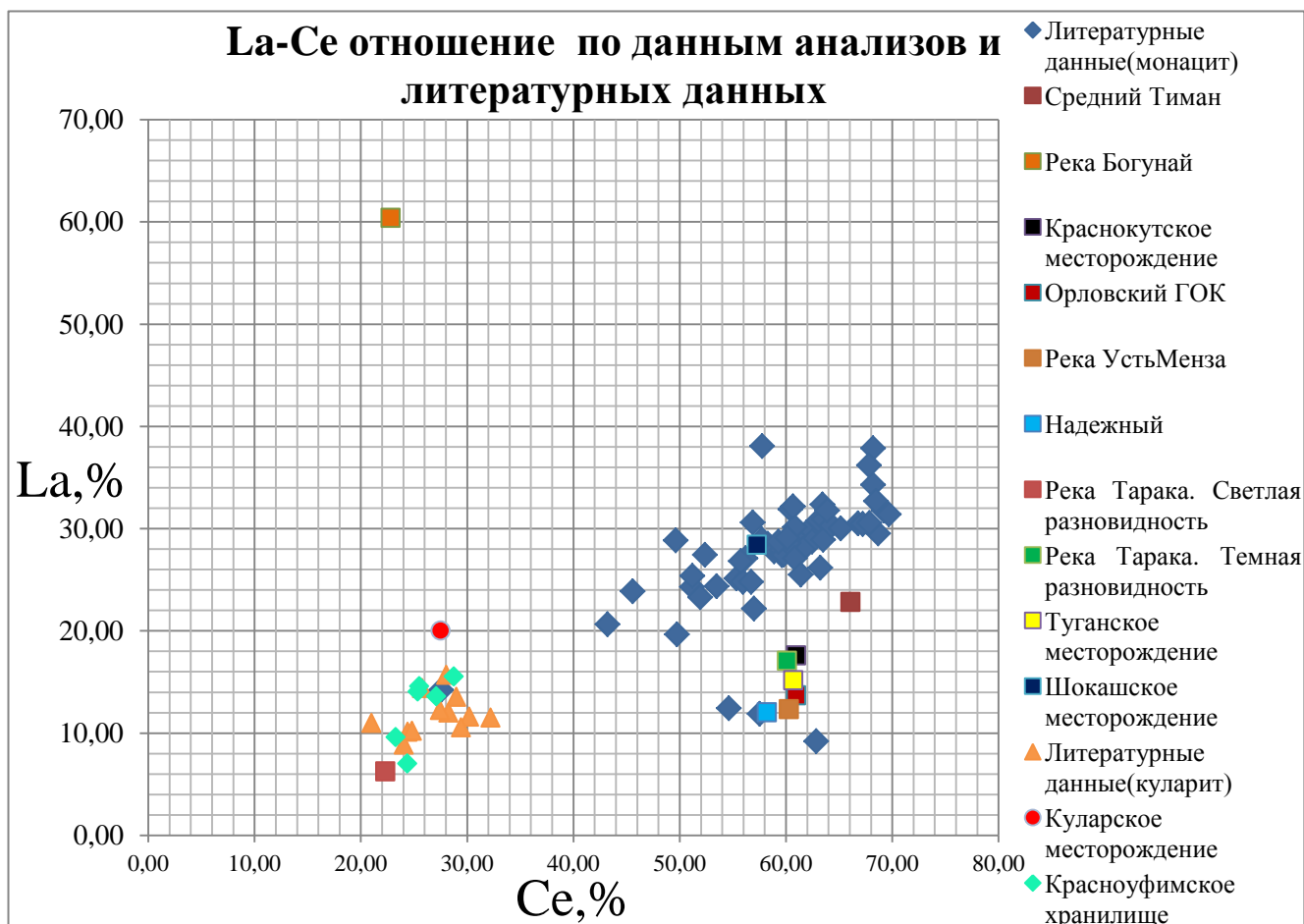


Рисунок 18 – Диаграмма La-Ce отношения по данным анализов и литературных данных

Nd-Pr отношение по данным анализов и литературных данных

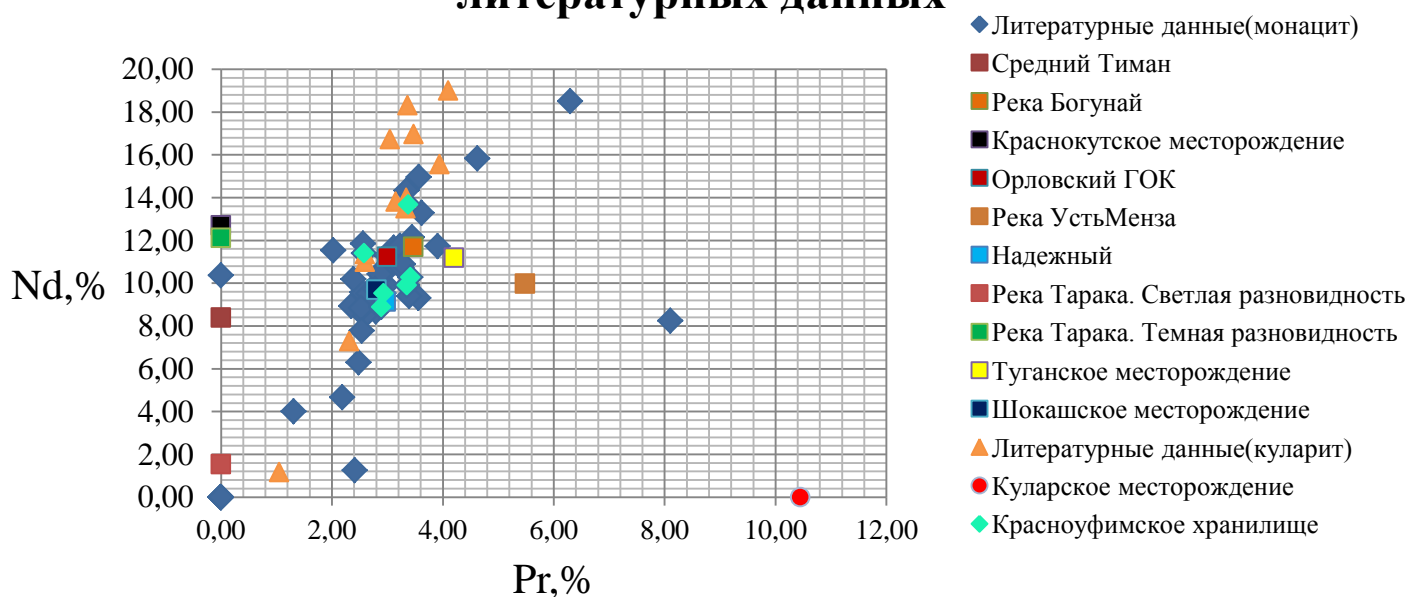


Рисунок 19 – Диаграмма Nd-Pr отношения по данным анализов и литературных данных

Eu-Sm отношение по данным анализов и литературных данных

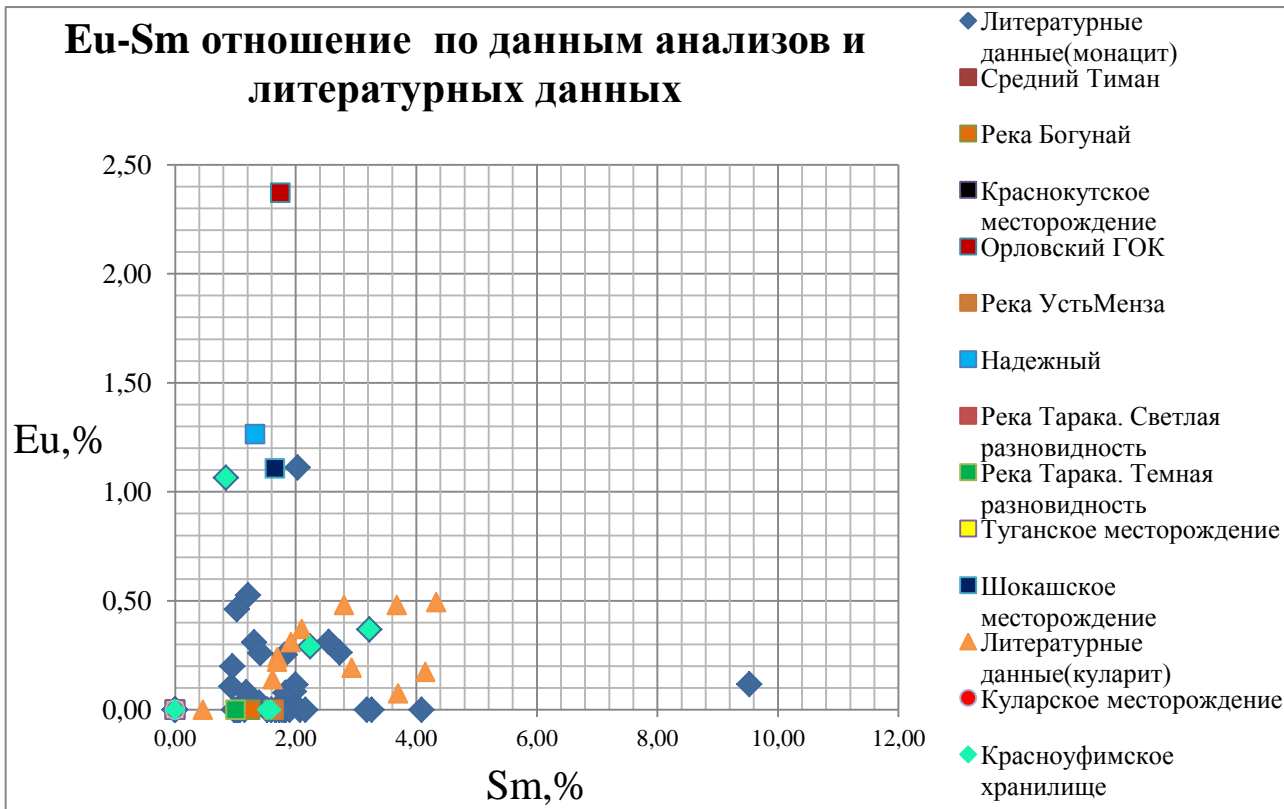


Рисунок 20 – Диаграмма Eu-Sm отношения по данным анализов и литературных данных

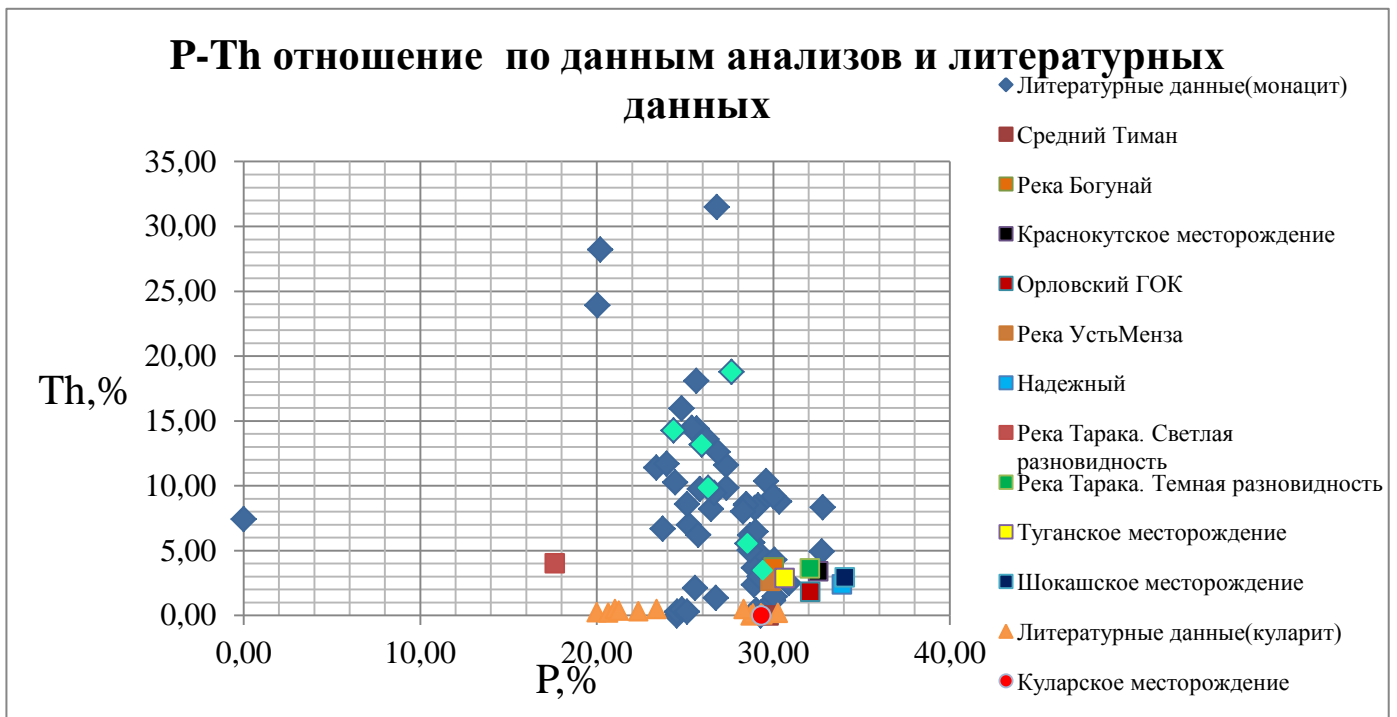


Рисунок 21 – Диаграмма P - (Si+Al) отношения по данным анализов и литературных данных

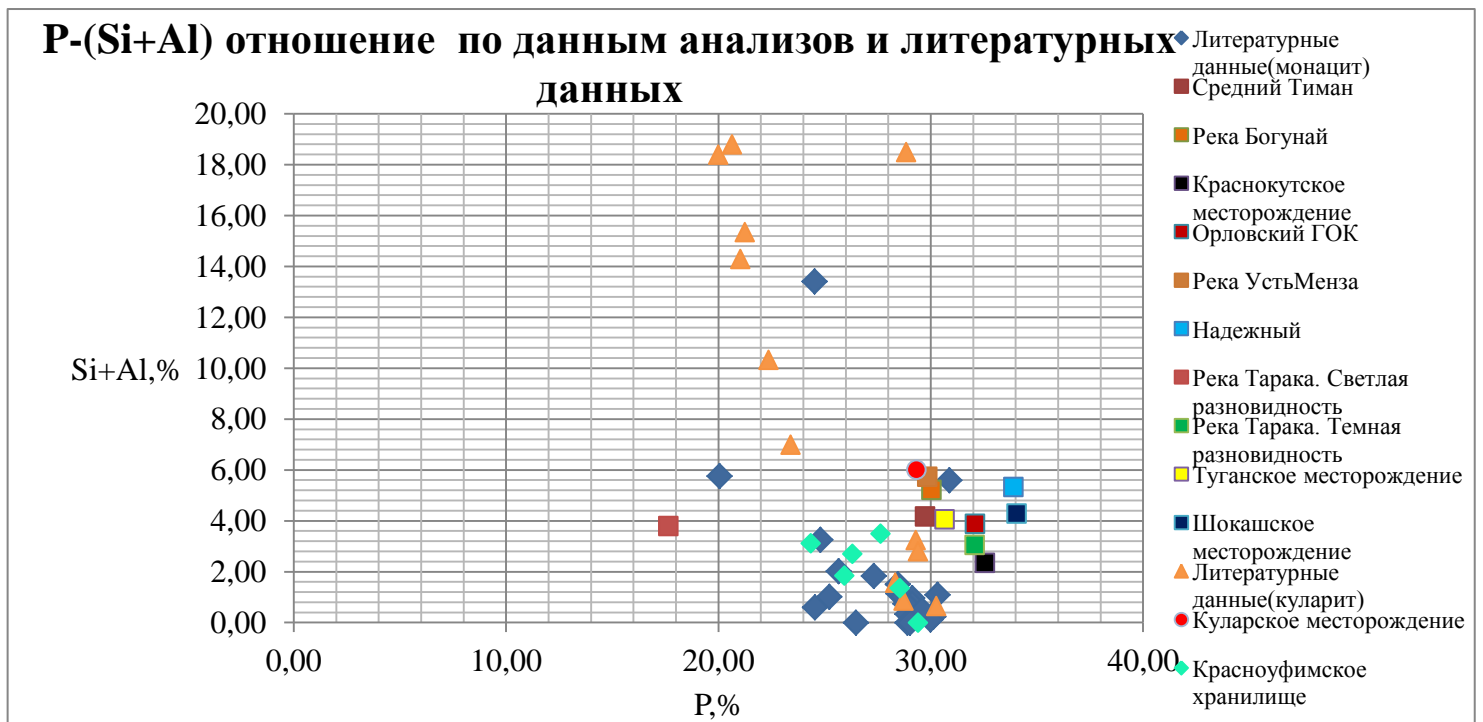


Рисунок 22 – Диаграмма P-Th отношения по данным анализов и литературных данных

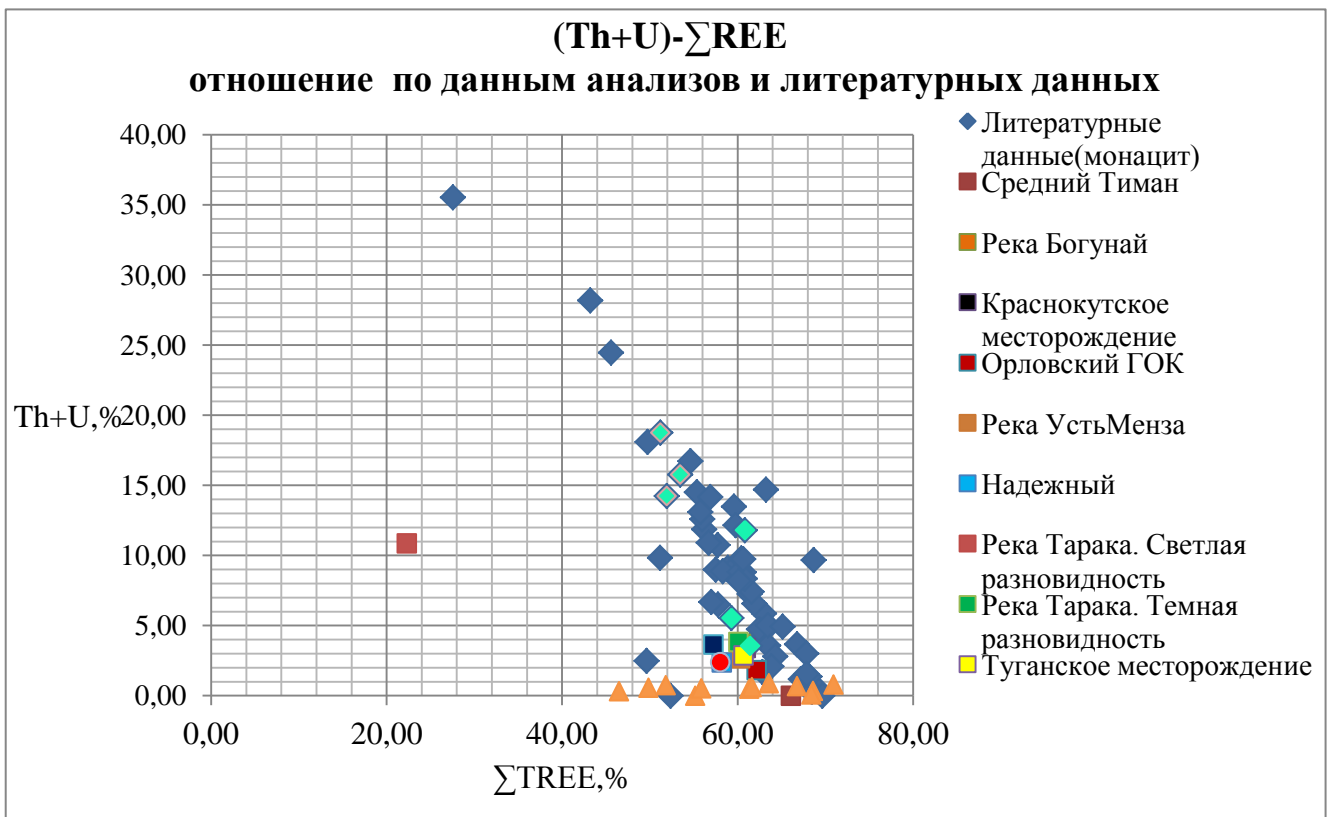


Рисунок 23 – Диаграмма (Th+U)- Σ REE отношения по данным анализов и литературных данных

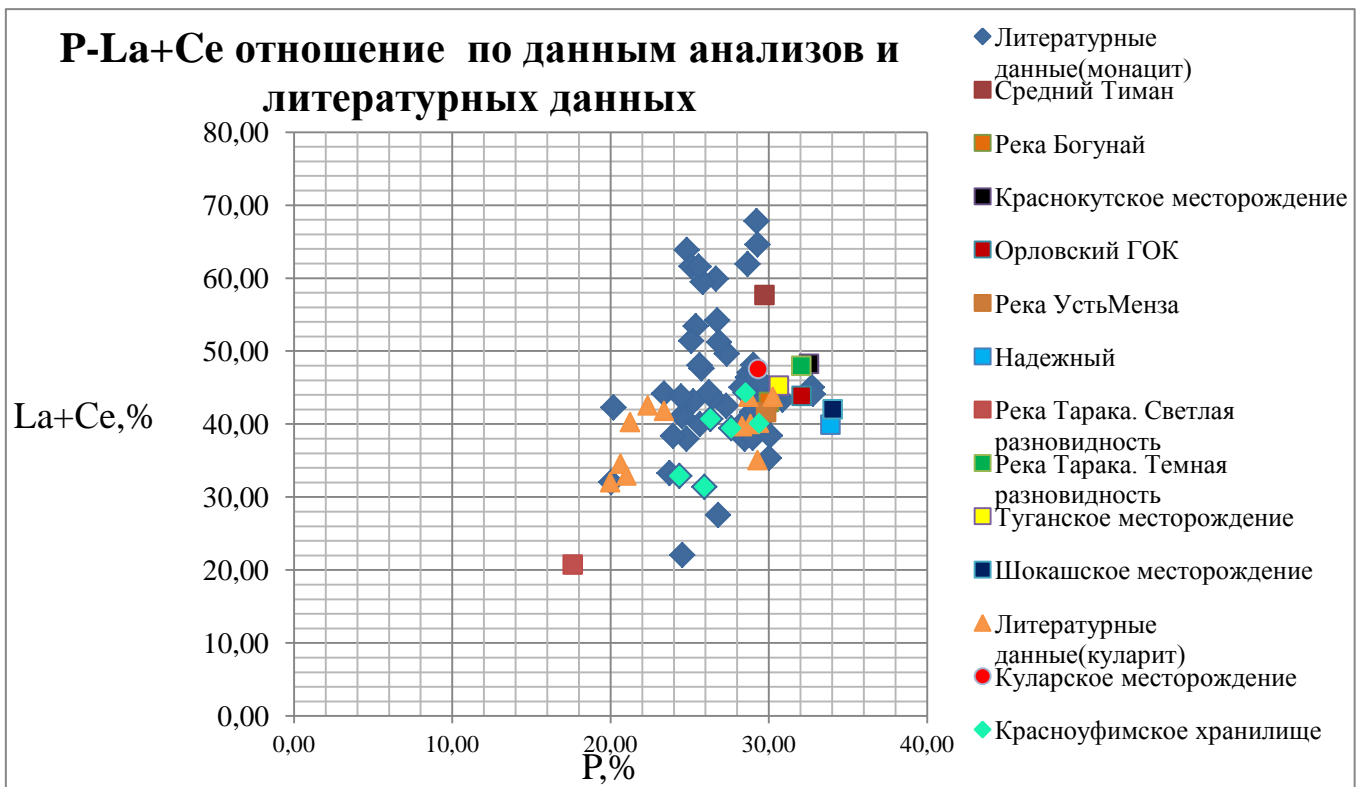


Рисунок 24 – Диаграмма (Th+U)- Σ REE отношения по данным анализов и литературных данных

На диаграмме La-Ce отношения элементов образцах видно ярко выраженное разделение образцов куларита и монацита. Хорошо заметно, что в образцах куларита более низкие содержания La и Ce, чем в монацитах. Также хорошо заметна прямая зависимость содержаний этих элементов образцах.

На следующих диаграммах Nd-Pr и Eu-Sm отношений заметно, что в темной разновидности монацита содержание данных элементов наоборот возрастает. Это говорит о замещении легких редкоземельных элементов более тяжелыми. На диаграмме Nd-Pr также видна прямая зависимость содержаний данных элементов в образцах.

Далее можно увидеть хорошо заметное отличие в P - (Si+Al) отношении. В куларите большие содержания Si и Al. Это происходит за счет включений в агрегаты куларита алюмосиликатов.

На следующих двух диаграммах видны меньшие содержания Th в куларите, в отличие от монацита. При этом практически не изменяются содержания P, но хорошо прослеживается обратная зависимость между содержанием P, но хорошо прослеживается обратная зависимость между содержанием (Th+U) и $\sum REE$. Судя по этому, можно сказать, что Th и U замещают редкоземельные элементы.

На последней диаграмме можно наблюдать соотношение P - La+Ce по всем месторождениям. На диаграмме видно, что почти все точки собрались в одну область. Это говорит о том, что во всех монацитах почти идентичные содержания P, La и Ce.

Проведенные исследования позволяют дать определение минералу куларит. Куларит является минеральным оолитовым образованием, серого, темно-серого цвета (в иностранной литературе используется термин «серый» монацит). В составе которого сумма REE составляет около 58,1 % (при этом содержание La и Ce ниже, а Nd, Pr, Eu и Sm выше, по сравнению с монацитом), P_2O_5 - 29,33, ThO_2 - 2,40%. Также он характеризуется неравномерным распределением редкоземельных элементов по массе минерала,

многочисленными включениями алюмосиликатов и корочкой на поверхности образованной магнетитом

На данный момент монацит используется в основном как источник тория. Извлечением редкоземельных элементов из монацита не занимаются по причине того, что торий для данного процесса является больше вредной примесью. Куларит мог бы стать хорошей заменой монациту. В нем прослеживаются более низкие содержания тория и присутствие большего спектра редкоземельных элементов.

Но есть и минусы у данного минерала. В куларите присутствуют примеси нескольких минералов, что при добыче означает дополнительную очистку от ненужных примесей. Также, в отличие от монацита, куларит имеет меньшую плотность, что сильно осложняет его поиски и добычу.

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель работы – Изучение минералого-геохимических особенностей монацитов и рассмотрение их как потенциальных источников редкоземельных элементов.

В процессе исследования проводились исследования элементного состава, электронно-микроскопические исследования, определялось пространственное распределение редкоземельных элементов в кристаллах монацитов.

Вышеописанные методы исследования вещества позволяют в полной мере изучить монацит и куларит, как источники редкоземельных элементов и тория.

В главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы представлен расчет сметной стоимости работ по изготовлению аншлифов.

7.1. Расчетная часть

Полированные шлифы (аншлифы) – полированные штуфы для исследования в отраженном свете (Согласно пункту 13.1 главы 13 ССН-92, Выпуск 7). Для исследования образцов аншлифы изготавливают из зерен монацита.

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

Расчет затрат времени и труда на лабораторные работы

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

Таблица 13 - Нормы времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов (в бригадо/час)

Номер нормы	Наименование работ	Единица измерения	Норма
1818	Изготовление полированных шлифов- брикетов для II категории сложности.	Полированный шлиф брикет	1,06

Расчет затрат времени (N_i) по каждому виду работ производится о формуле 1, данные расчетов приведены в таблице 2:

$$N_i = H_{Bp} \times K \times V_i; \quad (1)$$

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

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

V_i – объем i -го вида работ.

Таблица 14 - Расчет затрат времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов

№ п/п	Вид работ	Ед. измер.	Объем работ	Норма на единицу (в бригадо-часах)	Поправочный коэф-т (К)	Затраты времени (в бригадо-часах)
1.	Изготовление полированных шлифов	Шлиф	2	1,06	1	2

Исходя из данных полученных в таблице 7.2, рассчитывается время на изготовление одного аншлифа:

1 аншлиф: $15/14=1,07$ (в бригадо-часах).

Общая норма расходов времени на изготовление из горных пород и руд полированных шлифов:

Аншлифы: $15/8=1,9$ (бригадо-смен).

На изготовление 2 полированных шлифов, с учетом 8 часового рабочего дня, потребуется 1 день.

Расчет материальных затрат на лабораторные работы

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

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

Расчет заработной платы

Таблица 15 - Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должностей	Кол-во человек	Оклад за месяц (в рублях)	Оклад за 1 день (в рублях)	Район. коэф-т (для Томска)	Итого зарплата (в рублях)
1.	Шлифовщик горных пород IV разряда	1	25000	1190,5	1,3	1547,6
2.	Подсобный рабочий I разряда	1	10000	476,2	1,3	619
	Итого по зарплате					2166,5

Расчет заработной платы осуществляется с учетом Томского районного коэффициента 1.3. Рассчитывается для одного шлифовальщика и одного

подсобного рабочего при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне. Работы проводились в ноябре 2016, количество рабочих дней в этом месяце составило 21 (Таблица 15).

Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды производятся согласно Федеральному закону от 4 декабря 2015 г. № 363-ФЗ “О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2016”. Лабораторные работы по изготовлению прозрачных и полированных шлифов относятся к IX классу профессионального риска, ставка отчисления по ним в Фонд страхования от несчастных случаев составляет 1% (Таблица 16).

Таблица 16 - Отчисления на социальные нужды (за 1 день)

№ п/п	Вид отчисления	Общая сумма зарплаты в рублях	Ставка отчисления (в %)	Итого по каждому виду отчисления (в рублях)
1.	Внебюджетные государственные фонды	2166,5	22	476,67
2.	Фонд социального страхования		2,9	63,8
3.	Фонд обязательного медицинского страхования		5,1	110,4
4.	Фонд страхования от несчастных случаев		1	21,67
Итого:			31	672,54

Материалы.

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных и полированных шлифов, согласно таблице 13.7 главы 13 ССН-92, Вып. 7, приведен в таблице 17.

Таблица 17 - Перечень основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость (в рублях)
1.	Кварцевоотрезной станок	штука	1	56050
2.	Микроскоп поляризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312	штука	1	113000
3.	Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211	штука	1	139000
4.	Станок камнерезный алмазный КРС-11-	штука	1	78693
5.	Станок шлифовальный СШН-1	штука	1	57800
6.	Станок настольно-сверлильный одношпиндельный НС-12А	штука	1	60000
8.	Шкаф сушильный вакуумный (с вакууметром термopарным) ШСВ-45к	штука	1	176000

Таблица 18 - Перечень лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при изготовлении прозрачных и аншлифов (согласно таблице 13.9 главы 13 СН-92, Вып. 7 и таблице 2 СНОР-93, Вып.7)

№ п/п	Наименование	Единица измер.	Кол-во	Сметная стоимость (в рублях)	
				За единицу товара	Всего
	Лабораторная посуда	штука			
1.	Банки стеклянные с крышками 0,1-0,2 л	штука	2	177,0	354,0
2.	Бутыль 20 л	штука	1	765,0	765,0
3.	Колбы плоскодонные 1000 мм	штука	1	600,0	600,0
4.	Стаканы фарфоровые N 7, 1000 мм	штука	1	231,0	231,0
5.	Чаши кристаллизационные ЧКТ-90, d=310 мм, выс. 90 мм	штука	1	436,0	436,0
	Реактивы				
6.	Натрий углекислый, ч.д.а.	кг	0,7	43,80	30,66
7.	Окись алюминия, ч.д.а.	кг	0,2	100,0	20,0
8.	Окись (III) железа, осч.ч.	кг	0,2	65,0	13,0
9.	Окись хрома (III), ч.д.а.	кг	0,7	372,0	260,4
10	Окись хрома (II), ч.д.а.	кг	0,7	400,0	280,0
.					
11	Пихтовое масло	кг	0,7	580,0	406,0
.					
12	Спирт-ректификат, осч.	л	2	35,0	70,0
.					
13	Этиленгликоль, ч.д.а.	кг	0,5	265,0	132,5
.					
	Материалы				
14	Канифоль таловая кристаллическая	кг	1	38,0	38,0
.					
15	Микрошлифопорошок К36, N M-5	кг	0,3	79,0	23,7
.					
16	Микрошлифопорошок К36, N M-7	кг	0,3	110,0	33,0
.					
17	Микрошлифопорошок К36, N M-10	кг	0,5	150,0	75,0
.					
18	Микрошлифопорошок К36, N M-14	кг	0,5	200,0	100,0
.					

19	Микрошлифопорошок К36, N M-20	кг	0,3	240,0	72,0
20	Микрошлифопорошок К36, N M-28	кг	1,5	733,0	1099,5
21	Стекла покровные, 24x24 мм	штука	100	363,0	36300,0
22	Стекла предметные	штука	100	10,0	1000,0
23	Шеллак	кг	0,3	560,0	168,0
24	Шлифовальное зерно К39 N 50-16	кг	0,5	47800,0	23900,0
25	Шлифовальный порошок К37 N 12-10	кг	0,5	800,0	400,0
	Материалы для оформления результатов проведенных работ				
26	Блокнот малого размера	штука	1	53,0	53,0
27	Карандаш механический	штука	2	24,0	48,0
28	Линейка чертежная, 20 см	штука	1	7,0	7,0
29	Ручка шариковая	штука	3	25,0	75,0
	Итого:				66990,76

Амортизация

Расчет амортизации производится только оборудования (таблица 19).

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

$$\frac{1}{n} + 100\% \quad (2)$$

где n – срок службы оборудования.

Таблица 19 - Амортизация основного оборудования лаборатории

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

Услуги

Для написания ВКР кроме изготовления шлифов, выполнялись другие лабораторные исследования вещества.

Таблица 20 - Услуги по проведению лабораторных исследований.

Вид работ	Ед.измерения	Объем работ	Единичная сметная расценка (в рублях)	Сметная стоимость работ (в рублях)
Электронно-зондовый микроанализ	проба	10	201	2100
Инструментально нейтронно-активационный анализ (ИНАА).	проба	1	1800	1800
Итого:				3900

Общая стоимость работ

Общая сметная стоимость работ представлена таблицей по форме СМ4 (таблица 21).

Таблица 21 - Форма 4. Сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований

Статьи расхода	Сметная стоимость (в рублях)	Источник принятой нормы
Основная заработная плата	2166,5	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Отчисления на социальные нужды	672,54	ФЗ от 4 декабря 2015 г. № 363-ФЗ "О бюджете ..."
Материалы	66990.76	ССН-92, Вып.7, гл.13; СНОР-93, Вып.7
Амортизация	5196,3	Налоговый кодекс, ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1
Услуги	3900	На договорной основе
Всего:	78926,1	

Расчет единичной сметной расценки изготовления шлифа (аншлифа) приведен в таблице 22.

Таблица 22 - Расчет единичной сметной расценки изготовления шлифа (аншлифа)

Наименование расходов	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость единицы, руб.	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:				
Шлифовщик горных пород IV разряда	ч.-см.	1	1190,5	1190,5
Подсобный рабочий I разряда	ч.-см.	1	476,2	476,2
ИТОГО:		1		1666,7
ИТОГО с инд. 1.3				2166,5
Отчисления на социальные нужды 31.0%				672,54
ИТОГО:				2839
Материалы				66990.76
Амортизация оборудования				5196.3
ИТОГО основных расходов				75026,06
Единичная сметная расценка				3237.18

В результате расчетов можно сказать, что стоимость исследования составила 75026,06 рублей, а единичная сметная расценка изготовления шлифа (аншлифа) составила 3237.18 рублей.

8 Социальная ответственность при проведении исследований образцов монацита и его аутигенной разновидности-куларита

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу. Основной объем работ (проведение анализов, построение диаграмм, графиков, набор текста) выполнен на персональном компьютере, поэтому в разделе «Социальная ответственность при проведении исследований образцов монацита и его аутигенной разновидности-куларита» рассматривается «Производственная безопасность при работе на персональных компьютерах».

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.

В данном разделе рассматриваются условия труда учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа. Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Размеры помещения 10x8 м. Общая площадь помещения 80м². Площадь на одно рабочее место с персональным компьютером составляет не менее 4м², а объем – не менее 14 м³. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. При этом использовались: цветной монитор, клавиатура, мышь, системный блок, лазерный принтер.

8.1 Профессиональная социальная безопасность в компьютерном помещении

Соблюдение установленных норм и правил при работе с ПЭВМ – залог безопасной и продуктивной работы. Данные нормы и правила направлены на

предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ.

В таблице 23 представлены основные опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74, выявленные в ходе анализа проведения исследовательских работ на компьютере [1].

Таблица 23 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа на ЭВМ (поиск информации, обработка результатов, набор текста, построение графических изображений)	1. Шум на рабочем месте. 2. Электромагнитные поля и излучения 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение) 3. Отклонение показателей микроклимата в помещении	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] СанПиН 2.2.4.548-96 [3] СП 2.2.1.1312-03 [4] СНиП 23-05-95 [5] ГОСТ 12.1.038.79 [6] НПБ 105 – 95 [7] СП 2.6.1.3247-15 [8]

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

Электромагнитные поля и излучения

Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает

зрение, повышает утомляемость, а также способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [2] и представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [2]

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [2]:

Длительность работы без перерыва взрослого пользователя должна быть не более 2 ч, ребенка – 10÷20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы следует менять содержание и тип деятельности (чередовать ввод данных и редактирование). Согласно требованиям санитарных норм необходимы обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.

Рабочее место с компьютером должно располагаться по отношению к окнам таким образом, чтобы лучи света падали слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным

расстоянием между экраном монитора и глазами работника является 60÷70 см, но не ближе 50 см.

Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

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. научно-исследовательские учреждения. Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [9]. В таблице 25 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 25 - Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [9]

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	
Г – 0,8	Фактическая	Допустимая	Фактический	Допустимый	Фактический	Допустимый
	400	300	40	40	15	15

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Основной документ, регулирующий санитарно-гигиенические условия работы за компьютером - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [2].

В этом документе прописываются общие требования к помещениям для размещения компьютерной техники, микроклимату, составу воздуха и освещению производственных помещений, уровням шума на рабочем месте и оборудованию рабочих мест.

В соответствии с разделом 2 СанПиН [2], в помещения, в которых осуществляется работа за компьютером, на окнах должны быть занавеси или жалюзи, а также защитное заземление (зануление). В таких помещениях обязательна ежедневная влажная уборка и проветривание после каждого часа работы за ПЭВМ.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [3] при нормировании параметров микроклимата выделяют холодный период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной плюс 10°C и ниже, и теплый период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше плюс 10°C. Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Оптимальные параметры микроклимата.

Время года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплое	21-24	20-25	60-40	0,1
Холодное	22-25	21-26	60-40	0,1

Освещенность рабочего места, при работе с ПЭВМ, регламентировано п.16 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[2]. При использовании люминесцентных ламп освещенность рабочего места должна быть порядка 50–1000 лк.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Во всех производственных и вспомогательных помещениях предусмотрена естественная вентиляция. Вентиляция создаёт условия

воздушной среды, благоприятные для здоровья и самочувствия человека, отвечающие требованиям технологического процесса.

Оптимальные параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые – обычными системами вентиляции и отопления. Согласно СанПин 2.2.4.548-96 [3], интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50 % и более поверхности человека.

При небольшой загрязненности воздуха приток воздуха в лабораторные помещения осуществляется при помощи естественной вентиляции.

Шум на рабочем месте.

Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы. В рабочей лаборатории шумы превышающие уровень 60 Дб, установленный ГОСТ 12.1.003-99[10], отсутствуют. Здание находится вдали от центральных улиц, автомобильных и железных дорог и аэропортов.

Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение).

В ходе выполнения научно-исследовательской работы необходимо в сжатые сроки изучать большое количество научной литературы: статьи из научных журналов, монографии по определенной тематике, данные геологических исследований. Анализировать исходный материал, выполнять построение карт параметров, таблиц, геологических моделей. Оценка

интеллектуальных нагрузок, по показателям напряженности трудового процесса произведена согласно Р 2.2.2006-05 [11].

Согласно таблице Р 2.2.2006-05, по содержанию работы, задачи, решаемые в процессе исследовательской работы относятся к вредному напряженному труду 1 степени (Решение сложных задач, с выбором по известным алгоритмам); по восприятию информации и ее оценке – решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций); по распределению функций по степени сложности задания, решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (обработка, выполнение задания и его проверка), по характеру выполняемой работы решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (работа по установленному графику, с возможной коррекцией по ходу деятельности) [11].

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Электрический ток.

Исходя из составленной таблицы 5.1, проведем анализ опасных факторов. Оборудование, к которому относятся ЭВМ представляют большую опасность с точки зрения поражения электрическим током. Это связано с возможным наличием оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В) [14]. Для предотвращения электротравматизма необходимо организовывать работы согласно ПТЭ [13] и ПТБ [13] потребителей и (ПЭУ) [14]. Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ: все узлы компьютера должны питаться от одной фазы электросети, корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с

одной общей точкой; для отключения компьютерного оборудования должен быть использован отдельный пункт с автоматами и общим рубильником; все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании. Аудитория, в которой проводились камеральные работы с использованием ПЭВМ отвечает вышеперечисленным требованиям [13].

Основные мероприятия, направленные на ликвидацию причин травматизма: систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением; соблюдение правил противопожарной безопасности; своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [13].

Пожароопасность

Лабораторное помещение по степени пожароопасности относится к классу Д в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [18].

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;

- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Так же в лаборатории запрещается:

- пользоваться открытым огнем, курить;

- производить зарядку аккумуляторных батарей;

- хранить легко воспламеняющиеся вещества, за исключением спирта для технологических целей (1 литр).

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Экологическая безопасность

Утилизация персонального компьютера является наиболее опасной экологической ситуацией, так как 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 [15] .

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 [15].

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки кабинет № 540 20-го учебного корпуса по взрыво- и пожароопасности принадлежит к категории Д пожароопасные – производства, связанные с применением горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудно горючих веществ и материалов, способных при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть [7]. К горючим материалам относятся шкафы, столы, стулья и документация.

Для предотвращения пожара принимаются следующие меры:

из аудитории необходимо удалить неиспользуемые нагревательные приборы;

корпуса рубильников и розеток разместить на несгораемых основах; нагревательные приборы расположить на асбестовых ковриках и прокладках;

работы с легко воспламеняющимися веществами должны проводиться вне аудитории;

курение в аудитории строго запрещено [16].

В соответствии с требованиями пожарной безопасности разрабатывается план эвакуации, эвакуационная карта и инструкция.

Для тушения пожара используют следующие средства:

прекращение доступа в зону горения окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества, а также снижение их поступления до величин, при которых горение прекращается;

охлаждение очага горения ниже определённой температуры;

механический срыв пламени струёй жидкости или газа;

снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени;

создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Основные огнегасительные вещества и материалы – это вода и водяной пар, пена, песок, инертные газы, сухие (твёрдые) огнегасительные вещества и др. Корпус, в котором находятся аудитория №540, оборудована порошковыми огнетушителями (ОП-2, ОП-4) и автоматической установкой пожаротушения. Согласно категории В пожароопасности общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 30 м – для помещений категорий А, Б и В. На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме. Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером. Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов.

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

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 №

118 [2], лица, работающие с ЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

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

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 [17], 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 (таблица 27).

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

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.

Таблица 27 - Категории работ с компьютером

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
I	до 20000	до 15000	до 2
II	до 40000	до 30000	до 4
III	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать:

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

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

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

Безопасные условия труда на производстве определяются должностными инструкциями и инструкциями по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

Разработана «Система управления охраной труда», которая обеспечивает решение следующих основных задач: организация управления охраной труда; обучение и инструктирование работающих безопасности труда; безопасное использование оборудования; безопасность производственных процессов; обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты, спецодеждой и спецобувью; создание нормальных санитарно-гигиенических условий труда; организация лечебно-профилактического и санитарно-бытового обслуживания работающих; пропаганды вопросов охраны труда; расследование и учет несчастных случаев, профзаболеваний и аварий. Все работы должны выполняться в строгом соответствии с инструкциями, разработанными и утвержденными для каждого рабочего места. Весь комплекс проектируемых работ регламентируется различными нормативными документами [2,13,17], которые охватывают все виды предусмотренных работ.

9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью современного аналитического оборудования и точных методов анализа были проанализированы образцы монацита и куларита с целью изучения их минералого-геохимических особенностей. В результате проведенных исследований были изучены минералогические и геохимические особенности, произведено разделение между монацитом и его разновидностью-куларитом, оценена потенциальная возможность извлечения РЗЭ.

10 СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Костылева А. А. Минералого-геохимические особенности монацита Туганского месторождения / А. А. Костылева ; науч. рук. Л. П. Рихванов // Проблемы геологии и освоения недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 157-158].

2. Костылева А. А. Куларит как источник стратегических металлов / А. А. Костылева ; науч. рук. Л. П. Рихванов // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2017 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. D. Read, D. C. Cooper, J. M. McArthur. The compositions and distribution of nodular monazite in the Lower Paleozoic rocks of Great Britain/- .1986.
2. Flinter B.H., Butler J.R., Harral G.M. A study of alluvial monazite from Malaya./-The American mineralogist, vol.48, 1963.
3. Grey Monazite Paleoplacers in Lower Cretaceous Continental Formations in the Mons Basin, Belgium./Baele Jean-Marc, Philippe Boulvais, Sophie Decree, Nicolas Dupont.-MINERAL RESOURCES IN A SUSTAINABLE WORLD. 13th SGA Biennial Meeting 2015.
4. Heinrich R.A. Relationships between geology and composition of some pegmatic monazites./ - Geochimica et Cosmochimica Acta, 1960, Vol.19.
5. Holmes A. Radioactivity and geological time./- Natl. Research Council Bull, 80, 1931.
6. Mohamed A. ALI. Mineral chemistry of monazite-(Nd), xenotime-(Y), apatite, fluorite and zircon hosting in lamprophyre dyke in Abu Rusheid area, South Eastern Desert, Egypt./ -GEOLOGIJA 55/1, 93-106, Ljubljana 2012
7. Rosenblum Sam, Mosier Elwin L. Mineralogy and Occurrence of Europium-Rich Dark Monazite/-1983
8. Vanemden B. THE INCORPORATION OF ACTINIDES IN MONAZITE AND XENOTIME FROM PLACER DEPOSITS IN WESTERN AUSTRALIA/-The Canadian Mineralogist Vol. 35, pp. 95-104 (1997)
9. William C. Overstreet. The Geologic Occurrence Of Monazite. United States Government Printing Office, Washington. 1967.
10. Yumming Pan, Michael E. Fleet, Neil D. Macrae. Oriented monazite inclusions in apatite porphyroblasts from the Helmo gold deposit, Ontario, Canada. Department of Geology University Of Western Ontario London, Ontario N6A 5B7, Canada. 1993

11. Zonal Partitioning of REEs in Dark Monazites(Kularites) of the Timan Rindge. Kolonin G.R., Shironosova G.P., Shvrtsova I.V./Doklady Earth Sciences, vol.432, part 2, 2010.
12. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие/-М.: КДУ, 2007.
13. Вайнштейн Э.Е., Тугаринов А.И., Туранская Н.В. Распределение редких земель в монацитах./- Доклады Академии наук СССР, том 102, № 2, 1955.
14. Вещественный состав и химическое микрозондовое Th-U-Pb датирование гранитов из фундамента полуострова Ямал.Вотяков С.Л., Иванов К.С., ерохин Ю.В., Хиллер В.В., Бочкарев В.С., Захаров А.В., Коротков С.А./Литосфера, 2013, №3.
15. Вотяков С.Л., Щапова Ю.В., Хиллер В.В.. Кристаллохимия и физика радиационно-термических эффектов в ряде U-Th-содержащих минералов как основа для их химического микрозондового датирования./под редакцией Н. П. Юшкина- Екатеринбург: Институт геоэкологии и геохимии УрО РАН, 2011.
16. Гинзбург А.И.,Журавлева Л.Н., Иванов И.Б.,Щербина В.В. Геология месторождений редких элементов./-Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, Москва, вып.3, 1959.
17. Главные рудообразующие минералы аномально богатых руд месторождения Томтор(Арктическая Сибирь)/Лазарева Е.В., Жмодик С.М., Добрецов Н.Л., Толстов А.В., Щербов Б.Л, Карманов Н.С., Герасимов Е.Ю., БрянскаяА.В.-Геология и геофизика, 2015, т.56, №6
18. Журавлев А.И., Округин А.В., Кравченко А.А. Сравнительная характеристика монацитов из россыпепроявлений и магматических образований Тыркандинского рудного района.Еология и минерально сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 6-8 апреля 2016г. /отв. ред. Л.И. Полуфунтикова- Якутск: Издательский дом СВФУ, 2016.

19. Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А., Пиндюрина Е.О. Монацитовая минерализация склона южного Урала./Геологический сборник №8. Информационные материалы. Институт геологии Уфимского научного центра РАН.
20. Ковальчук Н.С., Шумилова Т.Г., Козырева И. В. Морфология и особенности химического состава монацита в карбонатитах Косьюского массива(средний Тиман). Известия Коми научного центра УрО РАН. Выпуск 1(5). 2011.
21. Константинов М.М., Константиновский, М.В. Наталенко. Типизация золоторудных районов в терригенно-сланцевых поясах России./- Региональная геология и металлогения, №54, 2013.
22. Лютоев В.П. Изучение куларита с помощью спектрометра ЭПР./ - ЦКП «Геонаука» при ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017.
23. Макеев А.Б., Вирюс А.А.. Монацит проявления Итечьё(состав, минералогия, возраст).Известия высших учебных заведений, Геология и разведка, 2013, №3.
24. Некрасов И.Я. Новые данные о минерале из группы монацита - черолита -хуттонита./ Доклады Академии наук СССР, том 204, № 4, 1972.
25. Некрасова Р.А., Некрасов И.Я. Куларит – аутигенная разновидность монацита. – ДАН, т. 263, № 2, 1982 .- 688-693 с.
26. Осовецкий Б.М., Меньшикова И.А. Куларит Вятско-Камской впадины/-Вестник Пермского университета. Геология., вып. 4(13), 2011.
27. Прибавкин С.В., Ерохин Ю.В.ШАБРОВСКИЙ ГРАНИТНЫЙ МАССИВ И АССОЦИИРОВАННОЕ С НИМ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТАЛЬК-МАГНЕЗИТОВОГО КАМНЯ. /Доклад XI всероссийского петрографического совещания.
28. Репина С. А..РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КРИСТАЛЛАХ МОНАЦИТА ИЗ КОНЦЕНТРАТОВ ОГУ «УРАЛМОНАЦИТ». Уральский минералогический сборник, 2009, № 16

29. Фомин Ю.А. . Торий в урановорудных альбититах Кировоградского мегаблока/ГУ "Иститут геохимии окружающей среды НАН Украины, 2013.

30. Хиллер В. В., М. П. Попов, Ю. В. Ерохин, А. В. Захаров. Th-U-Pb-ВОЗРАСТ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ В ВОСТОЧНОМ ЭКЗОКОНТАКТЕ АДУЙСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)/Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, 2015."

31. Хиллер В.В. Количественный химический анализ монацитов на электронно зондово-микроанализаторе Cfmera SX100. ежегодник-2008, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 156, 2009

32. Черник Г. П. Монацит, его месторождения, добыча и техническо-заводская переработка для надобностей газокалильной промышленности./:Академия наук СССР. - Горный журнал, вып. 6-7, 1932.

Нормативная литература.

1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
4. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы».
5. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» прикосновения и токов.
6. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. НПБ 105 – 95. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».
8. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
9. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.

10. Р-2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
11. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.
12. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.
13. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
14. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".
15. ТОИ Р-45-084-01.Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере.
- 16.

Приложение А

Таблица А.1 - Элементный состав монацита из различных источников по литературным данным

Проба	P ₂ O ₅	Ce ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	ThO ₂	UO ₂	PbO	SiO ₂	CaO	SO ₃	F	Al ₂ O ₃	FeO	SrO
1	20,05	23,87	8,20	2,79	8,68	1,01	-	0,65	0,35	-	0,04	-	-	23,90	0,57	0,29	5,77	0,20	-	-	-	-	-
2	24,81	12,43	25,57	2,65	9,59	1,40	0,03	1,69	1,00	0,05	0,21	-	-	15,96	0,77	0,21	3,26	0,60	-	-	-	-	-
3	29,13	27,76	15,72	2,59	8,48	0,93	0,11	2,06	0,77	-	0,36	0,12	-	8,49	0,65	0,11	0,97	1,31	-	-	-	-	-
4	28,48	11,88	26,10	2,80	9,96	1,97	0,08	2,32	1,50	0,11	0,64	0,11	0,08	8,58	0,41	0,11	1,15	1,01	-	-	-	-	-
5	25,23	28,62	14,51	2,82	9,70	1,66	-	2,37	1,17	-	0,55	-	-	6,97	0,29	0,08	1,02	0,81	-	-	-	-	-
6	28,82	30,75	16,31	2,99	9,90	1,15	-	0,81	0,68	0,05	0,18	0,14	0,07	5,61	0,25	0,07	0,75	0,85	0,04	-	-	-	-
7	28,69	29,62	16,78	2,55	9,57	1,18	0,08	1,03	0,85	-	0,25	-	-	6,18	0,40	0,08	1,01	0,78	0,19	-	-	-	-
8	27,32	27,10	15,39	2,55	8,84	0,98	-	0,58	0,63	-	0,14	-	-	11,60	0,28	1,08	1,84	1,09	-	-	-	-	-
9	29,13	30,91	16,39	2,96	10,51	1,08	-	0,83	0,74	-	0,17	-	-	4,87	0,09	0,44	0,75	0,56	-	-	-	-	-
10	30,07	28,73	14,24	3,12	11,66	1,83	0,08	1,08	1,35	-	0,37	-	-	4,30	0,46	0,20	0,29	1,20	-	-	-	-	-
11	28,96	27,85	13,81	2,91	10,61	1,67	-	1,45	1,21	-	0,39	-	-	8,29	0,59	0,11	0,64	1,39	-	-	-	-	-
12	28,45	27,39	12,92	3,00	11,26	1,77	-	1,60	1,29	-	0,40	-	-	8,51	0,61	0,11	1,51	0,65	-	-	-	-	-
13	25,66	26,17	13,85	2,66	9,53	9,53	0,12	0,50	0,69	-	0,20	-	-	14,41	0,29	0,17	2,03	1,52	0,20	-	-	-	-
14	30,13	28,91	14,13	3,21	11,66	1,60	-	2,20	1,28	-	0,53	-	-	3,26	0,33	0,41	0,24	0,76	-	0,27	-	-	-
15	28,91	30,28	14,48	3,45	12,16	1,99	0,12	0,51	1,18	-	0,13	-	-	2,36	0,45	0,37	0,34	0,62	-	0,31	-	-	-
16	28,9	30,52	15,12	3,35	14,34	1,81	-	-	1,25	-	0,39	-	-	3,68	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-
17	24,53	27,44	13,64	2,35	8,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,71	3,26	7,10	-	1,7	7,84	-
18	30,88	28,86	14,47	2,41	1,26	0,95	0,20	-	1,48	-	-	-	-	2,49	-	-	5,6	4,3	-	-	-	-	-
19	26,48	29,27	14,39	2,86	10,43	1,21	0,53	0,92	1,14	-	-	-	-	8,21	0,61	-	-	-	-	-	-	-	-
20	24,55	9,21	12,86	4,63	15,84	1,84	-	8,97	3,80	-	5,72	-	-	0,29	1,40	0,67	0,28	5,55	-	-	0,32	-	-
21	30,00	30,45	14,20	3,57	14,97	1,03	0,46	1,18	1,10	0,02	0,20	0,03	0,04	1,14	0,05	-	0,12	0,82	0,59	-	-	-	-
22	30,33	28,52	14,53	2,53	8,85	1,53	-	1,19	0,88	-	0,26	0,02	-	8,79	0,08	-	1,09	0,98	-	-	-	-	-
23	29,60	28,96	16,70	2,48	6,30	1,90	-	0,42	0,97	-	-	-	-	10,37	0,39	0,13	0,49	1,73	-	-	-	-	-
24	29,03	34,29	13,83	3,62	13,30	1,31	0,31	0,34	0,86	-	0,345	-	-	0,42	-	-	-	0,913	-	-	-	-	-
25	27,35	24,3	25,34	-	-	-	-	1,53	-	-	-	-	-	9,84	-	-	5,76	1,6	-	-	0,12	1,04	-
26	28,7	32,4	29,6	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-	5,0	-	-	1,0	0,2	-	-	0,1	1,5	-
27	25,39	25,126	28,312	-	-	-	-	1,91	-	-	-	-	-	14,45	0,064	-	2,606	0,356	-	-	0,334	1,002	-
28	24,9	32,29	-	41,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,95	0,37	-	-	-	0,055	-
29	18,27	27,73	-	54,06	-	-	-	1,48	-	-	-	-	-	5,24	0,01	0,01	1,19	0,41	-	-	-	-	-
30	26,80	14,21	13,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,50	4,05	0,92	2,10	6,30	-	-	-	-	-
31	26,66	31,90	28,00	-	-	-	-	0,54	-	-	-	-	-	9,44	0,37	-	0,95	0,17	-	-	0,15	1,30	-
32	27,22	22,00	-	32,72	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	12,00	0,27	0,53	1,56	0,83	-	-	1,20	0,44	-
33	-	28,00	14,65	3,24	11,75	2,07	-	0,90	1,00	-	-	-	-	7,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	25,09	36,64	-	30,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	-	-	3,21	-	-	-	3,11	-	-
35	-	33,18	-	36,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	-	-	-	0,10	-	-	-	0,61	-
36	25,75	38,08	9,53	-	-	-	-	10,15	-	-	-	-	-	6,22	0,29	-	1,09	0,02	-	-	0,49	2,07	-
37	24,80	28,50	-	29,20	-	-	-	3,80	-	-	-	-	-	7,60	-	-	2,95	0,36	-	-	0,21	0,65	-
38	26,86	24,80	26,41	-	-	-	-	4,76	-	-	-	-	-	12,60	-	-	0,91	1,54	-	-	-	1,07	-
39	24,83	31,77	32,11	1,31	4,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	2,63	-	-	-	-	3,34
40	25,13	32,70	28,92	2,19	4,67	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-	-	1,70	-	-	-	-	3,36
41	26,76	37,85	16,36	3,26	10,73	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	-	-	-	4,65	-	-	-	-	-
42	23,74	22,18	11,12	2,39	10,20	2,03	1,11	2,65	2,65	-	2,65	-	-	6,69	-	-	14,56	3,33	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы

43	23,38	27,92	16,26	3,56	9,31	1,41	0,26	-	0,39	0,22	-	-	0,26	11,39	2,12	1,45	3,51	-	-	-	-	-	-
44	25,07	29,39	22,91	2,54	7,79	1,72	-	3,74	1,52	-	-	-	-	8,57	1,11	1,45	5,48	2,37	-	-	-	-	-
45	24,45	27,46	16,30	3,40	9,41	1,82	0,25	-	0,72	0,22	-	-	0,23	10,27	1,89	1,76	2,79	-	-	-	-	-	-
46	30,02	24,79	10,57	3,28	10,89	2,73	0,26	2,16	1,30	0,22	0,33	-	0,20	9,21	1,71	1,01	1,01	1,45	-	-	-	-	-
47	29,00	28,59	9,51	3,91	11,73	2,55	0,31	1,30	1,35	0,30	0,38	-	0,31	6,45	2,38	0,34	0,76	1,67	-	-	-	-	-
48	25,94	24,37	7,03	3,42	10,29	3,22	0,37	1,93	1,72	0,35	0,47	-	0,30	13,19	2,59	0,31	1,84	3,24	-	-	-	-	-
49	26,31	27,09	13,76	3,35	9,90	2,24	0,29	2,28	1,16	0,26	0,39	-	0,26	9,85	1,97	1,05	2,57	2,18	-	-	-	-	-
50	24,36	23,28	9,59	2,58	11,41	1,59	-	2,02	1,46	-	-	-	-	14,25	-	-	3,12	0,80	-	-	-	-	-
51	28,55	28,74	15,54	2,93	9,54	1,53	-	-	1,02	-	-	-	-	5,55	-	-	1,36	0,74	-	-	-	0,59	-
52	29,41	25,49	14,58	3,38	13,68	0,84	1,06	0,91	1,18	0,04	0,16	0,04	0,06	3,48	0,08	0,05	-	0,86	0,32	-	-	-	-
53	27,64	25,36	14,06	2,89	8,89	-	-	-	-	-	-	-	-	18,77	-	-	3,50	1,59	-	-	-	-	-
54	32,74	30,03	15,00	2,56	11,86	3,26	-	-	2,44	-	-	-	-	4,93	-	-	1,44	-	-	-	-	-	-
55	32,80	30,14	13,96	2,03	11,54	3,18	-	-	-	-	-	-	-	8,35	-	-	2,43	1,47	-	-	-	-	-
56	26,23	30,61	13,74	-	10,37	2,16	-	-	-	-	-	-	-	13,58	0,60	-	1,85	0,92	-	-	-	-	-
57	23,96	26,82	11,56	8,10	8,24	1,05	-	-	-	-	-	-	-	11,70	1,41	-	2,30	1,08	-	-	-	-	-
58	28,29	29,11	15,91	2,78	9,73	1,04	-	0,70	0,70	-	0,17	-	-	8,01	0,18	0,74	1,24	0,82	-	-	-	-	-
59	25,84	32,16	27,30	-	-	-	-	1,21	-	-	-	-	-	9,74	-	-	3,19	-	-	-	0,06	0,14	-
60	20,20	20,65	21,63	-	-	-	-	0,94	-	-	-	-	-	28,20	-	-	6,09	0,10	-	-	0,29	1,13	-
61	28,04	60,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,32	-	0,87	1,32	0,82	-	-	-	0,20	-
62	25,64	19,65	28,40	-	-	-	-	1,70	-	-	-	-	-	18,10	-	-	2,67	2,00	-	-	0,42	0,73	-
63	25,57	31,76	29,84	-	-	-	-	2,28	-	-	-	-	-	2,11	-	-	1,92	2,00	-	-	0,80	1,22	-
64	29,29	31,41	33,19	-	-	-	-	5,08	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,34	-	-	-	-	-
65	29,23	36,19	31,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,01	-	0,12	0,70	-	-	-	-	-	-
66	30,08	30,55	7,85	6,30	18,51	4,09	-	0,56	-	-	-	-	-	1,44	0,12	0,05	-	0,22	-	-	-	0,18	-
Средние содержания оксидов	27,01	28,56	19,19	3,12	10,23	1,95	0,32	1,95	1,21	0,17	0,59	0,08	0,18	8,27	0,79	0,48	2,34	1,40	1,41	0,29	0,67	1,21	3,35

1 - Блюмовская копь 50, Ильменские горы, Южный Урал [15]; 2 - Копь 244, Ильменские горы, Южный Урал [15]; 3 - Ильмено-Вишневогорский комплекс, Южный Урал [15]; 4-5 - Аduitский массив, Средний Урал (Оз-2, Оз-3) [15]; 6-7 - Джабыкский массив, Южный Урал (К-106, Е-4333) [15]; 8-9 - Тараташский массив, Южный Урал (К-13666, К-1417) [15]; 10 - Заангарье, Енисейский край [15]; 11 - Первомайский массив, Средний Урал [15]; 12 - фундамент Ямала, Верхне-Реченская площадь, скв.1 [15]; 13 - фундамент Западной Сибири, Восточно-Шебурская площадь, скв.28 [15]; 14-15 - Восточно-Воронежская провинция, Воронежского кристаллического массива (700а, 8240) [15]; 16 - Башкирский мегантиклинорий [19]; 17 - Западный склон Южного Урала [19]; 18 - Шатакский комплекс и Улуелгинско-Кудашмановская зона [19]; 19 - Новоконстантиновское месторождение [29]; 20 - Район Абу Рушед, Юго-Восточная пустыня, Египет [6]; 21 - Шабровский массив [27]; 22 - Восточная Австралия [8]; 23 - Восточный экзоконтакт Аduitского массива (средний Урал) [30]; 24 - Золоторудное месторождение Хельмо, Онтарио, Канада [10]; 25 - Voa Esperan Ca in the Alto Ligonha, Мавритания [9]; 26 - Нигерия [9]; 27 - Шри-Ланка, Ceylon [9]; 28 - Конго [9]; 29 - Тайвань [9]; 30 - Kuttakuzhi, Керал, Индия [9]; 31 - Керал, Индия [9]; 32 - Район Гайа, Индия [9]; 33 - Byron Bay Австралия [9]; 34 - New South Wales Австралия [9]; 35 - Bandeirinha на Riacho Varas [9]; 36 - Fazenda da Barra Бразилия [9]; 37 - Sao Joao del Rei, Бразилия [9]; 38 - Villeneuve Канада [9]; 39-41 - Косьюский массив, Средний Тиман (1, 2, 3) [20]; 42 - Шатакский комплекс, отложения Улуелгинско-Кудашмановской зоны [20]; 43-49 - ИЗ КОНЦЕНТРАТОВ ОГУ «УРАЛ» (I/1, II/1, II/2, II/3, II/4, II/5, Ср. значения) [28]; 50-51 - Бакчарское месторождение (Восточная и западная части); 52 - Шабровское месторождение, Средний Урал [31]; 53-57 - Тыркандинский рудный район (р. Малая Тырканда, руч. Тыссынчакыт, руч. Туманный, пер. Макылган, р. Джелинда) [18]; 58 - Тараташский массив [15]; 59 - Сибирь [32]; 60 - Ратнапура, Цейлон [32]; 61 - Европейская часть СССР [32]; 62 - Монгольский Алтай [32]; 63 - , Средняя Азия [32]; 64 - Льяльягуа, Боливия [32]; 65 - Маунтин Пасс [32]; 66 - Проявление Итечью, Средний Тиман [23].

11 Приложение Б.

Раздел (1)

DESCRIPTION OF MONAZITE

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Костылева Анастасия Андреевна		

Консультант – лингвист ИЯПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯПР	Матвеевко И.А.	д.ф.н.		

Студент:

1. DESCRIPTION OF MONAZITE

The mineral monazite, an anhydrous phosphate of the cerium group of the rare earths, was named by Breithaupt. Breithaupt selected the name from a Greek verb meaning “to be solitary” in recognition of the rarity of the mineral at the site of its discovery near Miask in the Ilmen Mountains of Russia [12].

PHYSICAL PROPERTIES

Most monazite is various shades of yellow. Honey yellow to golden yellow and also shades of transparent pale yellow are commonly mentioned in descriptions of detrital monazite from stream and beach placers and in descriptions of accessory monazite from granulite and gneiss. Shades of yellowish brown, brown, reddish brown, red, yellowish green, green, and greenish brown are locally common in detrital monazite from streams and lakes and in accessory monazite in schist, gneiss, granite, and, particularly, pegmatite. Pale-orange-yellow to yellowish-gray, white, gray, or nearly colorless monazite is rare, but monazite having these colors has been found in veins and vugs. The streak of monazite is white, very pale yellow, or very pale brown [12].

Monazite is transparent to subtransparent in small grains, but superficial alteration may render it opaque. Its luster is resinous to vitreous and is more brilliant in transparent grains than in subtransparent ones.

Monazite is brittle. It is commonly modified by conchoidal or uneven fractures. Its hardness is 5 to 5½ on the Mohs scale; that is, it is as hard as or slightly harder than apatite but not as hard as orthoclase. Rinds of superficially altered grains are softer than apatite.[12]

The specific gravity of virtually pure (Ce, La) PO₄ is 5.15 ± 0.05. Differences in the chemical composition of monazite cause the specific gravity to range from 4.6 to 5.47.

Distinct cleavage is on the [100] plane, less distinct cleavage on the [010], and indistinct cleavage is rare on the [110], [101], and [011] planes. Monazite occurs most abundantly as subhedral to round grains, the roundest grains being found generally, but not exclusively, in detrital deposits. Small euhedral crystals from granitic rocks, schist, and gneiss are commonly tabular or wedge shaped and are accompanied by a fair to large proportion of subhedral to round grains. Monazite is rarely found in grains larger than 0.02 inch across, and particles of monazite weighing more than a few milligrams are rare in placers.

Monazite has high magnetic susceptibility, which is an inherent property deriving from the paramagnetism of the rare earths in the mineral. This property led to infer that it would be possible to isolate monazite of specific composition through the use of a magnetic separator if a quantitative relationship could be found between the composition and the paramagnetism. In 1961 Richartz reported the magnetic separation of monazite into six fractions of decreasing magnetic susceptibility from grains almost as magnetic as ilmenite to grains almost as nonmagnetic as zircon. A systematic variation in the abundance of the rare earths was observed in the fractions: the most magnetic grains contained the least lanthanum and cerium and the most neodymium, samarium, gadolinium, and yttrium [9].

Under ultraviolet radiation unaltered monazite neither fluoresces nor phosphoresces, but it strongly absorbs violet, blue, and yellow radiation from an

unfiltered mercury-vapor lamp and, as observed by the naked eye, assumes the green color of the unabsorbed radiation from the lamp. Monazite containing neodymium can be identified by a strong band in the yellow and a faint band in the green if the mineral is observed by hand spectroscope in reflected sunlight [9].

Monazite undergoes no chemical or structural changes on heating to about 1,000°C in the atmosphere, but heating to 1,130°C sharpens the X-ray powder pattern and increases the specific gravity, index of refraction, and birefringence [12].

Liquid and gaseous inclusions are very rare, but they have been observed in monazite from localities in Brazil. Sillimanite, rutile, hematite, muscovite, biotite, quartz, epidote, apatite, magnetite, galena, and garnet have been found in monazite from several localities, but the mineral generally lacks inclusions.

OPTICAL PROPERTIES

Monazite is biaxial positive; relief is high and dispersion is strong. The greatest, intermediate, and least indices of refraction are 1.837-1.849, 1.788-1.801, and 1.787-1.800. The optic angle ranges from 5° to 15°. In thin section or immersion oils, monazite is almost colorless, pale yellow, or pale yellowish brown; it lacks pleochroism. The optical properties probably change with variation in the amount of thorium in monazite, but data are lacking [12].

CRYSTALLOGRAPHY

Monazite is monoclinic, in the prismatic crystal class, and is commonly tabular, wedge shaped, equant, or twinned. Interfacial angles of the same forms on crystals vary as the composition of the monazite varies. Comparison of crystals illustrated by Goldschmidt and geologic source of the monazite suggests that simple crystal form is common among monazite grains from vugs and low temperature veins and that complex forms tend to be common among monazite crystals from pegmatites. Monazite grains from plutonic gneisses and schists generally lack crystal form and are globular[12].

COMPOSITION

Monazite is a thorium-bearing phosphate of the cerium earths. The cerium earths are the oxides of the metals lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, and europium. The cerium earths include the elements of lower atomic number in the group of elements called the rare earths. Rare earths of higher atomic number, uncommon in monazite, comprise oxides of the metals gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutetium, and yttrium[9].

Thorium, atomic number 90, is not a rare earth but is commonly associated with the rare earths in nature. It is classed with protactinium, uranium, and the transuranium elements in a radioactive group called the actinides. Thorium is about four times as abundant as uranium in the earth's crust.

The abundance of thorium and rare earths in monazite, the ratio of thorium to the rare earths, and the ratio of cerium to lanthanum vary widely. Thorium may be absent, as in monazite from tin veins in Bolivia and in monazite from carbonate deposits in Africa, or it may reach 31.5 percent, as it does in a rare variety of monazite from a pegmatite in India [9].

Uranium is commonly present in monazite but rarely reaches amounts greater than 0.5 percent. Plutonium and neptunium in extremely small amounts have been

detected in monazite from North Carolina and Brazil and are probably present in thorium- and uranium-bearing monazite from other localities.

Thorium, uranium, and samarium make monazite highly radioactive, a characteristic of the mineral first observed by Mme. Curie. Some minor elements noted in its composition, like helium and lead, are at least partly of radiogenic origin.

Small amounts of the yttrium earths occur in monazite from many localities, but the ratio of the yttrium earths to cerium earths is always low.

Small amounts of calcium, magnesium, ferrous and ferric iron, aluminum, zirconium, manganese, beryllium, tin, titanium, and tantalum have been reported in various analyses of monazite [9].

PRODUCTION AND USE

Monazite is the major source of thorium, and together with bastnaesite, a fluocarbonate of the cerium earths, is the principal source of the cerium group of rare earths.

An industrial need for thorium and the rare earths originated in 1883 when Carl Auer of Austria developed an illuminating gas mantle composed of the oxides of lanthanum and other metals. The composition of the mantles was gradually modified until, in 1891, a mixture consisting of 99 percent of ThO_2 and 1 percent of CeO_2 was accepted as best. Immediately after World War I and the general introduction of the tungsten-filament electric lamp, the declining demand caused a corresponding decrease in the production of monazite; however, new applications for thorium and the rare earths were found, and by 1935 world output of monazite had returned to its pre-War level. The United States, Brazil, India, and the Republic of South Africa have been the chief sources of monazite, but small amounts have come from many other countries. In the late 1950's uranothorianite [thorianite] produced in the Malagasy Republic and leach liquors from uranium ores produced at Blind River, Ontario, Canada, became important sources for thorium. Between 1880 and 1961 the world production of monazite, exclusive of the output in Europe and the U.S.S.R., was at least 271,000 short tons [9].

The uses of the rare earths have been discussed by many authors in recent years, and the reader is referred to their reports for details. The rare-earth fluorides and oxides are used as cores of carbon electrodes to produce brilliant white light for projection of moving pictures and for high-speed photography. Lanthanum oxide is used to make optical glass of high index of refraction and low dispersion. Cerium metal serves as a reducing agent in some metallurgical processes and is a major component of pyrophoric alloys. Cerium oxide is an opacifier in porcelain and is used as an abrasive for polishing lenses and mirrors. Compounds of cerium are employed as oxidizing catalysts in organic preparations, as industrial driers, in various aspects of photography, and for the tanning of leather. Praseodymium and neodymium are used both to color glass and glazes and in mixtures to produce glass that absorbs ultraviolet light. A mixture of the rare earths in metallic form, called Misch metal, is used for pyrophoric alloys. Misch metal added to aluminum improves the stress-rupture properties of aluminum alloys at temperatures of 700° - 800°F . Addition of Misch metal to magnesium increases its resistance to creep at temperatures between 400° and 600°F . Added to hot-dip aluminum baths, the rare earth alloys substitute for fluxes in producing smooth coatings on steel. The rare earths added to molten

steel reduce the size of the grain in the steel, increase its resistance to low-temperature oxidation, and improve its workability [9].

Rare-earth metals are excellent deoxidizing agents for copper and nickel. Other uses include chemicals for the waterproofing, weighting, and dyeing of cloth, and chemicals for printing inks and phosphors. Improved processes for the separation of the rare earths, separations formerly possible only through complex and costly fractional crystallization, should lead to their greater use by industry [9].

Thorium in nonenergy applications since World War II has been used chiefly for the manufacture of gas mantles and in magnesium alloys where the addition of 3 percent of Th to 96.3 percent of Mg and 0.7 percent of Zr improves resistance to creep and maintains strength at elevated temperatures. Small amounts of thorium are consumed as refractories and polishing compounds, as chemicals and medicines, and in electric apparatus [9].

Political considerations resulting from the use of thorium for energy purposes as indicated in this paragraph have led to restrictions, beginning in 1944, in the international traffic in monazite and to curtailment of publication of production, export, and import data on thorium-bearing ores and compounds. Thorium is a source material under the U.S. Congressional Atomic Energy Act of 1946; thus, producers of thorium compounds in the United States must be licensed by the U.S. Atomic Energy Commission, and statistics on the domestic output of thorium and thorium compounds are classified as security information. In 1944 Australia forbade shipments of monazite to markets outside the United Kingdom and the United States. The Atomic Energy Control Board of Canada regulates the development of thorium-bearing deposits and the disposal of ores. The Republic of South Africa has similar regulations. India restricted exports in 1946. At the beginning of 1951, Brazil ceased to issue export licenses but was, like India, considering offers of foreign firms to process monazite within the country. Rare earths extracted from the monazite would be exported and the thorium retained in the country of origin. By the end of 1952 India had opened a state-owned plant at Alwaye, Travancore, for the processing of monazite concentrates, and the Government of Ceylon had constructed a pilot plant at Katurkurunda for placer monazite. At Sao Paulo and Victoria in Brazil, thorium and the rare earths were produced from placer monazite at two plants of the Industrias Quimieas Reunidas S.A., and export markets were sought for the rare earths. National controls and agreements have become a part of the international traffic in monazite [9].

OCCURRENCE

Monazite is widely distributed throughout the world as a minor accessory mineral in intermediate- and high- rank metamorphic rocks derived from argillaceous sediments. It is less commonly present and less abundant as an accessory mineral in metamorphic rocks of like ranks formed from arenaceous sediments. Monazite is rarely present in metamorphosed calcareous or carbonaceous sedimentary rocks. It is especially common in pelitic schists, gneisses, and migmatites of the upper subfacies of the amphibolite facies and of the granulite facies. It may occur in magmatic rocks ranging in composition from diorite to muscovite granite and also in associated pegmatite, greisen, and vein quartz. In this group, accessory monazite is commonly observed in biotite quartz monzonite, two-mica granite, muscovite granite, and cassiterite-bearing granite. It has been more commonly reported in porphyritic granite than in aplite or felsite, but it has not been found as a primary constituent of silicic lava. Monazite is very rarely found in syenite but does occur locally in nepheline syenite and syenite pegmatite; it is abundant in carbonatite from many localities and in related alkalic volcanic rocks and dikes. It is not known to occur in mafic lavas, nor has it been observed in plutonic mafic rocks, but at a diamond locality in Brazil, monazite has been found in weathered mafic dikes and breccia of uncertain composition and origin. Monazite is found in a wide variety of veins, from simple quartz-chlorite veins and epithermal deposits, through mesothermal quartz veins and siliceous alteration zones, to hypo- thermal tungsten- and tin-bearing quartz veins and alteration zones associated with topaz and other minerals. Locally monazite occurs in vugs and druses [9].

As an accessory mineral, monazite rarely makes up more than a few hundredths of 1 percent of its host rock. Several extraordinary enrichments of monazite are known in plutonic terrane where thorium-rich monazite is concentrated in veins formed by metamorphic differentiation. Other important concentrations in crystalline rocks include low-thorium oxide monazite in marble and carbonatite.

Pegmatite, although a source of monazite specimens for museums, is rarely a source of monazite ores and where monazite is present, it tends to be sparse. Monazite from pegmatite may locally contain exceptional amounts of thorium, and the monazite richest in thorium comes from pegmatite[9].

Erosion of crystalline rocks releases monazite for transport and accumulation in sedimentary rocks. Locally the processes of erosion and transportation may be varied and complicated, the detrital monazite traveling through several cycles of transport and deposition before being lodged in the deposits where it is presently found. Processes of glacial and wind erosion and transport are known to have released, moved, and concentrated monazite, but the most effective agents are those related to rock weathering, fluvial transport, and accumulation of weathered material on beaches. Rock weathering is especially effective in warm humid regions where chemical weathering exceeds the rate of erosion and thick mantles of thoroughly weathered residuum accumulate. Chemical weathering reduces the variety of heavy minerals in the crystalline rocks and residuum until only the most inert ones remain to form eluvial deposits and to be washed into streams. In streams the heavy minerals are further winnowed and mechanically concentrated into fluvial placers. Stream placers are not static deposits. A constant flow of monazite-bearing sediment moves

downstream to interior basins or to the sea where the discharged sedimentary materials are further sorted. The tide, along-shore currents, waves, and wind continue to work and rework the monazite. These processes tend to concentrate it with other insoluble heavy minerals in beach and dune placers. Economically the most important monazite deposits are beach placers, which are the end product of several stages of concentration of thorium and the rare earths. These stages are metamorphism which develops the primary source; weathering; concentration in streams; concentration in littoral sediments; and reconcentration in beach placers [9].

Recent placers are generally in unconsolidated sediments. Fossil placers are preserved in lithified sediments of many ages, and accessory detrital monazite is found in sedimentary rocks, mainly sandstone, of all ages from Precambrian to Quaternary. Fossil placers are especially common in rocks of Precambrian, Cambrian, Cretaceous, and Tertiary age [9].

CYCLES IN CRYSTALLINE ROCKS

Occurrences of accessory monazite in crystalline rocks can be related to one of two formative cycles here called the metamorphic cycle and the magmatic cycle. Occurrences seem to be more common in the metamorphic cycle than in the magmatic cycle. For both cycles the geologic factors that generally and pervasively control the abundance of monazite in the host rock and the amount of thorium in the monazite are the temperature and the pressure existing at the time monazite crystallizes. In the metamorphic cycle these factors are shown by the grade of regional metamorphism, but in the magmatic cycle the temperature and the pressure must be inferred from a greater variety of evidence [16].

The role of temperature and pressure in the two cycles of monazite may be conveniently summarized by referring to the concept of three zones of rock formation determined by regional geologic environment. The epizone has the lowest pressure and temperature conditions, the katazone has the greatest pressure and temperature, and the mesozone is intermediate [16].

Monazite in the epizone is characteristically of hydrothermal origin in veins, vugs, druses, and disseminations associated with shallow late tectonic or posttectonic masses of granitic rock. Granitic rocks of the epizone, except the cassiterite-bearing granites, rarely contain monazite, and where they do, monazite is sparse. Monazite is unreported in the effusive equivalents of the granitic rocks. Highly differentiated alkalic volcanic rocks of the epizone contain low-thorium oxide monazite. Monazite is rarely found in epizonal slate, phyllite, or schist. Monazite formed in the epizone tends to be lean in thorium; locally, however, monazite from epizonal granite may be moderately rich in thorium. At those places in the epizone where monazite occurs in both granite and metasedimentary rocks, the amount of thorium in monazite from granite tends to be 200-800 percent greater than the amount in monazite from metasedimentary rocks [9].

Monazite in the mesozone is typically of metamorphic or magmatic origin. It is a moderately common accessory mineral in pelitic schists and gneisses and in syntectonic and posttectonic granitic rocks, particularly quartz monzonite, two-mica granite, muscovite granite, cassiterite-bearing granite, and pegmatite. Monazite in the mesozone is more abundant in granitic rocks than in metasedimentary rocks, but both kinds of rock contain more monazite than their equivalents in the epizone. Monazite

from rocks in the mesozone has more thorium than monazite from rocks in the epizone. The difference between mesozonal schist and mesozonal granitic rocks in tenor of thorium is not as great as the difference between these rocks in the epizone. Monazite from granitic rocks tends to contain from 50-200 percent more thorium than monazite from mesozonal schists and gneisses [9].

Monazite in the katazone tends to be about as abundant in metasedimentary rocks as in granitic rocks; moreover, it is much more common in both kinds of rock in the katazone than in the mesozone. Sillimanite schist and gneiss, granulite, silicic charnockite, and synkinematic quartz monzonite generally have copious accessory monazite. Furthermore, monazite in the katazone is especially rich in thorium. In only a few places is the amount of thorium in monazite from granitic rocks in the katazone more than 10-50 percent greater than the amount in monazite from metasedimentary rocks, and it is generally only 10-20 percent greater. Monazite formed in pegmatites associated with katazone or mesozone rocks locally contains more thorium than monazite from any other rocks [16].

METAMORPHIC CYCLE

As long ago as 1900 the metamorphic origin of monazite in paraschist was clearly described by Derby and in 1913 Hess recognized its formation in regionally metamorphosed rocks. The contrary opinion that particles of monazite in paraschists and paragneisses are relict detrital grains, however, is still generally held. Observations in the present work confirm the metamorphic origin of monazite in paraschists and paragneisses, and also show that monazite participates in a previously unrecognized metamorphic cycle. The chief features of this cycle as defined in clayey sedimentary rocks are as follows: Detrital monazite in the sediment is unstable in early stages of regional metamorphism so that at the onset of metamorphism it breaks down and shares its components with other minerals and detrital monazite as such disappears. As the grade of regional metamorphism increases, an environment is reached at which monazite is again stable, and metamorphic monazite begins to form at a few centers of crystallization, which multiply with increasing grade of metamorphism [16].

Many features of monazite in paraschists and paragneisses described in the main part of this report support the interpretation that this monazite is of metamorphic origin. These features are the direct relation between grade of metamorphism and amount of monazite in the rock; the inverse relation between amount of monazite in the rock and grain size of the original sediment; the lack of similarity between the range in grain size of particles of monazite in paraschists and paragneisses and the probable range in size in the original sedimentary rocks; correlation between physical properties of monazite and metamorphic grade of the host rock; inclusions in monazite identical with metamorphic minerals in the host rock; intergrowths between monazite and metamorphic minerals in the host rock; inverse relations between monazite, allanite, and other thorium-bearing minerals in metamorphic rocks; systematic variation in the amount of thorium in monazite related to grade of regional metamorphism of the host rock. A possible exception to the interpretation that monazite is metamorphic in origin is the occurrence of detrital monazite in quartzite [9].

The literature shows that there is a direct relation in paraschists and paragneisses between the amount of monazite and the metamorphic facies of the host rock. Accessory monazite is exceedingly rare in the green-schist facies, rare to sparse in the albite-epidote-amphibolite facies, sparse to common in the amphibolite facies, and common to abundant in the granulite facies. This relation can be seen in monazite-bearing areas throughout the world but is especially evident along the east coast of the Malagasy Republic, in Ceylon, India, Japan, the South Island of New Zealand, the Southeastern United States, and the Diamantina district of Brazil [9].

The literature shows that at uniform metamorphic facies an inverse relation exists between the amount of monazite in a metamorphic rock and the coarseness of grain in the sediment from which the metamorphic rock was formed. Greater amounts of monazite are found in paraschists and paragneisses formed from argillaceous sediments than in rocks formed from arenaceous sediments. This relation holds even for thinly interlayered units of metamorphosed sandstone and shale; monazite is chiefly in the biotite-rich or sillimanite-rich layers formed from the shaly component and is sparse or absent in quartzo-feldspathic layers formed from the more sandy components. That a greater amount of monazite is found in schist and gneiss of pelitic origin than in rocks of equivalent facies formed from sandstone and graywack is a reversal of the usual distribution of detrital heavy minerals in shale and sandstone. Coarse elastics ordinarily are richer in heavy minerals including monazite, than fine-grained sedimentary rocks. Obviously some process other than initial sedimentary concentration is required to account for the inverse relation that exists after metamorphism. This inverse relation has received the most study in the metamorphic rocks of North and South Carolina [9].

A general lack of similarity has been noted in North and South Carolina, Ceylon, and the Malagasy Republic between the range in grain size of particles of monazite from paraschists and paragneisses and the probable range in grain size in the original sedimentary rocks. Poorly sorted monazite having a wide range in grain size is typical of schists and gneisses through the amphibolite facies, but at the granulite facies the range in grain size tends to become narrow. At low and intermediate metamorphic facies, a wide range of grain size in monazite from single samples of schist and gneiss can be interpreted to indicate a mode of formation independent of hydraulic transport and sedimentary deposition because the sedimentary process tends to perfect the sorting of heavy minerals. A reduction in range of grain size that correlates with increase in metamorphic grade is unlikely to reflect sedimentary sorting [16].

The specific gravity and the unit-cell size of monazite from metamorphic rocks seem to vary with metamorphic grade. Data are incomplete but suggest that the specific gravity of monazite increases and that unit-cell size decreases as the metamorphism of the host rock increases [16].

Inclusions in monazite at several localities are identical to metamorphic minerals in the host rock. Monazite also occurs intimately intergrown with metamorphic minerals in the host rock. These relations can be interpreted as resulting from the metamorphic growth of monazite. A striking relation exists in metamorphic rocks—that is, as monazite becomes more abundant, allanite and sphene become less abundant. At low metamorphic facies, allanite and sphene are common and

monazite is sparse. As metamorphic facies increases to the staurolite-kyanite subfacies, the quantity of the three minerals increases. Above that subfacies, allanite and sphene decline in abundance and monazite increases. Monazite is common, but allanite and sphene are uncommon in the sillimanite-almandine subfacies. In the granulite facies, monazite is rarely accompanied by allanite or sphene; however, it may be associated with thorite and thorianite. The literature contains much evidence that allanite and sphene proxy for monazite as a host mineral for thorium at low grades of regional metamorphism, and it gives some evidence that thorite and, especially thorianite, proxy for monazite in rocks of highest facies. This relation between monazite and the minerals mentioned seems to be an expression of a sequential partition of thorium among mineral species in metamorphic rocks, beginning with thorium in chlorite, biotite, apatite, garnet, and allanite in the low grades, changing to allanite, sphene, and monazite in the middle grades, and to monazite, thorite, and thorianite at the highest grade. If, as sometimes supposed, the monazite consists of relict detrital grains, the arrangement here described is inexplicable[16].

The amount of thorium in monazite from metasedimentary rocks increases as the metamorphic facies increases. Monazite in some quartzites locally may represent fossil placers, although in other quartzites it seems to be of metamorphic origin. Monazite is rarely found in metasedimentary carbonate rock, and where found, it seems to have been introduced hydrothermally or brought in by pegmatites. Monazite in metamorphosed carbonate rock is very lean in thorium [9].

Monazite has been reported from carbonaceous sedimentary rocks which are highly metamorphosed but not from those which are slightly metamorphosed. Layers or veins of graphite in granitoid gneiss at two localities in Brazil were shown to contain as much as 7 percent of monazite.

Authigenic monazite in most metasedimentary rocks is derived from elements in other minerals and gels or precipitates in pelitic rocks. Original detrital monazite may supply only a small amount of the elements that form metamorphic monazite. Indeed, the general absence of monazite in many low-grade metamorphic rocks may be due primarily to a general sparseness of detrital monazite in sedimentary sequences, rather than to a loss of detrital monazite resulting from the instability of the mineral at the onset of regional metamorphism. The distribution of thorium in sedimentary rocks can be used as a guide for an interpretation of the source of authigenic monazite in metamorphic rocks.[9]

A clear relation was shown by Jaffe and Hughes (1953) between the radioactivity and the grain size of sediment in samples from the bottom of the Chesapeake Bay. Silt and clay were found to be more radioactive than fine sand, and fine sand proved to be more radioactive than coarse sand[9].

The source of monazite in the average metasedimentary rock is interpreted to be thorium, rare earths, and phosphorus dispersed among the clays, mica, and apatite in the unmetamorphosed sediments. During progressive regional metamorphism these components differentially pass from one mineral phase to another. In the early stages of metamorphism, chlorite, biotite, garnet, and other minerals are the principal hosts for the rare earths, thorium, and phosphorus. As the host minerals disappear and new mineral phases enter or the composition of the earlier formed minerals changes to

accommodate higher temperature, pressure, and stress, the components are held by different mineral phases among which monazite becomes more common as the grade of metamorphism rises. As the grade of metamorphism increases, the amount of thorium in the crystallizing monazite also increases. It is not known if this increase in thorium only affects monazite crystals forming at a given stage in the metamorphic history of the rock, or if there is continuous reaction between early formed monazite and other thorium-bearing minerals in the host rock. Inasmuch as the amount of thorium in separate samples of monazite from the same metasedimentary rock tends to vary widely, the reaction of earlier formed monazite was probably slow and incomplete, and the rate of diffusion of thorium was probably low. Although the amount of thorium held in monazite formed at the upper subfacies of the amphibolite facies is only about one-tenth of the amount of thorium in the average unmetamorphosed shale or sandstone, adequate thorium is present in other components of the schists and gneisses to allow the greater nucleation of monazite and to supply the higher tenors in thorium in the monazite found in schists and gneisses of the granulite facies. A relatively high rate of nucleation and a relatively low rate of diffusion in granulite may cause the abundance of fine-grained monazite characteristic of gneiss in the granulite facies. At the highest grade of regional metamorphism, some thorium in the rocks crystallizes as thorite and thorianite. Metamorphic differentiation of the granulite facies even leads to the segregation of aggregates of monazite and apatite and of thorianite, which migrate into veins. In general, however, the sedimentary carbonates contain very little thorium [16].

MAGMATIC CYCLE

The magmatic cycle is here taken to refer to occurrences of monazite in solidified mobile rock material. It includes monazite-bearing rocks formed by partial or complete anatexis of sediments in orogenic belts.

Also included are monazite-bearing veins and alteration zones related in origin to these rocks [16].

Differentiation under plutonic conditions yields granitic masses of batholithic dimension in which monazite is a minor accessory mineral, but large volumes of monazite-rich rocks are not formed. Differentiation locally produces monazite-rich veins in the mesozone and epizone. Extreme differentiation of alkalic rocks forms large concentrations of thorium-poor monazite in carbonatite. Fractionation during crystallization in the magmatic cycle produces thorium-rich monazite in pegmatites. Among rocks formed in the magmatic cycle, accessory monazite is most common in granitic rocks, particularly in plutonic synkinematic granites emplaced contemporaneously with folding and metamorphism of wallrocks [9].

The dominant source rock for monazite in the magmatic cycle is granite, a term necessarily broadly used here to mean granular rocks composed of quartz, feldspar, and mica. Undoubtedly many occurrences in granodiorite, and possibly some in diorite, are lost in this usage, but nothing less comprehensive is suited to the literature, especially to old reports on mining in regions of weathered rocks. The main kinds of monazite-bearing rock included under granite are biotite quartz monzonite, quartz monzonite, two-mica granite, biotite granite, muscovite granite, cassiterite-bearing granite, and wolframite-bearing granite. Granites that formed during deformation in orogenic belts are far more likely to be monazite-bearing than post-

kinematic granites. Synorogenic granites that formed by regional metamorphism in the sillimanite-almandine subfacies or granulite facies are the main monazite-bearing rocks in the magmatic cycle. Synkinematic granites that crystallized under conditions of low-grade regional metamorphism, and postorogenic granites exclusive of the cassiterite-bearing granites, are lean in or devoid of monazite. Cassiterite-bearing granites and cassiterite-wolframite granites rarely lack monazite, and hornblende granites rarely contain monazite, regardless of spatial and temporal relations. Accessory monazite occurs sparingly in quartz porphyry, aplite, and felsite at a few scattered localities but monazite has not been observed as a primary mineral in silicic lava [9].

CYCLE IN SEDIMENTARY ROCKS

The geologic cycle of monazite in sedimentary rocks begins with the freeing of mineral grains from rocks exposed at the earth's surface and ends with the onset of regional metamorphism of monazite-bearing sediments. The processes in operation are dominated by mechanical agents, which can be rather varied, except at the outset when chemical agents are active. As a result of these mechanical processes, the detrital monazite can occur as a sparse accessory mineral or can be concentrated locally in sedimentary rocks. Under unusual conditions such as transport from a small and highly concentrated original source of monazite, the mechanical processes can disperse instead of concentrate the monazite [16].

Monazite is released from the host rock by many forms of mechanical disintegration, but no mechanical process is as effective as chemical weathering. During weathering the soluble fraction of the host rock is removed and the insoluble residue collects as a mantle. Released grains of monazite concentrated near their site of origin constitute eluvial placers. Enrichment of monazite in the residuum may range from about 2 or 3 times to several hundred times its original abundance in the host rock, but generally the enrichment is about 10 or 20 times. In deeply weathered areas underlain by monazite-bearing residuum from metamorphic rocks of the amphibolite facies the residuum typically contains 0.5-2 pounds of monazite per cubic yard and rarely may contain 20 pounds of monazite. At many localities where stream placers on weathered rocks have been mined for detrital monazite, the eluvial placers have also been mined, but they have not been commercially important. The main importance of eluvial deposits is as a protore for stream placers. Where streams erode concentrations of monazite in weathered residuum, the stream placers tend to be richer in monazite and the concentrates contain a greater percentage of monazite than other heavy minerals; in areas where stream placers form over relatively unweathered bedrock, the reverse ratio exists. Hence, concentrates from streams in warm humid regions contain a smaller variety of heavy minerals and more monazite than concentrates from streams in more temperate regions. Most of the monazite placers of the world are in the tropical and subtropical regions [16].

Monazite is not completely resistant to weathering. Analyses of monazite from Brazil show that it alters to a dull earthy product through removal of thorium and other components. Under extreme conditions of weathering, monazite also has been found to leach preferentially along some crystal faces and to deposit as authigenic overgrowths on other crystal faces or around other monazite grains. Loss of monazite from weathering or intrastratal solution in sedimentary rocks, however, is

not as great and detrital monazite is known, even in abundance, in ancient Precambrian sedimentary rocks. In areas of profound chemical weathering, monazite is more resistant to solution than hornblende, epidote, garnet, magnetite, and apatite [9].

During fluvial transport, detrital monazite lags behind detrital quartz, feldspar, and other common minerals and is concentrated with such resistant minerals as ilmenite, rutile, zircon, and sillimanite. Monazite and other heavy minerals tend to settle to the bed of the stream where they are concentrated with the coarser fraction. In deeply weathered areas, most of the stream load is fine sand, silt, and clay; therefore, the tendency of monazite to settle into thin veneers of coarse elastics results in low tenors among fine-grained sediments. These low-tenor silt and clay deposits generally cover the high-tenor gravels [9].

Throughout the world, like tenors have been noted for placers formed under similar geologic conditions. Only under specially favorable economic conditions can such deposits be mined for monazite alone. Stream placers have, however, been the source of commercial monazite in the Malagasy Republic, Republic of the Congo (Leopoldville), Republic of South Africa, Federation of Malaya, Korea, Republic of Indonesia, Idaho, North Carolina, and South Carolina. Only those fluvial deposits where monazite is accompanied by other valuable ores, such as cassiterite in Malaya or gold in Korea, seem profitable for sustained production [16].

Where monazite-bearing streams empty into lakes or oceans, deposits of heavy minerals tend to form at the mouth of the stream and along downdrift shores. Deltaic placers, particularly where further mechanical concentration has been effected by wind, such as occurs at the mouths of the Nile, have been mined for multiple products. Coastal deposits of great diversity are formed by the constant sorting action of currents, waves, tides, storms, and wind. Present beach deposits are likely to be thin and transient, though locally they may be of very high tenor. After storms some beaches may have surface layers containing as much as 90 percent of monazite. Fluctuations of the level of the strand result in the preservation of monazite placers in raised beaches, terraces, lagoonal deposits, or dunes. Fossil monazite placers may also be preserved on the presently submerged parts of the coast or on the continental. Beach, terrace, lagoonal, and dune deposits are the main source of commercial monazite. The exploitation of these placers in Brazil and India has provided most of the monazite in world commerce [9].

The richest coastal deposits occur where weathered crystalline rocks of the hinterland are separated from the ocean by a belt of coastal-plain sedimentary rocks, many of Cretaceous or Tertiary age. Prior sedimentary concentration in the coastal plain deposits forms a protore from which present beach sands are reworked. Belts of monazite-bearing coastal sedimentary formations back up the beach placers in India, the Southeastern United States, and Brazil. Similar belts of monazite-bearing sedimentary rocks are present along the coast of Africa, but they have not been as widely explored as those have in the Americas and India [9].

In some coastal areas the source of monazite in extensive placers is not known. Along the coast of Queensland and New South Wales, an extremely long and complex geomorphic history is indicated for the detrital monazite because the composition of the monazite is unlike any in presently exposed source areas [9].

Some beach deposits, like those in New Zealand, have had a complex fluvial-glacial history in which alongshore migration of monazite has continued through several geomorphic cycles. At least one monazite occurrence on the coast of Antarctica seems to have been caused by the ice-rafting of detrital monazite from an area of monazite-bearing plutonic rocks to an area of monazite-free volcanic rocks [16]

Monazite in consolidated sedimentary rocks is for the most part a very minor accessory detrital mineral. Most a sample of sedimentary rocks in which accessory detrital monazite has been reported are conglomerate and sandstone. Monazite is very rare in shale and is absent in limestone, except for one locality in Australia where fresh-water limestone contains detrital monazite [9].

Consolidated sedimentary rocks adjacent to seams of coal in Western Australia contain minor detrital monazite, but the data do not indicate whether it is present in coal. Inasmuch as monazite occurs in unconsolidated carbonaceous debris and in metamorphosed carbonaceous rocks, it probably is present also in coal [9].

Fossil monazite placers are reported from unmetamorphosed consolidated sedimentary rocks of Cambrian and Tertiary age in the Western United States at scattered localities between Canada and Mexico. These placers are composed of thorium-rich monazite presumably deposited by processes similar to those that form placers in the present-day sedimentary cycle. In these areas and in others that are outside of humid and weathered regions, such occurrences might contain commercial sources of monazite [16].

The amount of thorium in monazite from placers varies from place to place in the world and depends upon the kind of crystalline rocks that were the source of the detrital monazite. In general the more plutonic the source rock the more thorium the placer monazite contains. The role of the sedimentary cycle in the thorium content of detrital monazite is, therefore, one of mechanical blending. Mixing during transport characteristically leads to uniform mechanical blends of detrital monazite from diverse sources. As a result, the amount of thorium in samples of monazite from placers varies less than the amount of thorium does in samples of monazite from crystalline rocks. The larger the province from which placer monazite is drawn, the closer individual samples approach a mean, although there is ordinarily a great range in the amount of thorium in individual grains [16].

ECONOMIC RELATIONS OF THE CYCLES

At only a few localities can monazite be mined from deposits formed during the crystalline cycles; these deposits are all in metamorphic rocks. During the early part of the 20th century, a small output of monazite was maintained for several years from a monazite-rich zone in biotite gneiss exposed near Shelby, N.C. In the 1950's, large tonnages of monazite were successfully recovered from a monazite-apatite vein at Steenkampskraal, Republic of South Africa; the vein appears to be a product of metamorphic differentiation. Most of the monazite used in commerce has come from Quaternary placer deposits formed in the sedimentary cycle. Beach and dune placers have been the leading commercial source, but lagoonal, terrace, deltaic deposits, and fluvial placers have also been mined. As of 1962 the discovery of exploitable monazite deposits seem more likely among products of the sedimentary cycle,

particularly fossil placers and beach deposits, than among products of the crystalline cycle [9].

AGE RELATIONS

Abundance of monazite — more occurrences of monazite in crystalline rocks are reported in Precambrian terrane than in areas underlain by younger crystalline rocks. Apparently, geologic age is an indirect rather than a direct controlling factor. It is indirect because regions occupied by Precambrian rocks contain a greater proportion of high-grade metamorphic rocks and of plutonic igneous rocks than younger parts of the crust, and plutonic rocks are the preferred host rocks of monazite. Precambrian rocks that are not plutonic, or that are otherwise petrologically unfavorable as a host rock, are as lean in or devoid of monazite as similar but geologically younger rocks. Conversely, petrologically favorable host rocks of Paleozoic or younger age are as rich in accessory monazite as similar rocks of Precambrian age [9].