

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

«Изучение особенностей распределения литий – содержащих пород на  
месторождении «Колмозеро»»

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 531 группы  
направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
профиль «Геолого-геофизический сервис»  
геологического ф-та  
Васильева Михаила Валентиновича

**Научный руководитель**

К.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Б.А. Головин

**Зав. кафедрой**

К.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

**Введение.** Актуальность темы выпускной квалификационной работы определяется ролью редкоземельных элементов, таких, как литий, при решении народно - хозяйственных задач, объектом является Колмозерское месторождение.

Колмозерское месторождение лития и попутных компонентов площадью 4,8 км<sup>2</sup> расположено в Ловозерском районе Мурманской области, в 87 км к востоку от г. Ловозеро. Рудными телами являются жилы сподуменовых пегматитов протерозойского возраста мощностью от первых до 70 метров, азимут простирания 275–315°, падение на юго-запад под углами 45–75°. Вмещающие породы — метагаббро-анорнозиты Патчемварекского массива протерозойского возраста.

Альбит-сподуменовые пегматиты представляют собой лейкократовые породы с неоднородной структурой, закономерно меняющейся от мелкозернистой в краевой зоне до пегматоидной и блоковой в центральной. Пегматитовые рудные тела Колмозерского месторождения характеризуются постоянством минералогического состава и сложены следующими главными минералами: кварцем (32.5 %); плагиоклазом (28.0 %); микроклином (17 %); сподуменом (~20 %); мусковитом (3 %). Главные акцессорные минералы: берилл, минералы группы колумбита, гранат, апатит.

При бурении во всех скважинах выполняется основной комплекс ГИС в составе: КМВ, ГК, ГГК-п, КС, ВП, термометрия, кавернометрия, гироскопическая инклинометрия; телеакустические исследования выполняются в геотехнических и разведочных скважинах, в которых предусмотрены геотехнические исследования; в скважинах, в которых выполняются гидрогеологические исследования (ОФР), дополнительно к основному комплексу ГИС выполняется расходометрия и резистивиметрия. Масштаб записи 1:200, детализация 1:50, шаг замера искривления скважины 10 м. При выполнении ГИС используется цифровая каротажная станция.

Во всех скважинах будет выполняться комплекс ГИС в составе гамма-каротажа, каротажа магнитной восприимчивости, инклинометрии, метода

кажущихся сопротивлений, метода вызванной поляризации, плотностного гамма-гамма-каротажа для расчленения разреза, предварительного выбора интервалов опробования и определения истинного положения стволов скважин.

В геотехнических скважинах и разведочных, где будет выполняться геотехническое описание керна, дополнительно будут проводиться термометрические исследования. В скважинах, где будут проводиться гидрогеологические работы, дополнительно предусматривается проведение расходомерии и резистивиметрии.

Целью данной работы является изучение особенностей распределения литий - содержащих пород на Колмозерском месторождении.

Задачи:

- Изучение геолого - геофизического строения Колмозерского месторождения.
- Дать геологическую характеристику литий - содержащих пород.
- Охарактеризовать методику геофизических исследований скважин на сподуменовые руды.
- Описать комплекс геофизических исследований скважин применяемой на Колмозерском месторождении в скважине № ГТ-19.
- Описать методику отбора керновых проб.
- Провести интерпретацию комплекса геофизических исследований скважин по скважине № ГТ-19.
- Выделить пласты литий – содержащих руд по данным геофизических исследований скважин.
- Определить водоносные горизонты по методам резистивиметрии, расходомерии, кавернометрии, термометрии.

Работа состоит из следующих разделов:

1 Краткая геолого-геофизическая изученность района работ

1.1 Общие сведения

1.3 Геологическая характеристика

1.3.1 Патчемварекский массив

1.3.2 Дайки габбро-долеритов (устаревшее название габбро-диабазы)

1.3.3 Кварц-хлоритовые породы

1.4 Тектоническое строение

1.5 Строение рудных тел

1.5.1 Морфология рудных тел и распределение рудных компонентов

1.5.2 Вещественный и минеральный состав сподуменовых руд

1.5.3 Химический состав рудных тел

2 Методика работ

2.1 Характеристика комплекса геофизических исследований скважин

2.2 Отбор и обработка рядовых керновых проб

3 Результаты работ

Заключение

**Основное содержание работы. Краткая геолого-геофизическая**

**изученность района работ.** Колмозерское месторождение находится на

территории Мурманской области Российской Федерации, в северо-восточной

части Кольского полуострова, как показано на рисунке 1. Площадь участка

недр «Участок недр федерального значения Колмозерское» составляет 4,8 км<sup>2</sup>.

К востоку северо-востоку от Колмозерского месторождения находится г.

Островной, к северо-западу находится п. Туманный, который расположен в 129

км от Мурманска и в 270 км от Ловозера. К западу от Колмозерского

месторождения расположен районный центр - село Ловозеро (87 км), а к югу –

село Краснощелье (~75 км по прямой). Сообщение между населенными

пунктами осуществляется по автомобильной дороге. Ближайшая

железнодорожная станция – Оленегорск, расположена в 153 км.

### **История изученности территории**

В структуре отраслей промышленности Мурманской области ведущее

место занимают: цветная металлургия (30,9%), электроэнергетика (20,9%),

пищевая промышленность, включая рыбную (19,8%) и химическая

промышленность (11,9%). Мурманская область располагает собственным

сельскохозяйственным производством, решающим частично проблему

снабжения северян свежими продуктами питания.

Основу энергосистемы Мурманской области составляют: Кольская атомная электростанция (г. Полярные Зори), 5 ТЭЦ (Апатитская, Мурманская и др.), а также 17 гидроэлектростанций. В Мурманске сооружена первая ветровая энергетическая установка мощностью 250 кВт.

На территории Мурманской области сосредоточены крупные источники минерального сырья федерального и регионального значений, обеспечивающие значительную часть потребности страны, (в %): в фосфатных рудах (95-100), флогопите и вермикулите (80-90), мусковите, нефелиновом и керамическом сырье (35), железе (10-12), бадделеите (100), в никеле, меди, кобальте, ниобии, тантале, редкоземельных металлах. Минерально-сырьевая база горнодобывающих предприятий Мурманской области представлена месторождениями апатит-нефелиновых, медно-никелевых, железных и редкометалльных руд, флогопита, вермикулита, мусковита, кварц-полевошпатового и камнесамоцветного сырья, а также магнезиальных огнеупоров (оливиниты), запасы которых стоят на государственном балансе.

На шельфе Баренцева и Печорского морей открыты богатые залежи нефти и газа, в числе которых получившее мировую известность Штокмановское газоконденсатное месторождение с запасами более 3.0 трлн. м<sup>3</sup> газа. В Баренцевом море расположены три газовых (Мурманское, Северо-Кильдинское, Лудловское) и два газоконденсатных (Штокмановское и Ледовое) месторождения.

## **Геологическая характеристика**

### **Патчемварекский массив**

Патчемварекский массив представляет собой крутопадающую (<50-80°) на северо-восток тектоническую пластину шириной от 0.5 до 2.5 км и длиной ~7 км. На флангах интрузия перекрыта мореной, что предполагает ее большие размеры. В юго-западной части интрузия срезана разломом, а на северо-восточном контакте отмечается мощная зона кварц-хлоритовых сланцев.

Метагаббро-анортозиты Патчемварекского массива ( $v\Sigma Pt_1$ ) являются вмещающими породами для альбит-сподуменовых пегматитов Колмозерского

месторождения. Контакты метагаббро-анортозитов с тоналит-трондьемитовыми гнейсами Мурманской провинции и метаморфизованными породами зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья не обнажаются, а в северо-восточной части затушеваны более поздними метасоматическими изменениями, связанными с внедрением пегматитовых расплавов. Породы массива прорываются рудными телами редкометалльных пегматитов и дайками габбро-долеритов.

### **Дайки габбро-долеритов (устаревшее название габбро-диабазы)**

В пределах Колмозерского месторождения установлено шесть даек габбро-долеритов ( $\beta\mu Pz_1$ ), секущих рудные тела пегматитов и породы Патчемварекского массива. Длина даек составляет 50–750 м, а мощность варьирует от 3 до 11.5 м. Простираение даек преимущественно северо-восточное (Аз. Пр. 30–55<sup>0</sup>; реже Аз. Пр. 50–60<sup>0</sup>), редко северо-западное. Дайки имеют крутое юго-восточное падение с углами от 70 до 90<sup>0</sup>. Контакты с вмещающими породами четкие, прямолинейные, редко извилистые.

Габбро-долериты – полнокристаллические породы зеленовато-черного цвета, мелко- и среднезернистой структуры, массивной и порфировидной текстуры.

### **Кварц-хлоритовые породы**

Кварц-хлоритовые породы обнажаются в виде протяженной полосы вдоль северо-восточного борта Патчемварекского массива на г. Малый и Большой Патчемварек и г. Безымянной. Длина полосы кварц-хлоритовых пород составляет 6 км, а мощность варьирует от 100 до 400 м. Полоса пород простирается на СЗ (аз. пр. 280-310<sup>0</sup>) с падением на северо-восток (аз. пад. СВ <40-80<sup>0</sup> до вертикального). Кварц-хлоритовые сланцы интерпретируются как продукты метасоматического изменения метагаббро-анортозитов в процессе пегматитообразования. Однако метасоматиты не образуют сплошных контактовых ореолов вокруг рудных тел пегматитов и локализованы лишь в зоне сдвига северо-западного простираения.

## **Тектоническое строение**

Колмозерское литиевое месторождение в тектоническом плане расположено на северо-востоке Фенноскандинавского (Балтийского) щита как показано на рисунке 4, в зоне сочленения двух региональных структур архейского возраста – Мурманской и Кольской провинций, и входит в состав Титовско-Поросозерской-золото-молибден-редкометалльной металлогенической зоны. Зона сочленения Мурманской и Кольской провинций долгое время рассматривалась как архейская линейная подвижно-проницаемая зона (глубинный разлом), которая частично была активизирована в нижнем протерозое. Эта тектоническая структура с позиций современной геологии интерпретируется как архейский зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья или зона трансформации.

## **Морфология рудных тел и распределение рудных компонентов**

Проведенные разведочные работы на Колмозерском месторождении ориентированы на жильную модель рудообразования, что определило методический подход для геологического изучения.

Рудные тела (пегматитовые жилы) Колмозерского месторождения незональные, плитообразной формы с раздувами, пережимами и апофизами, крутопадающие на ЮЗ (<45-75), расположены в виде сближенных обособленных зон, разделенных между собой прослоями (10–100 м) безрудных пород. Всего на месторождении установлено 12 крупных рудных тел, порядковый номер которых следует от лежащего к висячему боку пегматитового поля. Крупные рудные тела сгруппированы в три рудные зоны: северо-восточную, юго-западную зоны (г. Большой Патчемварек) и зону Малого Патчемварека. На юго-восточном склоне г. Большой Патчемварек отмечается крупный сброс, который отделяет северо-восточную и юго-западную зоны месторождения от зоны Малого Патчемварека.

## **Методика работ**

### **Характеристика комплекса геофизических исследований скважин**

Регистрация данных каротажа проводилась с использованием каротажного регистратора «Вулкан V3». Шаг дискретизации по глубине 2 см. Для спуска-подъема скважинных приборов применялась каротажная станция ПКН-Э1 с каротажным кабелем КГ - 3.

### **Гамма - каротаж**

Гамма-каротаж (ГК) предусматривается с целью литологического расчленения пород по естественной радиоактивности, в частности выделения пегматитовых жил.

### **Метод кажущихся сопротивлений**

Метод кажущихся сопротивлений (КС) один из основных методов скважинных геофизических исследований, применяется для выделения пластов разного литологического состава, определения глубины их залегания и мощности, оценки пористости и коллекторных свойств пород, выявления полезных ископаемых. Чтобы получить кривую изменения КС по скважине измеряется непрерывная кривая разностей потенциалов на приемных электродах, при этом сила тока на питающих электродах обычно поддерживается постоянной. При постоянной длине зонда кривая разностей потенциалов на приемных электродах является фактически графиком изменения КС. Для перевода кривой  $\Delta U$  в кривую  $\rho_k$  изменяется лишь масштаб записи с учетом величины коэффициента установки и силы тока.

### **Метод вызванных потенциалов**

Каротаж методом вызванных потенциалов (ВП) — метод электрического каротажа, в котором посредством электродов каротажного зонда в скважину короткими импульсами подается постоянный ток определенной силы, вызывающий поляризацию горных пород и полезных ископаемых; между импульсами тока, т. е. в момент его отсутствия, производится измерение величины вызванных потенциалов.

ВП производится с той же аппаратурой и оборудованием, что и метод КС.



Метод ВП проводился с целью выделения тектонически ослабленных зон дезинтегрированных пород, зон с повышенной обводненностью, а также зон с вторичными изменениями.

### **Каротаж магнитной восприимчивости**

Каротаж магнитной восприимчивости (КМВ) предусматривается во всех скважинах с целью литологического расчленения пород по магнитным свойствам. Предполагается, что рудные зоны, околорудные метасоматически измененные породы и вмещающие породы имеют различные значения магнитной восприимчивости.

### **Инклинометрия**

Инклинометрия (ИК) будет проводиться для определения истинного пространственного положения стволов всех наклонных разведочных скважин путём измерения отклонений направления скважины от магнитного севера (азимут) и угла её наклона. Измерения зенитных и азимутальных углов выполняются с шагом 10 м. по всему стволу скважин.

### **Гамма – гамма каротаж плотностной**

Для более надежного определения объемной массы руд и вмещающих пород выполнялся плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-п). ГГК-п в комплексе методов ГИС имеет высокую геологическую эффективность и применяется для определения объемной плотности среды, пористости, литологического расчленения разреза, выделение пластов с низкой объемной плотностью

### **Кавернометрия**

Кавернометрия выполняется прибором КСМ-43-3 для определения диаметра скважины, зон трещиноватости, кавернозности, тектонических нарушений.

### **Термометрия**

Термометрия (ТМ). Температурные измерения в скважине проводятся с целью изучения распределения температуры в геологическом разрезе,

вскрытом скважиной, и определения геотермического градиента. Термометрия скважин позволит выявить наличие многолетнемерзлых пород (ММП) при их наличии (в районе проведения работ возможно островное распространение многолетней мерзлоты). В условиях установившегося теплового режима (скважина в длительном простое) на термограммах переломы температурной кривой связаны с горными породами разной удельной теплопроводности.

### **Расходомерия**

Расходомерия проводится в интервалах водоносного горизонта для количественной оценки величины водопритоков по стволу скважины, определения статических напоров водоносных зон, удельной водоотдачи, изучения неоднородности фильтрационных свойств пород в пределах водоносных горизонтов, водопроницаемости пород, зон наличия перетоков вод по скважине, а также связи водоносных горизонтов.

Работы выполняются с использованием двунаправленного цифрового расходомера СОВА-С9-Рц турбинного типа совместно с регистратором Вулкан-V3.

### **Резистивиметрия**

Резистивиметрия выполняется для определения скорости фильтрации подземных потоков, а также уточнения зон водопритоков.

В предварительно засоленной скважине выполняются измерения удельного электрического сопротивления жидкости во времени, изучая скорость опреснения электролита, которая связана с фильтрационными свойствами водоносных горизонтов. По кривой удельного электрического сопротивления жидкости, заполняющей скважину, оценивают естественную минерализацию подземных вод. Засолив скважину, добиваются резкого понижения сопротивления жидкости в скважине по сравнению с сопротивлением пластовой воды. Перед засолкой обязательно записывается кривая резистивиметрии – Рез0\_до засолки.

### **Результаты работ**

Объектом для проведения работ стала геотехническая скважина № ГТ - 19, глубиной 350 м. Для исследований использовалась компьютеризированная каротажная станция с цифровым регистратором «вулкан V 3». С электрическим подъемником с трехжильным кабелем. В скважине был выполнен полностью заявленный комплекс геофизических исследований включающий в себя методы: гамма каротаж(ГК), гамма - гамма каротаж плотностной (ГГКП), метод кажущихся сопротивлений (КС), метод вызванной поляризации (ВП), кавернометрию (КМ), каротаж магнитной восприимчивости(КМВ), инклинометрию (проводилась гироскопическим инклинометром), расходометрию, термометрию, резистивиметрию. Запись каротажных диаграмм велась с шагом дискретизации 2 см, масштаб записи составлял 1: 200 и 1: 50 для детальности. Скорость записи по каждому из методов велась в соответствии с инструкцией и техническими характеристиками каждого из приборов. Контрольные записи велись не ниже 10% от глубины скважины.

Комплекс ГИС, проведенный на скважине № ГТ – 19 представлен на приложении Д.

В соответствии с задачами исследований по выделению пластов литий - содержащих руд, была проведена качественная интерпретация методов ГИС. При интерпретации каротажных диаграмм по гамма каротажу (ГК) и каротажу магнитной восприимчивости (КМВ) выделяются два рудных тела:

1. 227,75 м. – 242,3 м. По ГК данные варьируются от 3,5 мкР/ч до 30 мкР/ч.

По КМВ данные находятся на отметке от 70 до 80 единиц магнитной восприимчивости.

2. 243,95 м. – 270,3 м. По ГК данные варьируются от 5 мкР/ч до 15 мкР/ч.

По КМВ данные находятся на отметке от 70 до 80 единиц магнитной восприимчивости.

Скачки по ГК до 30 мкР/ч охарактеризованы тем, что руда находится в пегматитовом сподумене, а понижение до 3,5 мкР/ч, тем, что руда находится в кварце, альбите и мусковите.

Так же по гидрогеологическому комплексу, в состав которого входили методы: расходомерия, резистивиметрия, термометрия, кавернометрия были выявлены водоносные горизонты.

1. 227,75 м. – 244,8 м.
2. 251,4 м. – 324,5 м.

На глубине 324,5 метров наблюдается сильное поглощение воды. По данным кавернометрии находится каверна мощность 0,6 метра и диаметром 120 миллиметров.

**Заключение.** В соответствии с поставленными задачами в бакалаврской работе было изучено геолого – геофизическое строение Колмозерского месторождения, тектоническое строение района работ. Рассмотрены методы проведения геофизических исследований скважин, и методика отбора керновых проб. Проведена интерпретация геофизических исследований скважин, в которой были выделены литий - содержащие породы, определялись водоносные горизонты.

Подробно изложена геологическая характеристика, включающая описания массивов пород литий – содержащих руд. Так же большое внимание было уделено строением рудных тел, которые определили комплексом ГИС, проводимым в скважинах.

С помощью комплекса ГИС в который входят методы ГК, КМВ, ГГКП, КС, ВП, инклинометрия, кавернометрия, расходомерия, термометрия, резистивиметрия были выявлены пласты литий - содержащих руд и водоносные горизонты, которые в дальнейшем поспособствуют при разработке на Колмозерском месторождении карьера по добычи лития.