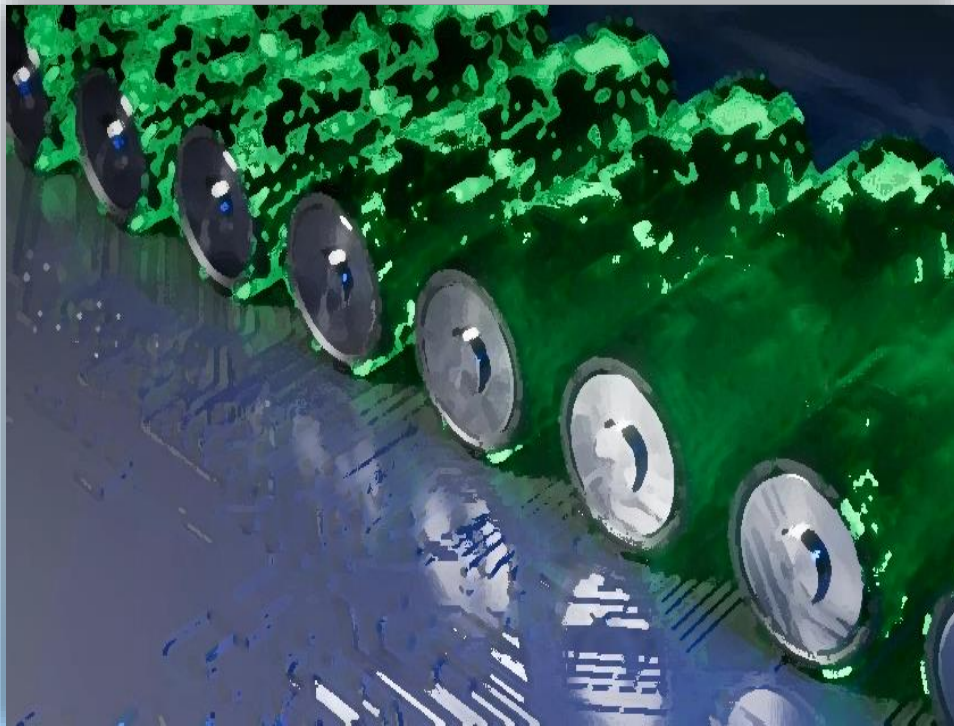


# ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ЛИТИЕВЫХ РУД

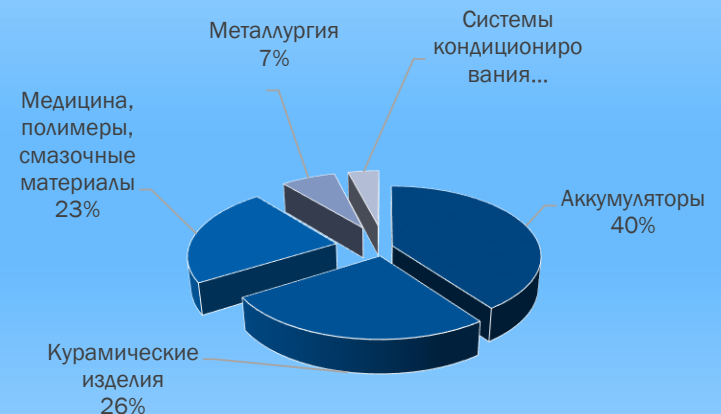
Астахова Ю.М. Жукова В.Е.,  
Рассулов В.А., Якушина О.А.  
ФГБУ «ВИМС»

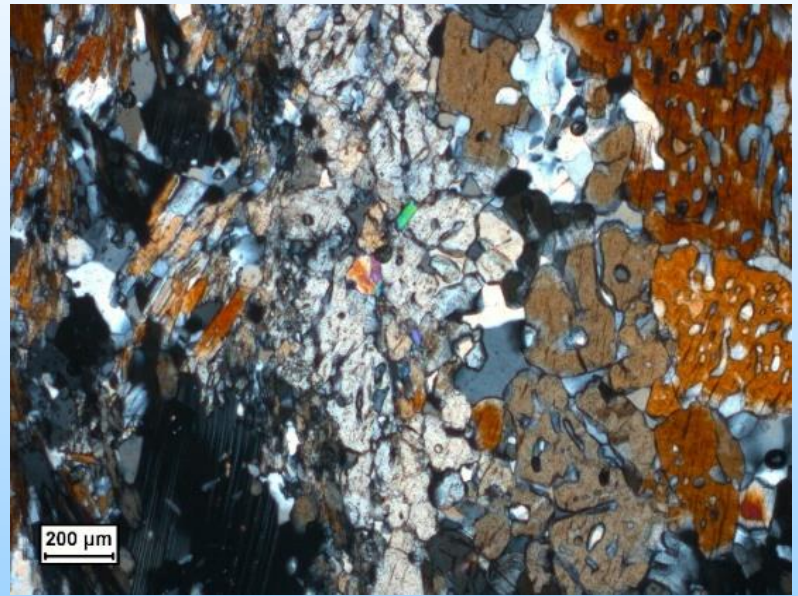
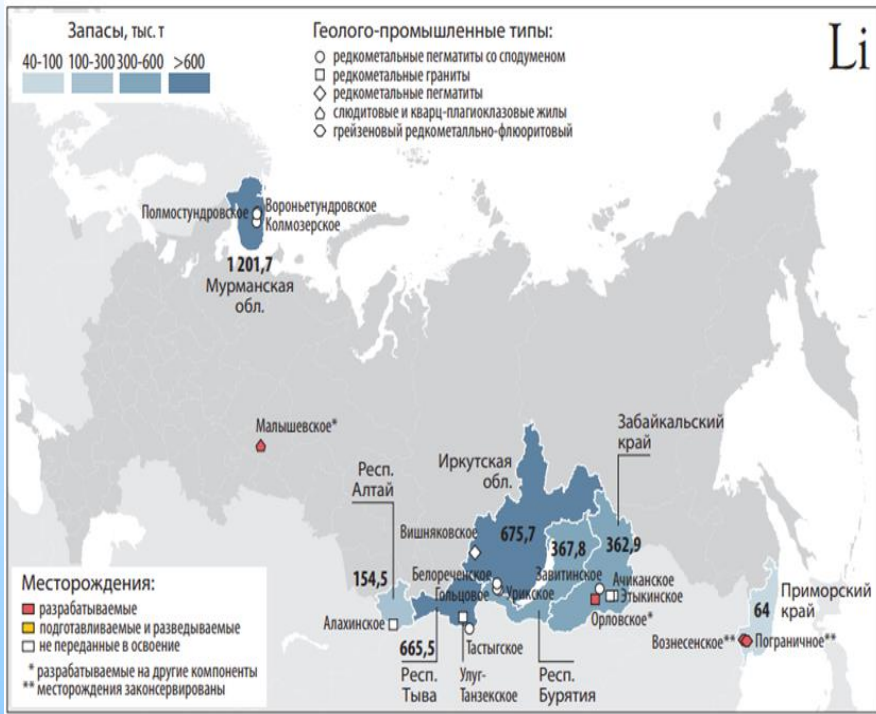


## Современное состояние минерально-сырьевой базы:

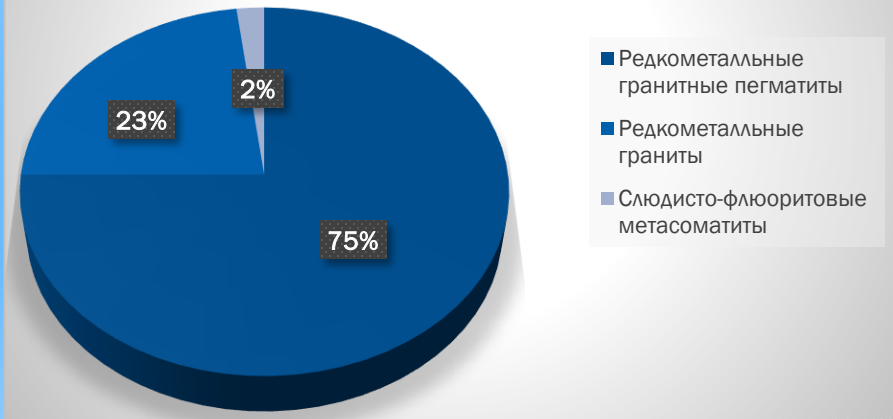
- отсутствие разрабатываемых месторождений;
- экономические реалии по импорту стратегически важного сырья;
- вовлечение в переработку труднообогатимых руд,
- сложные инфраструктурные условия.

Эффективность ГРП определяет полученный результат, а также объем затрат, потраченных на выявление месторождения и получение данных о возможности продолжения работ на нем.

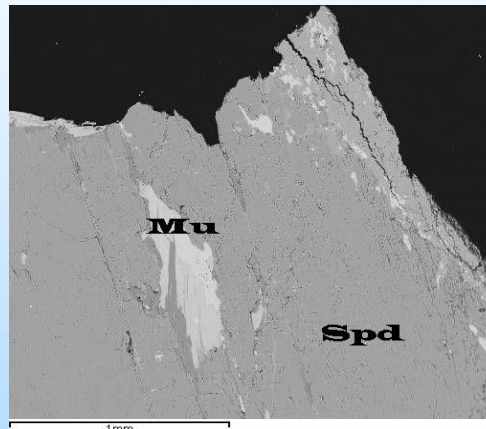




### Распределение запасов лития в России



Минералогические исследования – получение максимально полной, всесторонней, достоверной информации о составе, строении и свойствах руды как при геологических, так и технологических работах



Метод исследования	Назначение метода	Аппаратура
<b>Оптическая микроскопия: оптико-минералогический, оптико-петрографический методы</b>	Изучение текстурно-структурных особенностей и минерального состава руд и продуктов их обогащения	Оптический микроскоп Olympus BX51 (Япония); Поляризационный микроскоп Leica DMRX (Германия); Стереоскопический микроскоп Leica MZ125 (Германия)
<b>Рентгенографический</b>	Определение минерального (фазового) состава пород и руд, в том числе, количественного,	Рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO MPD
<b>Сканирующая электронная микроскопия</b>	Выявление особенностей строения тонкодисперсных минеральных систем, идентификации микрофаз, определения реального состава и строения минералов	Настольный сканирующий электронный микроскоп ZEM15 (Zeptoools, Китай).
<b>Оптическая спектроскопия: люминесцентный метод</b>	Выявление элементов-примесей в минералах, самостоятельных фаз, типоморфных структурных нарушений, дефектов	Установка на базе микроскопа-спектрофотометра МСФУ Л-312, газового лазера на молекулярном азоте ЛГИ-505 с $\lambda_{изл} = 337,1$ нм и системы регистрации на основе персонального компьютера и блоков в стандарте САМАС; с фотодокументированием результатов при использовании в качестве источника излучения ртутно-кварцевую лампу и галогеновую лампу накаливания

Для получения достоверных результатов минералогических и технологических исследований применяются метрологически оцененные методики по конкретному виду анализа или конкретному виду полезного ископаемого

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральное агентство по геологии и недропользованию  
Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИАС»  
Научный совет по методам минералогических исследований  
Методические рекомендации № 162

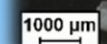
Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральное агентство по геологии и недропользованию  
Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИАС»  
Научный совет по методам минералогических исследований  
Методические рекомендации № 191

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральное агентство по геологии и недропользованию  
Федеральный научно-методический центр лабораторных исследований и сертификации минерального сырья «ВИАС»  
Научный совет по методам минералогических исследований  
Методические рекомендации № 191

ИНЕ РУД МАРГАНЦА НА СТАДЦЕХ ЕСКОВО ИЗУЧЕНИЯ, ПОИСКОВ И СТРОИТЕЛЬНИХ РАБОТ

РЕНТГЕНОВАЯ ФЛУОРИМЕТРИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ (РФА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВНУТРЕННЕГО СТАНДАРТА

Москва 2017



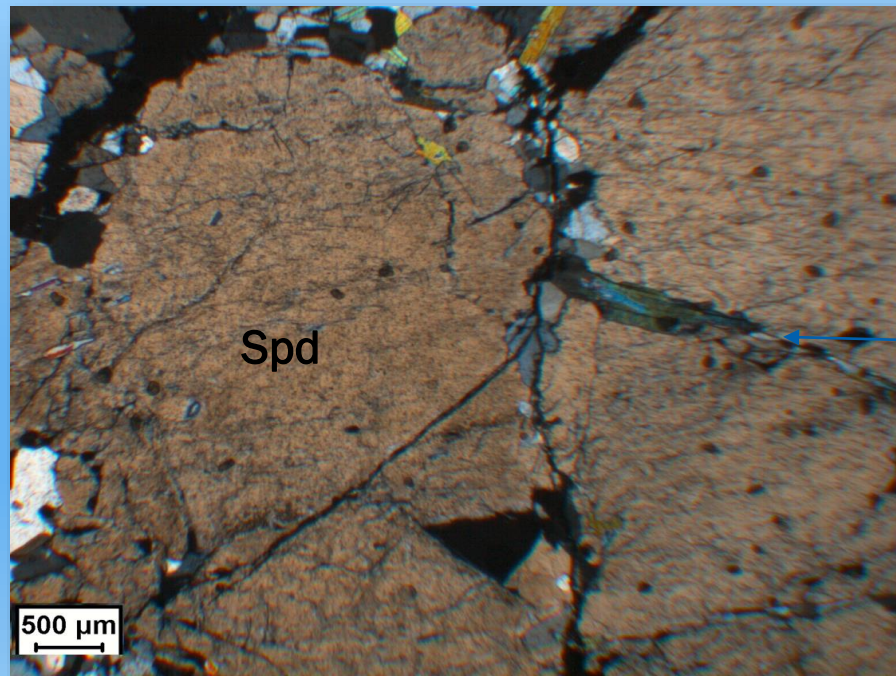
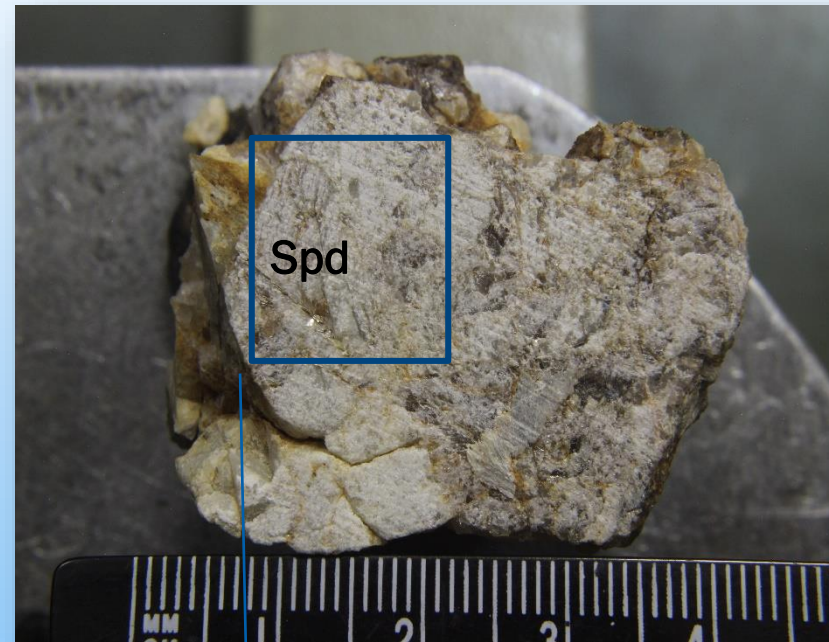
**В задачи минералогического изучения литиевых руд входят:**

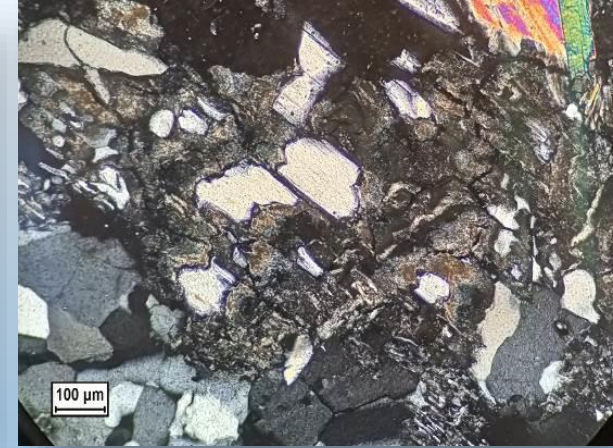
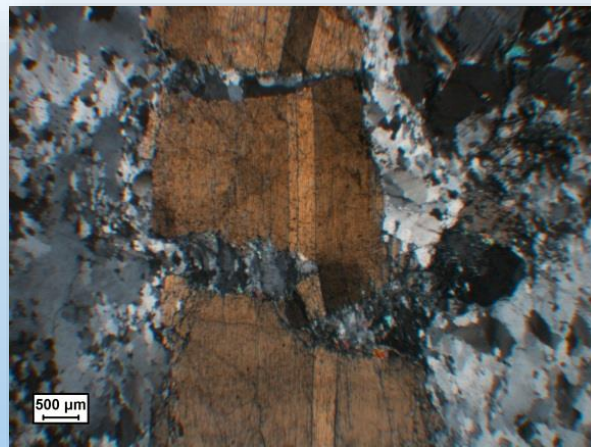
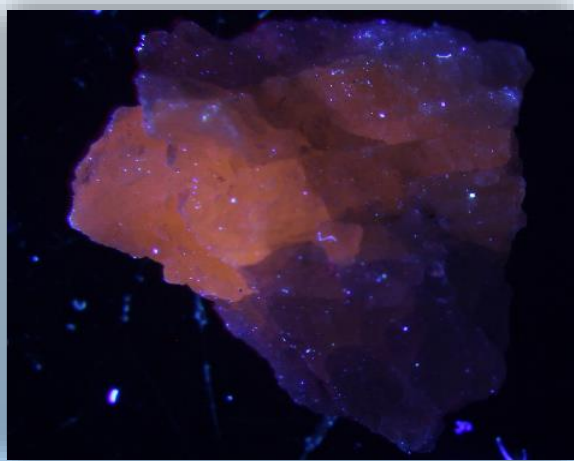
- определение текстурно-структурных характеристик руды (гранулярного состава минералов, их морфометрических параметров, характера взаимоотношения (срастания) минеральных индивидов агрегатов, степени раскрытия полезных минералов в продуктах обогащения;
- определение минерального состава руды и продуктов переработки, включая выявление и диагностику форм нахождения лития, а также сопутствующих, в том числе вредных компонентов.



Комплексирование методов позволяет получить всю необходимую, достоверную и всестороннюю информацию о составе и свойствах руды, которая позволит оценить ее особенности при ГРП и спрогнозировать ее поведение в технологических процессах.

Литиевые руды, связанные с пегматитами, практически всегда являются комплексными, отличаются в основном массивной, в отдельных случаях полосчатой гнейсовидной текстурами. Структура руд преимущественно разномзернистая (от мелко- до крупнозернистой, реже гигантозернистой), также проявлены пегматитовая и пойкилитовая структуры.



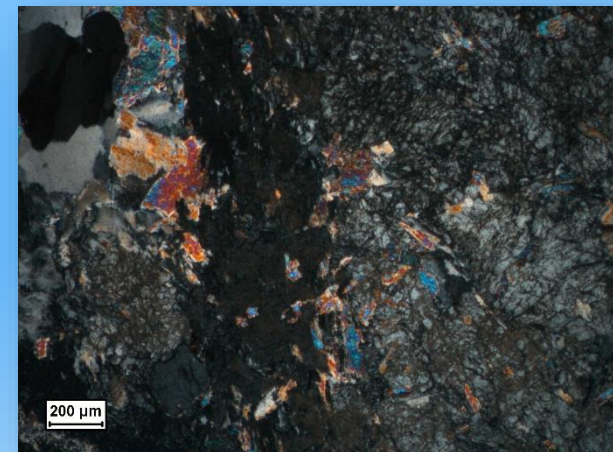


Сподумен главный литий содержащий минерал пегматитов, чаще всего имеет размер от 0.1 мм до первых сантиметров, в рудах может быть представлен несколькими морфологическими разновидностями.

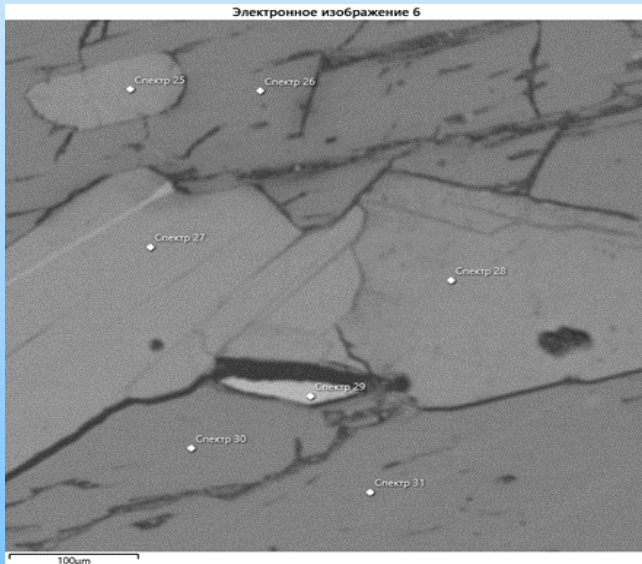
Минерал подвержен деформациям: блочность, трещиноватость, межблоковые пространства и трещины обычно выполнены кварцем и слюдой.

Сподумен подвержен вторичным изменениям. Одновременно с практически неизменными кристаллами минерала присутствуют в различной степени преобразованные зерна, а в техногенных образованиях - глинистые агрегаты с реликтами сподумена. Неоднородность сподумена, обусловленная вторичными преобразованиями, приводит к потере минералом лития, что в свою очередь снижает качество конечных продуктов.

Наиболее характерны ассоциации сподумена из пегматитов с кварцем, микроклином, альбитом, мусковитом, лепидолитом, гранатами, бериллом, апатитом, колумбитом-танталитом, касситеритом, турмалином и другими минералами



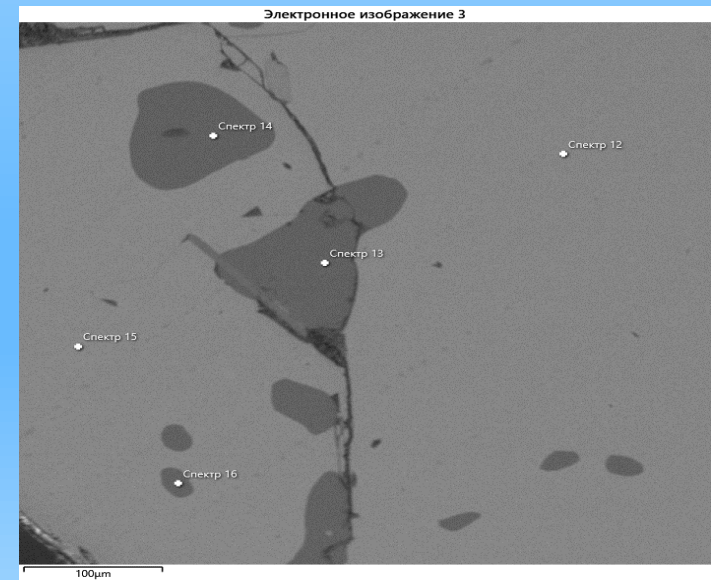
Полное определение минерального состава руды и продуктов переработки на качественном и количественном уровне с идентификацией всех минералов (фаз), включая выявление и диагностику форм нахождения лития, а также сопутствующих, в том числе вредных компонентов.



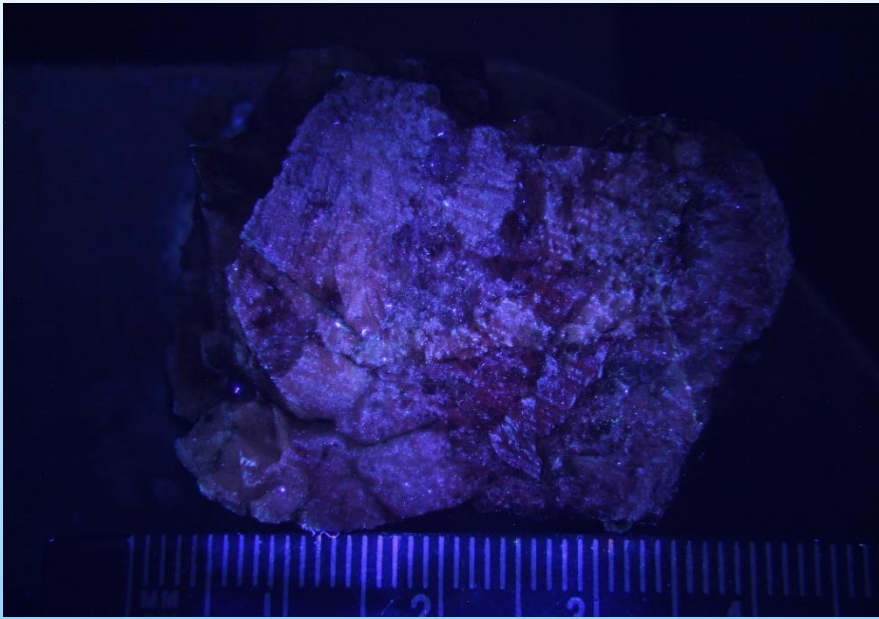
Содержание лития и бериллия определить методом РСМА технически невозможно, данные элементы относятся к легким - характеристическое рентгеновское излучение легких элементов сильно поглощается в материале образца, интенсивность рентгеновского излучения данных элементов мала вследствие низкого выхода флуоресценции для них.

Для диагностики распределения лития по минералам возможен двумя способами:

1. Отдать образцы на диагностику методом индуктивно связанной плазмы (ICP) где трудность возникает в количественном отборе (> 1 г монофракции минерала)
2. Провести диагностику с помощью метода лазерной абляции (LIMS)





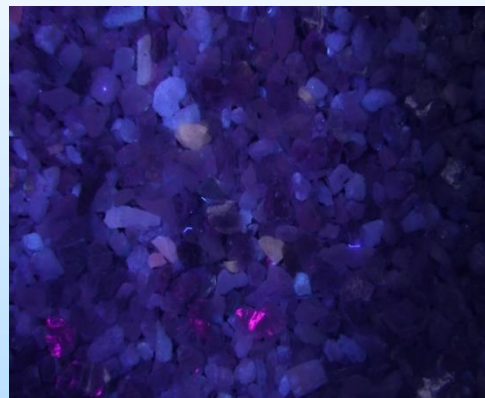


Для диагностики минералов лития используется люминесцентный метод, позволяющий экспрессно определять люминесцирующие минералы невооруженным глазом или под стереоскопическим микроскопом с использованием источника ультрафиолетового излучения.

За счет сильной розовой люминесценции двухвалентного марганца сподумен хорошо диагностируется.

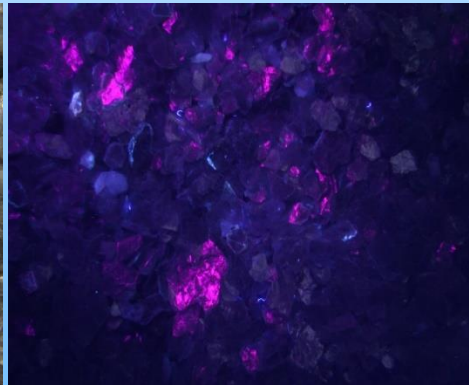
Сподумен легко изменяется под воздействием экзогенных процессов (при этом яркость свечения марганца уменьшается).





немагнитная фракция  
фотоизображение в естественном свете

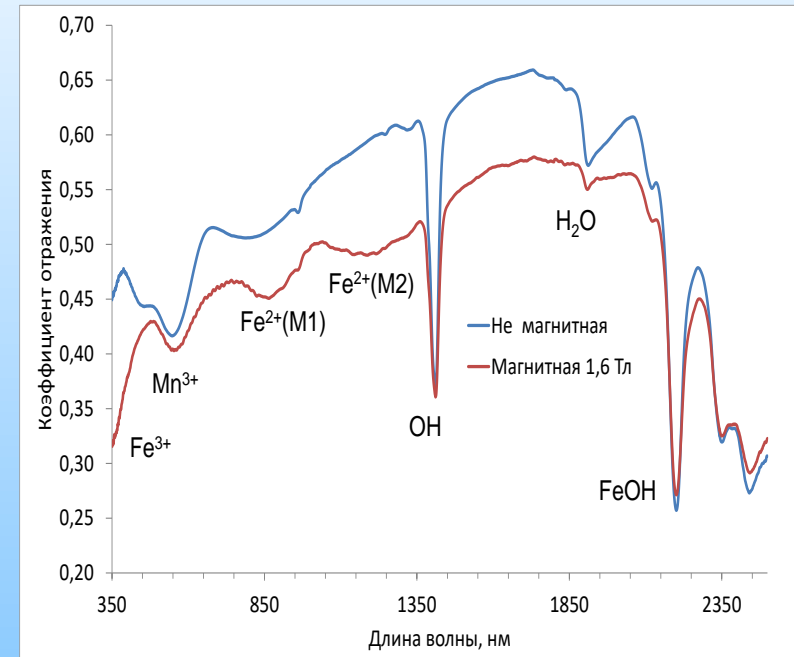
немагнитная фракция  
в ультрафиолетовом свете  
ртутно-кварцевой лампы



магнитная фракция  
фотоизображение в естественном свете

магнитная фракция  
в ультрафиолетовом свете  
ртутно-кварцевой лампы

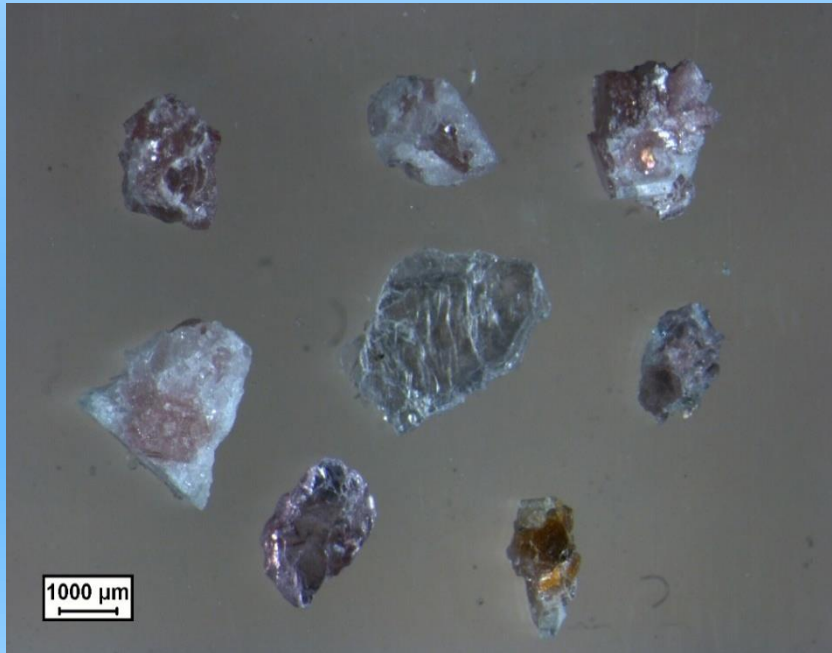
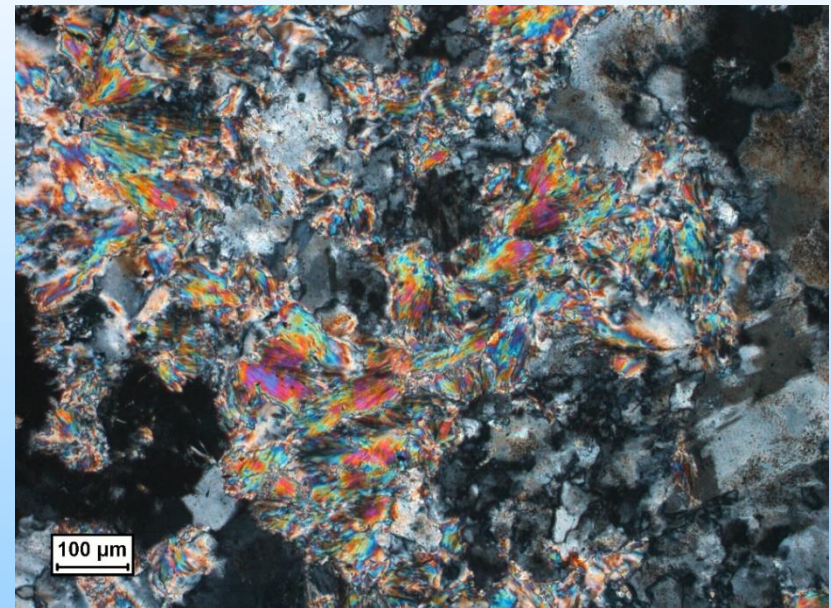
(яркая фиолетовая окраска в УФ- свете – это зеркальное отражение мощного УФ-излучения)



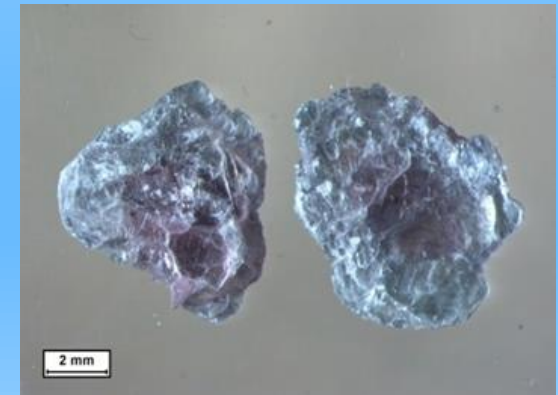
Спектр диффузного отражения магнитной (1,6 Тл) и немагнитной фракции лепидолита. Значительное различие в ультрафиолетовой области спектра (350 нм) и в области поглощения  $Fe^{2+}$  (M2) (1200 нм)

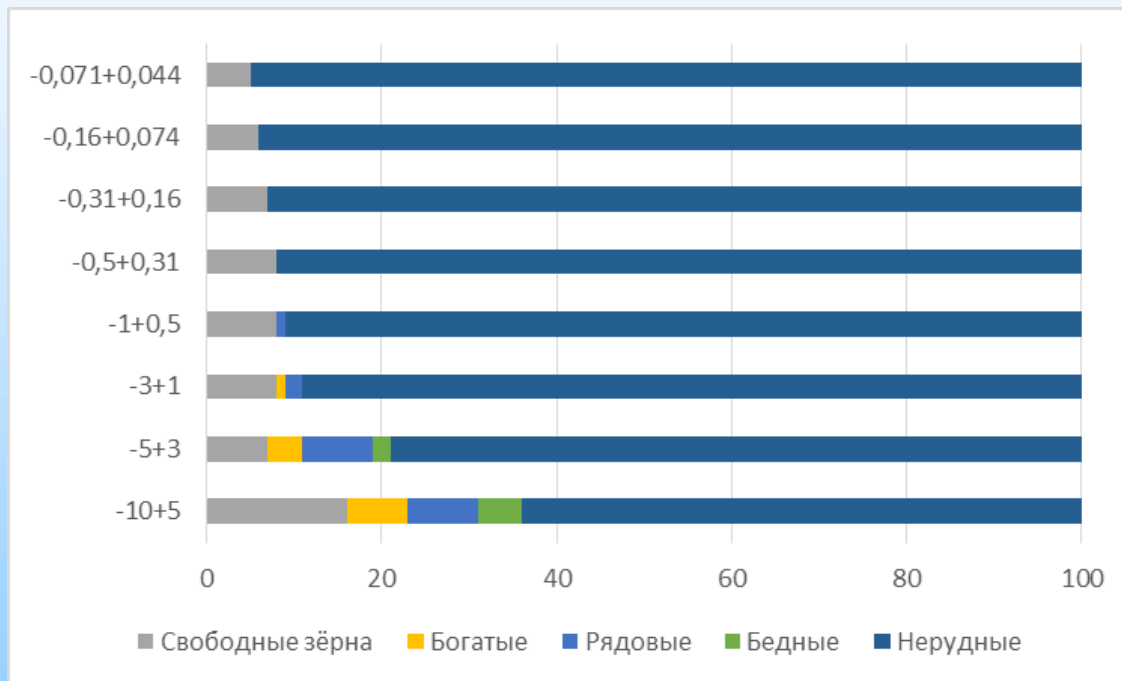
Сподумен, в отличие от слюд, пироксен, устойчив по составу главных компонентов и не образует изоморфных рядов

Точная диагностика оптическими и рентгенографическим методами анализом затруднена (возможен процесс лепидолитизации мусковита, также затрудняющий диагностику).



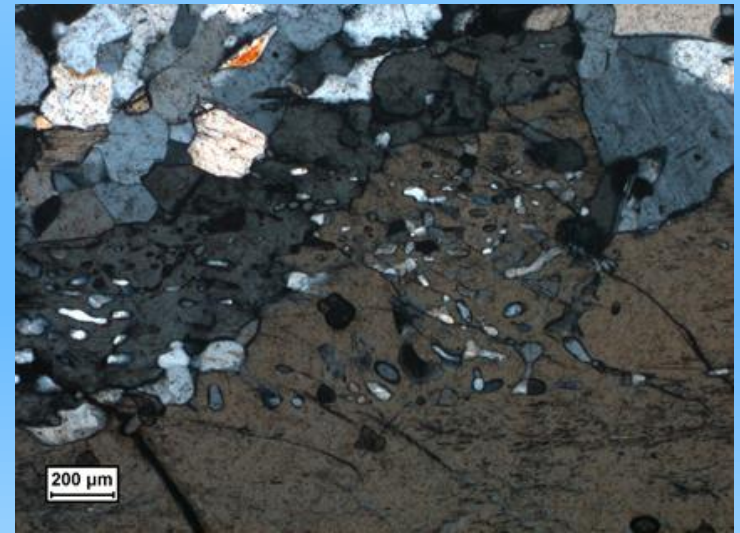
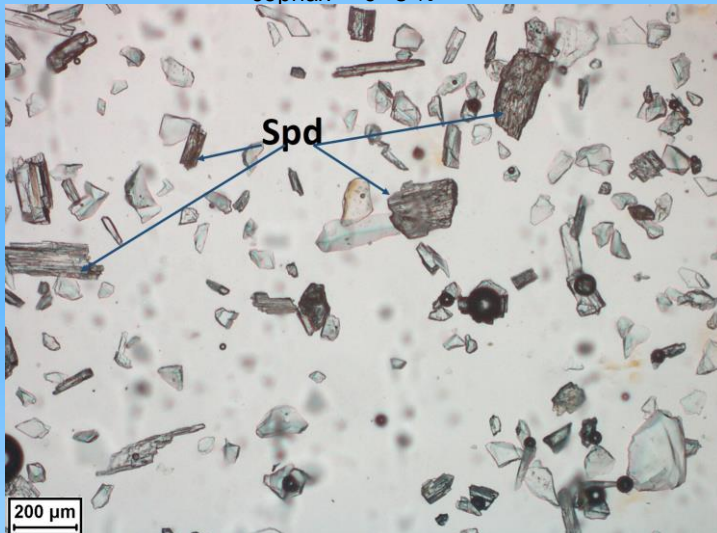
Литий содержащие слюды в основном принадлежат к сложной изоморфной системе:  
мусковит–  
лепидолит–  
масутомилит–  
циннвальдит –  
биотит.

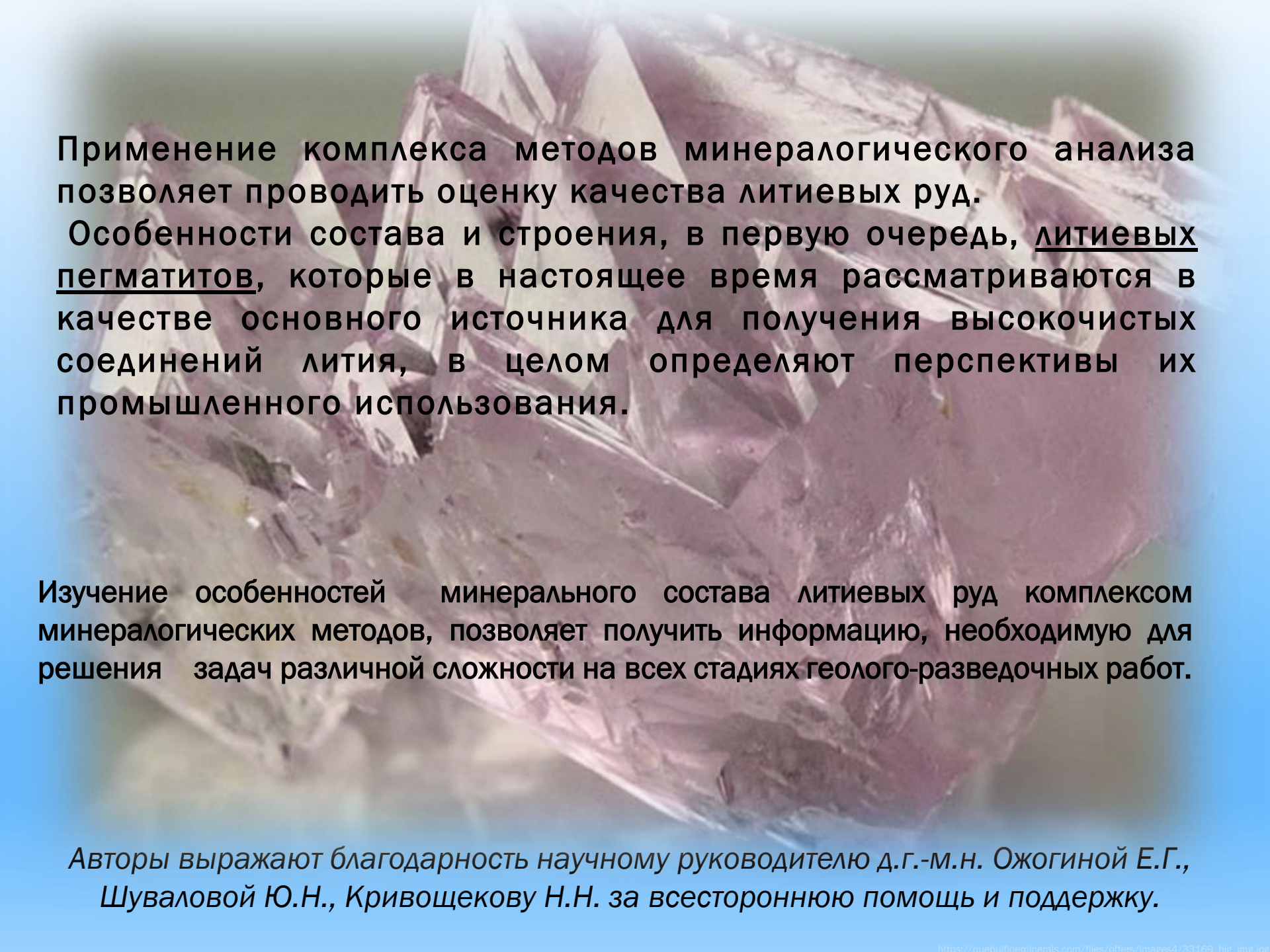




Распределение сростков сподумена по классам крупности  
-10+0,074 мм, масс. %

Содержание рудных минералов в свободных зёрнах — 96–100 %, в богатых сростках — 71–95 %, в рядовых сростках — 31–70 %, в бедных сростках — 6–30 %, в нерудных зёрнах — 0–5 %





Применение комплекса методов минералогического анализа позволяет проводить оценку качества литиевых руд.

Особенности состава и строения, в первую очередь, литиевых пегматитов, которые в настоящее время рассматриваются в качестве основного источника для получения высокочистых соединений лития, в целом определяют перспективы их промышленного использования.

Изучение особенностей минерального состава литиевых руд комплексом минералогических методов, позволяет получить информацию, необходимую для решения задач различной сложности на всех стадиях геолого-разведочных работ.

*Авторы выражают благодарность научному руководителю д.г.-м.н. Ожогойной Е.Г., Шуваловой Ю.Н., Кривошекову Н.Н. за всестороннюю помощь и поддержку.*



**Благодарим за внимание !**