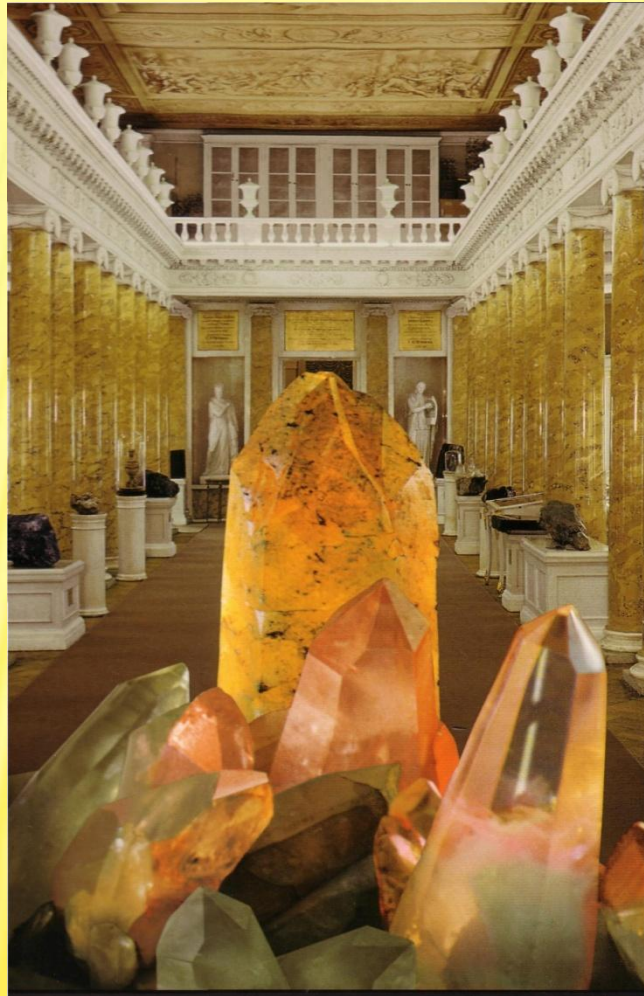


Лекция 3

ПЕГМАТИТОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Пегматитовые месторождения являются продуктами кристаллизации остаточного магматического расплава-раствора, обогащенного летучими компонентами и редкими элементами.

Пегматиты формируются на последних стадиях затвердевания интрузивов.

Пегматиты связаны с интрузивами одинаковым составом, но отличаются меньшими размерами, формой рудных тел, зональностью, неравномерной зернистостью (наличием зон с крупными кристаллами), продуктов метасоматического замещения.

Размеры пегматитовых тел:
длина - от нескольких см до 6 км,
мощность – от 10-30 см до 700 м,
по падению – 600-700 м (Афганистан)

Пегматиты чаще всего образуются
в связи с магматическими интрузиями гранитов –
гранитные пегматиты.

Реже пегматиты ассоциируют с магматическими
интрузиями другого состава (щелочного,
основного, даже ультраосновного)

А.Е.Ферсман

Пегматиты

Чистой линии

Формируются в среде, близкой по составу, предохраняющей их от загрязнения.
По минеральному составу соответствуют материнским интрузивам.

Линии скрещивания

Формируются в среде, отличающейся по составу (например, в породах ультраосновного состава)

Пегматиты формируются в абиссальных и гипабиссальных условиях на глубинах 4-7 км, реже около 2 км.

Интервал температур T : 700° до $100-50^{\circ}\text{C}$

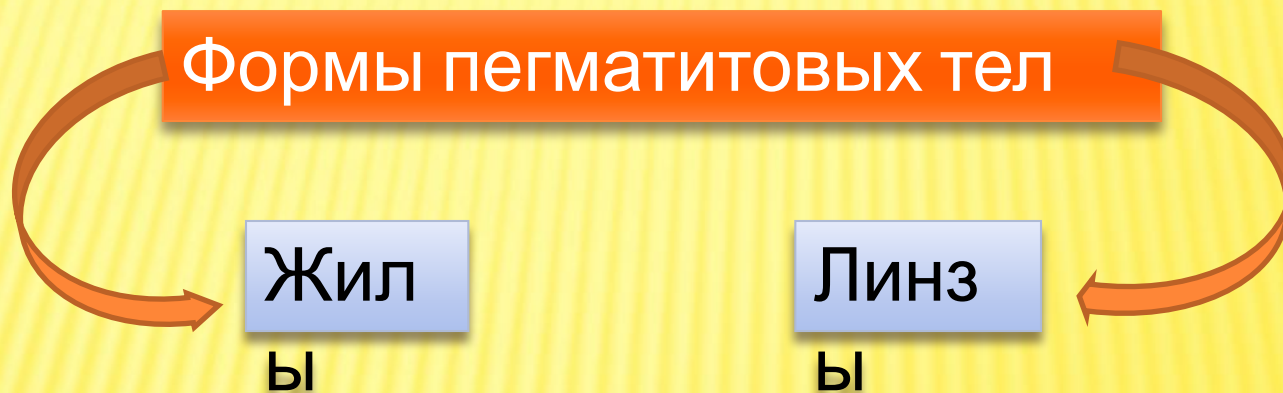
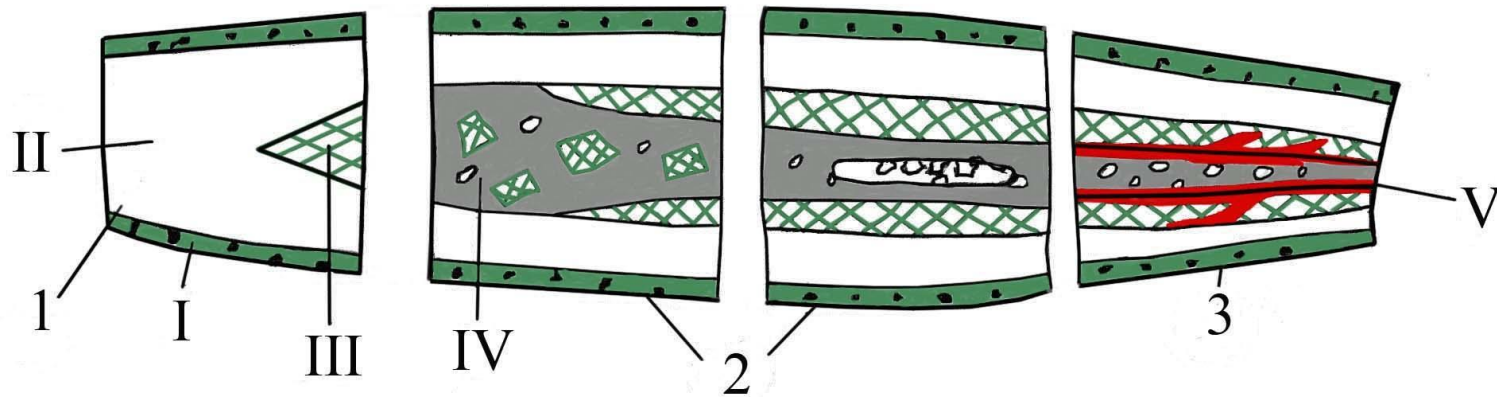


Схема зонального строения пегматитов



I – аплитовая оторочка (т/з агрегат Q-Ab-Mus)

II – пегматит письменной структуры (тесное срастание Q и КПШ)

III – зона микроклина и микроклиновых блоков (мономинеральная масса)

IV – Q зона (часто с занорышами)

V – метасоматическая зона

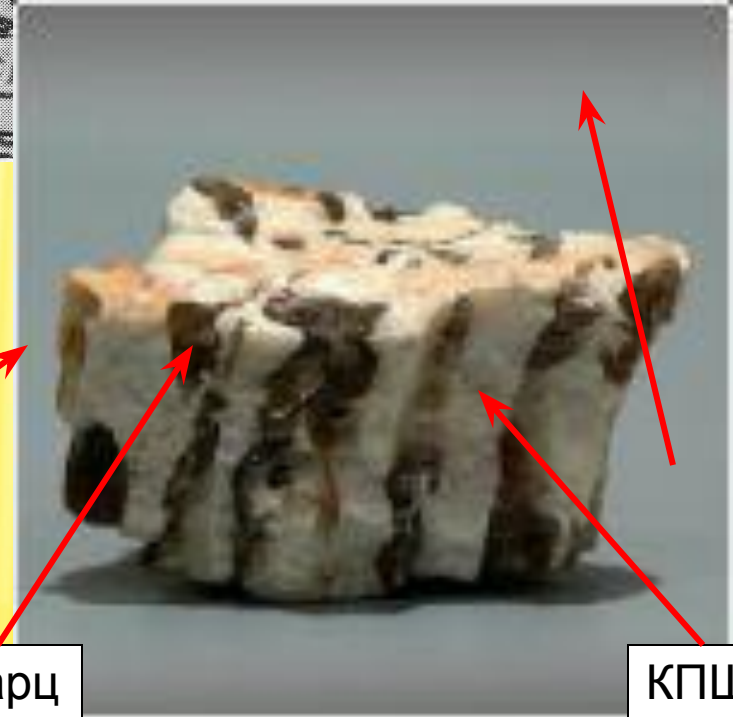
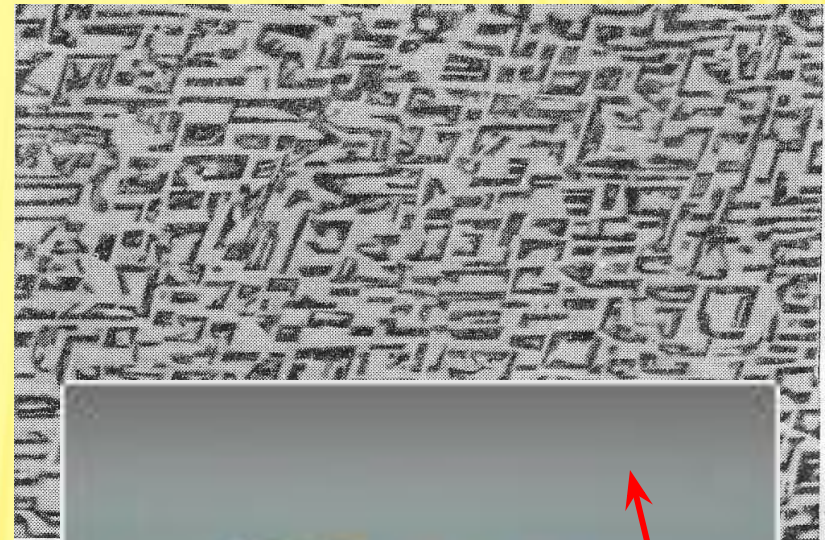
По составу и особенностям внутреннего строения пегматиты разделяются:

1– простые пегматиты

2 – перекристаллизованные (неполнодифференцированные) пегматиты

3 – метасоматически замещенные (полнодифференцированные) пегматиты

письменный пегматит (гранит)



Структура тесного срастания
или графическая структура

Кварц

КПШ

Занорыши – драгоценные камни



Аквамарин в кварце



Берилл (изумруд)



Турмалин полихромный

Гранитные пегматиты имеют минеральный состав близкий к гранитам (материнским породам):
КПШ (калиевый полевой шпат) + Q (кварц) ± слюды

Отличия пегматитов от гранитов

Пегматиты имеют:

- жильную или линзовидную форму;
- зональное строение;
- зону графических срастаний кварца и полевого шпата;
- полости (камеры-занорыши) с хорошо образованными кристаллами различных минералов;
- крупно- и гигантозернистое строение минеральных агрегатов;
- повышенные концентрации минералов редких элементов (полезных ископаемых).

Генезис пегматитов

Эволюция физико-химических условий в процессе образования пегматитов до сих пор является одной из самых дискуссионных проблем в современном учении о полезных ископаемых. В ее обсуждении принимали участие крупнейшие геологи нашего века (А.Е.Ферсман, Никитин, Власов, А.Гинзбург, Заварицкий, Маракушев, Р. Джонс, Е. Камерон и др.). В настоящее время существуют 4 основные гипотезы пегматитообразования.

Гипотезы происхождения пегматитов

I. Магматогенно-гидротермальная (А.Е.Ферсман)

II. Магматогенно-пневматолитово-гидротермальная (Р.Джонс, Е.Камерон)

III. Метасоматическая двухэтапная (Заварицкий)

IV. Метаморфогенная (Мороховский)

V. Ликвационная (Маракушев, Граменицкий)

I. Магматогенно-гидротермальная (А.Е.Ферсман)

А.Е.Ферсман «Пегматиты и их практическое значение»

Основные положения гипотезы.

1. Пегматиты – продукты раскристаллизации остаточной магмы (остаточного расплава), насыщенного летучими компонентами.
2. Процесс пегматитообразования протекал непрерывно в закрытой системе при неограниченной растворимости воды в расплаве.
3. Процесс протекал в трещинах и пустотах материнских пород на большой глубине.
4. Пегматитообразование проходило в несколько фаз (стадий).

II. Магматогенно-пневматолитово-гидротермальная (Р.Джонс, Е.Камерон)

Эти американские ученые подчеркивают, что структурные составляющие пегматитов разделяются на 2 самостоятельные группы: 1) зональное заполнение пегматитовой полости, 2) метасоматические образования, которые накладываются на более раннее зональное строение пегматитовых тел.

Предполагается, что процесс формирования пегматитов раскладывается на 2 самостоятельных этапа – магматический и пневматолито-гидротермальный.

В ранний магматический этап система закрыта. В открытые полости происходит внедрение расплава, его кристаллизация с образованием графических пегматитов (Q+КПШ, мало слюд).

Но система открыта для выноса части элементов.

Во второй пневматолито-гидротермальный этап система становится открытой. Поступившие из глубин газовой-жидкие растворы метасоматически перерабатывали более простые ранние пегматиты и формировали сложные по составу и строению пегматитовые тела (метасоматоз).

Na-метасоматоз, КПШ частично замещается Ab, образуются редкие минералы.

III. Метасоматическая двухэтапная (А.Заварицкий)

Это метасоматическая двухэтапная гипотеза. А.Заварицкий первым обратил особое внимание на то, что гипотеза Ферсмана не учитывает ограниченной растворимости воды в силикатном расплаве. Чтобы преодолеть это противоречие он предположил другое обоснование физико-химических условий процесса пегматитообразования, что привело его к отрицанию существования остаточных (пегматитовых) расплавов. По его мнению, кристаллизация магматического расплава завершается выделением газового раствора, состав которого находится в химическом равновесии с составом выделившихся породообразующих минералов, т.е. насыщен их компонентами. Исходя из этого, пегматиты могут образоваться из любой исходной породы, близкой по составу к граниту, в ходе двух этапов.

На 1 этапе, в условиях закрытой системы, горячие остаточные газовые растворы (А.Заварицкий называет их пегматитообразующими) вызывают перекристаллизацию материнских пород без изменения их состава.

На 2 этапе состав раствора меняется, так как он просачивается через породы и извлекает (фракционирует) из них дополнительные компоненты. Он перестает быть химически равновесным с перекристаллизованными минералами пегматитов, поэтому начинается их растворение и замещение новыми минеральными ассоциациями, в том числе и рудными. На этом этапе из замкнутой система становится открытой.

IV. Метаморфогенная (Мороховский)

Она касается многочисленных пегматитовых провинций и полей, которые широко развиты в фундаментах древних платформ, и для которых отсутствует пространственно-генетическая связь с интрузивными комплексами.

Гипотеза предполагает, что пегматиты формируются как продукты метаморфизма на его регрессивном этапе.

Они в зависимости от условий давлений и температур, определяющих фации метаморфизма, разделяются на 2 главные группы. 1 – обычные перекристаллизованные содержащие мусковит пегматиты, формирующиеся в обстановке дистен-силлиманитовой фации; 2 – сложные редкометальные пегматиты андалузит-силлиманитовой фации.

Наиболее существенным недостатком метаморфогенной гипотезы является ее ограниченный характер, приложимый только к пегматитам, находящимся среди древних метаморфических комплексов.

Расхождение гипотез о происхождении пегматитов

5 главных пунктов

1. Роль особого пегматитообразующего расплава

2. Роль метасоматоза

3. Степень растворимости летучих компонентов, в т.ч. воды, в магматическом расплаве.

4. Степень замкнутости системы.

5. Источник преобразующих растворов.

Сопоставление гипотез образования пегматитов

Гипотеза	Роль остаточного расплава	Роль метасоматоза	Источник растворов	Степень закрытости системы
Магматогенно-гидротермальная (Ферсман)	определяющая	вспомогательная	внутри пегматитов	закрытая
Магматогенно-пневматолит.-гидротерм. (Джонс, Камерон)	учитывается	важная	глубинный	в начале - закрытая, затем - открытая
Метасоматическая двух-этапная (Заварицкий)	отрицается	определяющая	глубинный	в начале - закрытая, затем - открытая
Ликвационная (Маракушев)	определяющая	вспомогательная	внутри пегматитов	закрытая

Полезные ископаемые пегматитов

Генетические классы пегматитов

1. Простые пегматиты.

2. Перекристаллизованные пегматиты.

3. Метасоматически замещенные пегматиты.

1. Простые пегматиты (керамические)

По химическому и минеральному составу они соответствуют исходным породам.

Простые гранитные пегматиты

Главные минералы

КПШ + Q

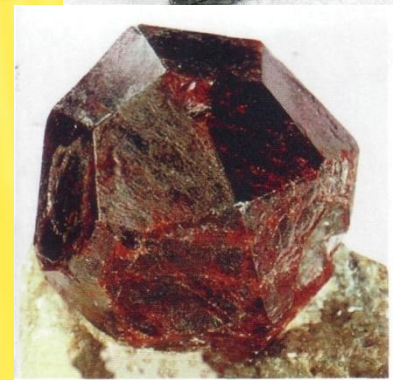


Акцессорные

Мусковит

Турмалин

Гранат



1. Простые пегматиты (керамические)

Структуры

Письменная

Гранитная

Простые пегматиты не несут заметных следов перекристаллизации, зональной дифференциации и метасоматической переработки.

Полезные ископаемые – керамическое сырье (производство фаянса и фарфора).

2. Перекристаллизованные пегматиты (мусковитовые)

Структуры

Разнозернистые

Крупнокристаллическая

Гигантокристаллическая

Причина

Перекристаллизация исходного вещества жил под влиянием горячих газовой-жидких растворов, равновесных с ранее выделившимися минералами.

В результате такой перекристаллизации в дополнении к КПШ и Q кристаллизуется **мусковит** – наиболее ценный минерал пегматитов этого класса.

Мусковит – от мелких чешуек до гигантских пластин (до 5 кв.м.). Промышленное значение имеют листы > 4 кв.см.

Мусковитовые пегматиты развиты на древних платформах в глубокометаморфизованных породах, имеют глубинное происхождение.

Главные области добычи мусковита – Мамский р-н Сибири (Алданский щит), Карелия, Кольский п-ов; Индия, Бразилия.

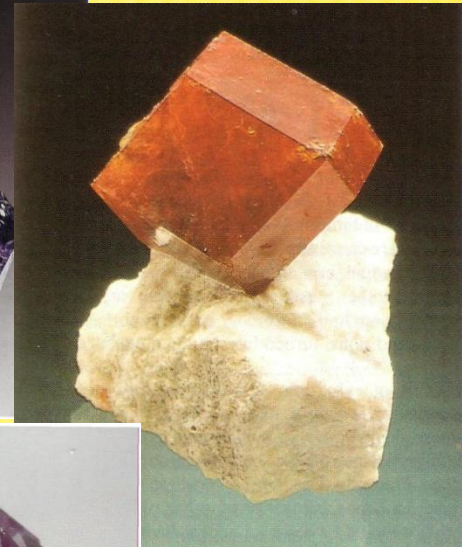
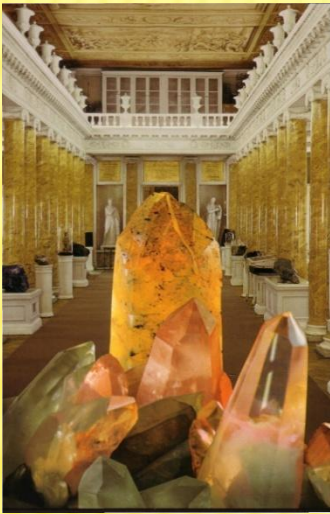
3. Метасоматически замещенные пегматиты (редкометалльные)

Они не только перекристаллизованы, но и в разной степени метасоматически переработаны под действием растворов, неравновесных по отношению к ранее выделившимся минералам.

Для них типично наиболее полное зональное строение со скоплениями альбита, слюды, минералов редких металлов, горного хрусталя и драгоценных камней.

Полезные ископаемые

Горный хрусталь, оптический флюорит, драгоценные камни, руды Li, Be, Cs, Rb.



Минералы Li –
лепидолит,
циннвальдит,
сподумен.

Полезные ископаемые гранитных пегматитов

Главные	Второстепенные и акцессорные	Полезные ископаемые
Простые пегматиты (керамические)		
Калиевый полевой шпат (микроклин, ортоклаз) Кварц	Гранат (альмандин) Турмалин (шерл) Мусковит	Керамическое сырье
Перекристаллизованные пегматиты (мусковитовые)		
КПШ (микроклин, ортоклаз) Кварц Мусковит	Гранат (альмандин), апатит, турмалин (шерл), биотит, молибденит	Мусковит
Метасоматически замещенные пегматиты (редкометальные)		
Камерные (фтор-бериллиевые) пегматиты		
Кварц КПШ (микроклин, ортоклаз)	Топаз, берилл, флюорит	Руды Be, флюорит, драгоценные камни
Редкометальные (натриево-литиевые) пегматиты		
Кварц, микроклин, альбит, лепидолит, мусковит	Лепидолит, турмалин (эльбаит), колумбит-танталлит	Руды Li, Cs, Rb (Ta, Nb), горный хрусталь, драгоценные камни

Минеральные ассоциации щелочных пегматитов (сиениты, нефелиновые сиениты, ийолит-уртиты)

Главные	Второстепенные и редкие	Индикаторные
Сиенитовые пегматиты		
Микроклин (ортоклаз)	Корунд, пирохлор, циркон, роговые обманки, биотит, титанит	Микроклин (ортоклаз), корунд, циркон, пирохлор
Пегматиты нефелиновых сиенитов и ийолит-уртитов		
Нефелин, микроклин (ортоклаз), эгирин, арфведсонит	Эвдиалит, астрофиллит, лампрофиллит, ильменит, натролит, титанит, апатит, перовскит, циркон, волластонит	Эвдиалит, астрофиллит, лампрофиллит, нефелин

Домашнее задание

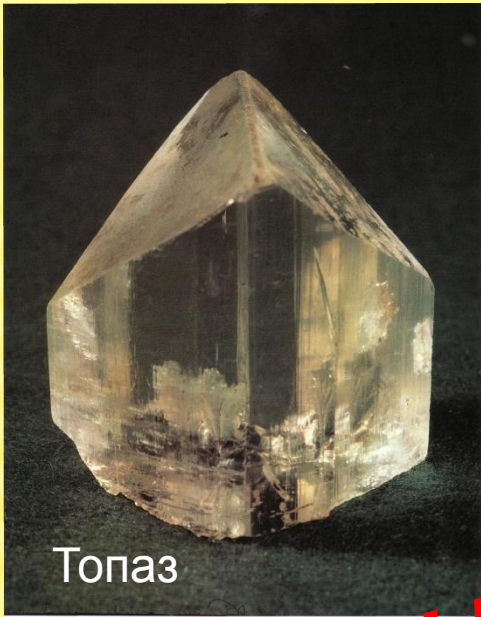
(к лабораторной работе № 7)

Серия магматогенная

Группа: пегматитовая

Классы: простые пегматиты
перекристаллизованные
метасоматически замещенные

1. С какими интрузивными породами связаны?
2. Геодинамическая позиция:
3. Форма пегматитовых тел
4. Текстуры:
5. Структуры:
6. Минеральный состав: КПШ, Q, слюды (мусковит, биотит)
(в т.ч. микроклин – амазонит)
турмалин
топаз
лепидолит
циркон
щелочные пегматиты
КПШ
нефелин
эвдиалит
лампрофиллит
пегматиты ультраосновных пород
пироксен (бронзит)



Топаз



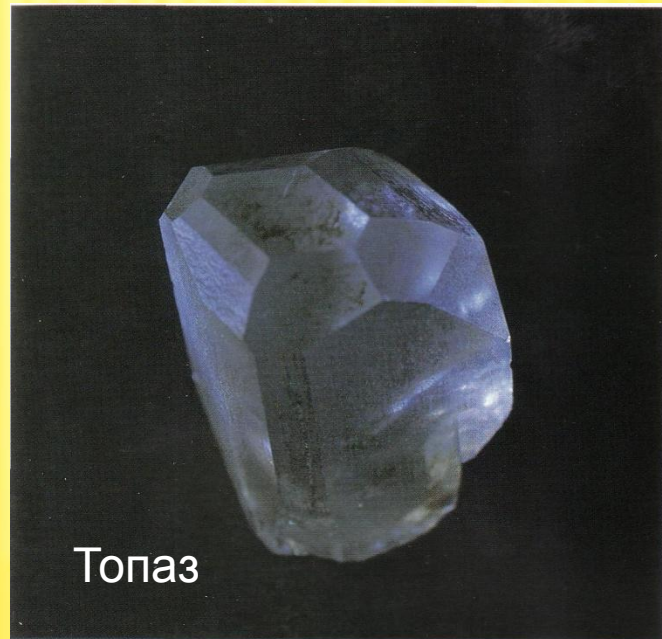
Турмалин - эльбаит



Топаз



Турмалин



Топаз

Спасибо за внимание