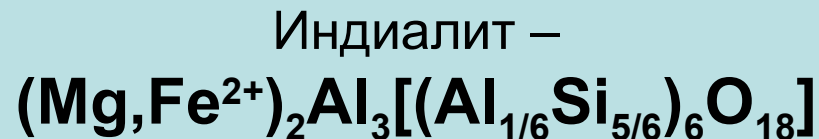
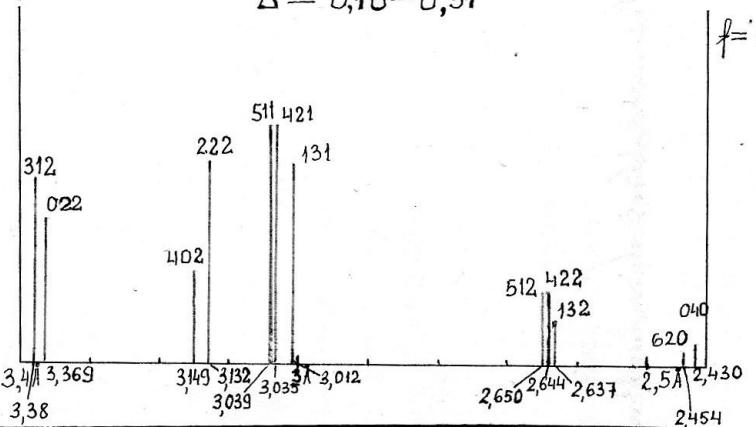
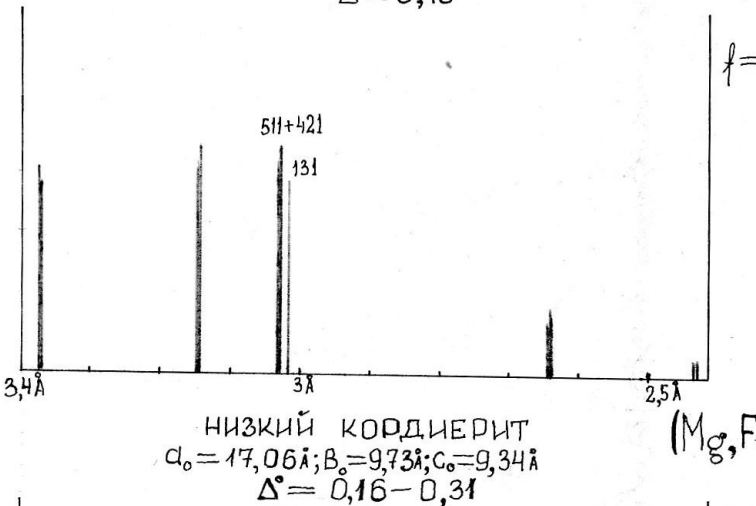
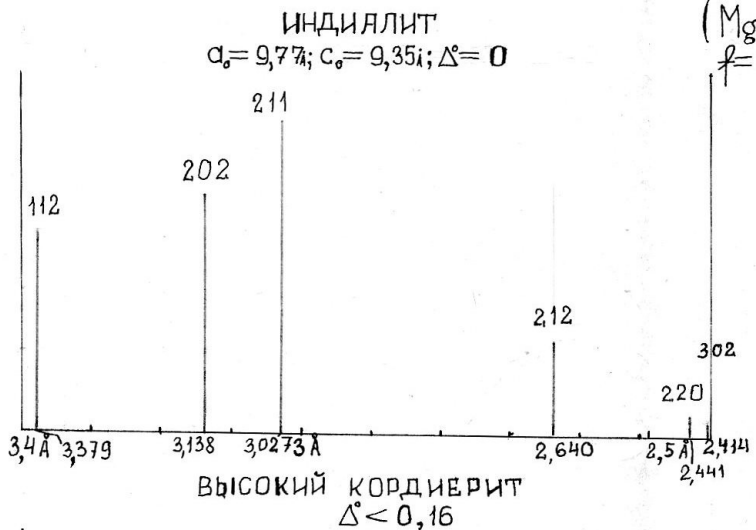


Э.М. Спиридонов

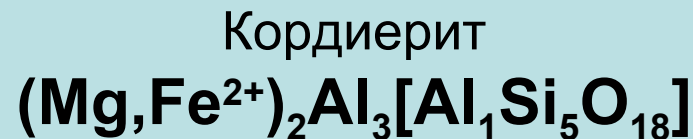
КОРДИЕРИТ -
ФЕРРОКОРДИЕРИТ (секанинит)
(индиалит - ферроиндиалит)

Порядок - беспорядок в кристаллах минералов



высокотемпературный
 неупорядоченный
 гексагональный

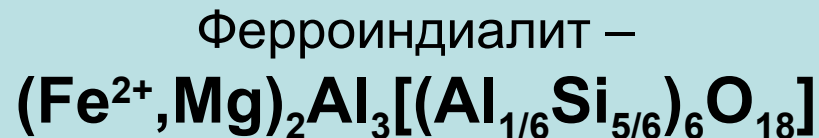
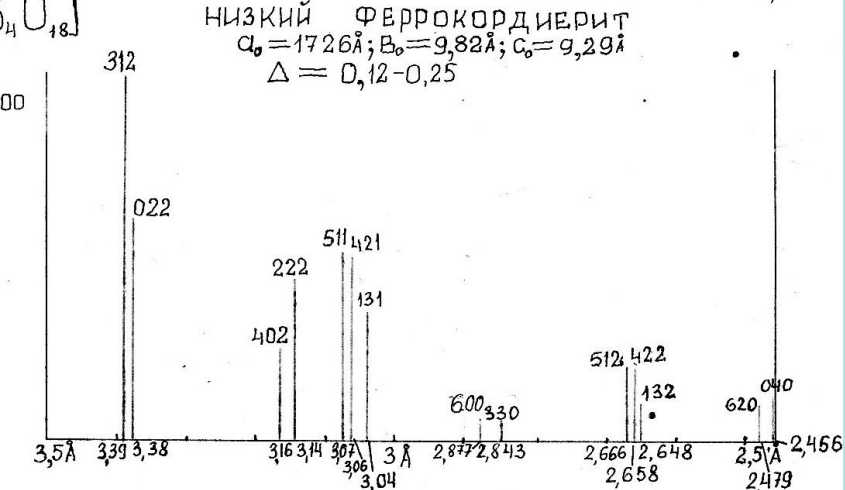
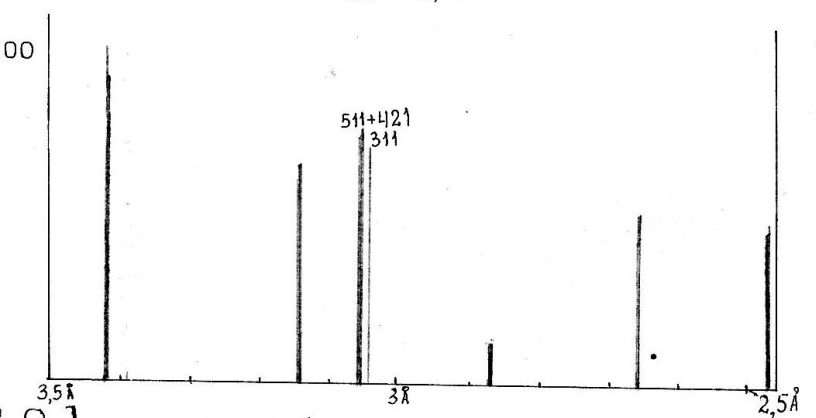
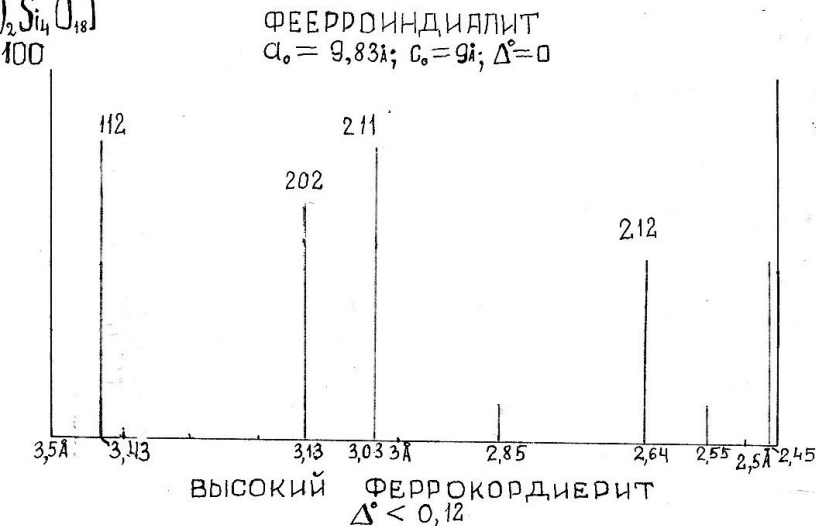
(изоструктурен с бериллом)
 пр. гр. $R\bar{6}/mnc$.



«низко»температурный
 упорядоченный
 ромбический
 пр. гр. $C2/m$.

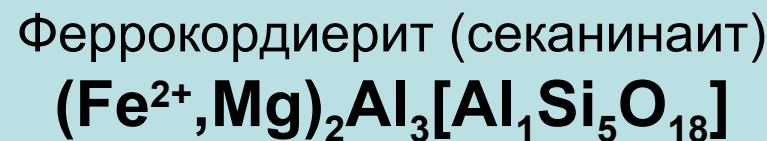
Ромбическое расщепление всех
 отражений: вместо одной линии – три.
 Для оценки степени упорядочения –
 степени ромбичности кордиерита
 можно применить разность в положении
 отражений (511) и (131)

Порядок - беспорядок в кристаллах минералов



высокотемпературный
 неупорядоченный
 гексагональный

(изоструктурен с бериллом)
 пр. гр. $R\bar{6}/m\bar{m}c$.



«низко»температурный
 упорядоченный
 ромбический
 пр. гр. C_{2v}

Ромбическое расщепление всех
 отражений: вместо одной линии – три.
 Для оценки степени упорядочения –
 степени ромбичности кордиерита
 можно применить разность в положении
 отражений (511) и (131)

Порядок - беспорядок в кристаллах минералов

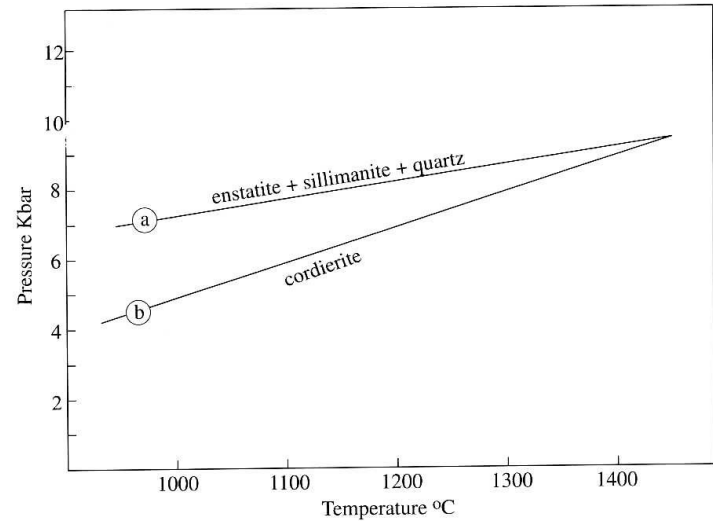


Figure 12.44. Pressure – temperature relations for the reaction enstatite + sillimanite + quartz \Rightarrow cordierite, (a) for the formation of ordered cordierite, and (b) for the formation of disordered cordierite. (After Putnis and Holland, 1986.)

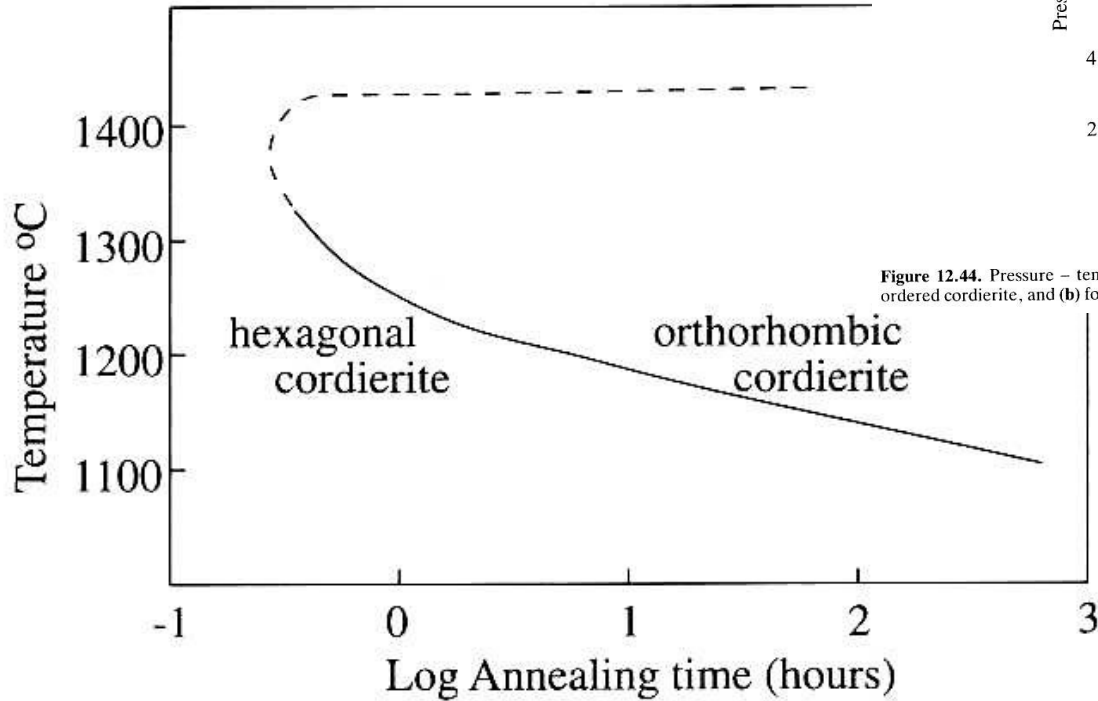


Figure 12.34. Experimental TTT diagram for the hexagonal – orthorhombic transformation in Mg-cordierite, measured from the splitting of X-ray diffraction peaks. (After Putnis *et al.*, 1987.)

Преобразование индиалита = высокого кордиерита
в обычный низкий кордиерит

Превращение
индиалита =
высокого кордиерита =
в обычный
низкий кордиерит
с двойниками
полиморфного
перехода

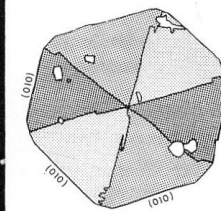
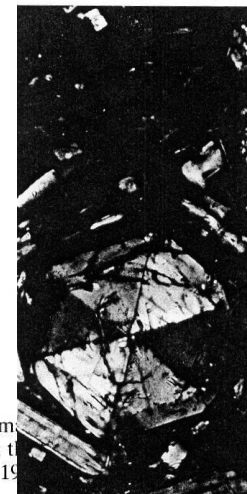
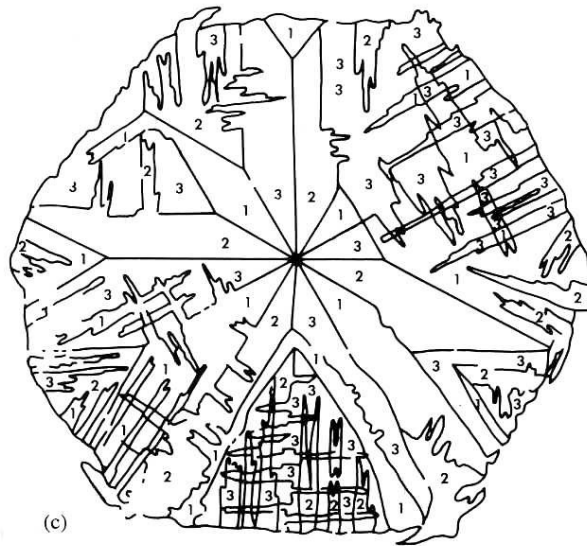
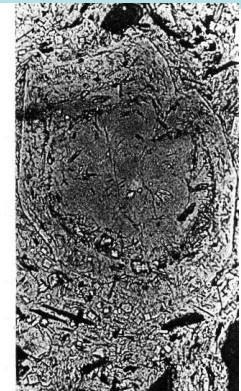
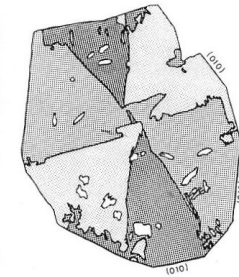
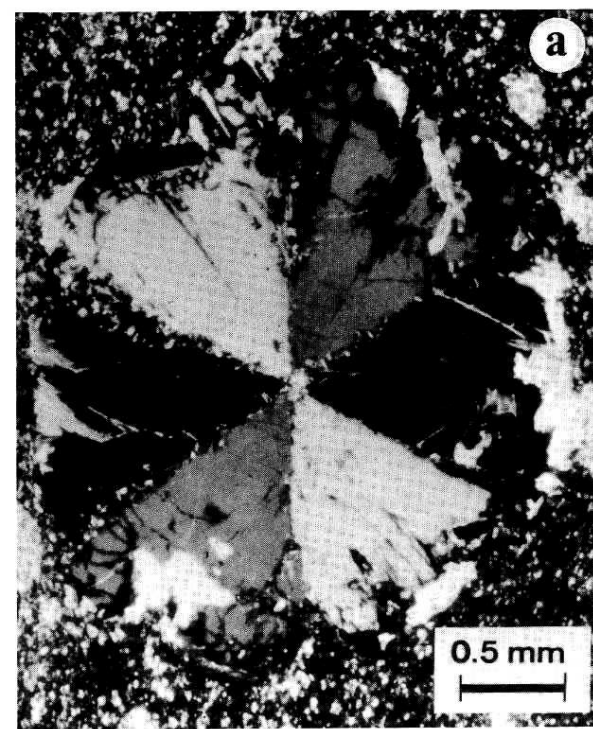
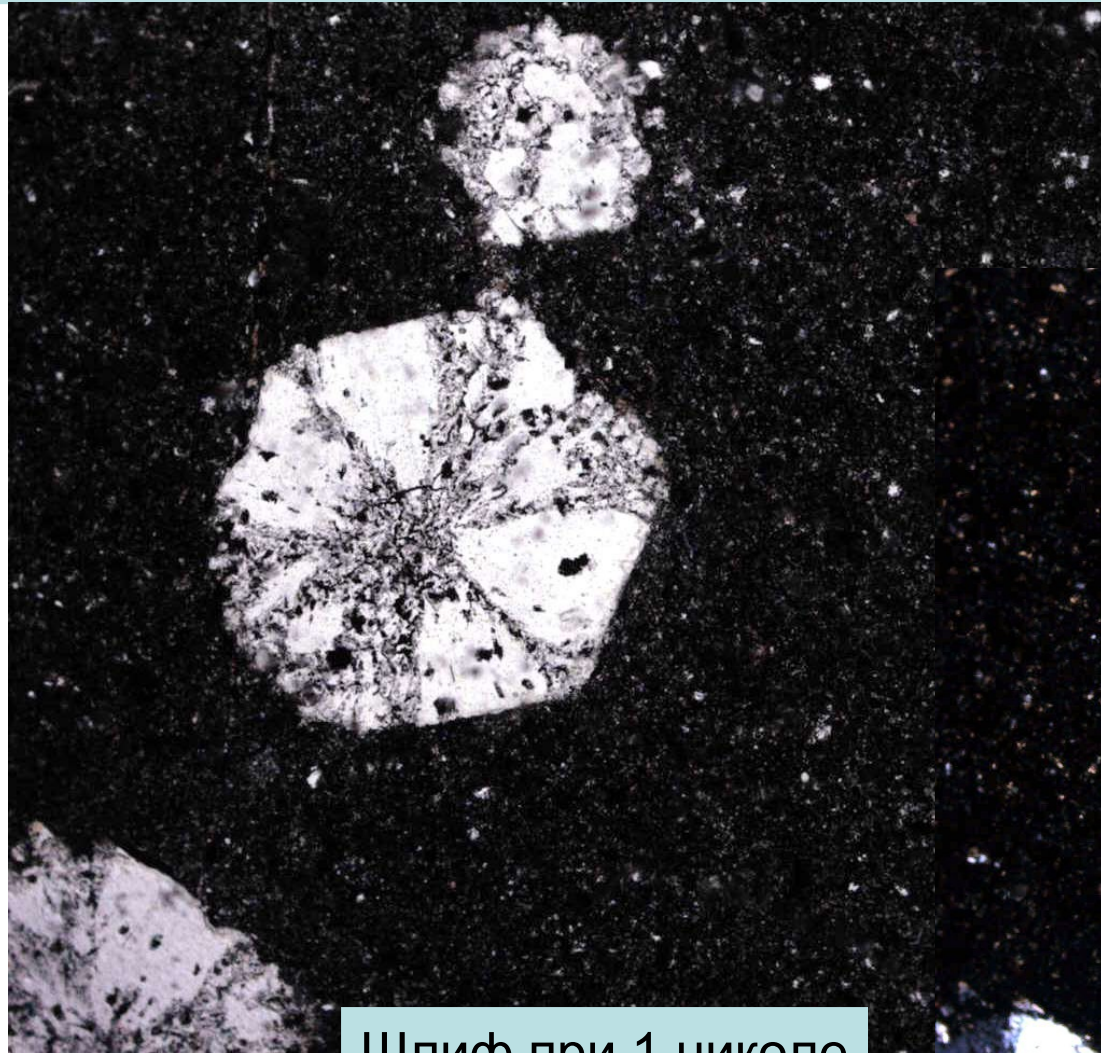


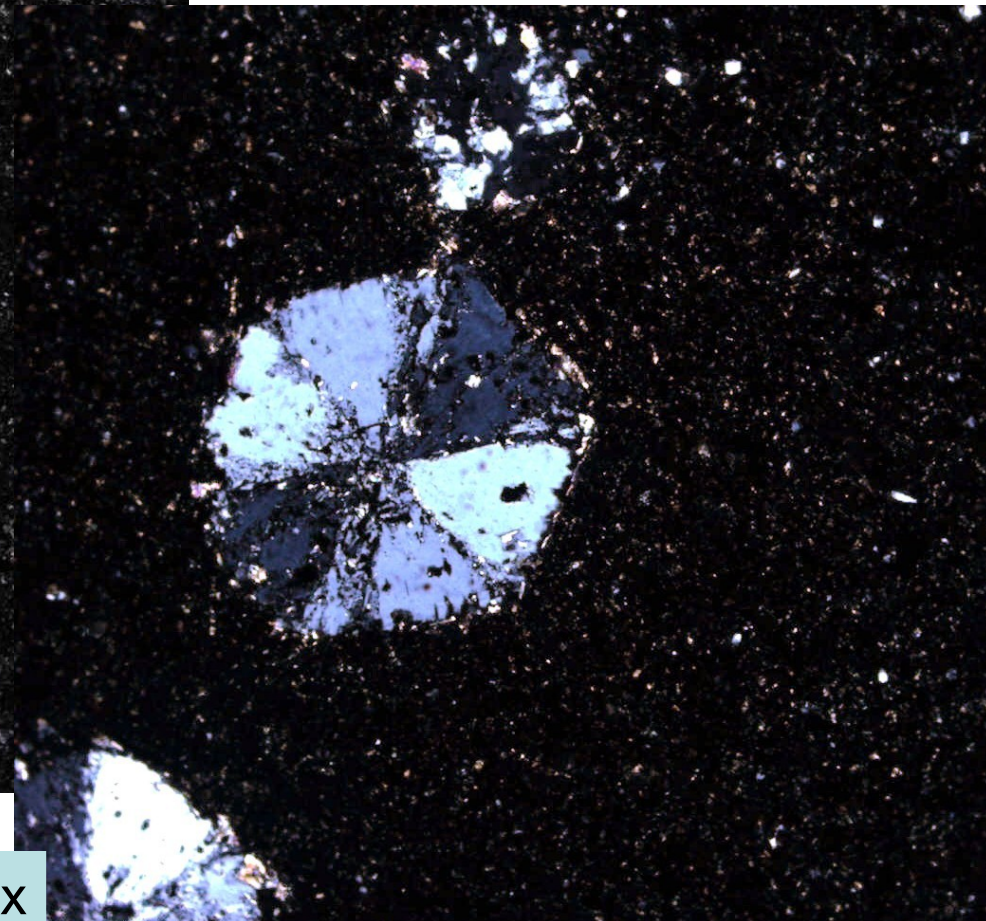
Figure 12.42. (a) Optical micrograph of sector trilling in cordierite from a contact metamorphic rock. (from Kitamura and Yamamoto, 1987). (b) Sketch of sector trilling showing the irregularity of the twin interfaces. (c) Sketch of complex cross-hatched twinning within the cordierite crystal. The three optical orientations related by 120° rotations are labelled 1, 2 and 3. (After Putnis and Holland, 1990).

Превращение индиалита = высокого кордиерита
в обычный низкий кордиерит
с двойниками полиморфного перехода

Андалузит-кордиеритовые
роговики. Фото ЭМС



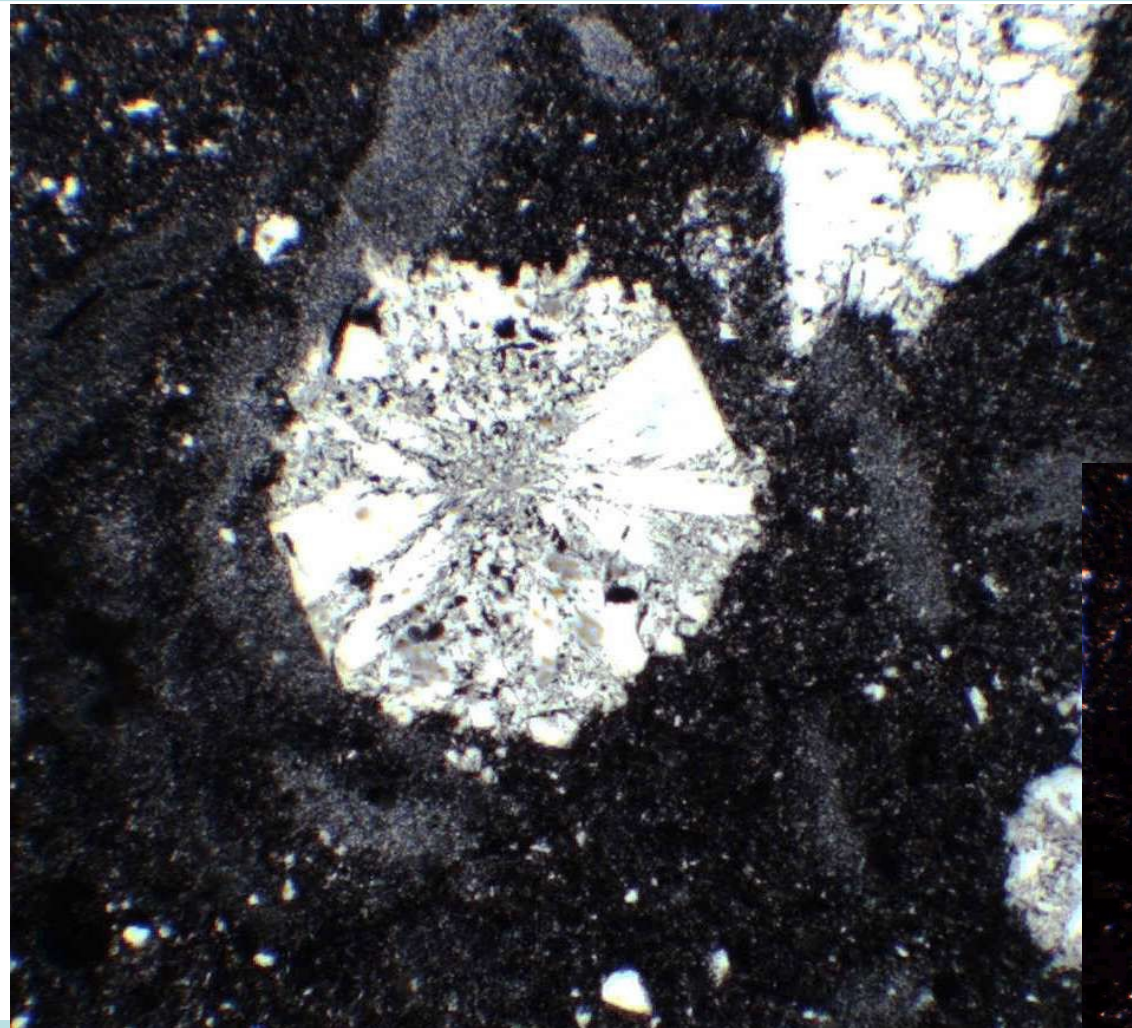
Шлиф при 1 николе



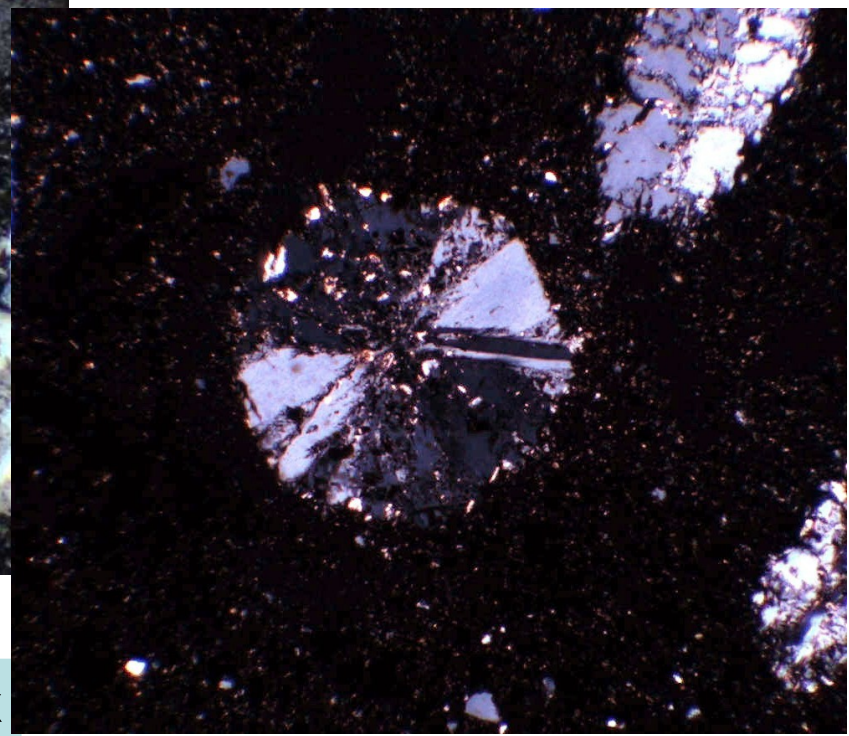
Шлиф. Николи x

Превращение индиалита = высокого кордиерита
в обычный низкий кордиерит
с двойниками полиморфного перехода

Андалузит-
кордиеритовые
роговики.
Фото ЭМС



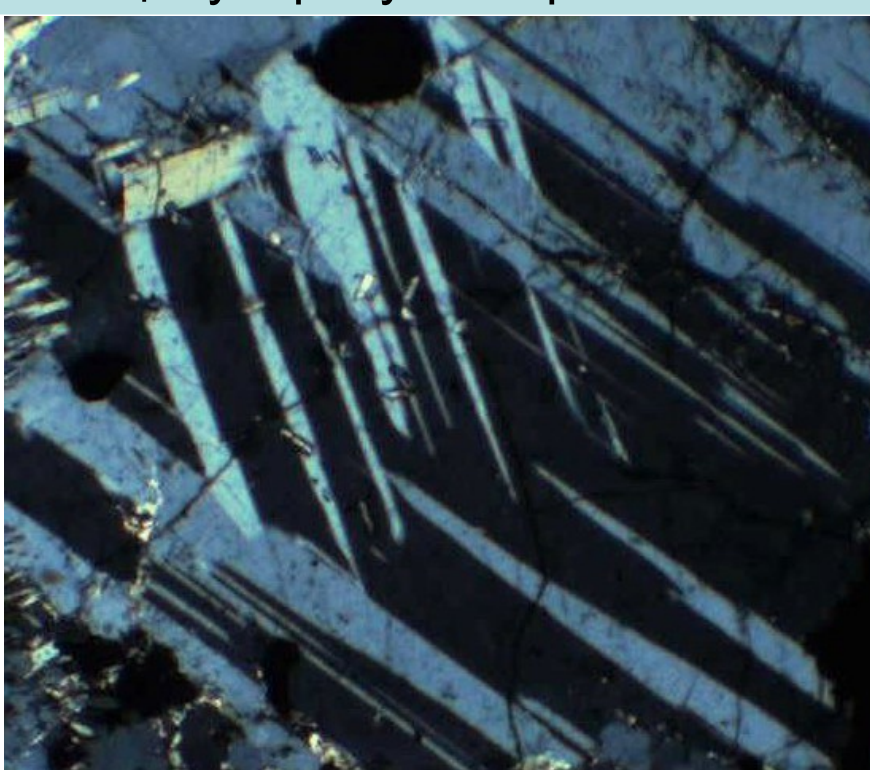
Шлиф при 1 николе



Шлиф. Николи х

Гранулитовая фация. Кордиерит $(Mg,Fe)_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$

Кордиерит под микроскопом похож на плагиоклаз, но с иным рисунком двойников. Поскольку двойники кордиерита – это двойники полиморфного перехода, постольку они перекрещиваются, меняют толщину и рисунок в разных частях одного кристалла.



Николи х

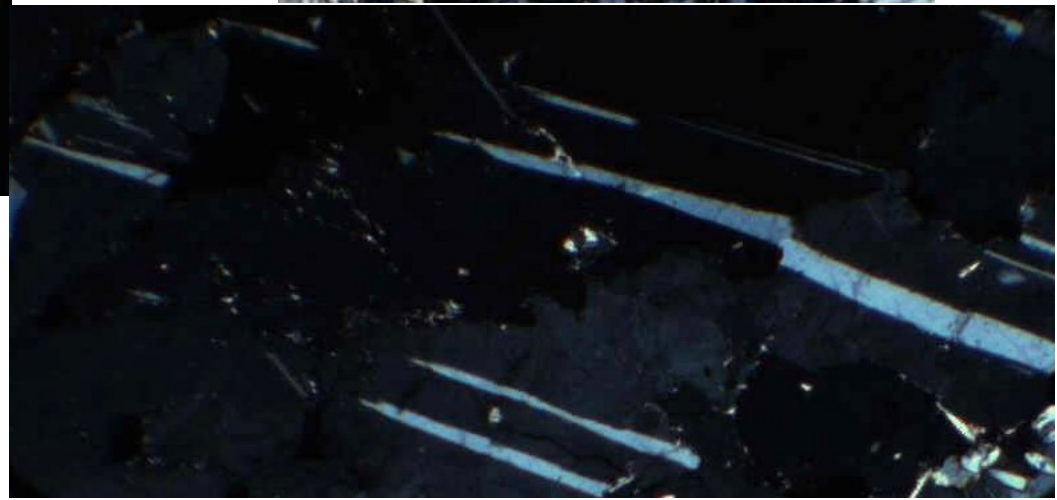
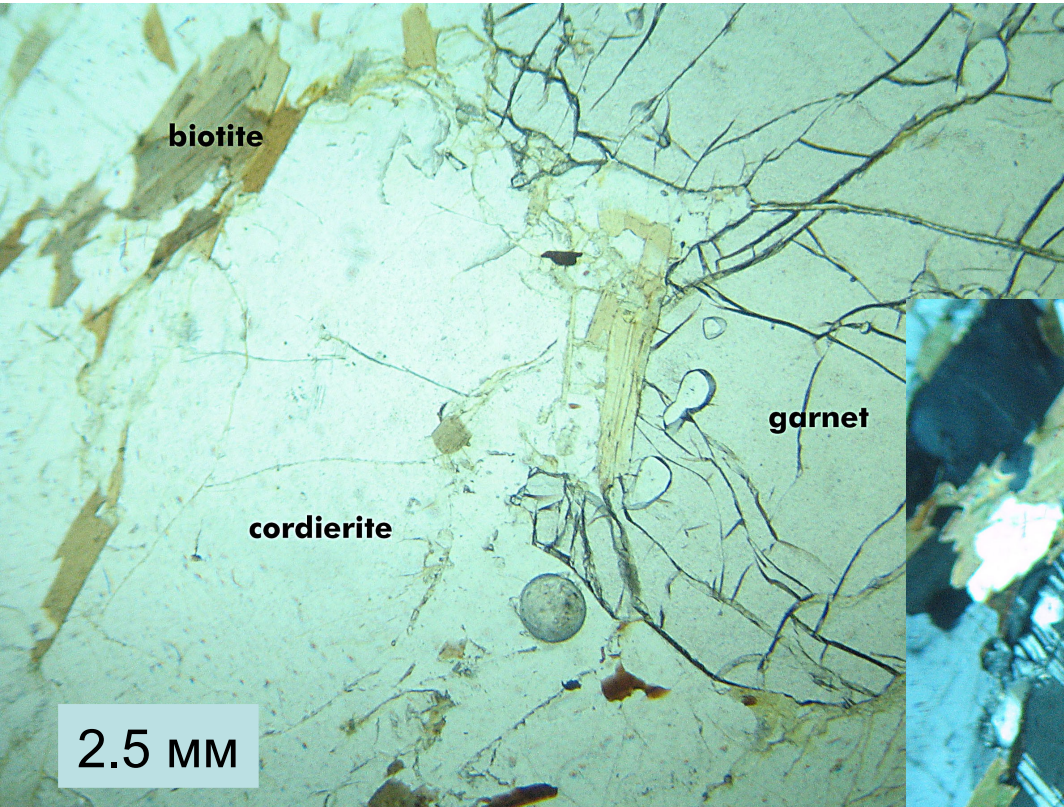


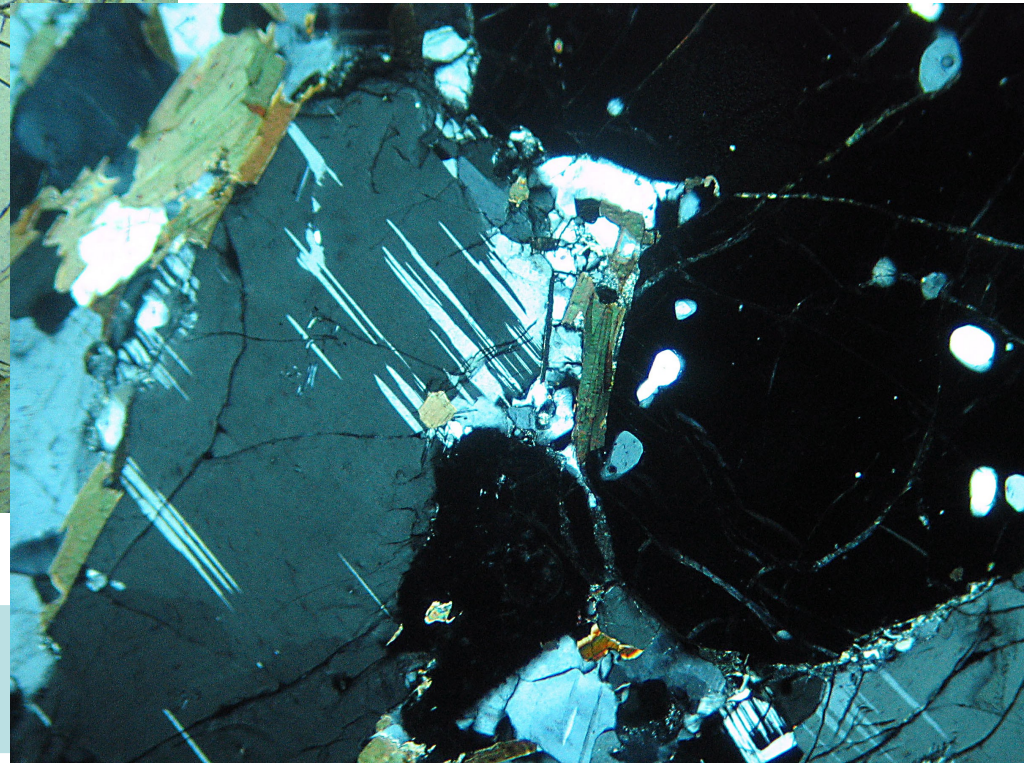
Фото
Э.М. Спиридонова

Гранулитовая фация. Кордиерит $(Mg,Fe)_2Al_3[AlSi_5O_{18}]$

Кордиерит под микроскопом похож на плагиоклаз, но с иным рисунком двойников. Поскольку двойники кордиерита – это двойники полиморфного перехода, постольку они не прослеживаются через весь кристалл, меняют толщину и рисунок в разных частях одного кристалла.



При 1 николе



Николи
X

Высокоглинозёмистые граниты.

Мусковит, кордиерит – секанинит (феррокордиерит)

$(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$ и Mn - альмандин

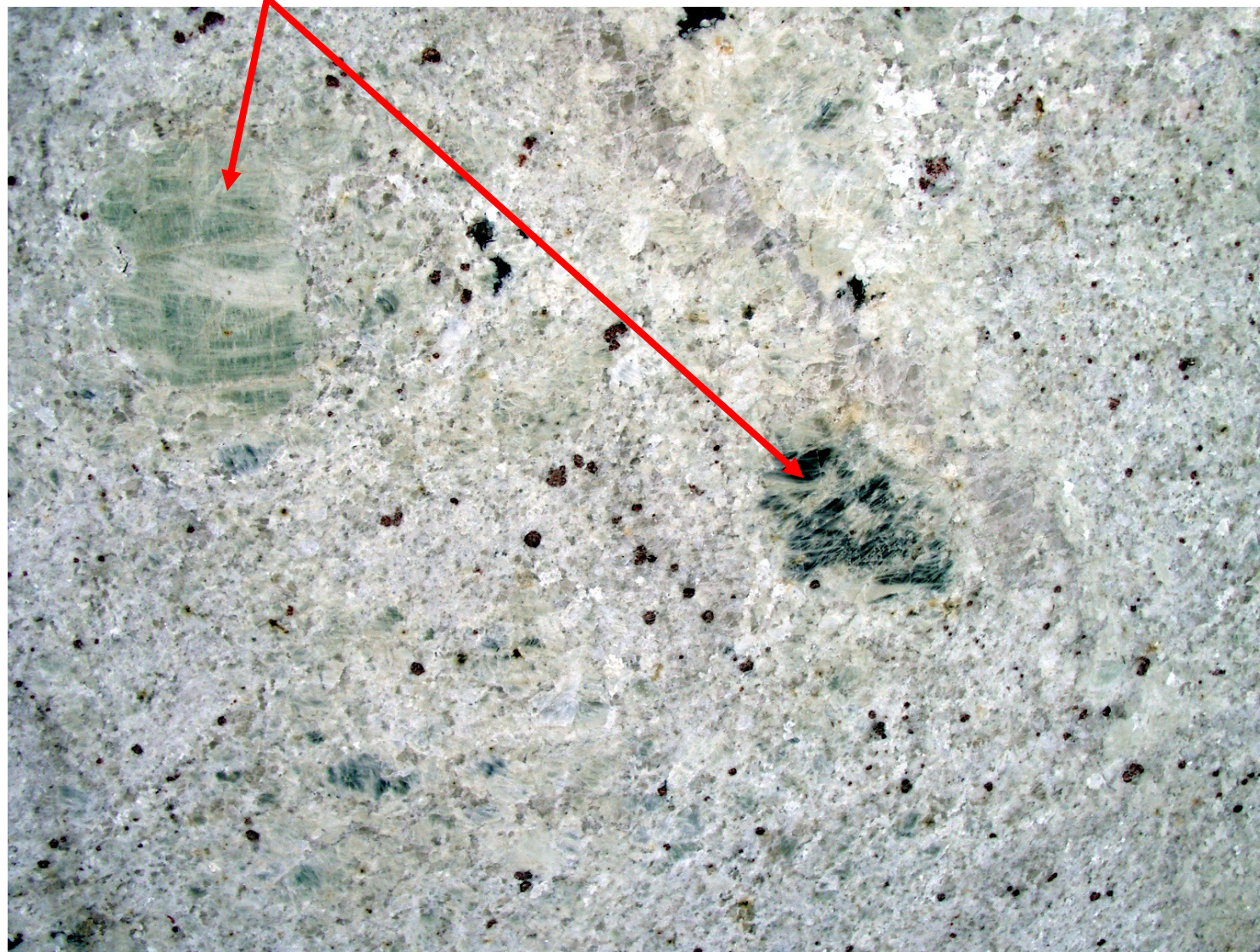


Варисциды Центральной Европы. Фото Э.М. Спиридонова

Высокоглинозёмистые граниты.

Мусковит, кордиерит – секанинит (феррокордиерит)

$(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$ и Mn - альмандин



Варисциды Центральной Европы. Фото Э.М. Спиридонова

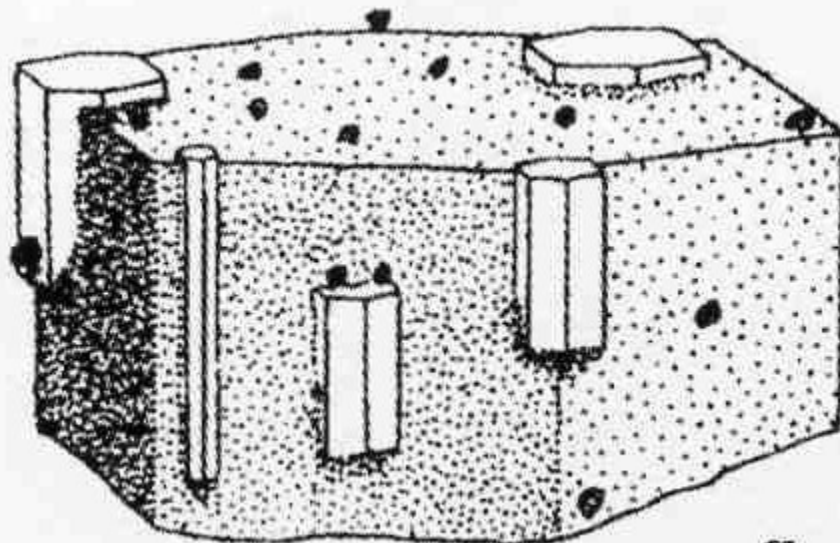
КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Феррокордиерит – секанинаит $(\text{Fe},\text{Mg})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$

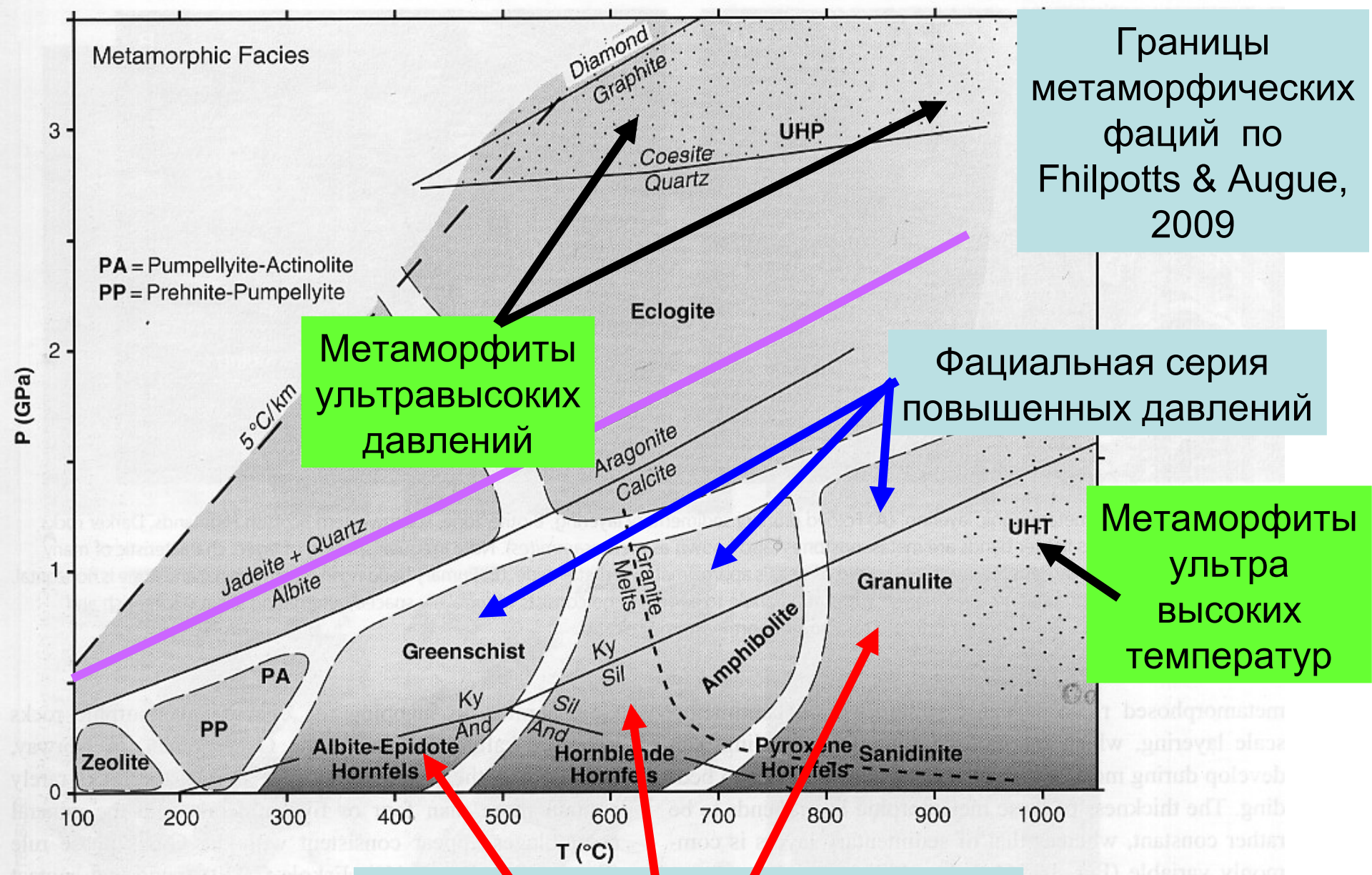
При высоких температурах
проявлен широкий
изоморфизм
берилл - индиалит



-



Эпитаксия берилла на
ферроиндиалите (точки),
превращённом в
феррокордиерит.
Средний Урал



Границы метаморфических фаций по Philpotts & Augue, 2009

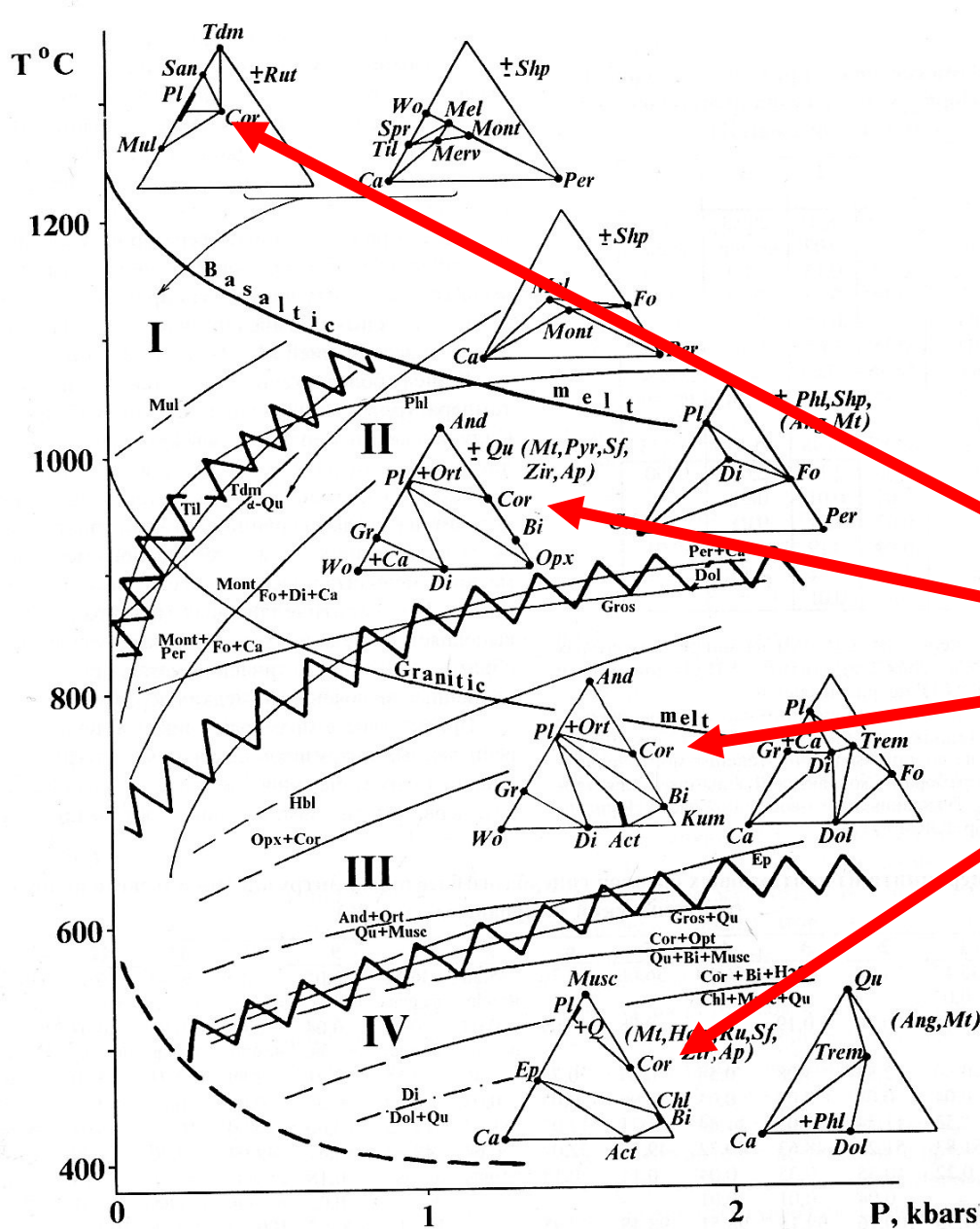
Метаморфиты ультравысоких давлений

Фациальная серия повышенных давлений

Метаморфиты ультравысоких температур

Фациальная серия низких давлений

Fig. 16.6 Approximate temperatures and pressures in equilibrium with water at the same pressure as the load pressure. Location of triple point between kyanite (Ky), sillimanite (Sil), and andalusite (And) from Holdaway (1971). Melting curve for peraluminous granite under water-saturated conditions from Clemens and Wall (1981). UHP and UHT designate approximate fields of ultrahigh pressure and ultrahigh temperature metamorphism, respectively. Limiting geothermal gradient of 5 °C per km shown; gradients less than this are extremely rare in nature.



Фации
ЭКЗОКОНТАКТОВЫХ
роговиков

кордиерит

Схема фаций контактового метаморфизма и минеральные ассоциации метаморфитов Норильского района (на основе схемы фаций В.В. Ревердатто, 1970)
Поля метаморфических фаций (I – спуррит-мервинитовой, II – пироксен-роговиковой, III – амфибол-роговиковой, IV – мусковит-роговиковой) и их границы (пилообразные линии) на базе экспериментальных исследований (тонкие линии)

| Метаморфические фации | | Зелено-сланцевая | | Амфиболитовая | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------------------|----|-----|----------|----------|------|
| Зоны | | A | B ¹ | B ² | C | | | | | |
| Метабазальты | Минералы | | | | | | | | | |
| | Плагиоклаз (%An) | < 12 | 12 - 25 | 25 - 45 | > 40 | | | | | |
| | Хлорит | | | --- | | | | | | |
| | Биотит | | --- | | | | | | | |
| | Эпидот | | | --- | | | | | | |
| | Актинолит | | | --- | | | | | | |
| | Роговая обманка | | сине-зеленая | зеленая | зеленовато-бурая или бурая | | | | | |
| | Куммингстонит | | | --- | | | | | | |
| | Антофиллит | | | --- | | | | | | |
| | Моноклинный пироксен | | | | | | | | | |
| Ромбический пироксен | | | | | | | | | | |
| Сфен | | | | | | | | | | |
| Металелиты | Минералы | Зоны | | I | | II | III | IV | V | VI |
| | Хлорит | | | | | | | --- | | |
| | Мусковит | | | | | | | | | --- |
| | Хлоритоид | --- | | --- | | | | | | |
| | Биотит | | | | | | | | | |
| | Пирофиллит | --- | | --- | | | | | | |
| | Кордиерит | | | | | | | | | |
| | Андалузит | --- | | --- | | | | | | |
| | Силлиманит | | | | | | | | | |
| | Гранат | | | | | | | Sp ≥ 15% | ≤ 6% | |
| | Жедрит | | | | | | | | | --- |
| | Гиперстен | | | | | | | | | |
| | Плагиоклаз (%An) | | | < 25 | | | | | | > 25 |
| К-полевоы шпат | | | | | микроклин | | | | ортоклаз | |
| Известняки | Кальцит | | | | | | | | | |
| | Доломит | | | | | | | | | |
| | Флогопит | | | | | | | | | |
| | Хлорит | | | | | | | | | |
| | Тремолит | | | | | | | | | --- |
| | Диопсид | | | | | | | | | |
| | Гроссуляр | | | | | | | | | --- |
| | Форстерит | | | | | | | | | |
| Волластонит | | | | | | | | | --- | |

г. 7а-4. Прогрессивные изменения минерального состава в метаморфических породах района Арасены, юго-западная Испания [36].

Sp — спессартин.

| Зоны | Хлоритовая и биотитовая | Альмандиновая | Ставролит-андалузитовая | Кордиеритовая | Силлиманитовая |
|------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|----------------|
| Минералы | | | | | |
| Хлорит | | | --- | | |
| Мусковит | | | | | |
| Биотит | --- | | | | |
| Альмандин | | | | | |
| Ставролит | | | --- | | |
| Андалузит | | | --- | | |
| Кордиерит | | | | --- | |
| Силлиманит | | | | | --- |

г. 7а-7. Прогрессивные изменения минерального состава в метапелитах тона Уотервилл — Вассалборо, центральная часть штата Мэн [539].

| Зоны | биотитовая | Гранатовая | Ставролитовая | Силлиманитовая |
|------------|------------|------------|---------------|----------------|
| Минералы | | | | |
| Хлорит | | | | --- |
| Мусковит | | | | |
| Биотит | --- | | | |
| Альмандин | | | | |
| Ставролит | | | --- | |
| Андалузит | | | --- | |
| Силлиманит | | | | --- |

г. 7а-8. Прогрессивные изменения минерального состава в метапелитах планшета Эррол, штаты Нью-Гэмпшир и Мэн [265].

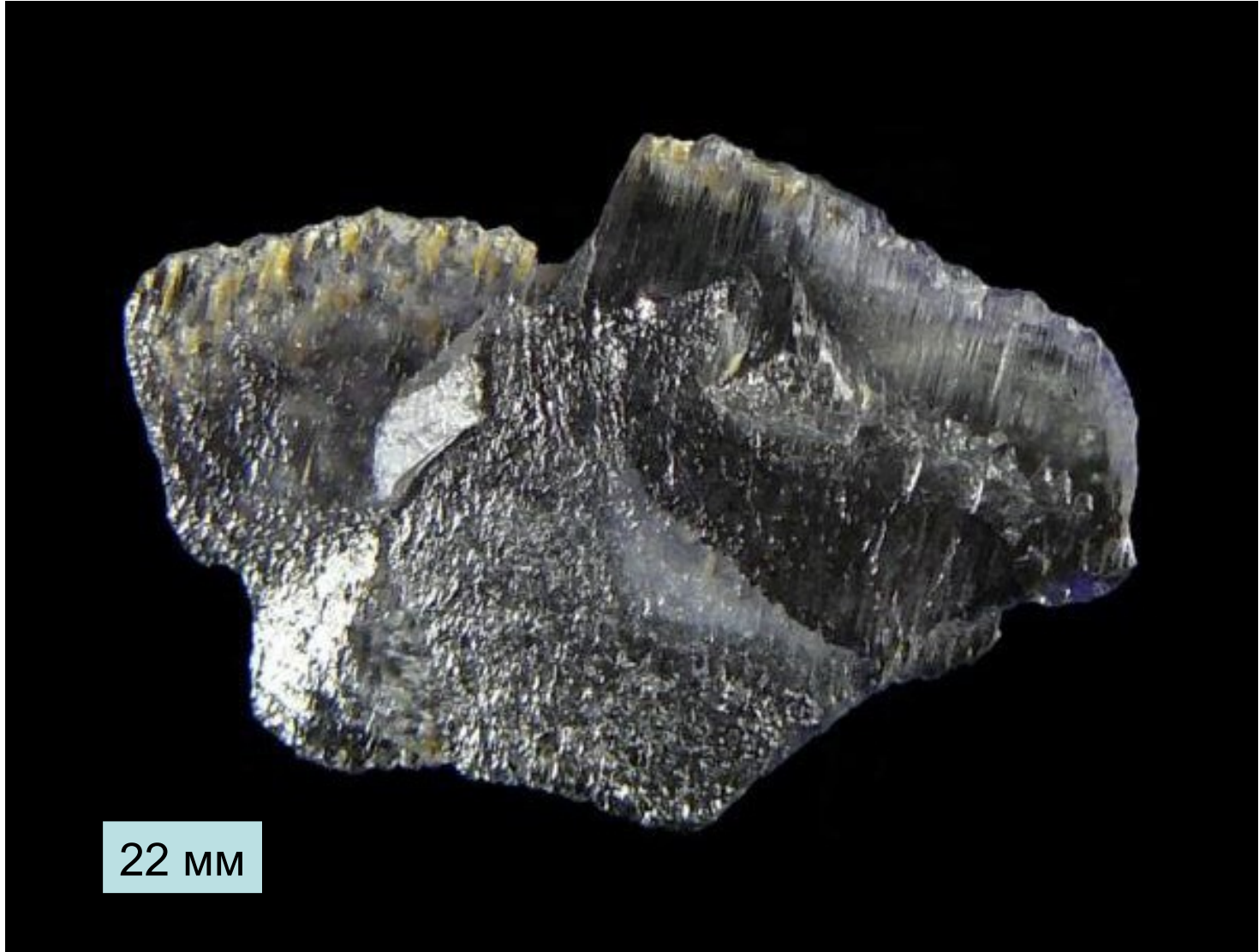
АФ. Кордиерит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$

Кордиерит чистого густого сине-фиолетового, василькового и сиреневого цвета образует гнёзда в метаморфитах Горного Алтая, Памира и Забайкалья..., на контакте метаморфизованных колчеданных руд и околоколчеданных хлоритолитов (м-ние Оутокумпо, Финляндия)... Размер прозрачных блоков до 10 см. Ювелирного качества кордиерит возник при изохимическом метаморфизме протолитов соответствующего состава; а также, возможно, при участии метамофогенных хлоридно-магниевых флюидов.

Дихроизм кордиерита.
Tsinombe, Мадагаскар



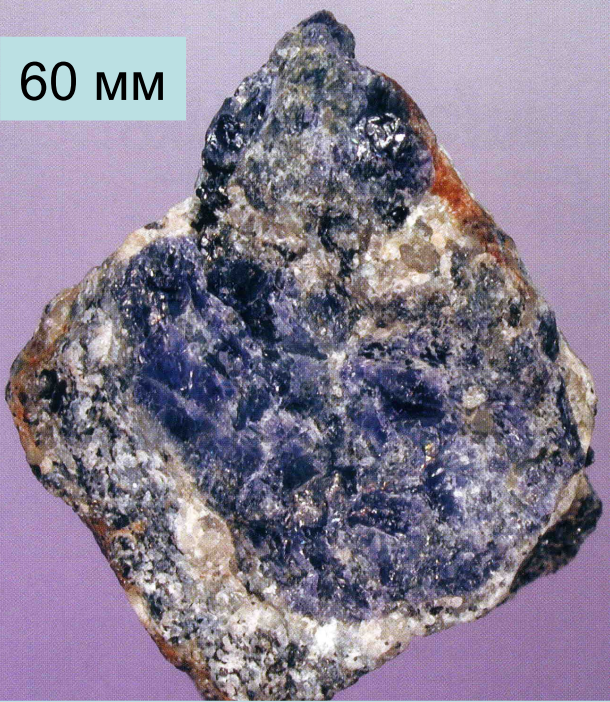
АФ. Кордиерит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$



Трихроичный кордиерит. Бразилия

АФ. Кордиерит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$

60 мм



Antsirabe, Мадагаскар

30 мм



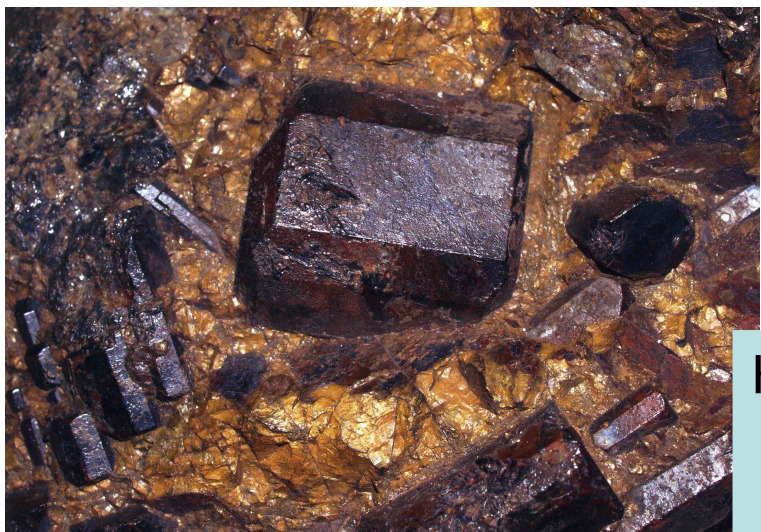
В амфиболитах. Мисох, Швейцарские Альпы

Ориярви,
Финляндия



100 мм

Кристаллы до 50 мм
в массе пирротина.
Германия



АФ. Кордиерит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$

140 мм



КОРДИЕРИТ CORDIERITE
 $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{13}$

87782

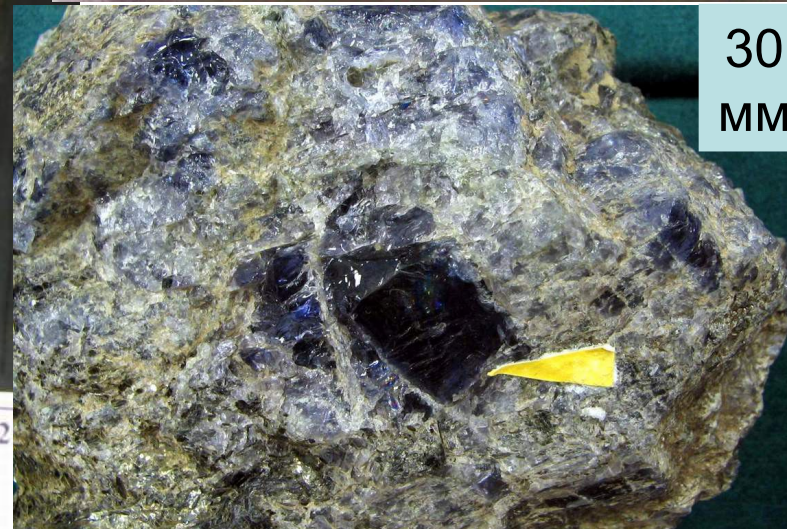
Хребет Музкол, Таджикистан

50 мм



Хребет Южночуйский, Алтай

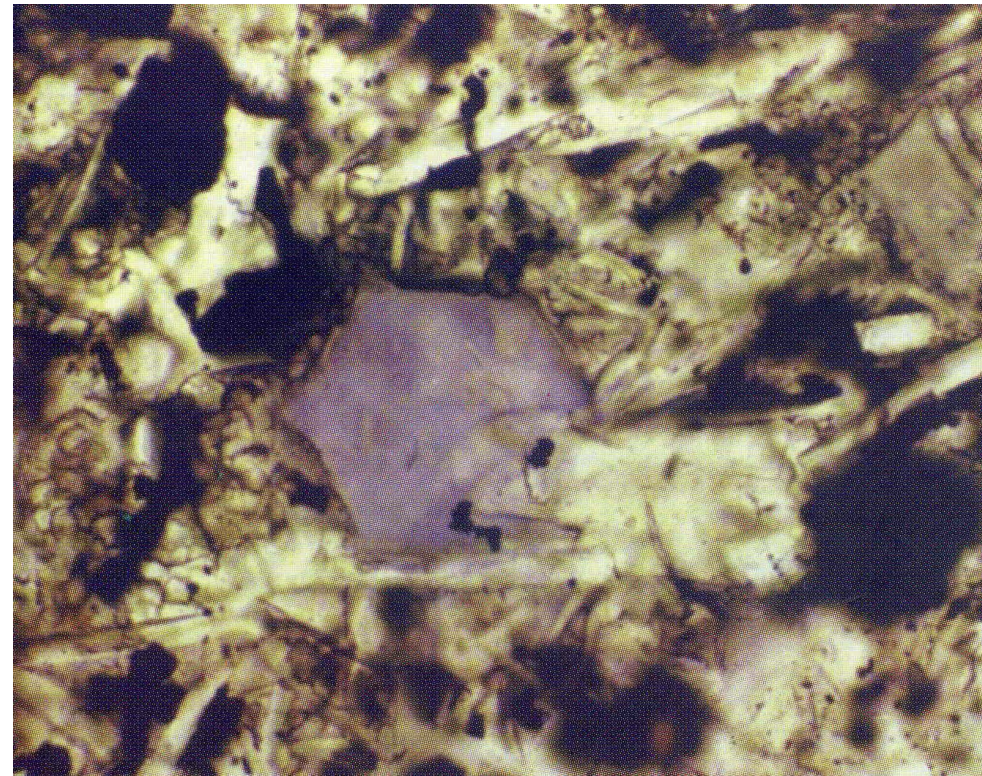
30
мм



Гнездо в биотит. гнейсах

Пирометаморфизм. Паралавы – продукты плавления осадочных пород.

Индиалит $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[(\text{Si}_{5/6}\text{Al}_{1/6})_6\text{O}_{18}]$



Индиалит в массе анортита

Индиалит 3 мм с пластинами псевдобрукита в массе санидина

