

Э.М. Спиридонов

КИАНИТ

(дистен)

Глубинные гранитные пегматиты

Мусковитовые пегматиты. Мама, Забайкалье

Кианит

кварц

80 мм



Al₂ [O/SiO₄]

Кристаллические
структуры
андалузита,
кианита и
силлиманита

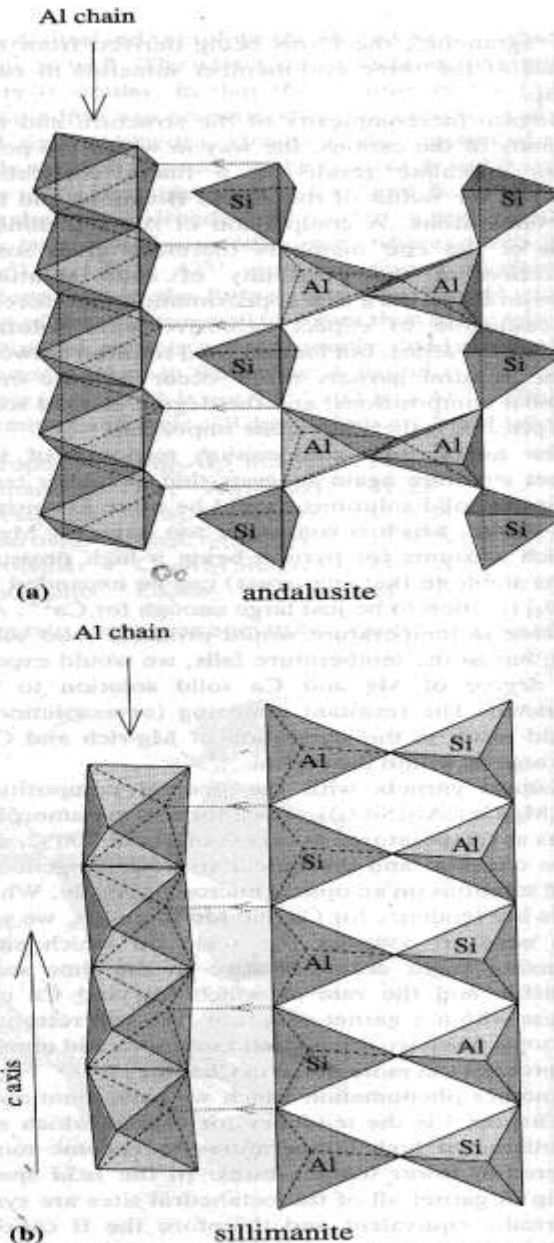
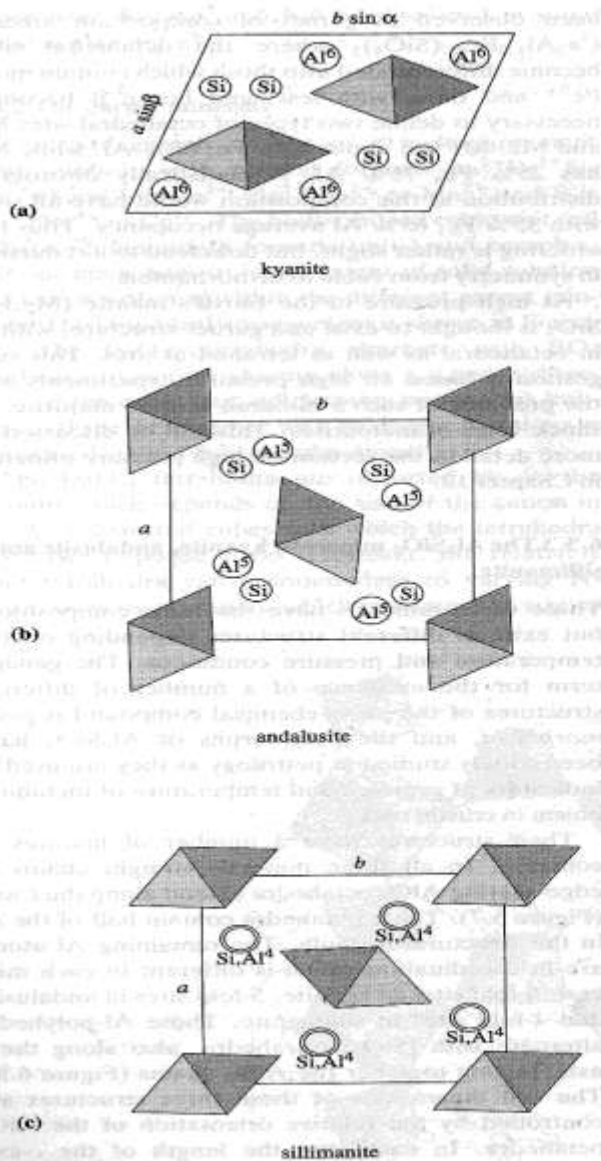
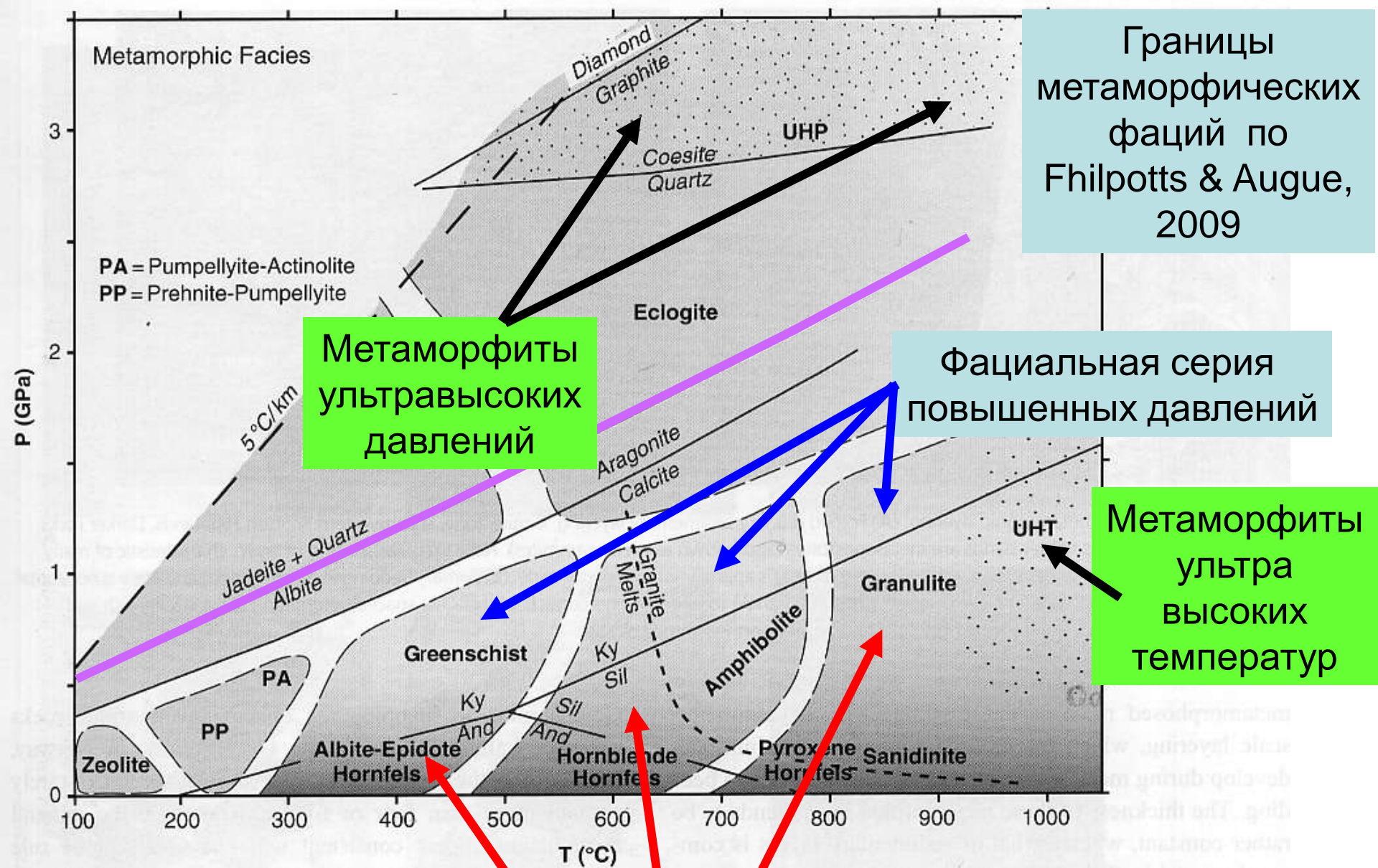


Figure 6.8. The linkage between the AlO₆ chains and the other polyhedra and SiO₄ tetrahedra in (a) andalusite, and (b) sillimanite.

Figure 6.7. The structures of the three polymorphs of Al₂SiO₅, showing the relative positions of the AlO₆ octahedra (shaded) which form chains along the c axis. The projections of the positions of the other Al polyhedra and SiO₄ tetrahedra are shown as circles. The coordination of the Al is given by the superscript.



Границы метаморфических фаций по Philpotts & Augue, 2009

Метаморфиты ультравысоких давлений

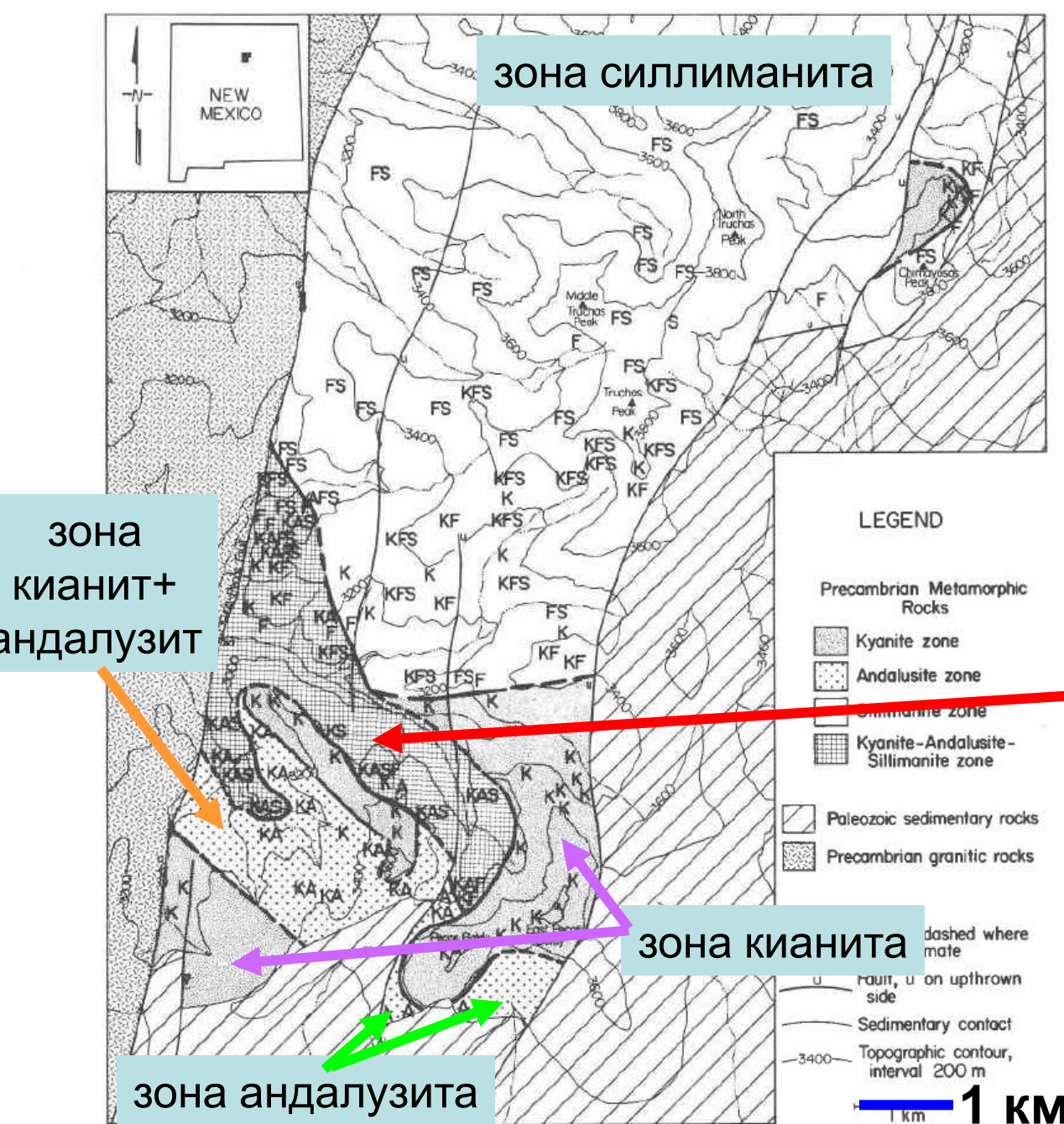
Фациальная серия повышенных давлений

Метаморфиты ультра высоких 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.

Вынужденные равновесия



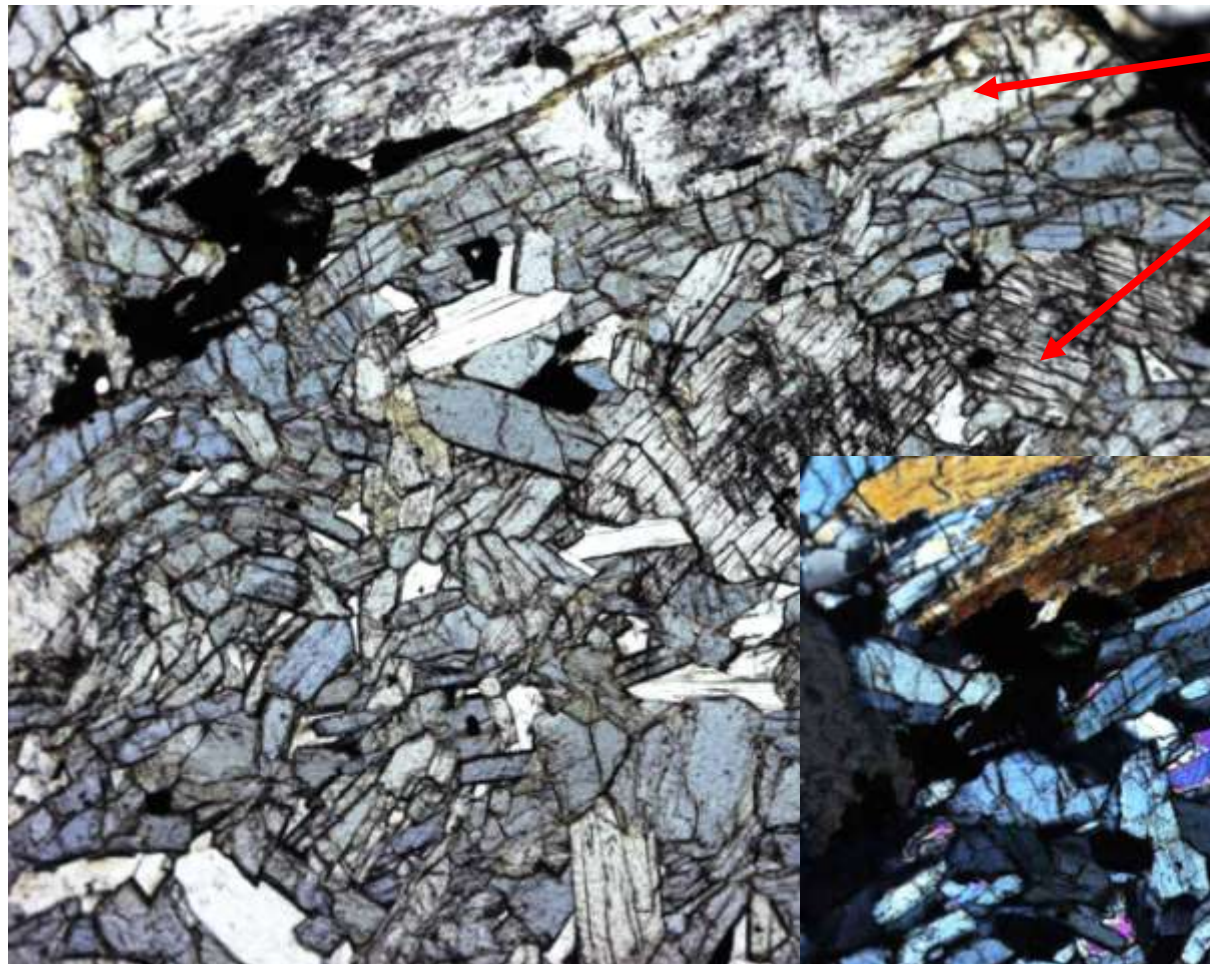
зона
кианит+
силлиманит
+андалузит

Truchas Peaks region,
New Mexico, США

Grambling J.A., 1981.
Amer. Mineral.
Vol. 66.
P. 702-722.

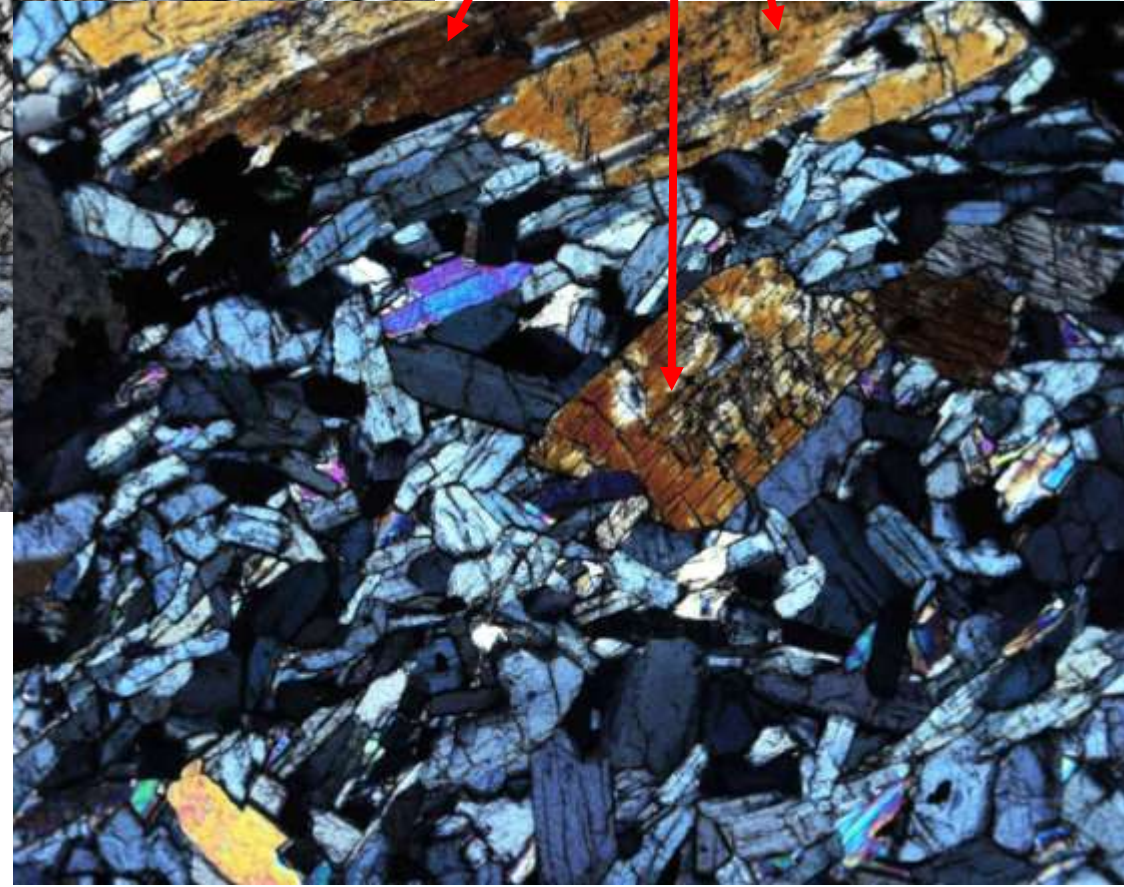
Fig. 1. Simplified geologic map of the Truchas Peaks region showing locations of samples containing kyanite (K), andalusite (A), coarse sillimanite (S), and fibrolitic sillimanite (F). Isograds denote first appearance of andalusite or sillimanite. Precambrian geology is shown in detail in Figure 6. Inset gives location.

ФЗС высокого давления. Хлоритоид и кианит



Северное
Забайкалье.
Патомское
нагорье

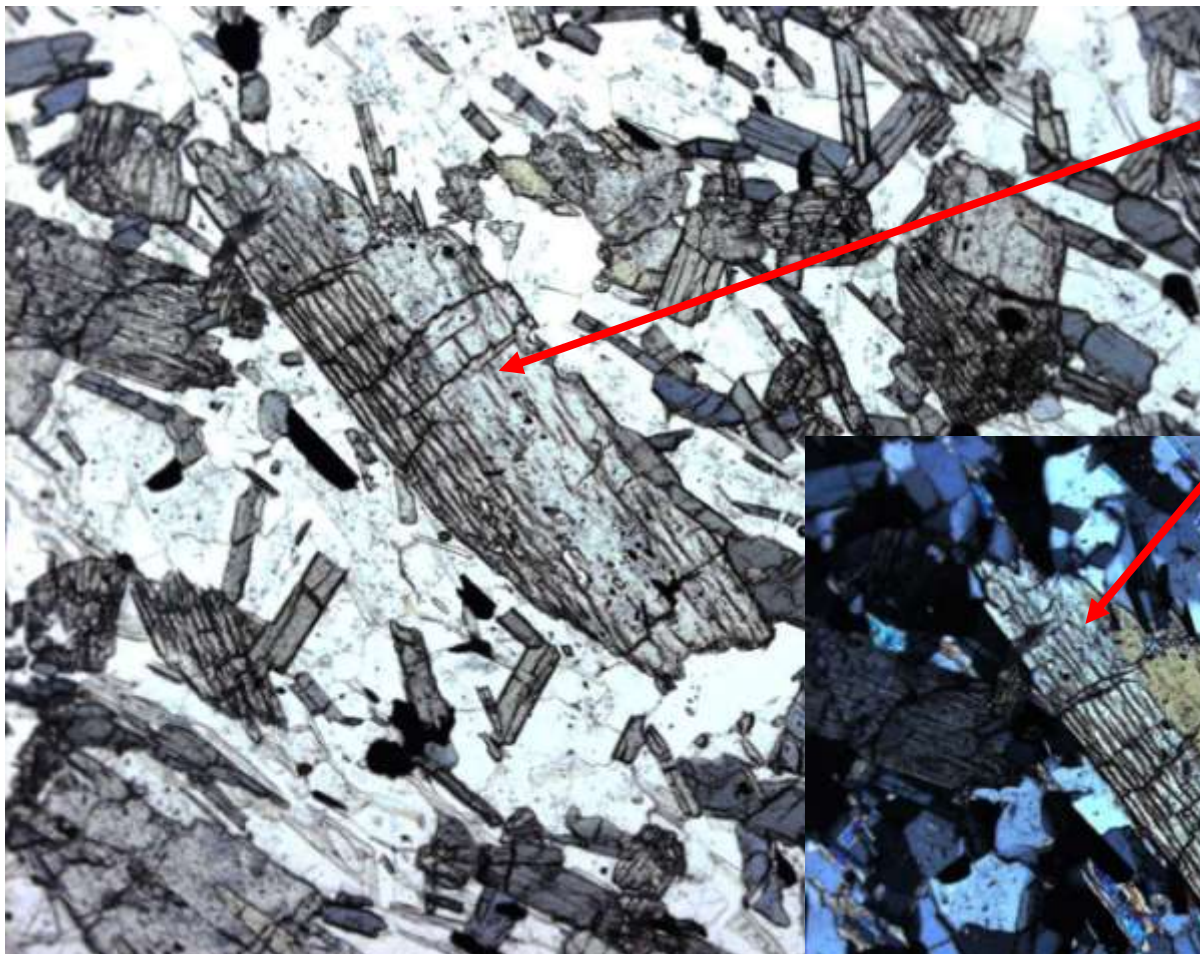
Николи х



При 1 николе

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

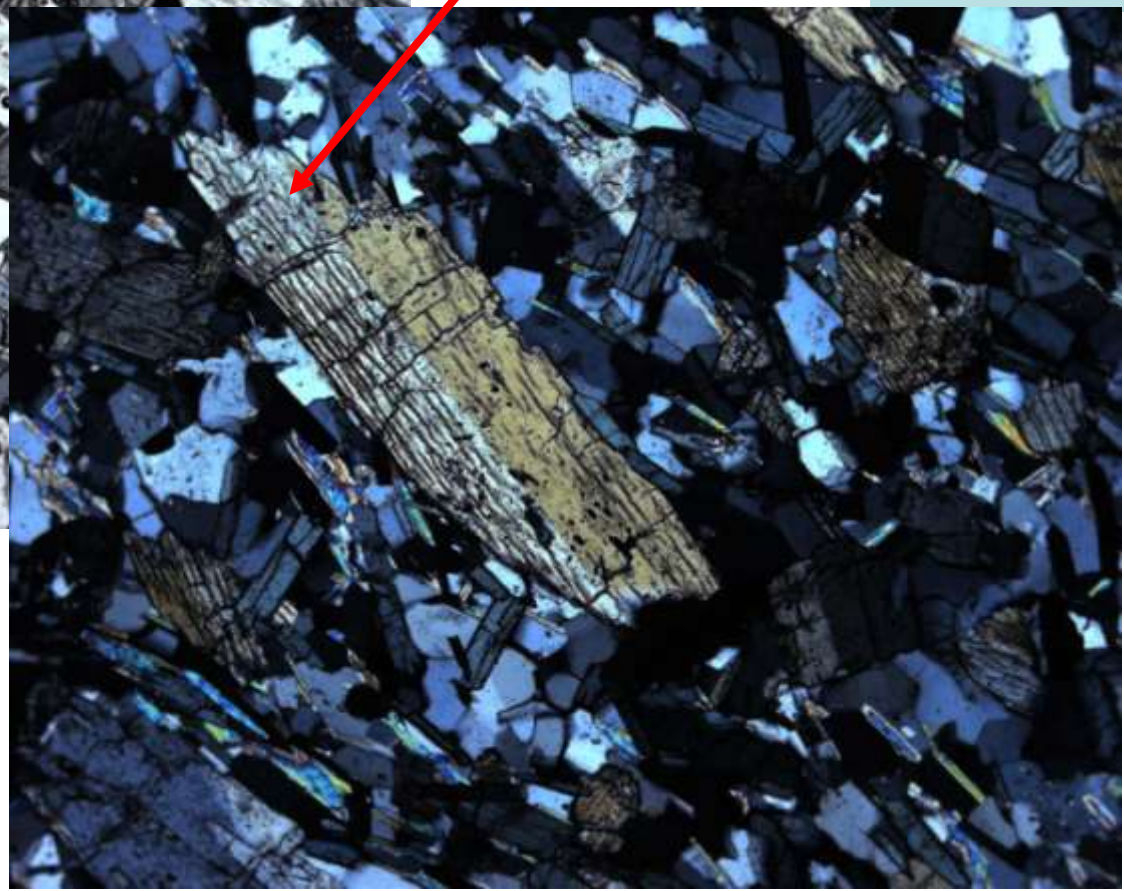
Фация зелёных сланцев. Хлоритоид и кианит



При 1 николе

Характерные
простые двойники
кианита

Николи х

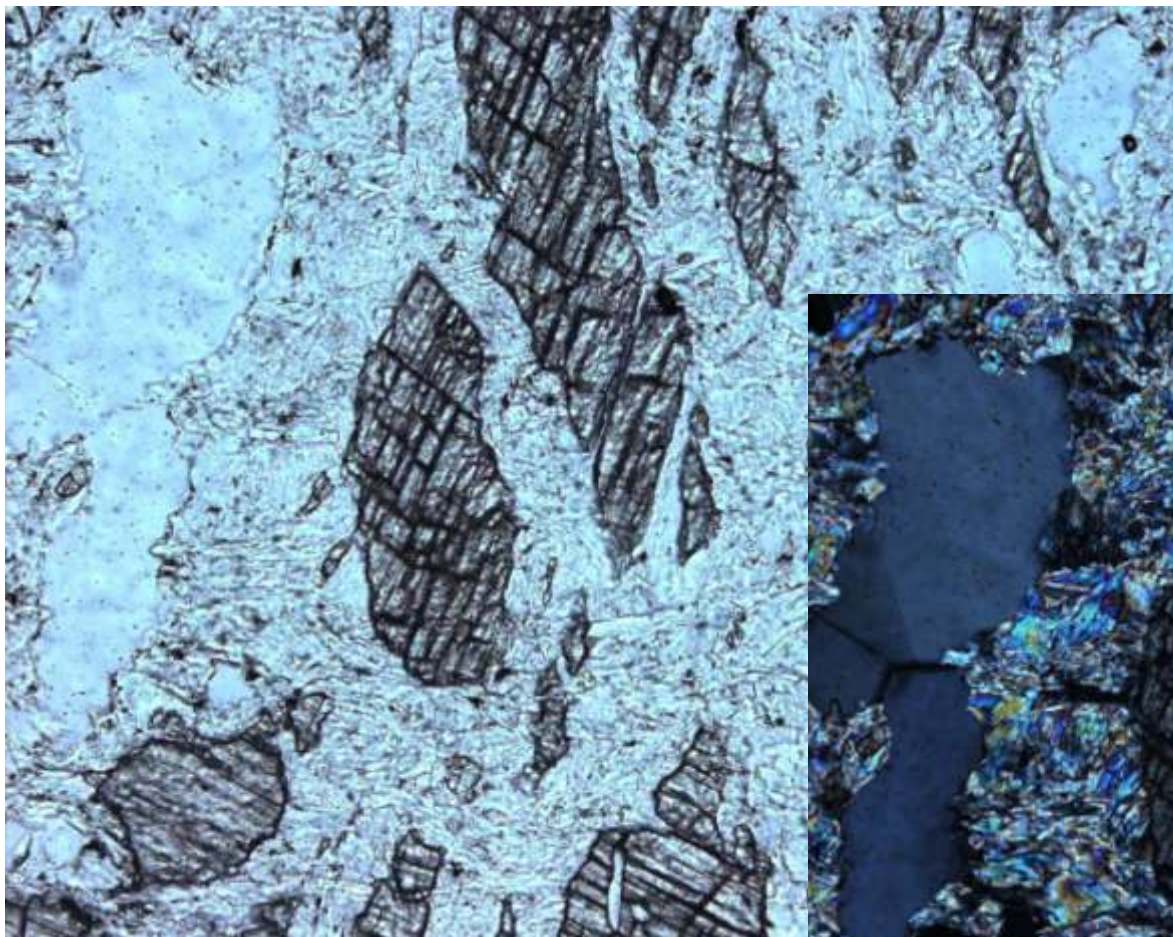


Северное Забайкалье.
Патомское нагорье

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

Диафториты фации зелёных сланцев по породам амфиболитовой фации.

Фенгит по кианиту



При 1 николе

Николи х

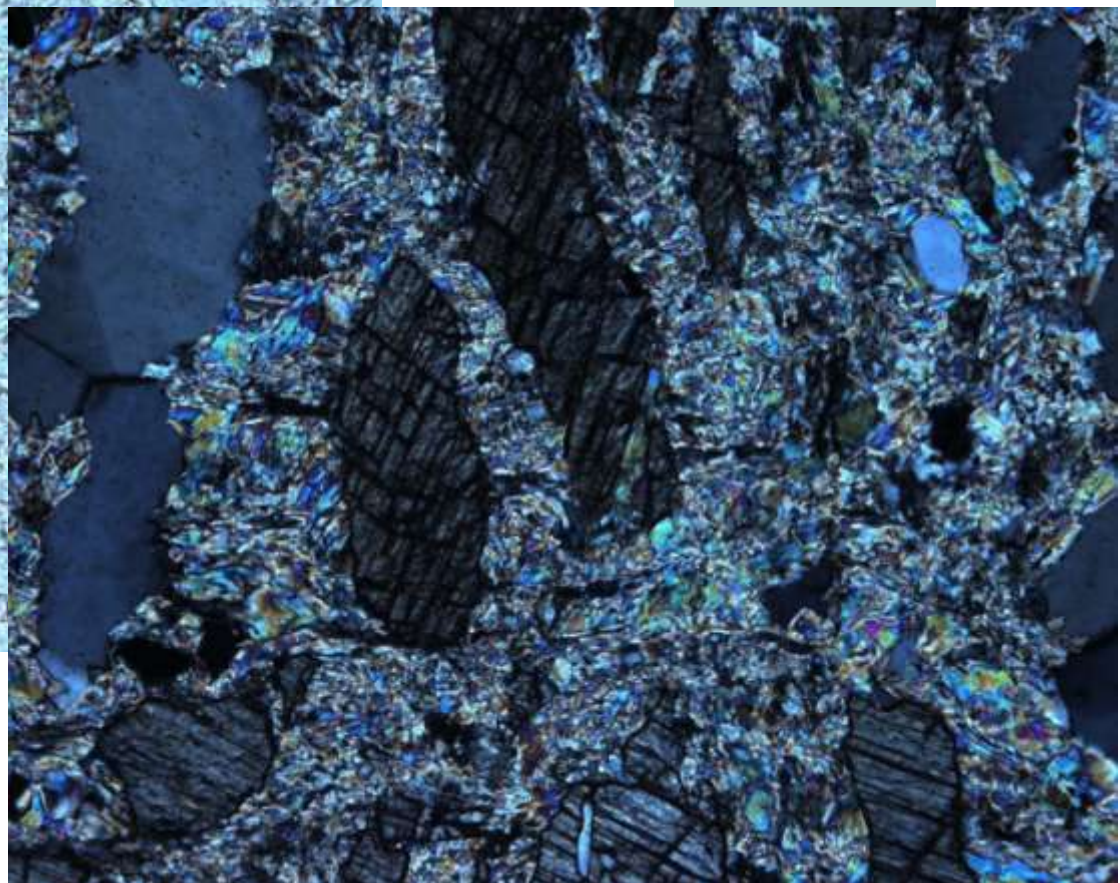


Фото Э.М. Спиридонова

Фа́ция голу́бых сланцев

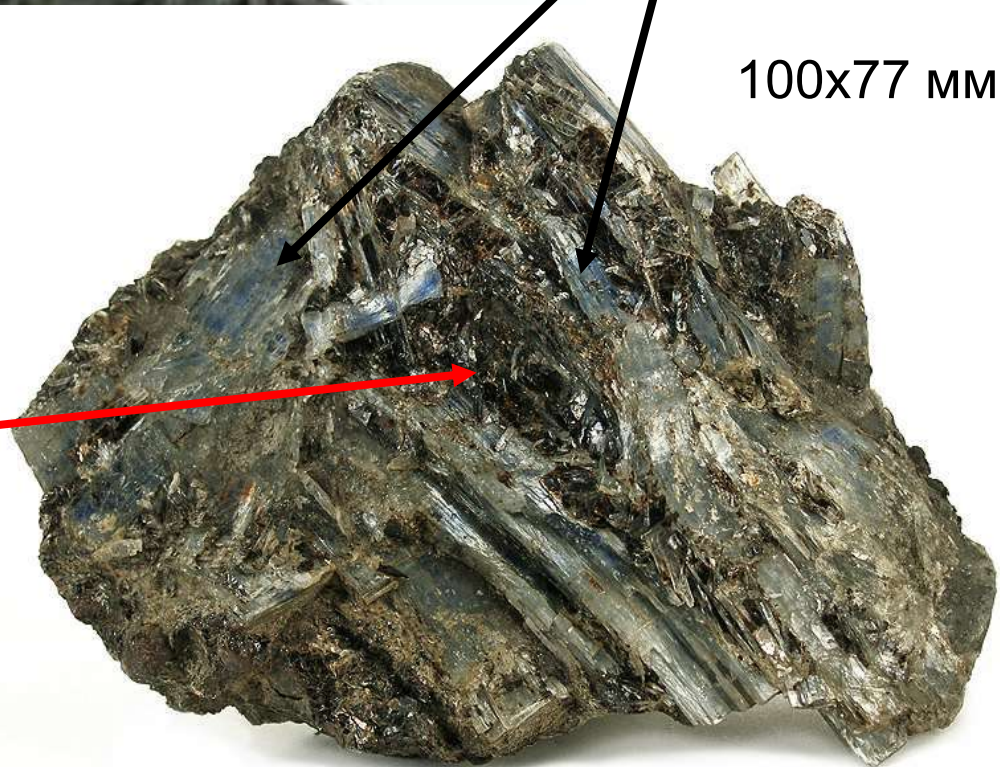
Железорудное месторождение Честер, США

72x35 мм



Кианит

100x77 мм



Корундофиллит –

крайне высокоAl хлорит



Амфиболитовая фация высокого давления

120x70 мм



Параморфоза кианита по андалузиту - хиастолиту
(метакристалл в углеродистых сланцах).

Кейвы, Кольский полуостров. Колл. и фото Э.М. Спиридонова

АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2 [O/SiO_4]$

Параморфозы кианита по андалузиту - хиастолиту (метакристаллы в углеродистых сланцах). Кейвы, Кольский полуостров



Месторождения кианита на Кольском полуострове



Фото Н.Н. Жукова

628/1
ПАРАМОРФОЗА КИАНИТА ПО
АНДАЛУЗИТУ
Kyanite paramorph after andalusite
Центр.Кейвы Central Keivy

АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2 [O/SiO_4]$

Параморфозы кианита по андалузиту-хиастолиту
(метакристаллы в углеродистых сланцах). Кейвы, Кольский полуостров



Фото
ННЖ
и
ЭМС



АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2 [O/SiO_4]$

Метапелиты - кианитовые кристаллические сланцы. Кейвы, Кольский п-ов

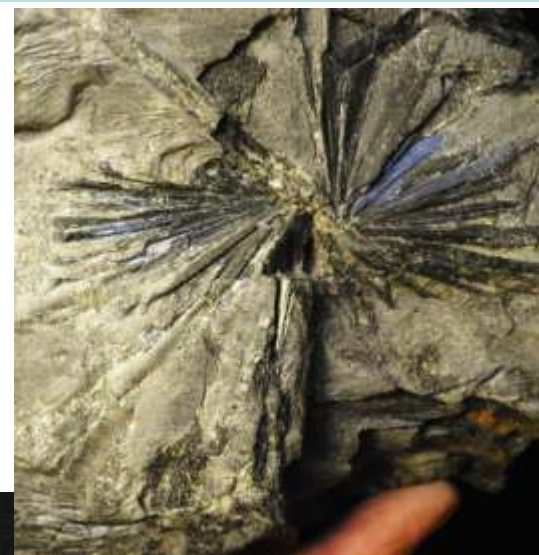
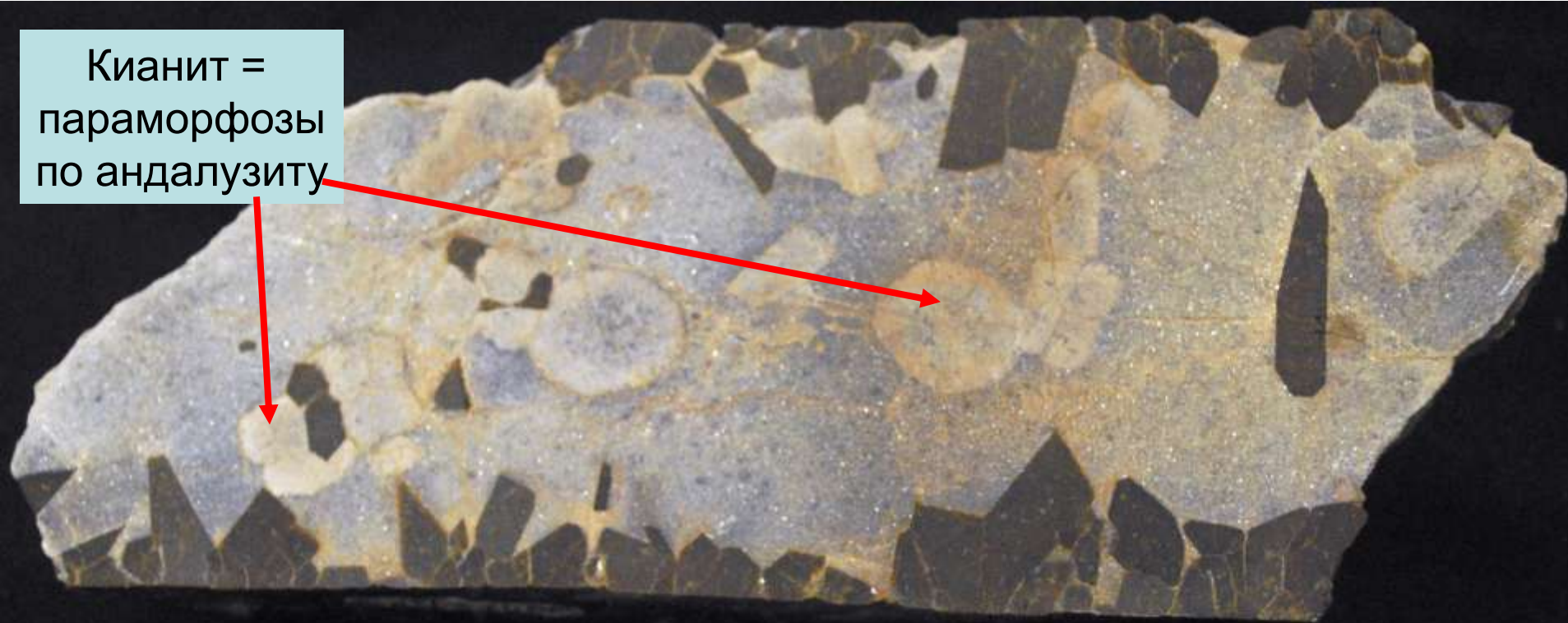


Фото
ННЖ
и
ЭМС

АФ. Ставролит $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_9[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

Кварц – кианит - слюдяные кристал. сланцы. Кейвы, Кольский полуостров

Кианит =
параморфозы
по андалузиту

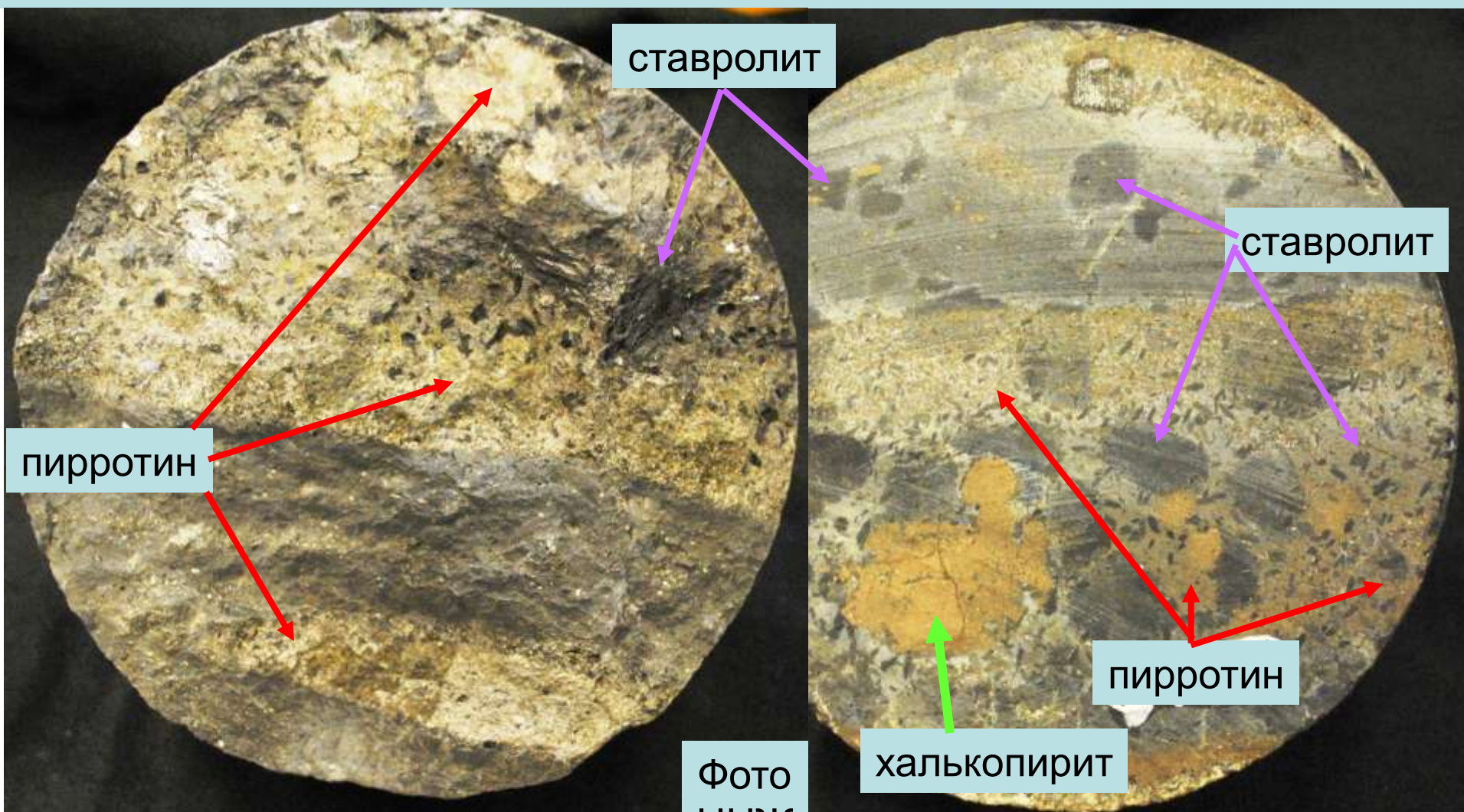


3700/2
СТАВРОЛИТОВЫЙ СЛАНЕЦ
Staurolite schist
Центр. Кейвы Central Keivy

Фото Н.Н. Жукова и
Э.М. Спиридонова

АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2 [O/SiO_4]$

Метапелиты - кианитовые кристаллические сланцы. Кейвы, Кольский п-ов



3705
СУЛЬФИДЫ В КИАНИТ-СТАВРОЛИТОВОМ СЛАНЦЕ

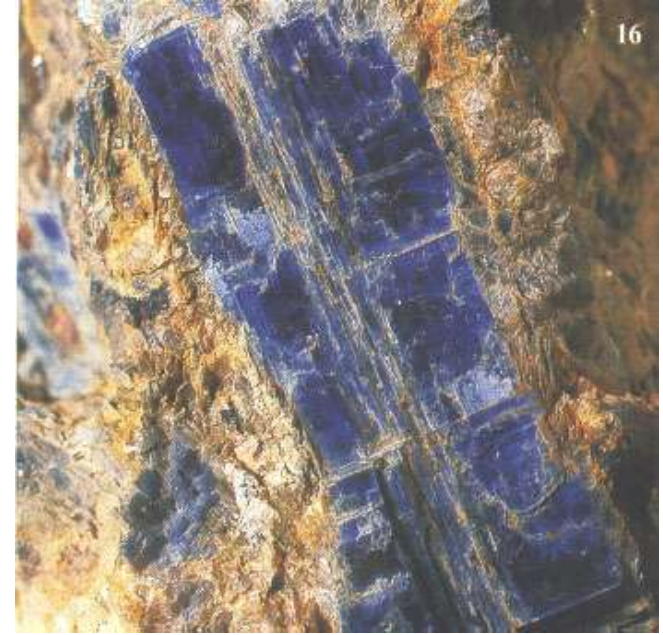
Фото
ННЖ
и
ЭМС

3705
СУЛЬФИДЫ В КИАНИТ-СТАВРОЛИТОВОМ СЛАНЦЕ

АФ. Кианит в крист. сланцах - плагиогнейсах



Кианит Северная Карелия



АФ. Кианит в кварц-парагонит. крист. сланцах



50 мм

Pizzo Forno,
Ticino,
Швейцария



80 мм

Сен-Готтард, Швейцария



90
мм

Кианит $Al_2[SiO_4]O$ - голубой (главный хромофор - Fe^{3+}), иногда с александритовым эффектом, развит в высокоглинозёмистых гнейсах, кристаллических сланцах, кварцитах Бирмы, Кашмира, Кении, Урала; изумрудно-зелёный (хромофоры - Fe^{3+} , Cr, V) - в Танзании.

АФ. Кианит в белых парагонит. крист. сланцах



Альпы



Pizzo
Torno,
Альпы



45 мм



Тессин, Швейцария



Борисовские сопки, Ю. Урал

Кианит в кварц. жилах среди метаморфитов

Кейвы, Кольский полуостров



Фото Н.Н. Жукова и
Э.М. Спиридонова



Кристаллы до 310 мм

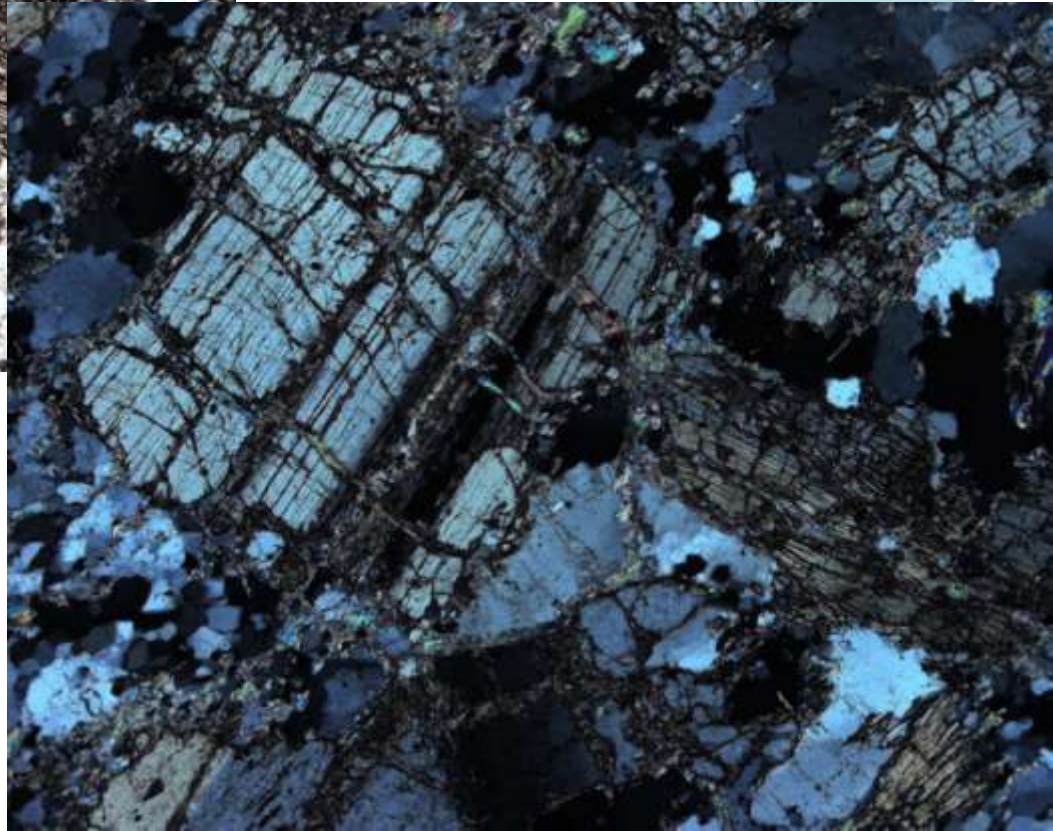
АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2[O/SiO_4]$

При 1
никеле

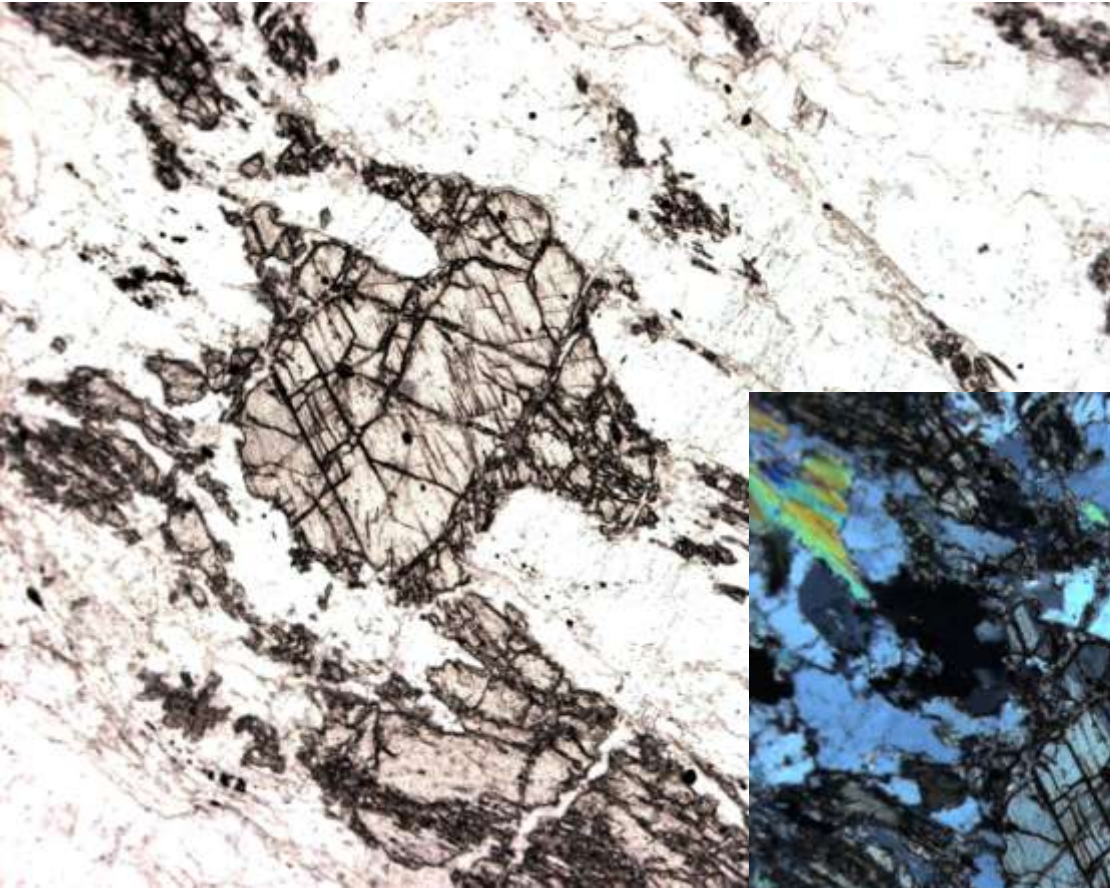
Николи
х

Кианитовые кварциты.
Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

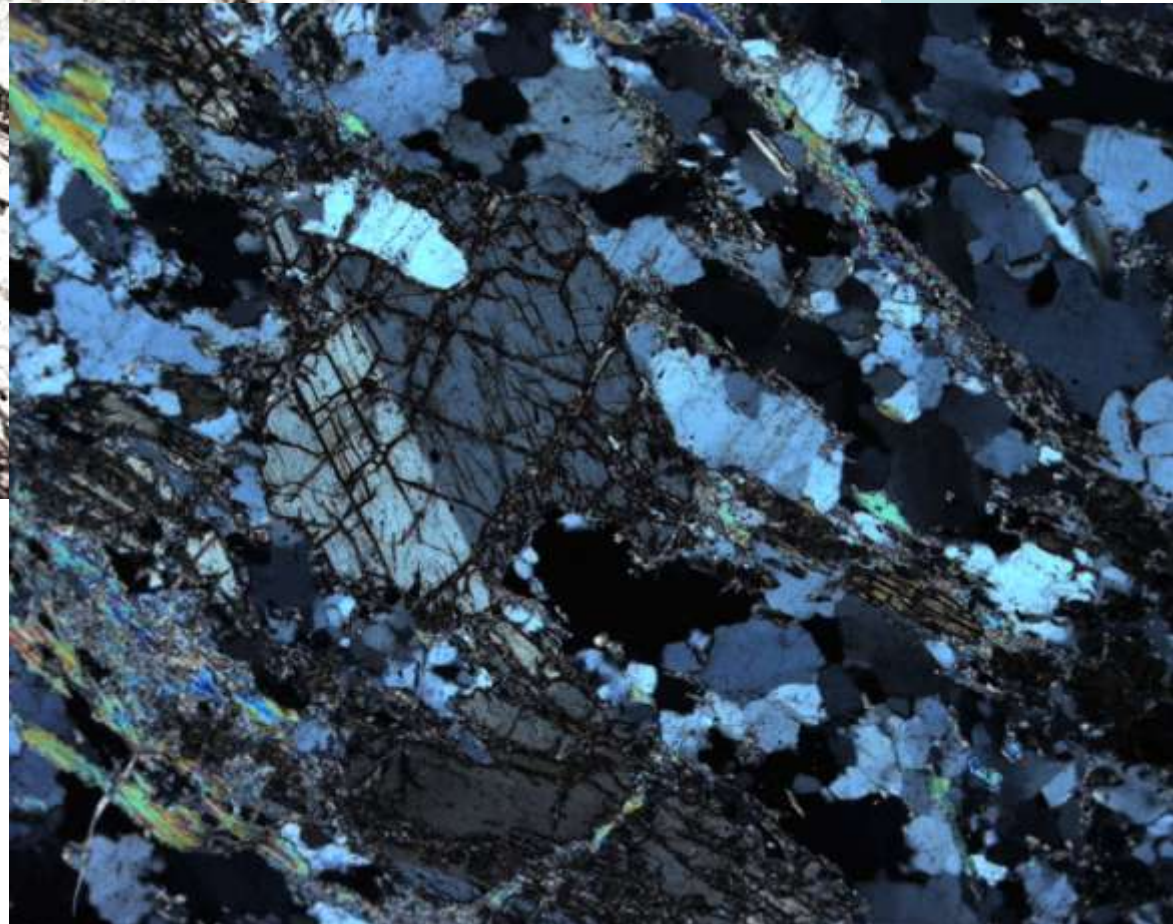


АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2[O/SiO_4]$



При 1
никеле

Николи
х



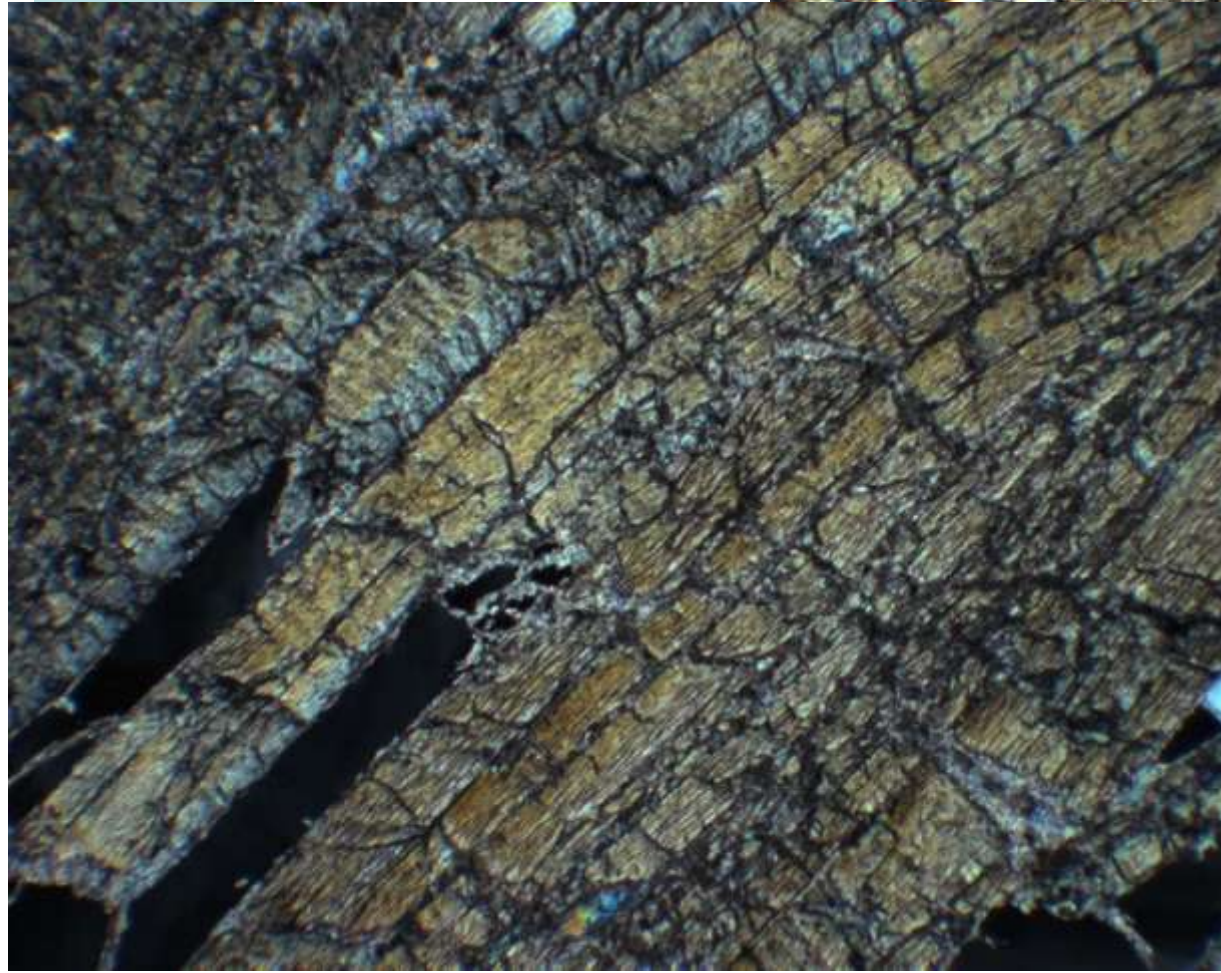
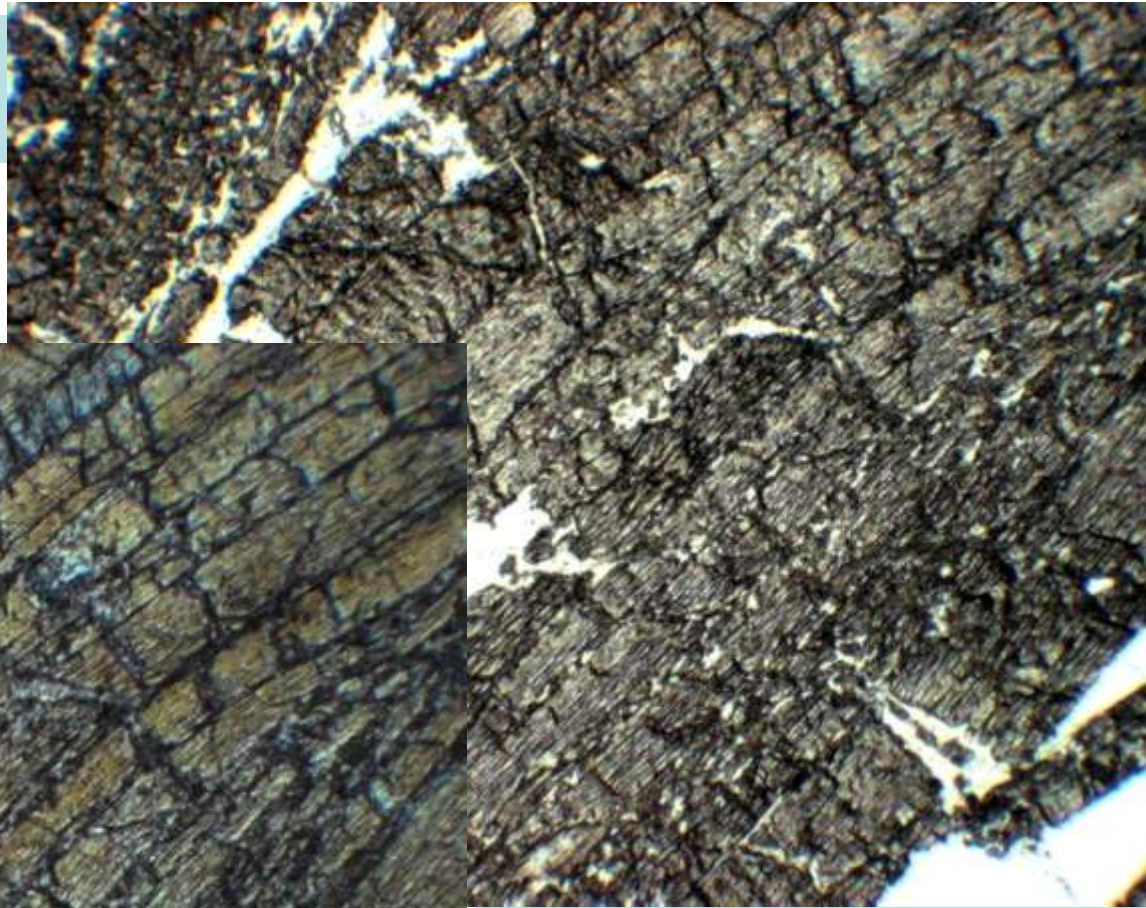
Кианитовые кварциты.
Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2[O/SiO_4]$

При 1
никеле

Николи
х



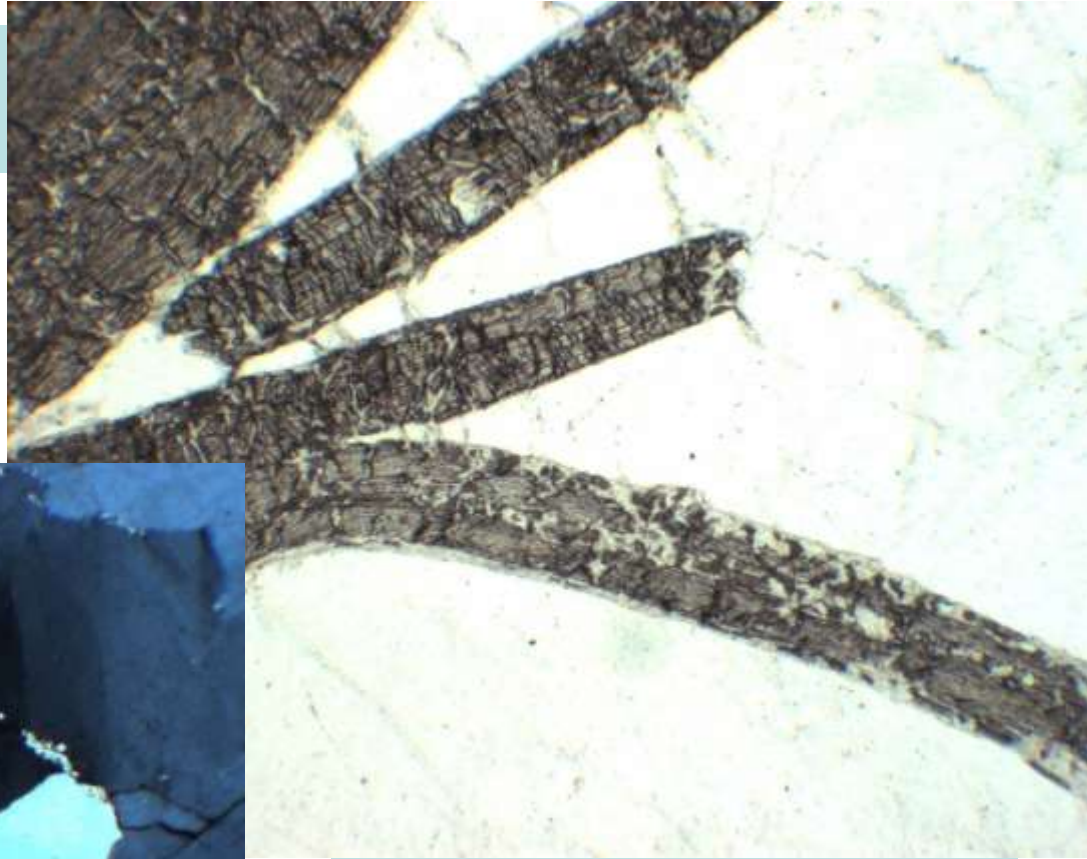
Кианитовые сланцы.
Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

АФ высокого Р. Кианит (дистен) $Al_2[O/SiO_4]$

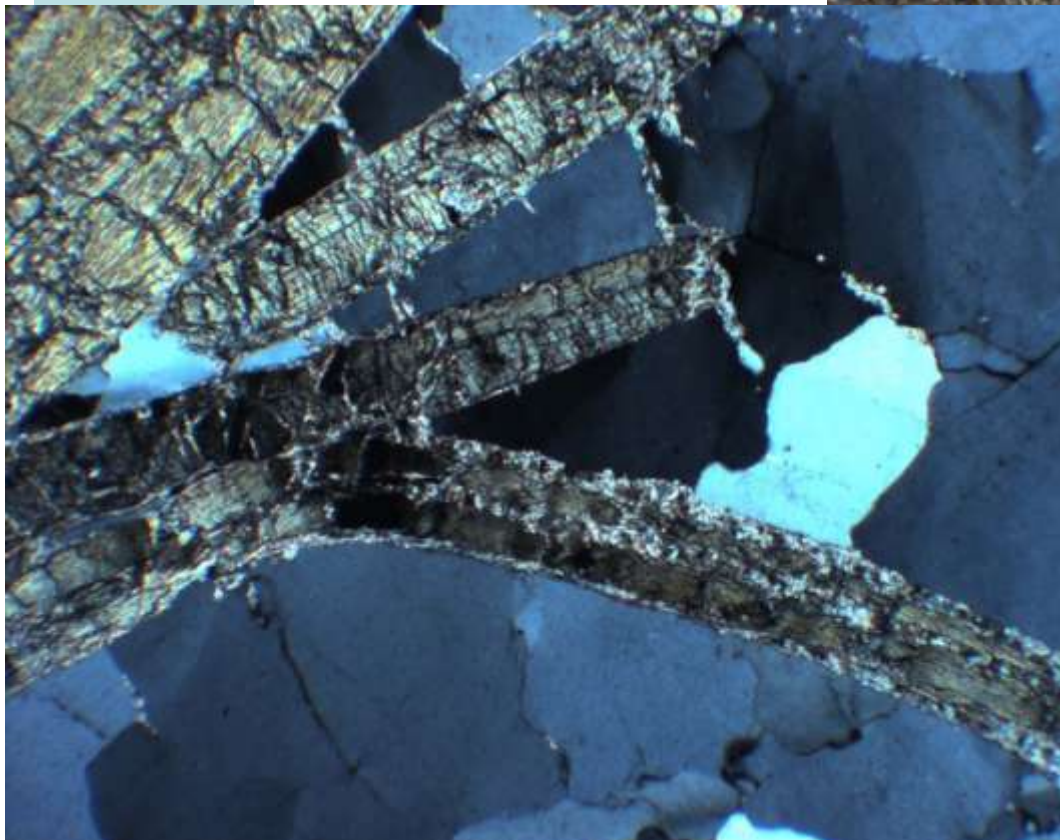
При 1
нике

Николи
х



Кварц - кианитовые
сланцы.
Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.

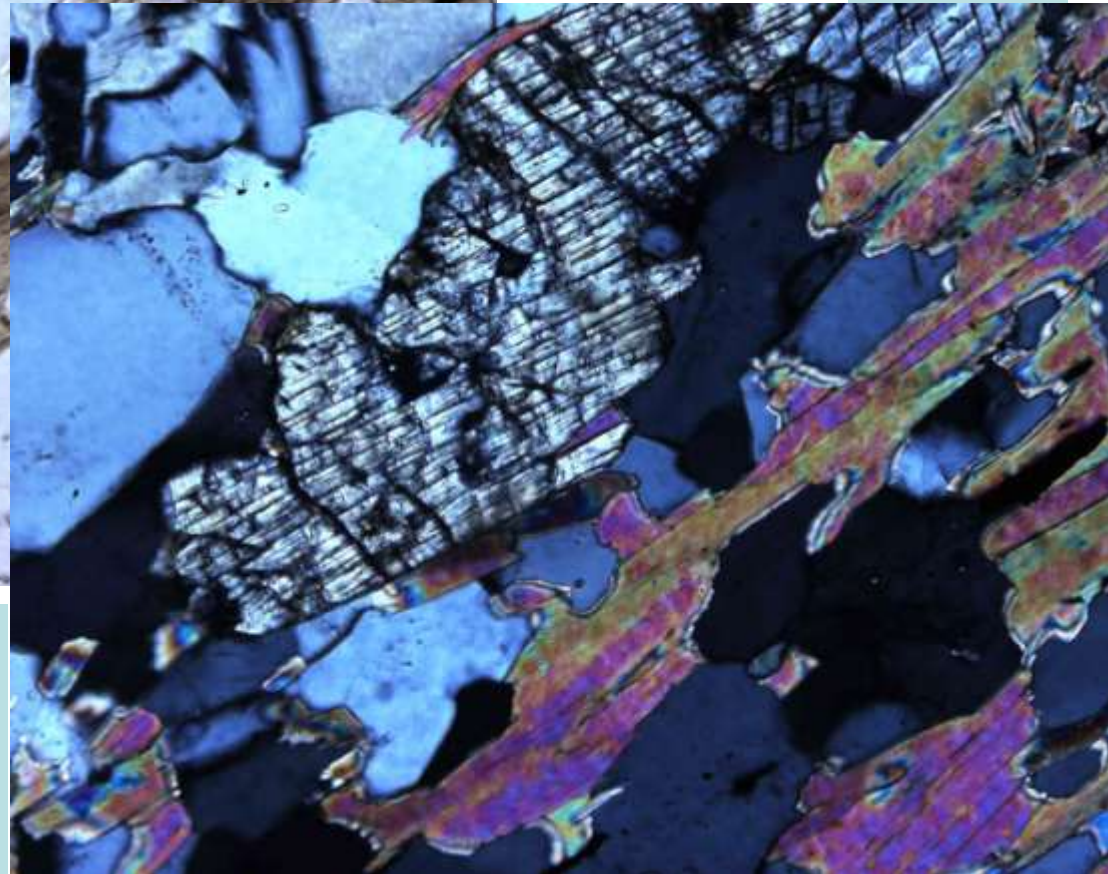
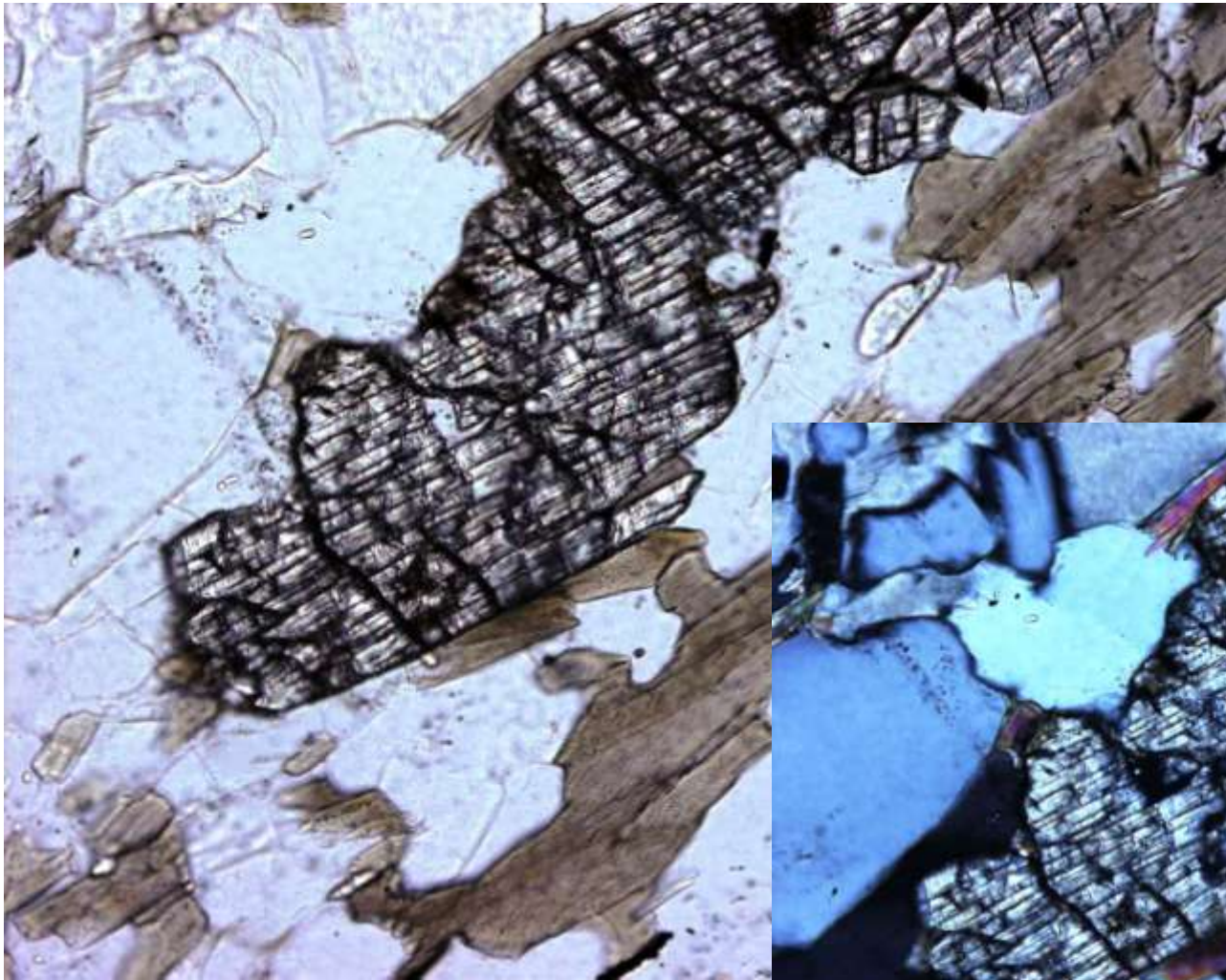
Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова



АФ. Кианит в фенгит - биотит. крист. сланцах

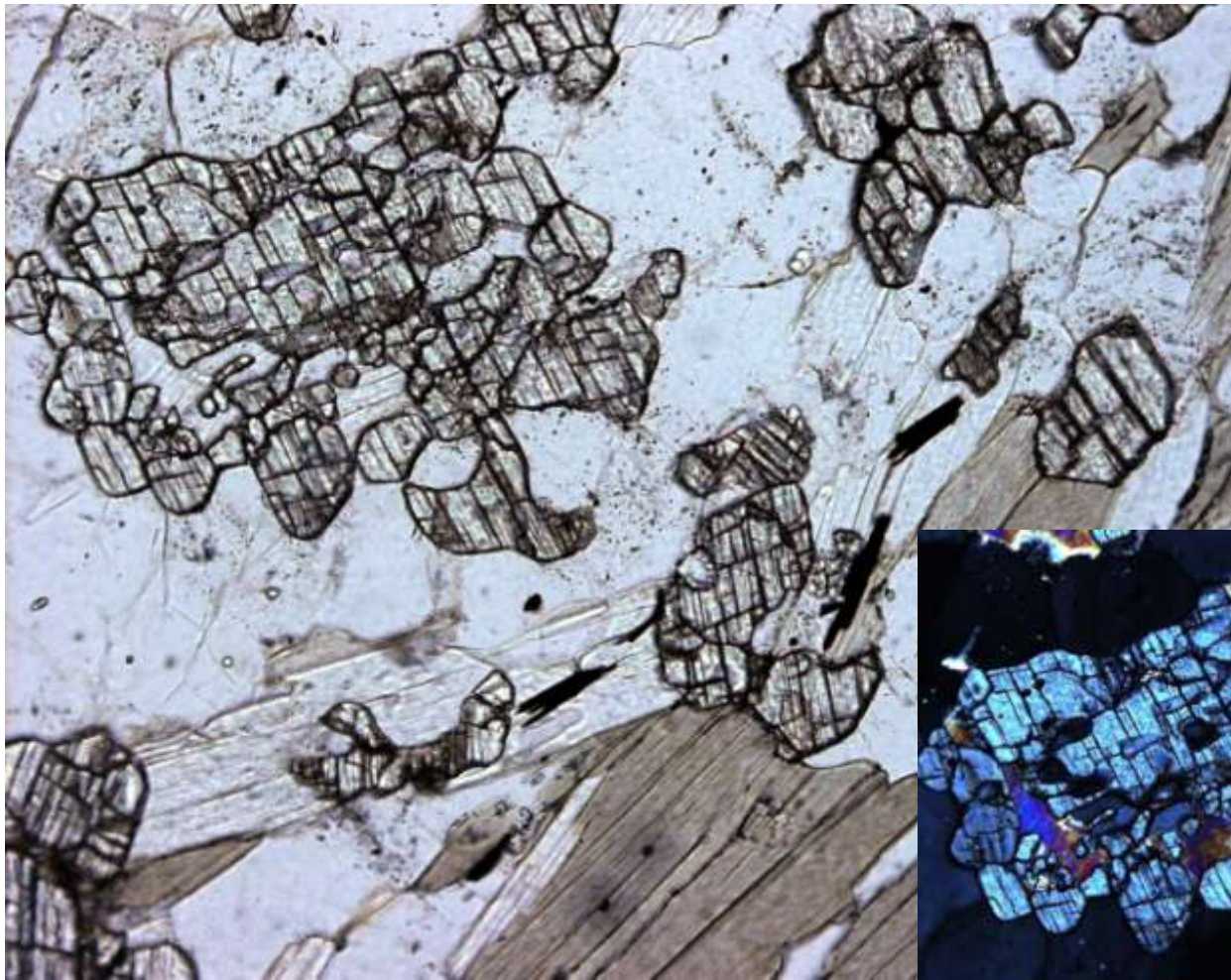
При 1
никеле

Николи
х



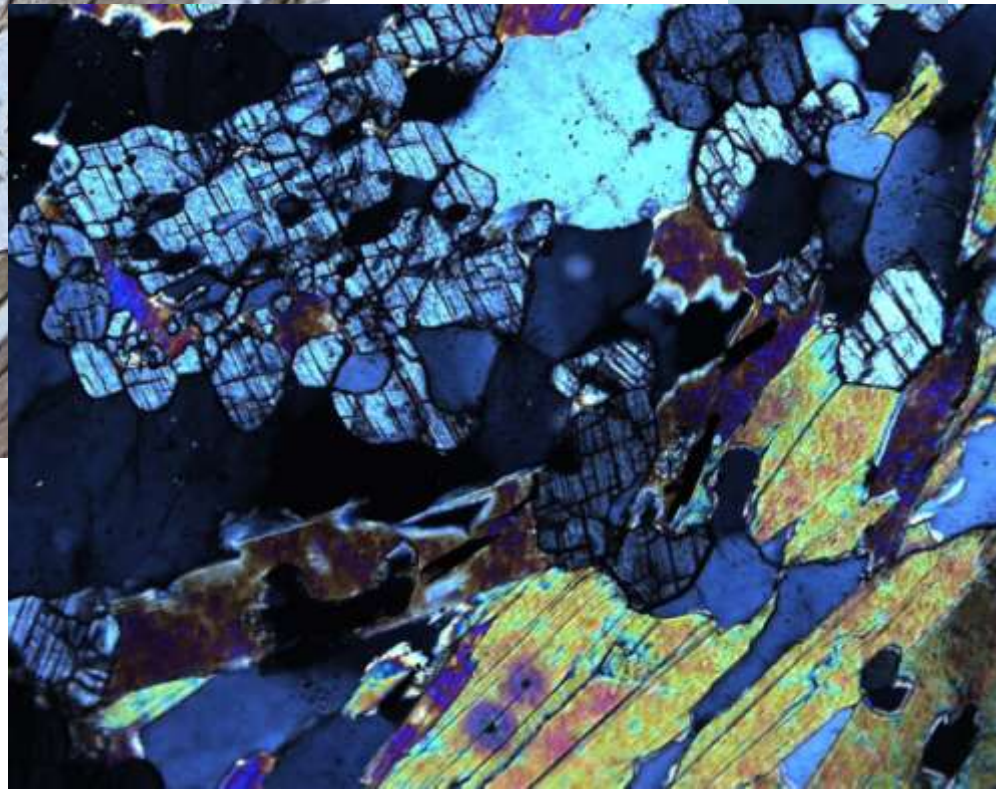
Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.
Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

АФ. Кианит в фенгит - биотит. крист. сланцах



При 1
николе

Николи
х



Патомское нагорье.
Северное Забайкалье.

Колл. В.А. Макрыгиной
Фото Э.М. Спиридонова

Амфиболитовая фация. Метабазиты



Рубин с каймой кианита
в массе фуксита. Майсор, Индия



Кианит в кварц. жилах среди метаморфитов



Оуро Прето,
Бразилия



27 мм

Хромкианит.
Реш,
Пакистан



Goas, Бразилия

38x19 мм



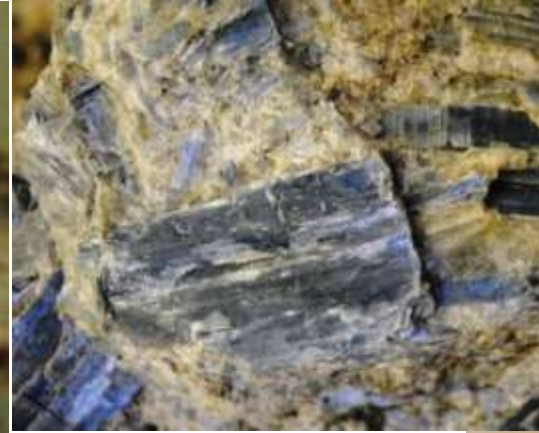
Манганкианит

Нани, Лолиондо,
Танзания

Кианит в кварц. жилах среди метаморфитов



Минас Жераис, Бразилия



Мадагаскар

**Гранулитовая
фа́ция повы́ш. Р.
Кианит (дистен)
 $Al_2 [O/SiO_4]$**



Кристалл кианита 42x7 мм
в кварцевой жиле.
Barra do Salinas,
Coronel Murta

Минас Жераис, Бразилия

Силлиманит по кианиту = тепловой удар



Флогопит – кварц - кианитовая жила. Кианит почти полностью замещён фибролитом – силлиманитом. Фрагмент 80x60 мм. Восточные Родопы, Болгария. Колл. и фото Э.М. Спиридонова

Гранулитовая фация. Силлиманит – параморфозы по кианиту

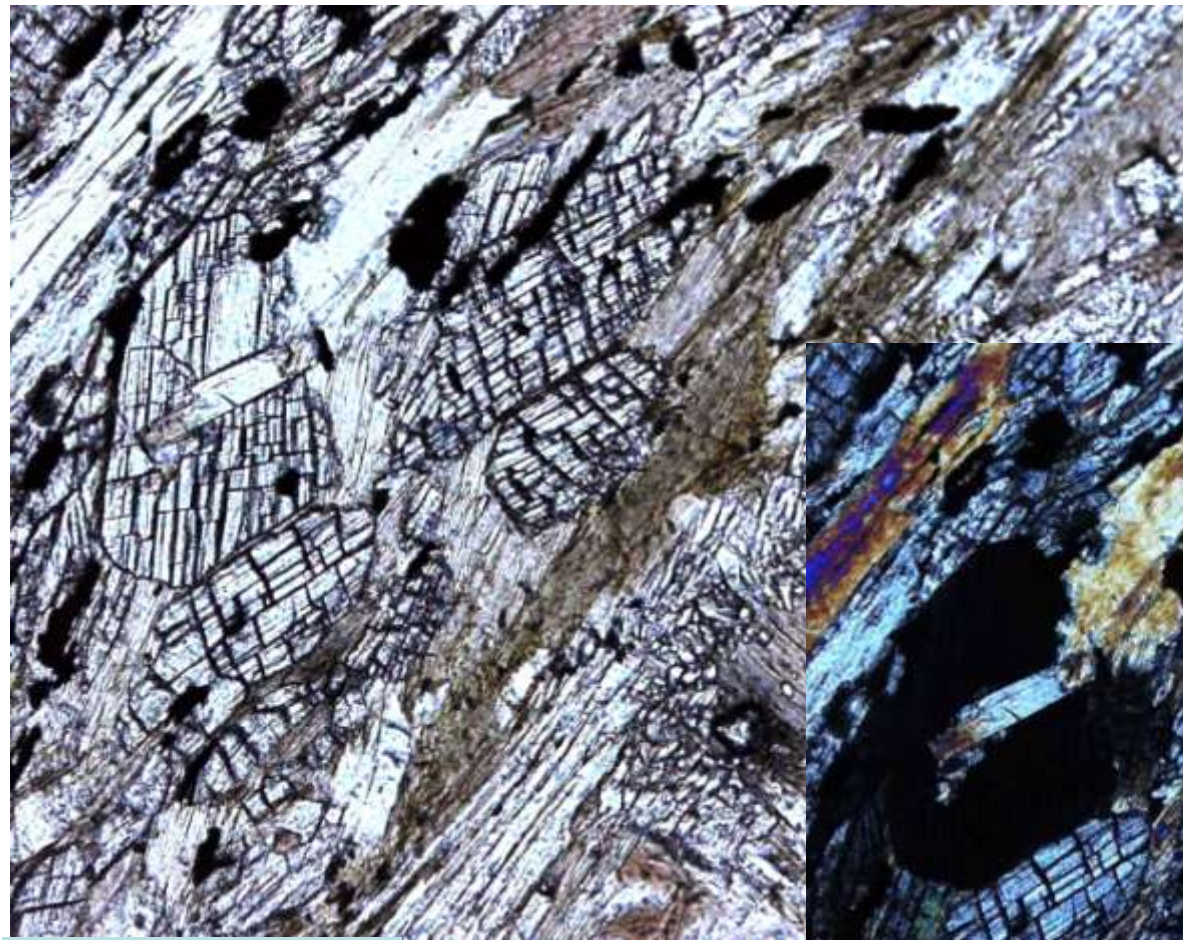


Силлиманитовые кристаллические сланцы.
Delaware State mineral = sillimanite. Brandywine Springs

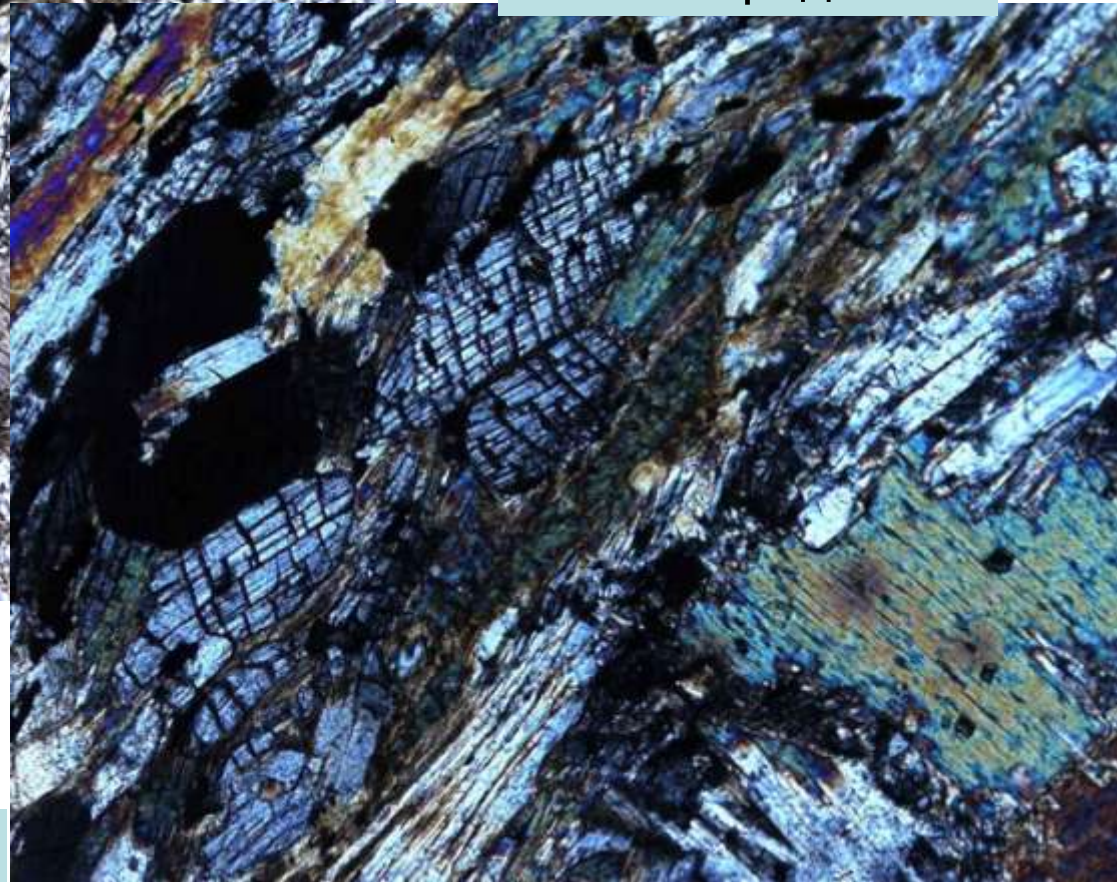
ГФ. Силлиманит по кианиту = тепловой удар

Графит – биотит -
кианитовые кристал.
сланцы. Алданский щит

Фото
Э.М Спиридонова



При 1 николе



Николи х

Эклогитовая фация

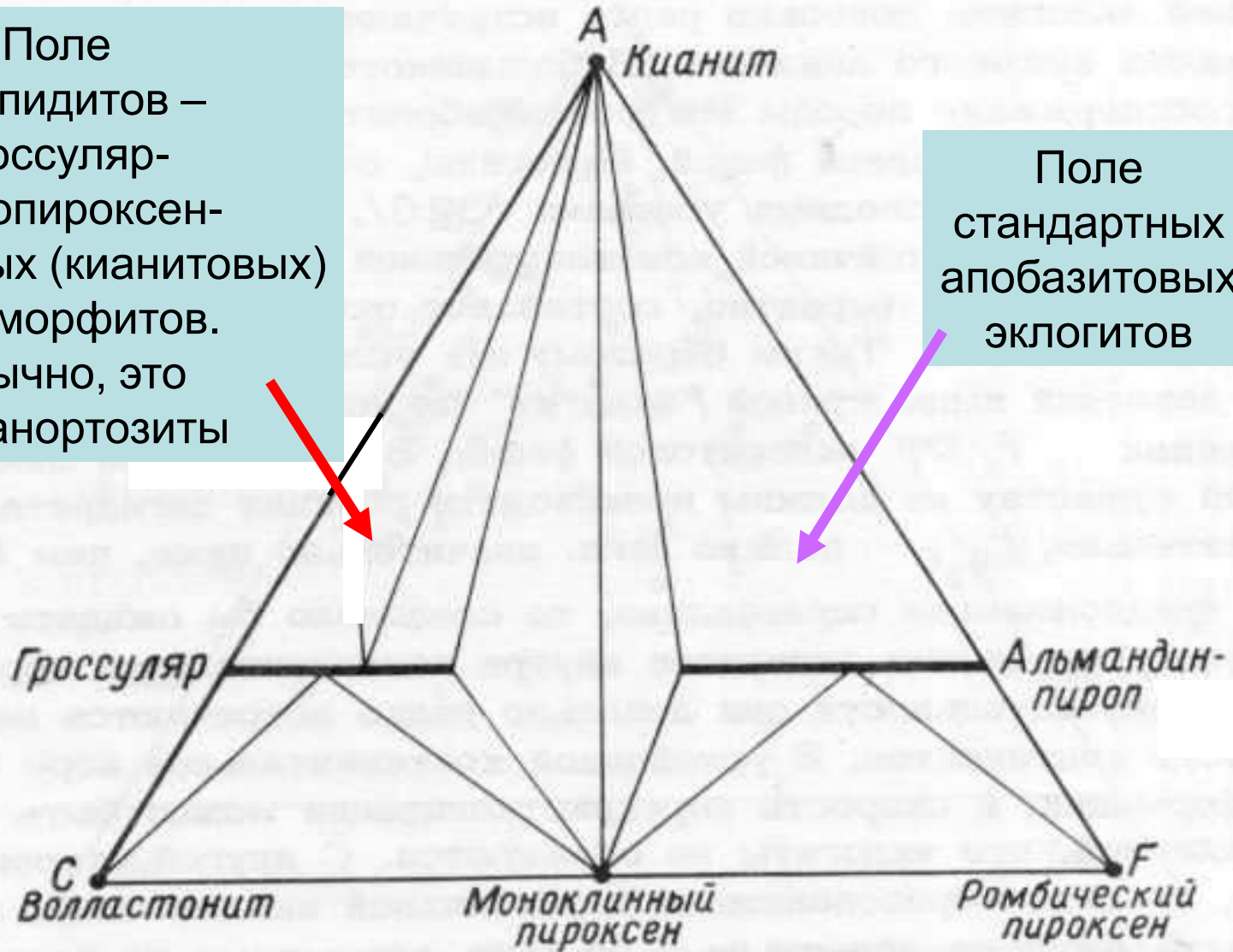
Коровые эклогиты

Минеральные ассоциации эклогитовой фации

Поле

гроспидитов –
гроссуляр-
клинопироксен-
дистеновых (кианитовых)
метаморфитов.
Обычно, это
метаанортозиты

Поле
стандартных
апобазитовых
эклогитов

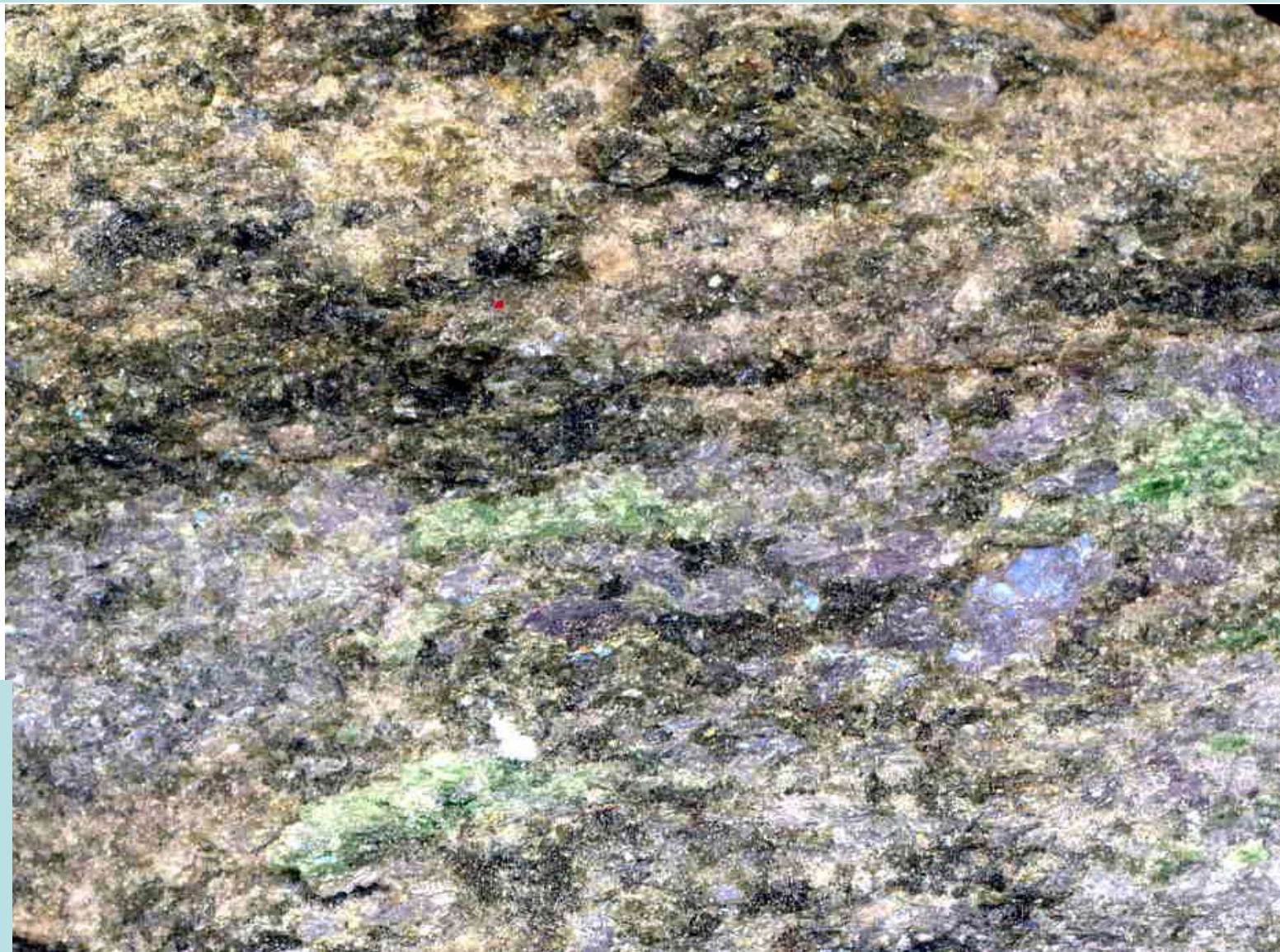


Ф и г. 12-3. Схематическая диаграмма ACF для эклогитовой фации. Поскольку пределы условий $P - T$ в этой фации очень широки, возможны различные вариации парагенетических соотношений минералов.

Коровые эклогиты. Параэклогиты

кварц – амфибол - гранат – омфацит - кианитовые.
Полярный Урал

39x29 мм

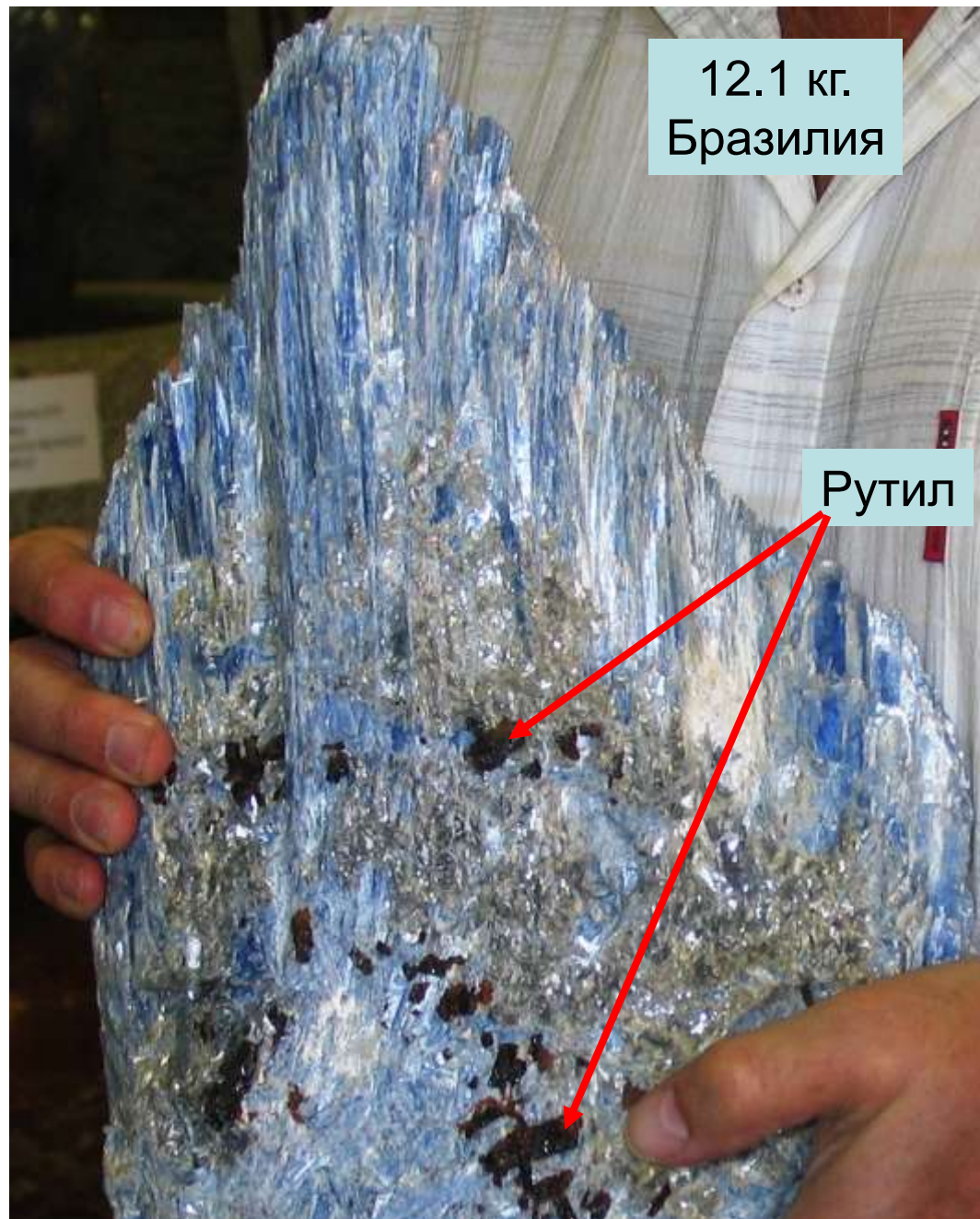


Образец
Н.Г.

Удовкиной
Фото Э.М.

Спиридонова

ЭФ. Метаморфогенно – гидротермальные жилы



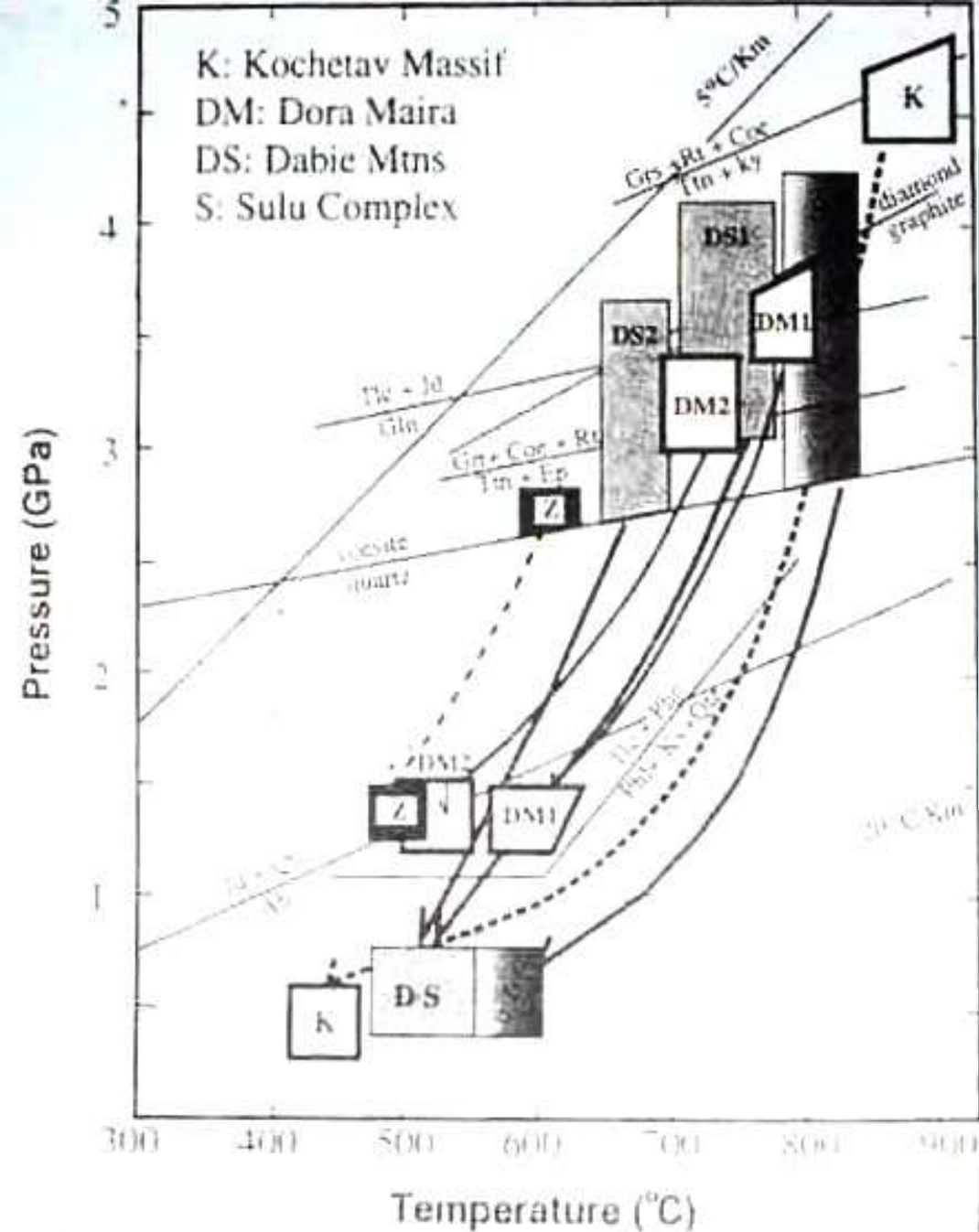
ЭФ сверхвысоких давлений

Некоторые метаморфические комплексы сверхвысоких давлений.

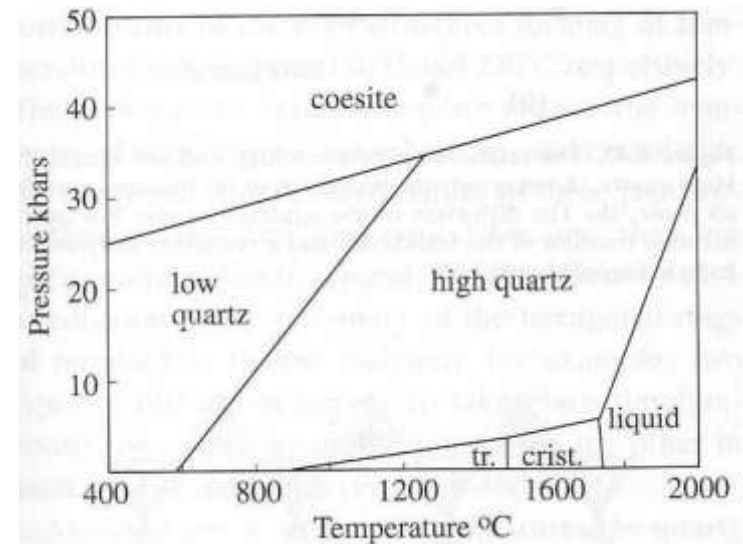
Кокчетавский (север. Казахстан) – 530 млн. лет.

Дабишанский (центр. Китай) и комплекс Сулу (вост. Китай) – 225 млн. лет.

Дора Майра (север. Италия) – 35 млн. лет



P-T estimates for both peak and retrograde metamorphism for major VHP terranes (modified after Harvey and Carswell 1995)



ЭФ сверхвысоких давлений краткого эпизода. Кумдыколь, Кокчетавский метаморфический комплекс

206x126 мм



Алмазоносные алюмоселадонит – кианит - гранат (альмандин-пироп) - тальковые кристаллические породы. Образец Н.Г. Удовкиной. Фото ЭМС

ЭФ сверхвысоких давлений.

Кумдыколь, Кокчетавский метаморфический комплекс

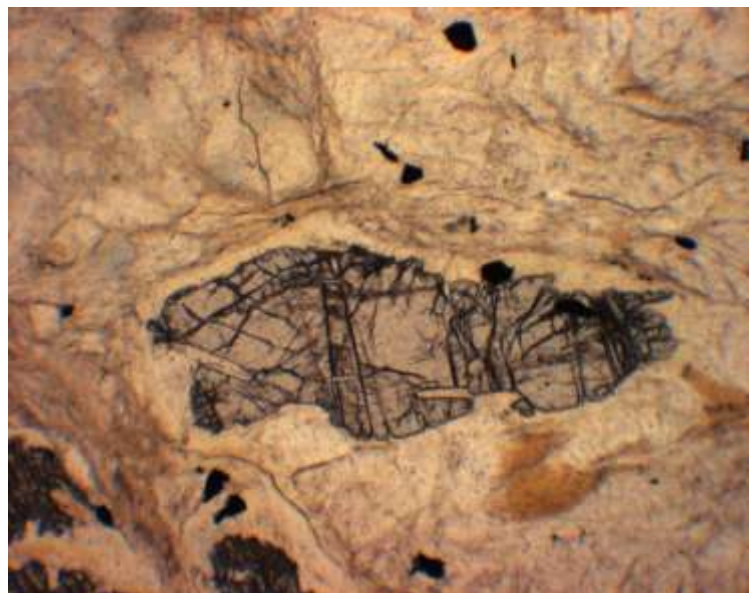


Алмазоносные алюмоселадонит – кианит - гранат (альмандин - пироп) - тальковые кристаллические породы.

70x48 мм. Образец Н.Г. Удовкиной. Фото Э.М. Спиридонова

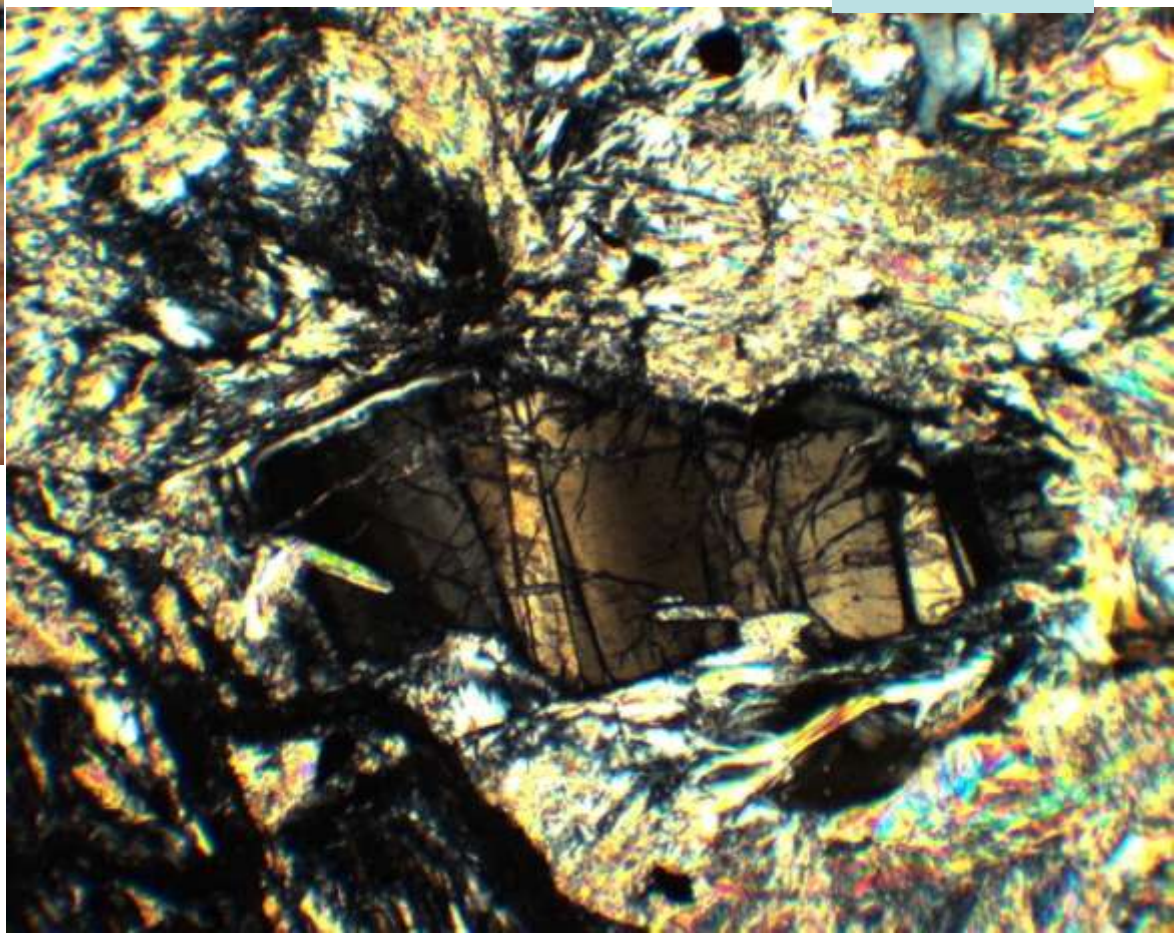
ЭФ сверхвысоких давлений. Кумдыколь, Кокчетавский метаморфический комплекс

Николи х



При 1 николе

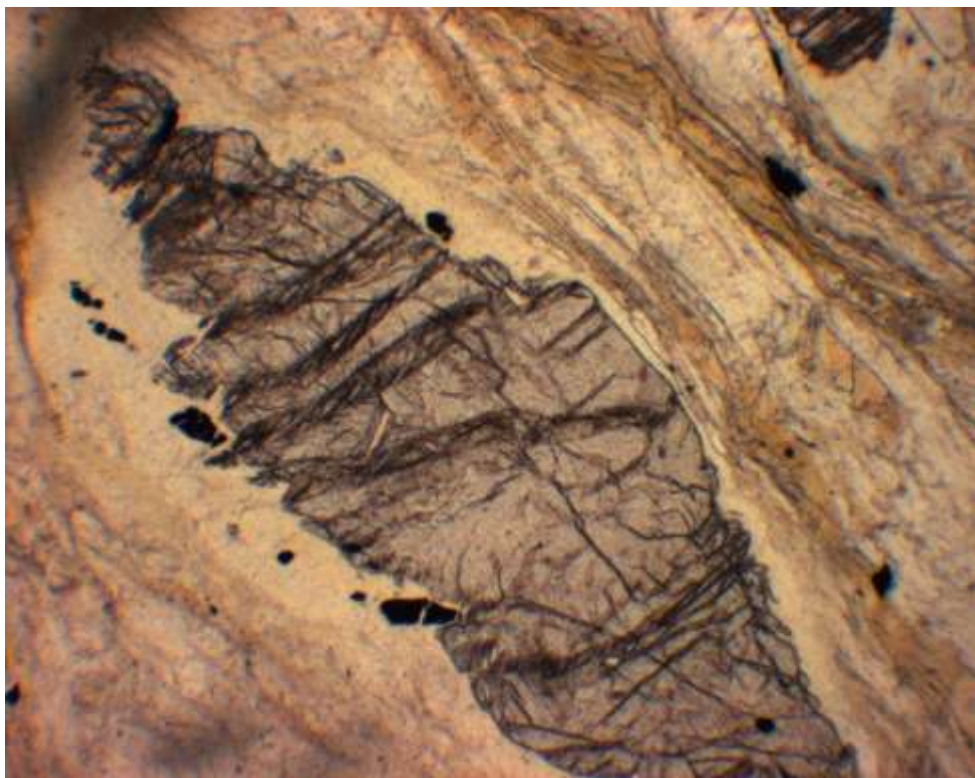
В кристалле кианита
- кинкбенды



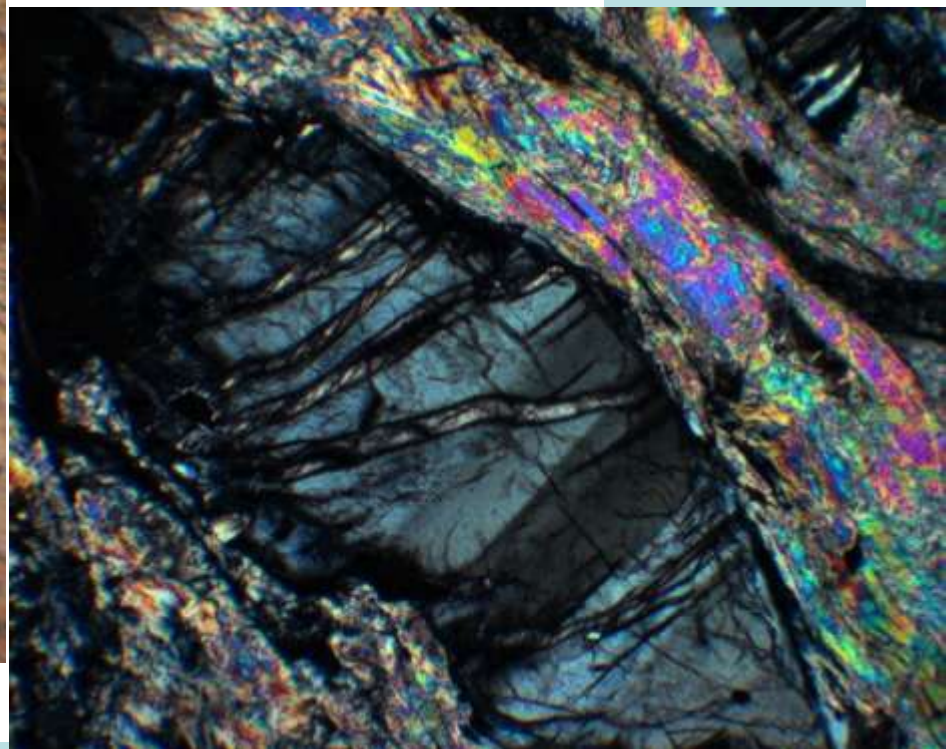
Рутил - алюмоселадонит – кианит - гранат - тальковые породы

Колл. Н.Г. Удовкиной. Фото Э.М. Спиридонова

ЭФ сверхвысоких давлений. Кумдыколь, Кокчетавский метаморфический комплекс



При 1 николе



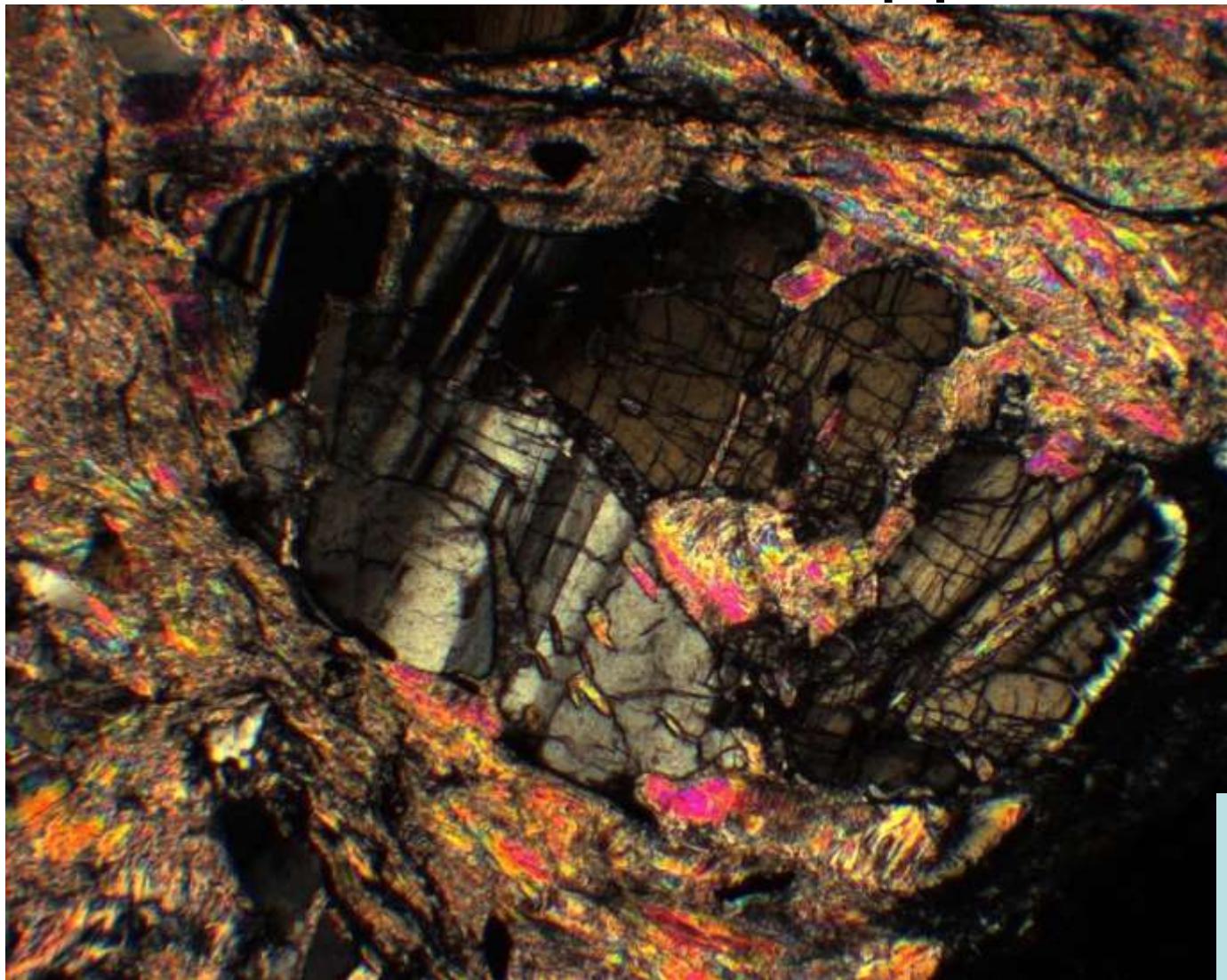
Николи х

В кристалле кианита
- кинкбенды

Рутил - алюмоселадонит – кианит - гранат - тальковые породы

Колл. Н.Г. Удовкиной. Фото Э.М. Спиридонова

ЭФ сверхвысоких давлений. Кумдыколь, Кокчетавский метаморфический комплекс



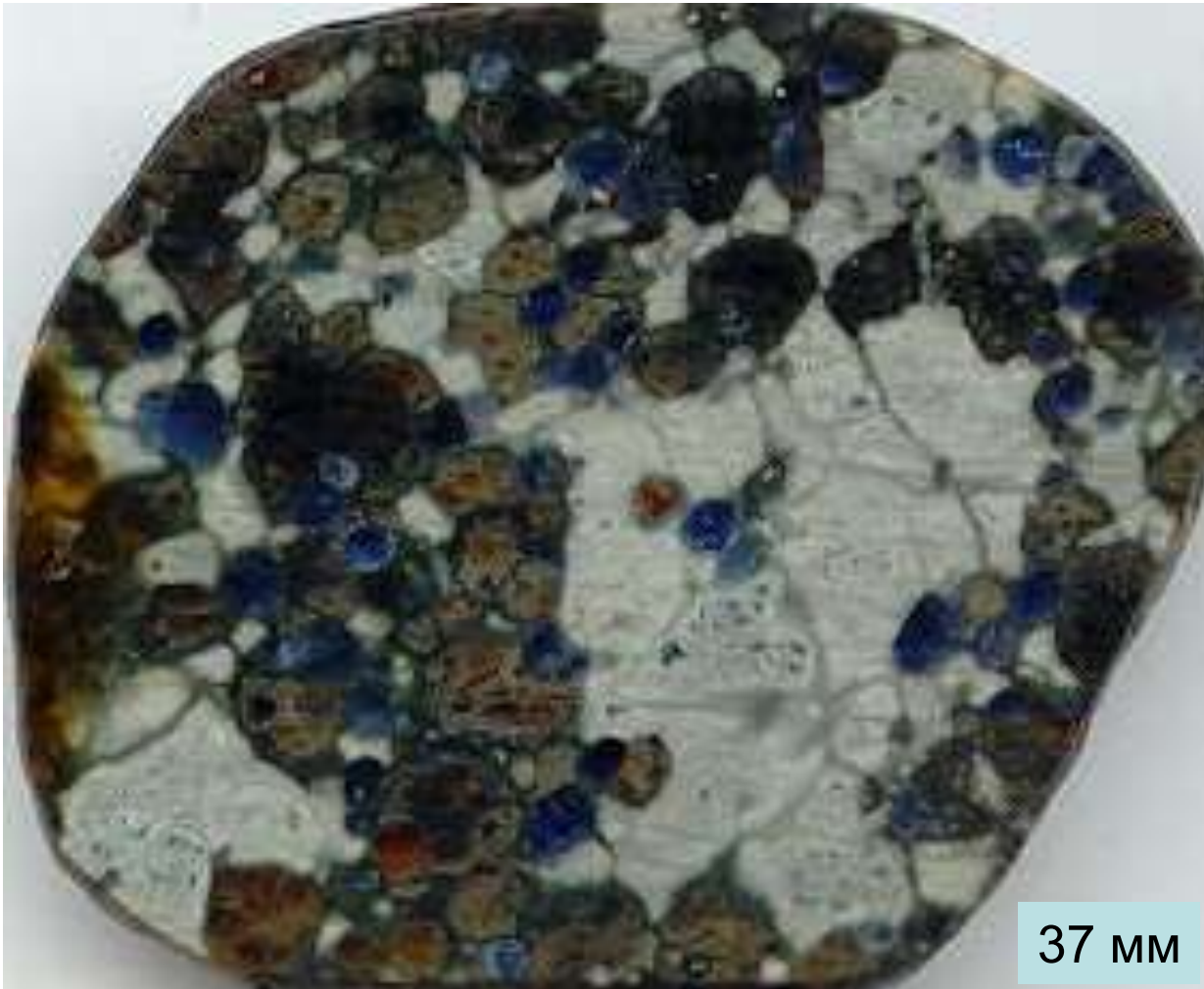
Николи x

Колл. Н.Г.
Удовкиной.
Фото Э.М.
Спиридонова

В кристалле кианита - кикбанды

Рутил - алюмоселадонит – кианит - гранат - тальковые породы

Мантийные гроссуляр – пироксен –
дистеновые породы = гроспидиты,
нередко с коэситом и/или санидином ± алмаз.
Ксенолиты в кимберлитах Вост. Сибири



37 мм

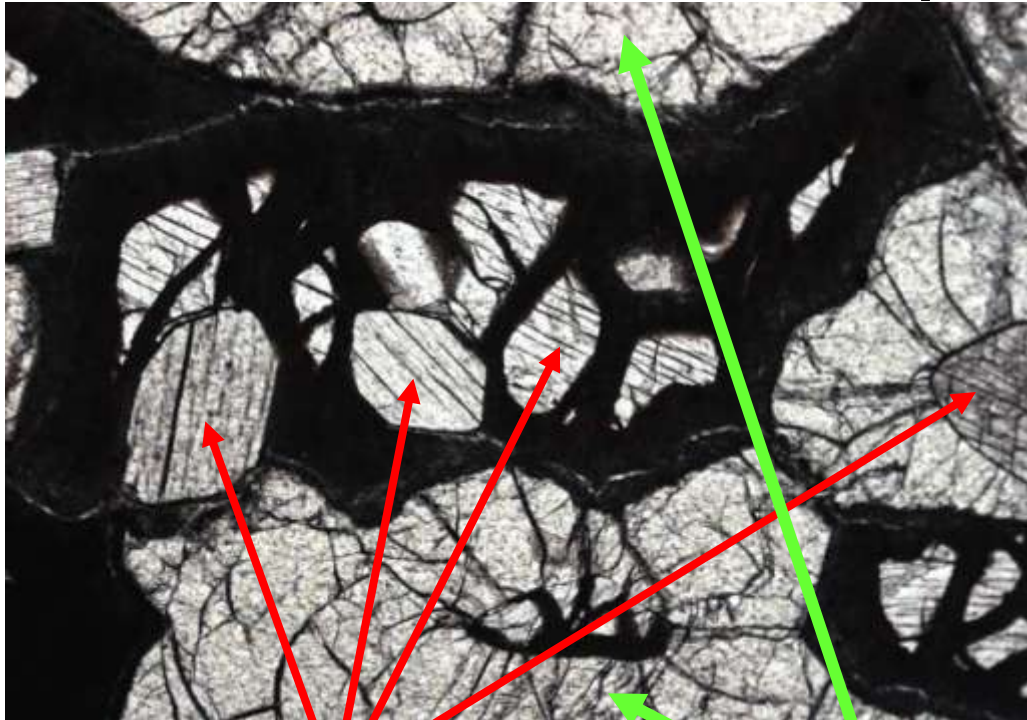
Возможно, это
метаанортозиты.

Возможно, это
метаграувакки.

Белёсый –
изменённый
клинопироксен

Колл.
А.И. Пономаренко
Фото
Э.М. Спиридонова

Мантийные коэситовые гроспидиты (ортоэклогиты ? - параэклогиты ?). Ксенолиты в кимберлитах трубки Удачная, Восточно-Сибирская платформа

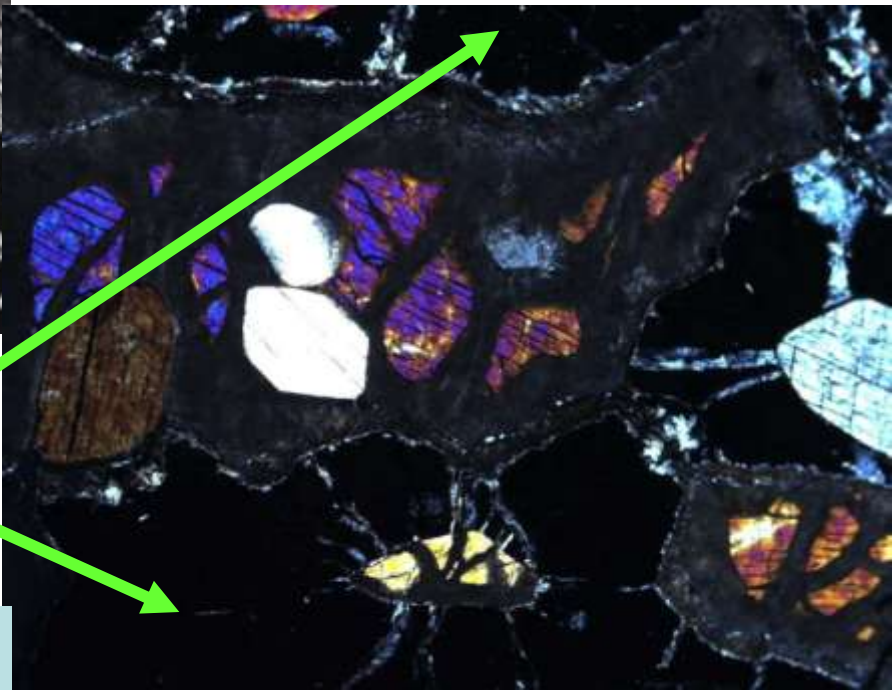


Тёмная масса при 1 николе –
разложенный клинопироксен.
Мелкозернистые каёмки между
гранатом и пироксеном - кварц
по коэситу.

При 1
николе

Кианит

Гранат



Николи x

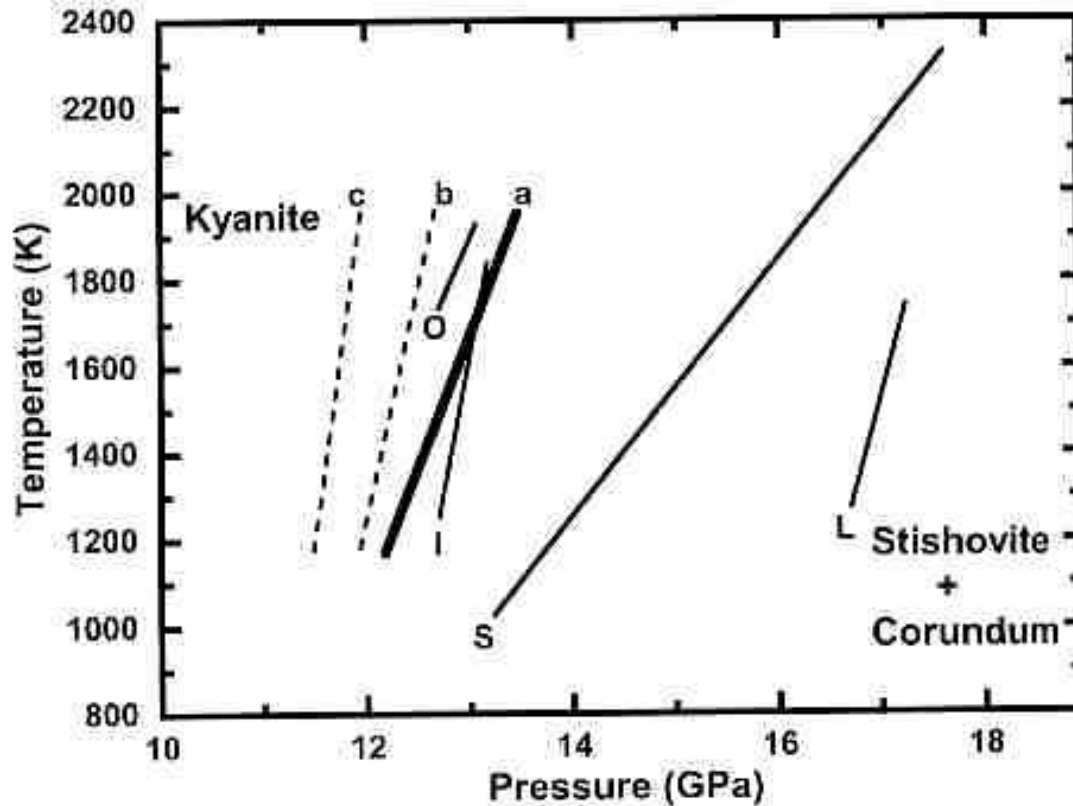
Колл. А.И. Пономаренко
Фото Э.М. Спиридонова

Эклогитовая фация сверхвысоких давлений - алмазная фация



Сингенетичные
включения
кианита
до 0.4 мм
в
алмазе из
кимберлитов

Эклогитовая фаза сверхвысоких давлений - алмазная фаза



Предельная
глубина
существования
кианита
в
горных породах
≈ 400 -500 км

FIGURE 5. A comparison between the phase boundary determined by previous studies and this study. The thick and dashed lines denote the estimated phase boundary using different equations of state of platinum; a = Holmes et al. (1989) with the correction of Tsuchiya and Kawamura (2002); b = Holmes et al. (1989) without any correction; and c = Jamieson et al. (1982). The thin lines denote the phase boundary determined by previous studies; L = Liu (1974); S = Schmidt et al. (1997); l = Irifune et al. (1995); and O = Ono (1999).

