

Э.М. Спиридонов

**Минералогенез
при послемагматических
процессах.**

4-1. КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ

МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

И МЕСТОРОЖДЕНИЯ Ta-Nb, Sn, ФЛЮОРИТА,

КРИОЛИТА, Y, Be, Li, Zr

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Высокотемпературные кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты (квальмиты по Владимиру Сергеевичу Кудрину) по многим признакам напоминают граниты. Один из первых исследователей этих метасоматитов – А.А. Беус предложил для них удачное на мой взгляд название – апограниты. Многие геологи отрицают существование апогранитов, считают, что это специфические граниты. Но! В магматических породах нет обильных метакристаллов. В магматитах структуры, зернистость и количественные соотношения минералов не меняются резко и не закономерно на расстояниях в первые см. Не существуют первично магматические парагенезы альбит+микроклин, альбит+топаз, полилитинит+альбит+микроклин; такие парагенезы типичны для апогранитов. Минералы апогранитов не содержат расплавные включения. Те же минералы, которые заместили первичные минералы гранитов и секущих их жильных

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

гранитов и аплитов, слагают метасомы в экзоконтактовых роговиках, окружающих эти граниты.

О высокой 500-600° С температуре образования апогранитов свидетельствуют прямые определения по флюидным включениям и парагенез топаз – полевые шпаты.

Кварц-щёлочноплевошпатовые метасоматиты обычно развиты в апикальных частях, в выступах кровли интрузивов высокоглинозёмистых лейкократовых и аляскитовых гранитов, а так же щелочных гранитов, которые типичны для орогенного этапа развития участков складчатых областей с мощной корой континентального типа и для активизированных древних платформ. Особо характерны апограниты для интрузивов литий-фтористых гранитов, которые богаты F, Li, Cs, Rb, Ta, Sn, Be, U... и бедны Ba, Sr. Столь же характерны апограниты для интрузивов щелочных гранитов, породы которых богаты F, Li, Y, Zr, Nb, Be, Cs, U, Th...

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

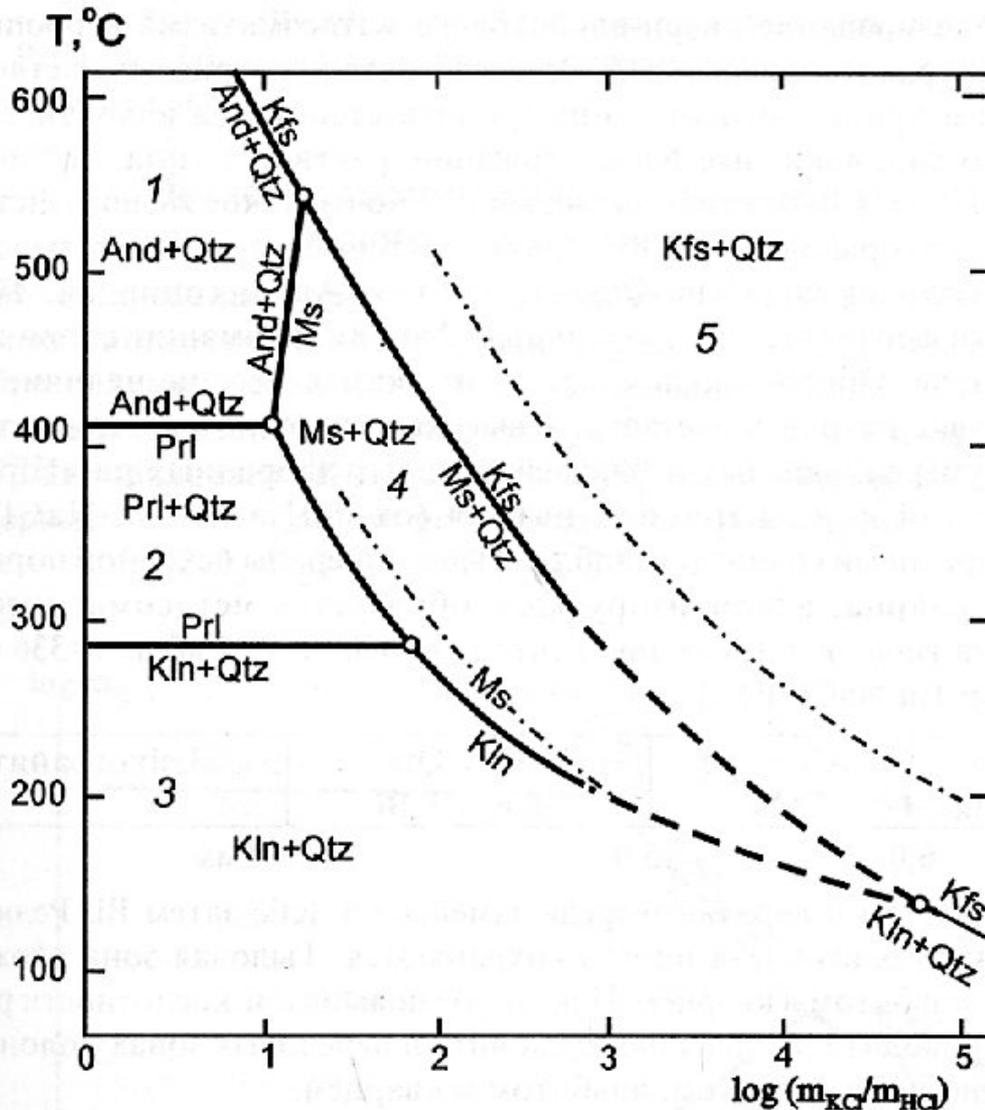
И те, и другие апограниты сложены разномасштабными (от мелкозернистых до пегматоидных) агрегатами альбита, решётчатого микроклина, кварца. Для любых апогранитов типоморфен горошковый кварц. Этот кварц содержит массу табличек альбита (изредка и микроклина), которые ориентированы по зонам роста кристаллов кварца, - структура снежного кома. Нередко в кристаллах горошкового кварца видны реликты замещённых минералов (полевые шпаты). Вероятно кристаллы горошкового кварца - метакристаллы. Их размеры от 1-2 до 5-11 мм. Распределён такой кварц весьма не равномерно. В отдельных участках в интрузиве Хан-Богдо (Монголия) его количество достигает 80 % объёма метасоматитов. Подобные структуры снежного кома нередки и в кристаллах микроклина.

Мелко- и среднезернистые апограниты часто сопровождаются крупно-, грубо- и гигантозернистыми породами, состав

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

которых варьирует от кварц-щёлочноплевошпатового до кварцолитов. Это пегматоиды или рандпегматиты, которые имеют такое же отношение к настоящим гранитным пегматитам, как апограниты к настоящим магматическим гранитам. Рандпегматиты и кварцолиты слагают жилы, шлиры и гнёзда. Рандпегматиты и кварцолиты широко развиты в связи с интрузивами и высокоглинозёмистых (плюмазитовых), и щелочных гранитов.

С интрузивами высокоглинозёмистых лейкогранитов связаны плюмазитовые апограниты с топазом, амазонитом, циннвальдитом – криофиллитом, лепидолитом, танталистым касситеритом, бериллом, сподуменом, амблигонитом... С интрузивами щелочных гранитов связаны агпаитовые апограниты с криолитом, флюоритом, полилитионитом, колумбитом, цирконом, щелочными амфиболами и пироксенами, пирохлором, гельвином, минералами Y, Ce...



Поле устойчивости
топаза относительно
близко
к полю
устойчивости
андалузита

Рис. 5.5. Фазовые соотношения в системе $Al_2O_3-SiO_2-H_2O-KCl-HCl$ при $P=1$ кбар и избытке кварца [Зарайский и др., 1981]

Цифрами показаны поля, которым соответствуют по минеральному составу тыловые зоны колоннок метасоматических фаций: 1, 2 и 3 – кварц-андалузитовая, кварц-пирофиллитовая и кварц-каолинитовая фации вторичных кварцитов соответственно; 4 – кварц-мусковитовая фация грейзенов и кварц-серицитовая фация вторичных кварцитов; 5 – кварц-калишпатовые метасоматиты

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье

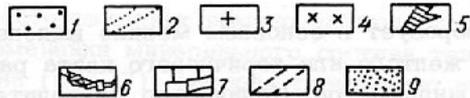
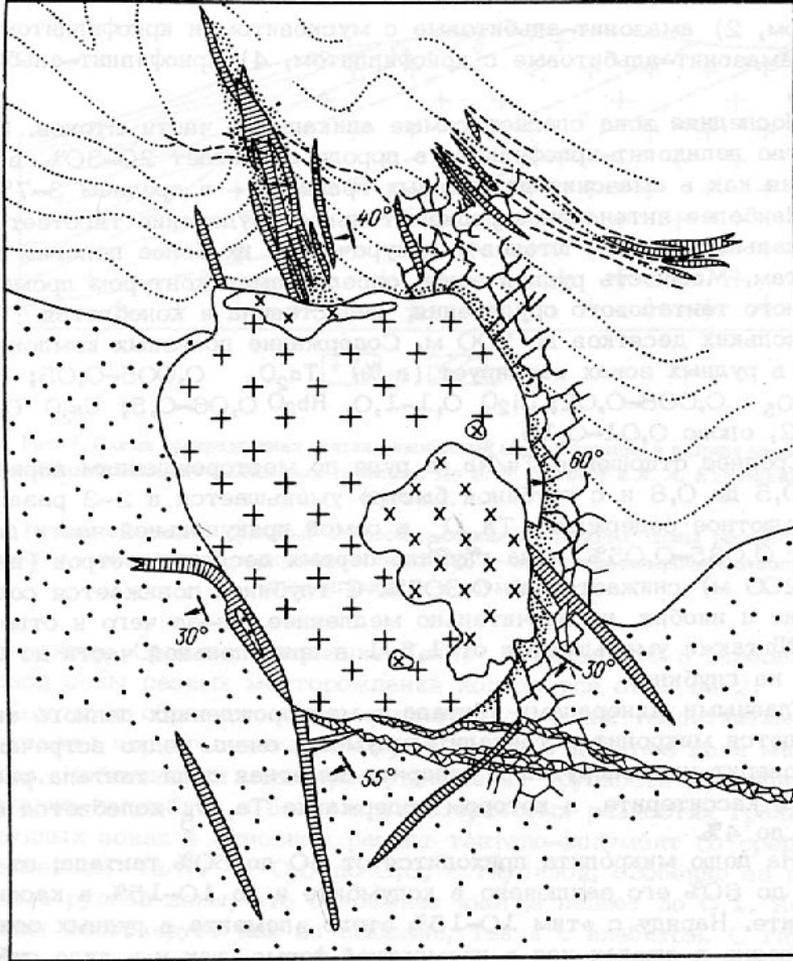


Рис. 6. Схема геологического строения массива криофиллит-амазонит-альбитовых гранитов. По И. Н. Тимофееву [1968 г.].

1 - песчаники; 2 - алевролиты и аргиллиты; 3 - крупнозернистые амазонитовые граниты прикупольной фации; 4 - среднезернистые амазонитовые граниты купольной фации; 5 - дайки диорит-порфиров и сферолит-гранофировых порфиров; 6 - зона дробления; 7 - вольфрамит-кварцевый штокверк; 8 - топаз-кварцевые оловорудные жилы; 9 - экзоконтактные топаз-циннвальдитовые грейзены

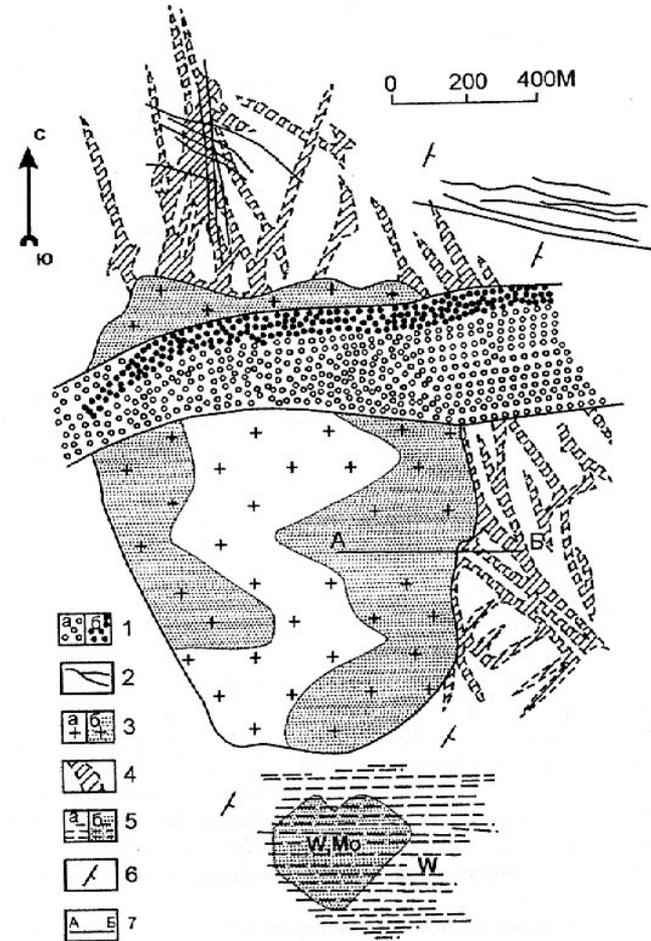


Рис. 10. Геологическая схема Этыкинского месторождения [6].

1 - современный аллювий (а), часть которого является оловоносной и танталосной россыпью (б); 2 - пучки топаз-кварцевых и амазонит-кварцевых жил. Этыкинское Sn-месторождение; 3 - амазонитовые редкометалльные граниты (а), в том числе обогащенные микролитом и колумбитом (б) - Этыкинское Ta-месторождение; 4 - литиеносные топаз-слистистые штокверковые зоны - Этыкинское Li-месторождение; 5 - флюорит-кварцевый штокверк с вольфрамитом (а), а также с молибденитом (б) - Сундалинское Mo-W-месторождение; 6 - метатерригенные породы онан-борзинской свиты $J_{1,2}$ с элементами залегания её пластов; 7 - линия разреза.

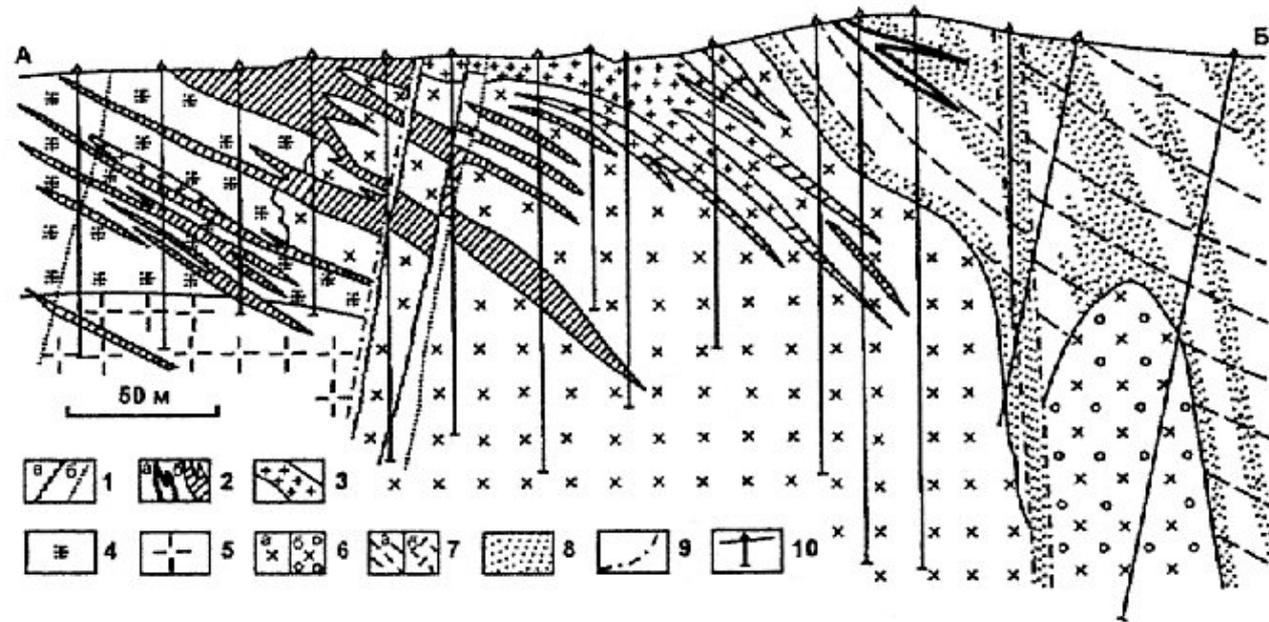
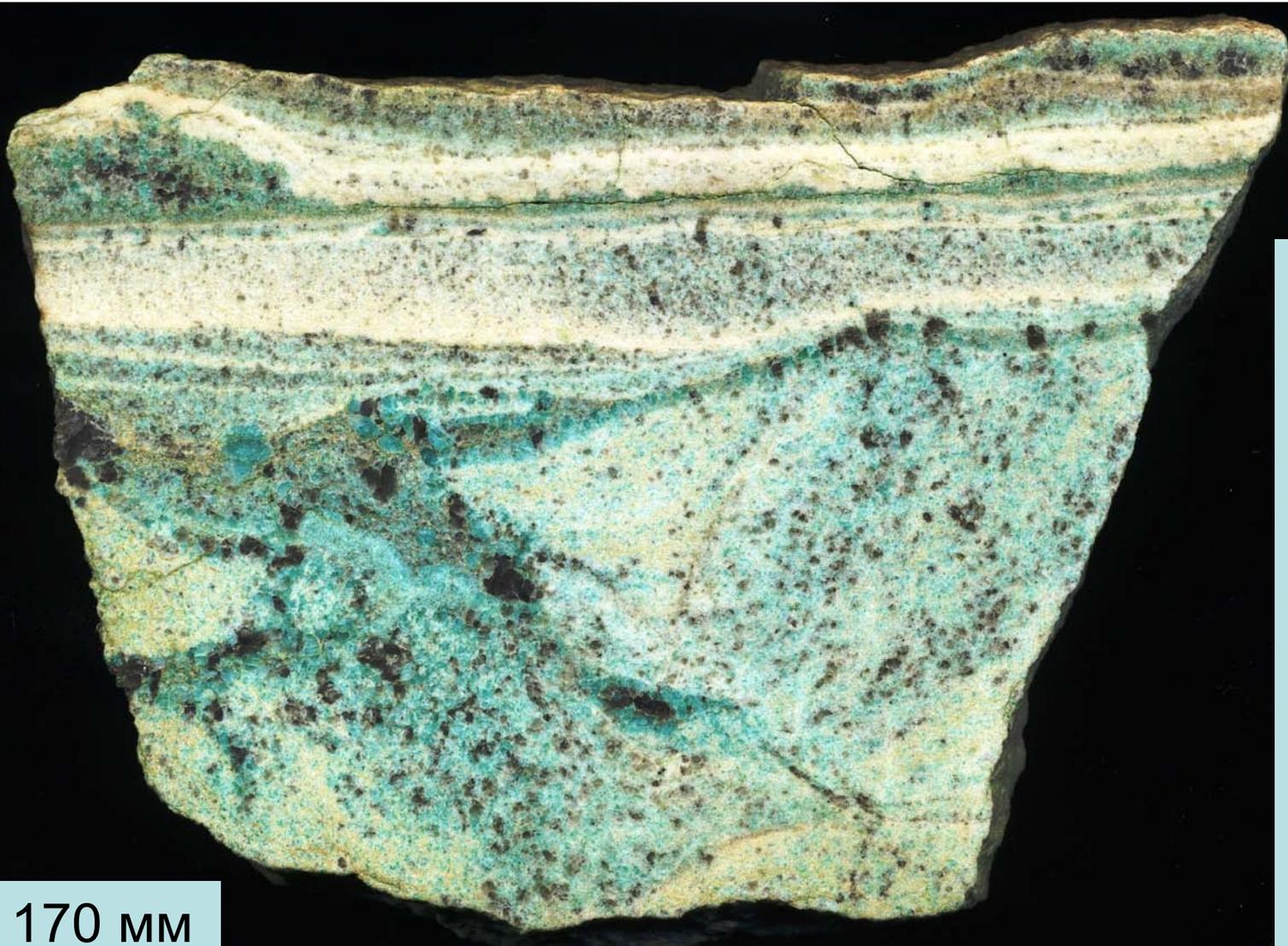


Рис. 11. Схематический геологический разрез через восточную часть Этыкинского массива [6].

1-3 - поздняя (третья) возрастная группа жил и пород: 1 - кварцевые, топаз-кварцевые (а) и альбититовые (б) жилы, 2 - кварц-альбит-амазонитовые пегматоидные (а) и крупнозернистые лепидолит-альбит-кварц-амазонитовые гранитоидные породы (б), 3 - равномерно-мелкозернистые лепидолит-альбит-амазонитовые и амазонит-альбитовые граниты; 4-5 - вторая возрастная группа пород: 4 - среднезернистые овоидофоровые лепидолит-амазонит-альбитовые граниты верхней части массива, 5 - средне-крупнозернистые овоидофоровые циннвальдит-альбит-амазонитовые граниты глубинных частей массива; 6 - ранняя (первая) возрастная группа пород: неравномерно-мелкозернистые порфировидные лепидолит-амазонит-альбитовые граниты, микрограниты и гранит-порфиры (а), в том числе насыщенные ксенолитами тонкозернистых лепидолит-микроклин-альбитовых гранит-порфиров (б); 7 - песчаники, алевролиты и углистые аргиллиты J_2 (а) и деструктурированные в зоне разлома (б); 8 - те же породы, метасоматически изменённые и обогащённые литием; 9 - тектонические нарушения; 10 - буровые скважины.

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

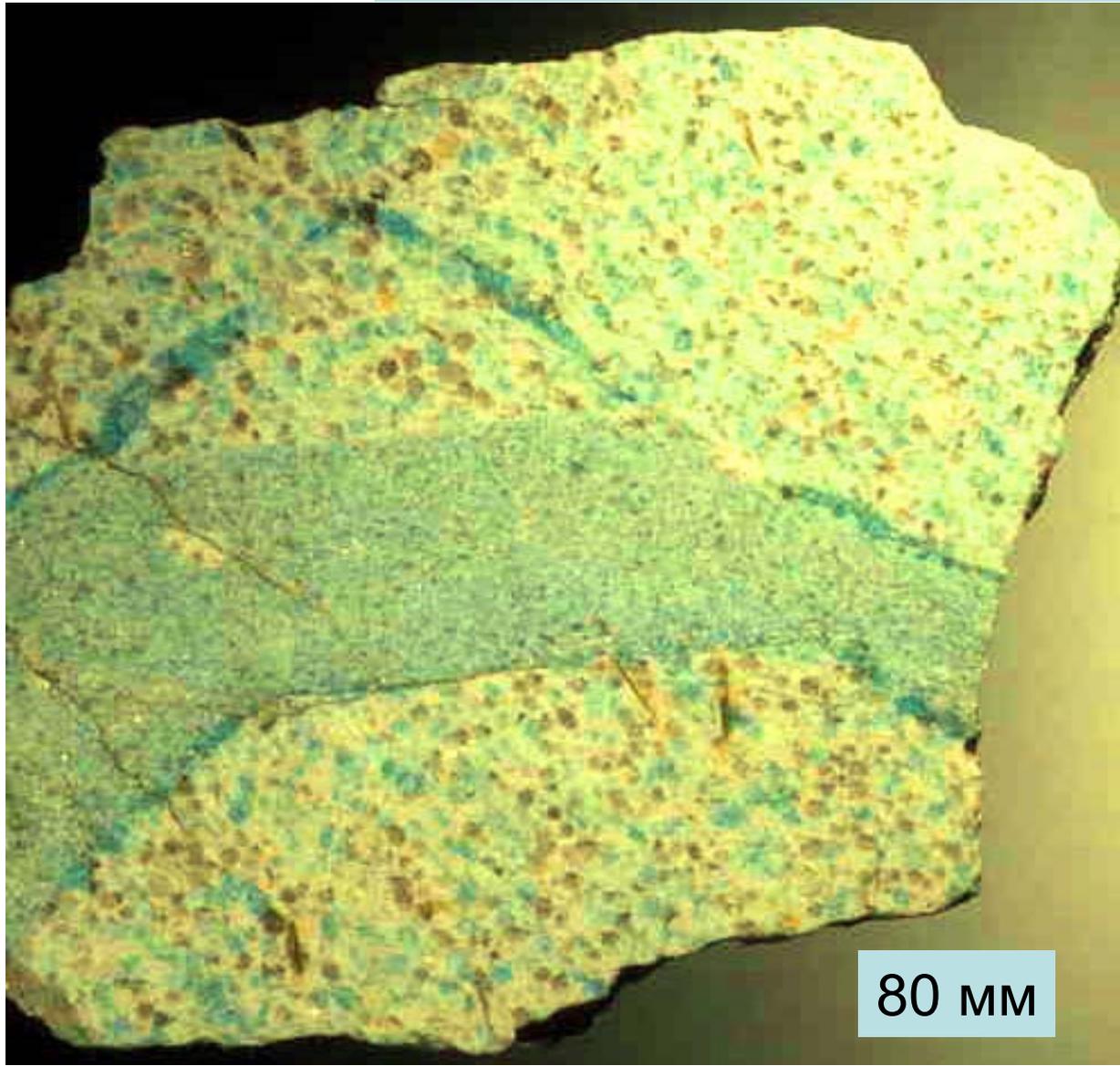


Стандартные не однородные апограниты. Одни участки обогащены амазонитом (микроклином), другие – апьбитом, третьи – кварцем, четвёртые – топазом.

170 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье



80 мм

Апограниты заместили среднезернистые граниты и мелкозернистые жильные граниты даечки.

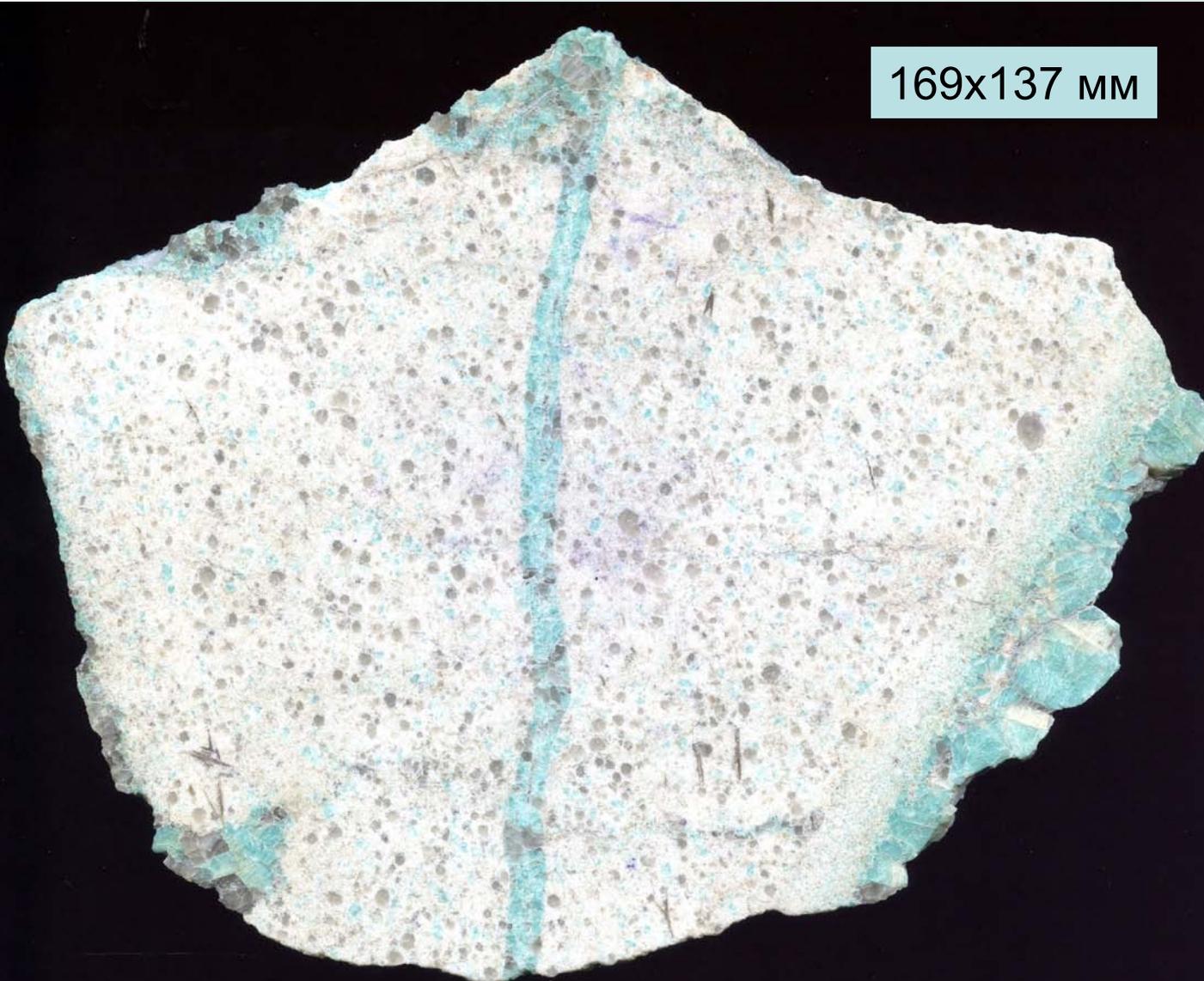
Вдоль секущих трещин развиты метасомы густо окрашенного амазонита (микроклина).

Подобные породы – приятный поделочный камень

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

169x137 мм



Апограниты
заместили
среднезернистые
граниты.

Вдоль секущих
трещин
развиты
метасомы
густо
окрашенного
амазонита
(микроклина).

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

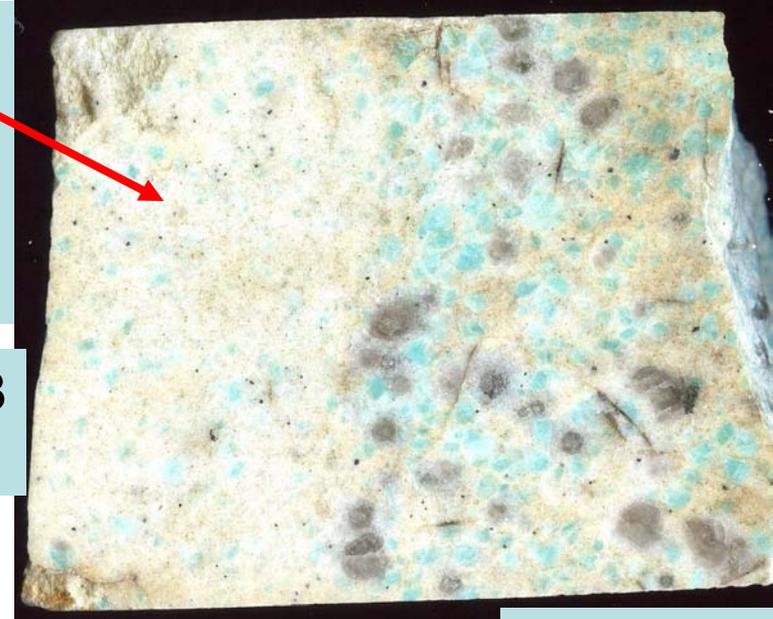
Плюмазитовые апограниты резко не однородные. Этыка

42 мм



Участки,
богатые
альбитом
и топазом

75x58
мм

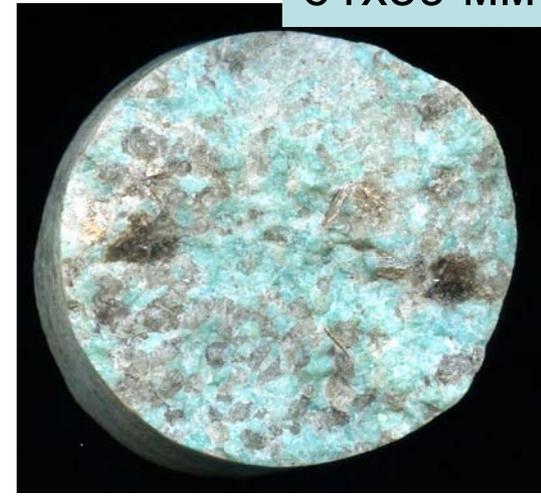


61x59 мм

Участок альбитового
состава



43 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье



Апограниты с крупным
горошковым кварцем. 81x55 мм



Апограниты с обильным
горошковым кварцем.
57x48 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

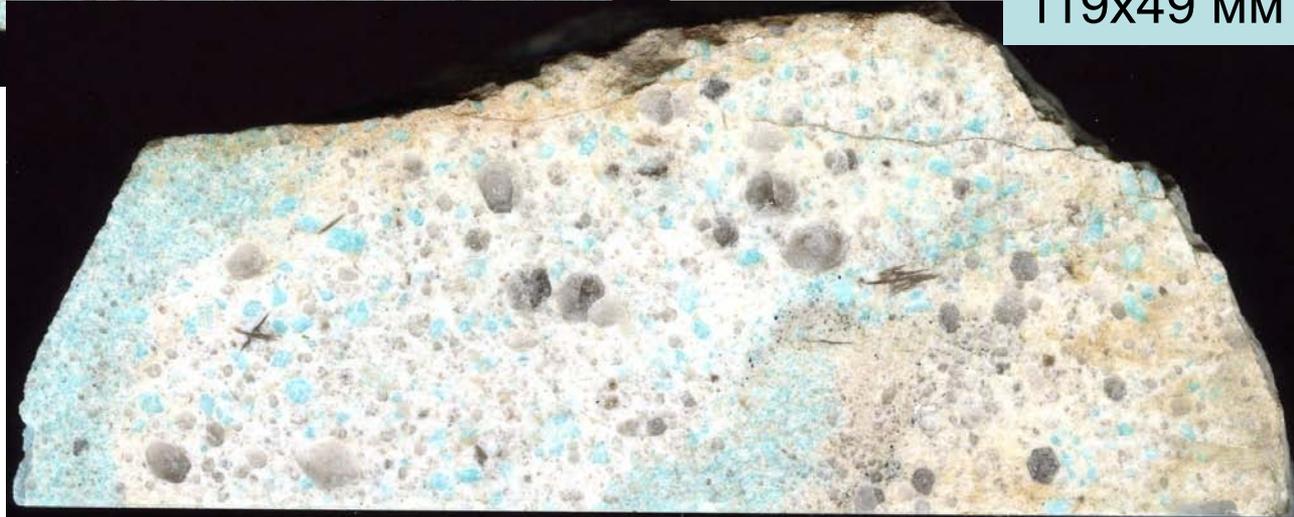
Плюмазитовые.
Спокойнинское,
Забайкалье

Апограниты
такситовые
с редким
горошковым кварцем



127x82 мм

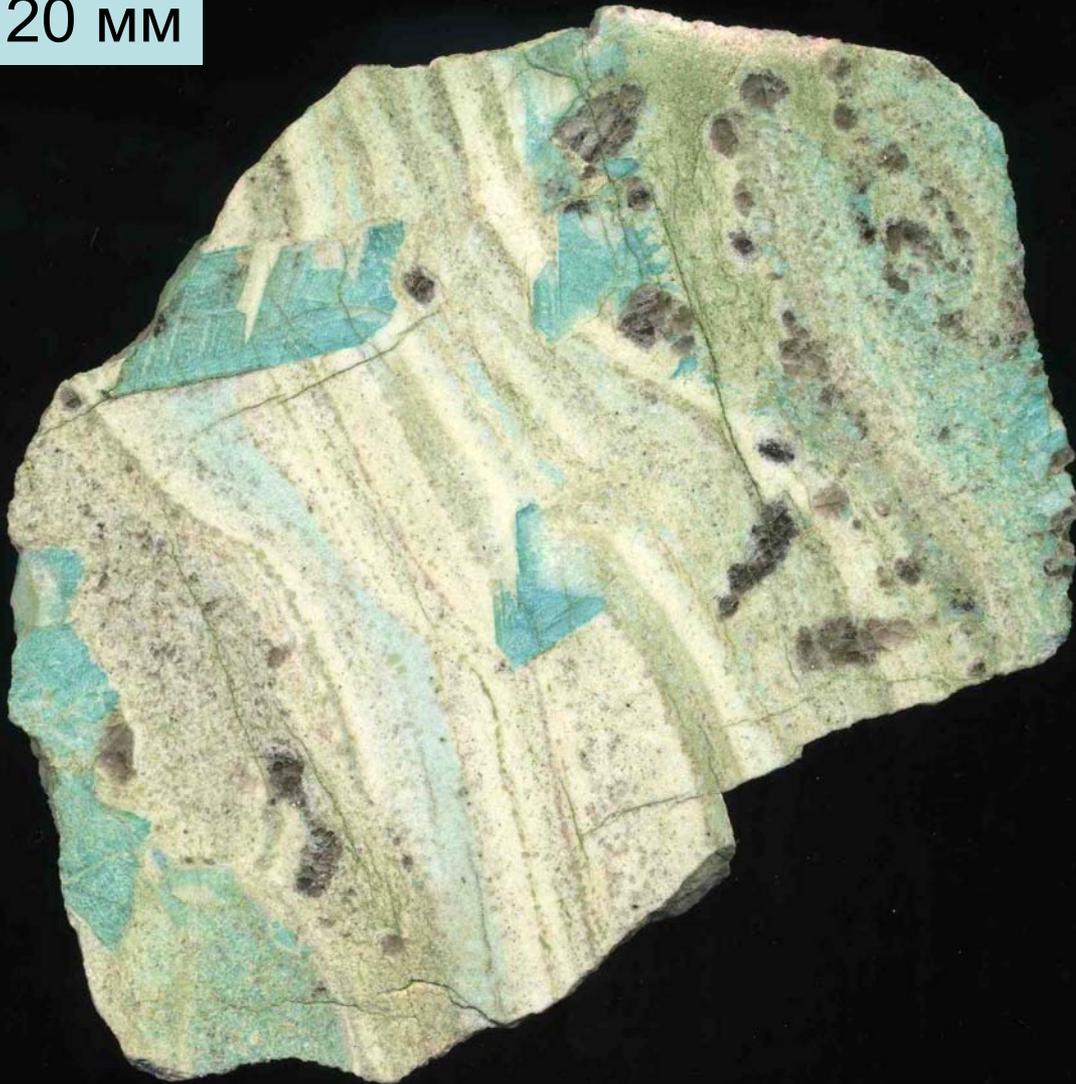
119x49 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

120 мм



Апограниты с
полосчатой текстурой.
Одни полосы обогащены
amazonитом
(микроклином), другие –
апбитом,
третьи – кварцем,
четвёртые – топазом.
Ранний amazonит
светло окрашенный.

Не мало
метакристаллов
позднего густо
окрашенного
amazonита и
дымчатого кварца

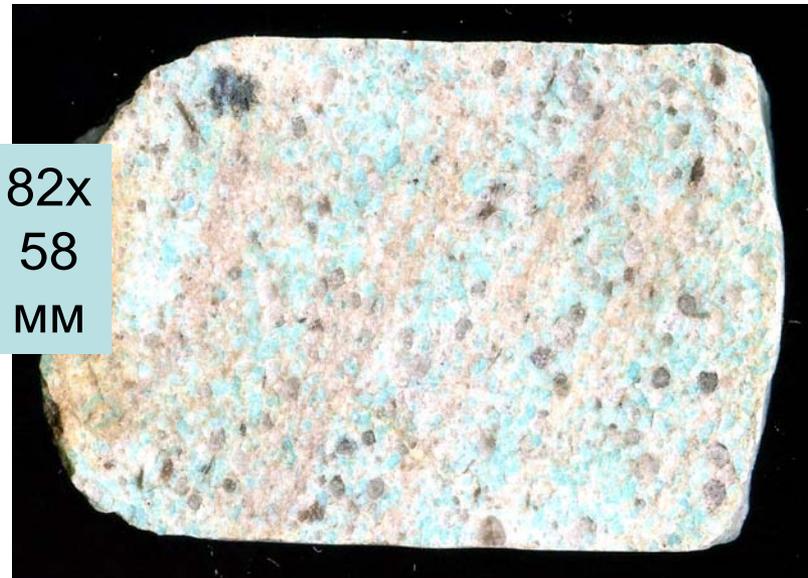
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТ. МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье

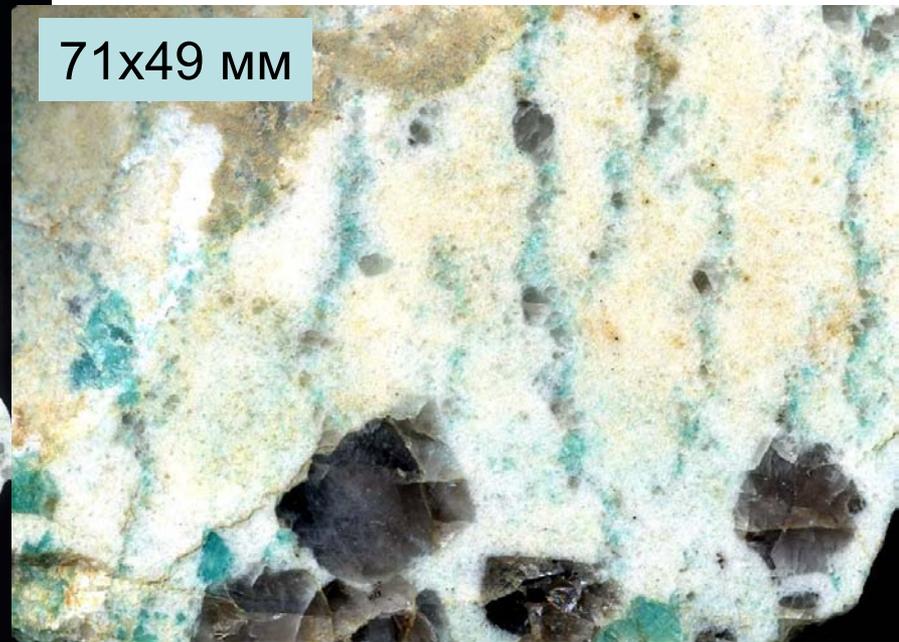
97x79 мм



82x
58
мм



71x49 мм



Апограниты с полосчатой текстурой. Одни полосы обогащены апьбитом и топазом, другие – кварцем и амазонитом (микроклином).

Метакристаллы дымчатого кварца

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



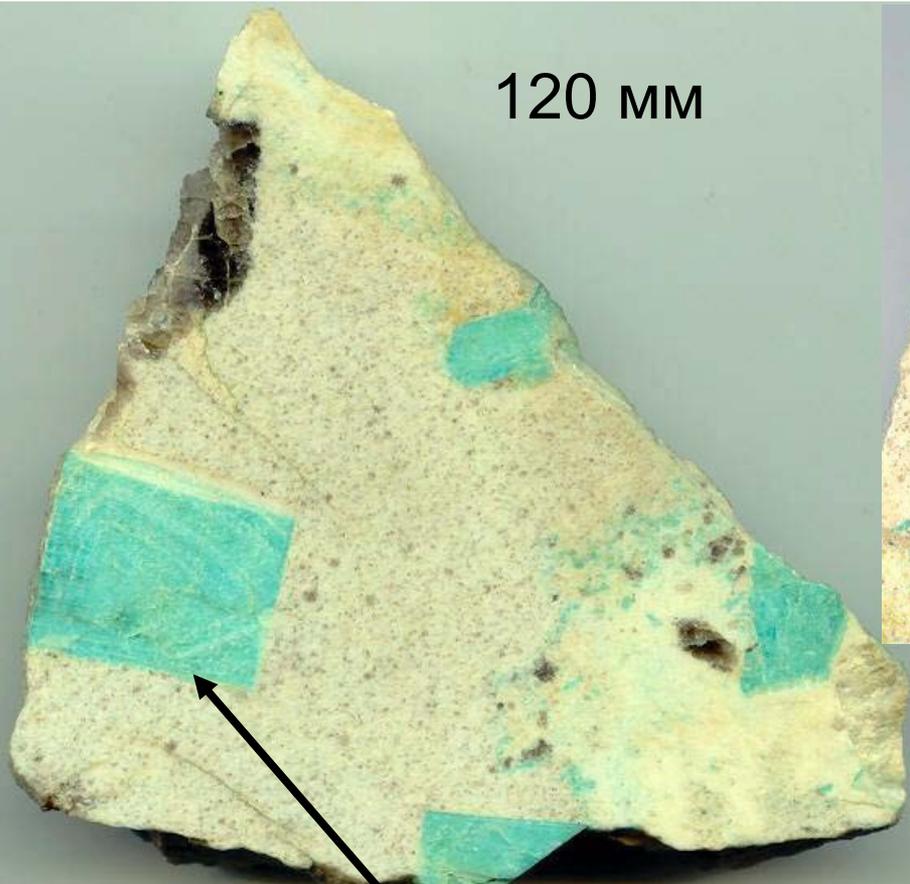
Апограниты с
полосчатой текстурой. Одни
полосы обогащены
амазонитом (микроклином),
другие – апьбитом и топазом,
третьи – кварцем.

Метакристаллы
густо окрашенного
амазонита
и дымчатого кварца.

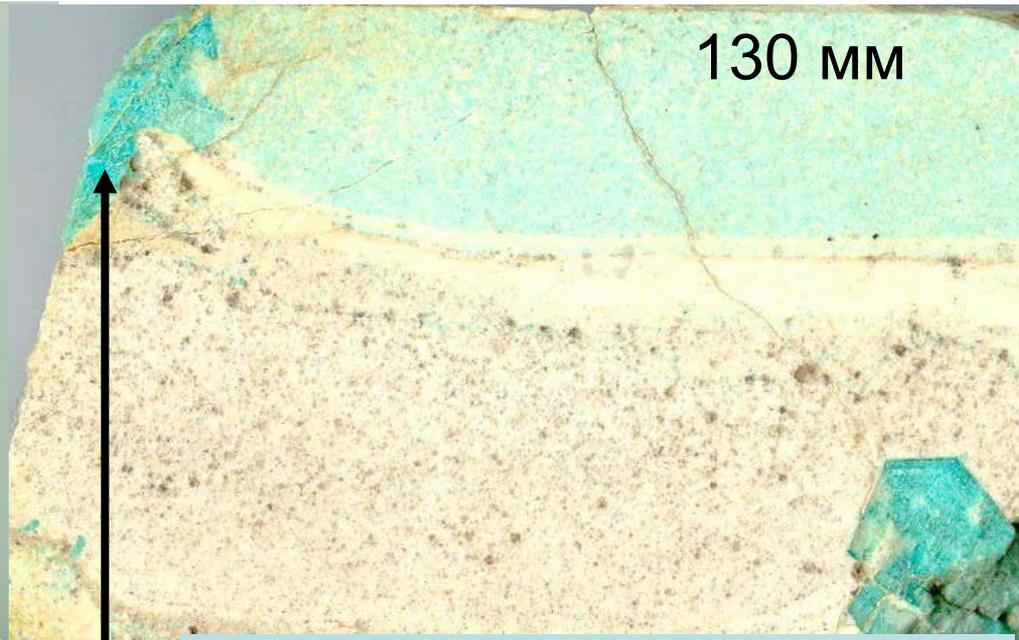
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

С метакристаллами амазонита. Этыка, Забайкалье

120 мм



130 мм



Две генерации амазонита.
Ранний – светло зелёный.
Поздний – густо зелёный.

Чередование микроклина-амазонита и альбита в одном метакристалле

Один метакристалл позднего амазонита срезает три зоны апогранитов разного состава

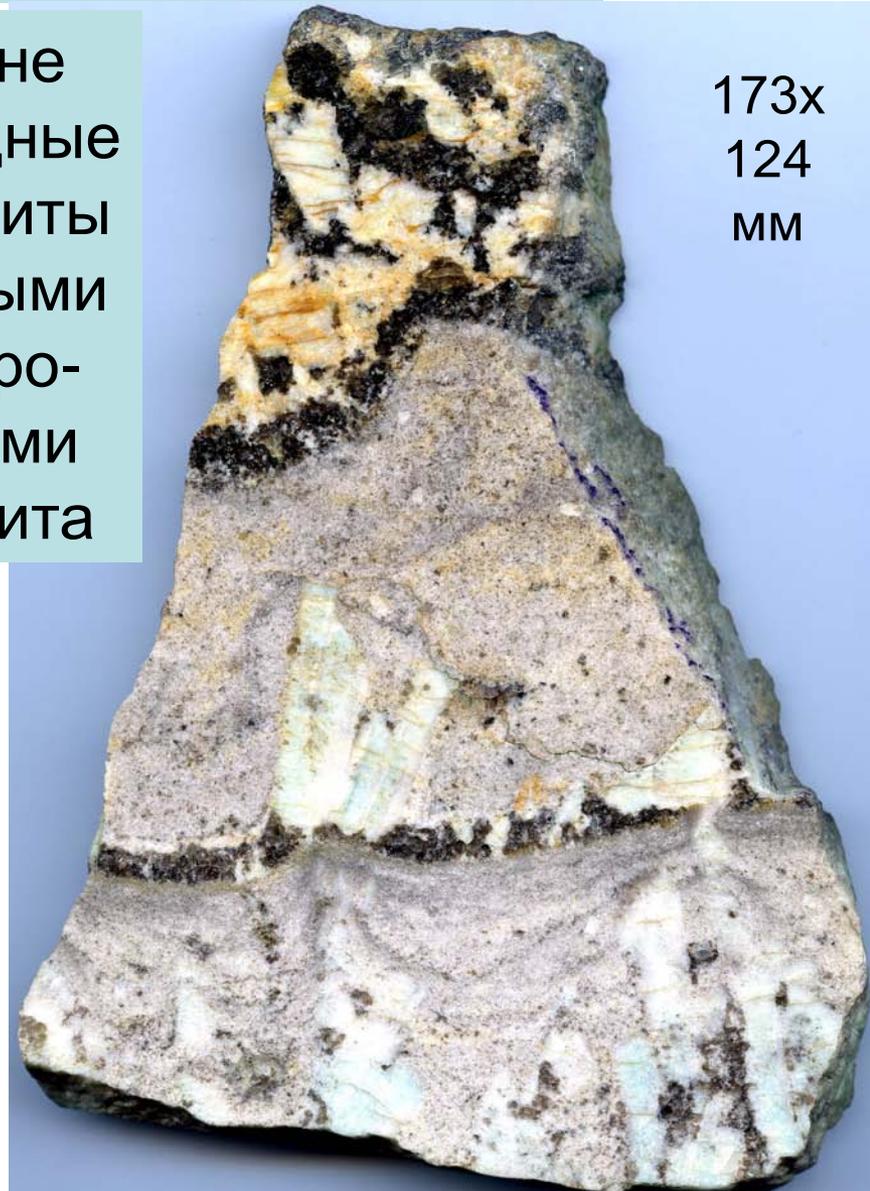
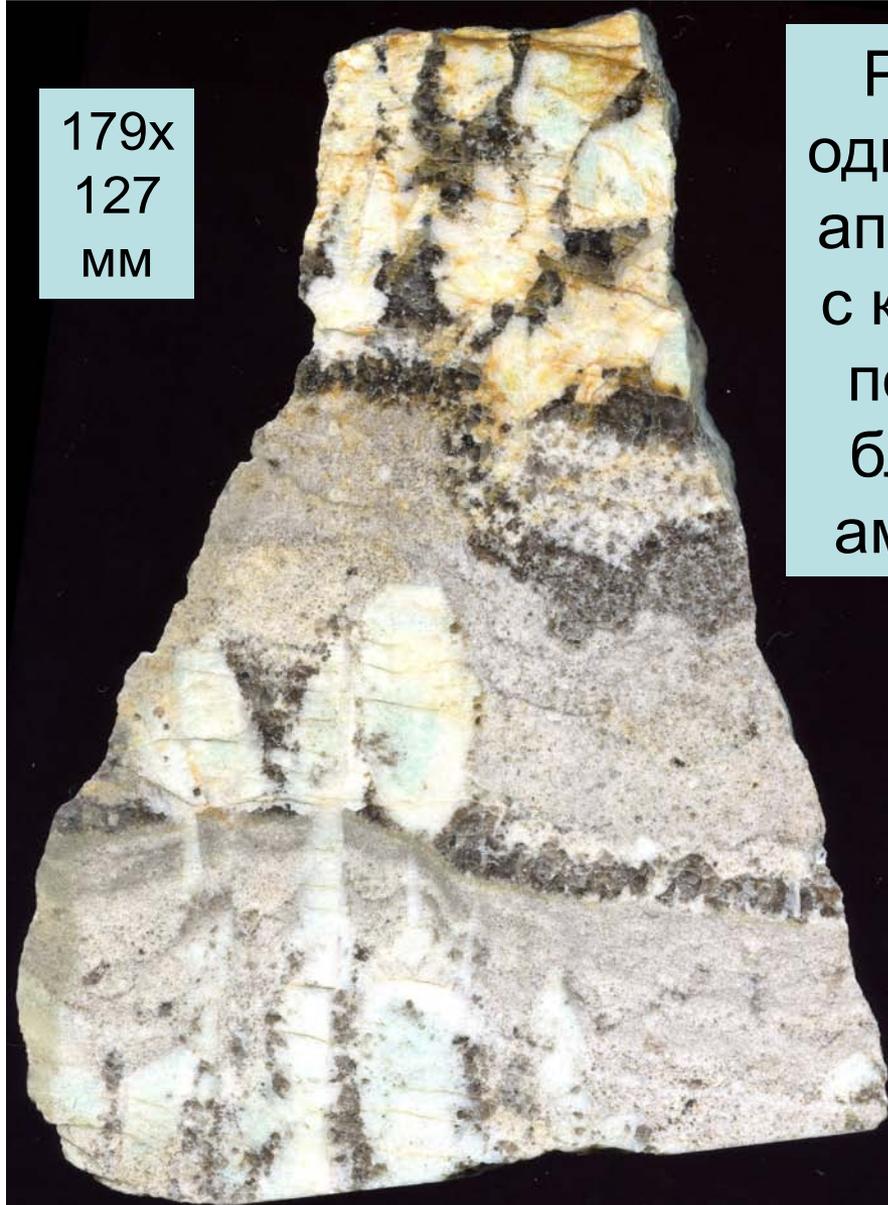
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье

179x
127
мм

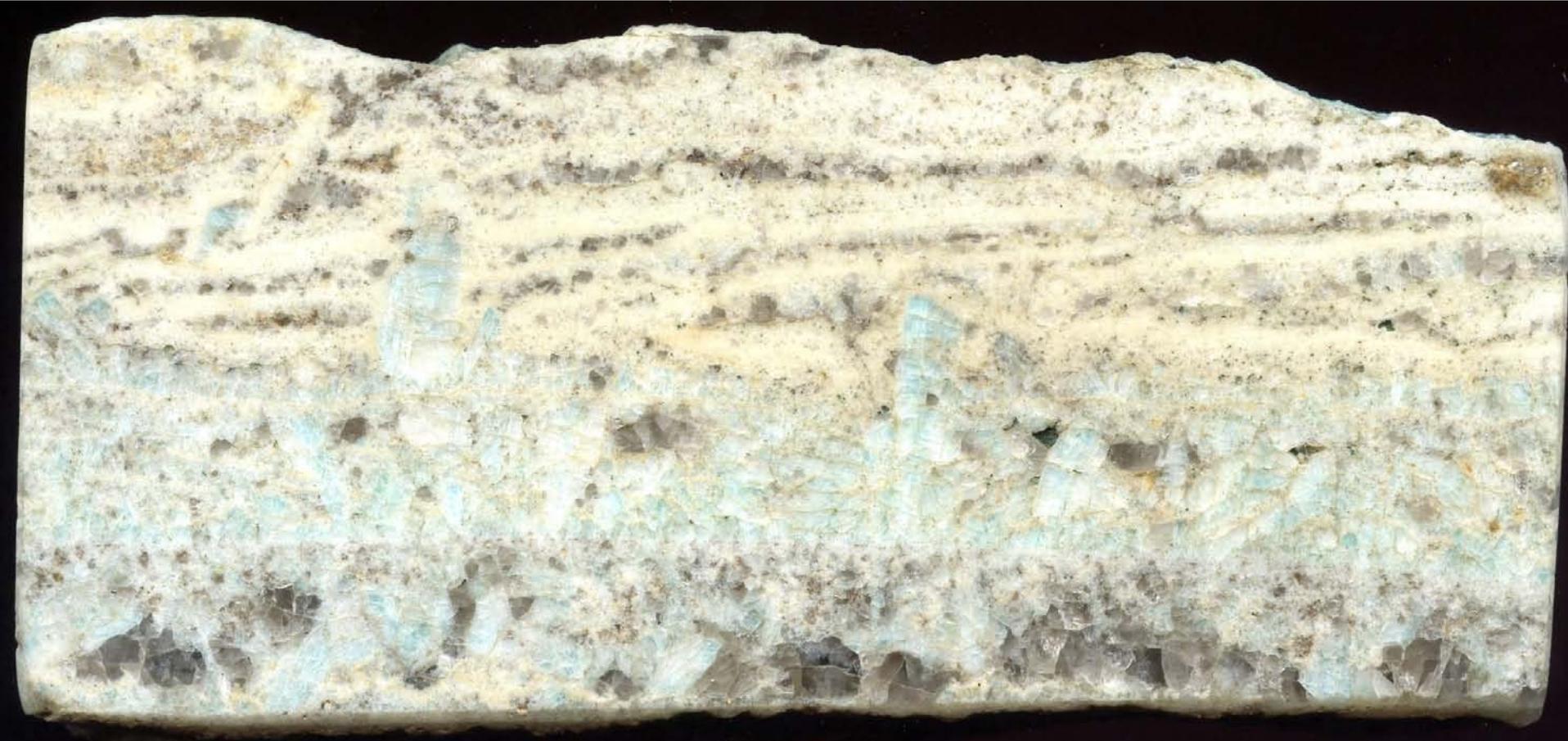
Резко не
однородные
апограниты
с крупными
порфиро-
бластами
амазонита

173x
124
мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье

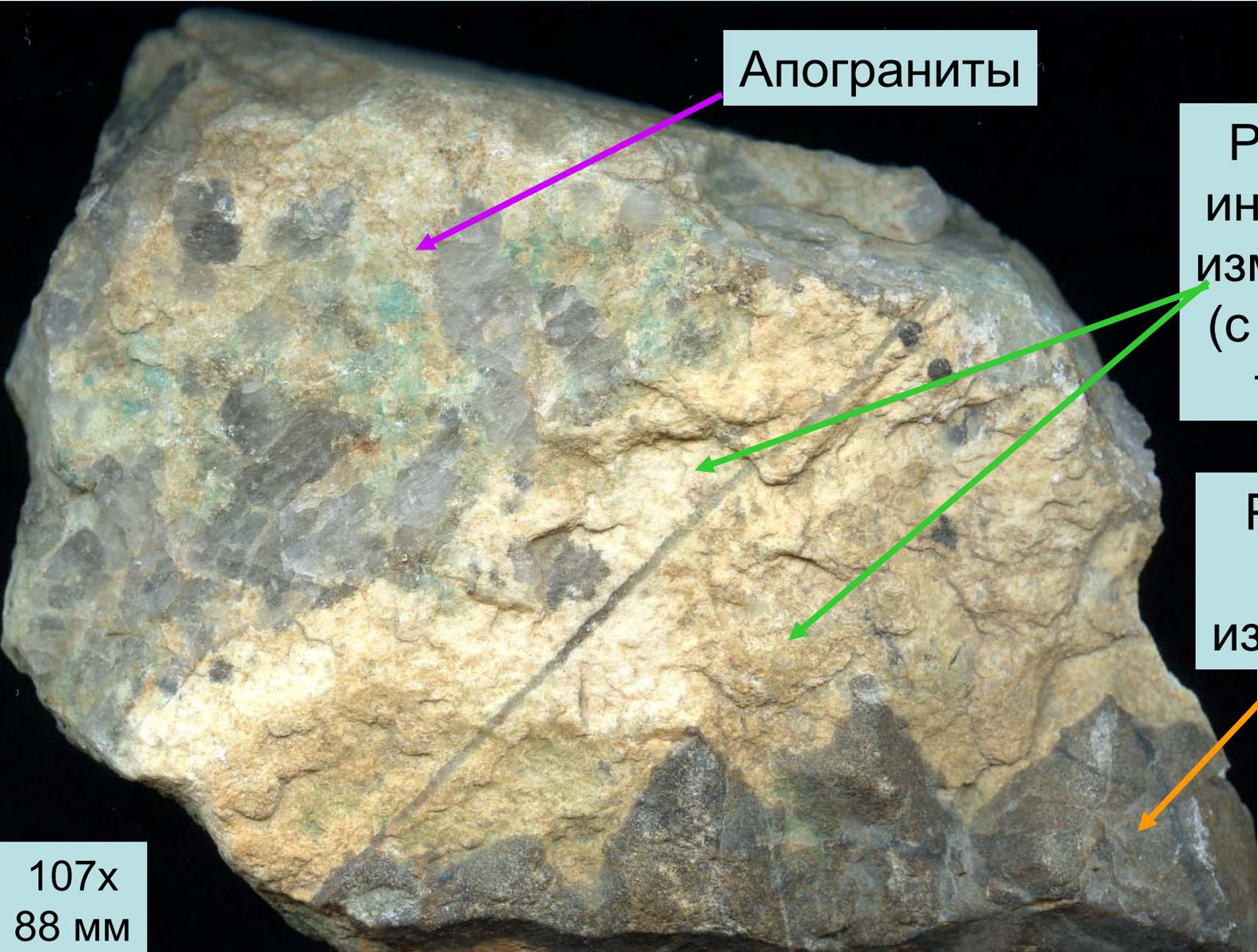


Апограниты такситовые с полосчатой текстурой и массой метакристаллов амазонита. 159x71 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

Апограниты



Роговики,
интенсивно
изменённые
(с «морем»
топаза)

Роговики,
сильно
изменённые

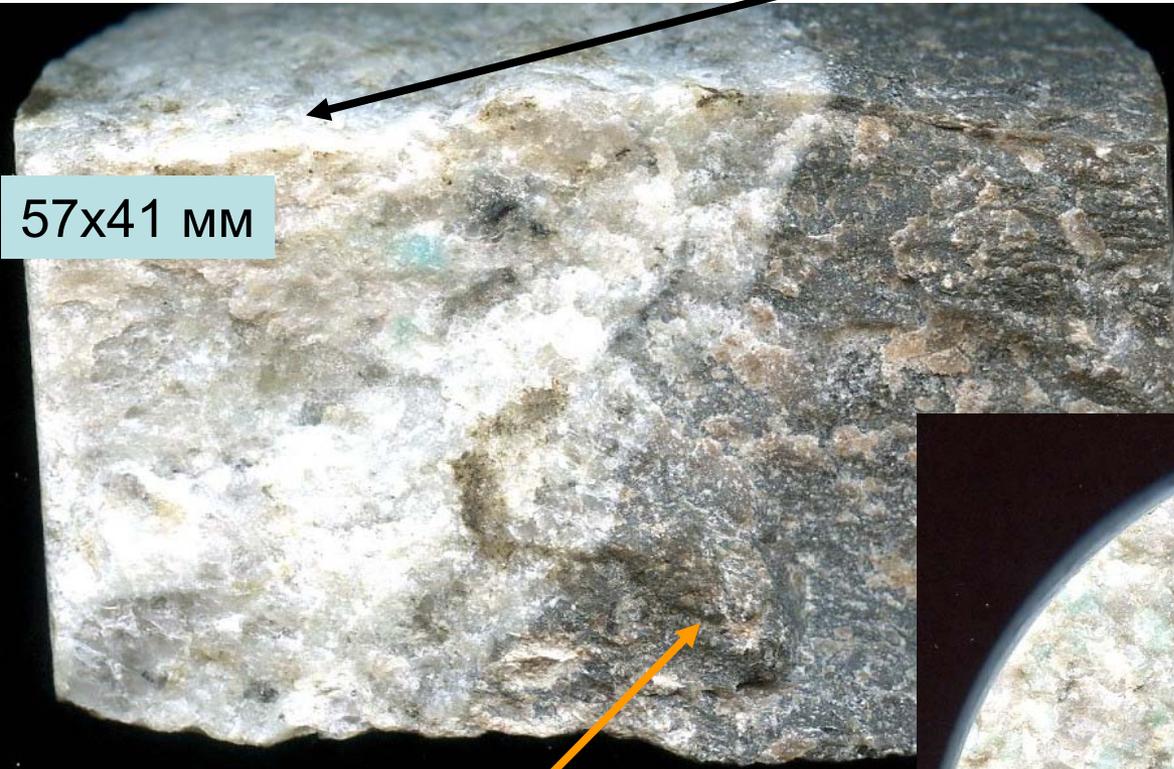
107x
88 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

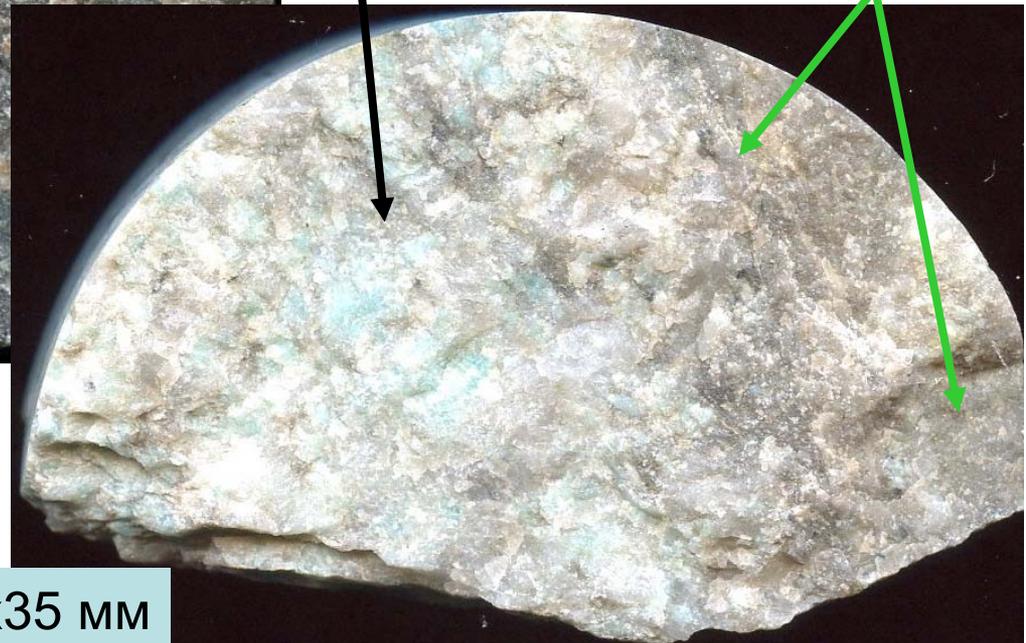
Апограниты

Роговики,
интенсивно
изменённые
(с «морем»
топаза)



57x41 мм

Роговики,
сильно
изменённые



58x35 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Орловка, Забайкалье

Гнёзда метакристаллов
амазонита с альбитом
в апогранитах



Такие образования
нередко
именуют как
рандпегматиты

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



Жилообразные тела рандпегматитов в апогранитах

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

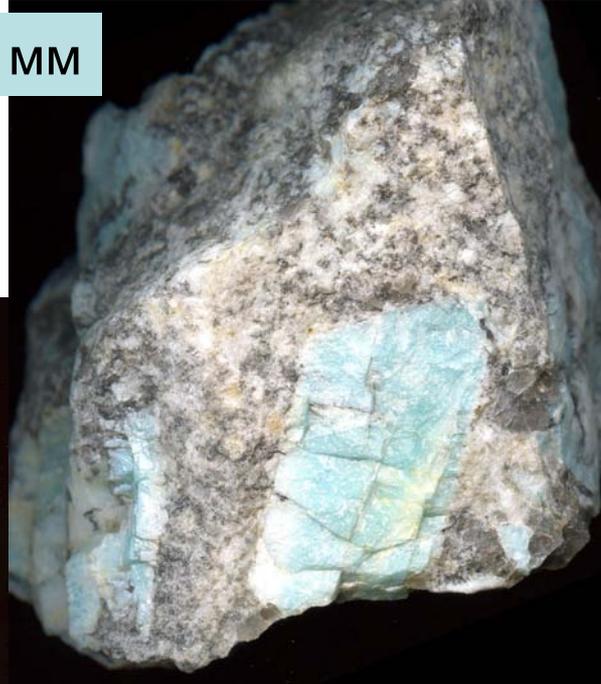


Жилообразное тело рандпегматитов – крупные кристаллы амазонита и кварца в мелко-среднезернистой массе: альбит + кварц, микроклин, топаз

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые рандпегматиты. Спокойнинское, Забайкалье

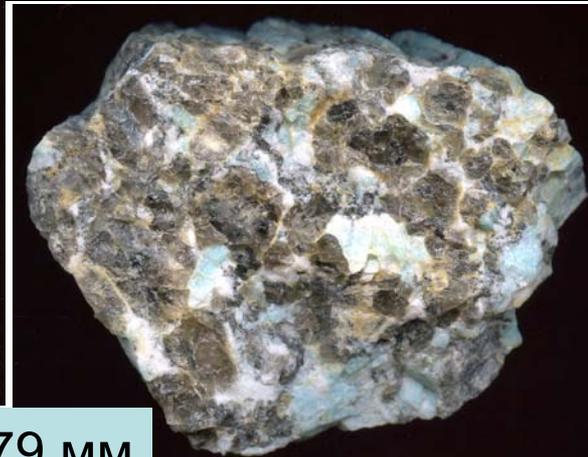
94x79 мм



76x48 мм. Жила с
оторочками
лепидолита



65x57 мм



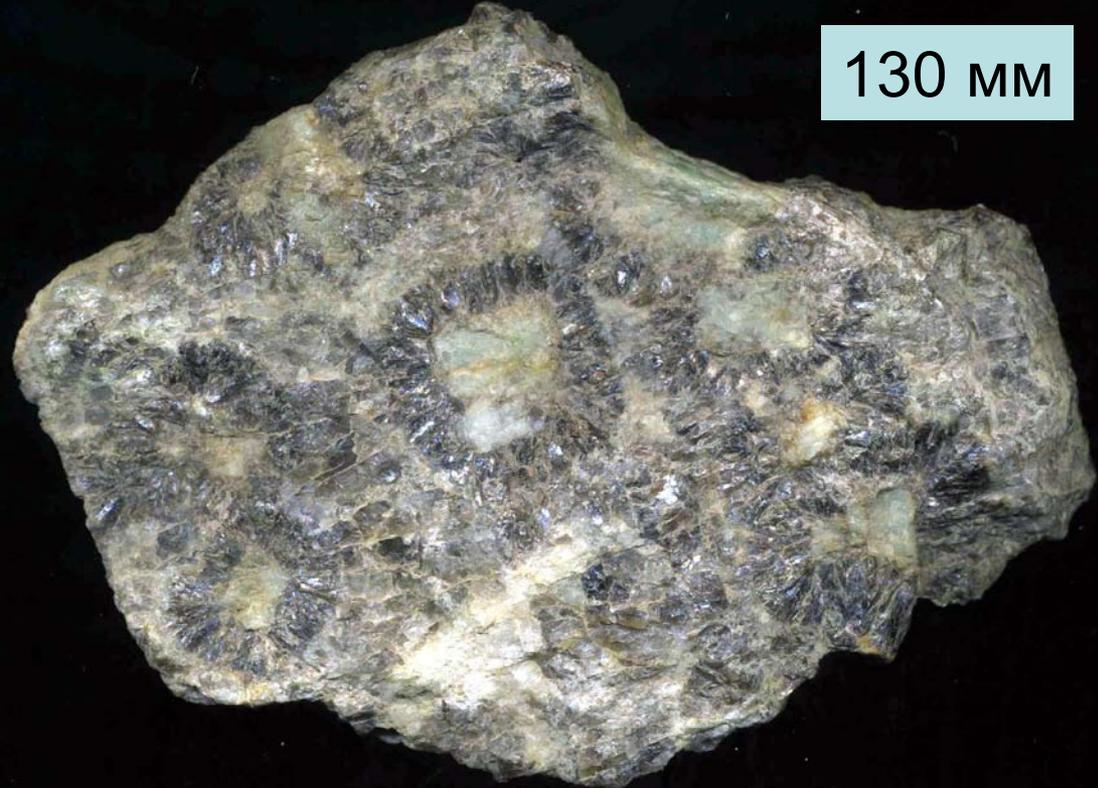
103x79 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



140 мм



130 мм

Более поздние образования - амазонитовые апограниты с обильным циннвальдитом - криофиллитом

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

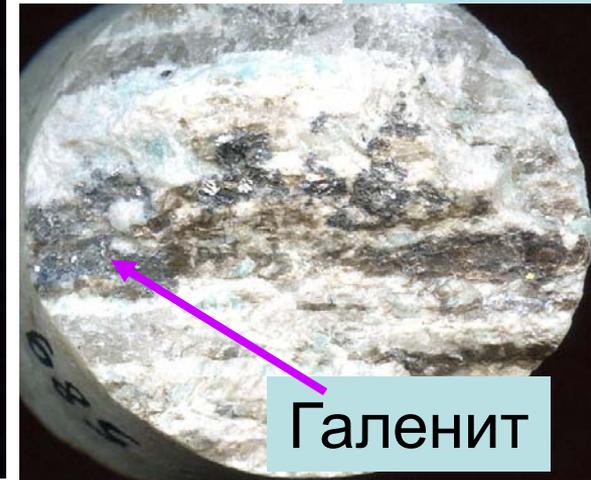
120x86 мм



57x54 мм



46x37 мм



Галенит

Такситовые топаз-амазонит-кварц-альбитовые апограниты с обильным циннвальдитом - криофиллитом



**КВАРЦ-
ЩЁЛОЧНОПОЛЕВО-
ШПАТОВЫЕ
МЕТАСОМАТИТЫ
(апограниты)**

Плюмазитовые.
Орловка, Забайкалье

Более поздние
образования.
Амазонитовые
апограниты с
гнездом
лепидолита –
криофиллита.
76x56 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Кёстер, Якутия

Дендритовидные
метакристаллы
микроклина
секут
полосчатость
апогранитов



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

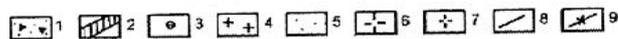
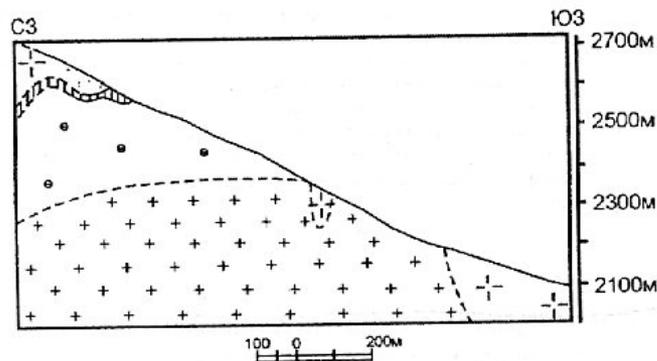
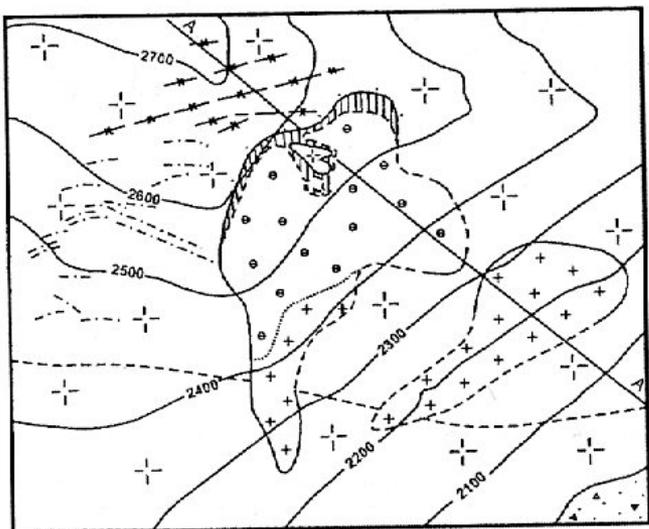


Рис. 12. Схема геологического строения и разрез Алахинского месторождения (по Р.А. Габайдулину и др., 2002)

1 - элювиально-делювиальные отложения; 2-4 - метасоматически измененные мусковит-сподуменговые и мусковитовые гранитоиды Алахинского массива: 2 - альбититы с танталовой минерализацией, 3 - альбитовые граниты с танталовой минерализацией; 4 - мусковит-сподуменговые граниты; 5 - кварц-фенгит-турмалиновые грейзены; 6,7 - гранитоиды Рахмановского массива: 6 - биотитовые граниты и гранодиориты первой фазы, 7 - мусковитовые граниты третьей фазы; 8 - жилы и дайки "редкометалльных гранитов"; 9 - кварцевые жилы.

Плюмазитовые апограниты содержат амазонит и циннвальдит в верху рудно-метасоматической колонны. На более глубоких уровнях развиты обычный микроклин, мусковит и Li-биотит.

Алаха, Горный Алтай

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Алаха, Алтай.

Обычные апограниты с горошковым кварцем и микроклином



120 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Алаха, Алтай

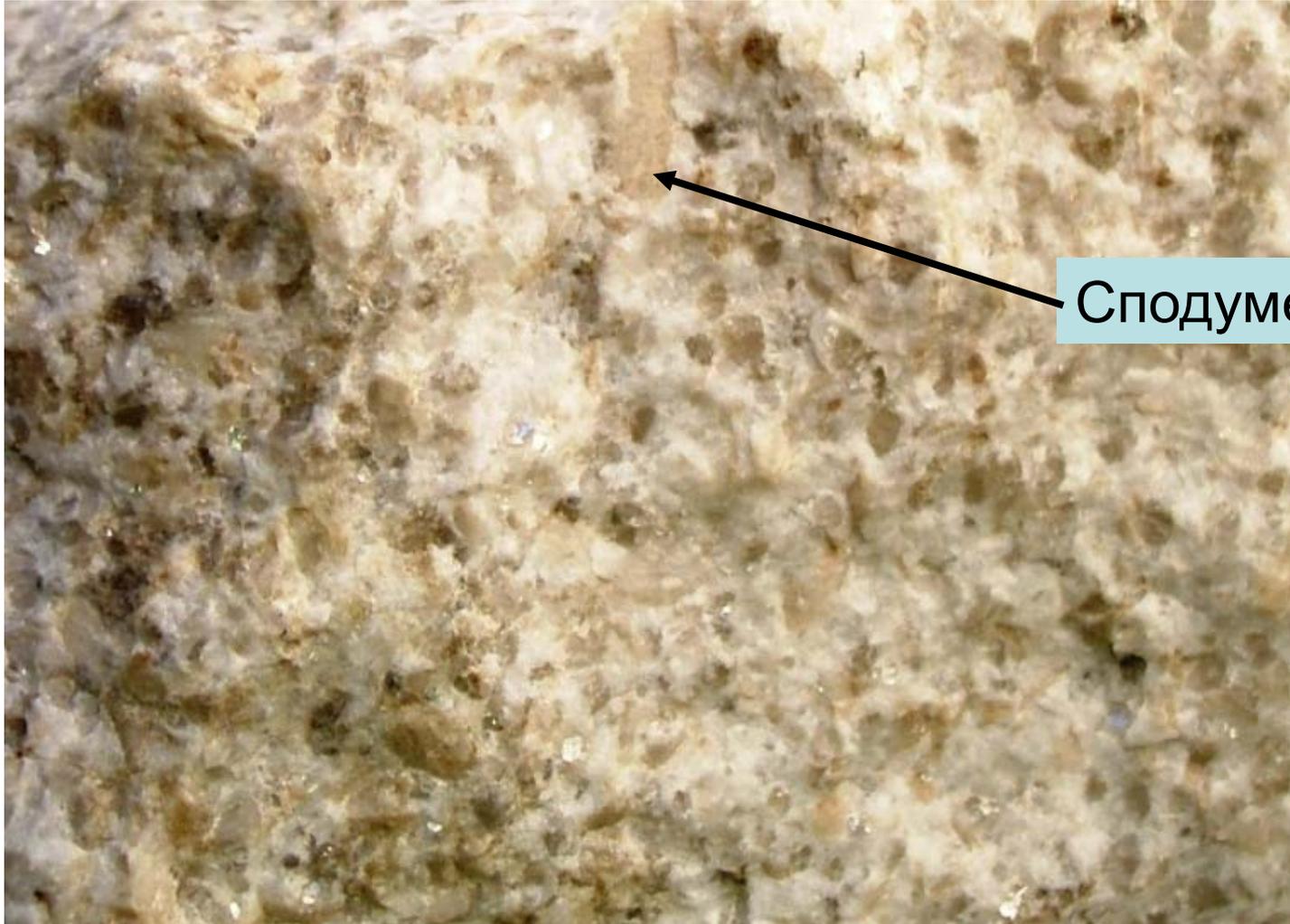
150 мм



Разнозернистые апограниты с такситовой текстурой

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Алаха, Алтай

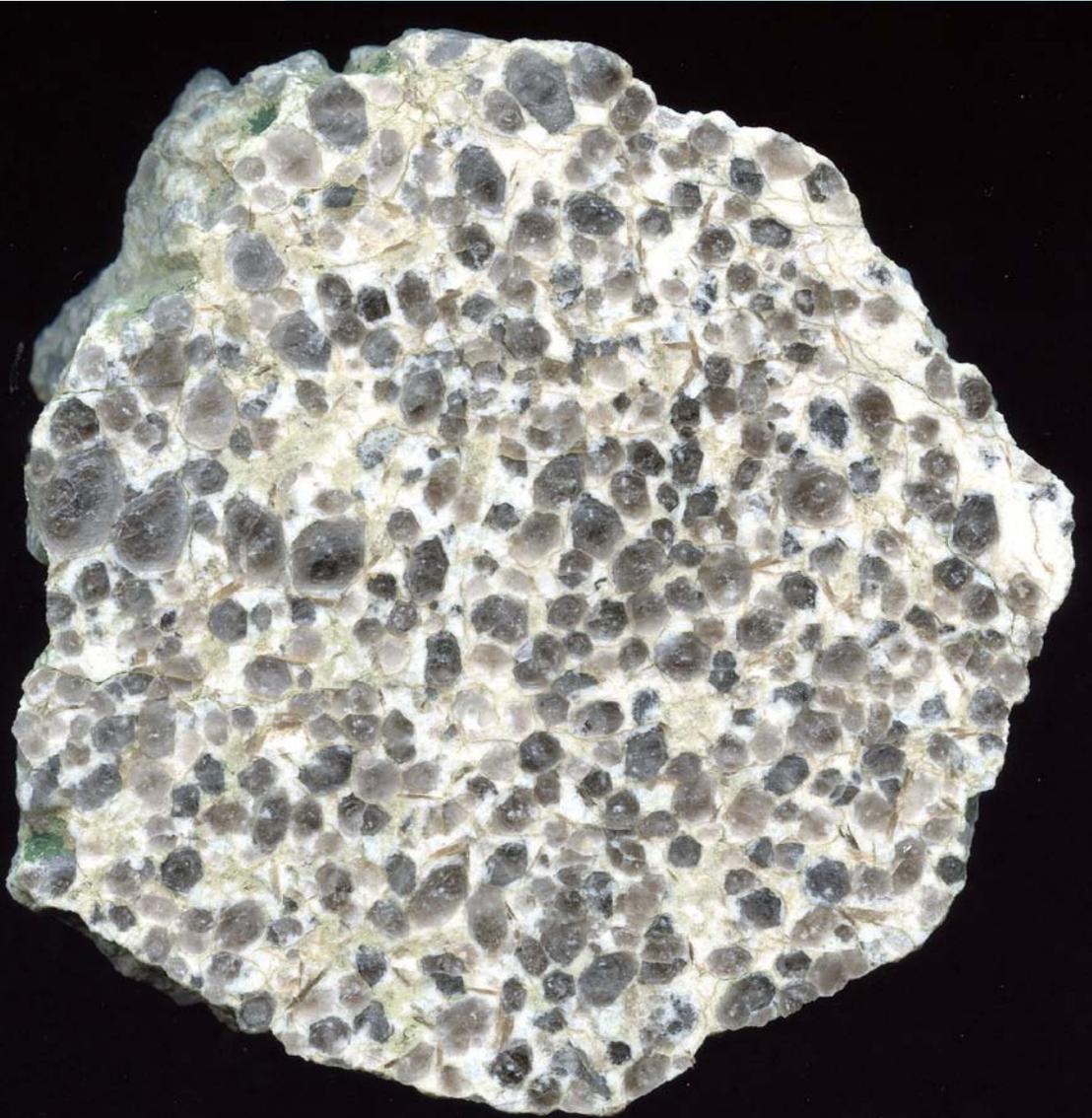


Spодумен 8 мм

Апограниты со сподуменом и мусковитом

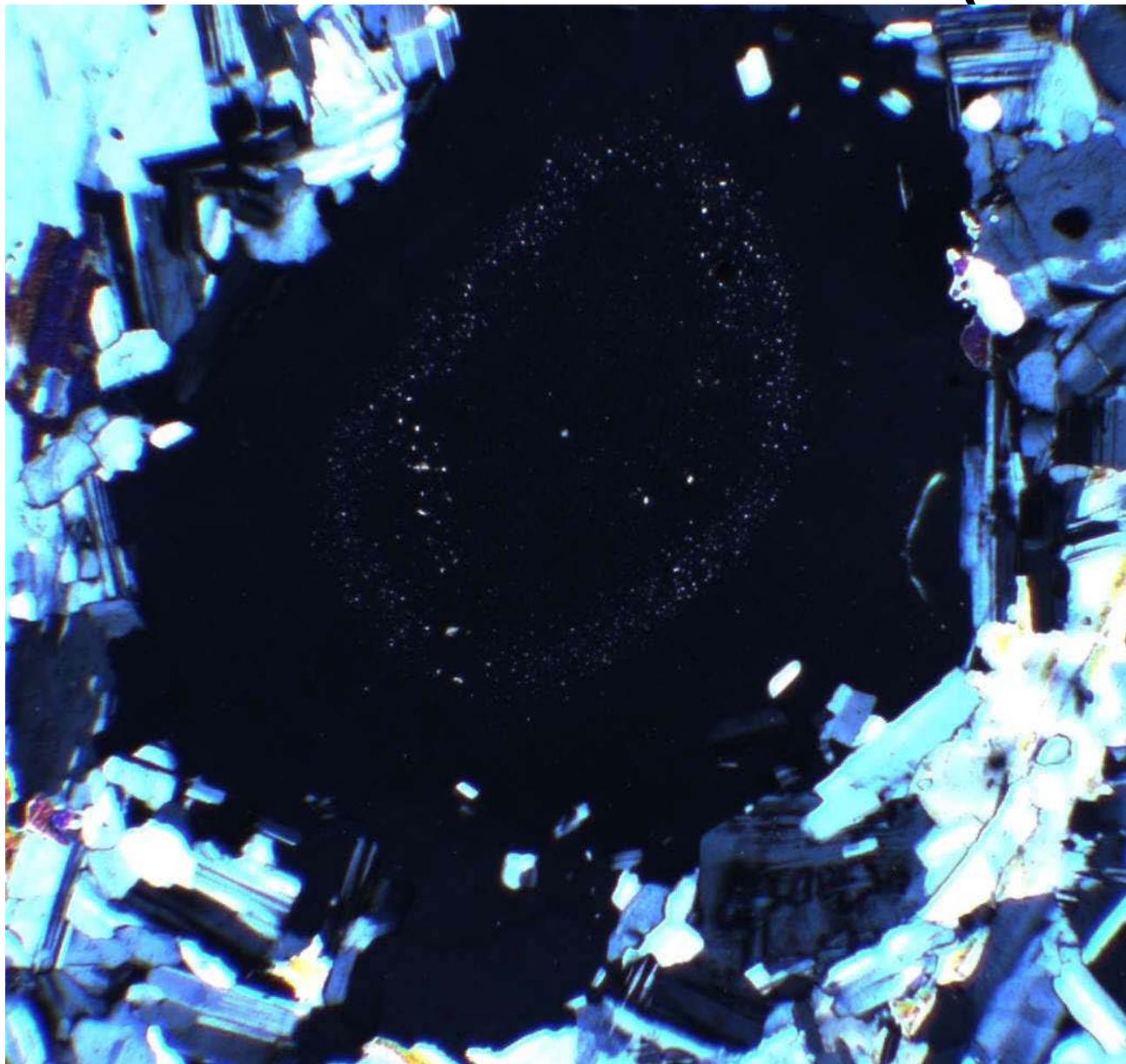
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Жанчивлан, Монголия



Лепидолит –
микроклин –
альбит –
кварцевые
апограниты
с обильными
порфиробластами
кварца.
119x117 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)



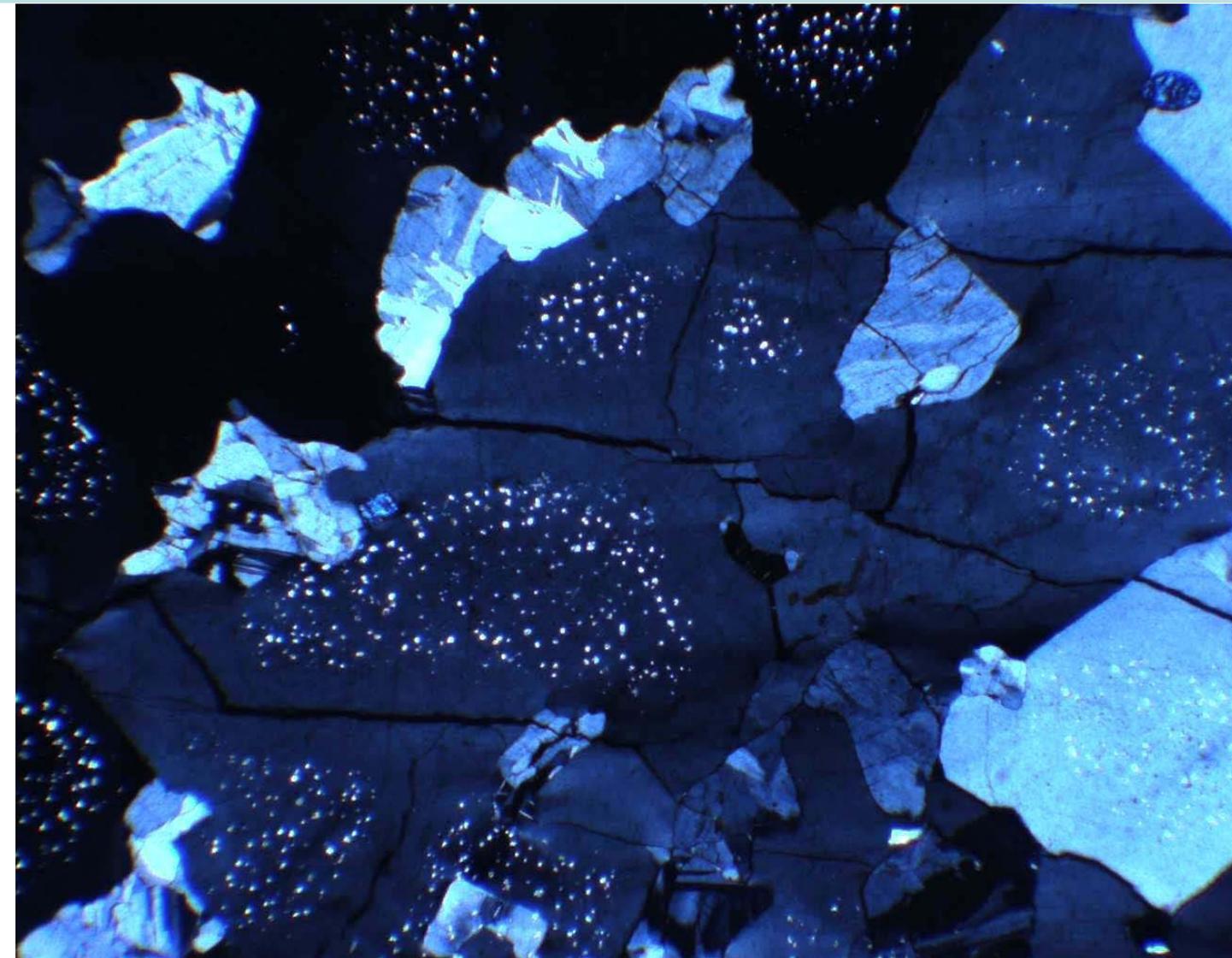
Плюмазитовые.
Орловка,
Забайкалье

Реликты
замещённых
полевых шпатов
в
метасоматическом
кварце

Шлиф. Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Агпайтовые. Катугино, Забайкалье

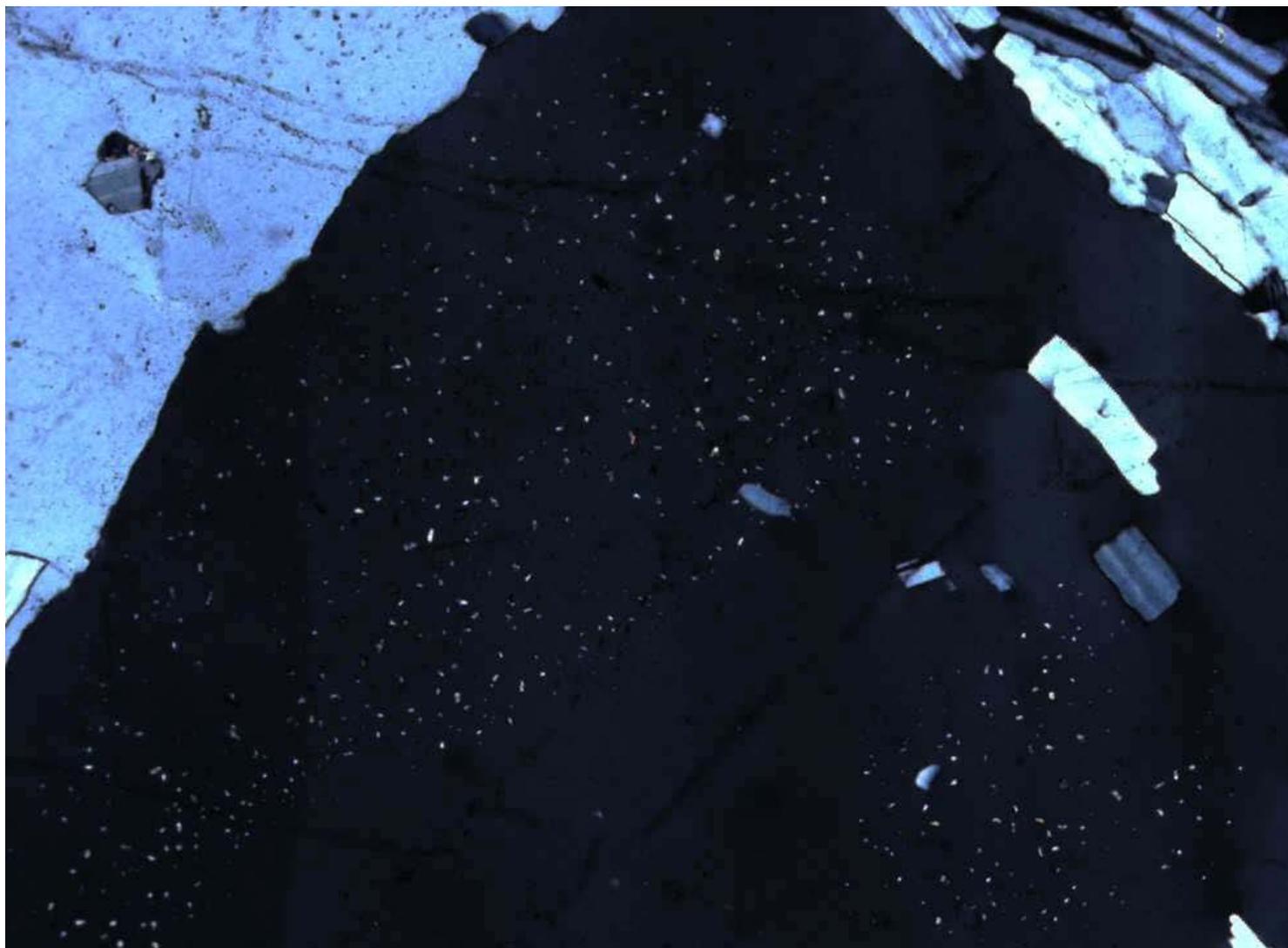


Реликты
замещённых
полевых
шпатов
в
метасома-
тическом
кварце

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Агпайтовые. Биту-Джида, Забайкалье



Реликты
замещённых
полевых
шпатов
в
метасома-
тическом
горошковом
кварце

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

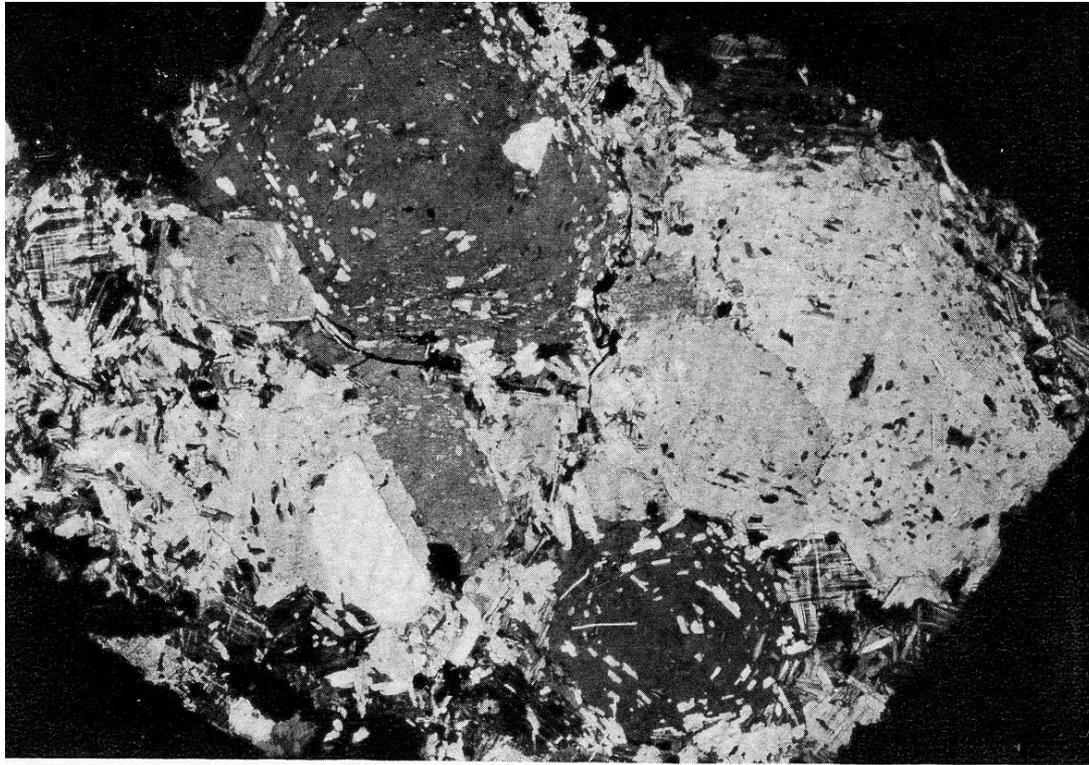


Рис. 39. Участок амазонит-альбитового апогранита, обогащенный кварцем. Ув. 8

Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Шлифы.
Николи х

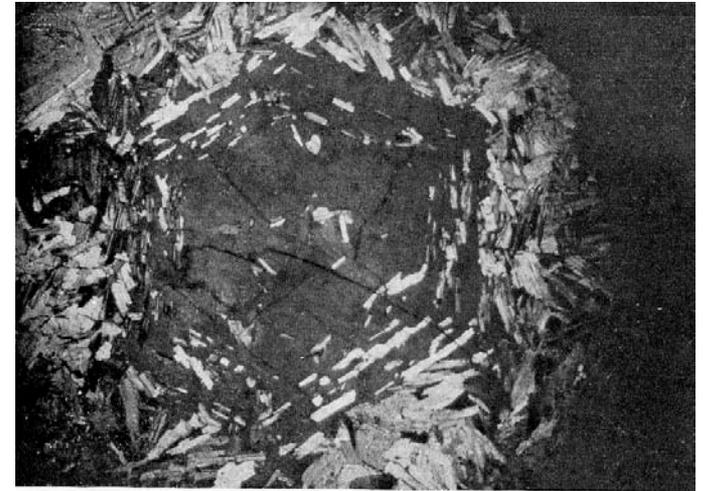


Рис. 60 Порфиробласты кварца с пойкилитовыми лейстами альбита, параллельными граням кристаллов кварца. Ув. 5

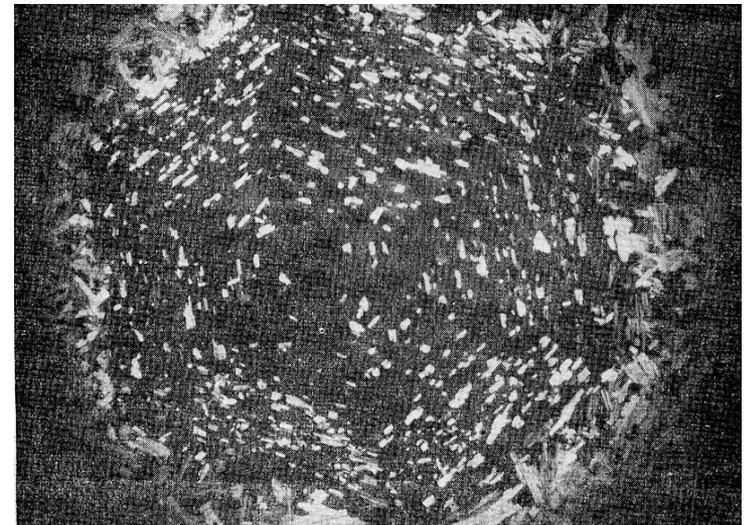
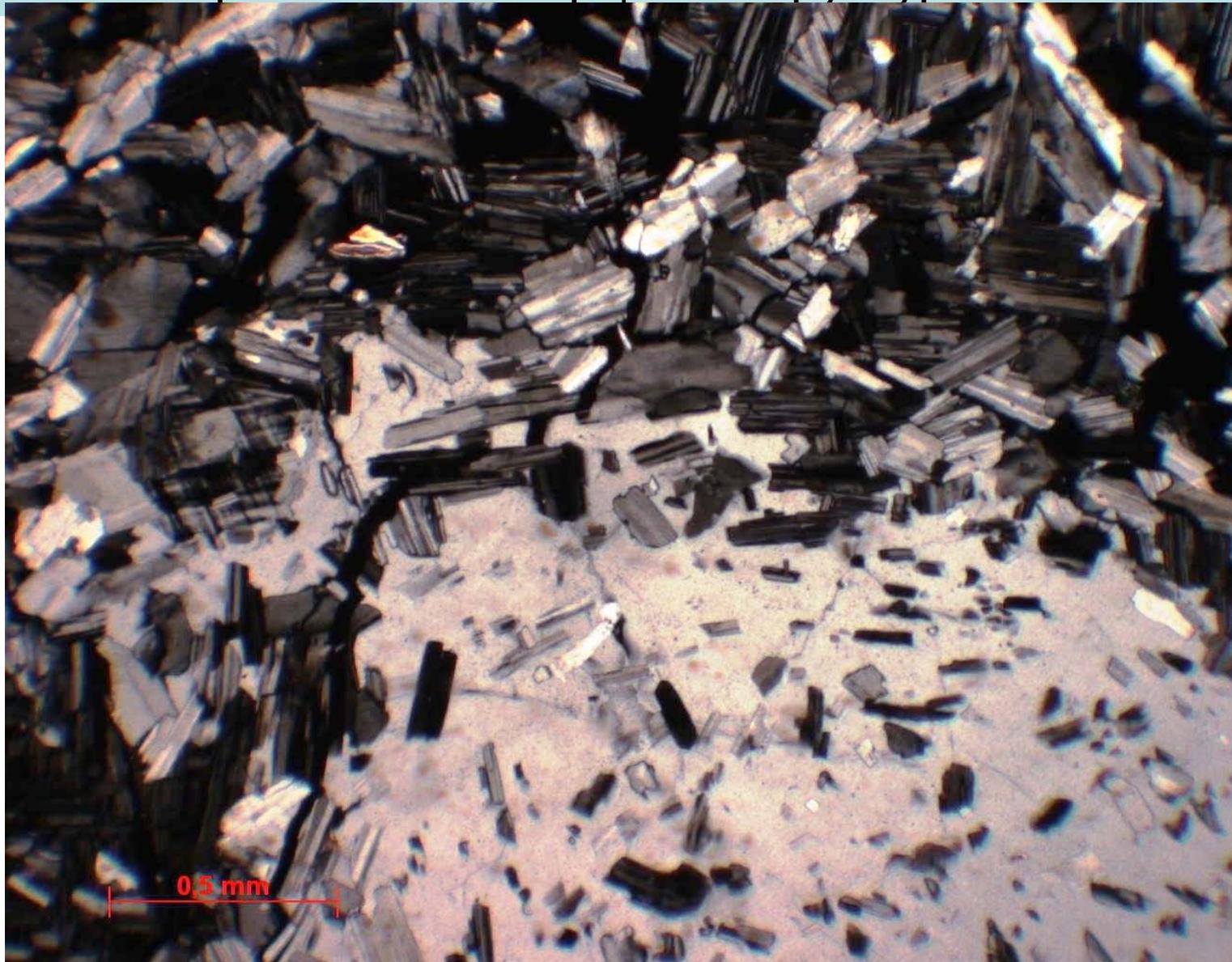


Рис. 42. Пойклитовые включения альбита по зонам роста порфиробла
кварца Ув. 10

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

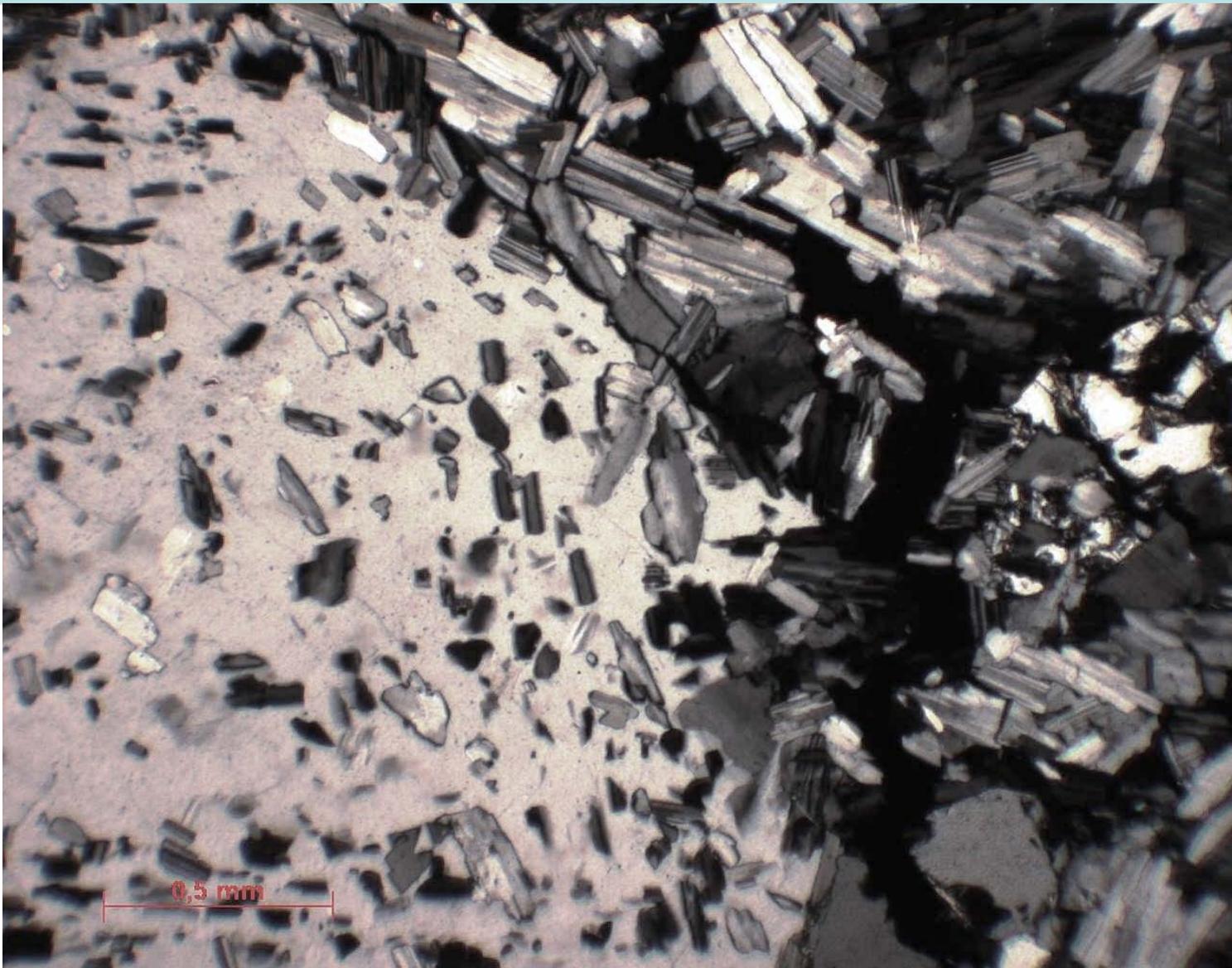


Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

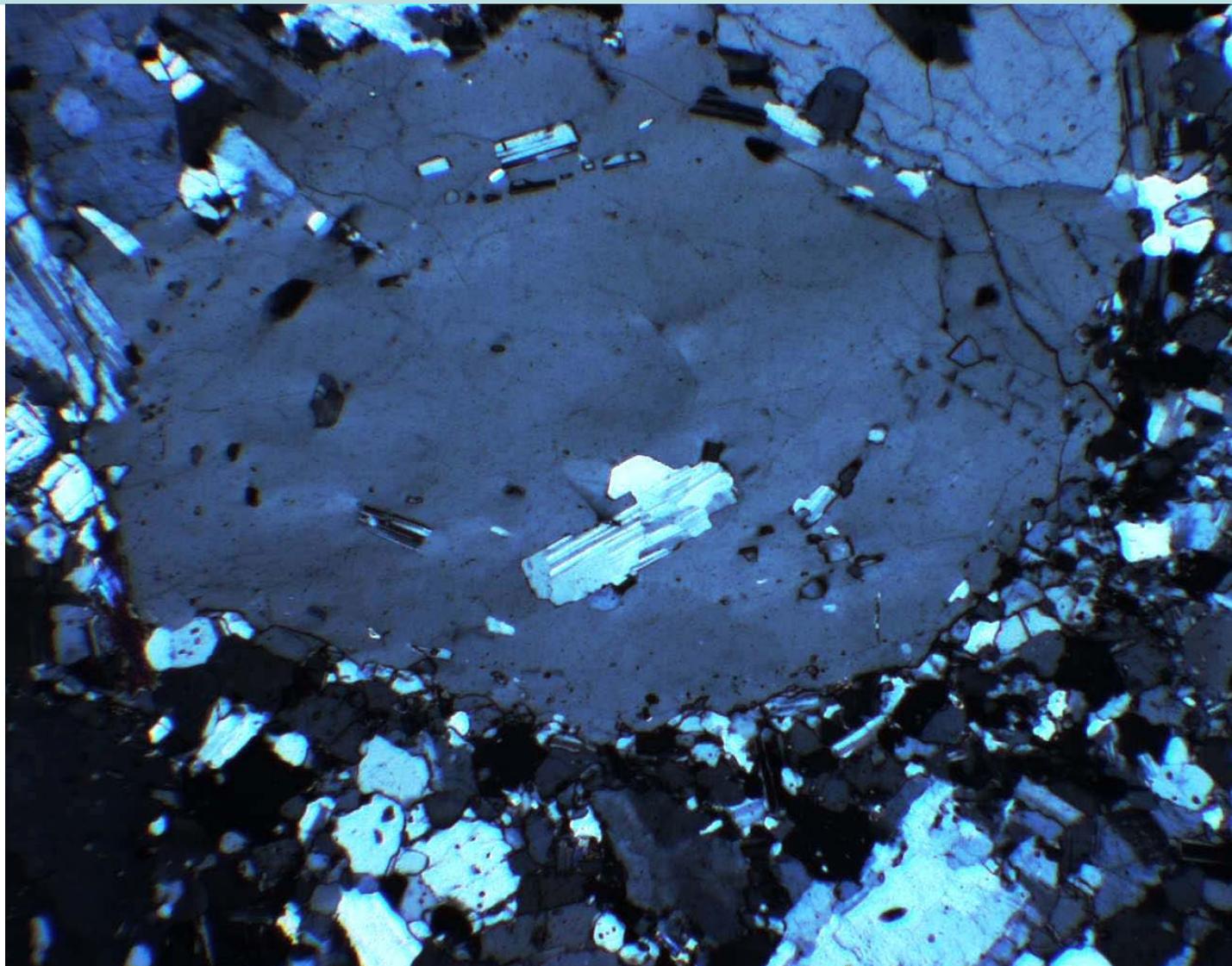


Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

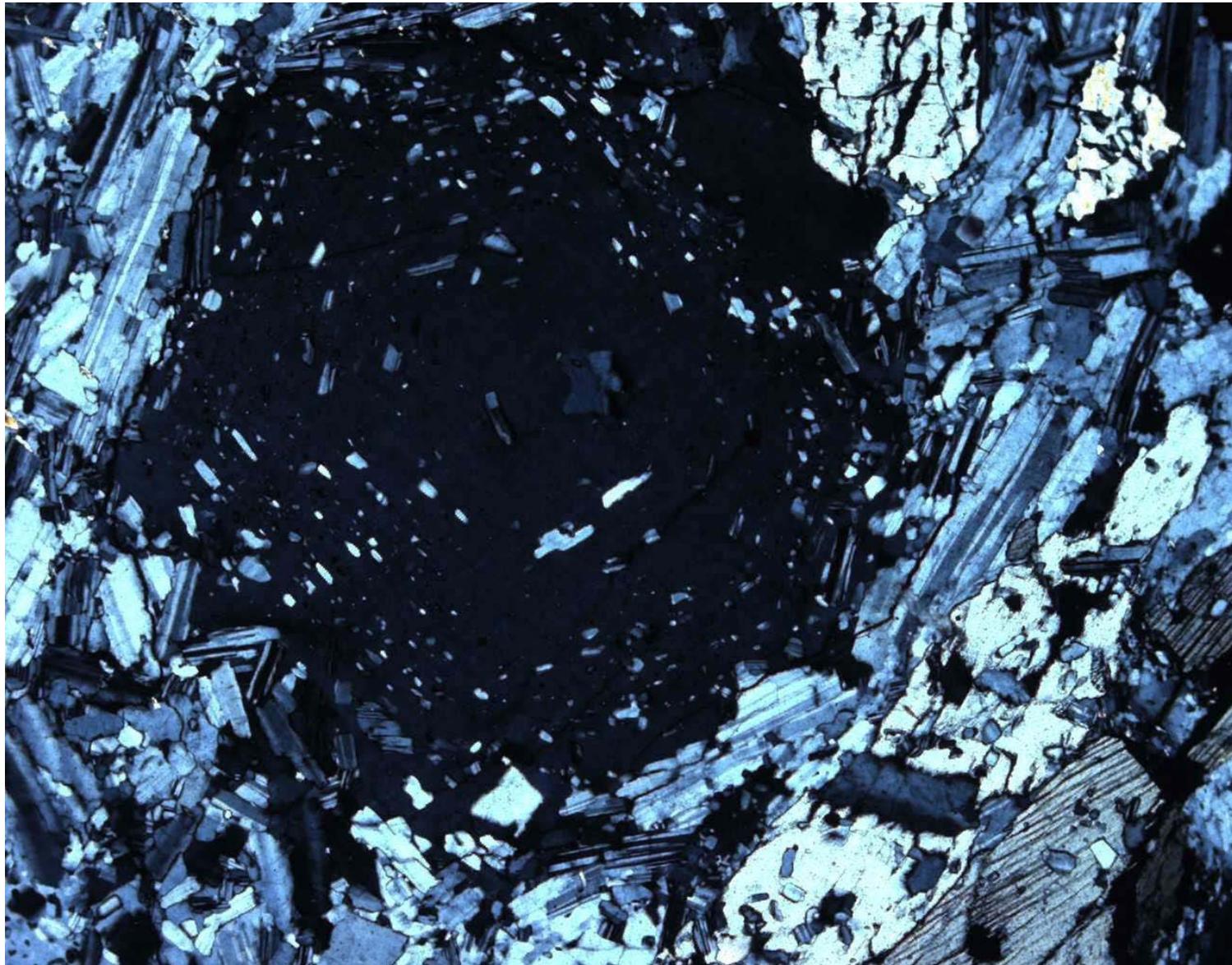


Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

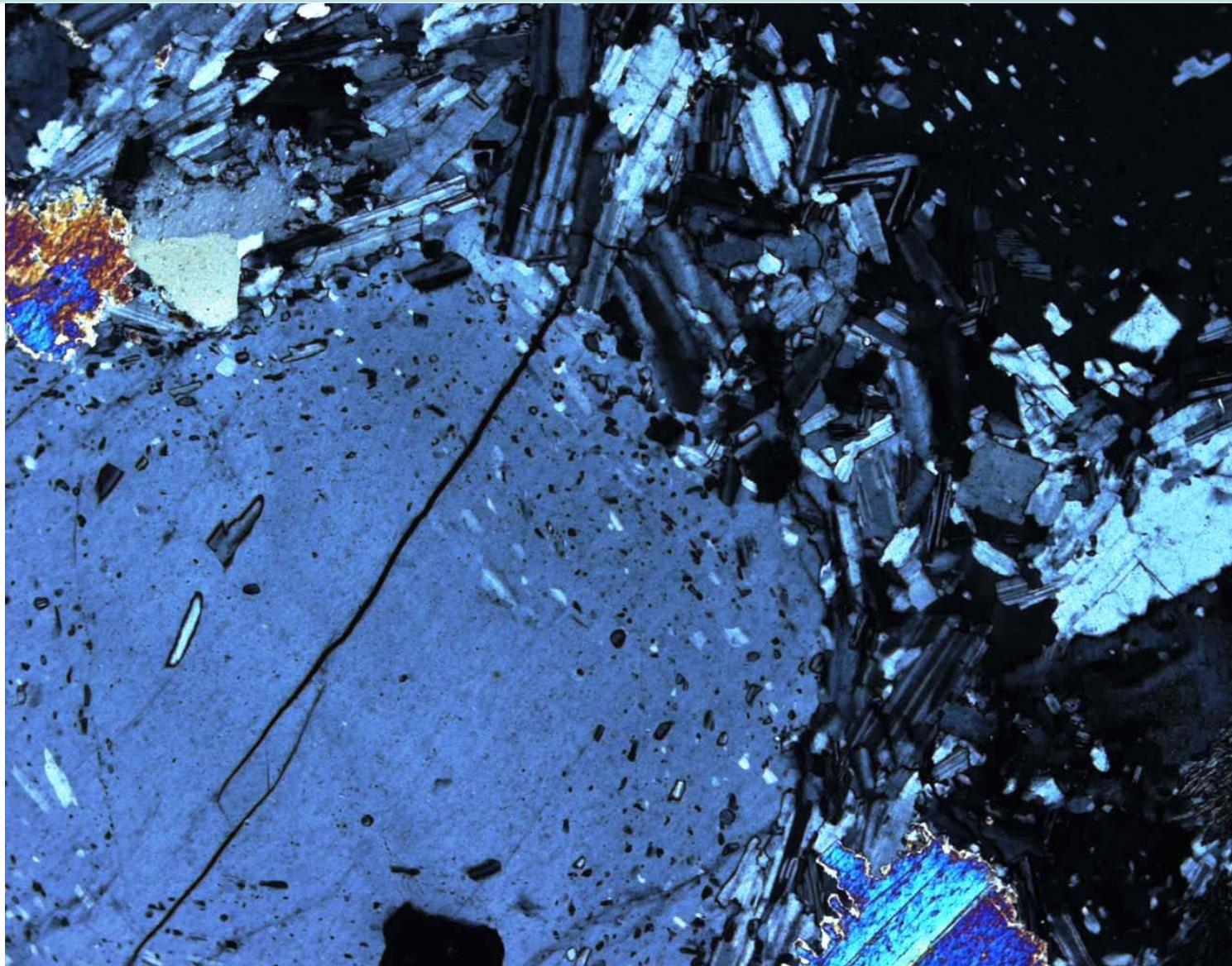


Плюма-
зитовые.
Алаха,
Горный
Алтай

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

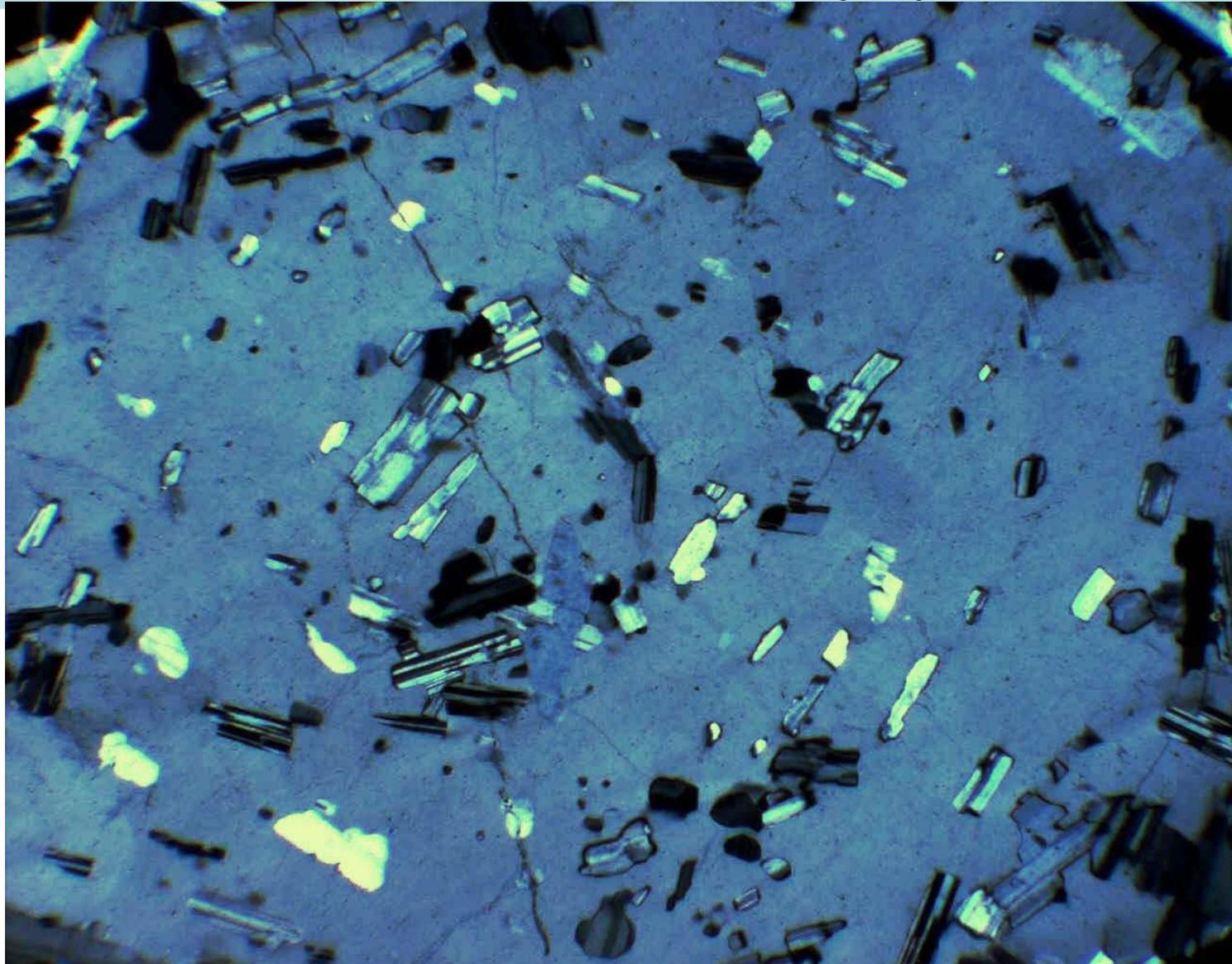


Плюма-
зитовые.
Алаха,
Алтай

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

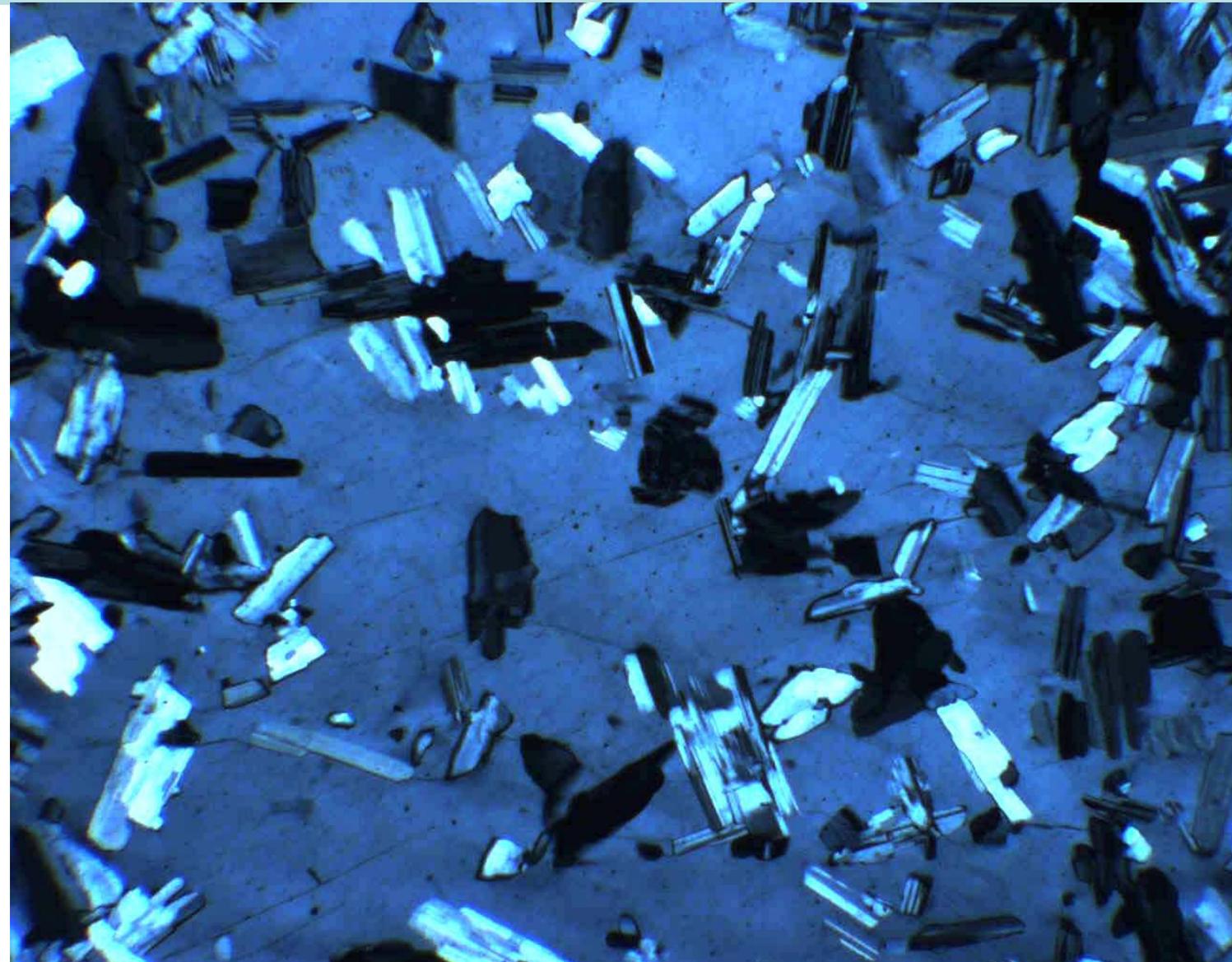


Агпай-
товые.
Улуг-
Танзек,
Тува

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц со структурой снежного кома

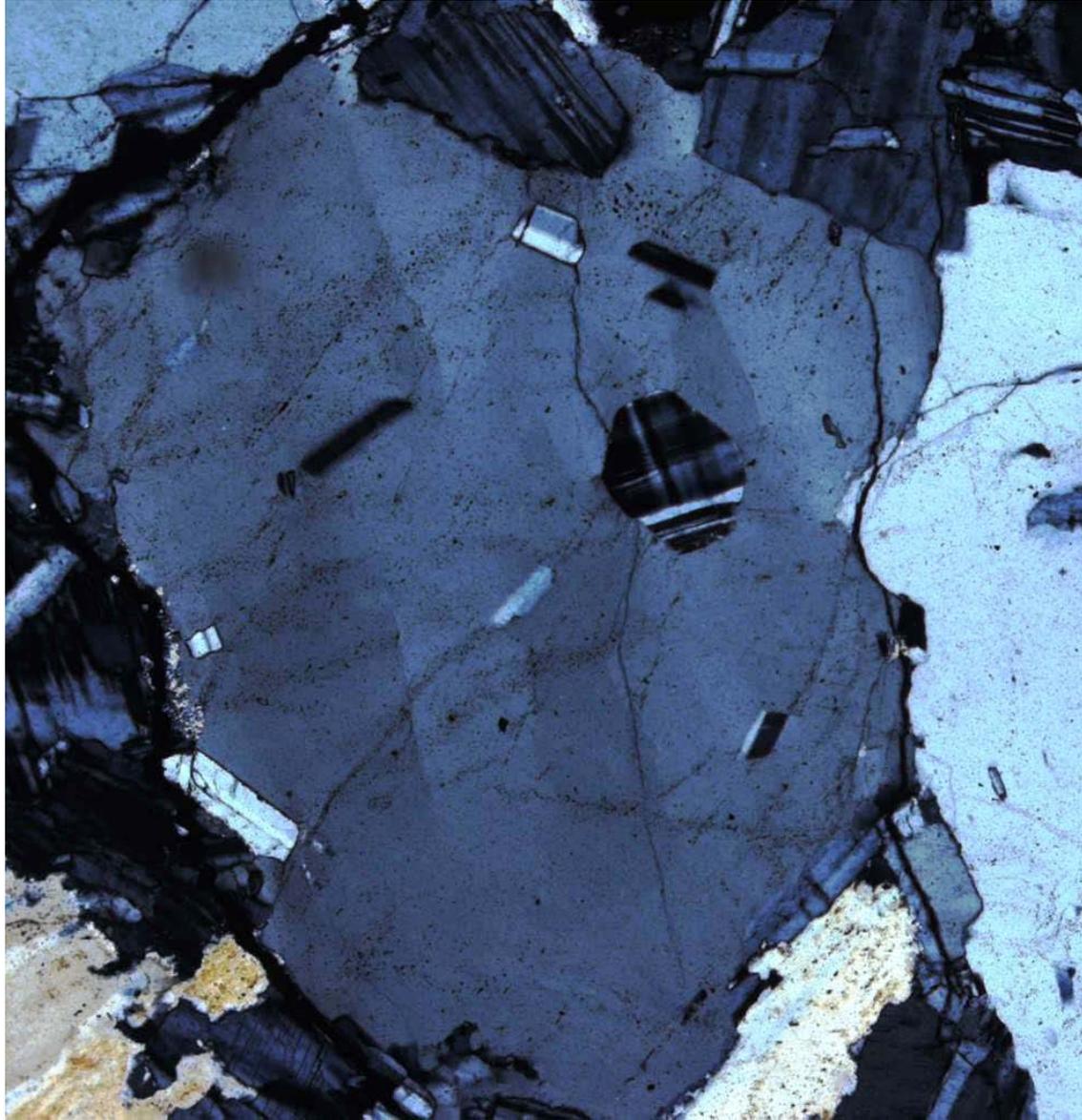


Агпайтовые.
Биту-Джида,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый кварц с включениями альбита и микроклина

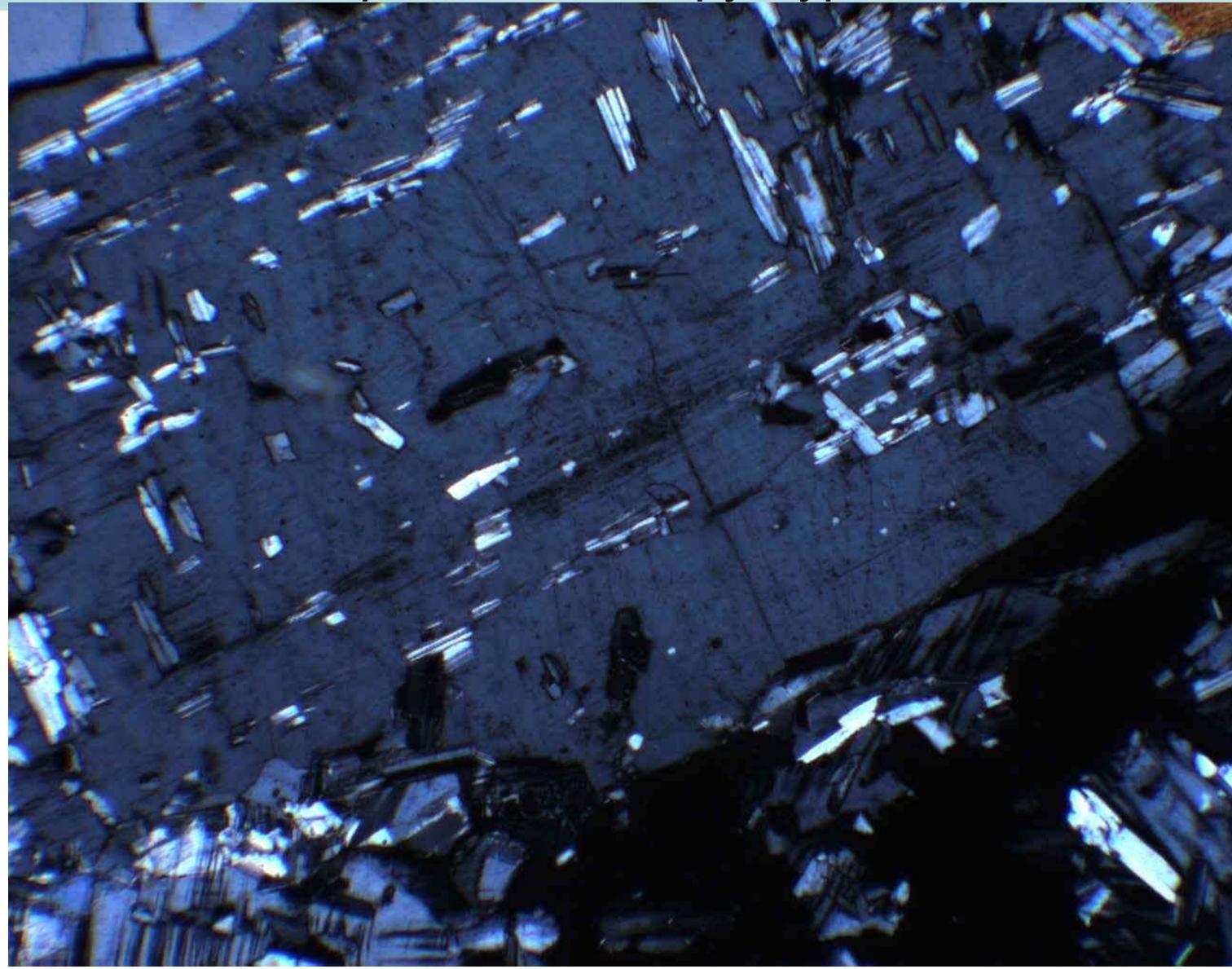


Плюмазитовые.
Орловка,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Микроклин со структурой снежного кома



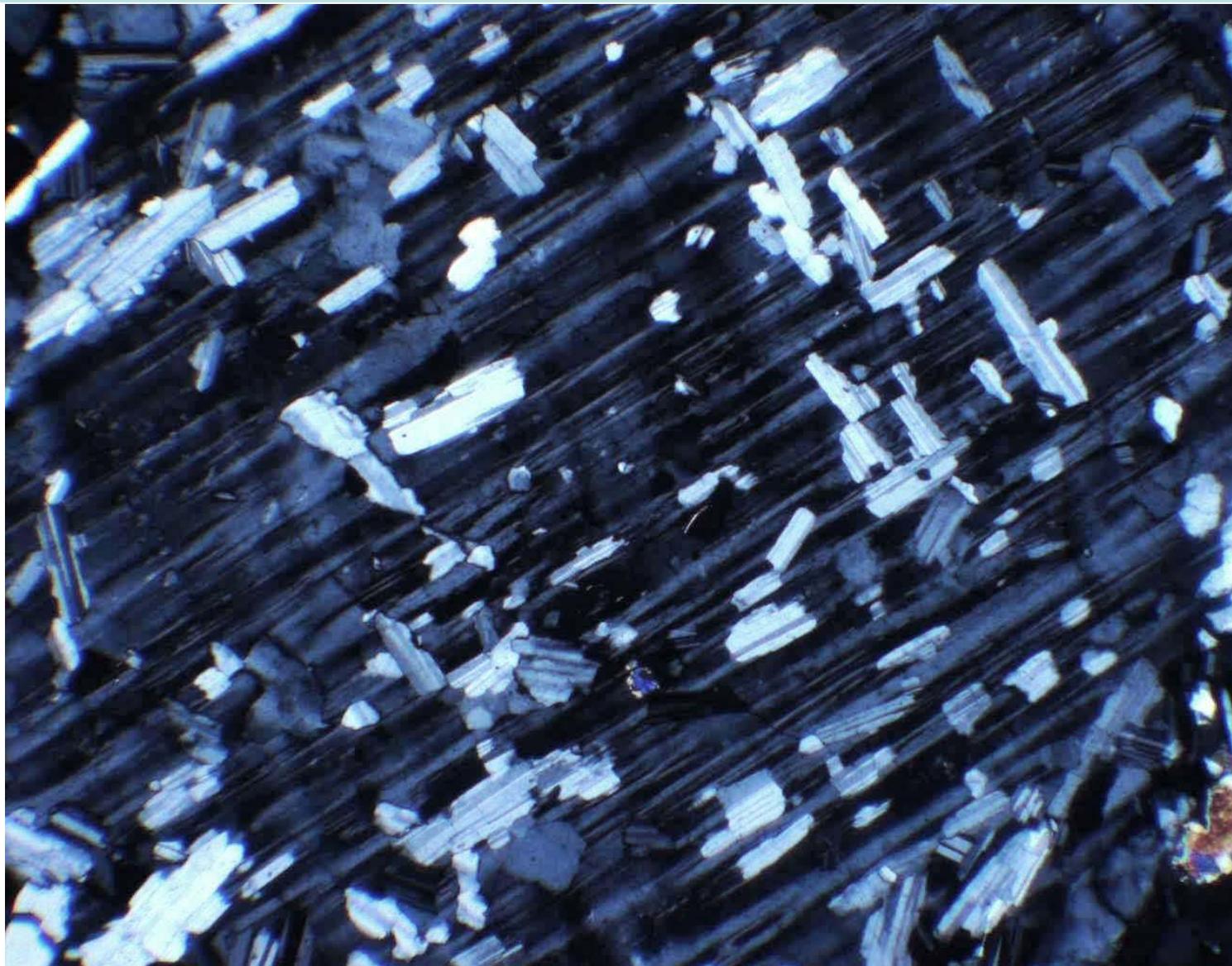
Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Сокристал-
лизация
микроклин –
альбит

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый микроклин со структурой снежного кома



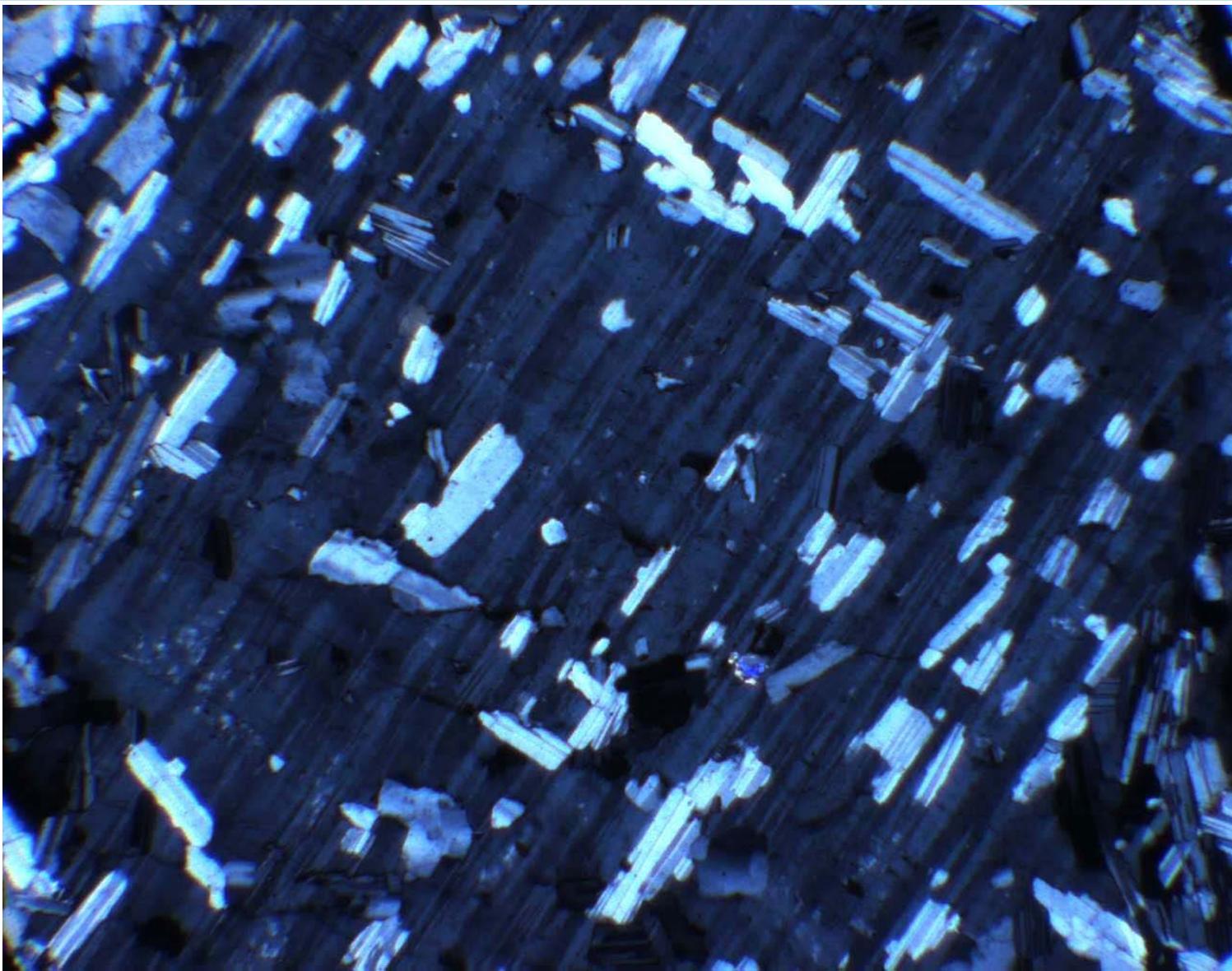
Агпайтовые.
Биту-Джида,
Забайкалье

Сокристал-
лизация
микроклин –
альбит

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый микроклин со структурой снежного кома

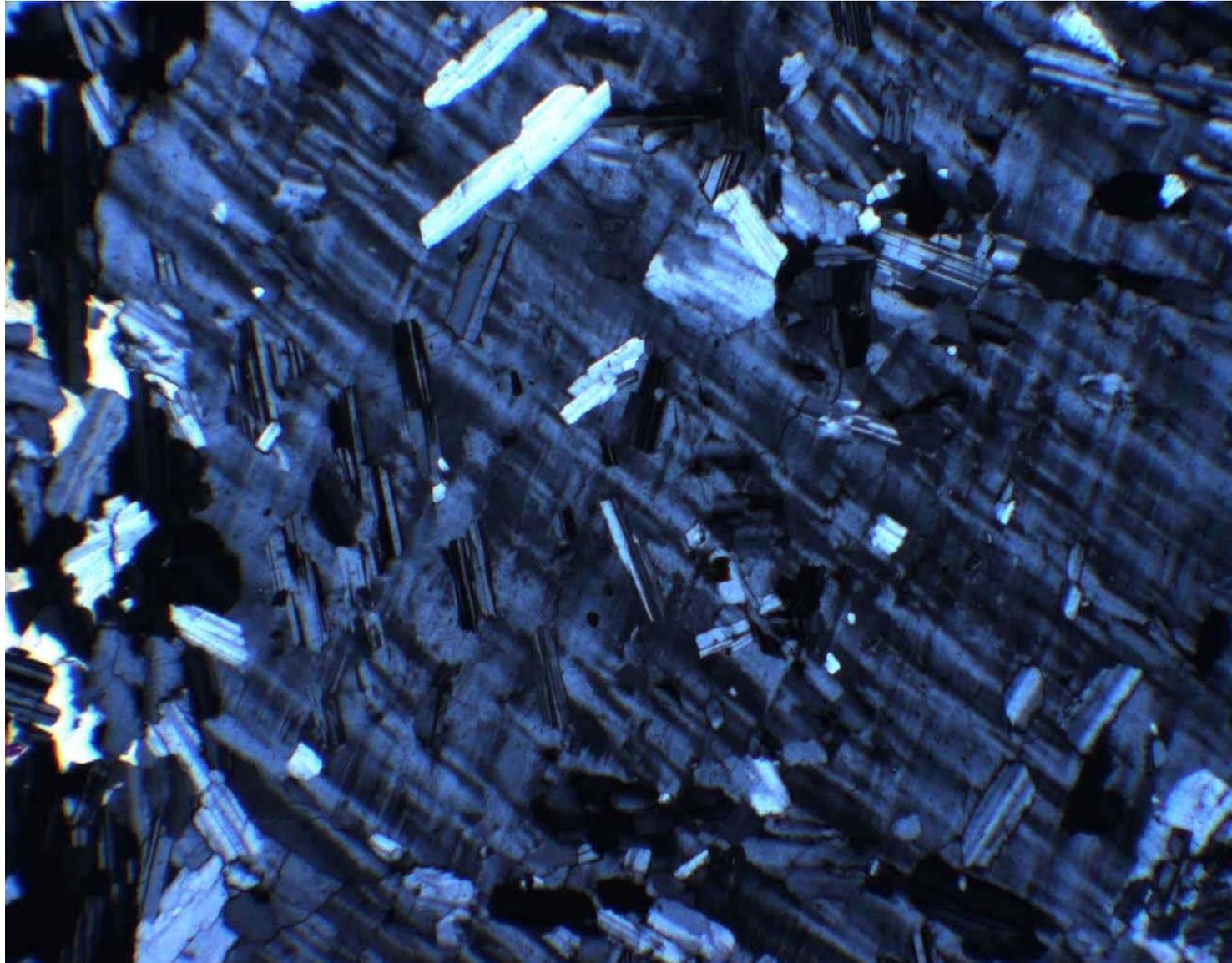


Агпайтовые.
Биту-Джида,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Горошковый микроклин со структурой снежного кома

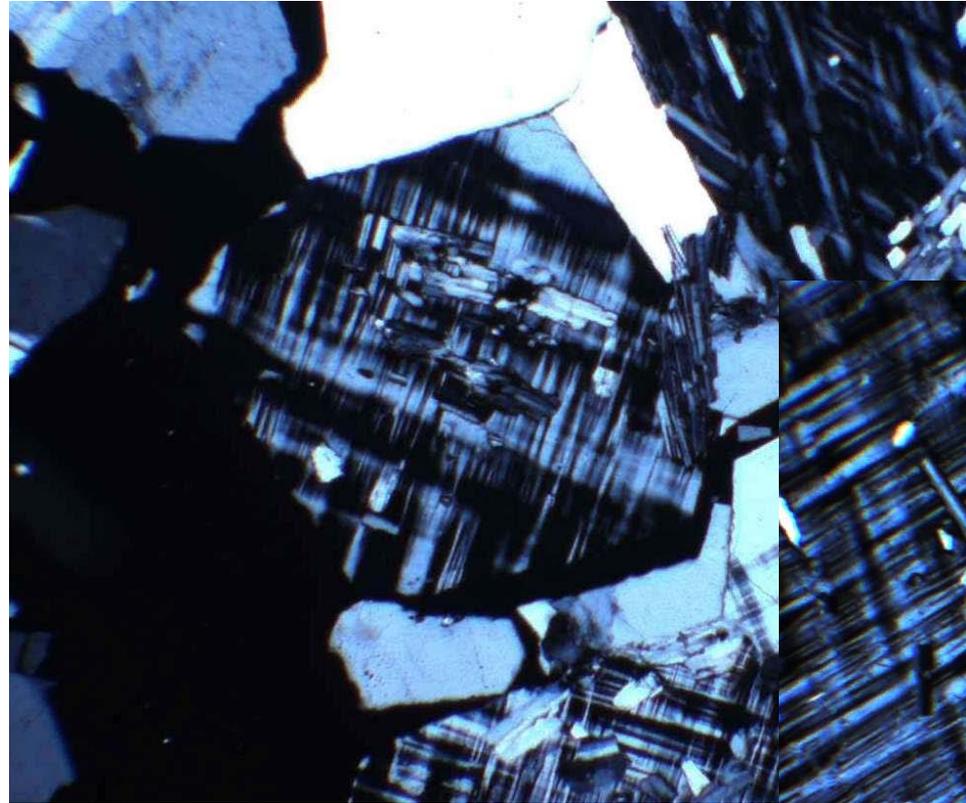


Агпайтовые.
Биту-Джида,
Забайкалье

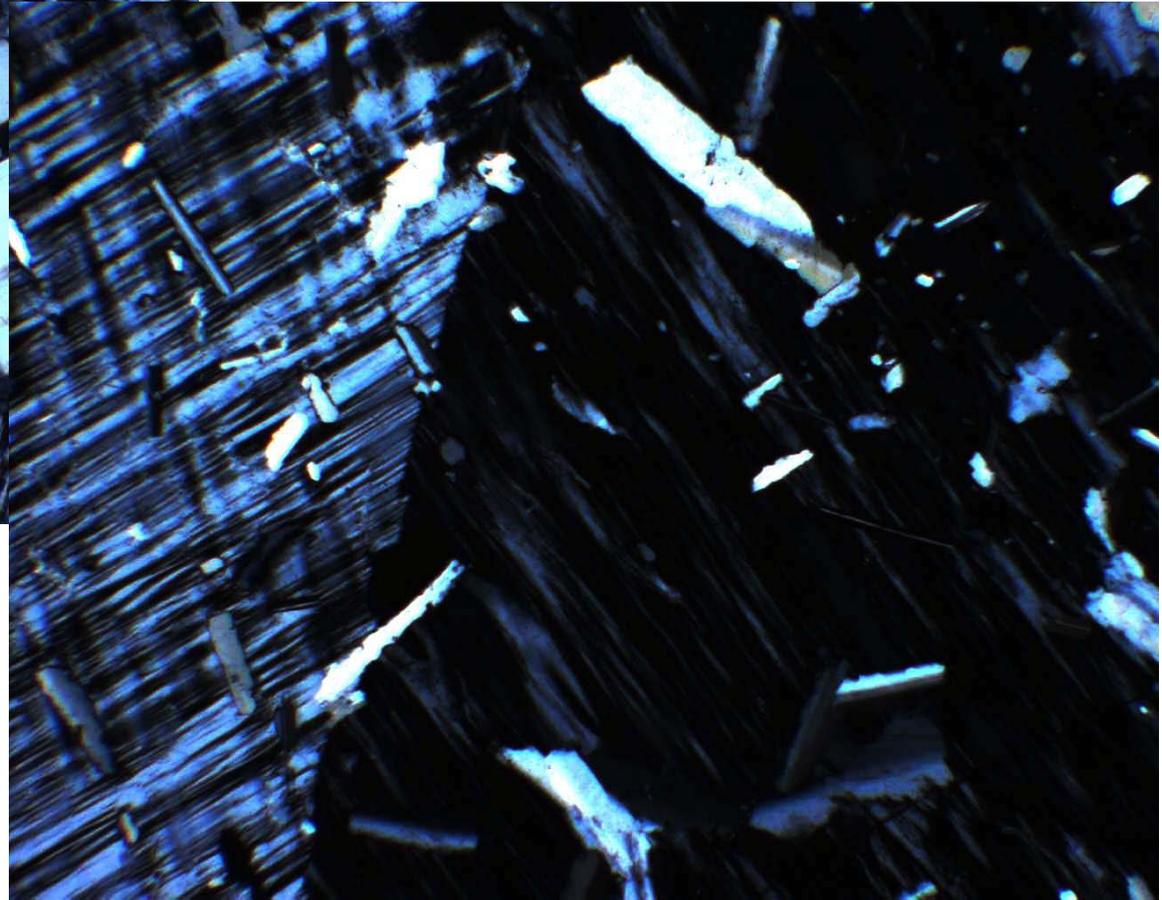
Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Полевые шпаты матрицы - микроклин решётчатый и альбит



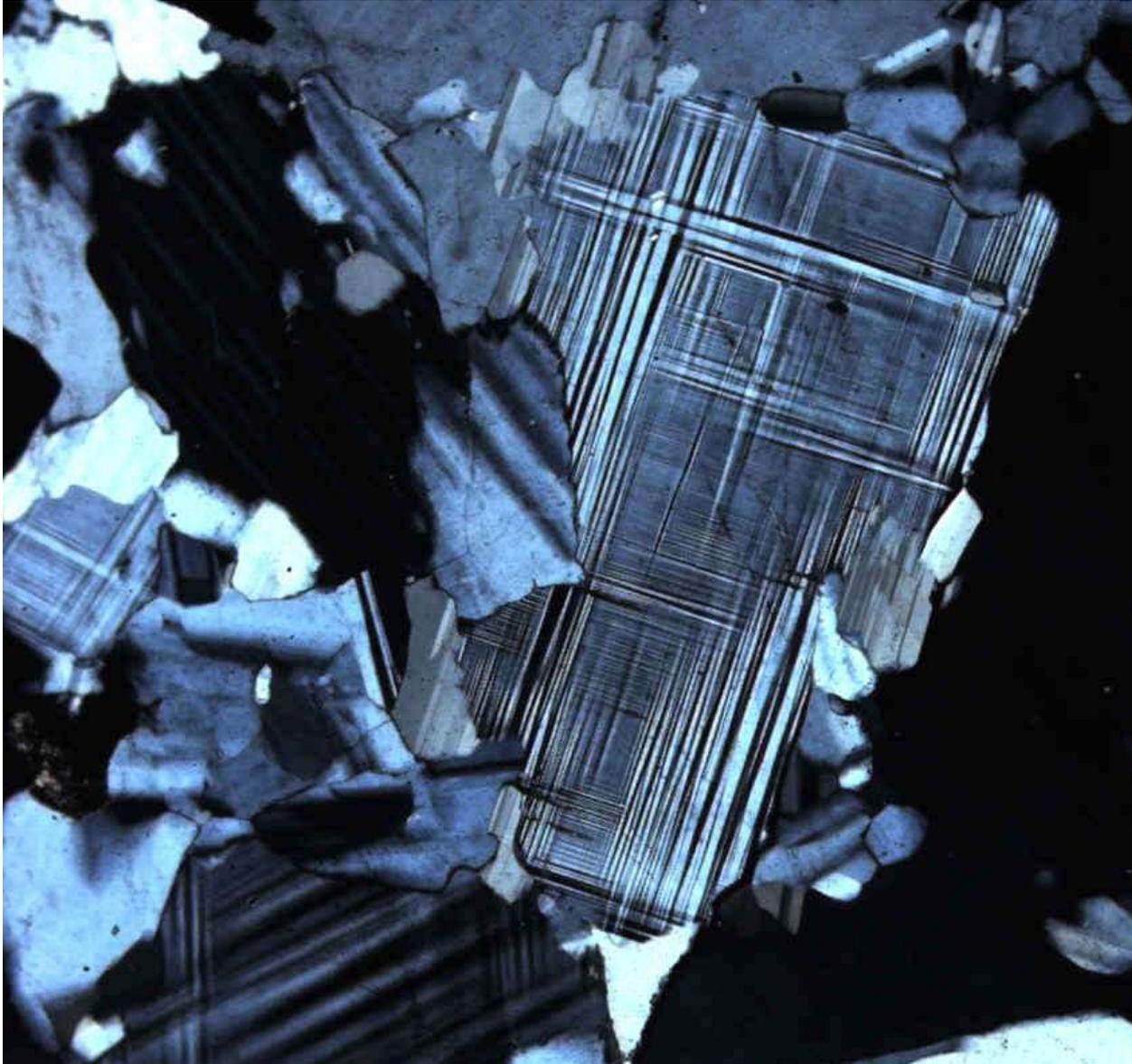
Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье



Шлиф.
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Полевые шпаты матрицы - микроклин решётчатый и альбит



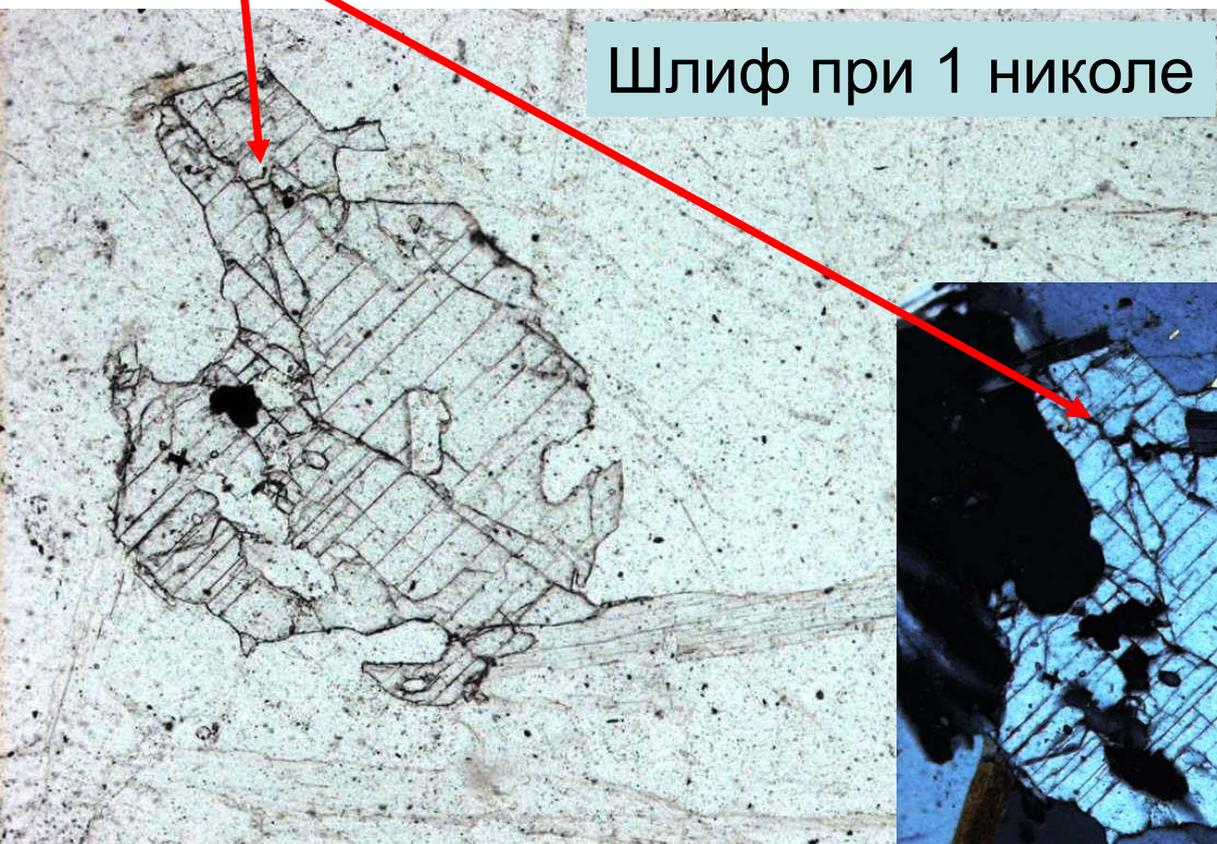
Агпайтовые.
Катугино,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

**МИНЕРАЛЫ ПЛЮМАЗИТОВЫХ
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫХ
МЕТАСОМАТИТОВ (апогранитов)**

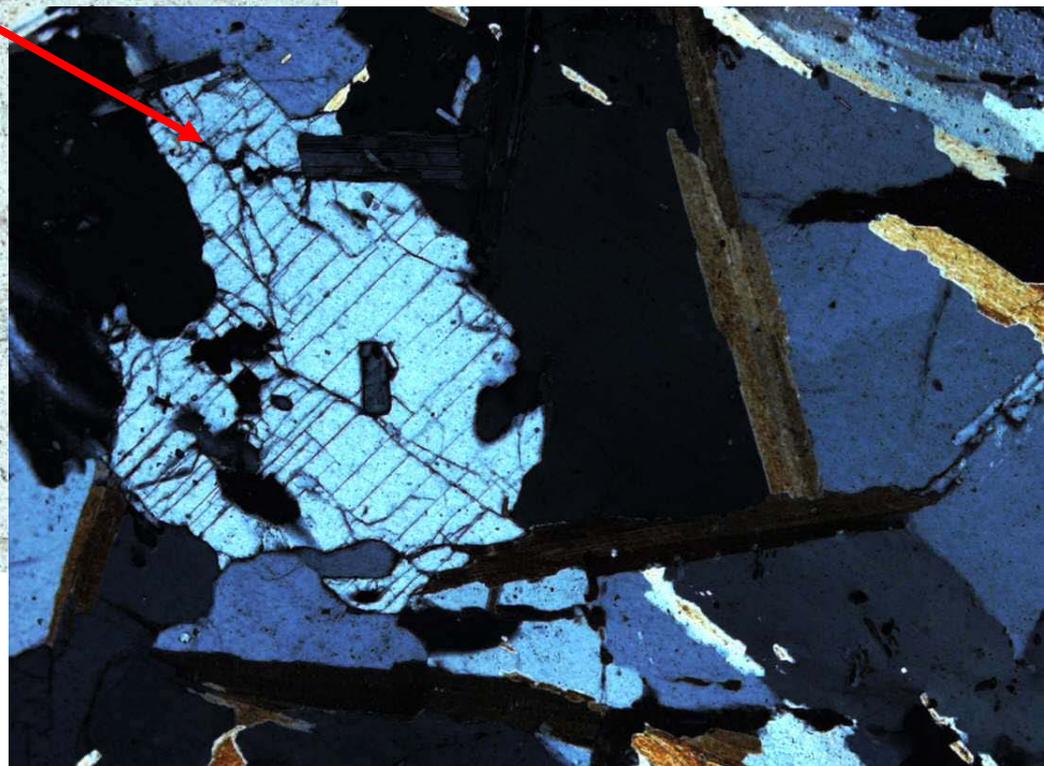
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз $Al_2[F_2/SiO_4]$ – типичный минерал плюмазитовых апогранитов. Этыка, Забайкалье



Шлиф при 1 николе

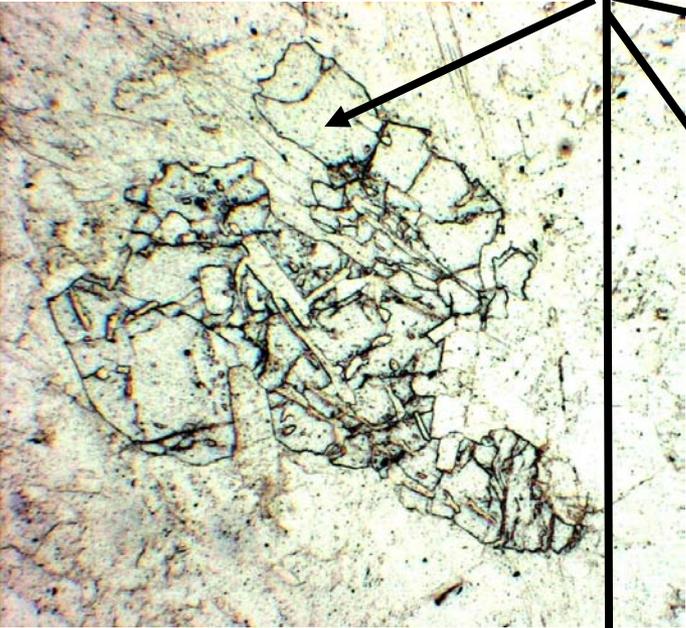
Пластины более позднего циннвальдита-криофиллита



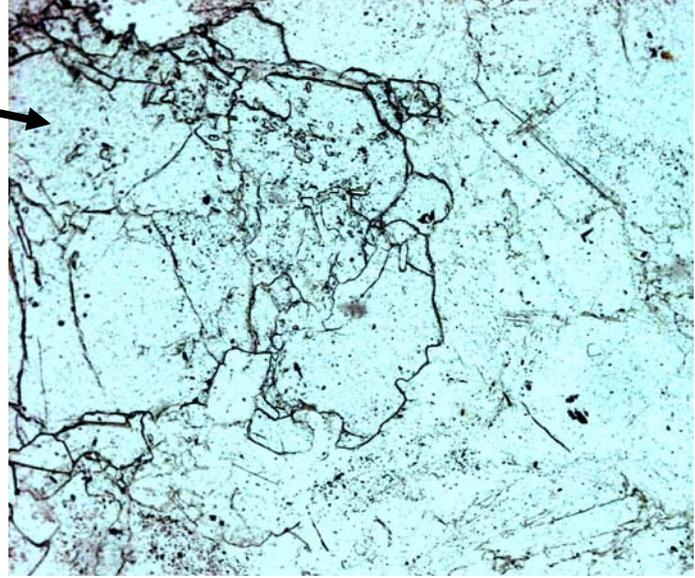
Шлиф. Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

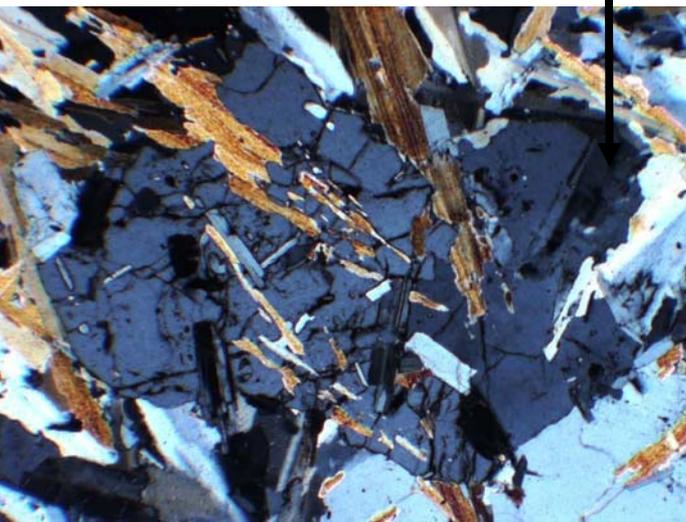
Топаз. Этыка, Забайкалье



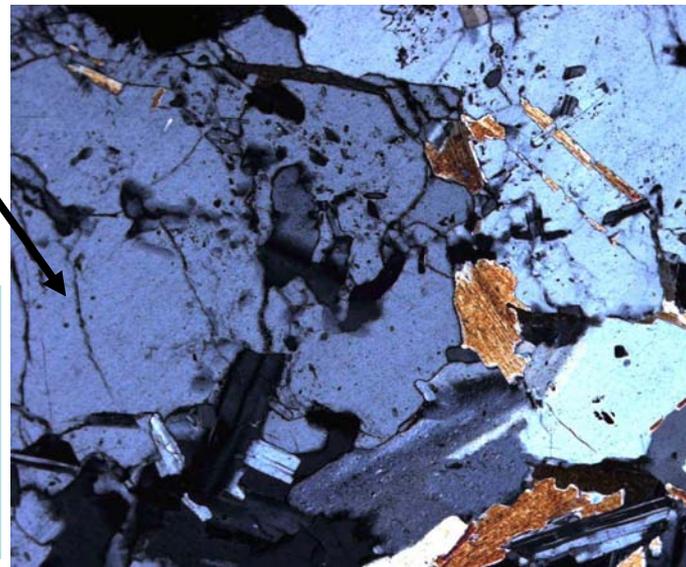
При 1
никеле



Николи х



Пластины более
позднего
циннвальдита-
криофиллита

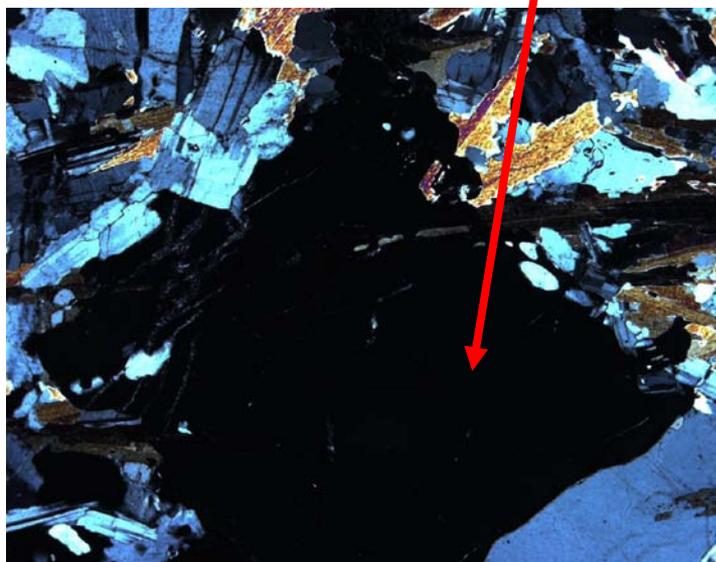
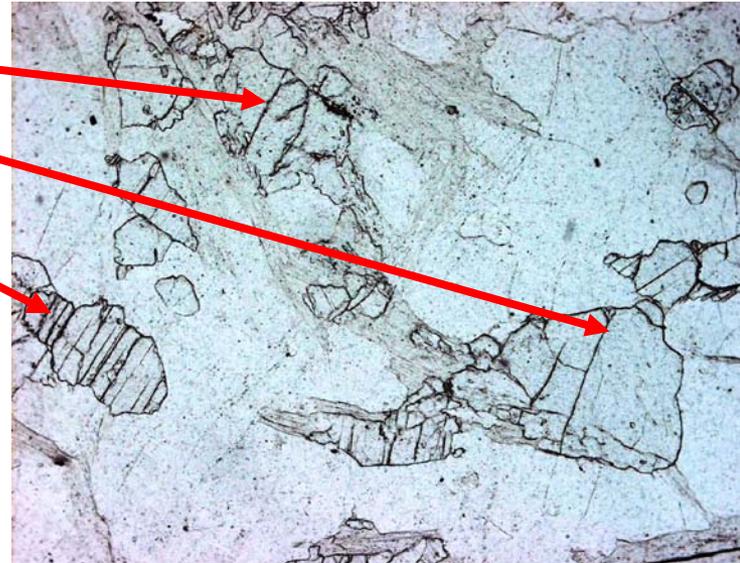


КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз. Этыка, Забайкалье

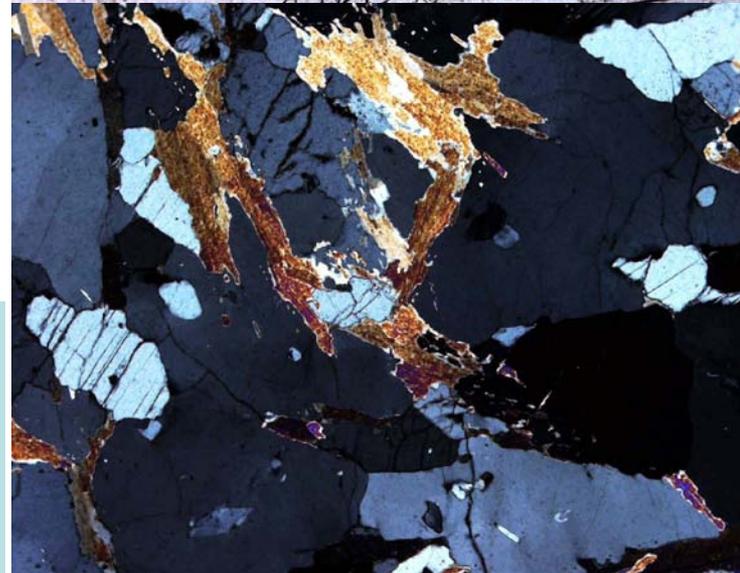


При 1 николе



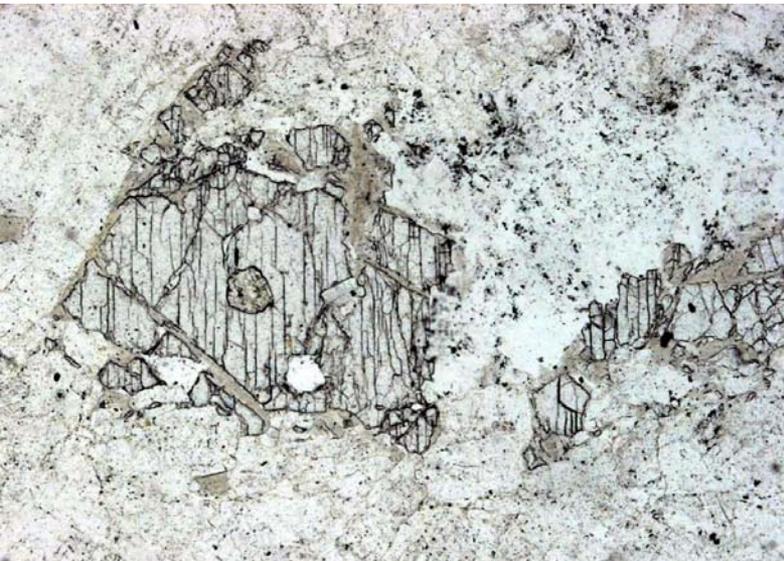
Николи х

Пластины более
позднего
циннвальдита-
криофиллита

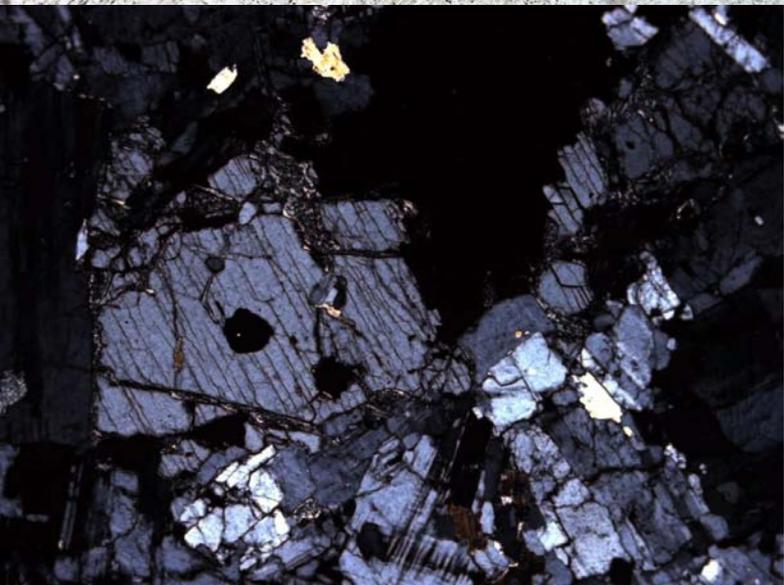
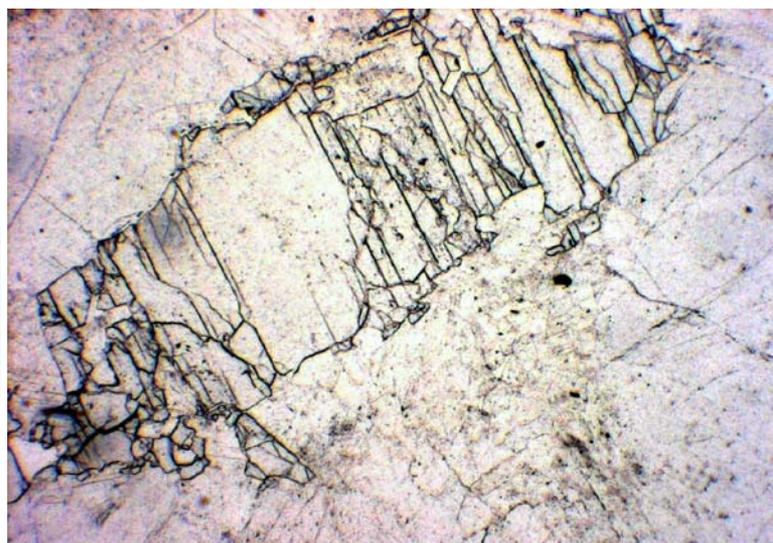


КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

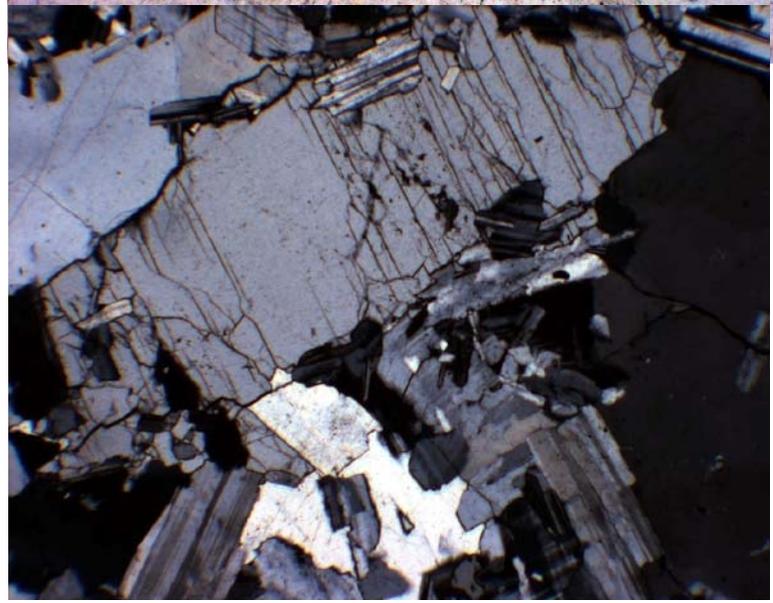
Топаз. Орловка, Забайкалье



При 1
николе



Николи
х



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз. Орловка, Забайкалье

При 1 николе

Николи х



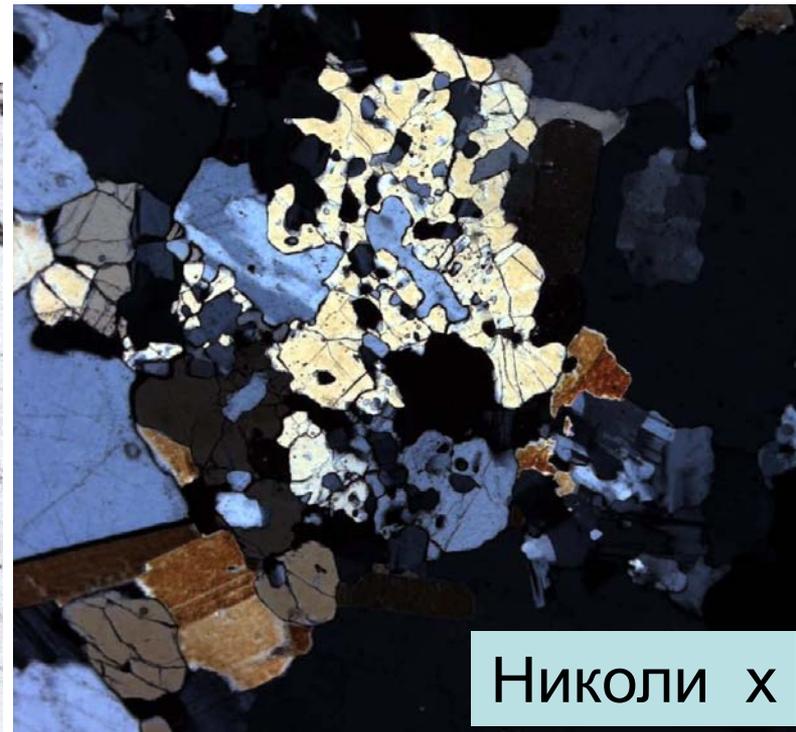
Топаз – рельефный.
Масса более позднего
криофиллита - циннвальдита

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз. Орловка, Забайкалье

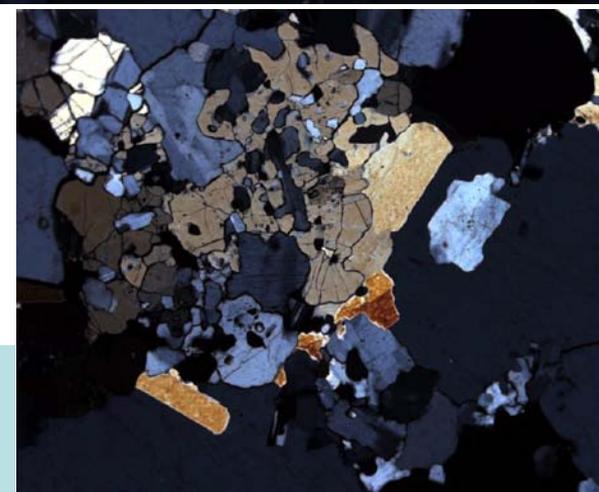


При 1
никеле



Николи X

Топаз – рельефный. Не мало более позднего
криофиллита - циннвальдита



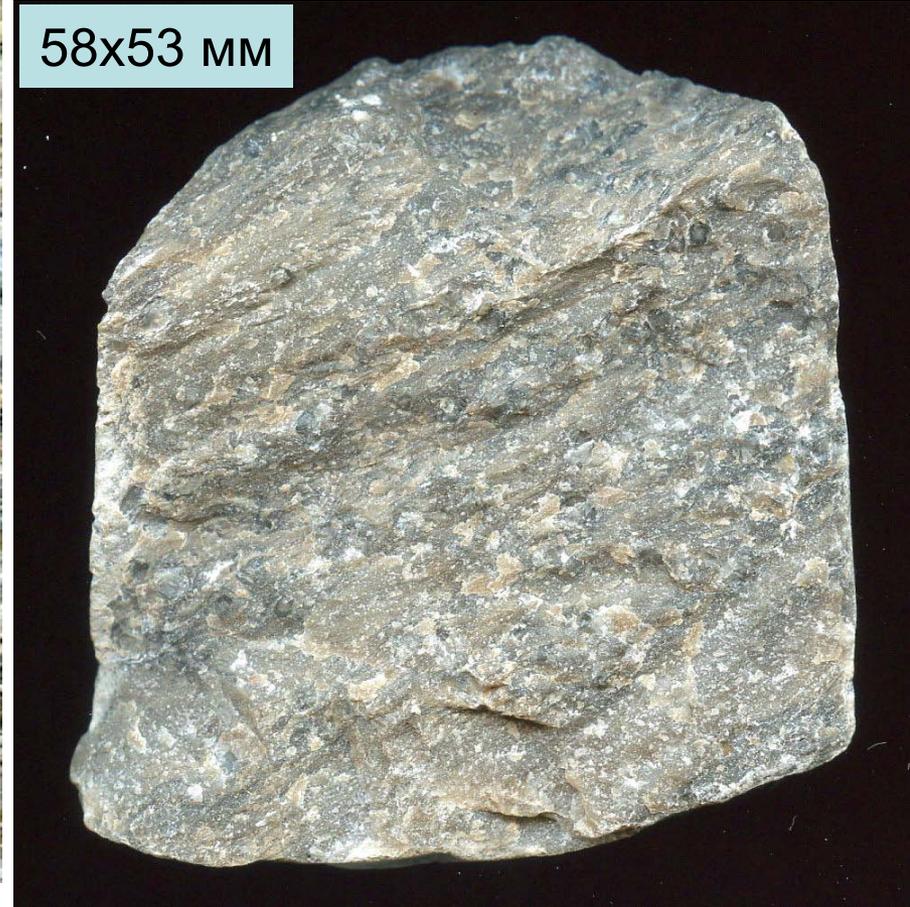
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз. Высокотемпературный фторидный метасоматоз синхронно захватил и экзоконтактовые роговики вокруг лейкогранитного интрузива. Этыка, Забайкалье

25x23 мм



58x53 мм

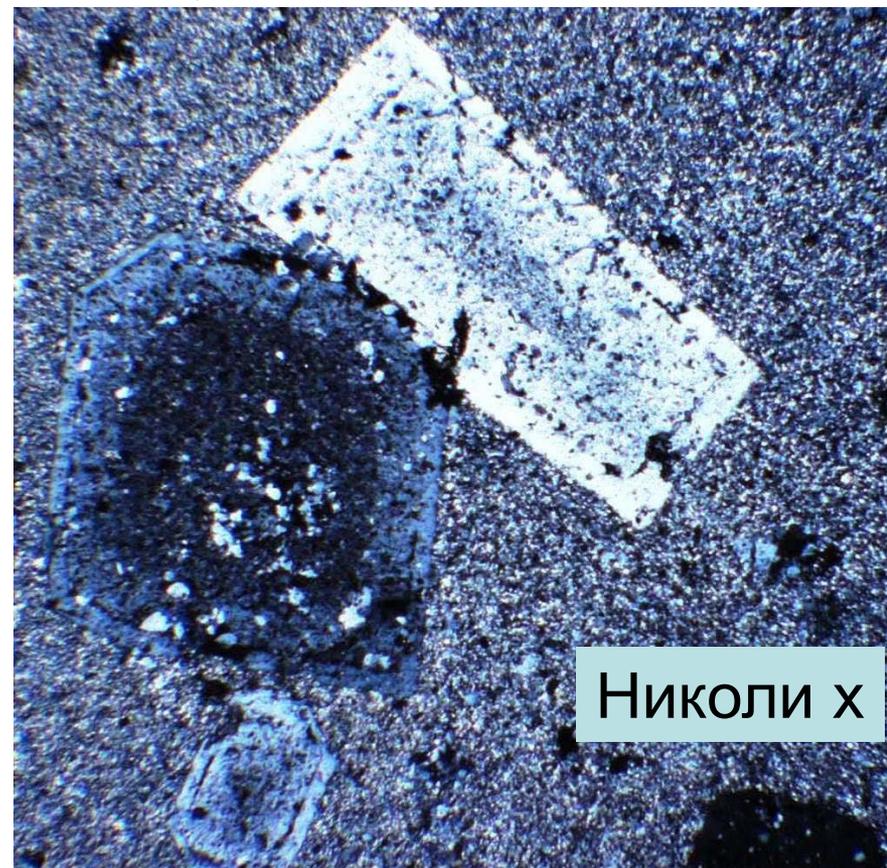


Изменённые роговики с мелкими метакристаллами топаза

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Топаз. Высокотемпературный фторидный метасоматоз синхронно захватил и экзоконтактовые роговики вокруг лейкогранитного интрузива. Этыка, Забайкалье

При 1
нике



Николи х

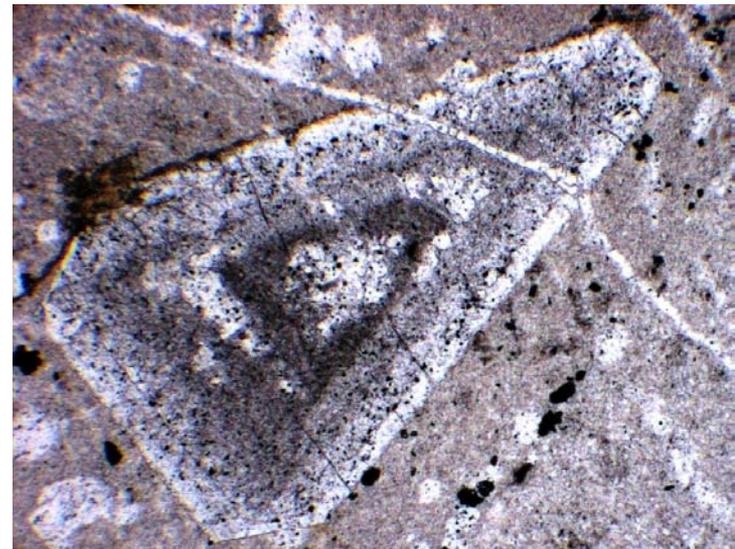
Зональные метакристаллы топаза до 0.5 мм в т/з роговиках

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)



Этыка,
Забайкалье

При 1 николе



Николи х



Зональные метакристаллы топаза до 0.5 мм в т/з роговиках

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

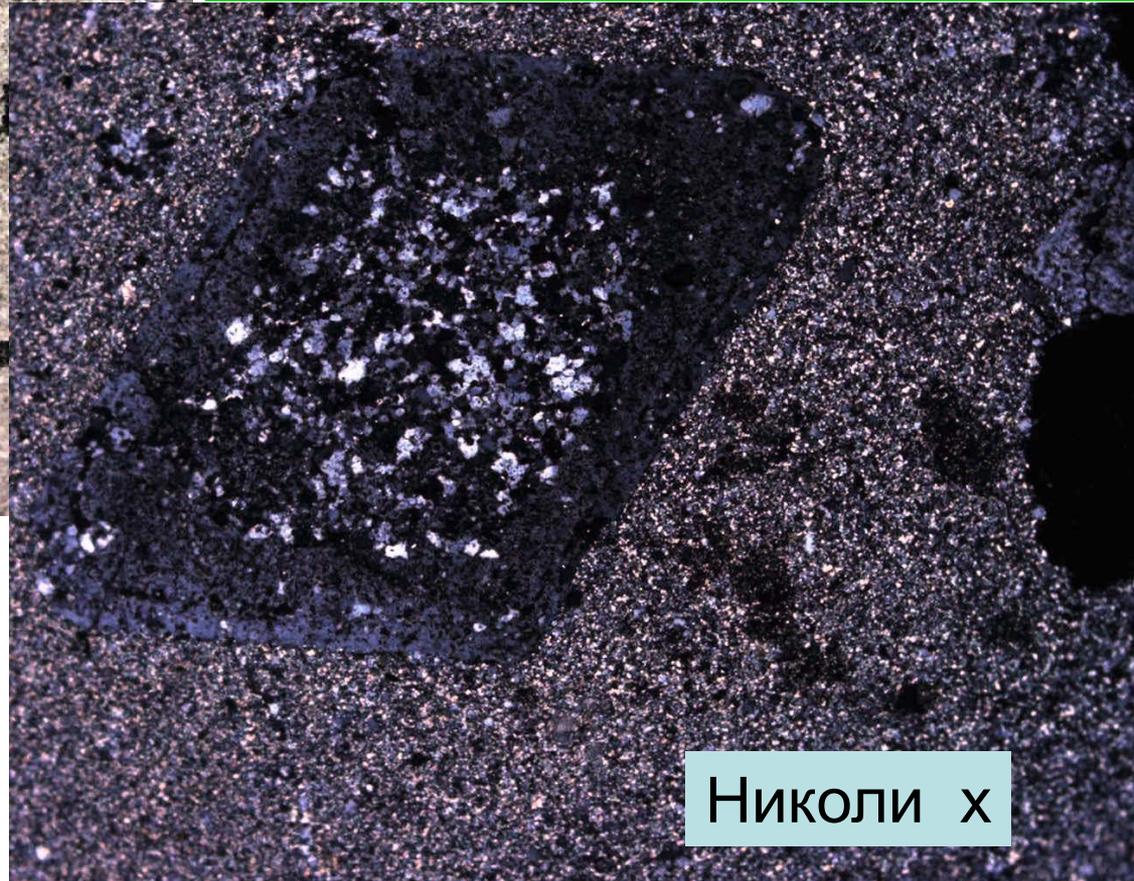
Этыка, Забайкалье



При 1
николе

Зональные
метакристаллы
топаза до 0.5 мм
в т/з роговиках

Некоторые метакристаллы
топаза содержат
расплавные включения.
Как и когда они возникли ?



Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Лепидолит



Скопление
лепидолита
в амазонитовых
апогранитах.
88x68 мм.
Спокойнинское,
Забайкалье

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Лепидолит



Скопление лепидолита в амазонитовых апогранитах на контакте с изменёнными роговиками.
94x48 мм. Этыка, Забайкалье

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)



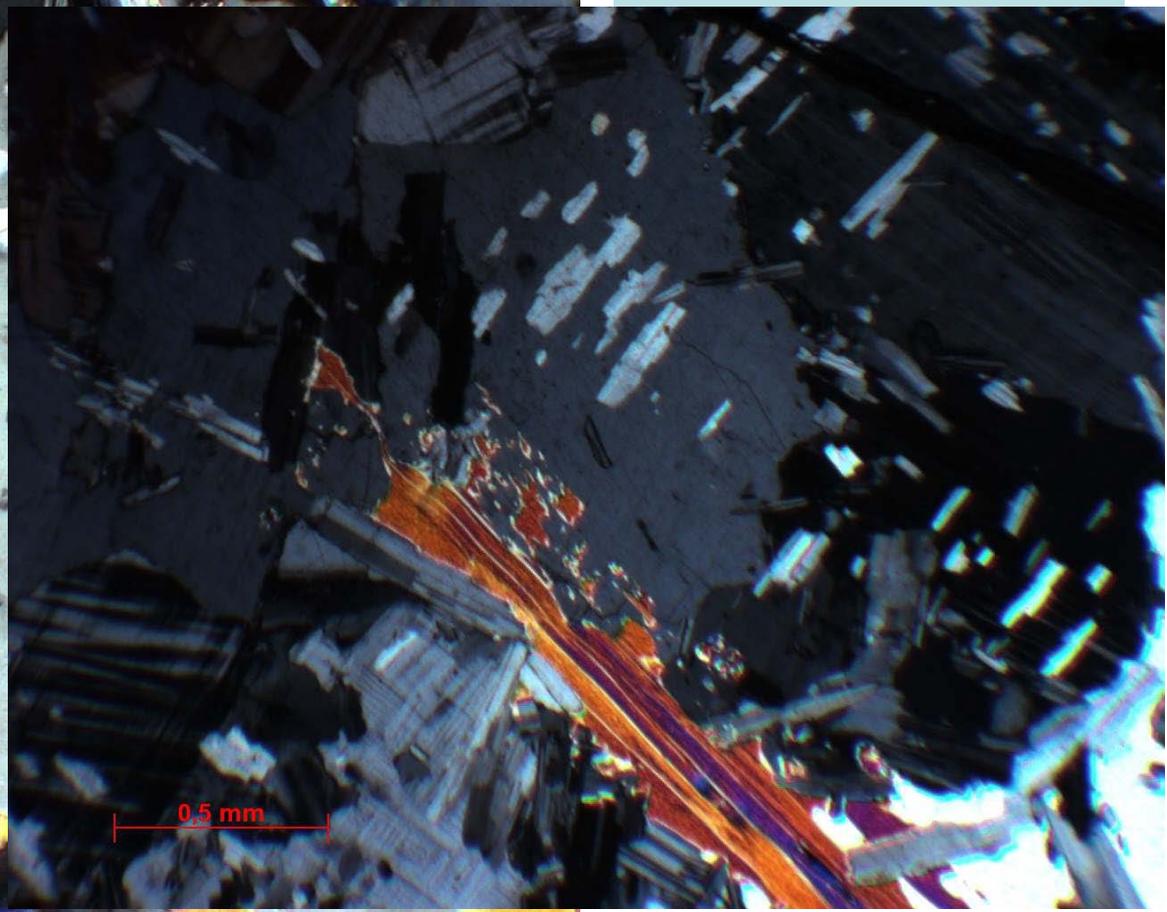
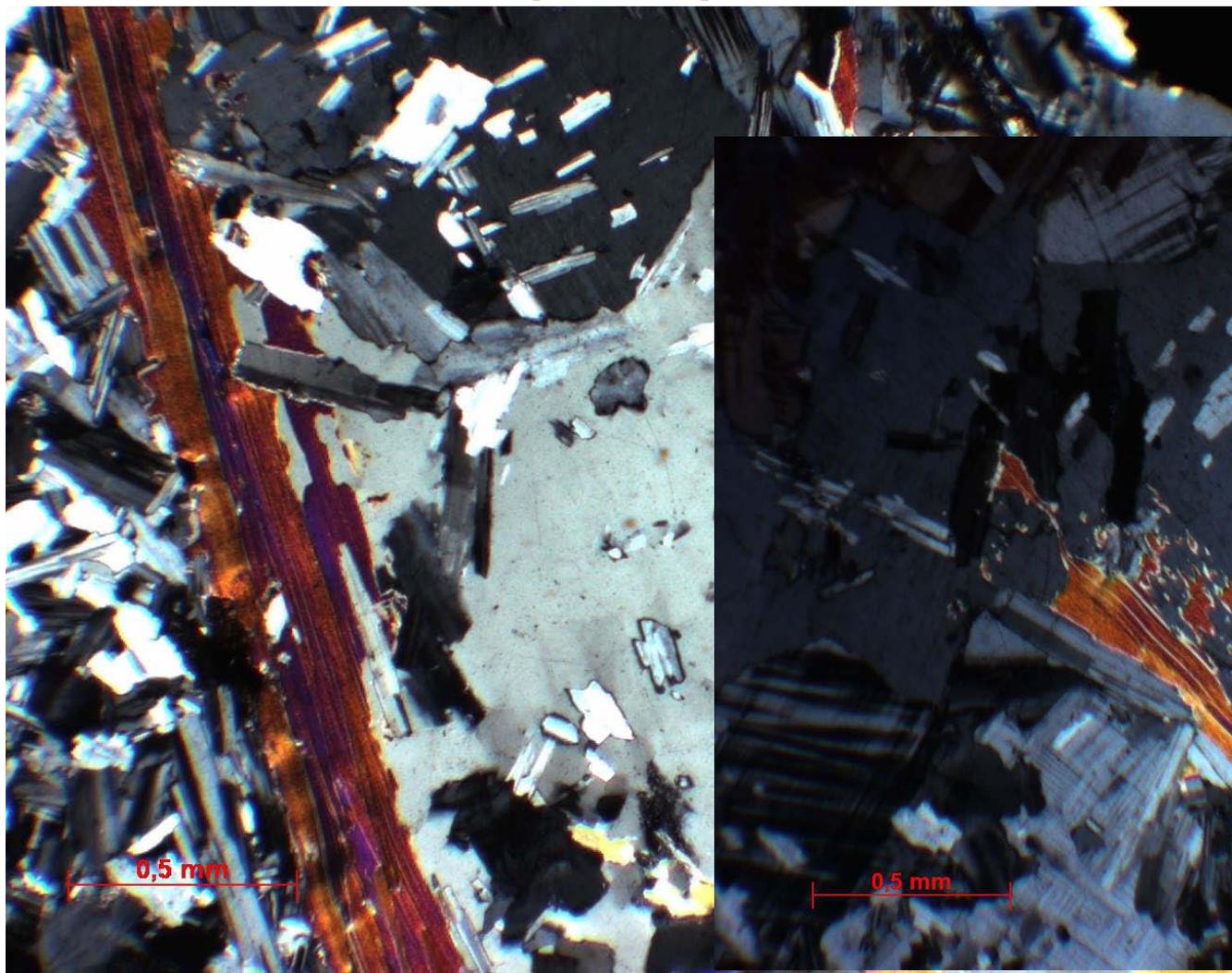
Брекчированные изменённые роговики с
лепидолит-циннвальдит-кварцевыми жилами. 86x58 мм.
Этыка, Забайкалье

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Циннвальдит-криофиллит

$\text{KLiFe}_{2+}\text{Al}[(\text{F},\text{OH})_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Этыка, Забайкалье

Николи х

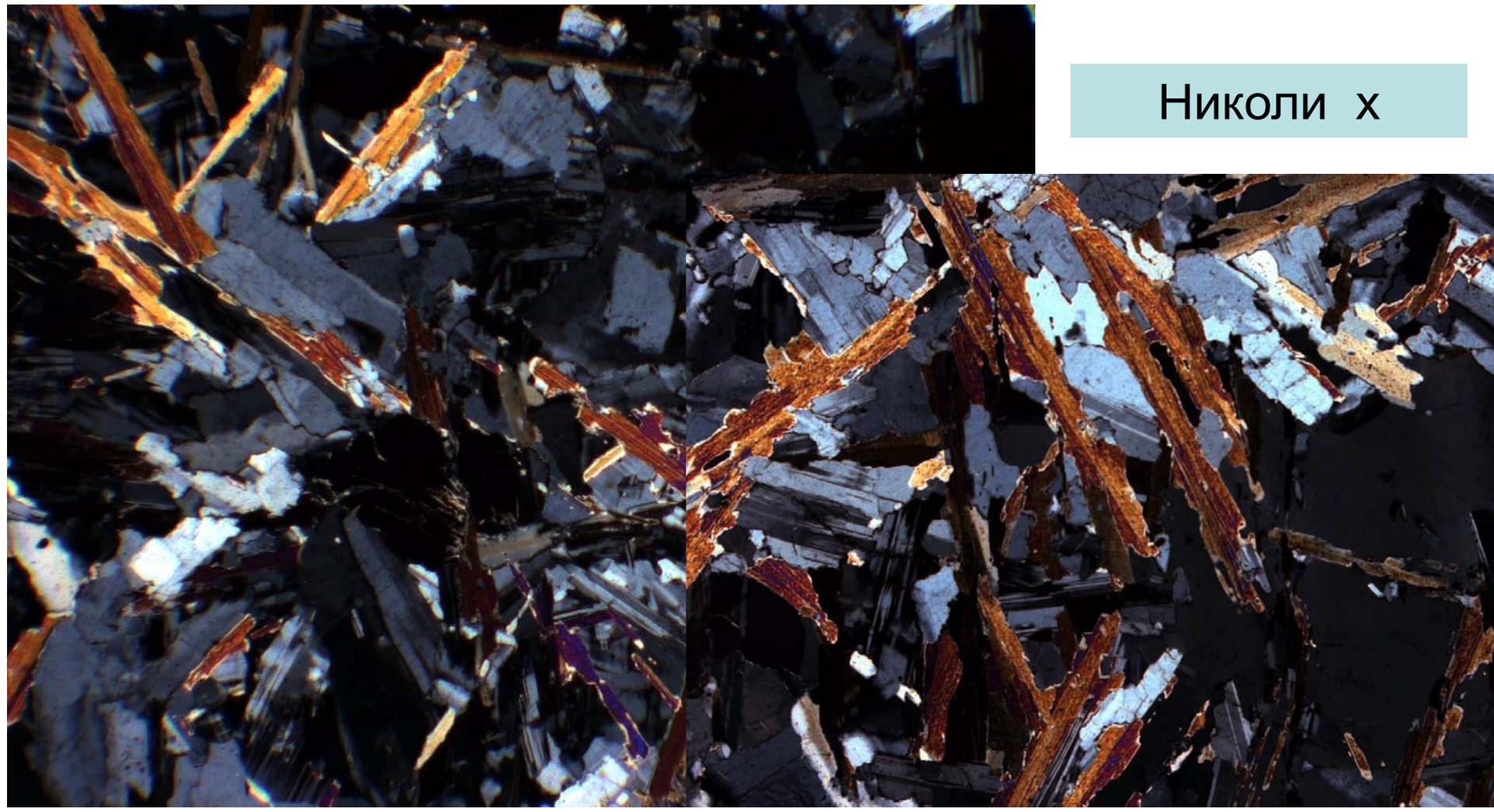


КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Циннвальдит-криофиллит

$\text{KLiFe}_{2+}\text{Al}[(\text{F},\text{OH})_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Этыка, Забайкалье

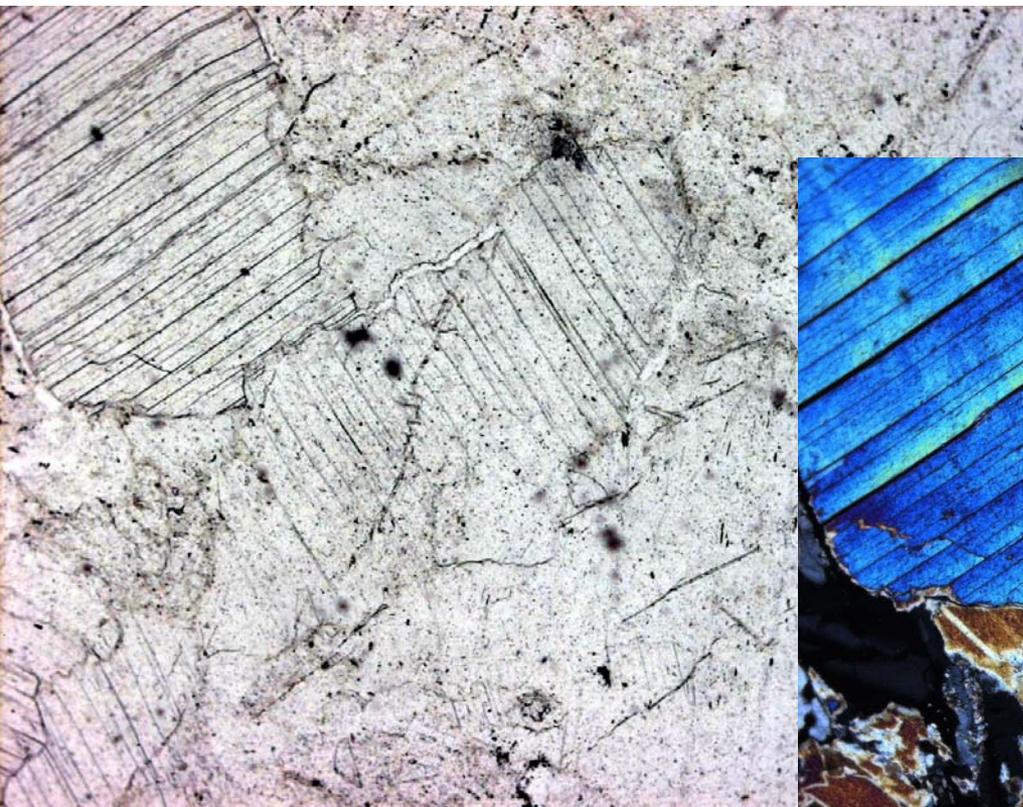
Николи х



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

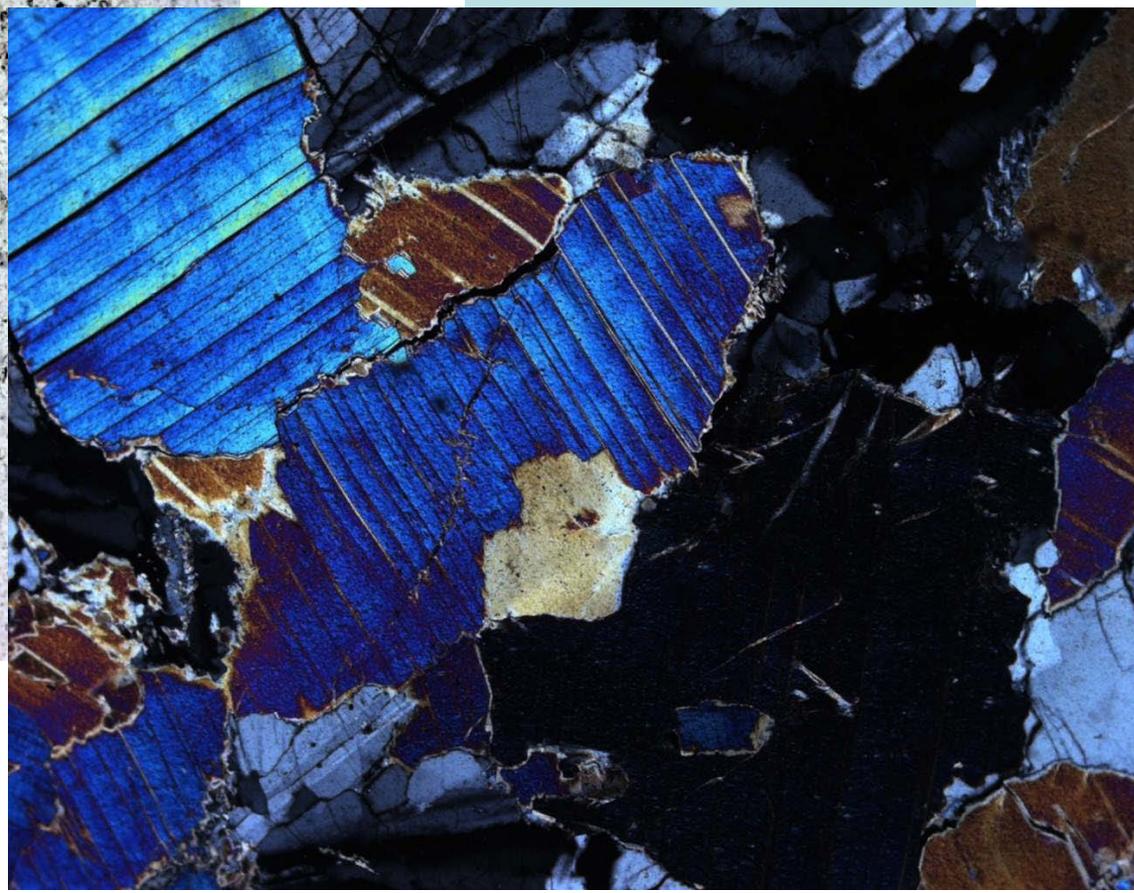
Циннвальдит-криофиллит

$\text{KLiFe}_{2+}\text{Al}[(\text{F},\text{OH})_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Этыка, Забайкалье



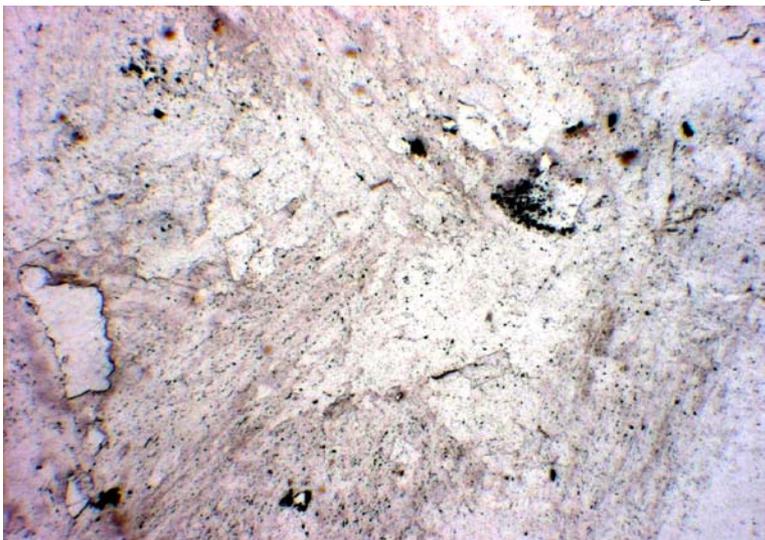
При 1 николе

Николи х

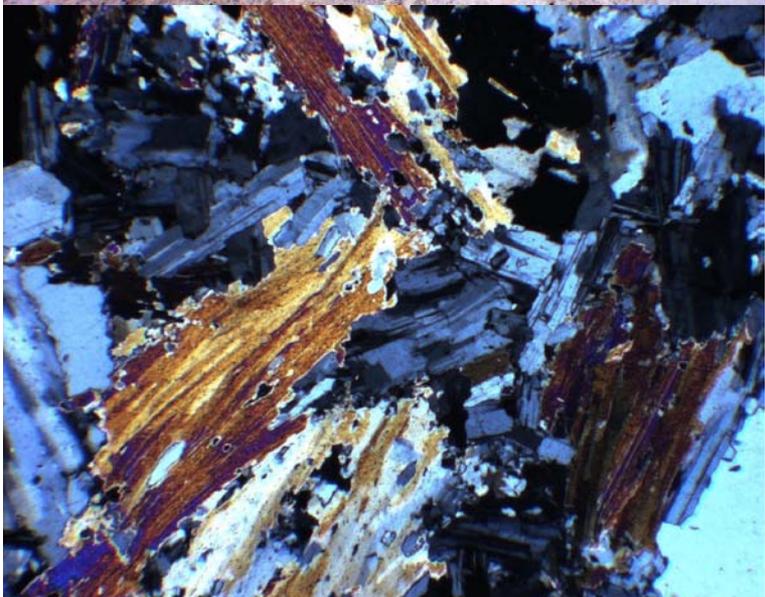
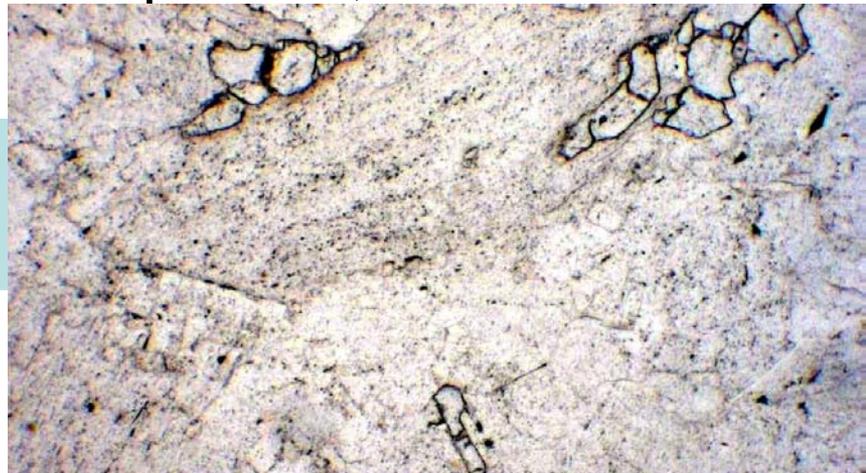


КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

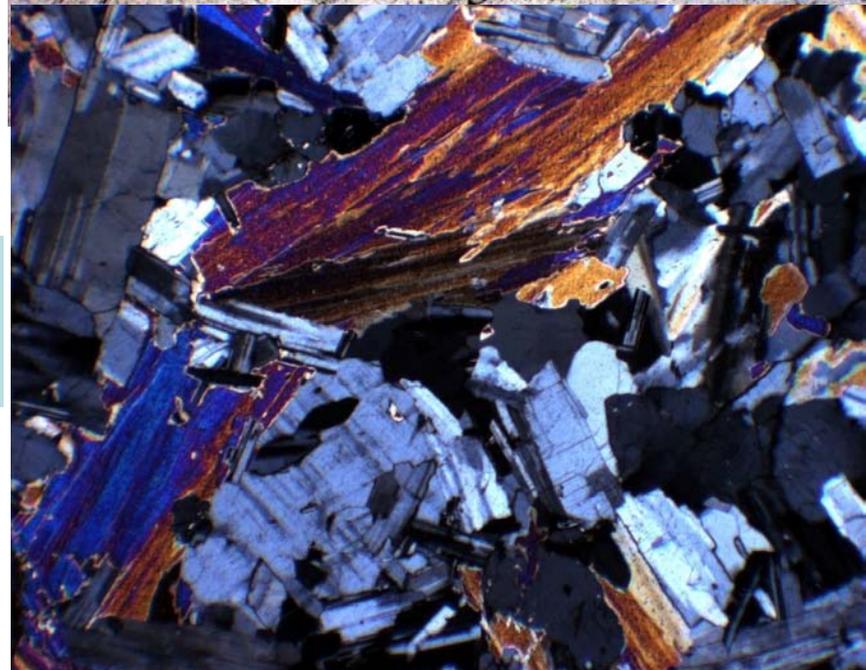
Циннвальдит-криофиллит. Орловка, Забайкалье



При 1
николе

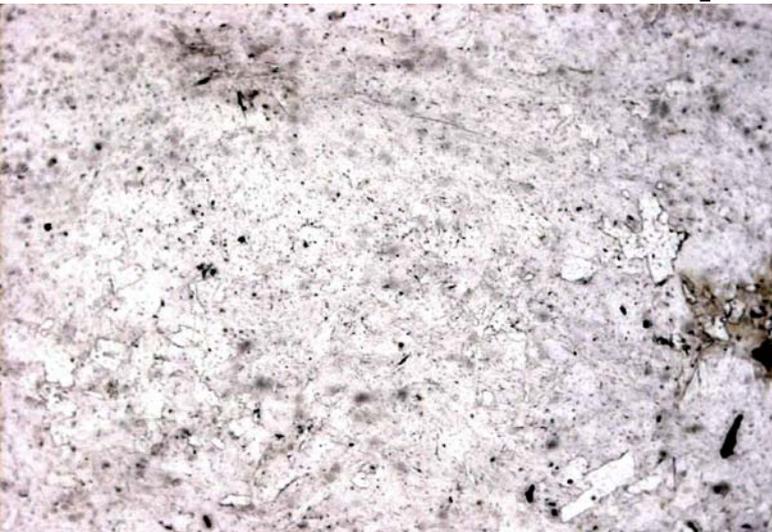


Николи
x



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

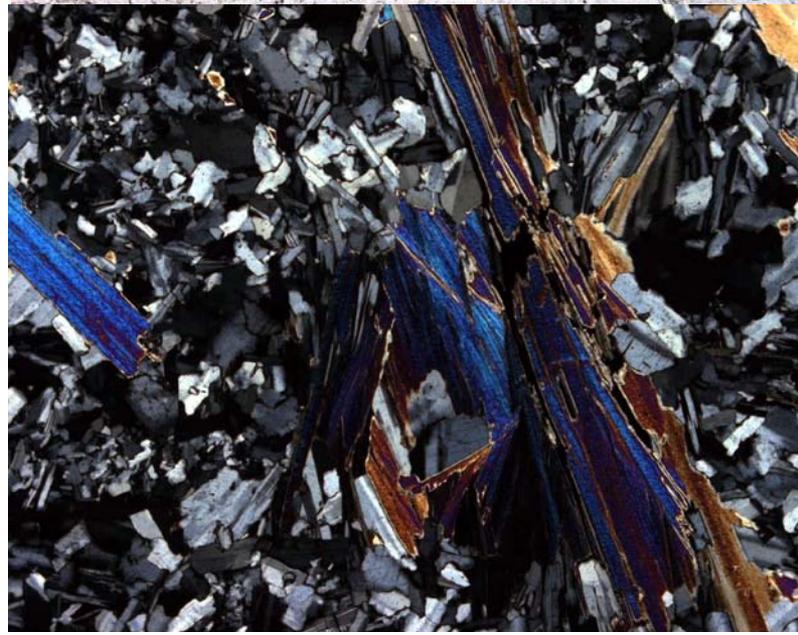
Циннвальдит-криофиллит. Орловка, Забайкалье



При 1
нике



Николи
х



КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка,
Забайкалье

Химический состав литиевых слюд из литионит-амазонит-альбитовых апогранитов

Компо- ненты	Литиевый биотит				Циннвальдит				Криофиллит				Лепидолит			
	вес. %	атомные коли- чества		пересчет на O+F=12	вес. %	атомные коли- чества		пересчет на O+F=12	вес. %	атомные коли- чества		пересчет на O+F=12	вес. %	атомные коли- чества		пересчет на O+F=12
		катио- нов	анионов			катио- нов	анионов			катио- нов	анионов			катио- нов	анионов	
SiO ₂	35,50	591	1182	2,67	42,49	708	1416	2,96	47,75	795	1590	3,14	53,03	883	1766	3,37
TiO ₂	1,61	020	040	0,09	0,28	004	008	0,02	0,12	001	002	—	Следы	—	—	—
Al ₂ O ₃	17,53	344	512	1,56	22,26	437	655	1,82	19,74	387	579	1,53	18,97	372	558	1,42
Fe ₂ O ₃	5,68	072	108	0,33	1,50	018	027	0,08	0,95	012	018	0,05	0,92	012	018	0,05
FeO	23,34	324	324	1,46	13,18	184	184	0,77	8,13	113	113	0,45	2,74	038	038	0,14
MnO	0,50	007	007	0,03	0,97	014	014	0,06	1,13	16	16	0,06	0,92	013	013	0,05
MgO	0,67	017	017	0,08	0,44	011	011	0,05	0,73	18	18	0,07	0,48	012	012	0,05
CaO	0,69	013	013	0,06	0,54	009	009	0,04	0,57	10	10	0,04	0,94	017	017	0,06
Na ₂ O	0,82	026	013	0,12	0,88	028	014	0,12	1,00	32	16	0,13	1,16	037	018	0,14
K ₂ O	7,33	155	078	0,70	9,01	190	095	0,80	8,84	187	93	0,74	8,64	183	091	0,70
Rb ₂ O	0,31	033	016	0,15	0,87	020	010	0,08	1,67	38	19	0,15	1,51	017	008	0,06
Li ₂ O	0,47	036	018	0,16	2,11	142	071	0,60	4,25	284	142	1,12	5,26	350	175	1,34
Cs ₂ O	0,007	—	—	—	0,23	002	001	—	0,04	002	001	—	He onp.	—	—	—
F	1,95	—	105	0,48	4,71	—	248	1,04	6,46	—	341	1,35	7,10	—	374	1,42
H ₂ O ⁻	0,92	—	—	—	0,47	—	—	—	0,53	—	—	—	0,49	—	—	—
H ₂ O ⁺	3,91	436	218	—	1,82	202	101	—	1,49	165	082	—	0,97	108	054	—
Сумма	101,24		2651		101,76		2864		103,40		3040		103,13		3142	
— O = F	0,82				1,95				2,71				2,98			
Сумма	100,42				99,81				100,69				100,15			
Формула	(K, Rb...) _{1,03} Li _{0,16} (Fe, Mg...) _{1,66} · ·(Fe, Al) _{0,56} [Si _{2,97} Al _{1,33} O ₁₀] · ·[F _{0,48} (OH) _{1,52}]				(K, Rb...) _{1,04} Li _{0,60} (Fe, Mg...) _{0,90} · ·(Fe, Al) _{0,86} [Si _{2,96} Al _{1,04} O ₁₀] · ·[F _{1,04} (OH) _{0,96}]				(K, Rb...) _{1,06} Li _{1,12} (Fe, Mg...) _{0,58} · ·(Fe, Al) _{0,72} [Si _{3,14} Al _{0,86} O ₁₀] · ·[F _{1,35} (OH) _{0,65}]				(K, Rb...) _{0,96} Li _{1,34} (Fe, Mg...) _{0,24} · ·(Fe, Al) _{0,84} [Si _{3,37} Al _{0,63} O ₁₀] · ·[F _{1,42} (OH) _{0,58}]			

Примечание. Аналитик И. Разина.

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка,
Забайкалье

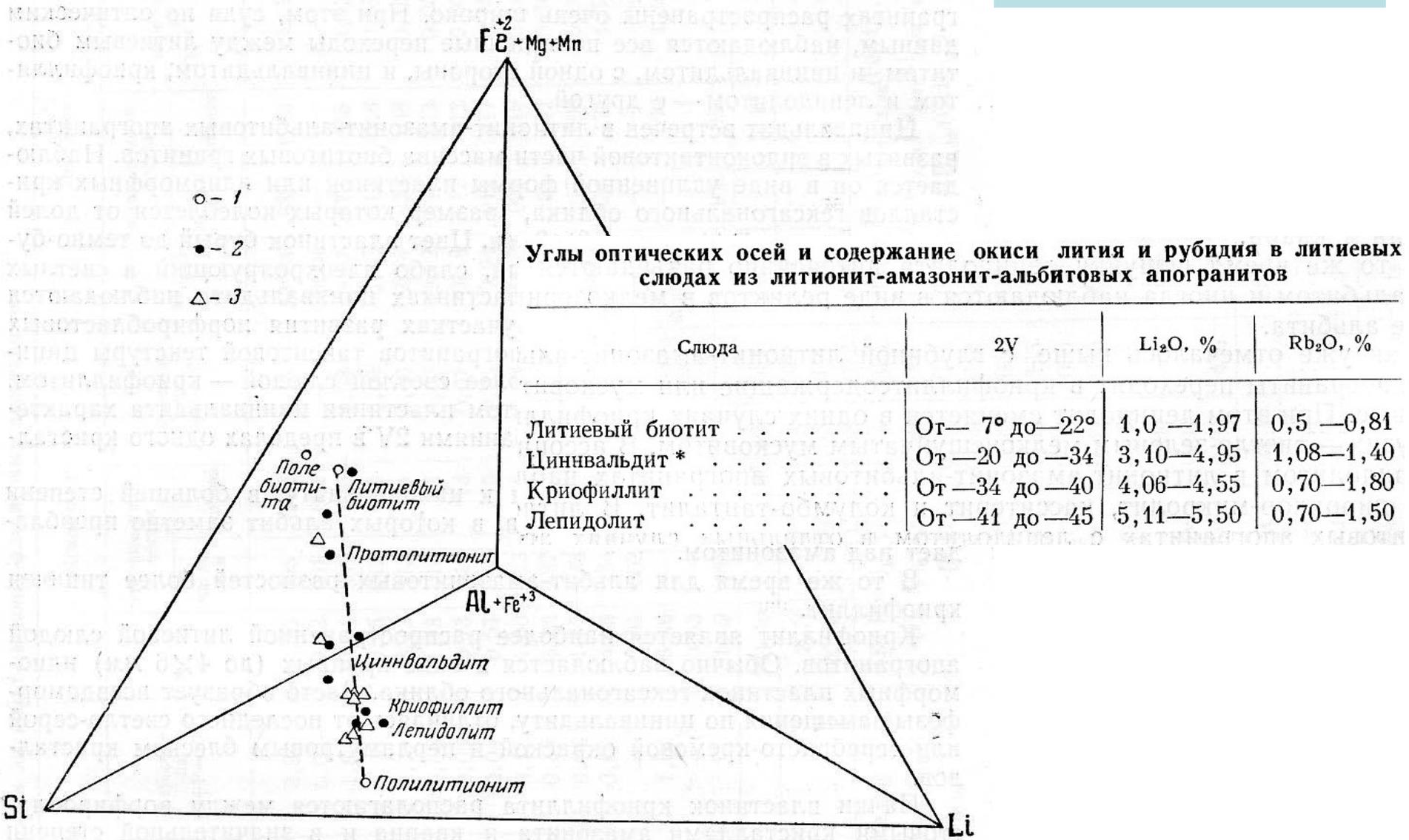
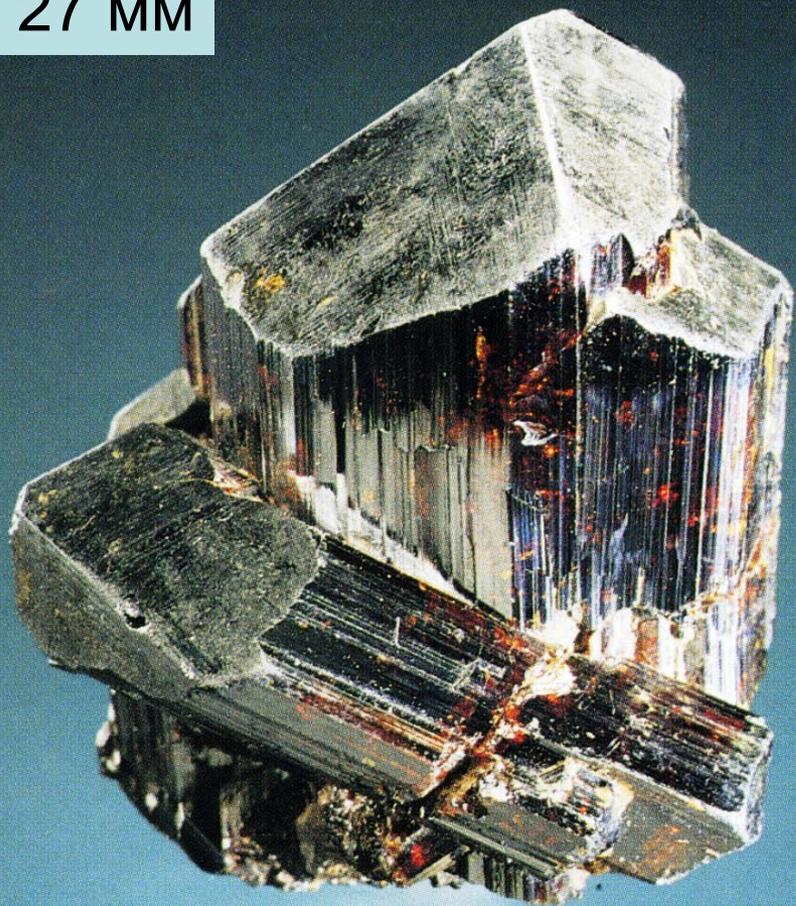


Рис. 67. Диаграмма состава литийсодержащих слюд ряда биотит — полилитионит (проекция на основание тетраэдра Si—Fe²⁺, Mg, Mn—Li—Al, Fe³⁺)

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Рутил $(\text{Ti, Fe, W, Nb..})\text{O}_2$. Zagi Mountain, Пакистан

27 мм



30 мм



35 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Касситерит ($\text{Sn, Fe, Ta, Nb, Ti, W} \text{O}_2$)

Апограниты плюмазитовые и переходного типа содержат заметное до промышленного количество касситерита – вкрапленность в апогранитах и кварцевых жилах среди них. Около массивов таких апогранитов развиты не очень большие по масштабу, но богатые россыпи касситерита (Этыка в Забайкалье..). Этот касситерит содержит до 4 масс. % Ta, что заметно повышает его стоимость.

Обильная вкрапленность
касситерита в
апогранитах.
Пержанское, Украина



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Касситерит ($\text{Sn, Fe, Ta, Nb, Ti, W}$) O_2

Этыка, Забайкалье

Танталистый
касситерит
с лепидолитом
в амазонитовых
апогранитах.
37x33 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Касситерит (Sn,Fe,Ta,Nb,Ti,W)O₂

Этыка, Забайкалье

Химический состав касситерита из литионит-амазонит-альбитовых апогранитов

Компоненты	Вес. %	Атомные количества		Атомные количества		Пересчет на сумму катионов=1
		катионов	кислорода	катионов за вычетом колумбита	кислорода	
SnO ₂	84,97	564	1128	564	1128	0,87
TiO ₂	1,37	017	034	017	034	0,03
FeO	1,85	025	025	015	015	0,02
MnO	0,37	005	005	—	—	—
Nb ₂ O ₅	7,34	065	162	040	100	0,06
Ta ₂ O ₅	3,84	018	045	013	32	0,02
Сумма . . .	99,74	—	—	649	1309	1,00
Аналитик . . .	Т. Леонова					
Формула . . .	$(\text{Sn}_{0,87}\text{Nb}_{0,06}\text{Ta}_{0,02}\text{Ti}_{0,03}\text{Fe}_{0,02})\text{O}_{2,02}$					

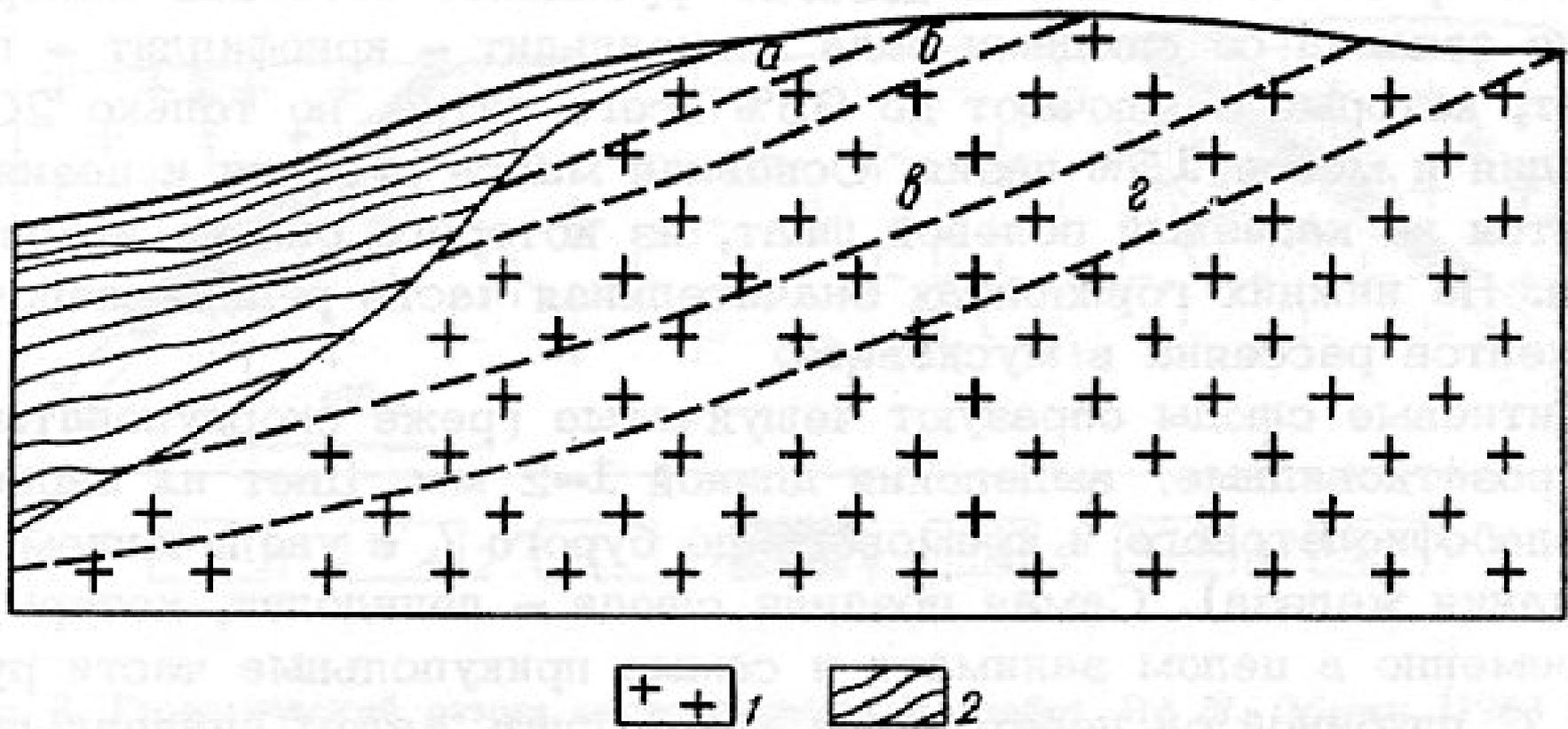


Рис. 7. Схема распределения тантало-ниобиевой минерализации в разрезе массива кривофиллит-амазонит-альбитовых гранитов. По В. В. Матюасу и А. А. Кукушкиной [1976 г.].

1 – редкометалльные граниты; 2 – песчано-сланцевые породы; зоны распространения: а – микролита, б – микролита и танталита, в – пироклора-микролита и колумбита-танталита, г – колумбита

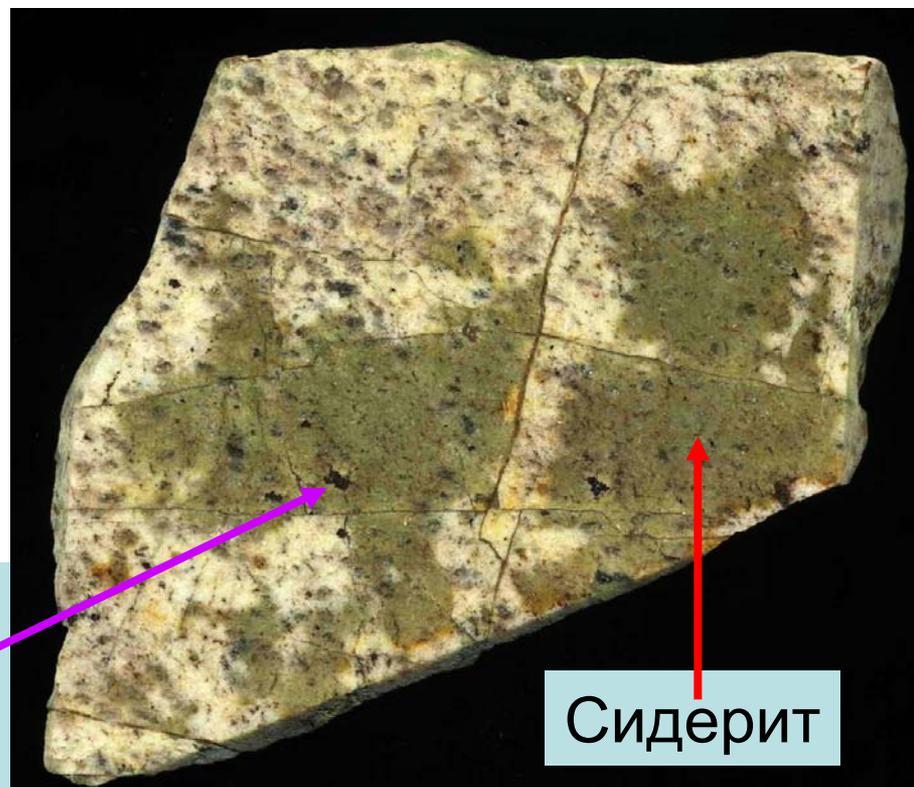
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Колумбит - танталит $(\text{Fe}, \text{Mn}) (\text{Nb}, \text{Ta}, \text{W})_2 \text{O}_6$

Апограниты плюмазитовые содержат заметное до промышленного количество колумбита - танталита – вкрапленность в апогранитах и кварцевых жилах среди них. Около массивов таких апогранитов развиты россыпи танталита. Это один из ведущих типов танталового сырья нашей страны.



Колумбит-
танталит.
Снежное,
Вост. Саян



Сидерит

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{W})_2\text{O}_6$

Жилы ранд-пегматита
с танталитом.
Этыка, Забайкалье

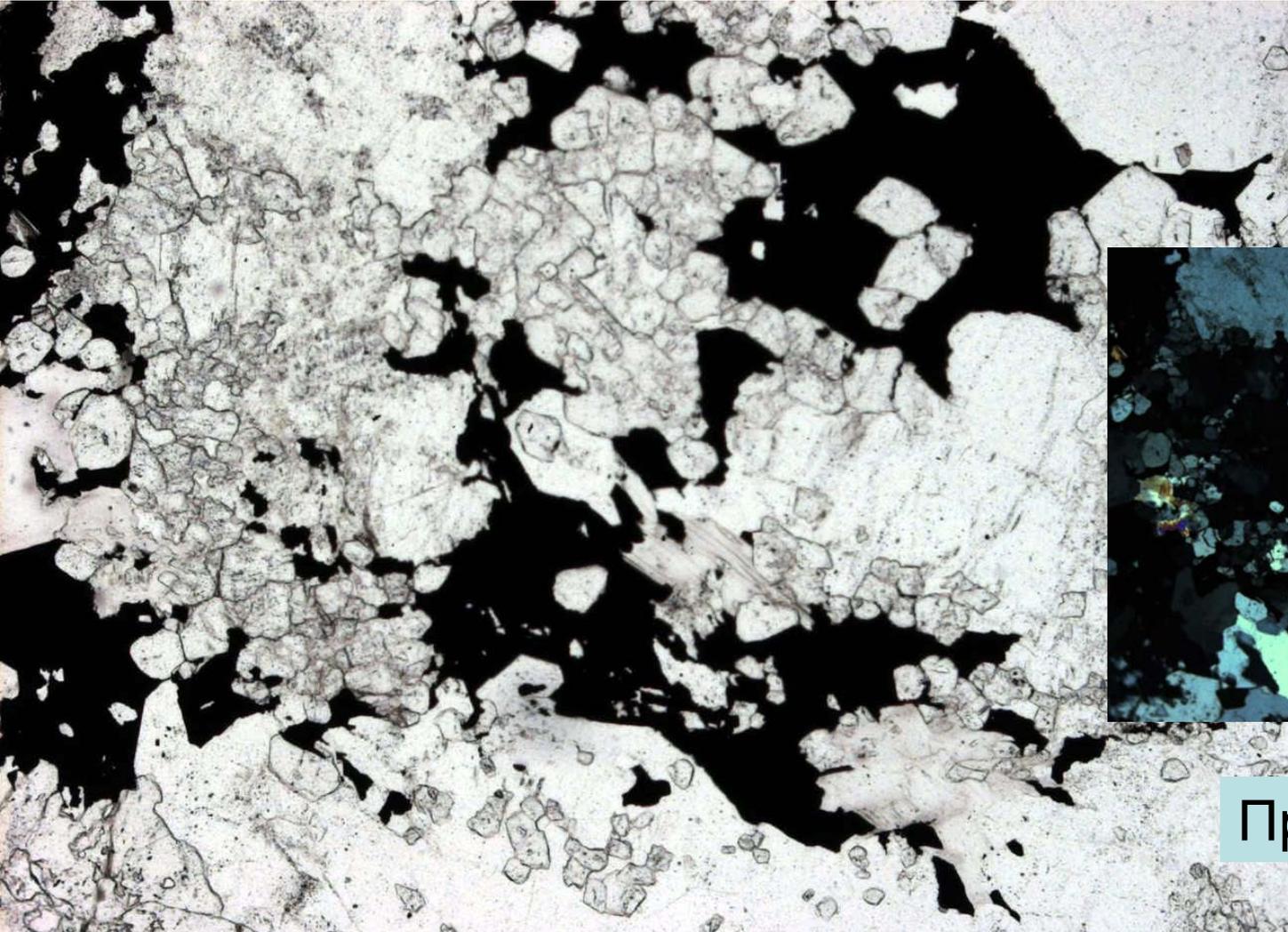
71x69 мм

47x32 мм

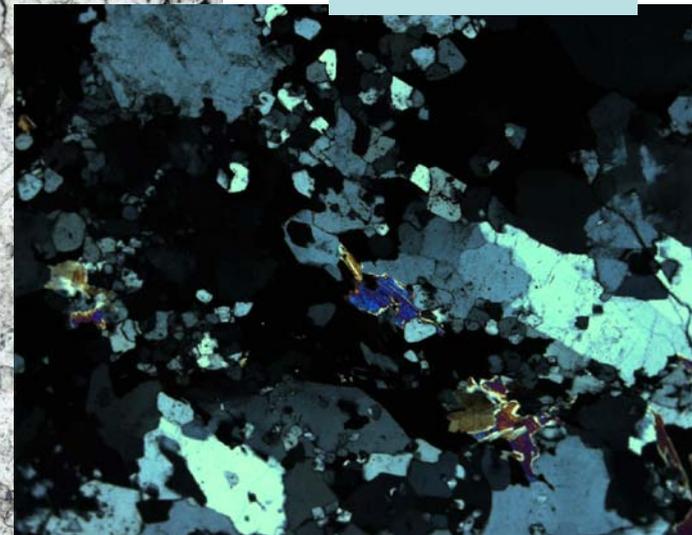
Полевошпат-
кварцевая
жила с танталитом.
29x22 мм. Этыка,
Забайкалье

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W})_2 \text{O}_6$



Николи х



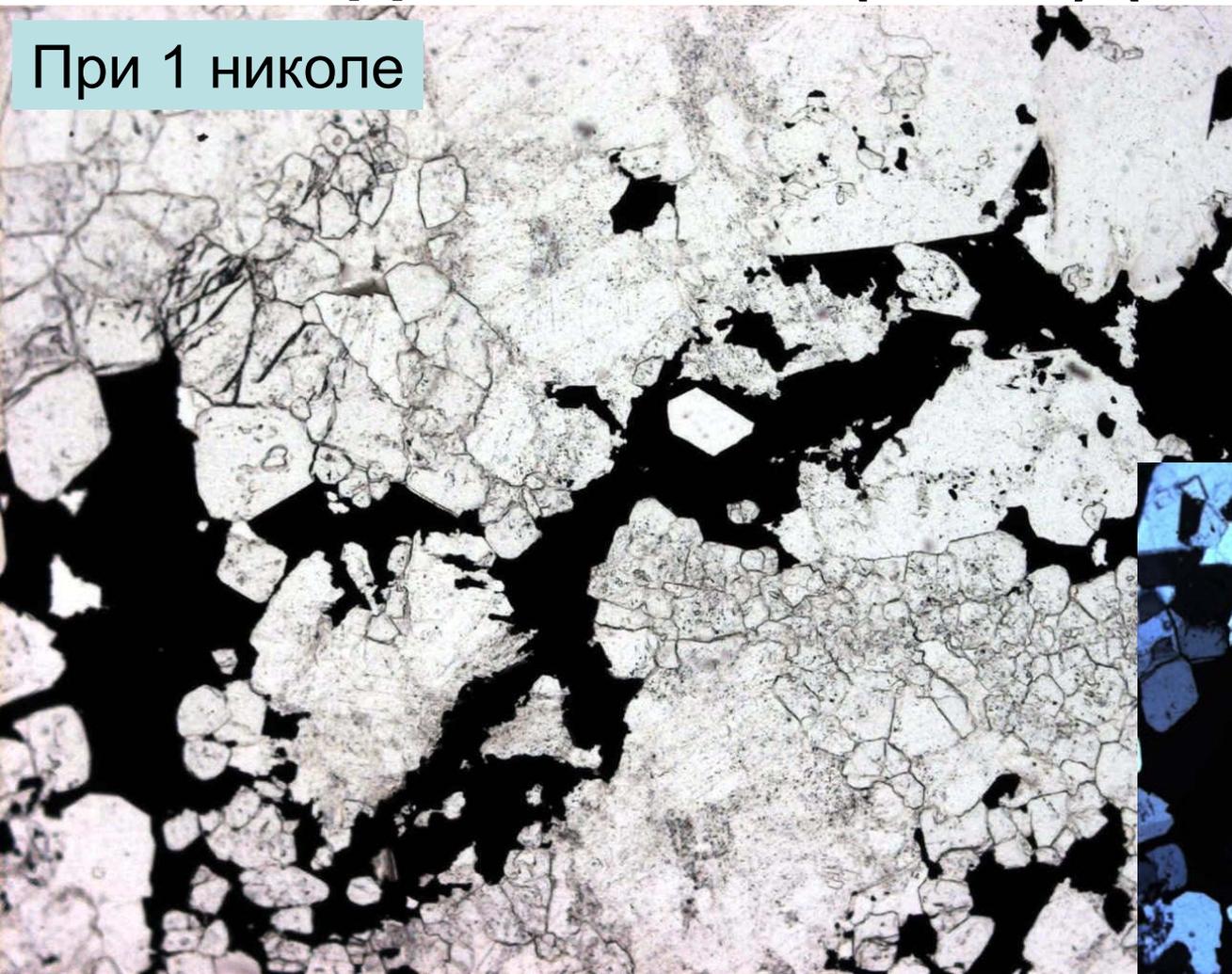
При 1 николе

Танталит ксеноморфный в агрегатах м/з топаза. Этыка

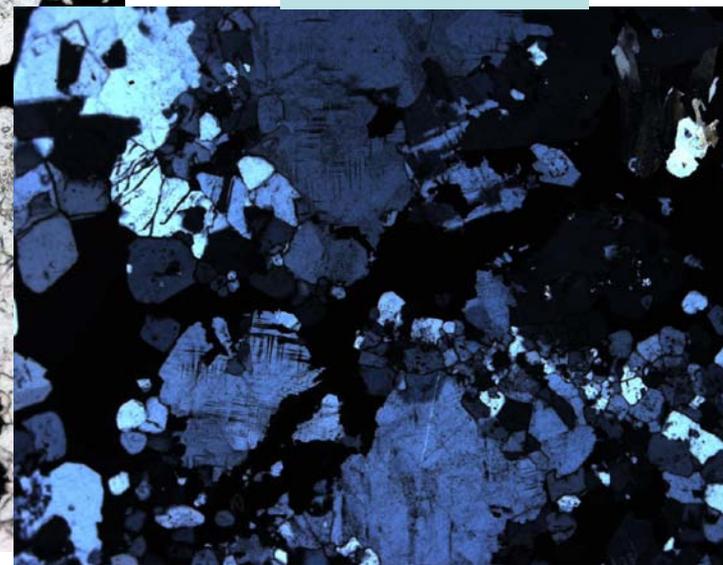
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W})_2 \text{O}_6$

При 1 николе



Николи x



Танталит ксеноморфный в агрегатах м/з топаза. Этыка

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка. Забайкалье

Химический состав колумбит-танталита из литионит-амазонит-альбитовых апогранитов (пересчет на $n = \frac{Nb + Ta + Ti}{2}$)

Компо- ненты	Из порфиривидного альбит-амазонитово- го апогранита однородной текстуры				Из литионит-амазонит-альбитовых апограниц- тов такситовой текстуры				Из мелкозернистого литионит-амазонит- альбитового апогранита				Из литионит-амазонит-альбитовых апогранитов приконтактных участков			
	вес. %	атомные количества		количество атомов в формуле	вес. %	атомные количества		количество атомов в формуле	вес. %	атомные количества		количе- ство атомов в фор- муле	вес. %	атомные количества		количе- ство атомов в фор- муле
		ка- тио- нов	анионов			катионов	анионов			катионов	анионов			ка- тио- нов	анионов	
SiO ₂	0,45	007	014	0,02	0,97	014	028	0,05	0,14	—	—	—	He опр.	—	—	—
TiO ₂	0,46	006	012	0,02	0,24	003	006	0,01	1,41	018	036	0,06	0,74	009	018	0,04
Al ₂ O ₃	He опр.	—	—	—	0,27	006	009	0,02	He опр.	—	—	—	0,37	—	—	—
FeO	11,80	164	164	0,57	15,89	221	221	0,72	6,55	091	091	0,29	3,87	054	054	0,25
MnO	10,62	148	148	0,51	9,22	133	133	0,44	15,64	218	218	0,69	14,64	209	209	0,96
CaO	0,27	005	005	0,02	0,18	004	004	0,01	He опр.	—	—	—	0,20	—	—	—
SnO ₂	1,12	007	014	0,02	0,49	003	006	0,01	0,45	003	006	0,01	1,84	015	030	0,07
Nb ₂ O ₅	55,28	488	1220	1,69	65,36	578	1445	1,89	63,43	560	1400	1,77	23,39	176	440	0,81
Ta ₂ O ₅	18,44	084	210	0,29	6,62	030	075	0,10	12,03	054	135	0,17	54,98	248	620	1,15
ZrO ₂	1,17	009	018	0,03	0,68	006	012	0,02	0,18	001	002	—	He опр.	—	—	—
Сумма	99,61		1805		99,92		1939		99,83		1888		100,03		1371	

Аналитик	Т. Леонова				Л. Новороссова				Т. Леонова							
Формула	(Fe _{0,57} Mn _{0,51})(Nb _{1,89} Ta _{0,29})O _{6,0}				(Fe _{0,72} Mn _{0,44})(Nb _{1,89} Ta _{0,10})O _{6,3}				(Fe _{0,29} Mn _{0,69})(Nb _{1,77} Ta _{0,17})O _{6,0}				(Mn _{0,96} Fe _{0,25})(Ta _{1,15} Nb _{0,81} Ti _{0,94})O _{6,3}			

Химический состав пироклор-микролита из литионит-амазонит-альбитовых апогранитов

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНО-ПОЛЕВО-ШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка.
Забайкалье

Компоненты	1			2			3		
	вес. %	атомные количества		вес. %	атомные количества		вес. %	атомные количества	
		катионов	анионов		катионов	анионов		катионов	анионов
SiO ₂	0,80*	—	—	1,96*	—	—	0,56*	—	—
TiO ₂	0,40	005	010	0,22	003	006	1,13	014	028
SnO ₂	0,86	006	012	0,89	006	012	3,10	021	042
ZrO ₂	0,43	003	007	He опр.	—	—	He опр.	—	—
Al ₂ O ₃	He опр.	—	—	0,65	013	018	1,54	031	046
Fe ₂ O ₃	0,46	006	009	0,55	007	010	0,37	005	008
CaO	5,70	102	102	4,38	079	079	4,68	084	084
MnO	Следы	—	—	He опр.	—	—	0,25	003	003
PbO	1,45	006	006	2,26	010	010	2,15	010	010
Na ₂ O	2,56	082	041	1,24	040	020	2,15	069	034
K ₂ O	Следы	—	—	He опр.	—	—	He опр.	—	—
Nb ₂ O ₅	34,14	256	640	27,69	244	610	16,67	125	313
Ta ₂ O ₅	37,58	170	425	45,05	202	510	49,94	226	565
TR ₂ O ₃	1,89	012	018	2,00	012	018	3,95	024	036
ThO ₂	He опр.	—	—	0,28	001	002	He опр.	—	—
UO ₂	4,56	017	034	5,86	022	048	6,60	024	049
UO ₃	1,45	005	015	—	—	—	—	—	—
F	1,80	—	089	1,70	—	089	1,31	—	069
H ₂ O ⁻	0,87	—	—	(1,47)	—	—	1,49	—	—
H ₂ O ⁺	3,88	408	204	(4,70)	494	247	4,81	459	229
—O=F	98,83 0,75			100,90 0,71			100,70 0,55		
Сумма . . .	98,08			100,19			100,15		

Аналитик . . .

М. Казакова

А. Быкова

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$



Гнездо
берилла
и кварца
в
апогранитах.

Спокойнинское,
Забайкалье

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Берилл $\text{Be}_3 \text{Al}_2 [\text{Si}_6 \text{O}_{18}]$

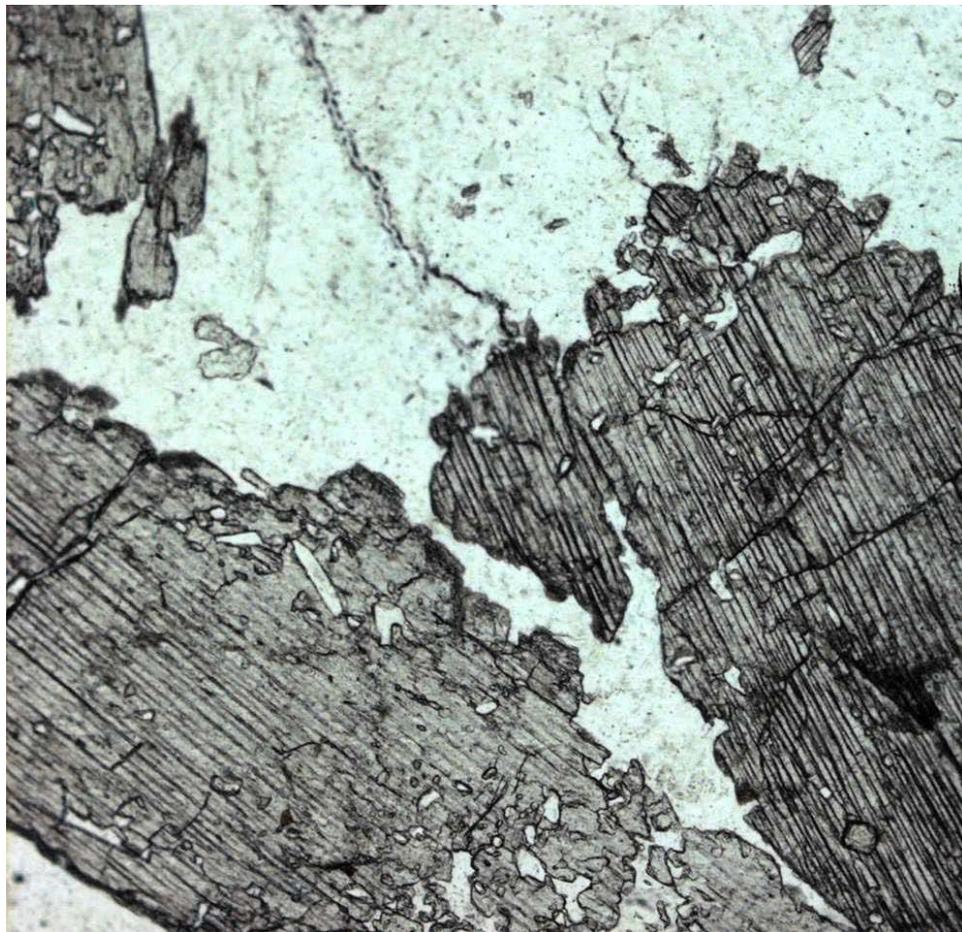


Гнёзда
жёлто-зелёного
берилла.

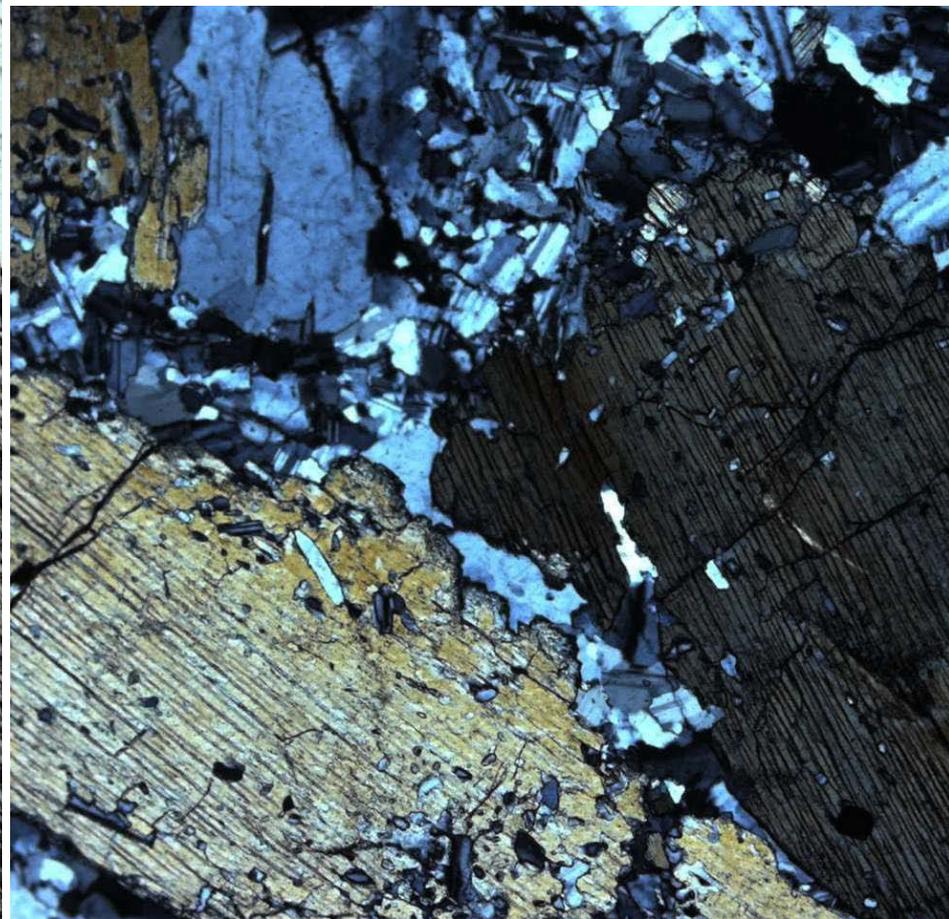
Снежное,
Восточный
Саян

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$. Алаха, Горный Алтай



При 1 николе



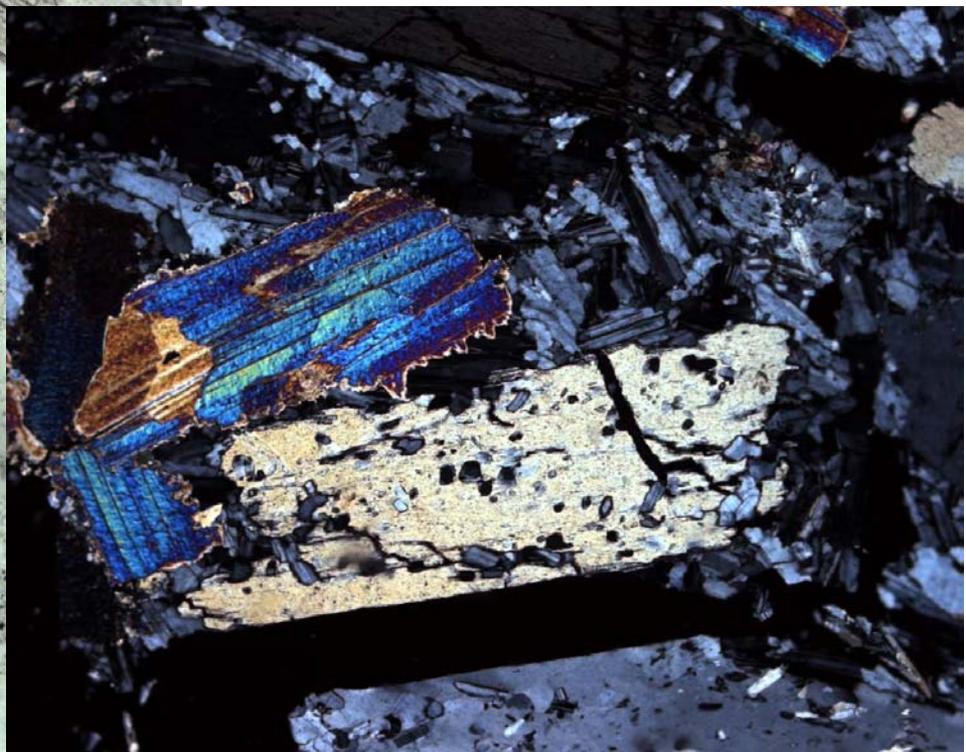
Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$. Алаха, Горный Алтай



При 1 николе

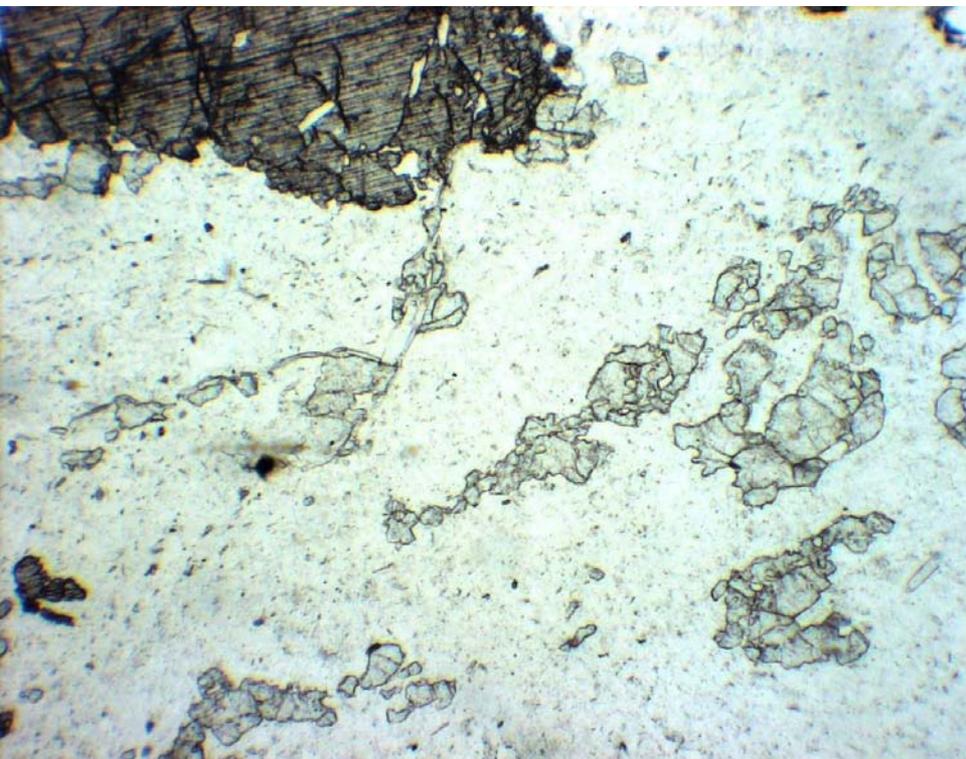


Николи х

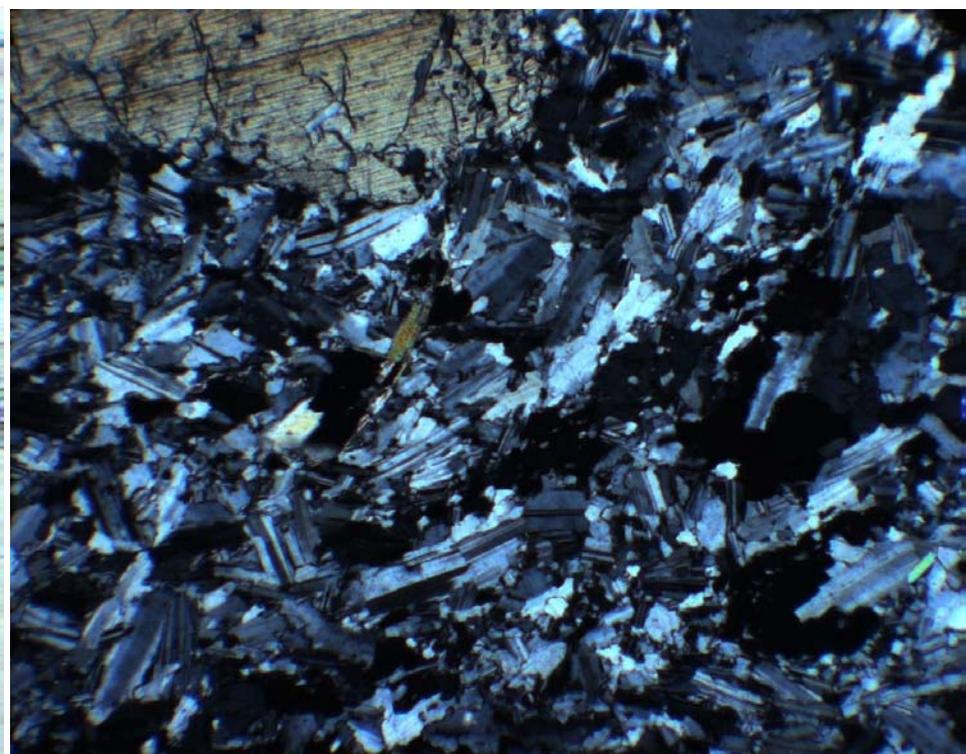
Сподумен и мусковит

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$. Алаха, Горный Алтай



При 1 николе

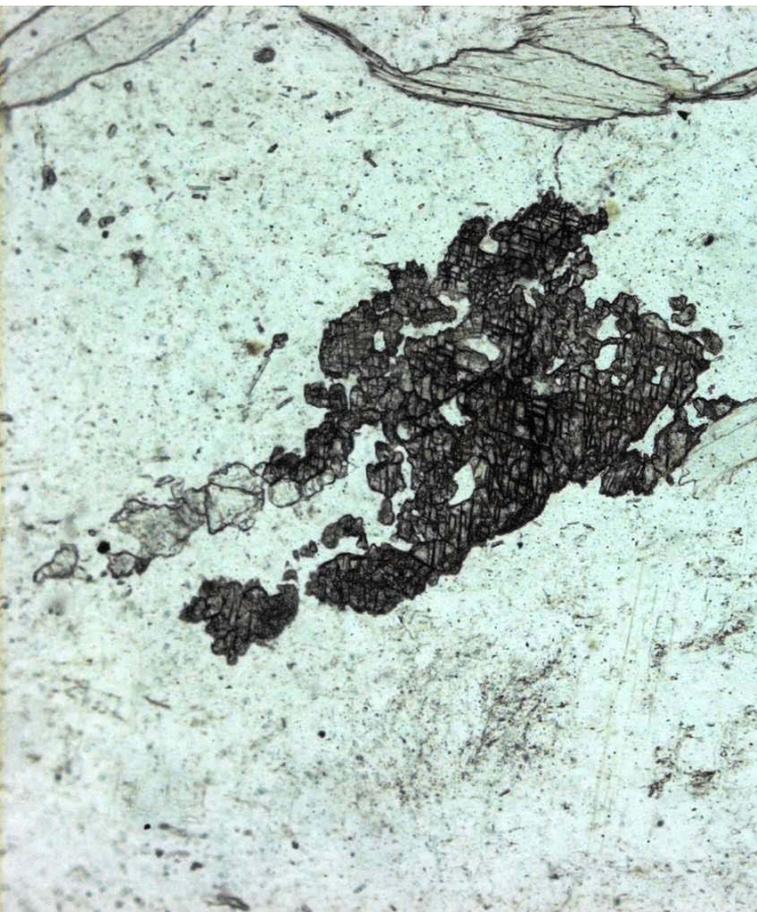


Николи x

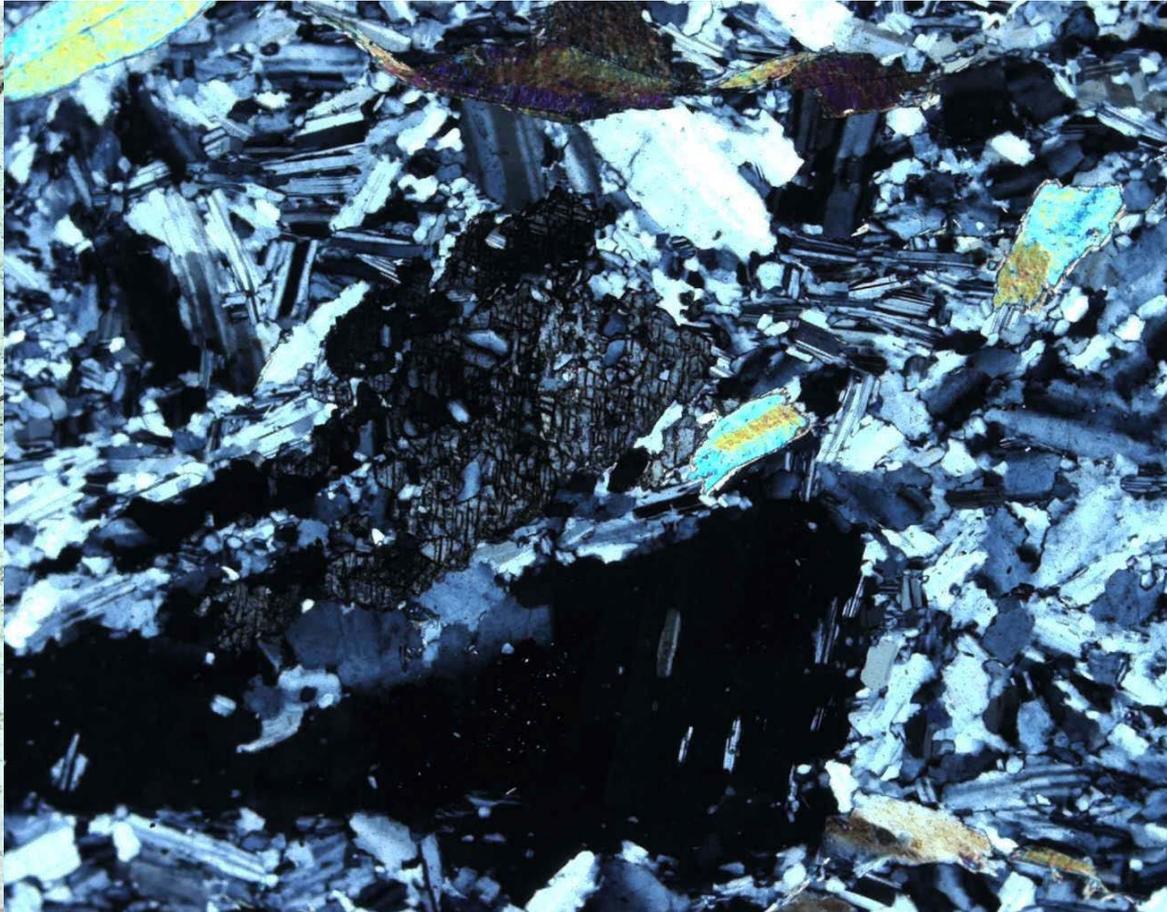
Сподумен и флюорит

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$. Алаха, Горный Алтай



При 1 николе

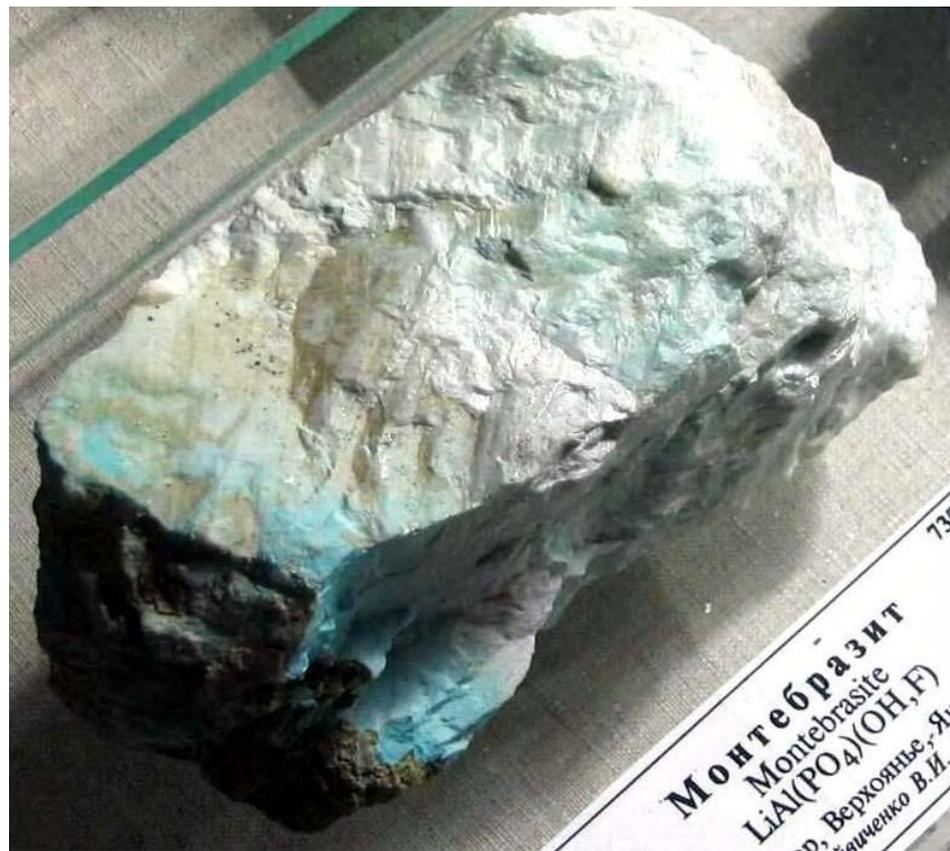


Николи х

Сподумен, мусковит и флюорит

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Монтебразит $\text{LiAl}[(\text{OH}, \text{F})/\text{PO}_4]$, кёстерит
 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. Кёстер, Западное Верхоянье



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

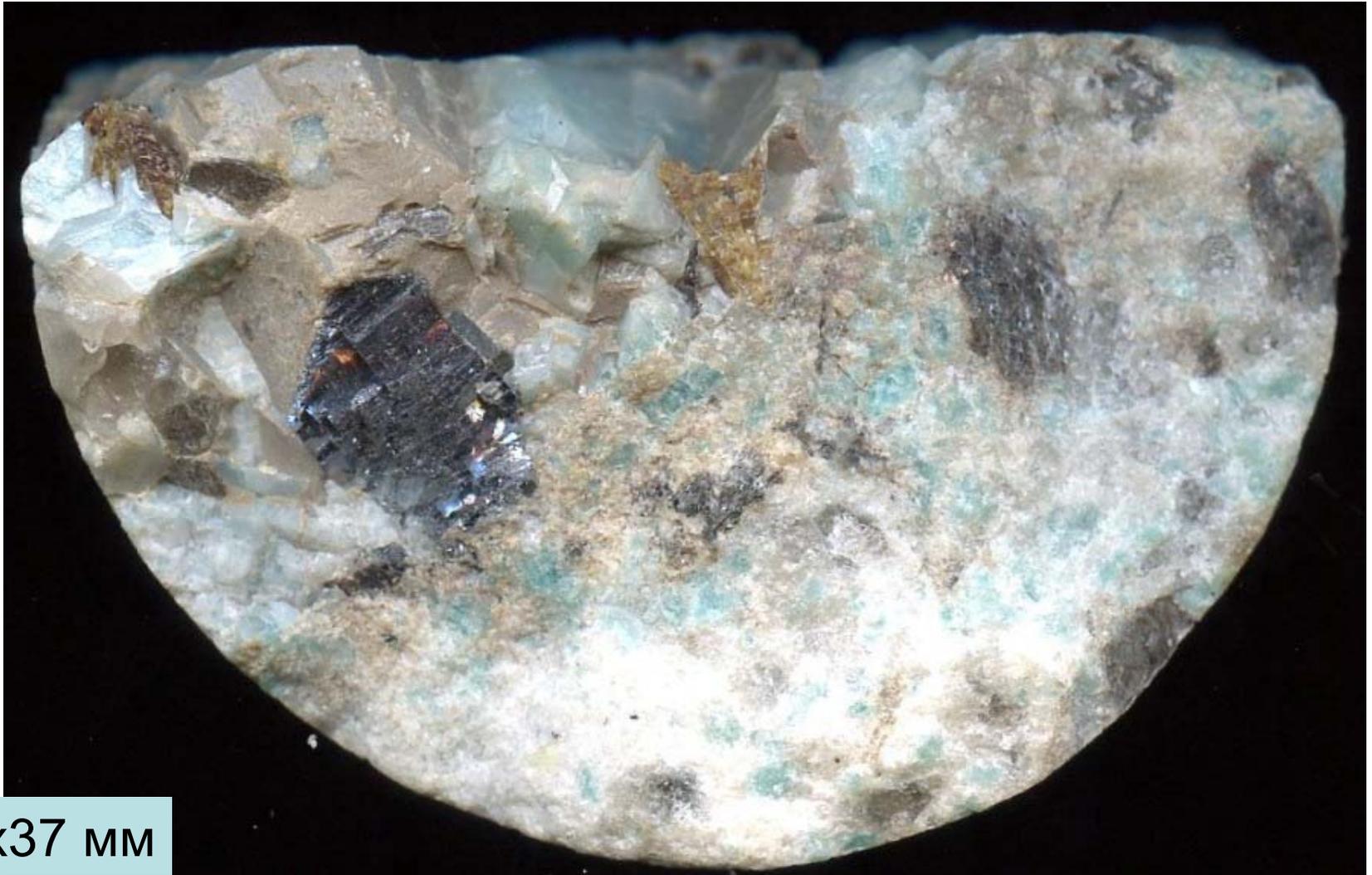
Торутит $\text{Th Ti}_2 \text{O}_6$. Этыка, Забайкалье



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье

Апограниты с гнёздами позднего мусковита и галенита



55x37 мм

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье

Кварцевая жила с
мусковитом
и пиритом.
56x49 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье



Жила
флюорита
в
изменённых
роговиках.
63x59 мм