

Э.М. Спиридонов

**Минералогенез
при послемагматических
процессах.**

073. ПЛЮМАЗИТОВЫЕ

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ

МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

И МЕСТОРОЖДЕНИЯ Ta-Nb, Sn, Be, Li

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-щёлочнополовошпатовые 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, образуя структуру 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.

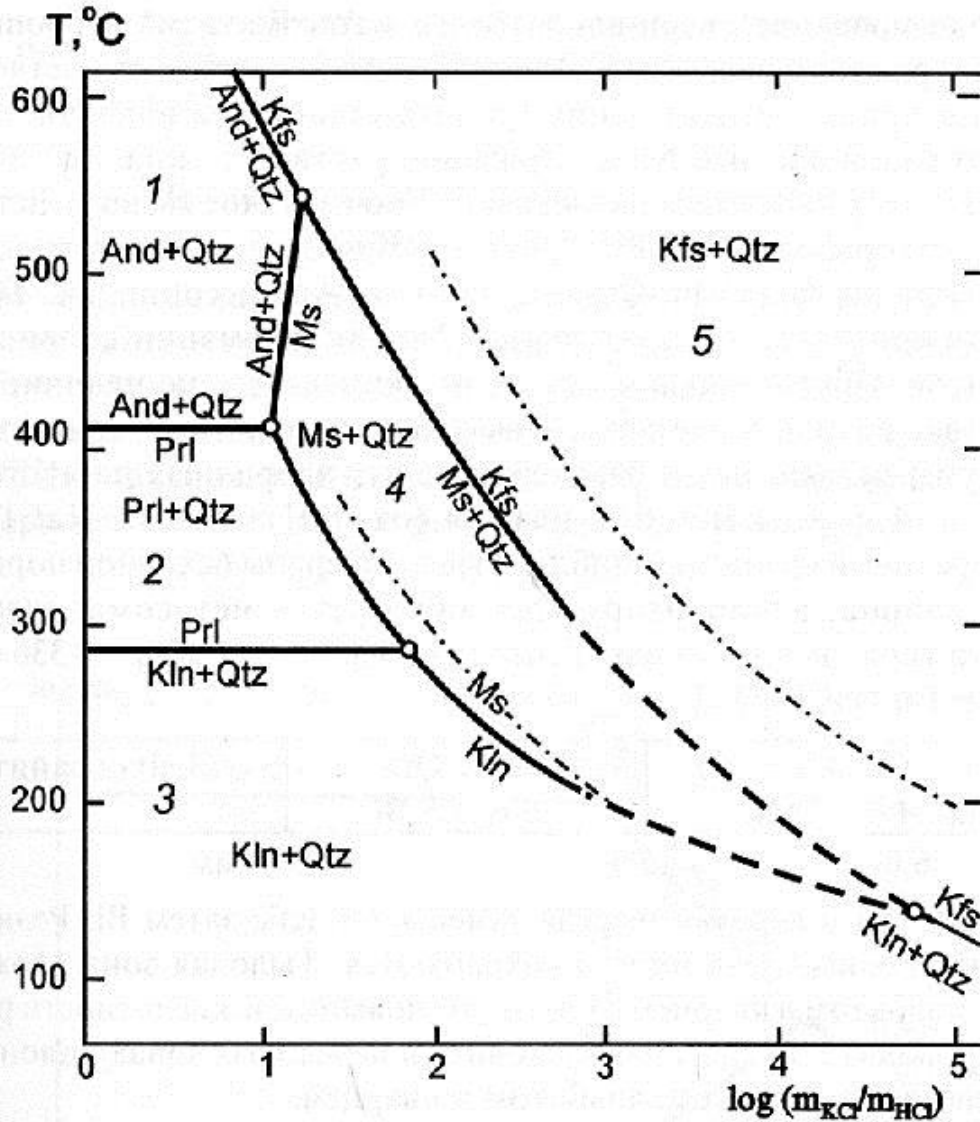
Мелко- и среднезернистые апограниты часто сопровождаются крупно-, грубо- и гигантозернистыми породами, состав

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 апаитовые апограниты с криолитом, флюоритом, полилитионитом, колумбитом, цирконом, щелочными амфиболами и пироксенами, пирохлором, гельвином, минералами Y, Ce...



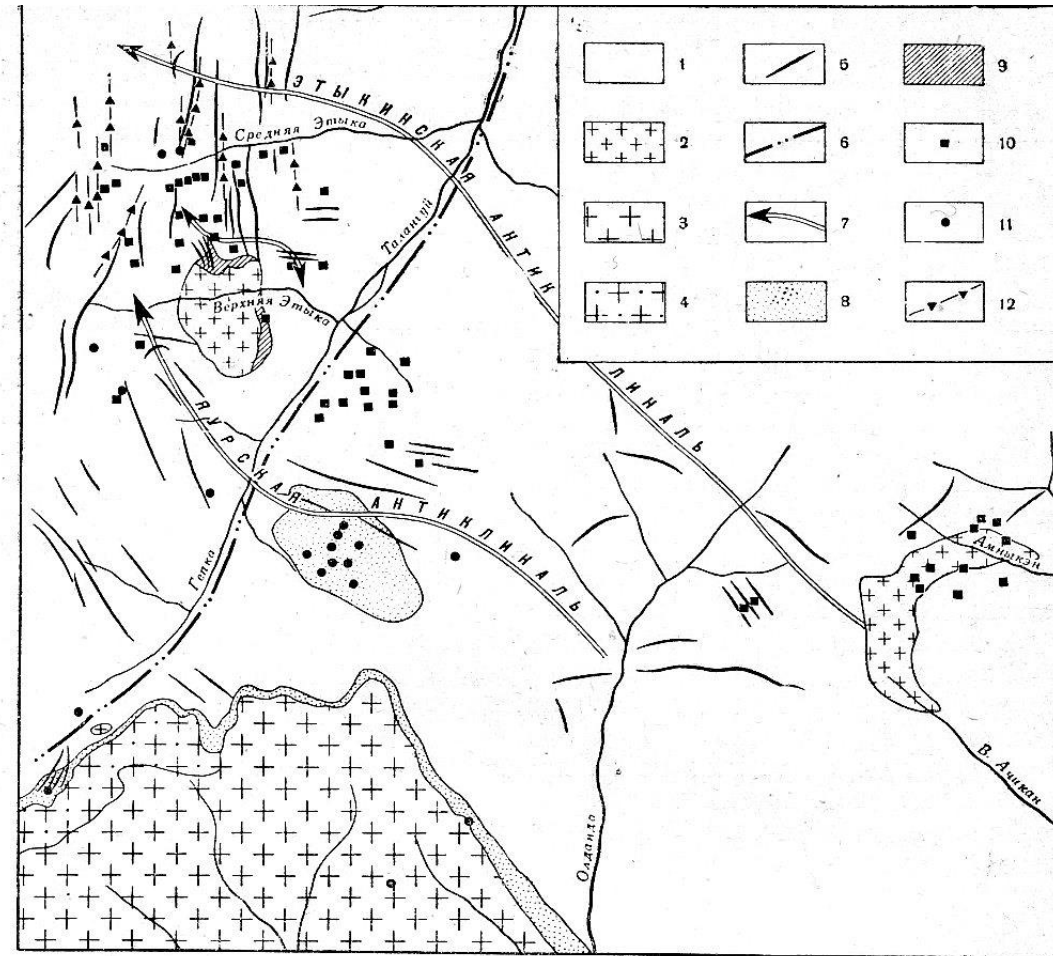
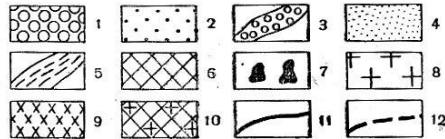
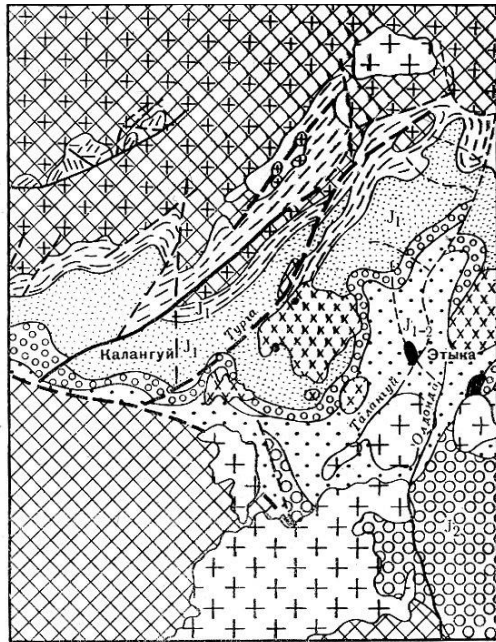
Поле устойчивости
топаза относительно
близко
к полю
устойчивости
андалузита

Рис. 5.5. Фазовые соотношения в системе $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O-KCl-HCl}$ 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 - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Этыка, Забайкалье



Фиг. 3. Схема структуры северо-восточной части Кукульбейского района, включающего Этыкинское месторождение

1 — осадочные толщи онон-борзинской свиты (нижняя-средняя юра). Гранитный (Кукульбейский) интрузивный комплекс: 2 — амазонитовые граниты; 3 — биотитовые граниты; 4 — мусковитово-биотитовые граниты. Догранитный (Шахтаминский?) интрузивный комплекс: 5 — дайки плагиогранит-порфиров, диорит-порфиров и лампрофиров; 6 — предполагаемые разрывные нарушения; 7 — осевые линии антиклинальных структур; 8 — контактные роговики; 9 — грейзены и грейзенизированные породы; 10 — рудопроявления Этыкинского минерального комплекса; 11 — рудопроявления Кукульбейского минерального комплекса; 12 — зоны тектонических брекчий

Фиг. 1. Схема геологического строения Кукульбейского района и прилегающей территории центральной синклиналильной зоны Восточного Забайкалья (по карте И. Г. Рутштейна и Б. И. Олексива, с некоторыми дополнениями авторов)

1 — верхнегазимульская свита конгломератов (средняя юра); 2 — онон-борзинская свита песчаников (нижняя средняя юра); 3 — сивачинская свита конгломератов (нижняя-средняя юра); 4 — онтаганская свита песчаников и алевролитов (нижняя юра); 5 — базальный горизонт онтаганской свиты (нижняя юра); 6 — выступ Агинского палеозойского массива, погребенный под отложения перми, юры и нижнего мела. Мезозойские интрузивные породы; 7 — амазонитовые граниты; 8 — биотитовые граниты; 9 — диориты, кварцевые диориты. Палеозойские интрузивные породы; 10 — граниты и гранодиориты; 11 и 12 — линии разрывных нарушений

КВАРЦ-ЩЕЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье

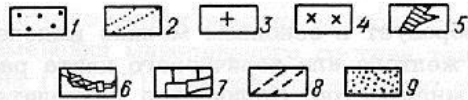
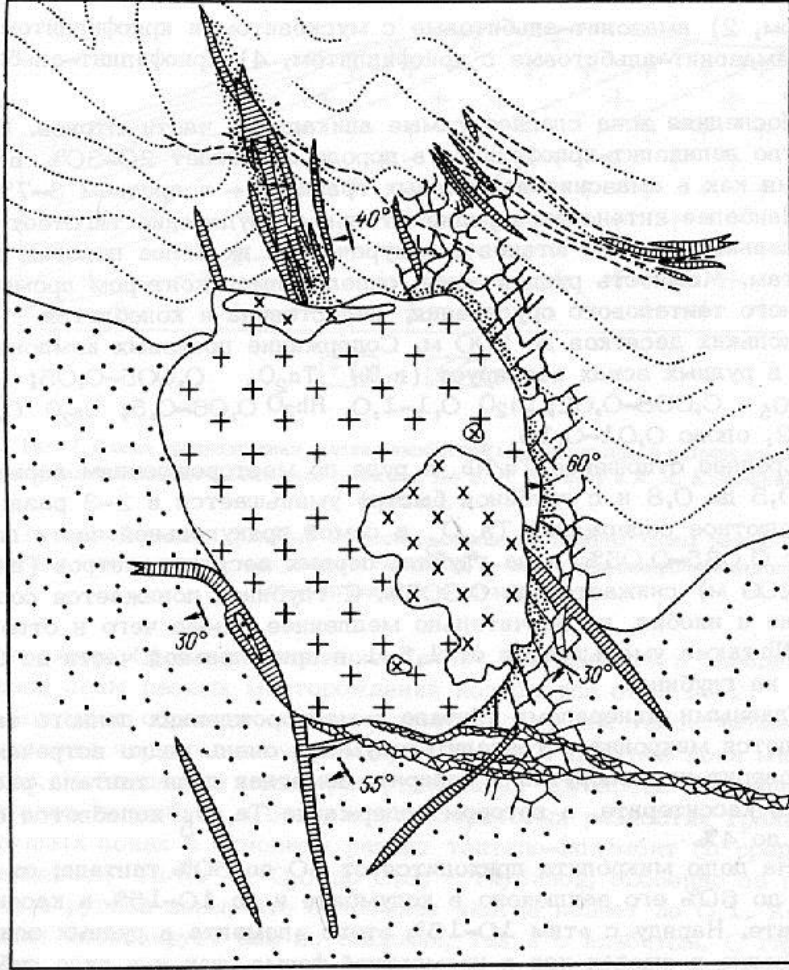


Рис. 6. Схема геологического строения массива криофиллит-амазонит-альбитовых гранитов. По И. Н. Тимофееву [1968 г.].

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

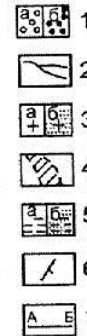
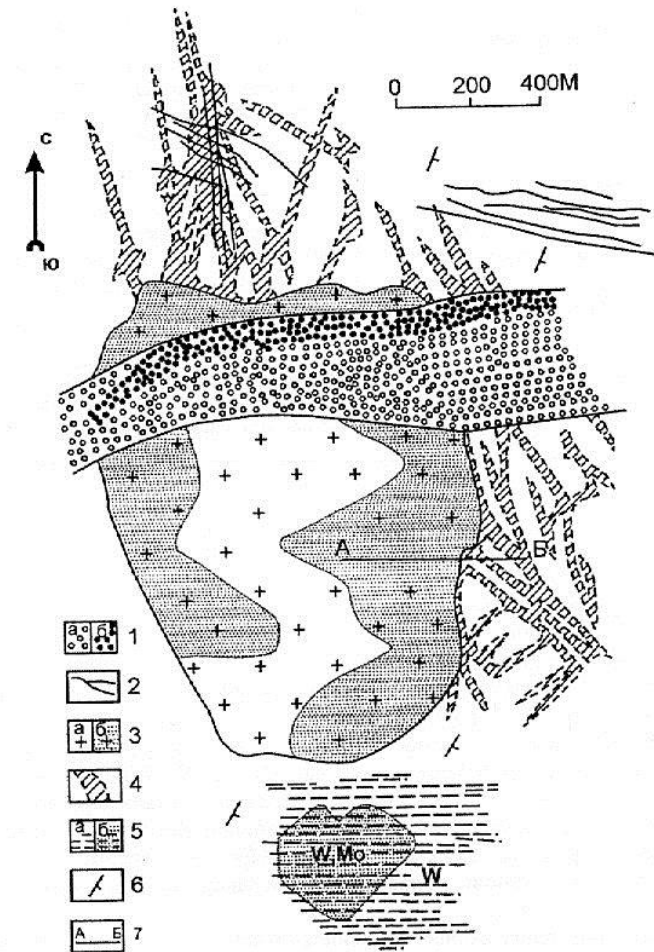


Рис. 10. Геологическая схема Этыкинского месторождения [6].

1 - современный аллювий (а), часть которого является оловоносной и танталоносной 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 штокервовые зоны - Этыкинское Li-месторождение; 5 - флюорит-кварцевый штокерв 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.

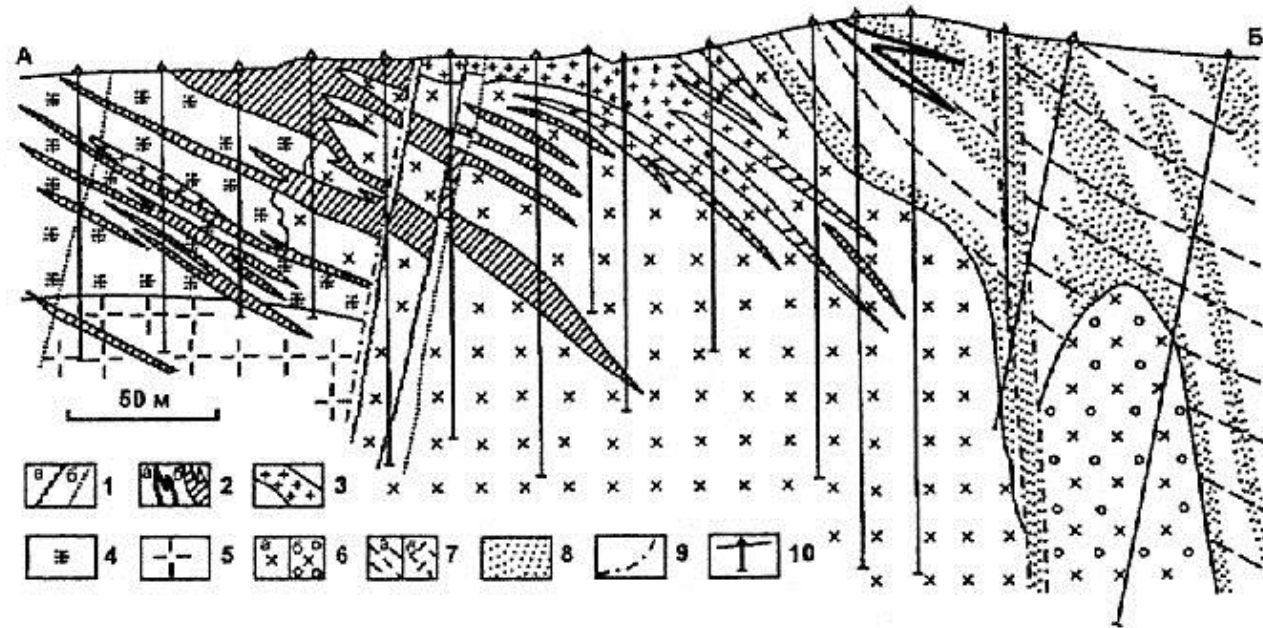
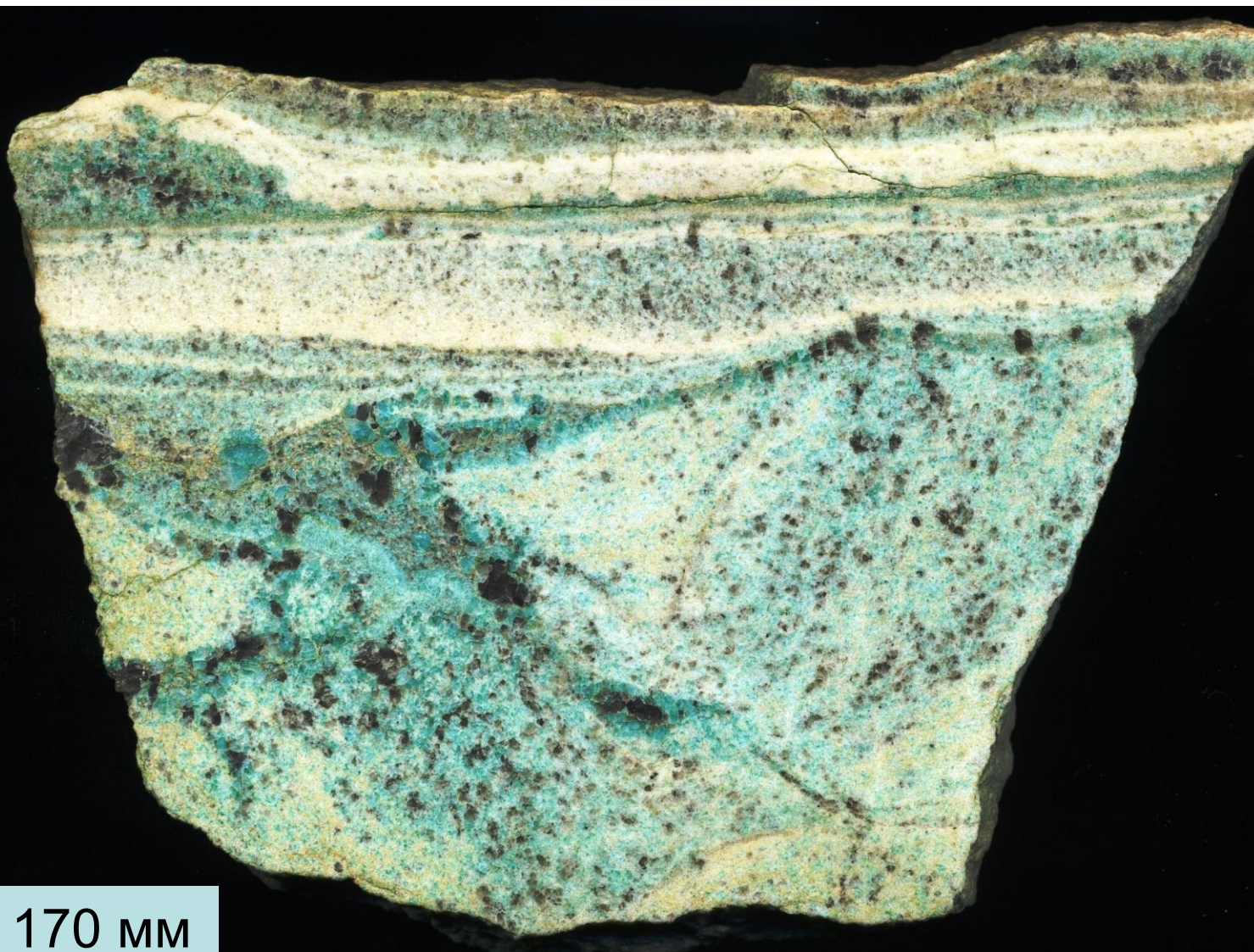


Рис. 11. Схематический геологический разрез через восточную часть Этыкинского массива [6].

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



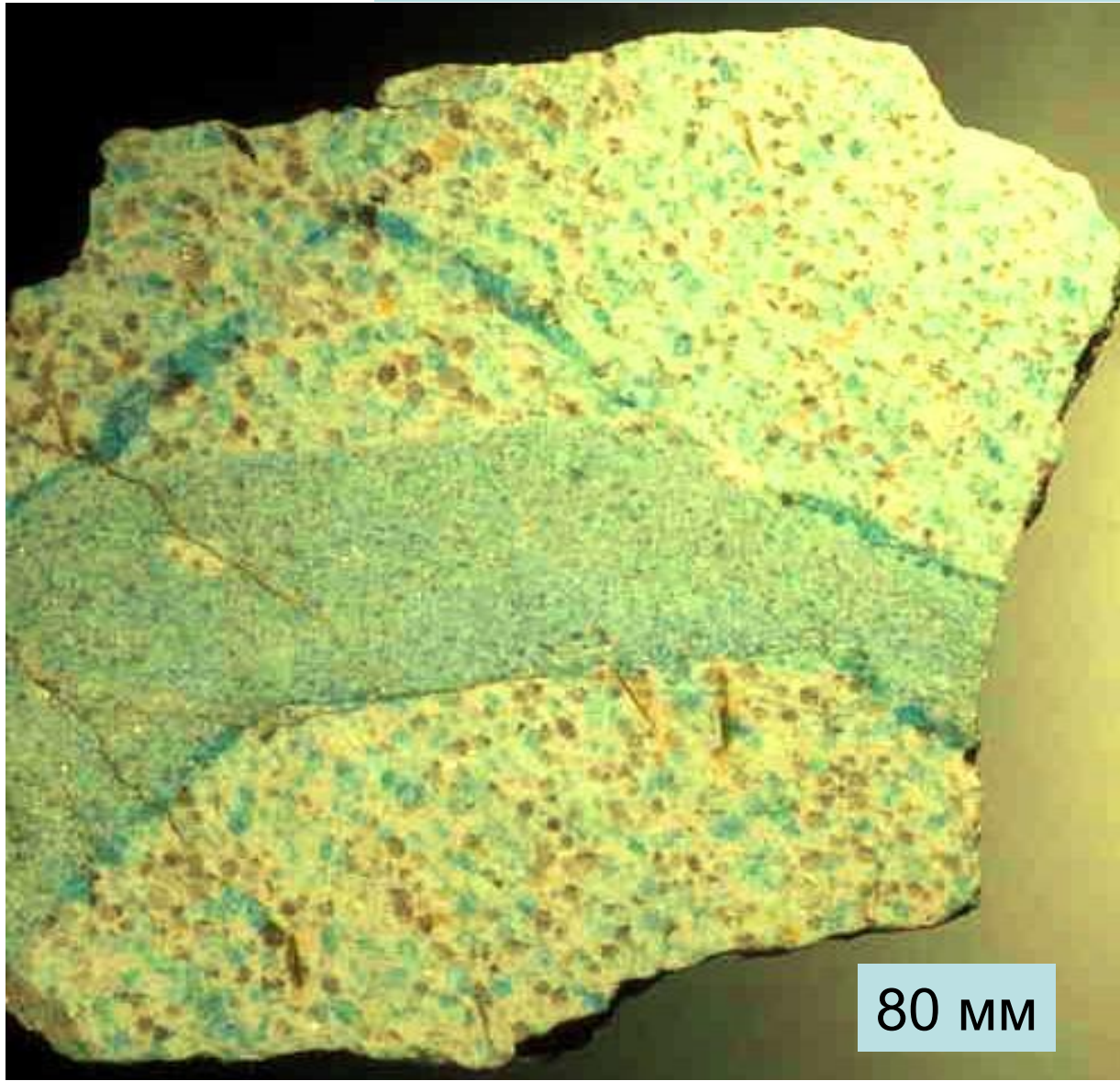
Стандартные не однородные апограниты. Одни участки обогащены амазонитом (микроклином), другие – аьбитом, третьи – кварцем, четвёртые – топазом.

Колл. и фото
Э.М.
Спиридонова

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).

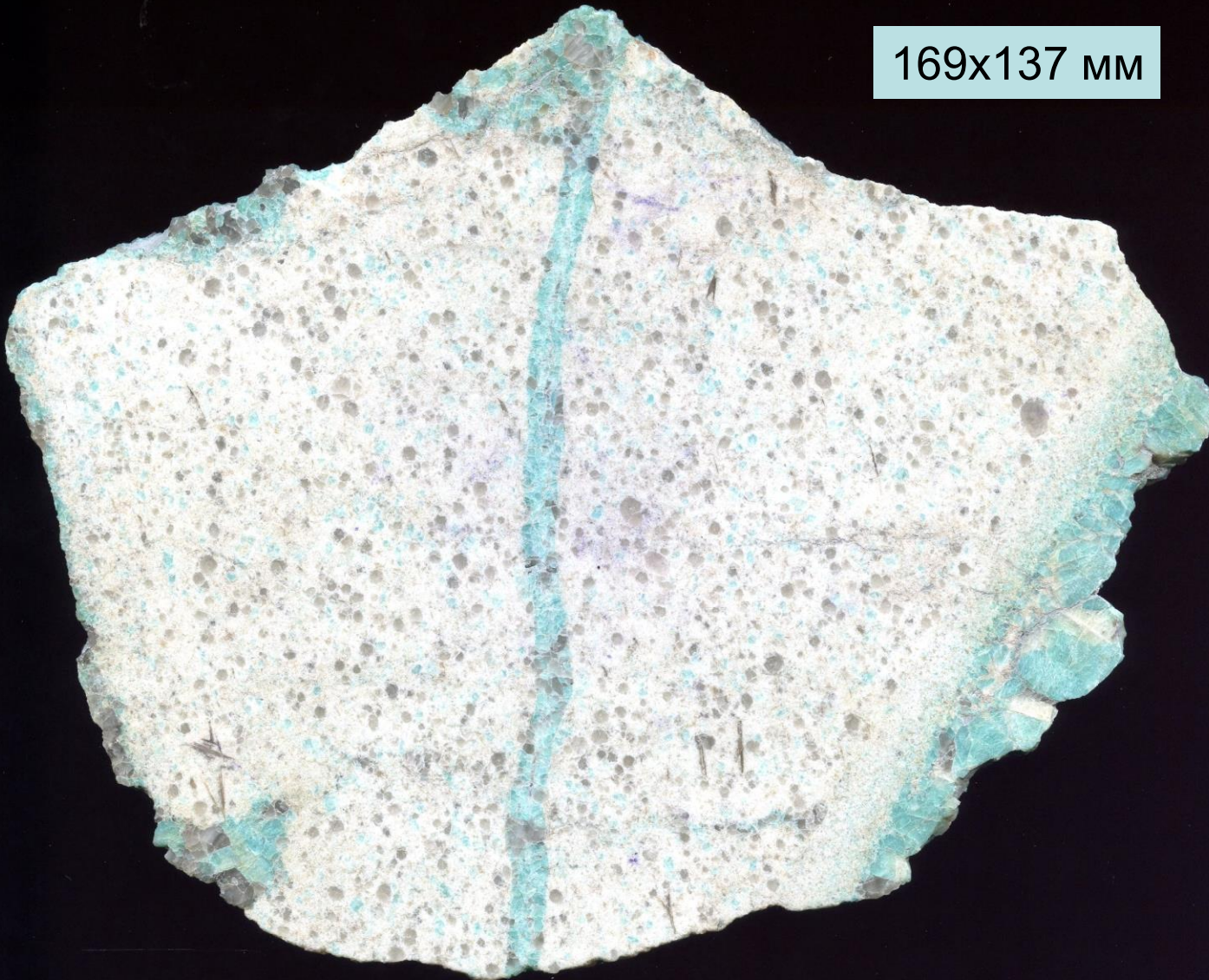
Подобные породы – приятный поделочный камень

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

169x137 мм



Апограниты
заместили
среднезернистые
граниты.

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

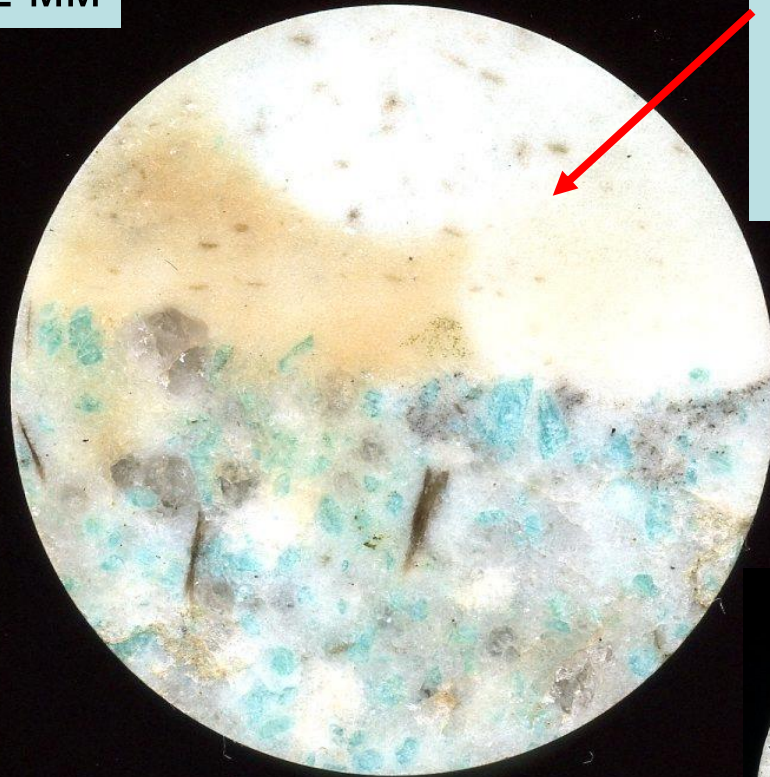
Колл. и фото
Э.М.

Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

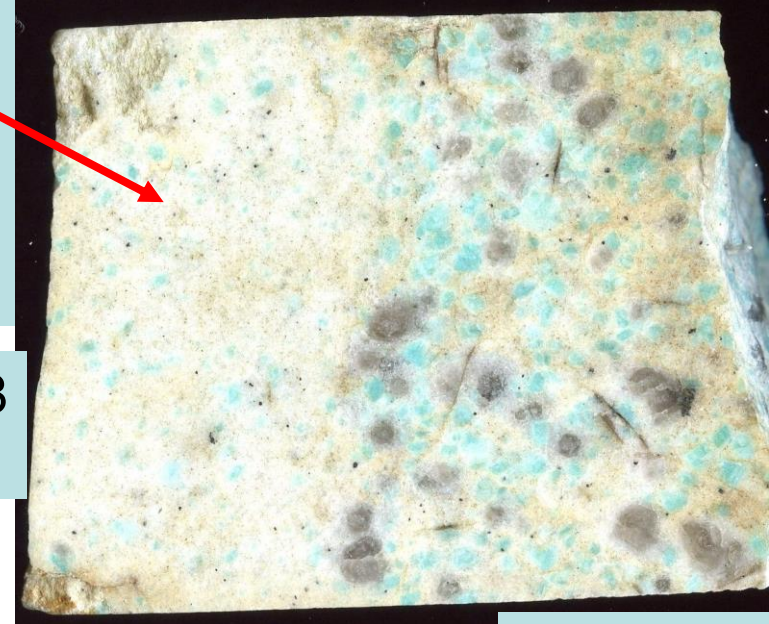
Плюмазитовые апограниты резко не однородные. Этыка

42 мм



Участки,
богатые
альбитом
и топазом

75x58
мм

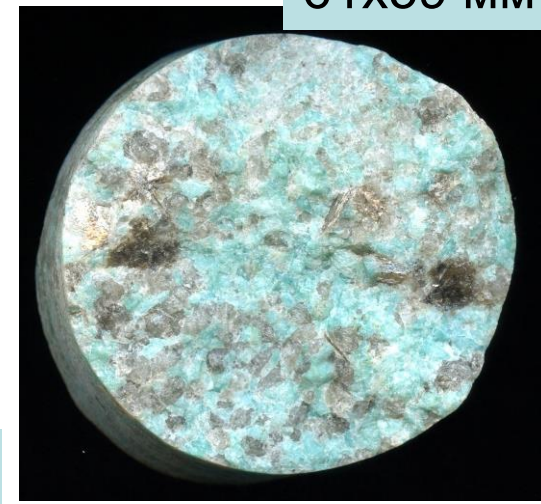


61x59 мм

Участок альбитового
состава

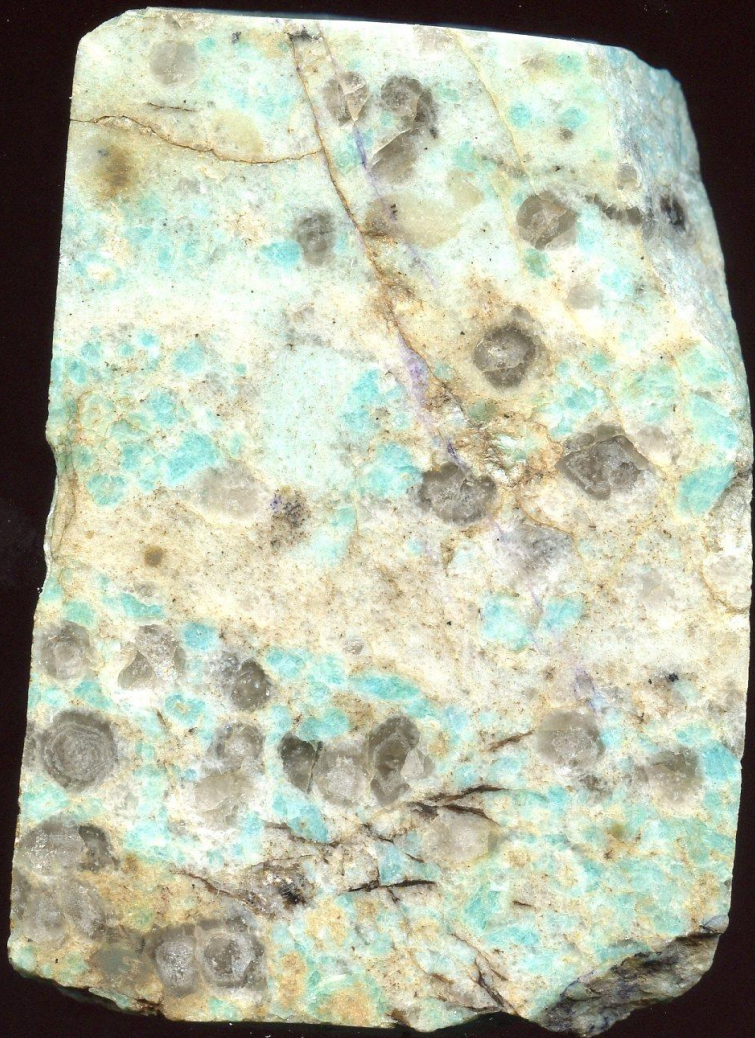


43 мм



КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье



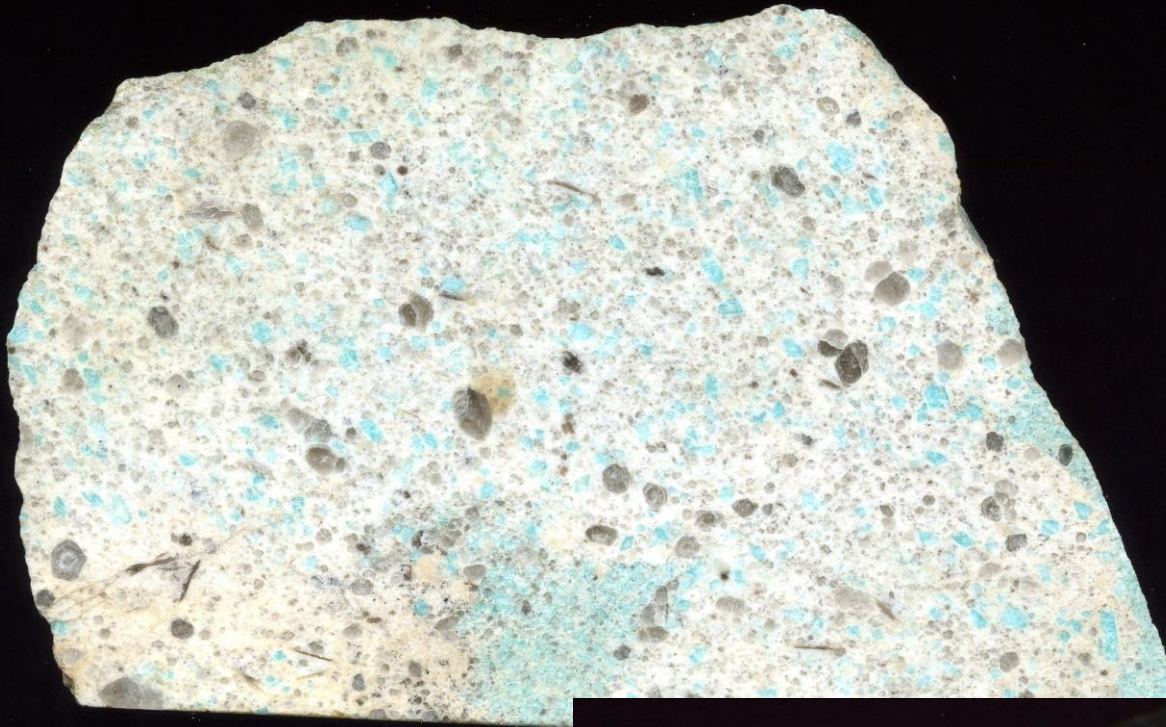
Апограниты с крупным
горошковым кварцем. 81x55 мм



Апограниты с обильным
горошковым кварцем. 57x48 мм
Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

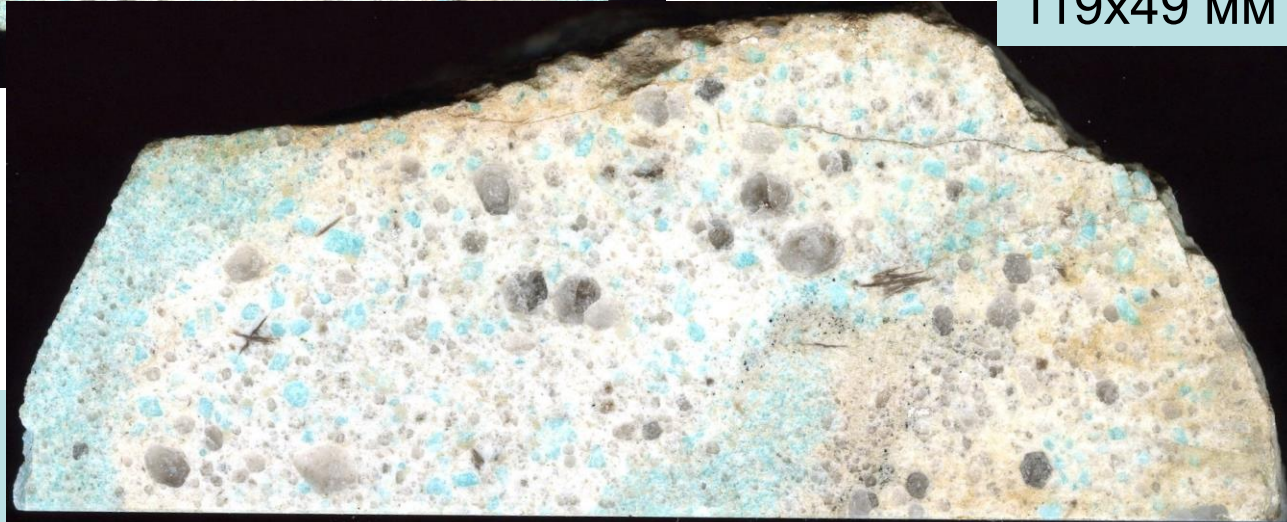
Плюмазитовые.
Спокойнинское,
Забайкалье



Апограниты
такситовые
с редким
горошковым кварцем

127x82 мм

119x49 мм

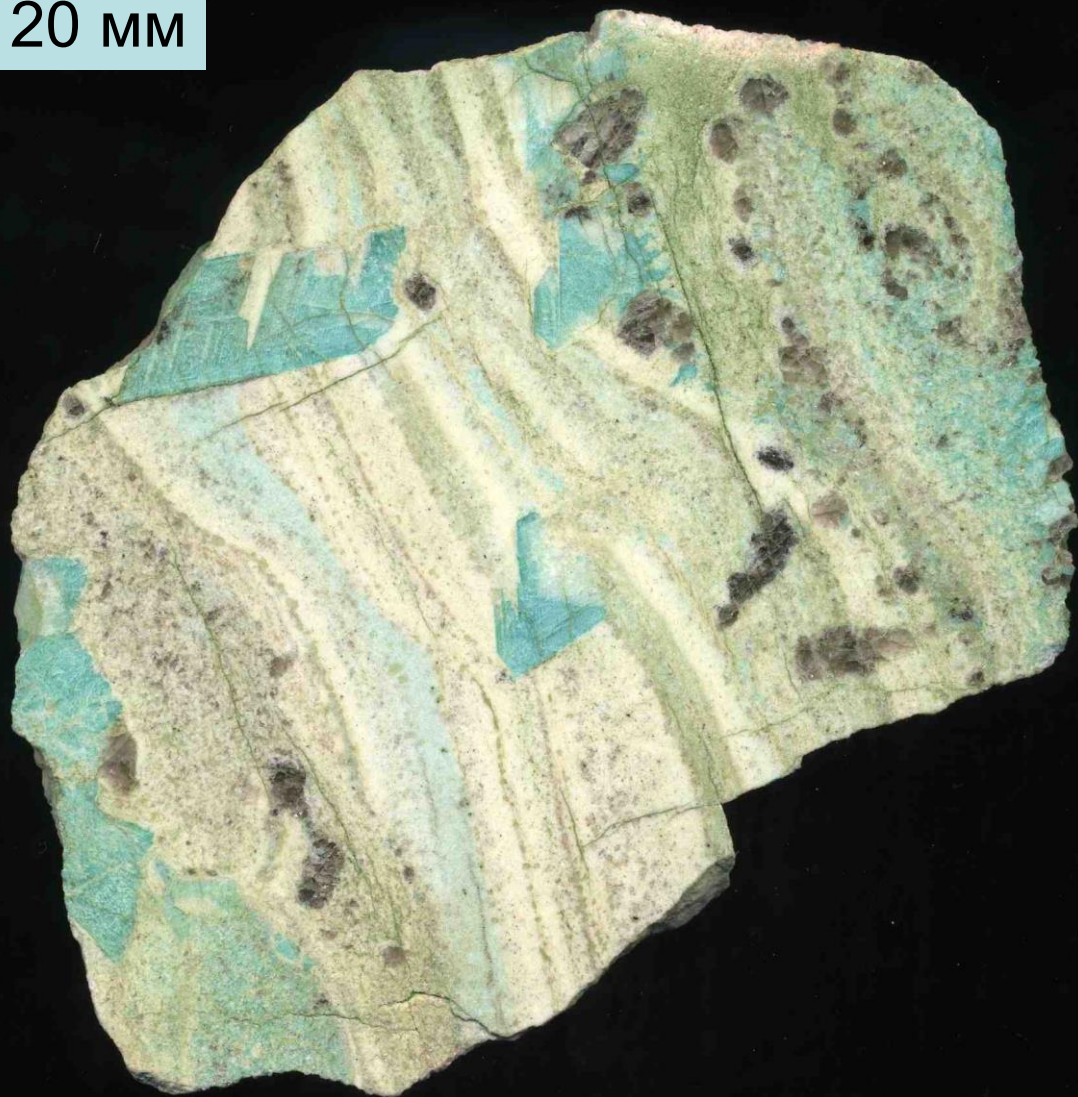


Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

120 мм



Апограниты с
полосчатой текстурой.
Одни полосы обогащены
амазонитом
(микроклином), другие –
апьбитом,
третьи – кварцем,
четвёртые – топазом.
Ранний амазонит
светло окрашенный.
Не мало метакристаллов
позднего густо
окрашенного
амазонита и
дымчатого кварца

Колл. Мин. музея РАН.
Фото Э.М. Спиридонова

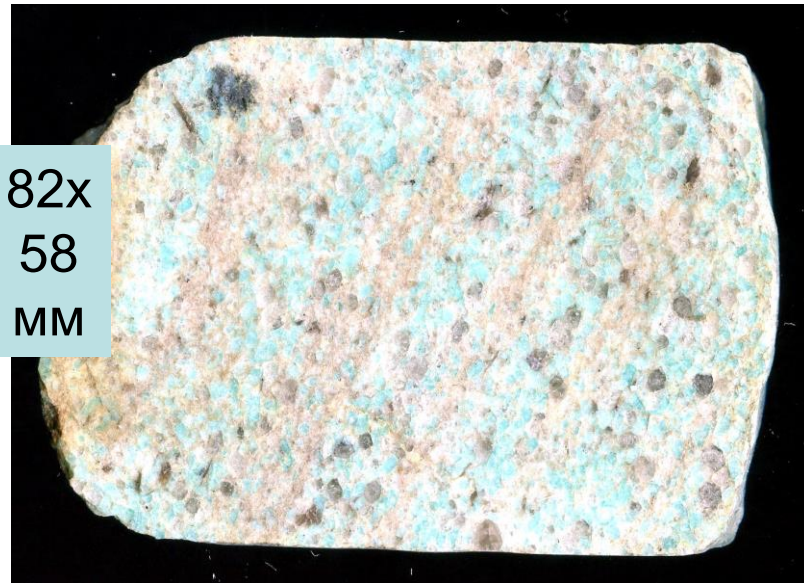
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТ. МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье

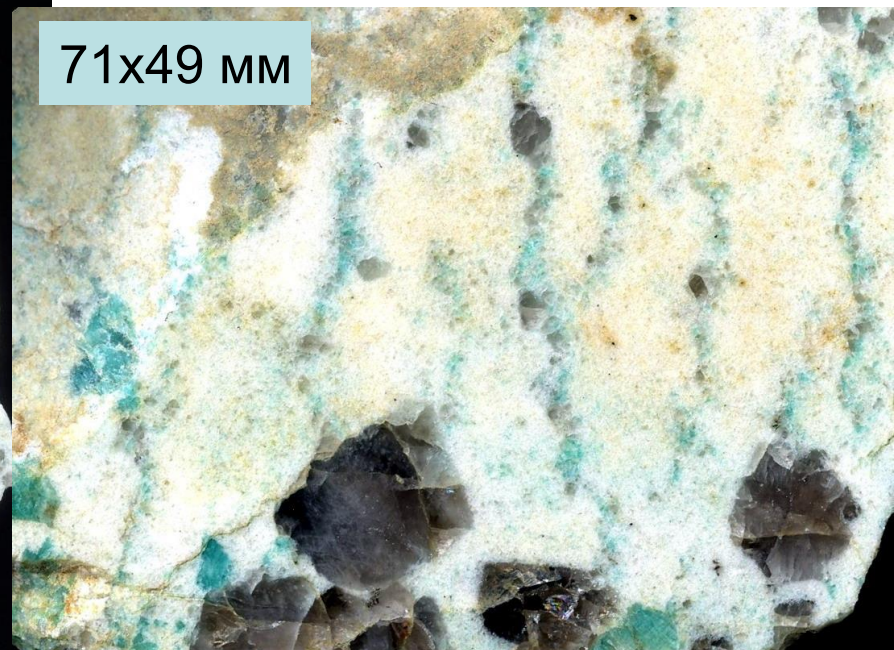
97x79 мм



82x
58
мм



71x49 мм



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

Метакристаллы дымчатого кварца. Колл. и фото Э.М. Спиридонова

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



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

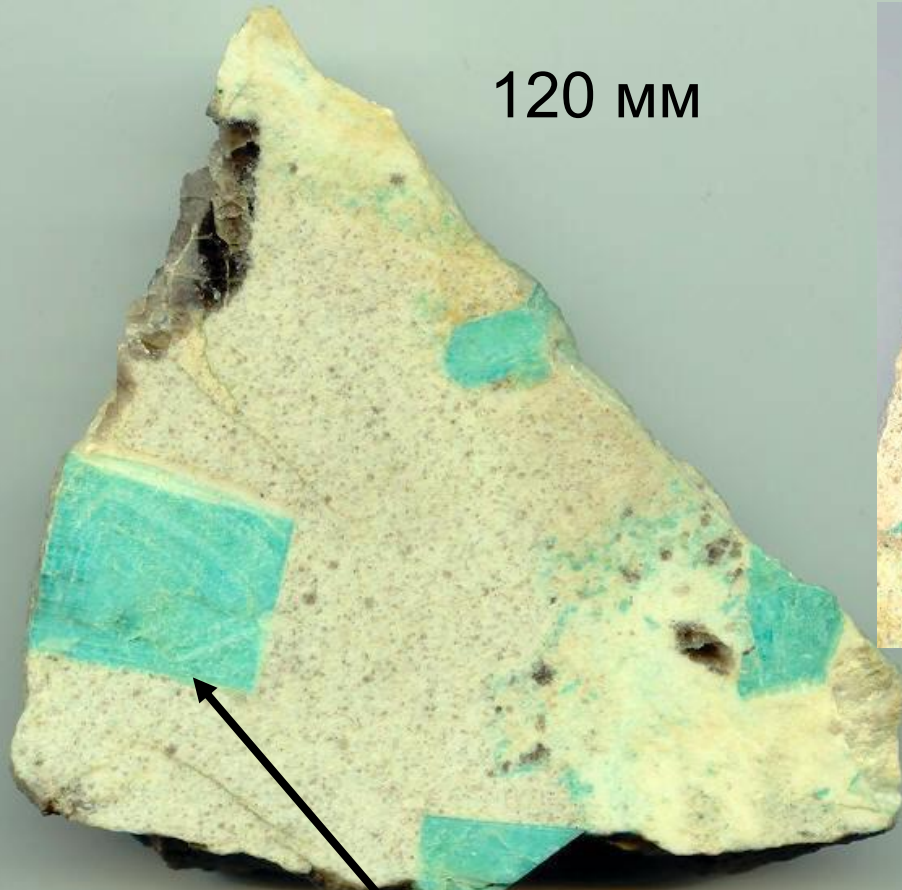
Метакристаллы
густо окрашенного
амазонита
и дымчатого кварца.

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

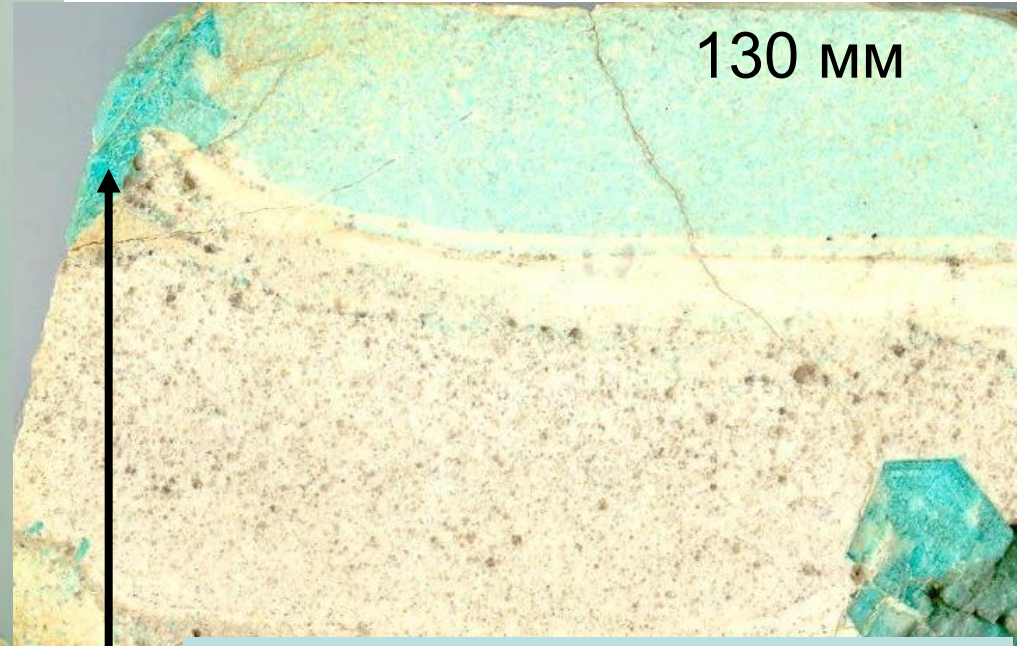
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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

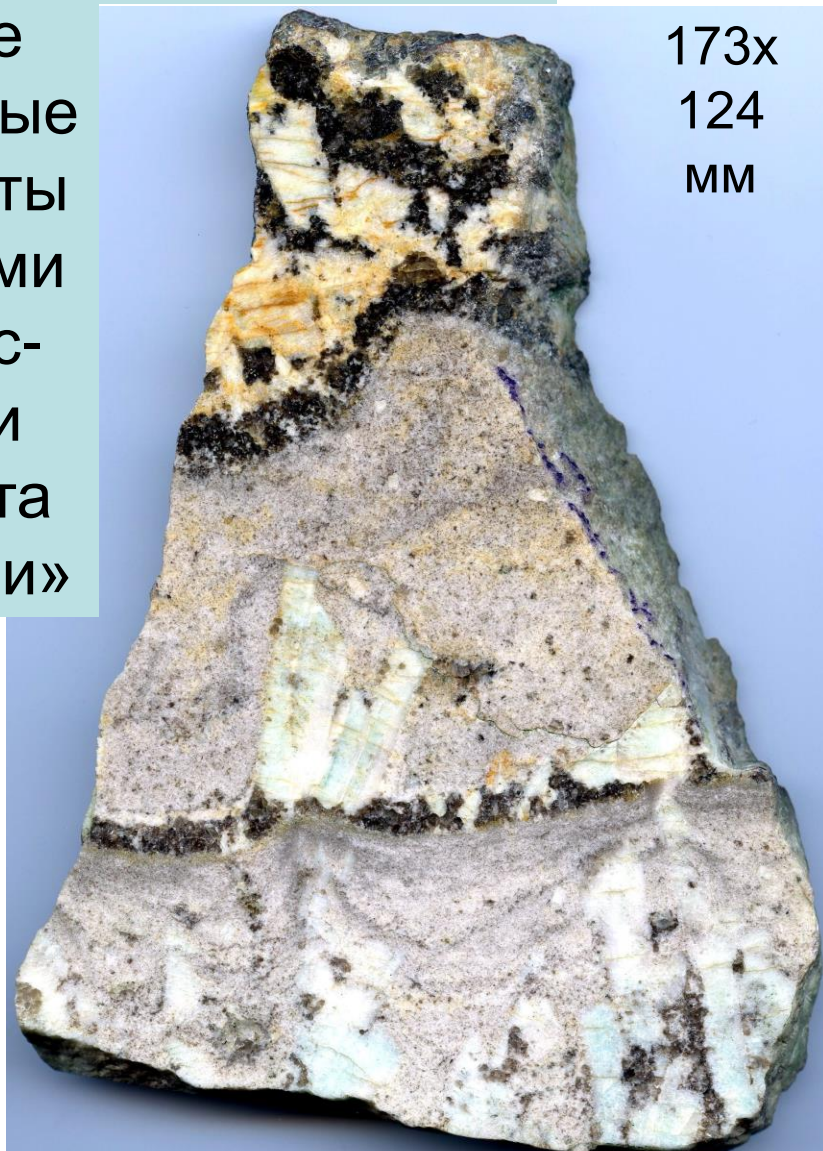
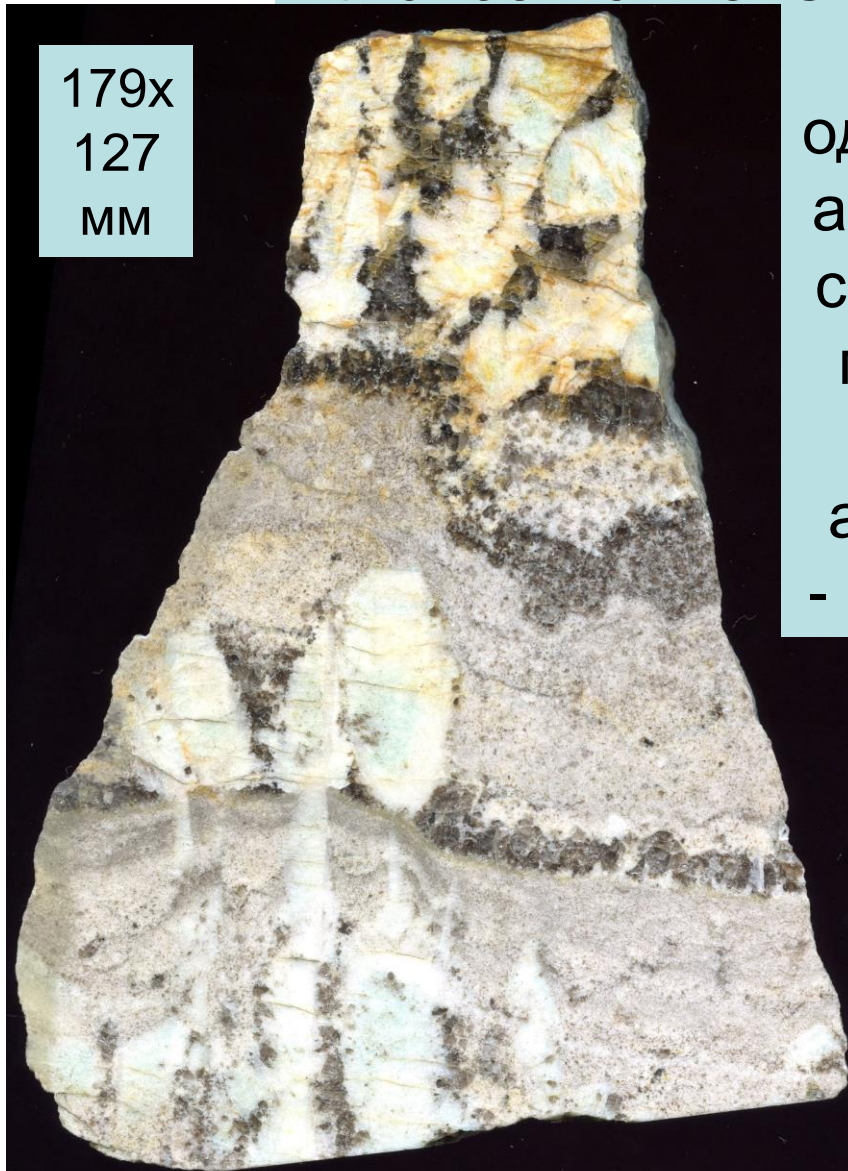
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье

179x
127
мм

Резко не
однородные
апограниты
с крупными
метакрис-
таллами
амазонита
- «грибами»

173x
124
мм



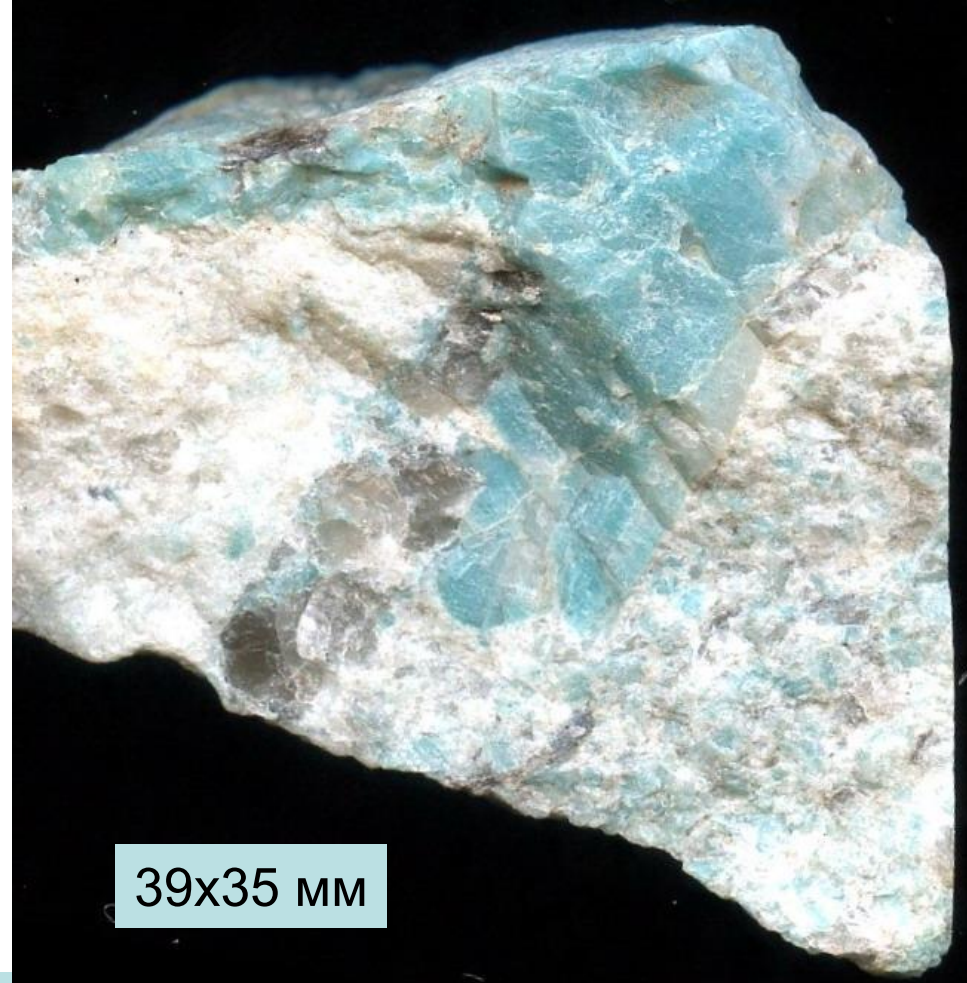
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье

129x114 мм



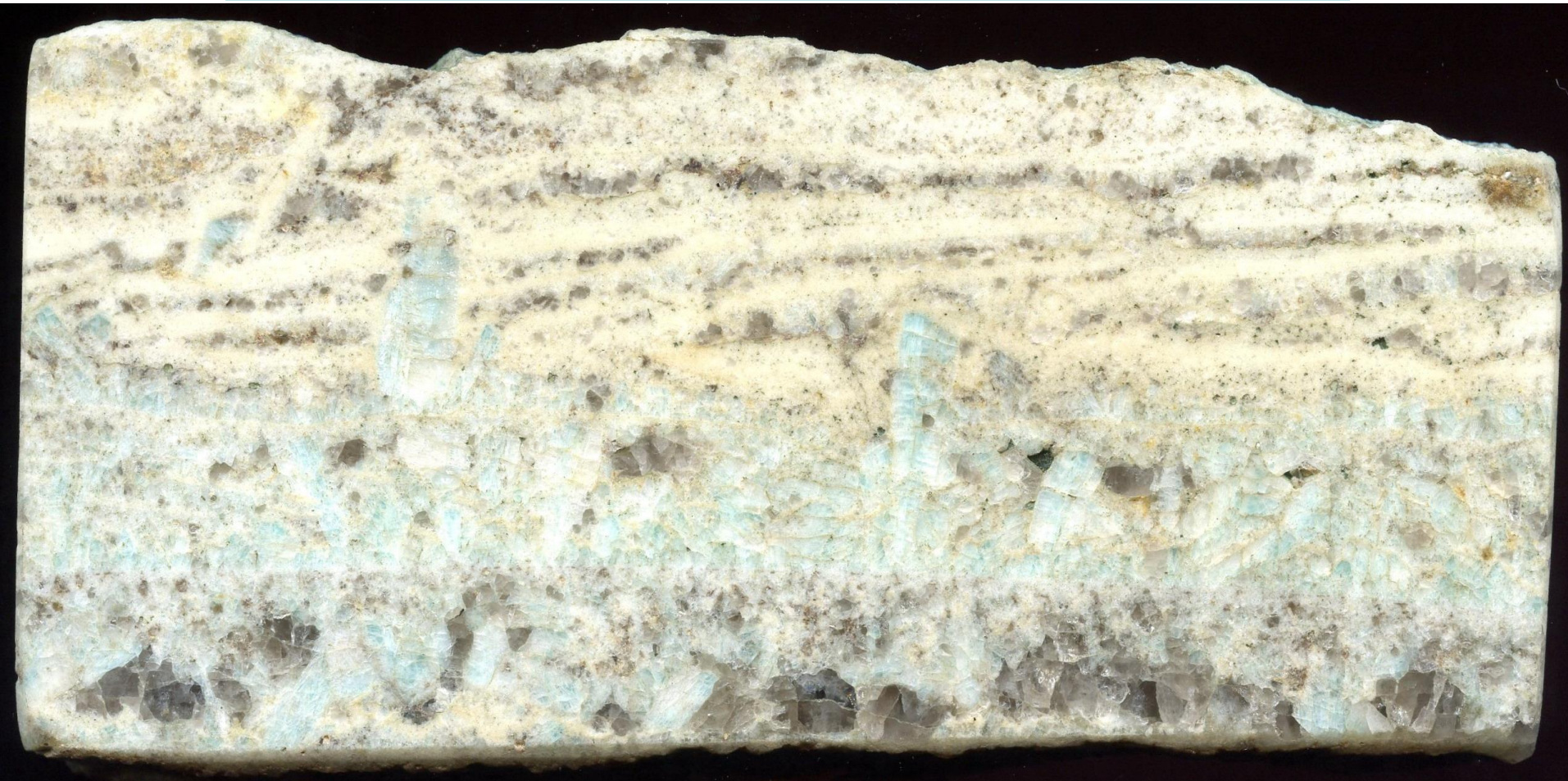
39x35 мм



Резко не однородные апограниты
с крупными метакристаллами амазонита

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье



Апограниты такситовые с полосчатой текстурой и массой метакристаллов амазонита, которые эту полосчатость протыкают. 159x71 мм

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

Апограниты

Роговики,
интенсивно
изменённые
(с массой
м/з топаза)

Роговики,
сильно
изменённые

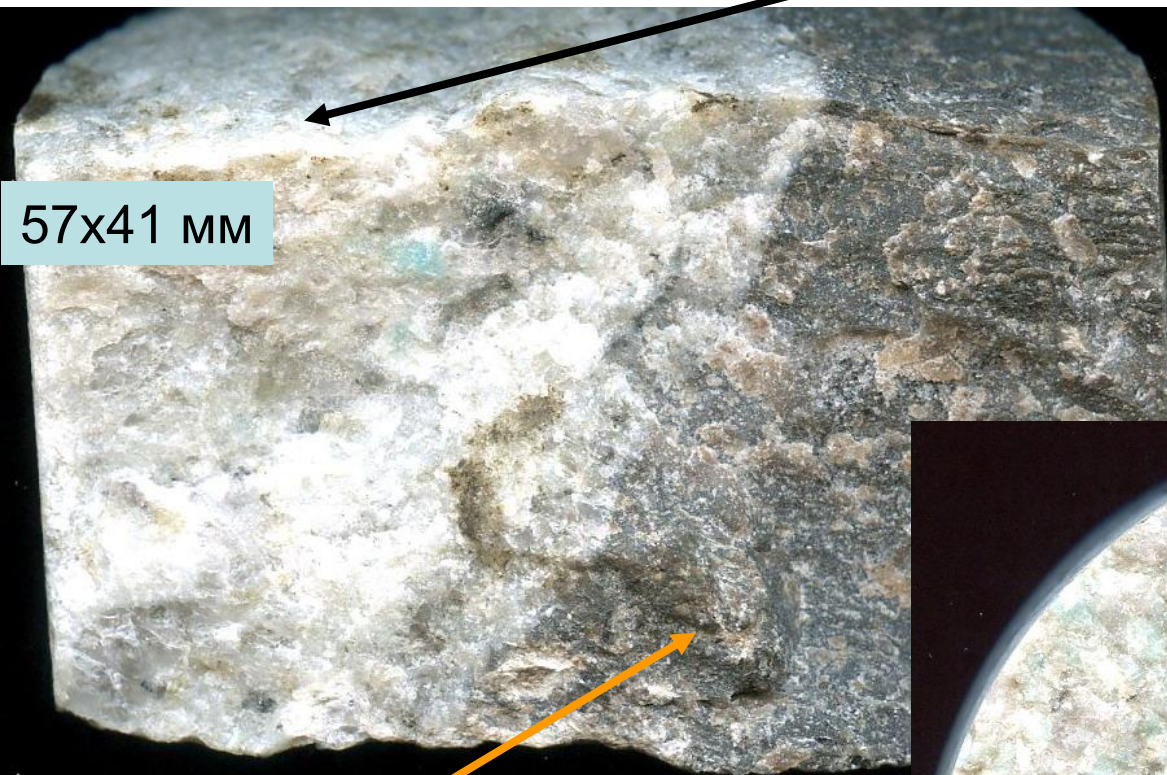
107x
88 мм



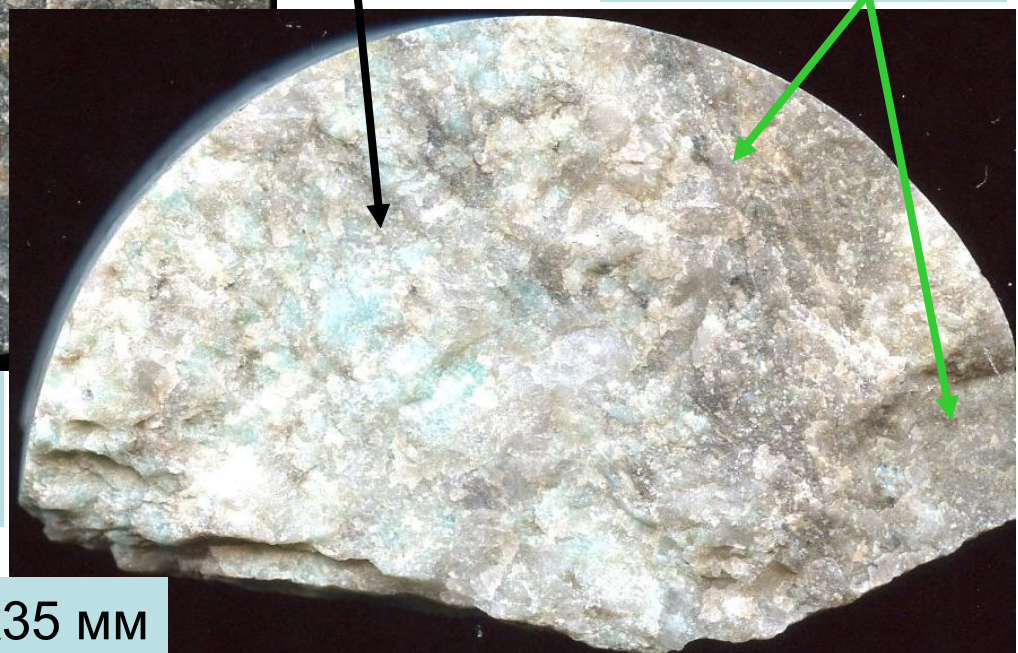
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

Апограниты



Роговики,
интенсивно
изменённые
(с «морем»
топаза)



Роговики, сильно
изменённые

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

58x35 мм

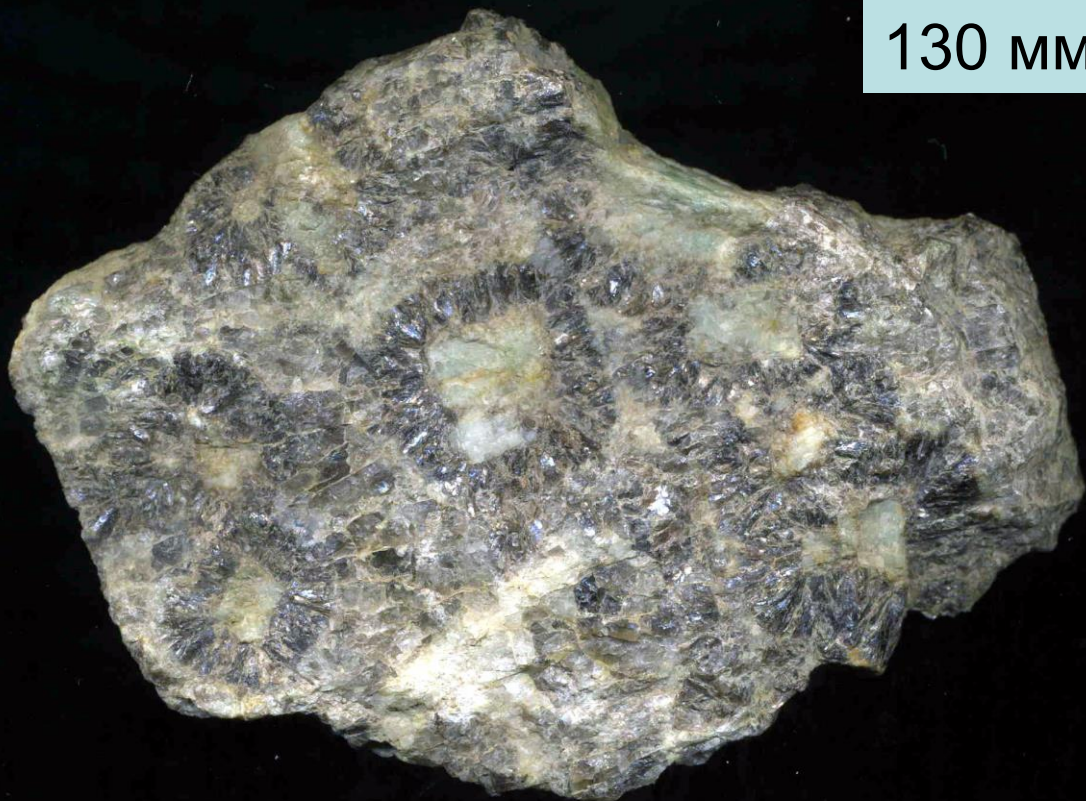
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



140 мм

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



130 мм

Более поздние образования - амазонитовые апограниты с
обильным циннвальдитом - криофиллитом

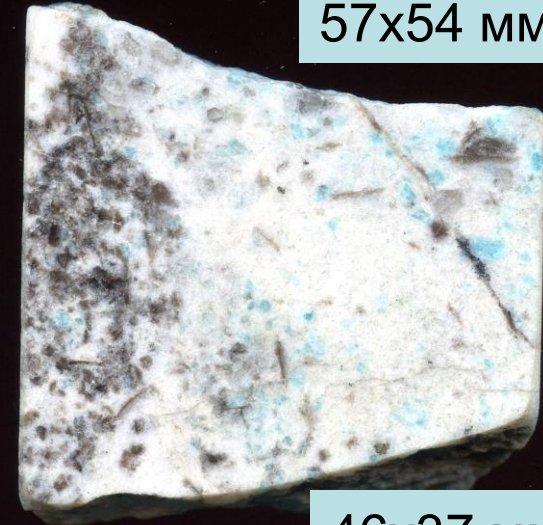
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье

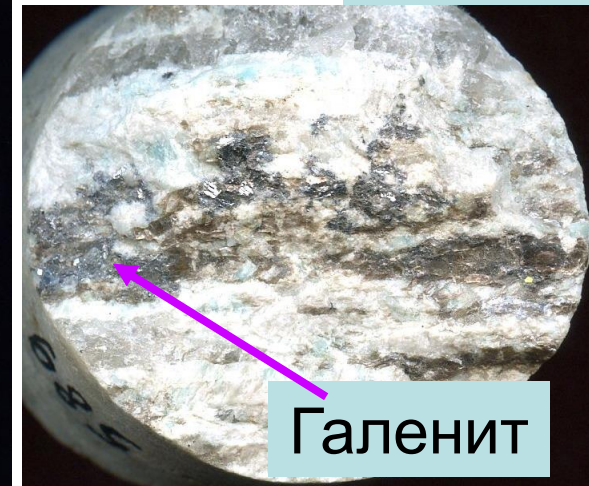
120x86 мм



57x54 мм



46x37 мм



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

**КВАРЦ-
ЩЁЛОЧНОПОЛЕВО-
ШПАТОВЫЕ
МЕТАСОМАТИТЫ =
АПОГРАНИТЫ**

Плюмазитовые.
Орловка, Забайкалье

Амазонитовые
апограниты с
гнездом
лепидолита –
криофиллита.
76x56 мм

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые.

Кёстер, Якутия

Дендритовидные
метакристаллы
микроклина
секут
полосчатость
апогранитов



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые.
Орловка, Забайкалье

Гнёзда метакристаллов
амазонита с альбитом
в апогранитах



Такие образования
нередко
именуют как
рандпегматиты

Фото М.С. Алфёровой

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

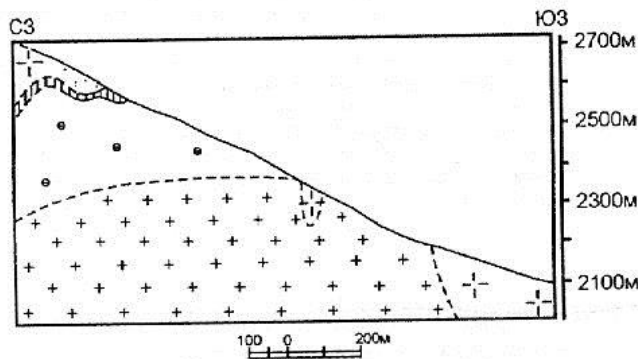
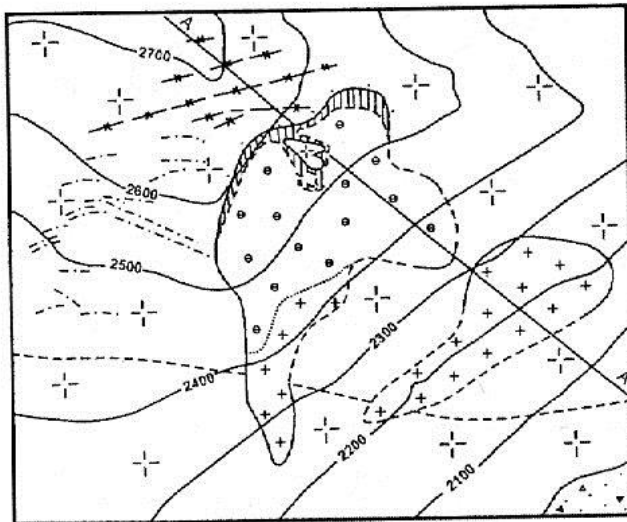


Рис. 12. Схема геологического строения и разрез Алахинского месторождения (по Р.А. Габайдулину и др., 2002)

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.

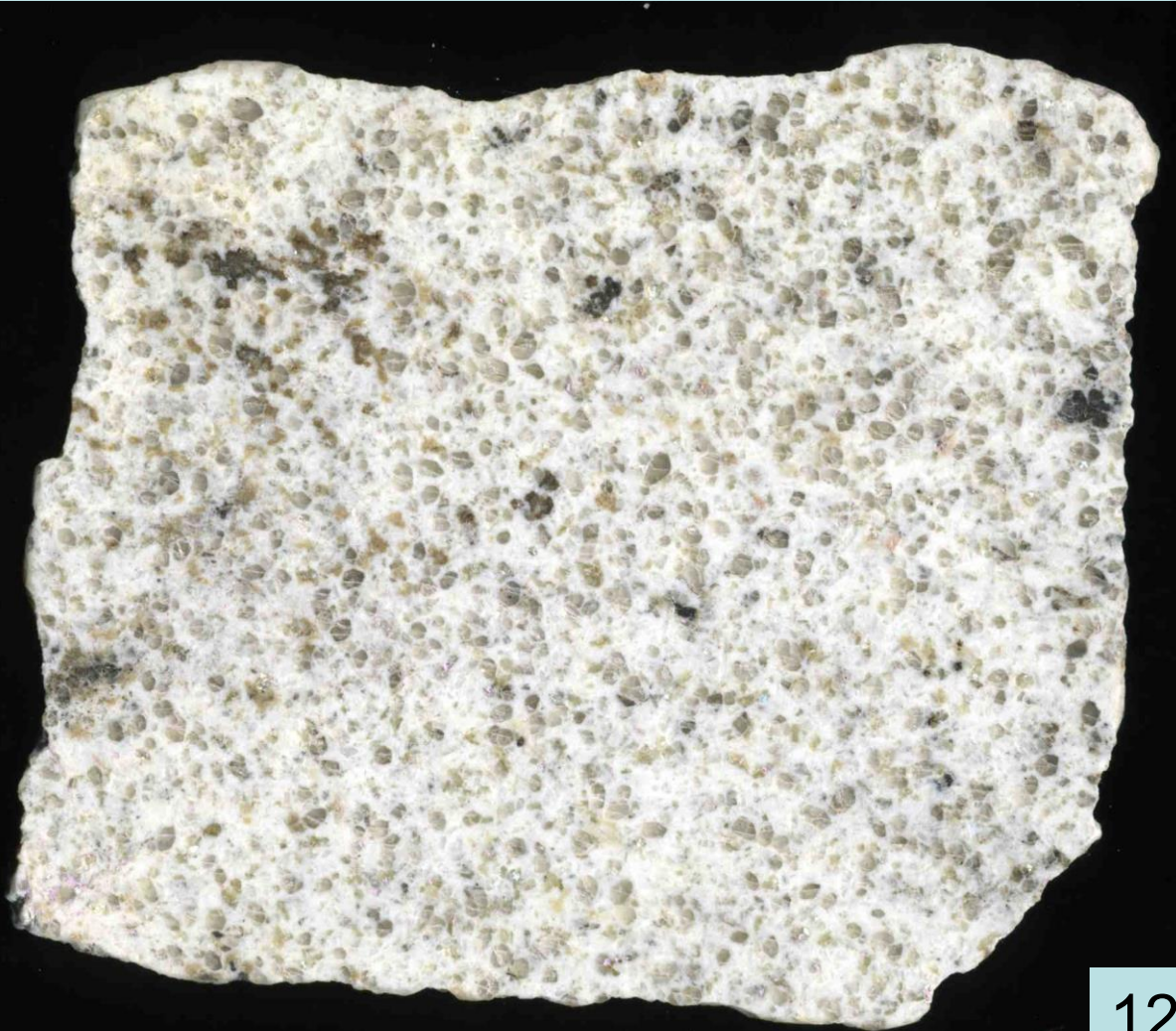
Плюмазитовые апограниты содержат амазонит и циннвальдит в верху рудно-метасоматической колонны. На более глубоких уровнях развиты обычный микроклин, мусковит и Li-биотит.

Алаха, Горный Алтай

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Алаха, Алтай.

Обычные апограниты с горошковым кварцем и микроклином



Колл. Т.Н. Шуриги
Фото Э.М. Спиридонова

120 мм

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Алаха, Алтай

150 мм

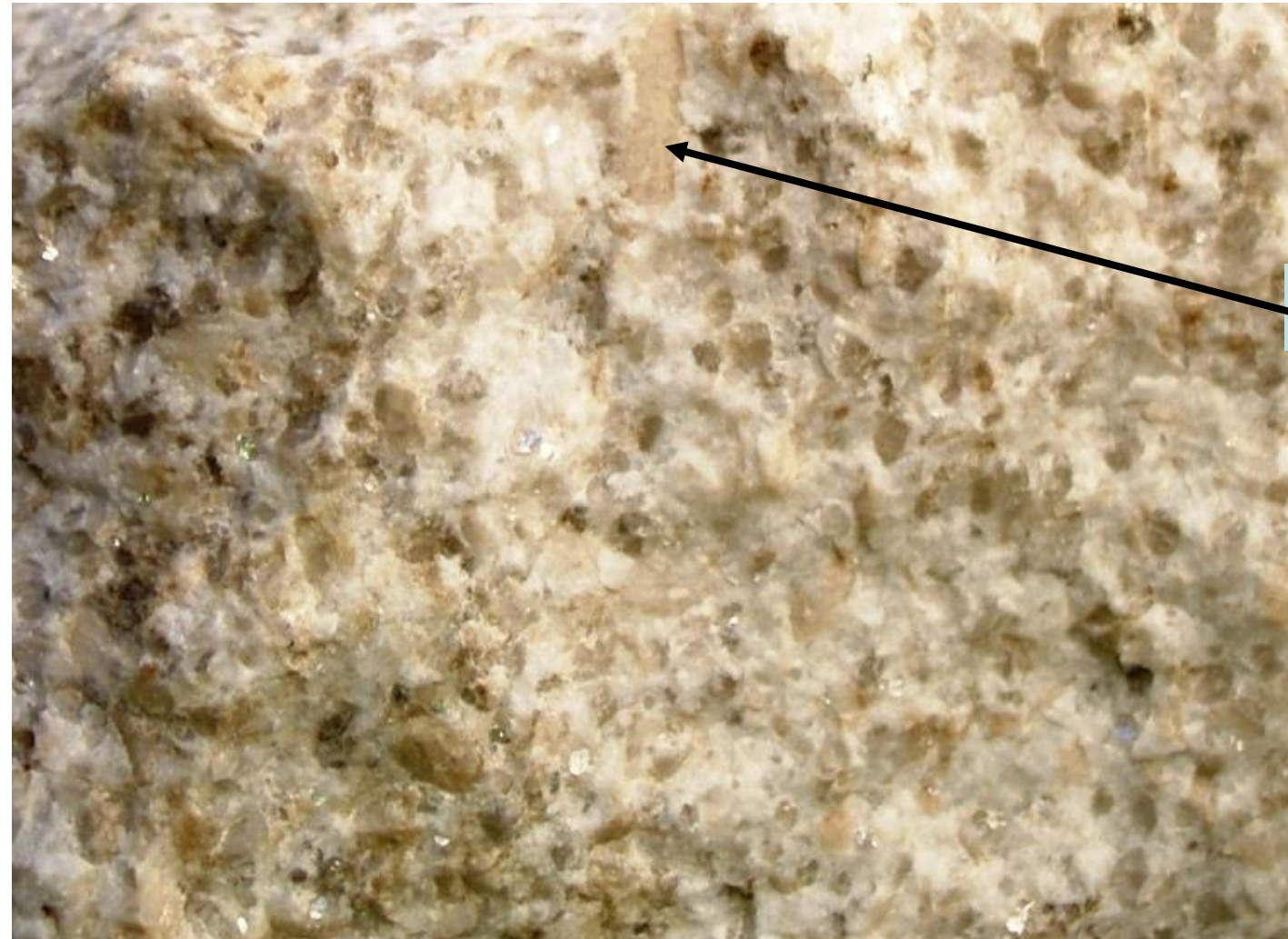


Колл. Т.Н. Шуриги
Фото Э.М. Спиридонова

Разнозернистые апограниты с такситовой текстурой

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Алаха, Алтай

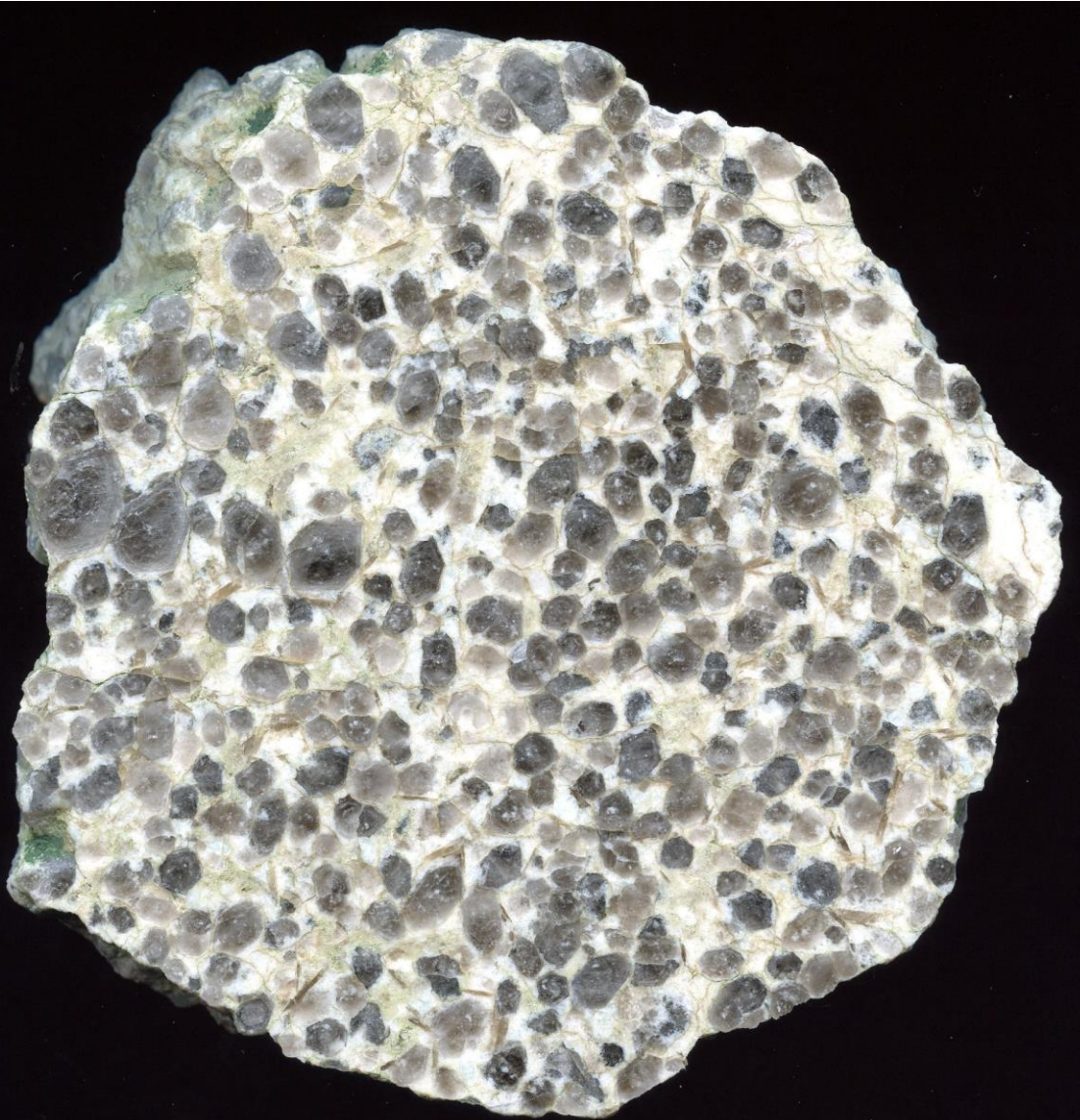


Сподумен 8 мм

Колл. Т.Н. Шуриги
Фото Э.М.
Спиридонова

Апограниты со сподуменом и мусковитом

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ



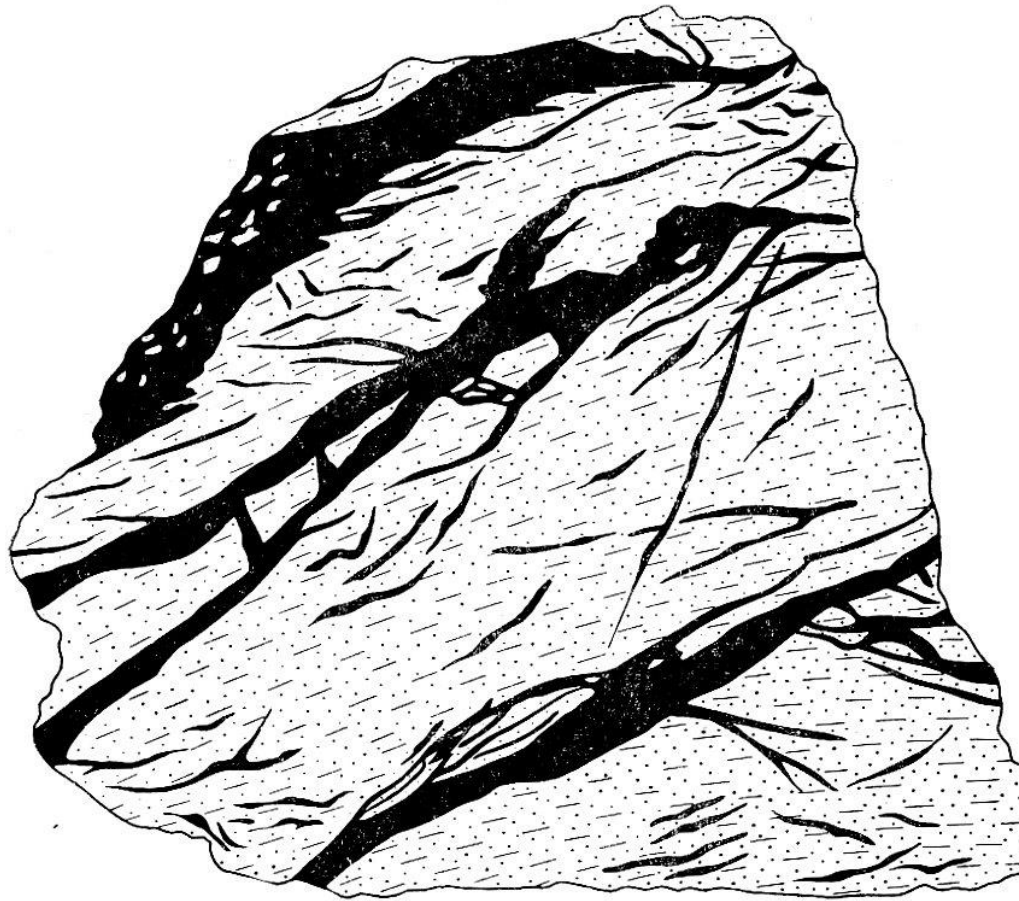
Плюмазитовые.
Жанчивлан, Монголия

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

Колл. Н.В. Владыкина
Фото Э.М. Спиридонова

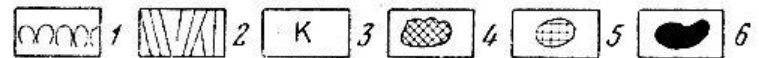
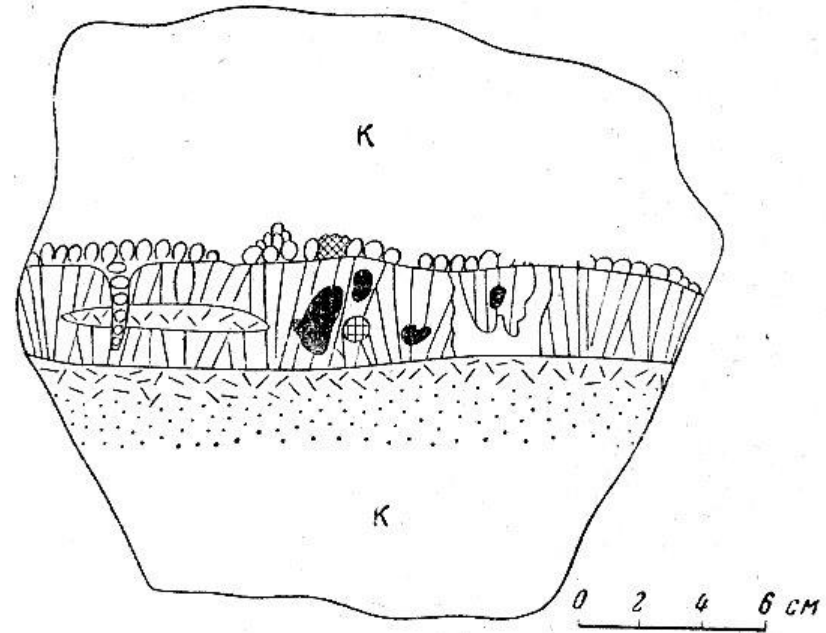
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы. Этыка



Фиг. 36. Сеть топазовых прожилков, пронизывающих алевролиты вблизи полого падающей топазово-кварцевой жилы

1 — топазовые прожилки; 2 — алевролит



Фиг. 48. Оторочки циннвальдита вдоль топазовых оторочек жилы

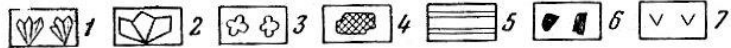
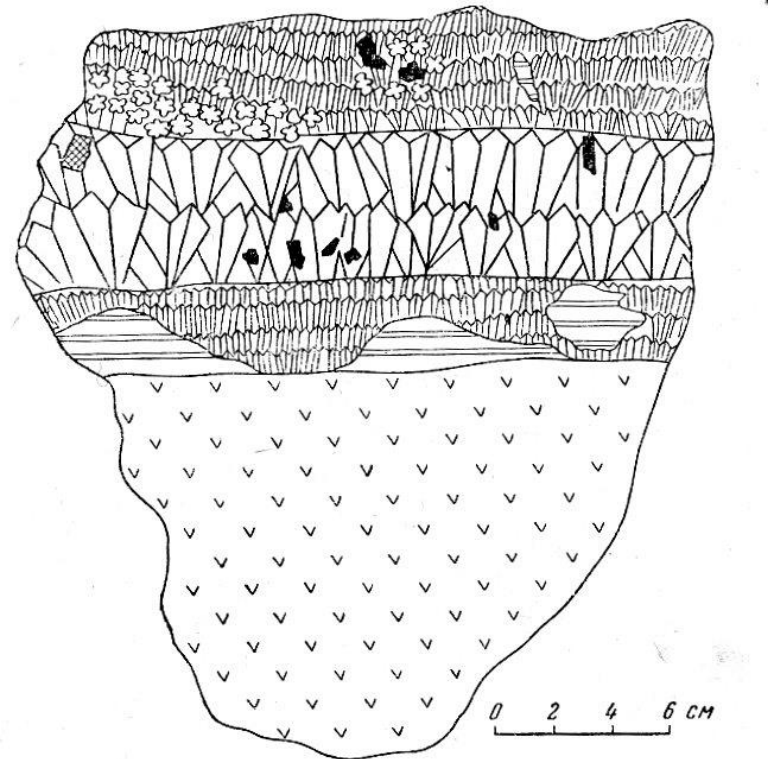
1 — циннвальдит; 2 — топаз; 3 — кварц; 4 — галенит; 5 — пирит; 6 — касситерит; точками и черточками показаны алевролиты

О.Д. Левицкий и др., 1963

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

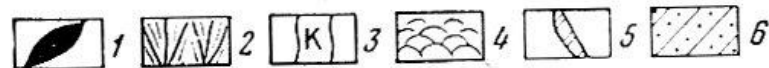
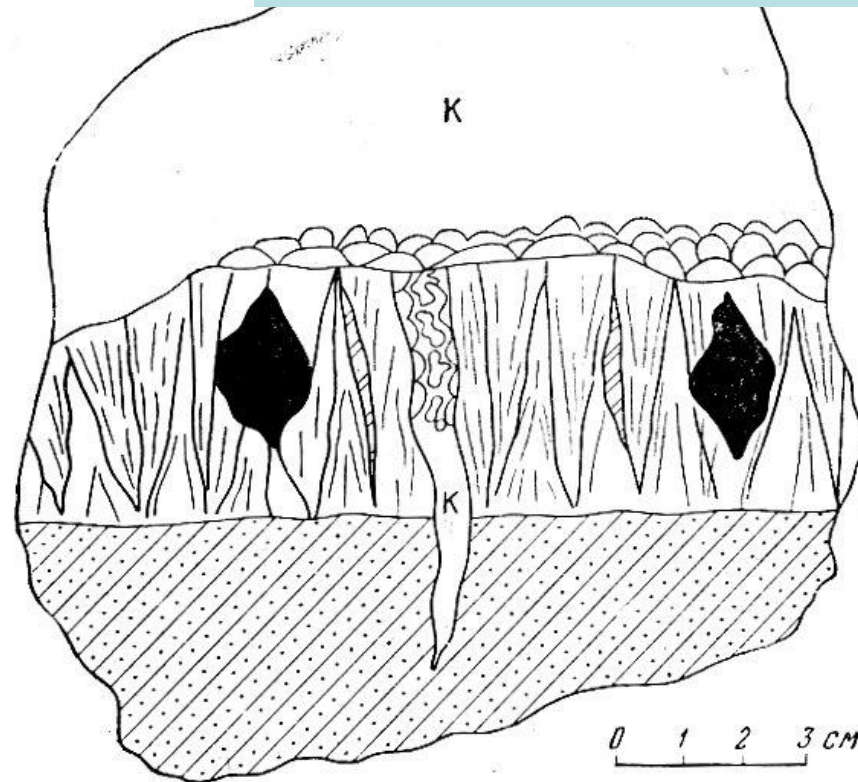
Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы. Этыка

О.Д. Левицкий и др., 1963



Фиг. 38. Топазовая оторочка поясовой текстуры в топазово-кварцевой жиле

1 — топаз тонкозернистый; 2 — топаз крупнопластинчатый;
3 — циннвальдит; 4 — сульфиды; 5 — флюорит; 6 — касситерит;
7 — диорит-порфирит

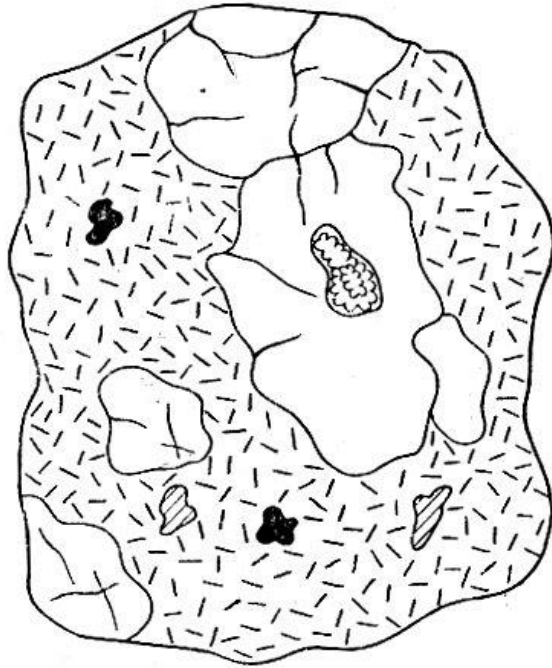


Фиг. 37. Касситерит в топазовой оторочке жилы

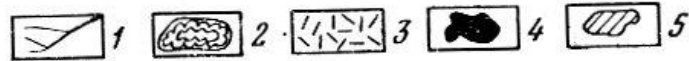
1 — касситерит; 2 — топаз; 3 — кварц; 4 — циннвальдит 5 — флюорит; 6 — алевролит

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы. Этыка

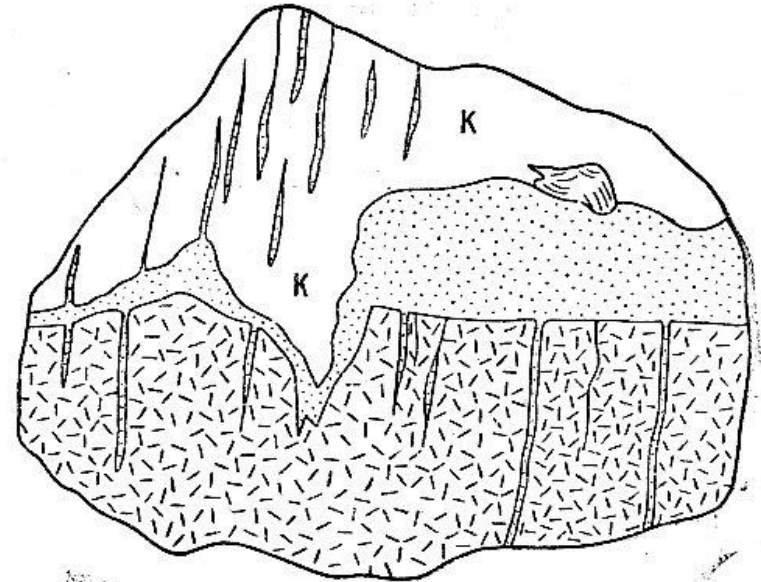


2 0 2 4 6 8 CM



Фиг. 45. Кварц I с циннвальдитом I, цементируемый агрегатом топаза, циннвальдита и кварца II генерации с касситеритом и сульфидами

1 — кварц I; 2 — циннвальдит I; 3 — агрегат минералов II генерации (топаз, циннвальдит, кварц); 4 — касситерит II; 5 — сульфиды



0 1 2 3 4 5 CM



Фиг. 56. Альбитовая оторочка вдоль контакта кварцевой жилы

1 — кварц; 2 — альбитовые прожилки; 3 — мелкозернистый альбит и топаз; 4 — грейзенизированный песчаник; 5 — циннвальдит

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

| Минерал | Стадия минералообразования | | |
|----------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| | I | II | III |
| Кварц | Large dark shape | Medium dark shape | Small dark shape |
| Топаз | Large dark shape | Medium dark shape | Small dark shape |
| Касситерит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Вольфрамит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Циннвальдит | Large dark shape | Large dark shape | Large dark shape |
| Арсенопирит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Пирит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Сфалерит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Халькопирит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Галенит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Флюорит | Small dark shape | Large dark shape | Large dark shape |
| Триплит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Апатит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Станнин | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Пирротин | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Марказит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Жильбертит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Альбит | Small dark shape | Small dark shape | Large dark shape |
| Калиевый поле- вой шпат | Small dark shape | Small dark shape | Large dark shape |
| Эпидот | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Сидерит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Родохрозит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |
| Кальцит | Small dark shape | Small dark shape | Small dark shape |

Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы, предшествующие кварц-амазонитовым жилам (рандпегматитам).

Этыка, Забайкалье

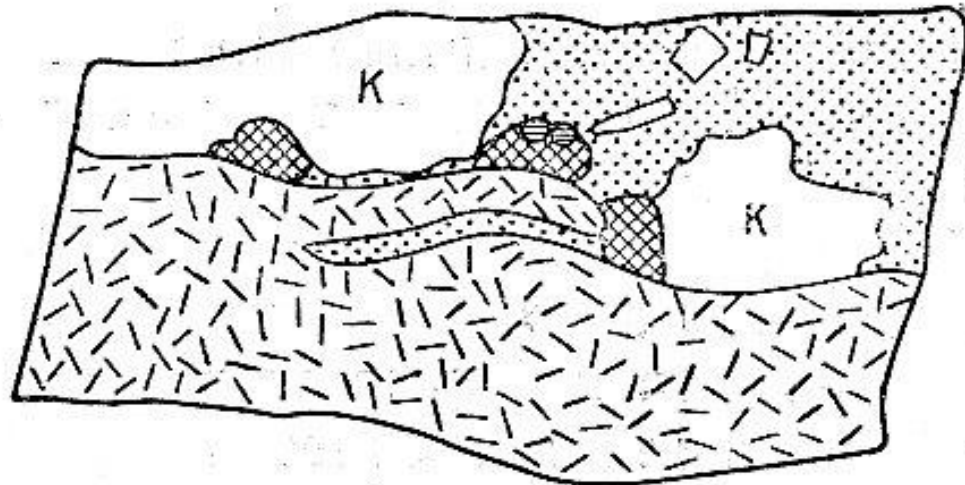
О.Д. Левицкий и др., 1963

Фиг. 40. Схема парагенезиса гипогенных минералов в топазово-кварцевых жилах Первого Этыкинского участка

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы. Этыка

Триплит $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})_2[(\text{F}, \text{OH})/\text{PO}_4]$

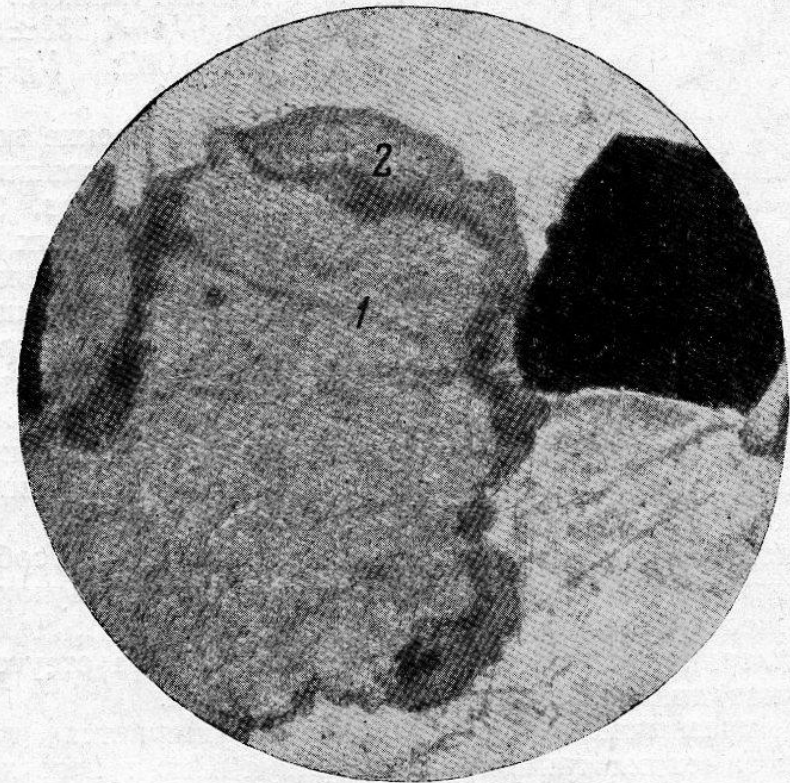


1 0 1 2 3 CM



Фиг. 51. Триплит в топазово-кварцевой жиле

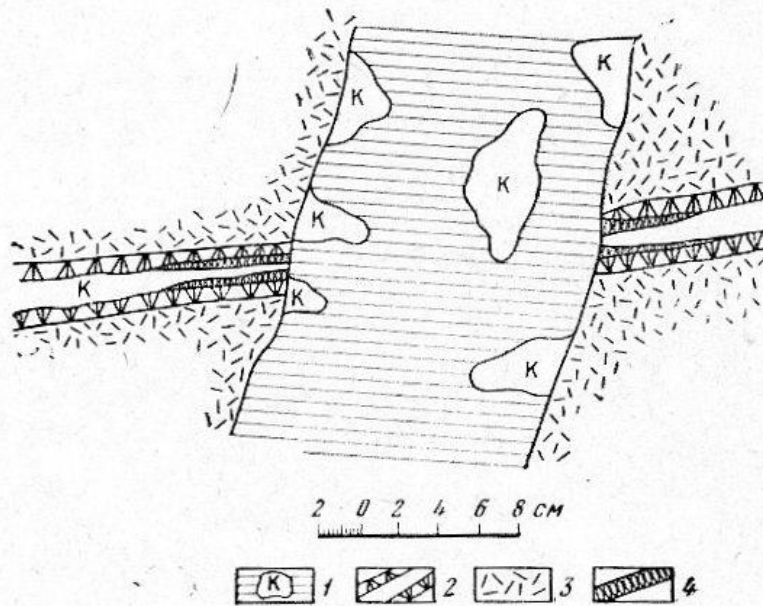
1 — кварц; 2 — топаз II; 3 — триплит;
4 — метаморфизованный песчаник; 5 — флюорит



Фиг. 52. Зерно триплита (1) с оторочкой апатита (2).
Увел. 30, ник. I

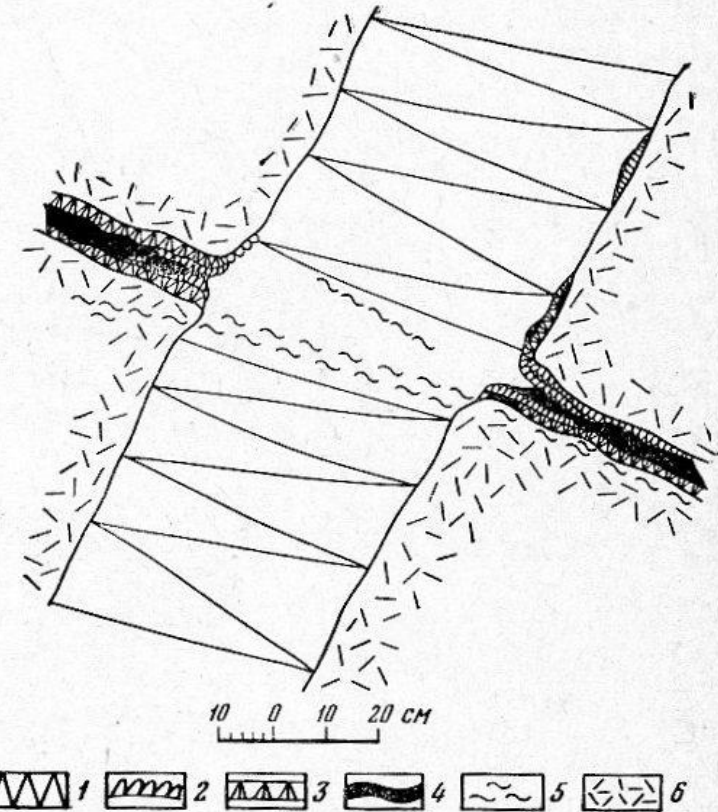
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Секущие топазовые и кварц-топазовые жилы. Этыка



Фиг. 64. Пересечение топазово-кварцевой жилы кварцево-амазонитовой

1 — кварцево-амазонитовая жила; 2 — топазово-кварцевая жила; 3 — песчаники; 4 — циннвальдит



Фиг. 65. Пересечение топазово-кварцевого прожилка кварцево-амазонитовой жилы

1 — кварцево-амазонитовая жила; 2 — циннвальдитовая оторочка; 3 — топазовая оторочка; 4 — кварц в топазово-кварцевой жиле; 5 — расщепление с глиной трения; 6 — вмещающие грейзенизированные песчаники

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

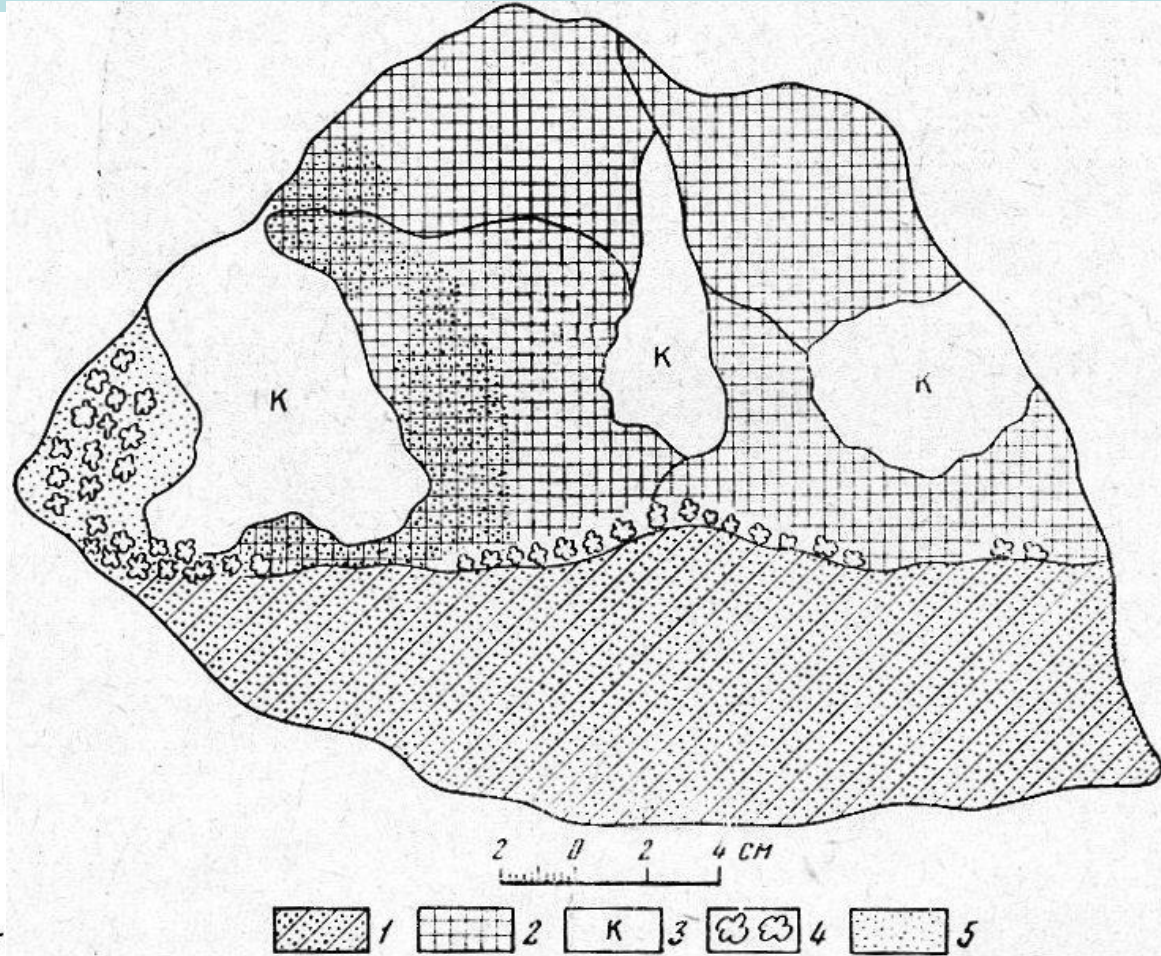
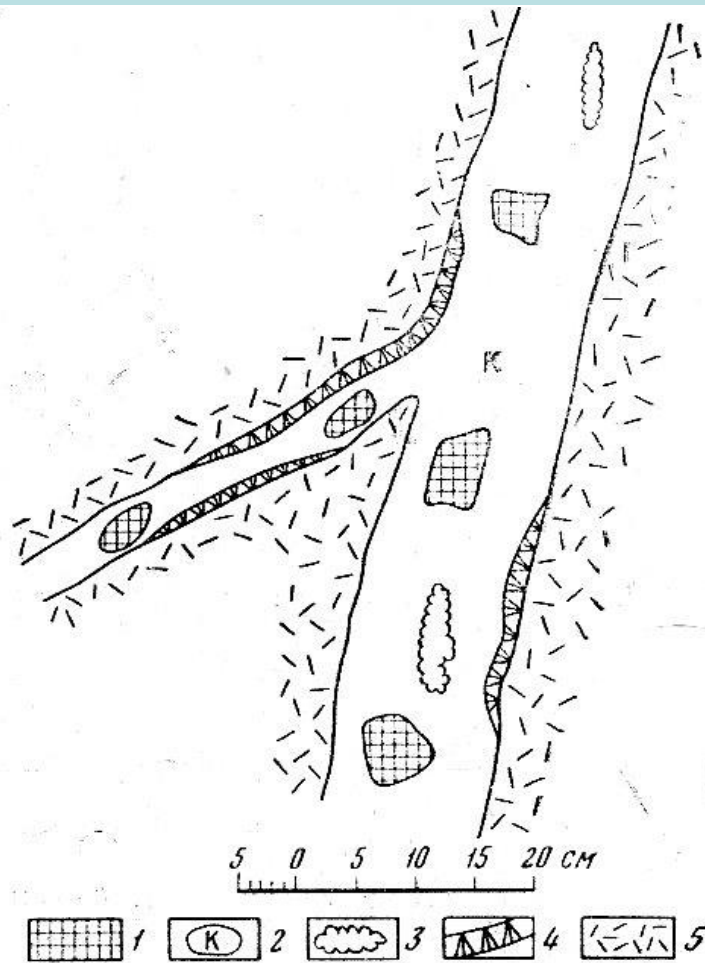
Плюмазитовые. Орловка, Забайкалье



Жилообразные тела рандпегматитов в апогранитах Фото М.С. Алфёровой

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые рандпегматиты. Этыка, Забайкалье



Фиг. 71. Оторочки топаза в кварцево-амазонитовой жиле.

1 — амазонит; 2 — кварц; 3 — циннвальдит;
4 — топаз; 5 — вмещающие породы (песчаники)

Фиг. 75. Циннвальдитовая оторочка кварцево-амазонитовой жилы

1 — песчаник; 2 — амазонит; 3 — кварц; 4 — циннвальдит; 5 — альбит

О.Д. Левицкий и др., 1963

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

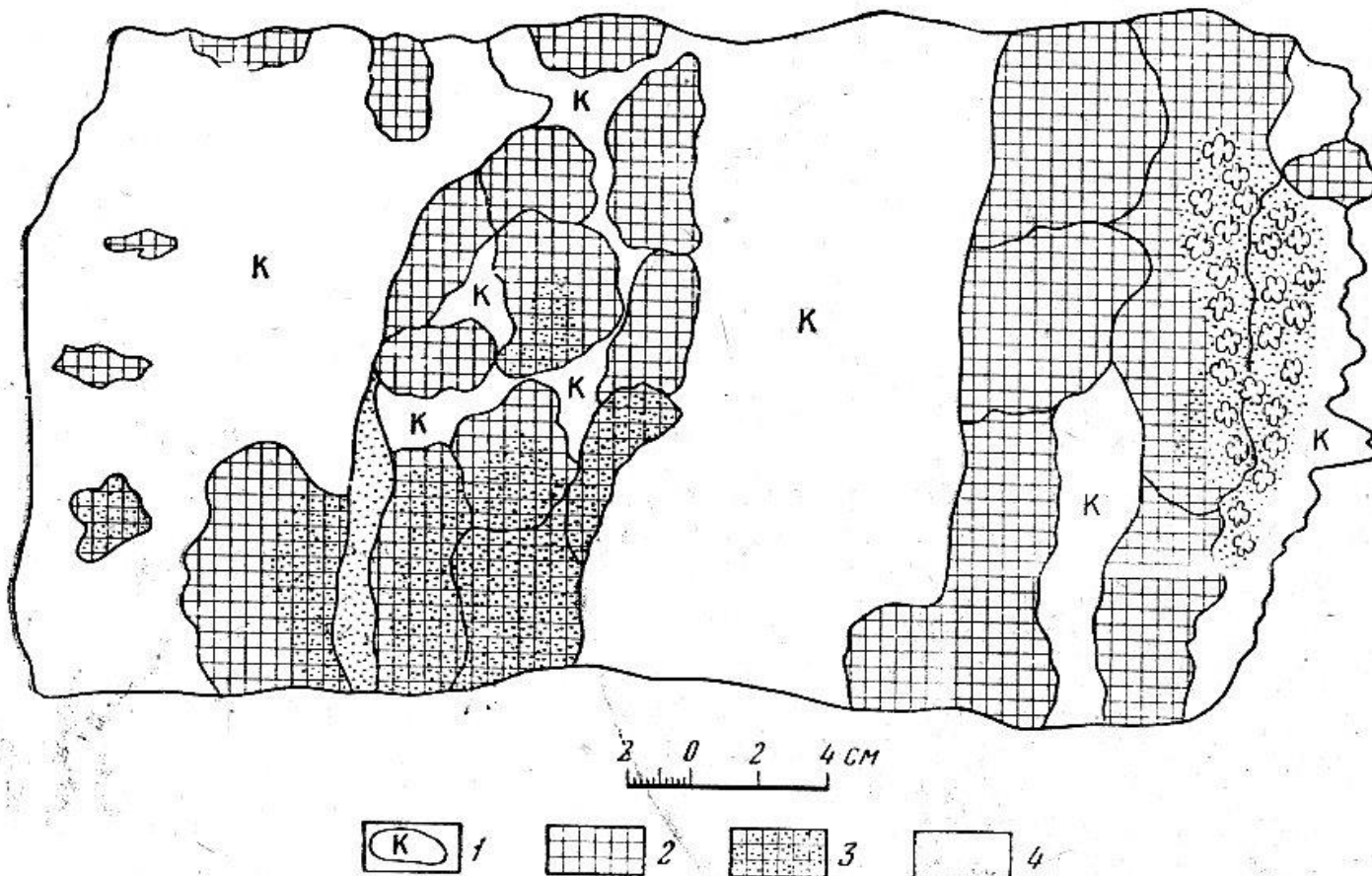
Плюмазитовые. Этыка, Забайкалье



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

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые рандпегматиты. Этыка, Забайкалье

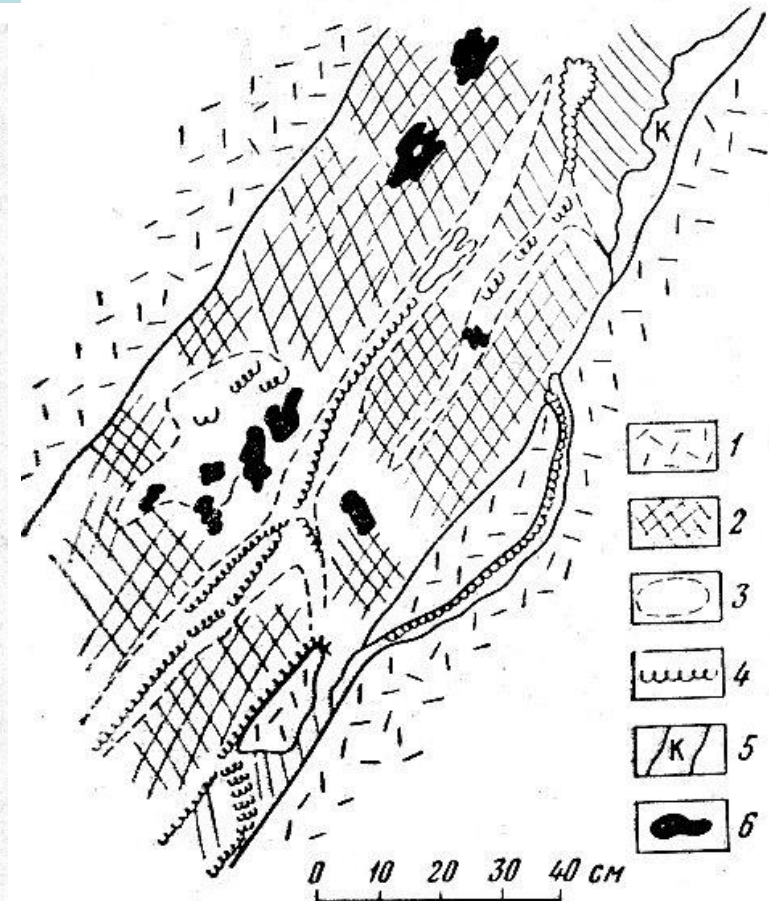


Фиг. 73. Пегматоидная текстура кварцево-амазонитовой жилы

1 — кварц; 2 — амазонит; 3 — амазонит, содержащий большое количество агрегатов альбита; 4 — циннвальдит

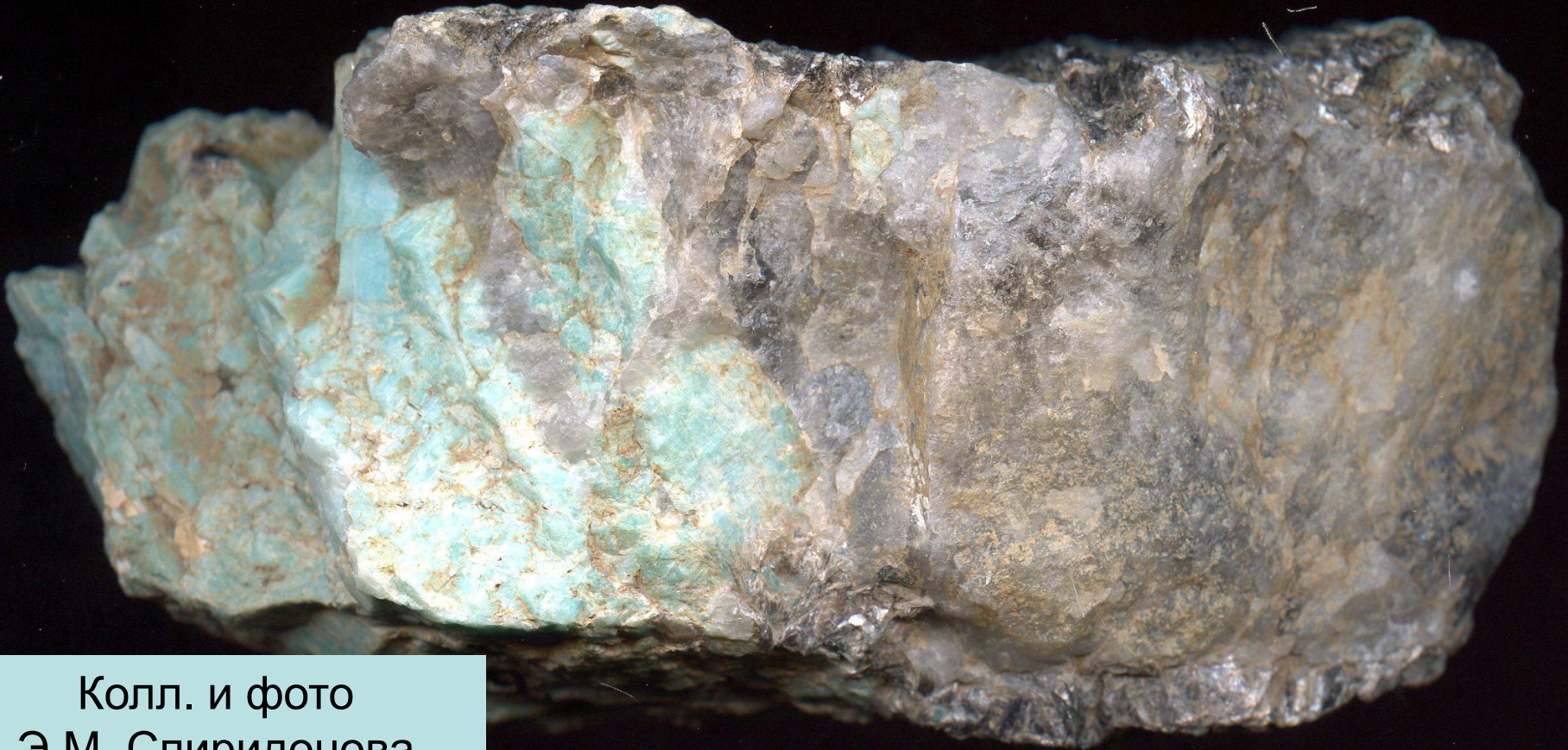
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые рандпегматиты. Этыка, Забайкалье



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Плюмазитовые. Спокойнинское, Забайкалье



Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

Жила рандпегматитов – крупные кристаллы амазонита и кварца, с оторочкой лепидолита с включениями танталита. 134x63 мм

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

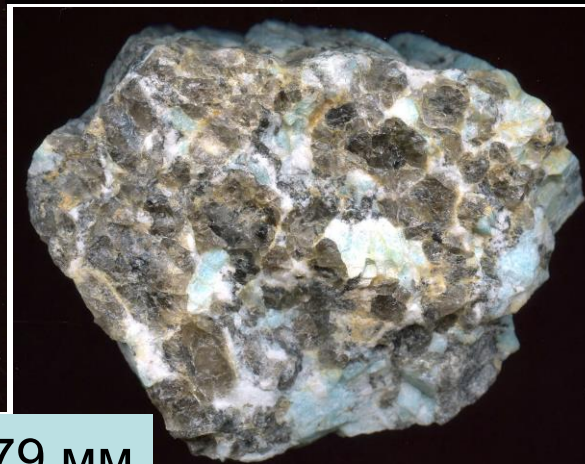
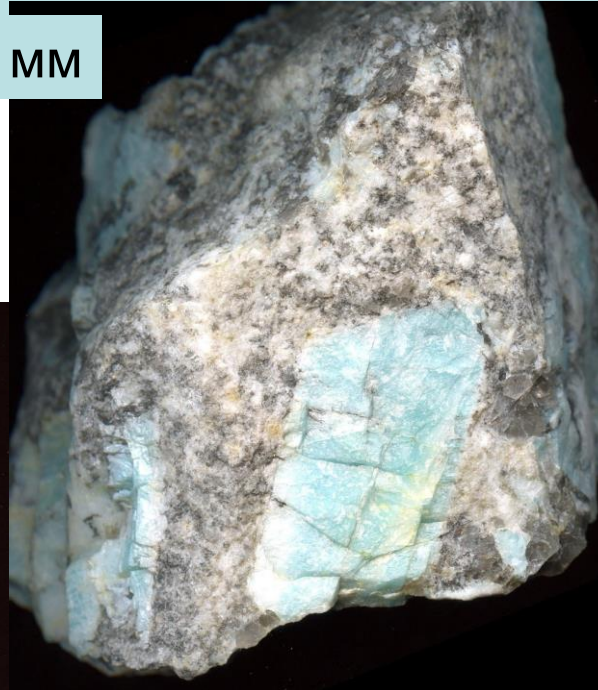
Плюмазитовые рандпегматиты. Спокойнинское, Забайкалье

94x79 мм

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



65x57 мм



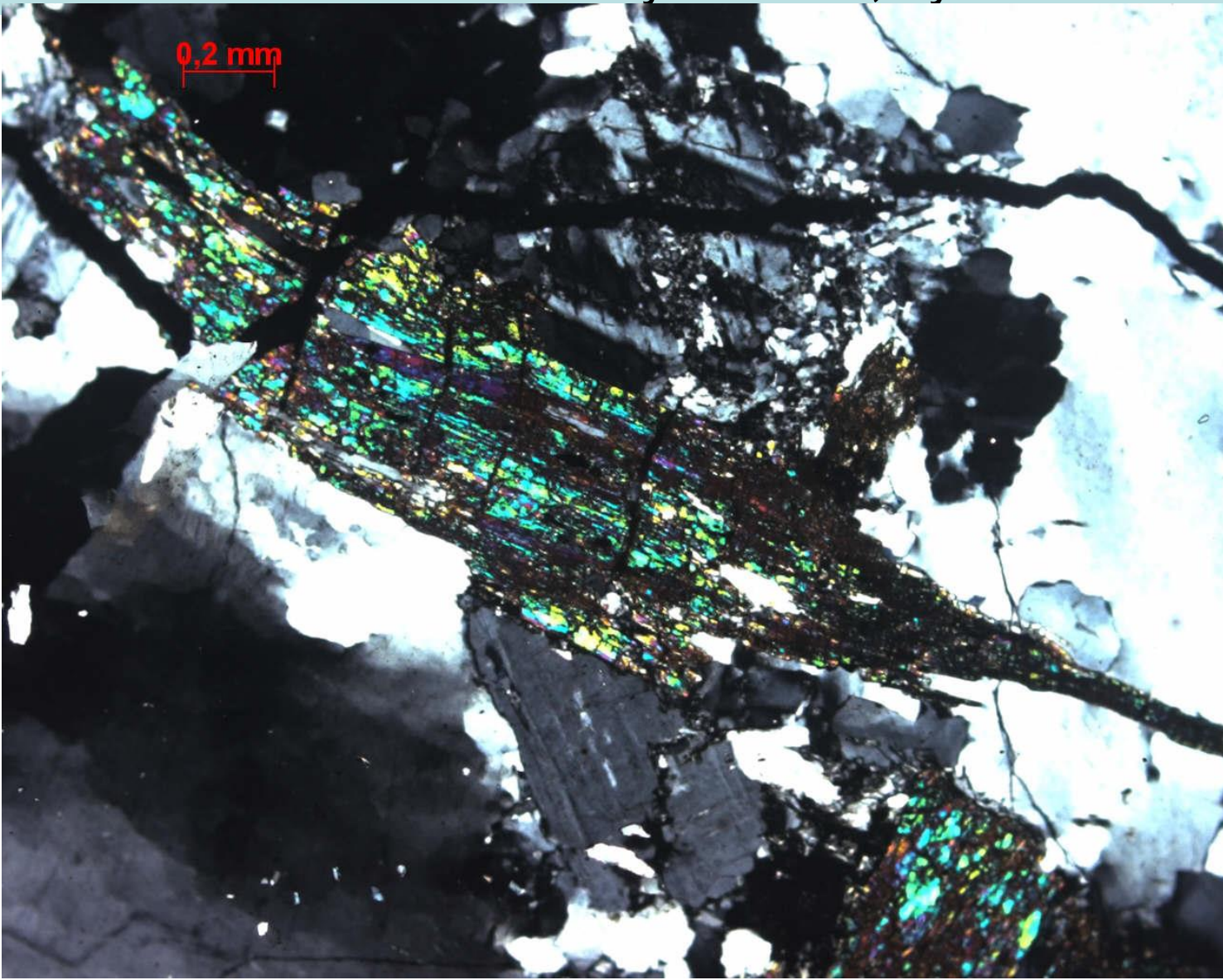
103x79 мм



76x48 мм. Жила с
оторочками
лепидолита

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува



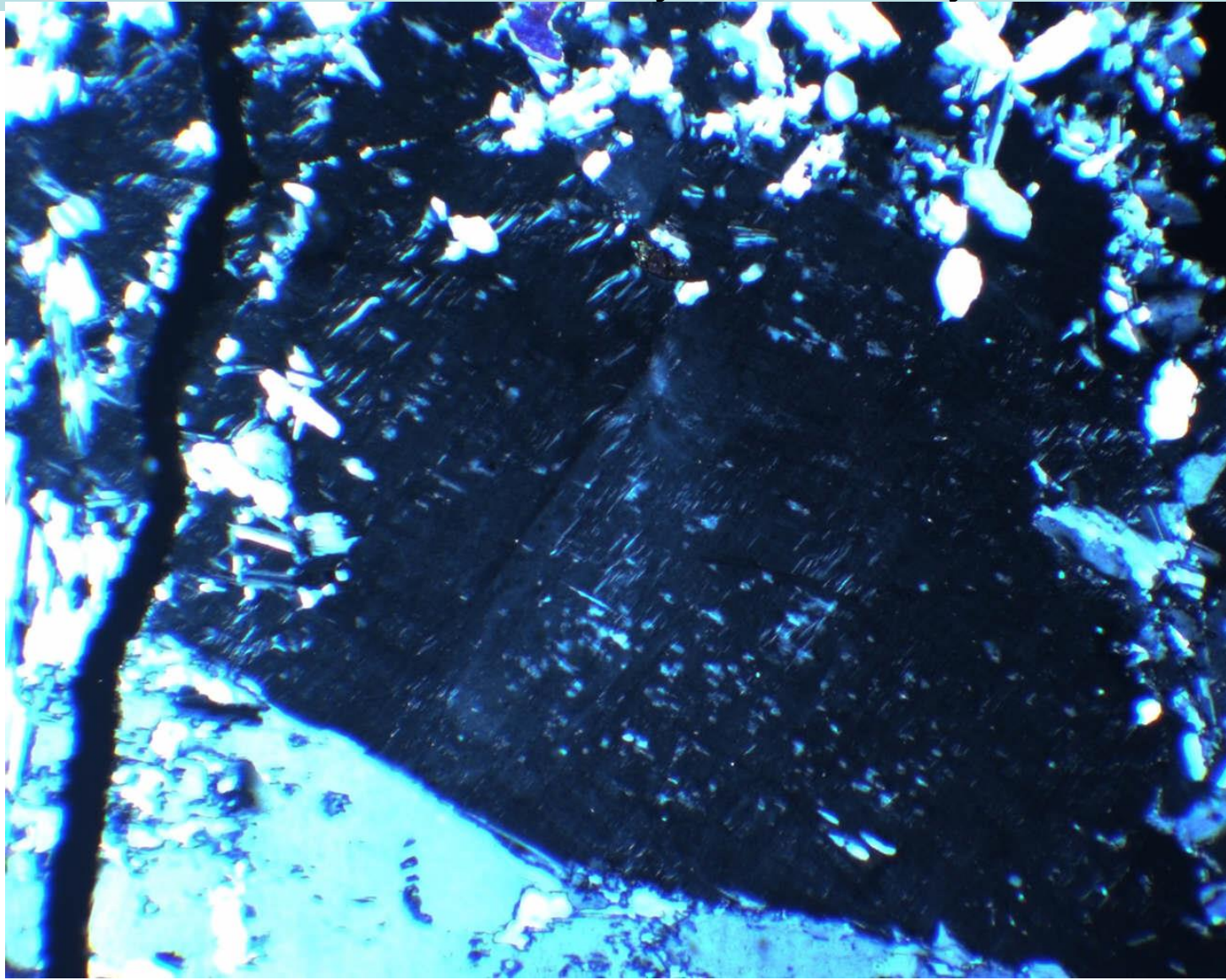
Протолит -
щелочные
эгириновые
граниты

Шлиф.
Николи x

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува



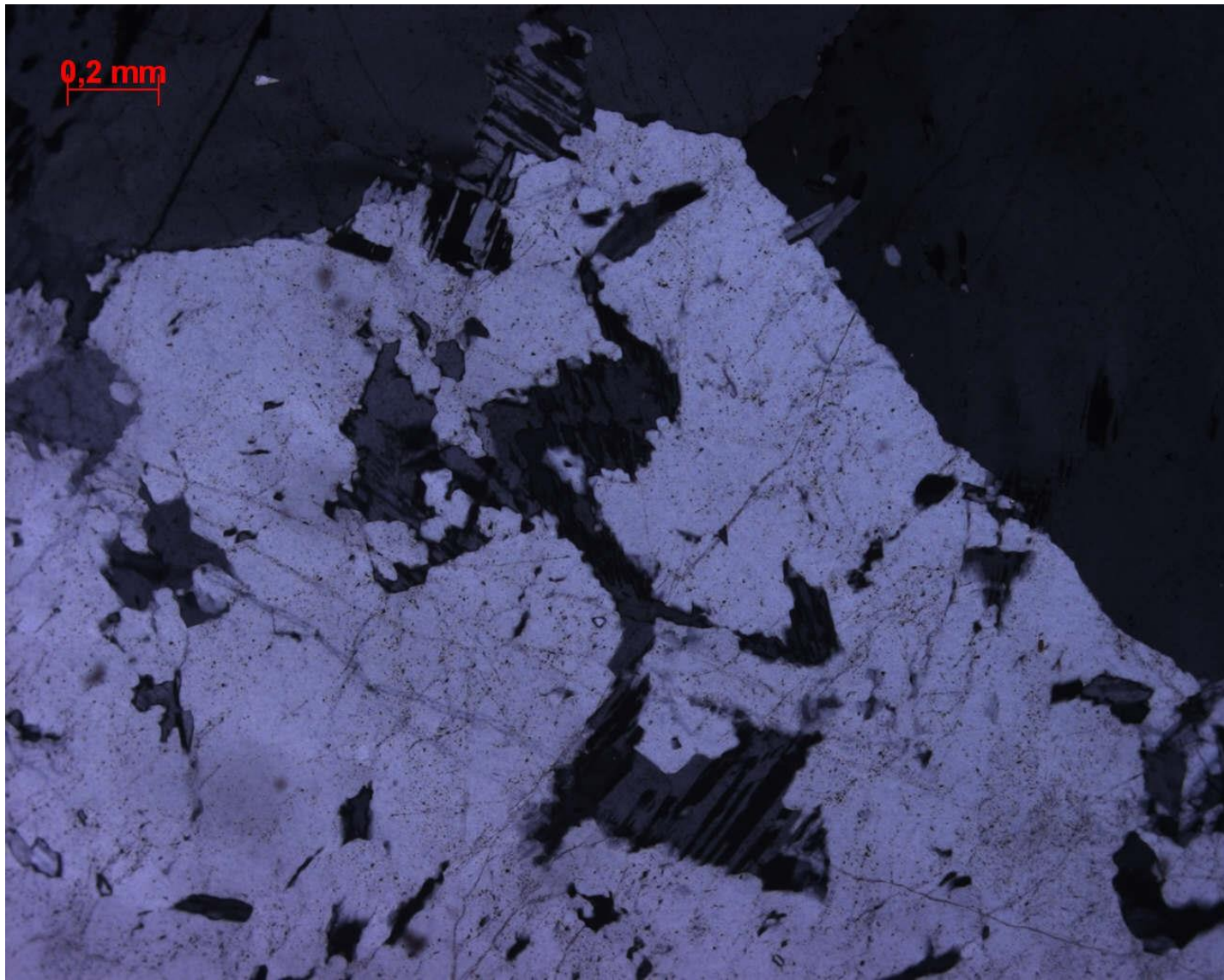
Реликты
протолита -
щелочных
гранитов

Шлиф.
Николи x

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува



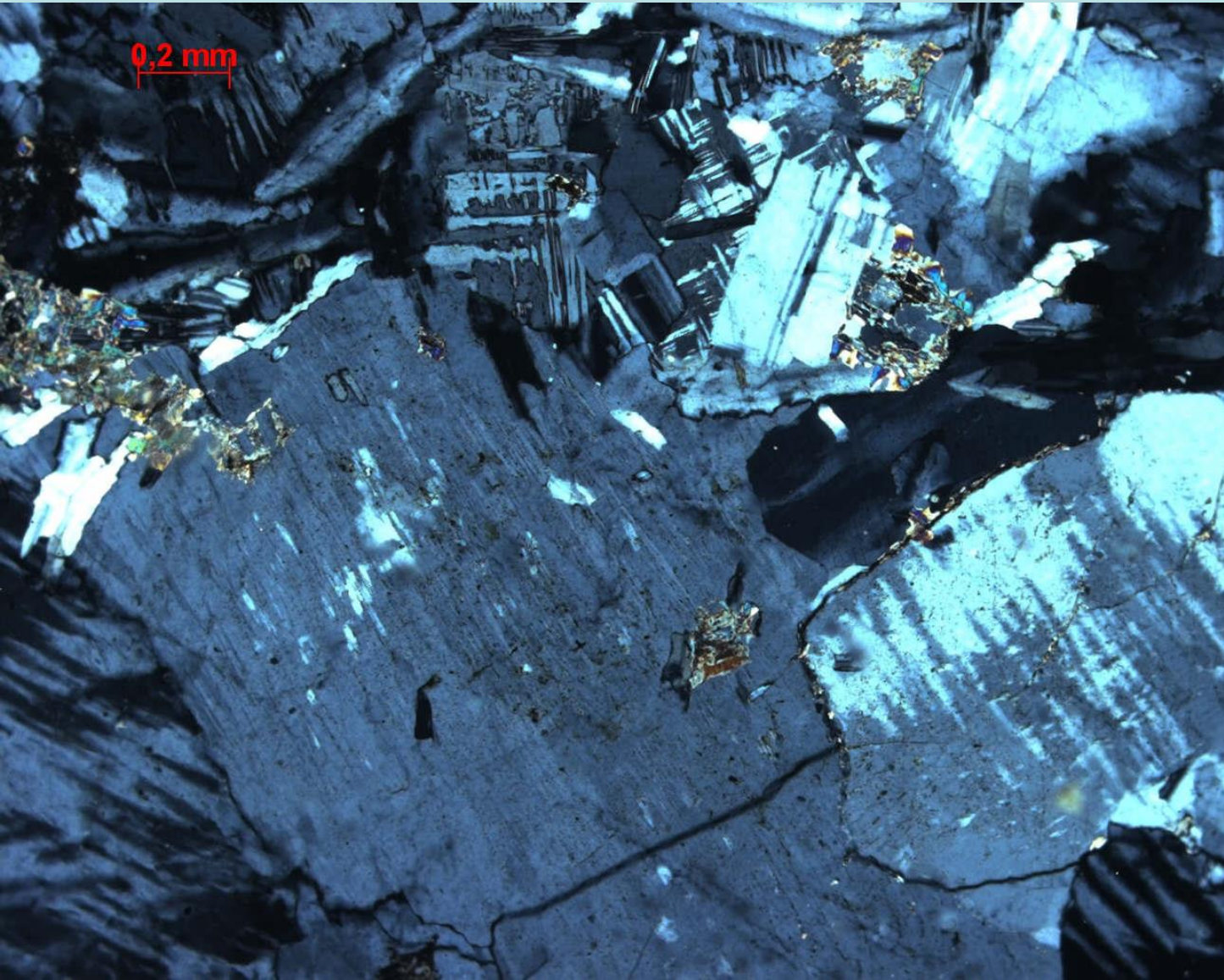
Реликты
протолита -
щелочных
гранитов

Шлиф.
Николи х

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува



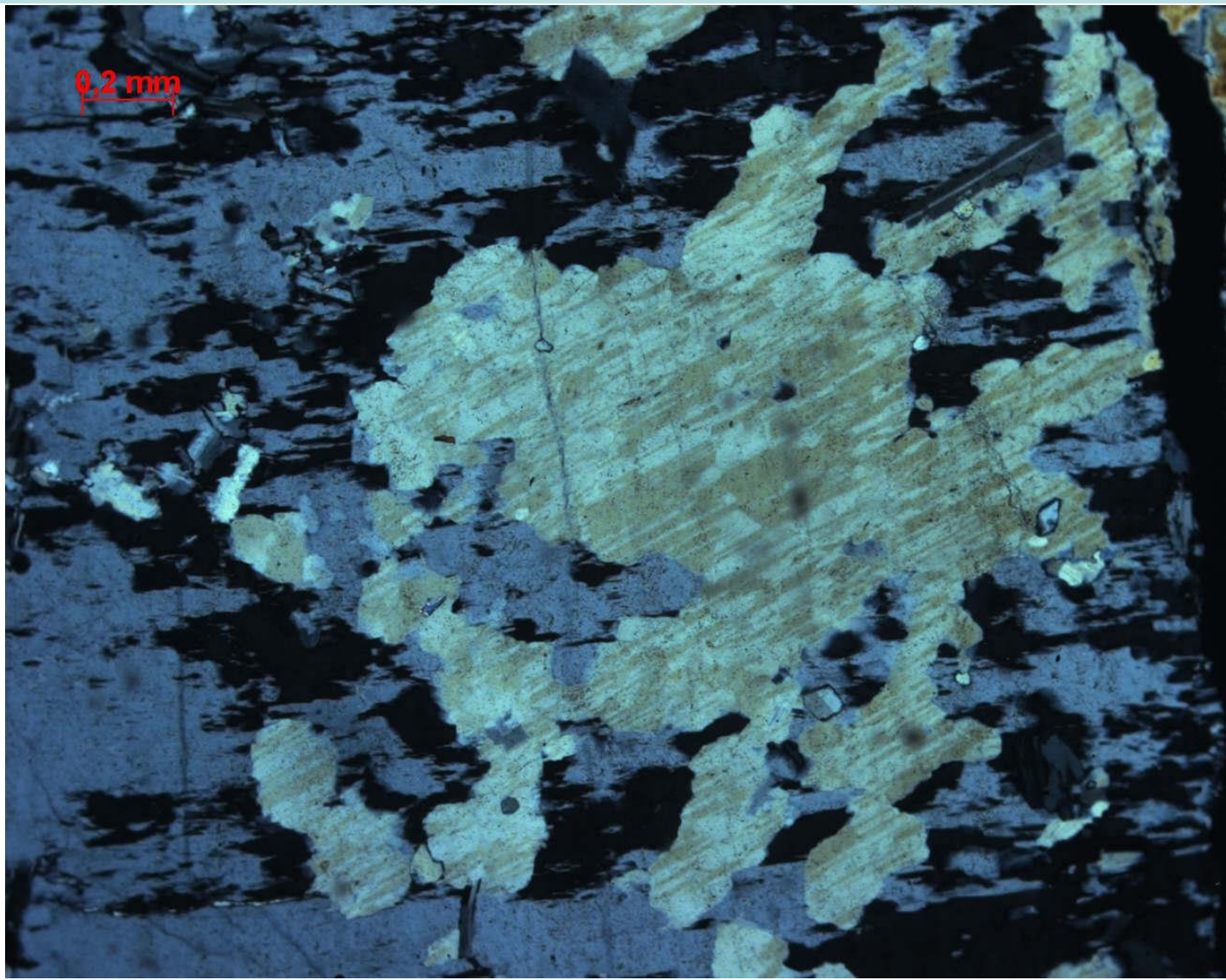
Реликты
протолита -
щелочных
гранитов

Шлиф.
Николи х

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува



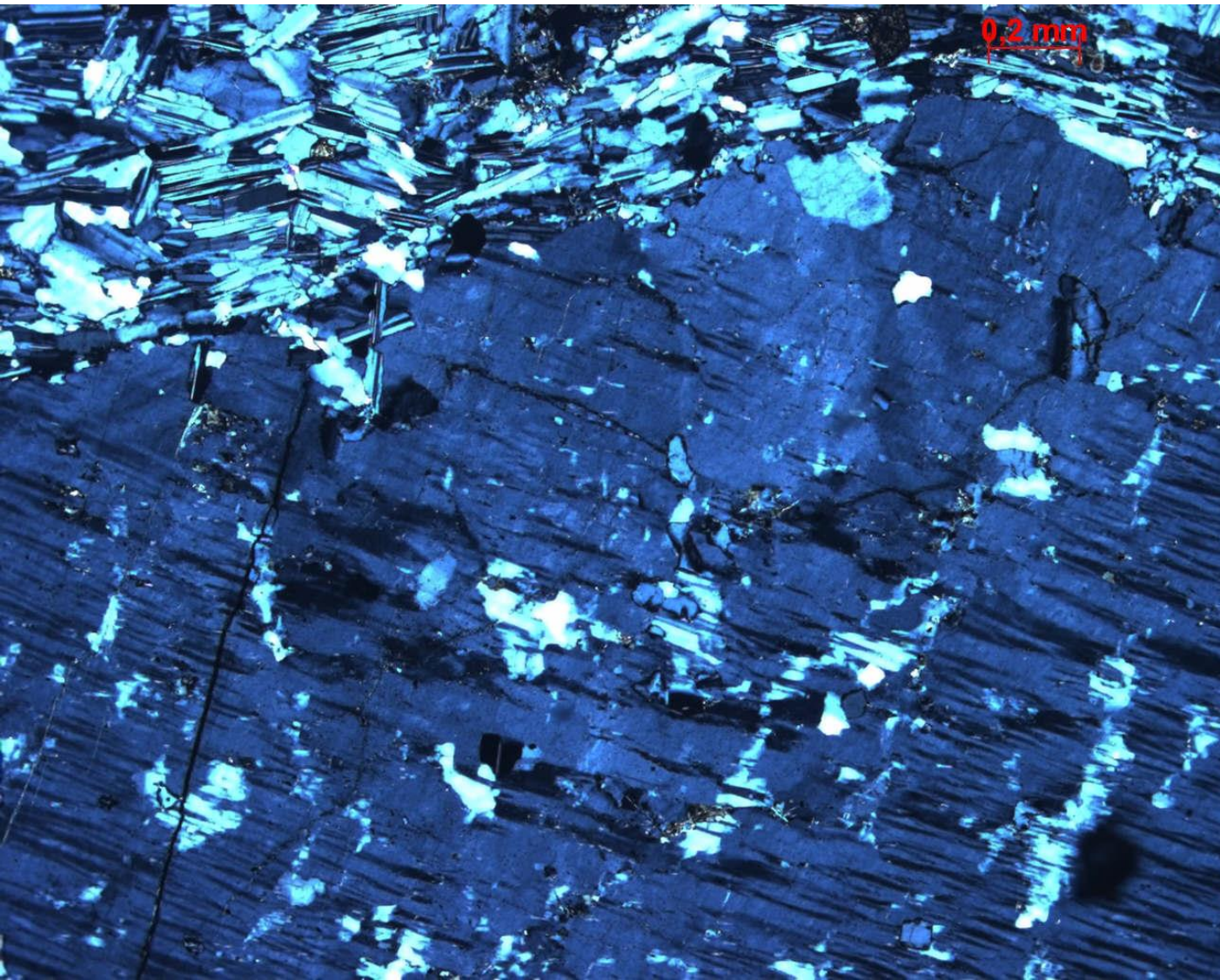
Реликты
протолита -
щелочных
гранитов

Шлиф.
Николи x

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Улуг-Танзек, Тува

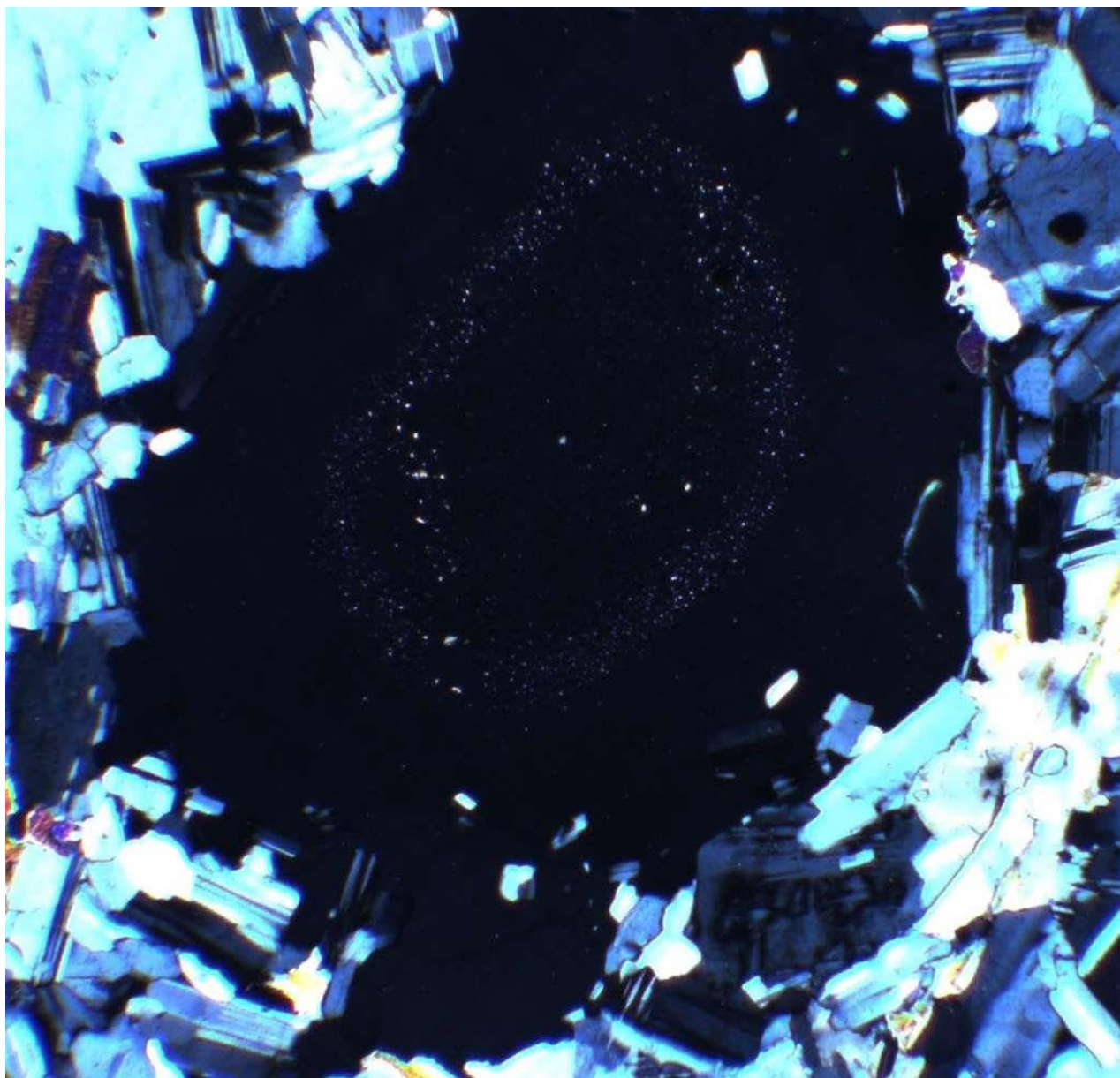


Реликты
К-Na
полевого
шпата
протолита -
щелочных
гранитов

Шлиф.
Николи x

Колл. Н.А.
Зиненко,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ



Орловка,
Забайкалье

Реликты
замещённых
полевых шпатов
лейкогранитов в
метасоматическом
кварце

Шлиф. Николи х

Колл. З.Г. Караевой,
Фото
Э.М. Спиридонова

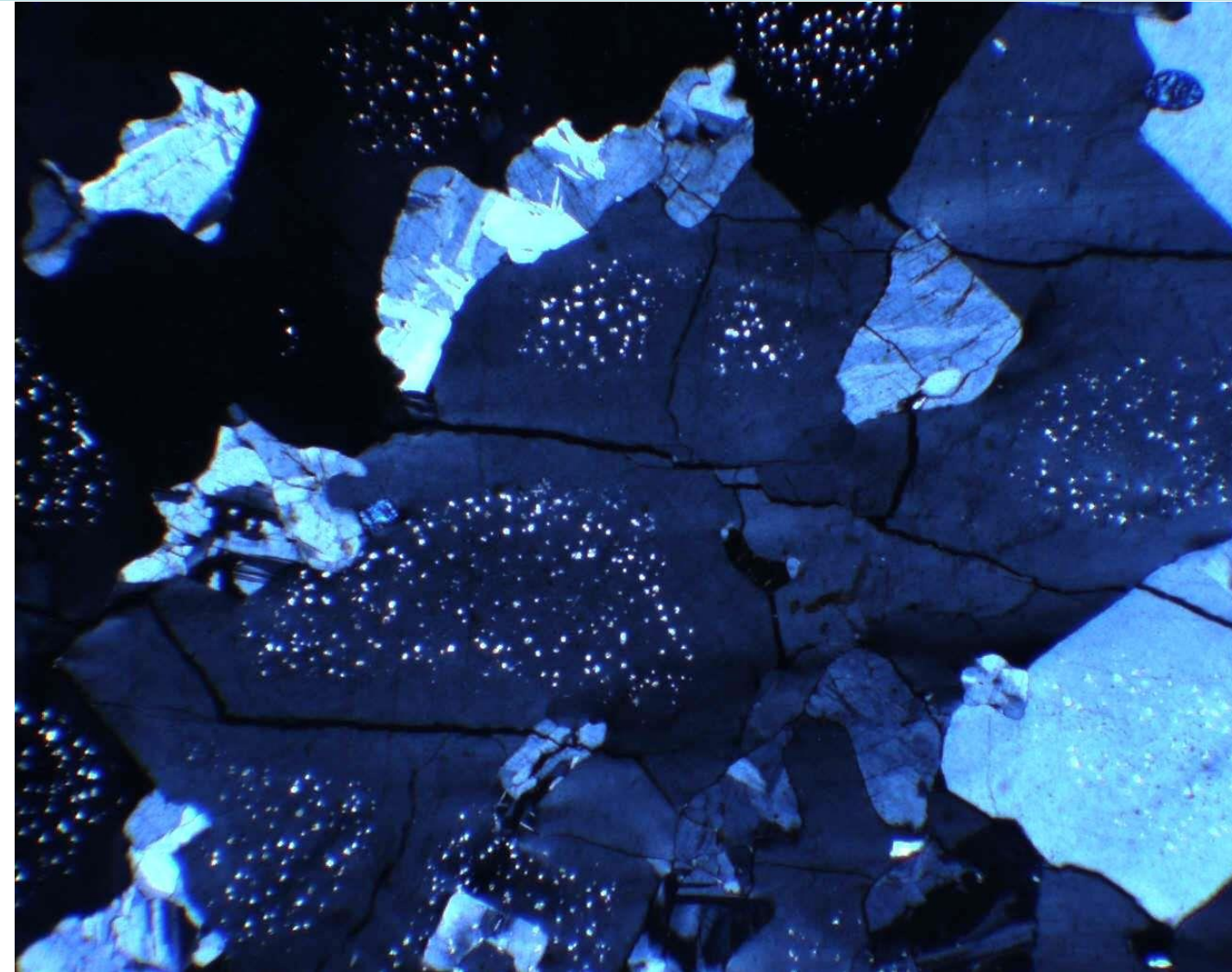
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Катугино, Забайкалье

Реликты
замещённых
полевых
шпатов
щелочных
гранитов в
метасома-
тическом
кварце

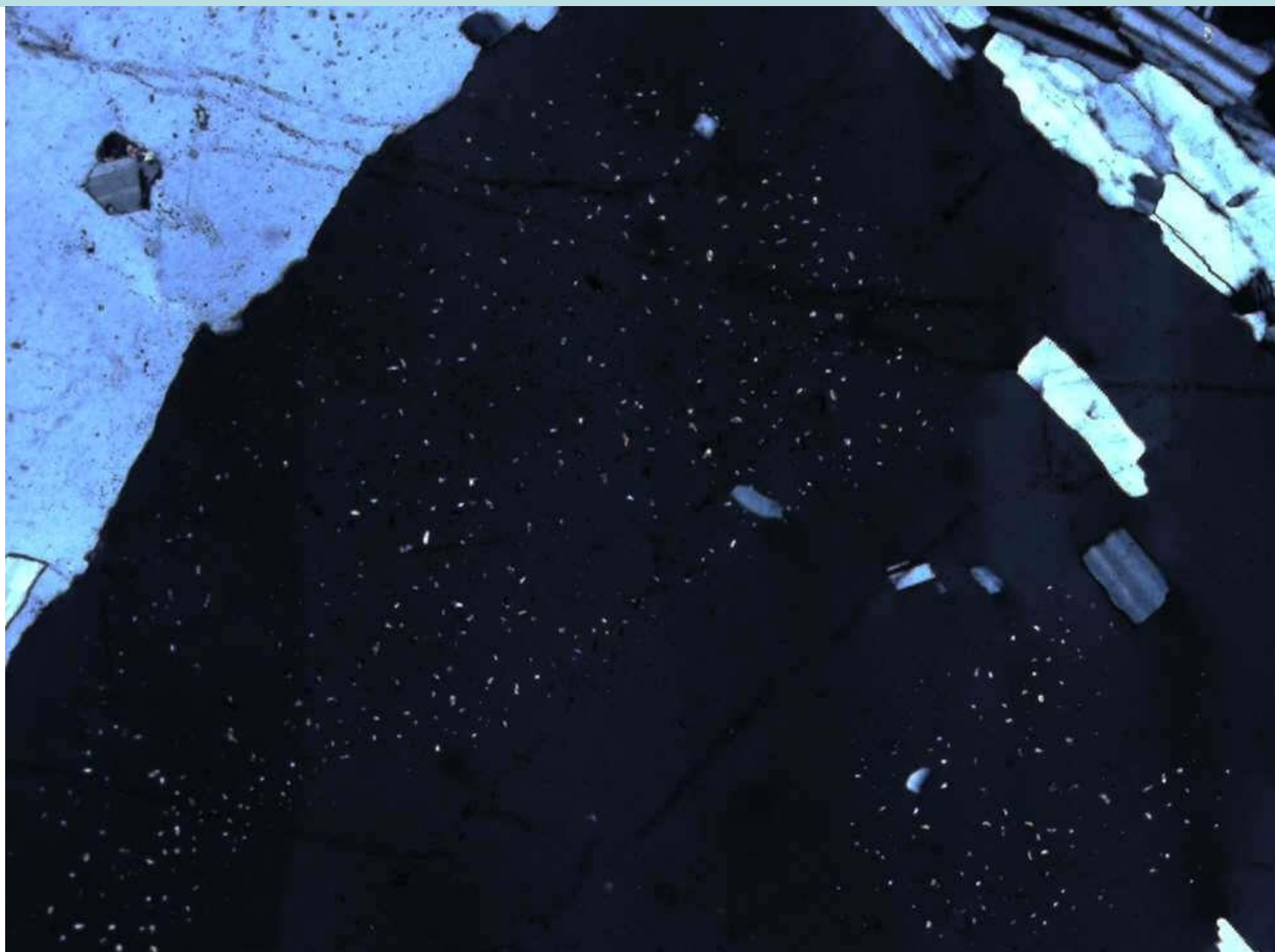
Шлиф.
Николи х

Колл. З.Г.
Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Биту-Джида, Забайкалье



Реликты
замещённых
полевых
шпатов
щелочных
гранитов в
метасома-
тическом
горошковом
кварце

Шлиф.

Николи x

Колл. З.Г.

Караевой,
фото Э.М.

Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Химический состав (масс. %) апогранитов. Этыка. Забайкалье

| Компоненты | Типичный амазонитовый гранит средне- зернистый | Амазонитовый гранит в 80 см от контакта* | Амазонитовый гранит на контакте с алевролитами* | Амазонитовый гранит в 8,14 м от контакта | Амазонитовый гранит пади Ачикан |
|--------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------------|
| SiO ₂ | 71,20 | 70,98 | 76,56 | 70,11 | 73,00 |
| TiO ₂ | 0,02 | Нет | Нет | Нет | 0,20 |
| Al ₂ O ₃ | 17,51 | 17,23 | 15,38 | 19,60 | 14,18 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,18 | Нет | Нет | 0,40 | 0,55 |
| FeO | 0,11 | 0,33 | 0,47 | Нет | 0,38 |
| MgO | 0,04 | 0,06 | Нет | Нет | 0,02 |
| CaO | 0,03 | 0,52 | 0,20 | 0,24 | 0,52 |
| MnO | 0,03 | Нет | 0,15 | Нет | 0,07 |
| K ₂ O | 4,56 | 3,12 | 3,37 | 3,52 | 3,88 |
| Na ₂ O | 5,17 | 6,04 | 2,72 | 5,53 | 6,25 |
| P ₂ O ₅ | Не опр. | 1,07 | Нет | Не опр. | 0,02 |
| S | Не опр. | Нет | 0,02 | Нет | 0,16 |
| F | Следы | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 0,13 |
| H ₂ O ⁺ | Не опр. | Нет | Нет | 0,46 | 0,1 |
| H ₂ O ⁻ | 0,15 | 0,28 | 0,52 | 0,06 | 0,04 |
| П. п. п. | 0,42 | Нет | Нет | 0,12 | Нет |
| Сумма | 99,42 | 99,63 | 99,39 | 100,08 | 99,66 |

Левицкий
О.Д. и др.,
1963

* Анализы по данным Ив. Ф. Григорьева, Е. И. Долмановой и др. Анализ выполнен геохимической лабораторией МГРИ.

**МИНЕРАЛЫ ПЛЮМАЗИТОВЫХ
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫХ
МЕТАСОМАТИТОВ
= АПОГРАНИТОВ
И СОПУТСТВУЮЩИХ ЖИЛ**

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Кварц с включениями альбита (структура снежного кома)

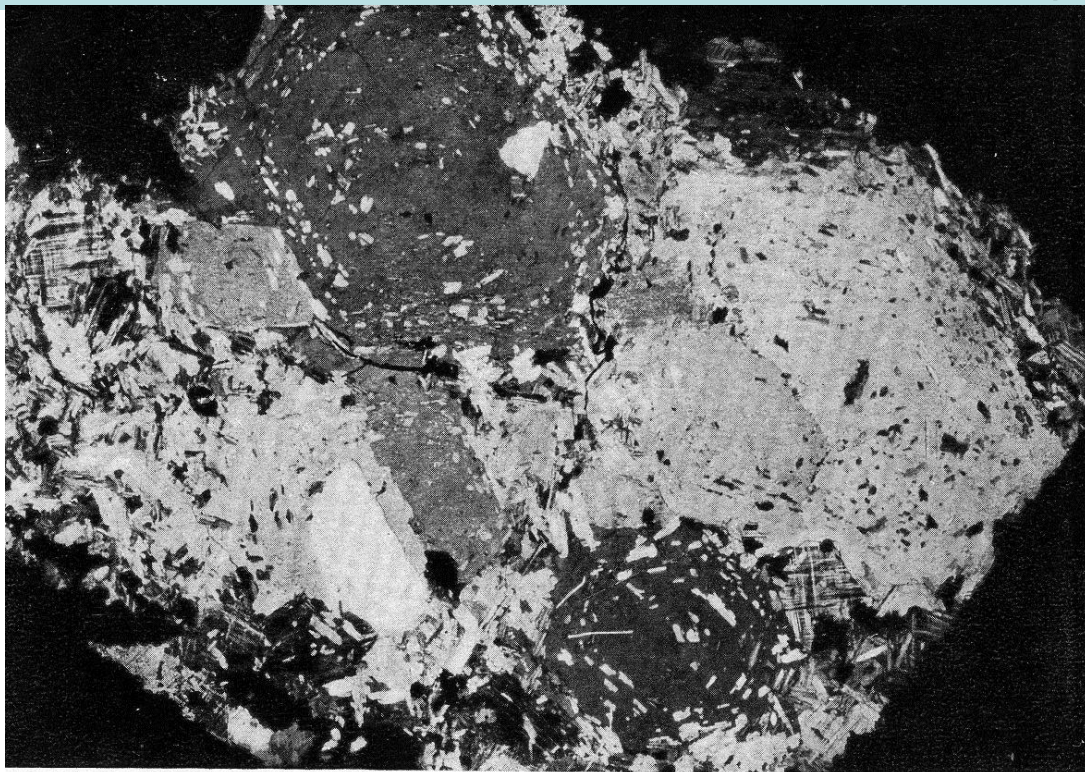


Рис. 39. Участок амазонит-альбитового апогранита, обогащенный кварцем. Ув. 8

Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Шлифы.
Николи х



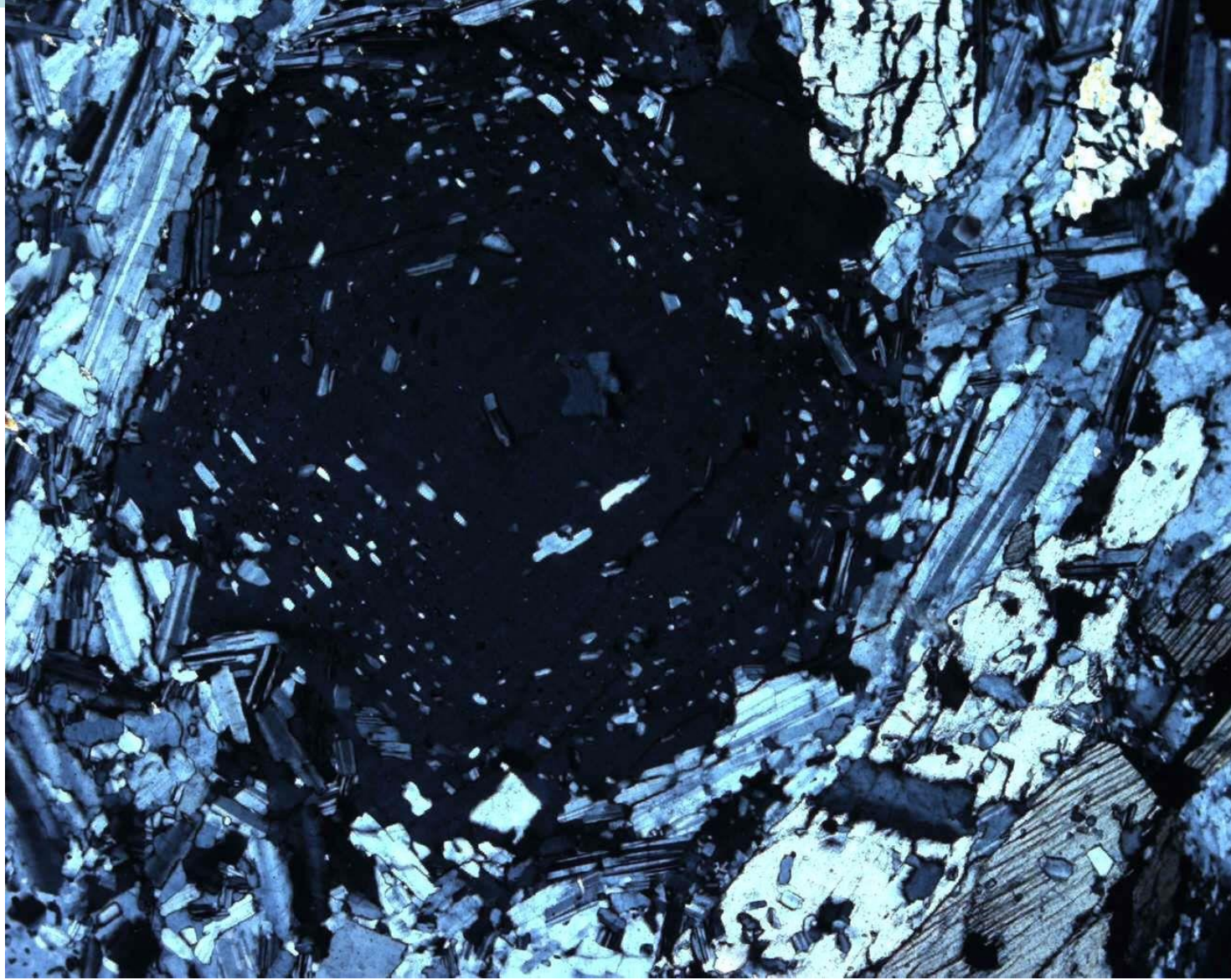
Рис. 60 Порфиробласты кварца с пойкилитовыми лейстами альбита, параллельными граням кристаллов кварца. Ув. 5



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

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Кварц с включениями альбита (структура снежного кома)

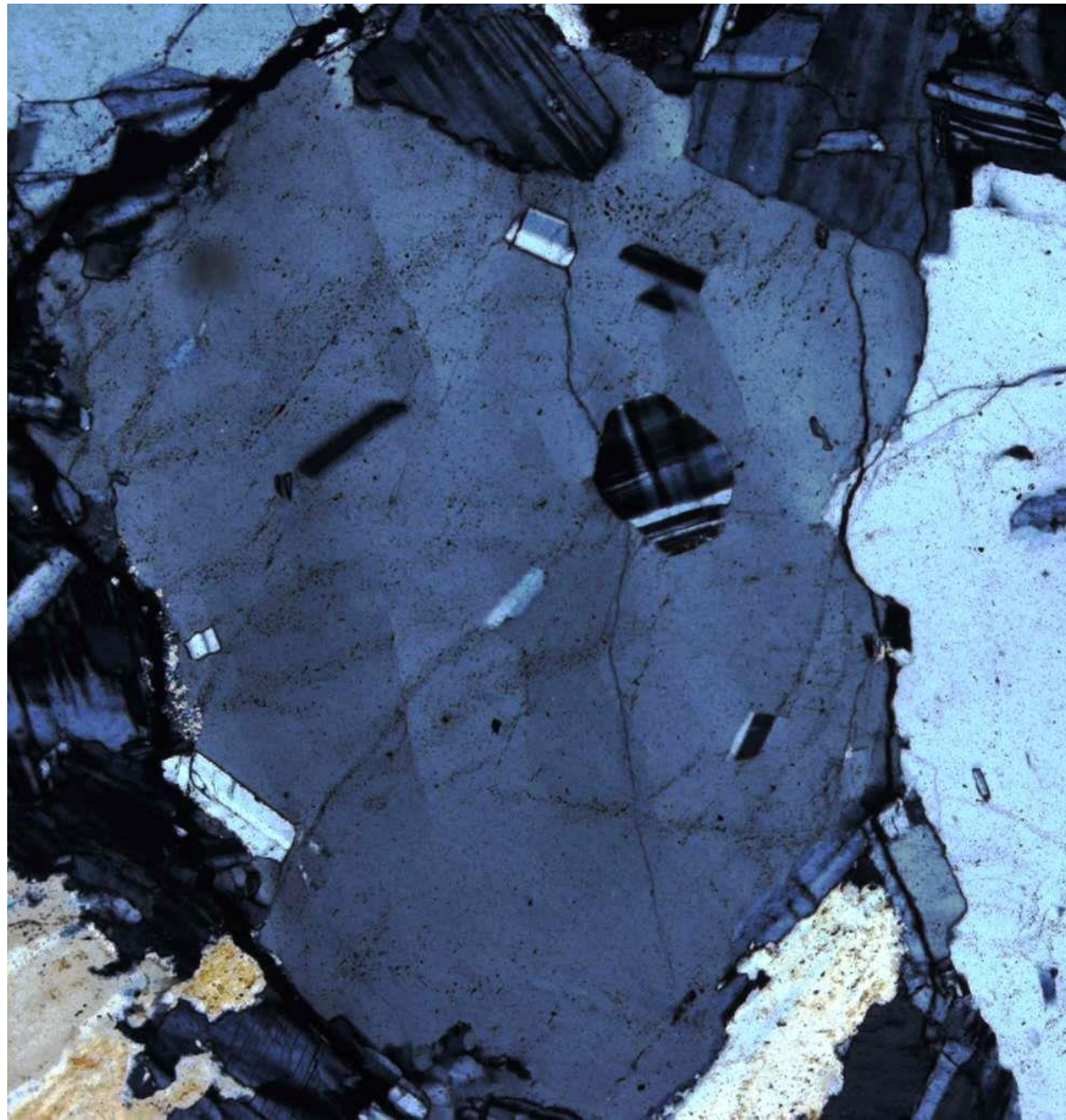


Плюма-
зитовые.
Алаха,
Горный
Алтай

Совместный
рост
кварца и
альбита

Шлиф.
Николи x
Колл. Т.Н.
Шуриги,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ



Горошковый кварц с
включениями альбита
и микроклина

Плюмазитовые.
Орловка,
Забайкалье

Шлиф.
Николи х

Колл. З.Г. Караевой,
фото Э.М. Спиридонова

Table 1. Sample description and chemistry of amazonites in order of increasing Pb content

| Sample Number | Museum Number | Locality | Color Munsell# | Description | Electron Microprobe Analyses | | | | | Emission Pb | Spect.† Fe | H ₂ Manometry‡ Total H ₂ |
|---------------|---------------|------------------------------------|----------------|--|------------------------------|-----|-----|-------|----------------------|-------------|------------|--|
| | | | | | Dr | Ab | An | PbO | FeO _{total} | | | |
| 1 | 13757 | Elizabeth R Mine, Pala, CA | NR 9.25 | White perthite gemmy parts | 95.7 | 4.3 | 0 | ND | BLD | - | - | 0.14 |
| 7 | 15063 | Elizabeth R Mine, Pala, CA | NR 9.0 | White perthite gemmy parts | - | - | - | - | - | 0.005 | 0.001 | 0.10 |
| 25 | 9370 | White Queen Mine, Pala, CA | NR 9.0 | White perthite gemmy parts | - | - | - | - | - | - | - | 0.13,0.15 |
| 8 | 15067 | Wigwan Creek, CO | 7.5B69/2 | Pale blue, turbid mottled perthite | (99 | 1 | 0) | - | - | 0.015* | 0.01 | - |
| 14 | 15058 | Hawthorne, Nevada | 2.5B8/4 | Bright blue perthite | - | - | - | - | - | 0.020 | 0.015 | - |
| 15 | 15105 | New York Mts, CA | 5Y9/2 | Grey perthite | (95 | 5 | 0) | - | - | 0.030 | 0.030 | - |
| 16 | 15055 | Landsverk Norway | 7.5B67/8 | Blue turbid perthite | - | - | - | - | - | 0.030 | 0.015 | - |
| 4 | DMNH-10934 | Wigwan Creek, CO | 7.5B67/7 | Blue zoned perthite | (97.2 | 2.5 | 0) | - | - | 0.045* | 0.030 | - |
| 23 | 10102 | Chittaranjan, Bahir, India | 7.5B67/6 | Blue, zoned coarse perthite | 94.3 | 5.6 | 0.1 | 0.05 | BLD | - | - | - |
| 5 | 15020 | Lake George Colorado | 7.5B66/8 | Dk. blue perthite with white overgrowths on selected faces | (95 | 5 | 0) | - | - | 0.050 | 0.030 | 0.06,0.07 |
| 12 | 15020 | Lake George Colorado | 7.5B67/8 | Blue turbid perthite | 95.7 | 4.3 | 0 | ND | trace | 0.07 | 0.07 | 0.09,0.15,0.17 |
| 18 | 15056 | Jose Bukuru Paddock, Nigeria | 10G7/4 | Grey-green opaque microperthite | (97 | 3 | 0) | - | - | 0.07 | 0.15 | - |
| 22 | - | Amelia, VA | 10G7/8 | Green perthite | 94.8 | 5.2 | 0 | 0.085 | BLD | 0.10* | 0.07 | - |
| 24 | - | Amelia, VA | NR 9.5 | White section from #22 | 95.2 | 4.8 | 0 | 0.12 | BLD3 | 0.10* | 0.03 | - |
| 19' | 13758 | New York Mts, CA | 2.5B67/6 | Blue-green turbid perthite | 90.7 | 9.3 | 0 | 0.19 | 0.01 | 0.07 | 0.003 | - |
| 19 | 13758 | New York Mts, CA | 2.5B67/2 | Blue-green turbid perthite | (93 | 7 | 0) | - | - | 0.20 | 0.015 | - |
| 9 | 15020 | Lake George, Colorado | 5B66/8 | Green-blue perthite | 93.7 | 6.3 | 0 | 0.20 | 0.05 | 0.12* | 0.02 | 0.09 |
| 21 | 15021 | Keivy, Kola Penn., USSR | 2.5B65/6 | Dk. blue-green w/ coarse white albite blebs | 95.5 | 4.5 | 0 | 0.20 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.11 |
| 20 | 15057 | Monapo, Mozambique | 7.5B68/6 | Med. green turbid perthite | (92.8 | 7.1 | 0 | 1.0) | - | 0.30 | 0.015 | - |
| 32 | 15065 | Pearl, Routt Co., Colorado | 5G9/2 | Green coarse perthite | 94.2 | 5.7 | 0.1 | 0.81 | BLD | 0.70 | 0.07 | - |
| 6 | 15066 | Keivy, Kola Penn., USSR | 7.5B66/8 | Malachite green w/ coarse white albite blebs | 95.3 | 4.6 | 0.1 | 0.83 | BLD | 1.0* | 0.03 | - |
| 26 | 15059 | El Rancho, Jefferson Co., Colorado | 5G9/2 | Grey-green turbid with grey inclusions | 93.9 | 6.1 | 0 | 1.10 | BLD | 0.70§ | 0.015 | - |
| 3 | 13756 | Broken Hill, N.S.W., Australia | 2.5G7/2 | Grey-green orthoclase with grey inclusions | 94.2 | 5.7 | 0.1 | 1.79 | trace | 2.0 | 0.07 | - |
| 3' | 13756 | Broken Hill, N.S.W., Australia | 2.5G7/6 | Med. green orthoclase | (94.4 | 5.6 | 0 | 1.75) | - | - | - | - |
| 3" | 13756 | Broken Hill | 2.5G6/8 | Green | 92.1 | 7.6 | 0.3 | 1.80 | BLD | - | - | 0.12 |

Амазонит
(K,Na,Pb) [AlSi₃O₈] –
 типичный минерал
 плюмазитовых
 апогранитов
 Hofmeister A.M. &
 Rossman G.R., 1985.
 Amer. Mineral. Vol. 70.
 P. 794-804

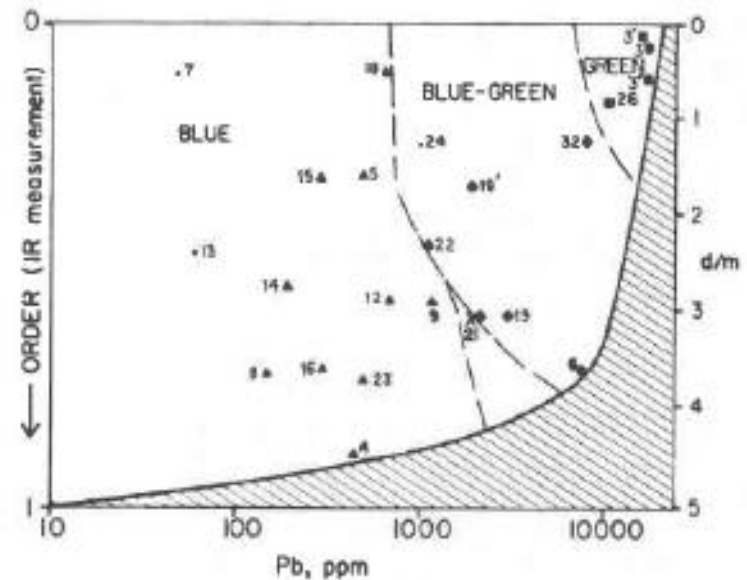


Fig. 14. Order parameter d/m as a function of lead content of amazonites. Dots, uncolored. Triangles, type B. Diamond, type D. Square, type G. X, type T. Dashed lines also show the boundaries of amazonite types.

Амазонит (K,Na,Pb) [AlSi₃O₈] – типичный минерал

плюмазитовых
апогранитов

Hofmeister A.M. &
Rossman G.R., 1985.
Amer. Mineral. Vol. 70.
P. 794-804

Причины
окраски амазонита
наличие
структурных
примесей
Pb³⁺, Pb¹⁺, H₂O
+ облучение,
при ничтожном
количестве Fe

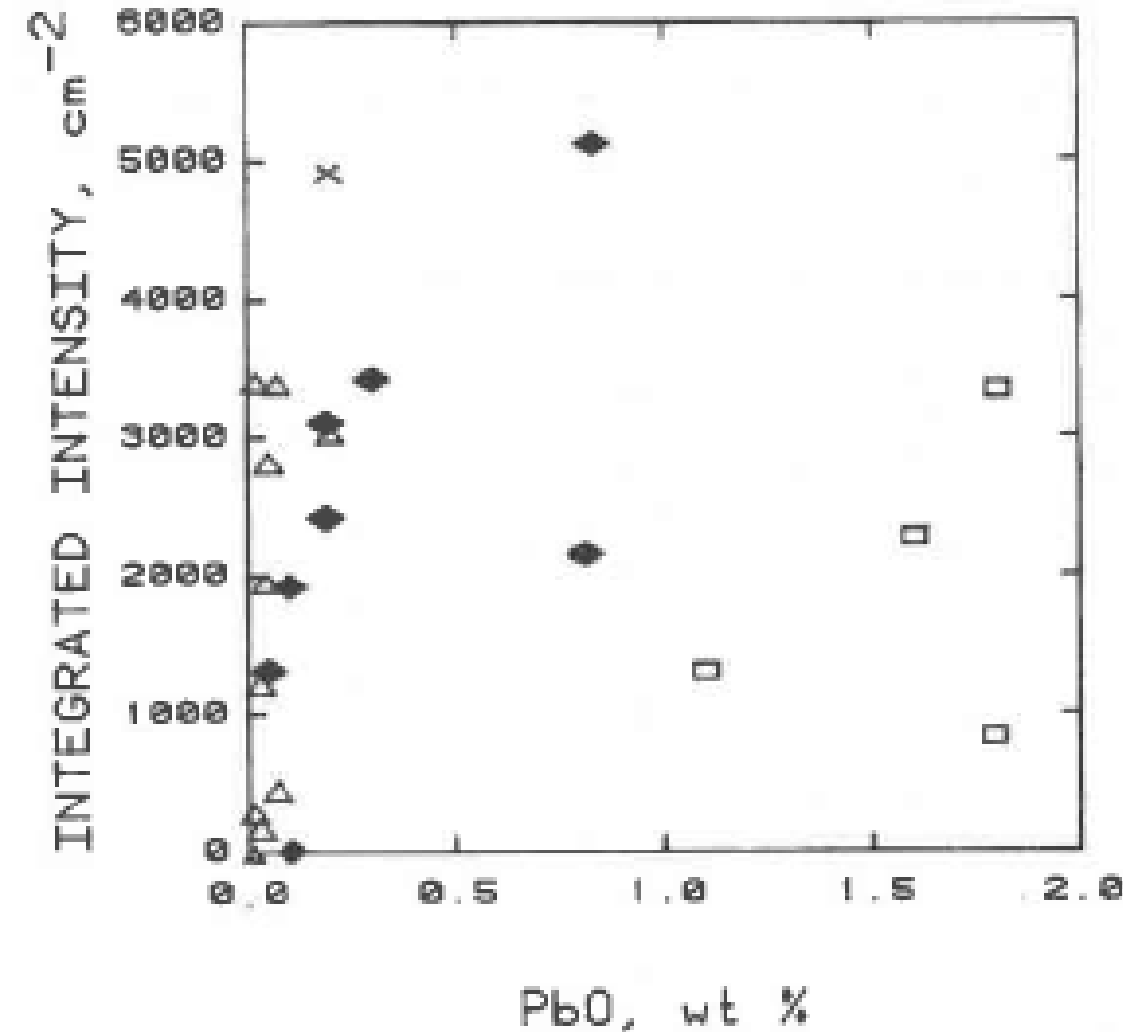


Fig. 5. Dependence of amazonite peak parameters on lead content of natural amazonites. Triangle = type B. Diamond = type D. Square = type G. X = type T. For integrated intensity for low lead contents, intensity generally increases with lead content, but this correlation is statistically insignificant and beyond 0.5 wt% no clear cut trend is visible.

Амазонит (K,Na,Pb) [AlSi₃O₈] –

типичный минерал
плюмазитовых
апогранитов

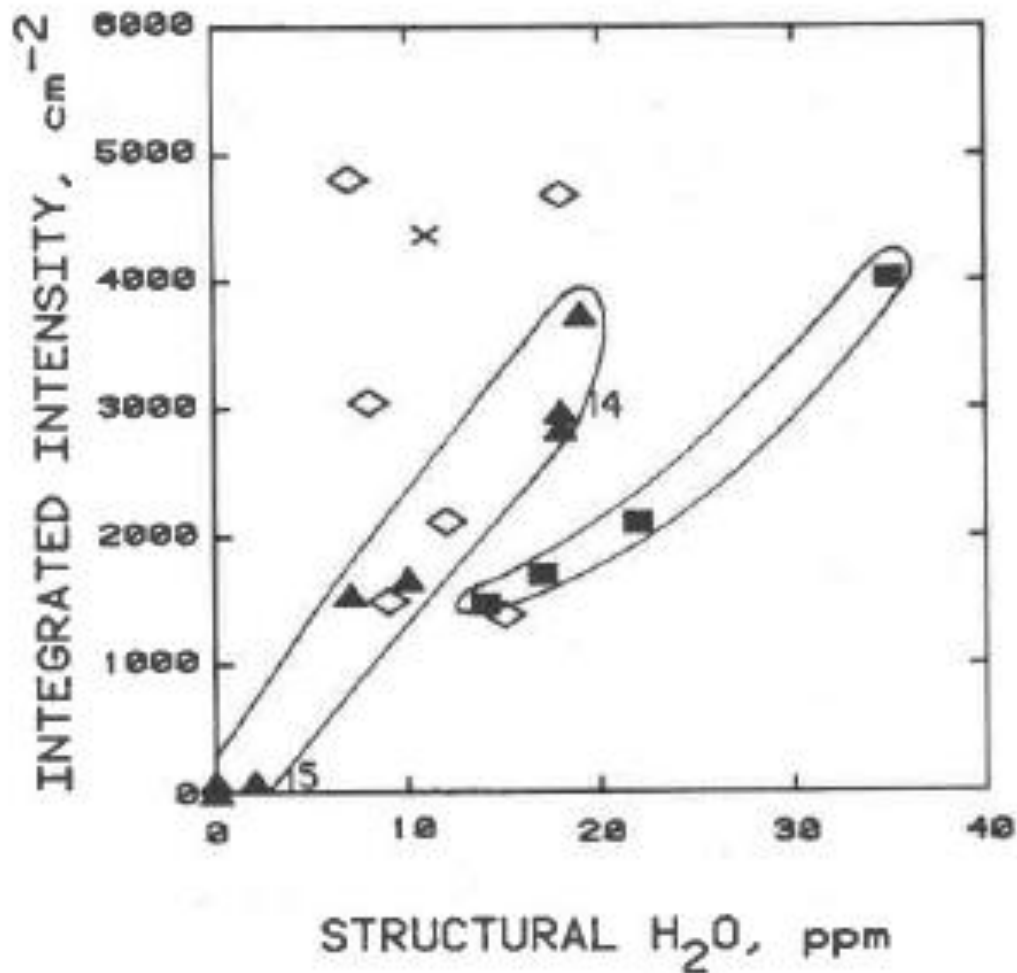
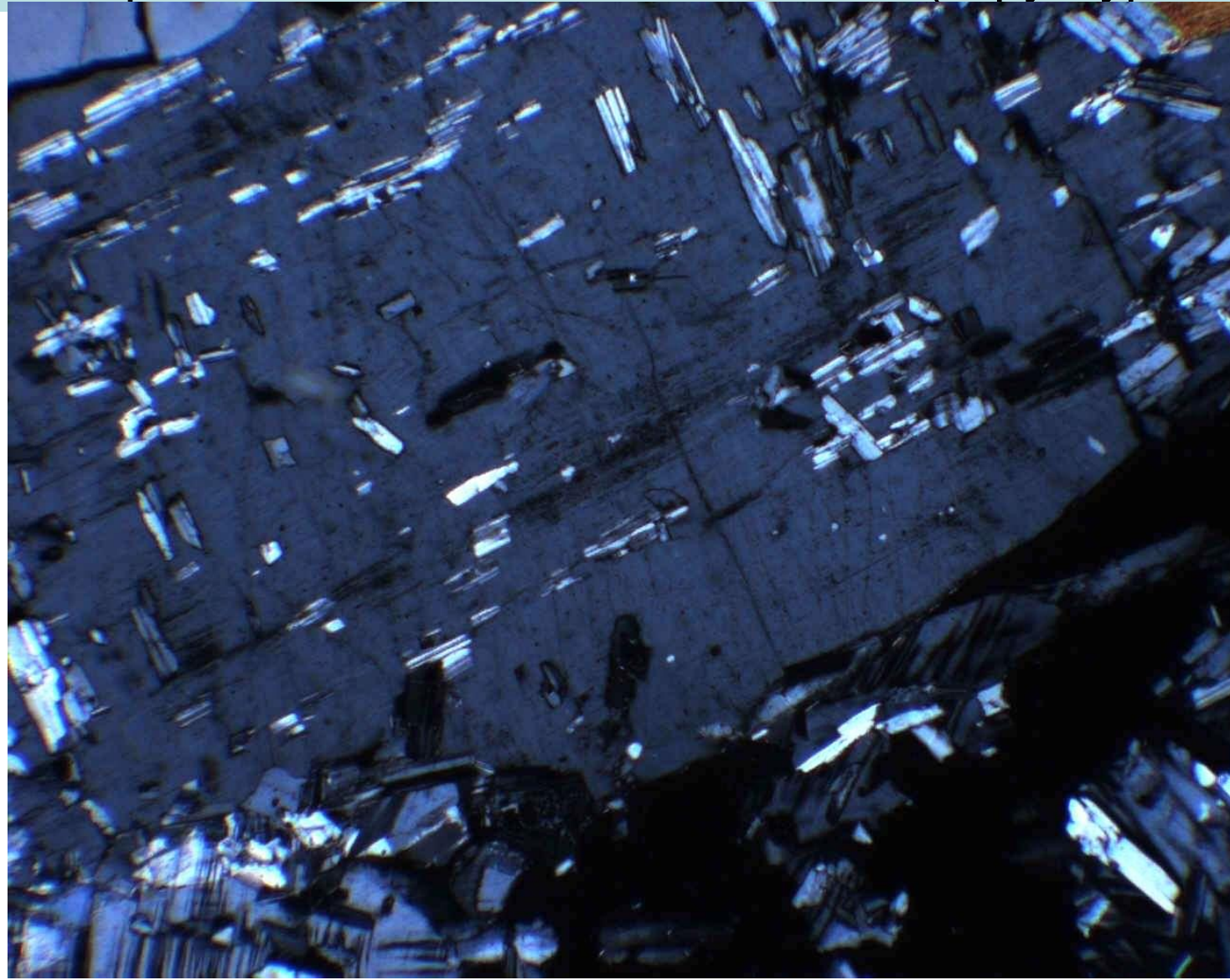


Fig. 12. Dependence of irradiation enhanced amazonite color on structural water content. Filled triangles, type B blue singlets. Open diamonds, type D doublets. Filled squares, type G green singlets. X, type T blue-green singlet. Samples #14 and 15 have higher molar concentrations of water than lead, and were plotted as discussed in the text. The envelopes enclose the two end-member color types. Both a triangle and a diamond (not shown) intersect the origin of both graphs.

Hofmeister A.M. &
Rossman G.R., 1985.
Amer. Mineral. Vol. 70.
P. 794-804

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Микроклин с включениями альбита (структура снежного кома)



Плюма-
зитовые.
Этыка,
Забайкалье

Сокристал-
лизация
микроклин –
альбит

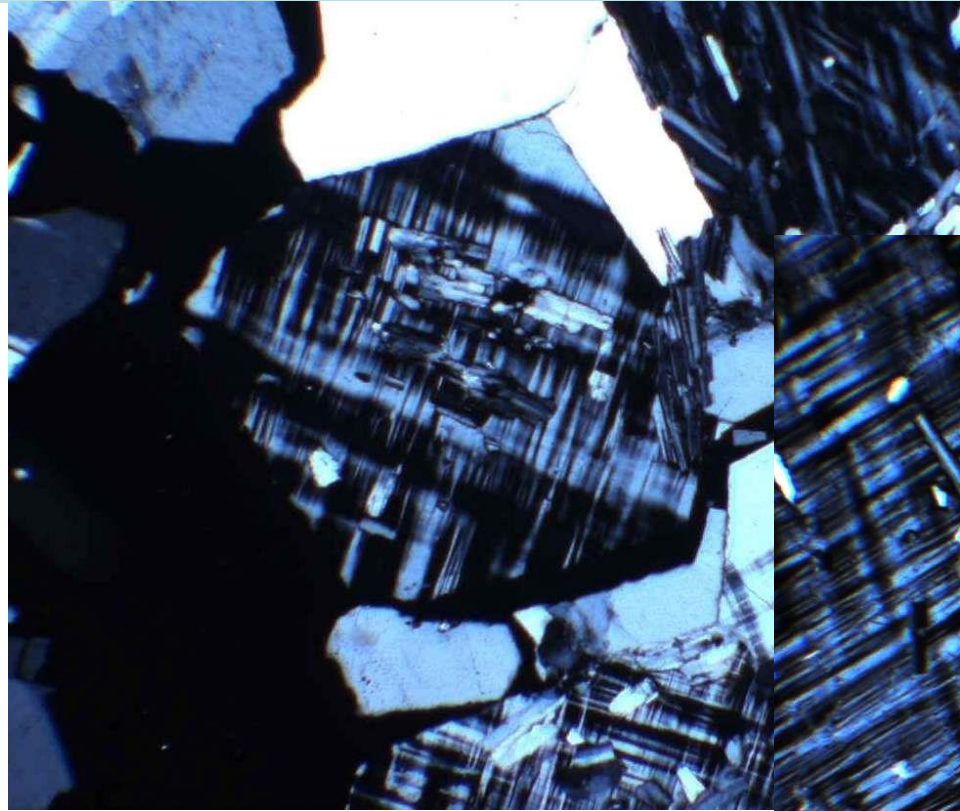
Шлиф.
Николи х

Колл. З.Г.
Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

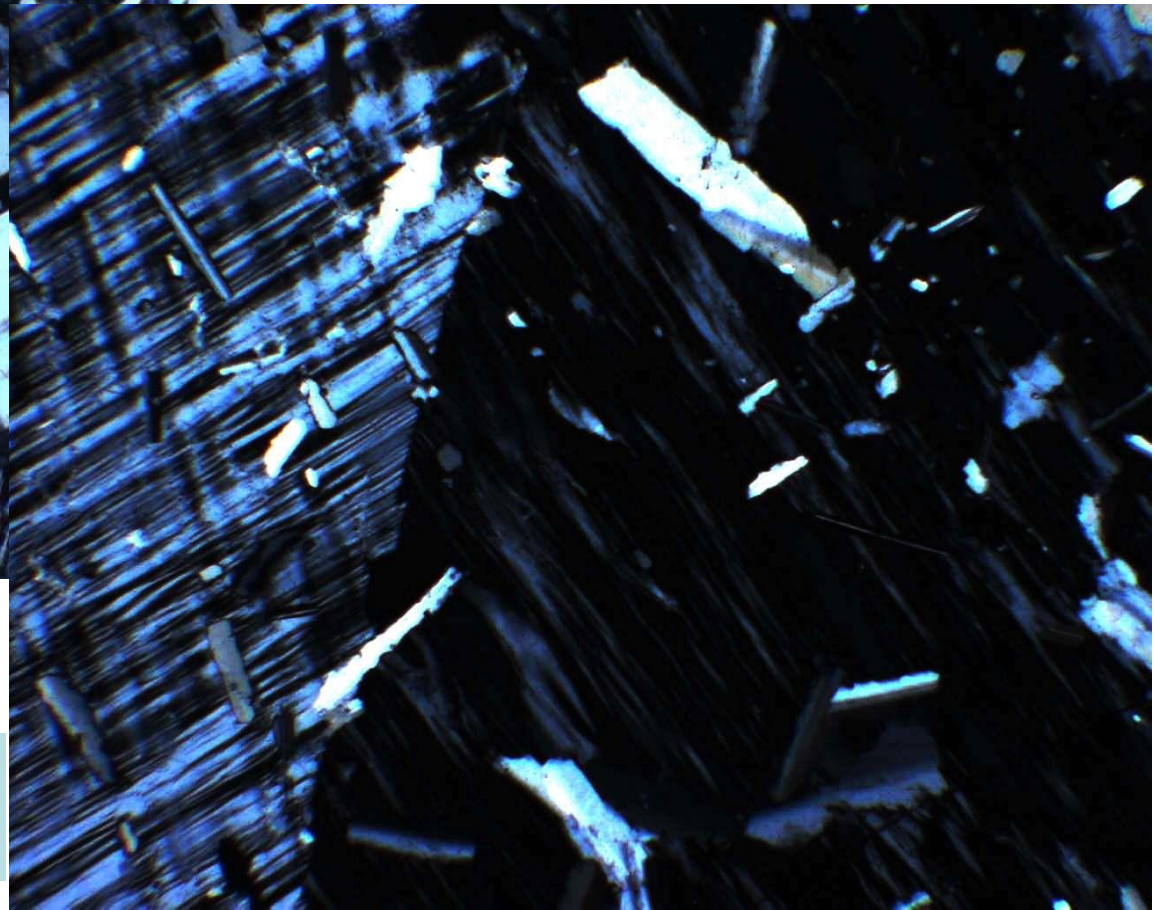
Полевые шпаты матрицы - микроклин решётчатый и альбит

Плюмазитовые.
Этыка, Забайкалье



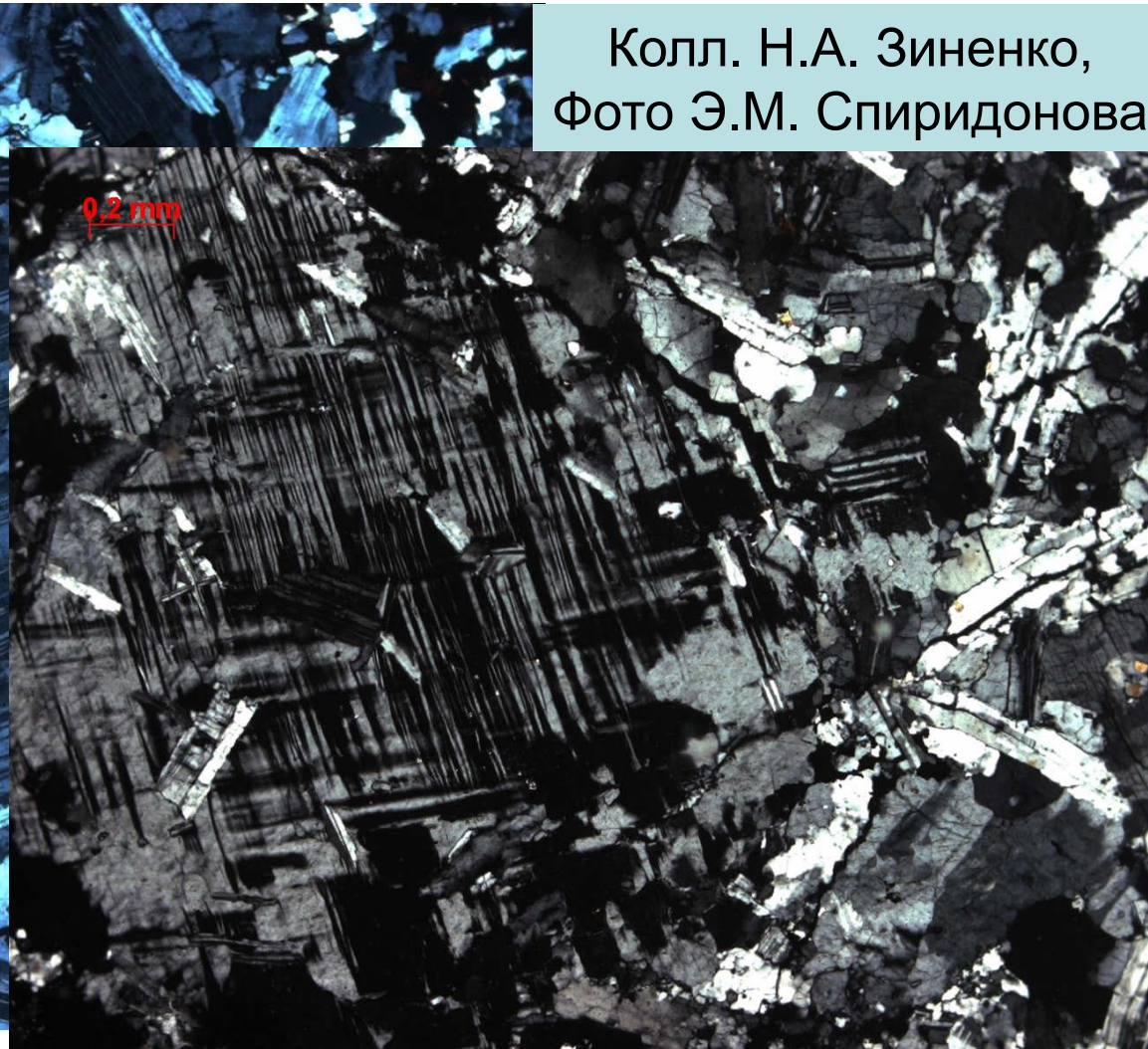
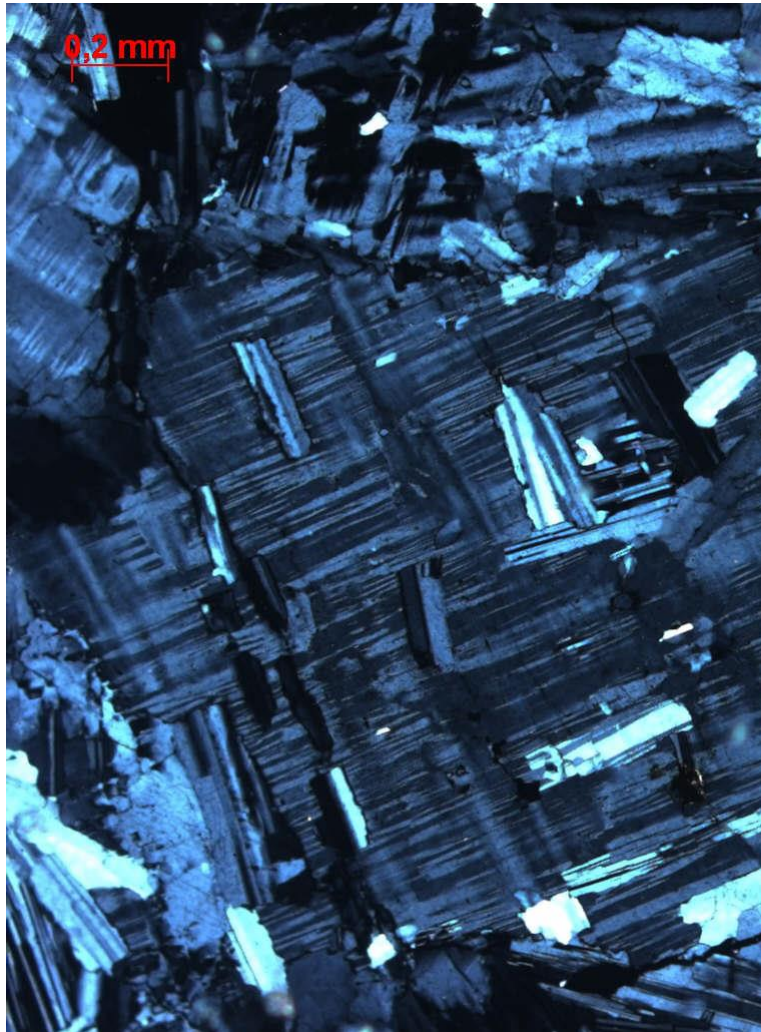
Шлифы. Николи х

Колл. З.Г. Караевой,
фото Э.М. Спиридонова



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Полевые шпаты матрицы - микроклин решётчатый и альбит



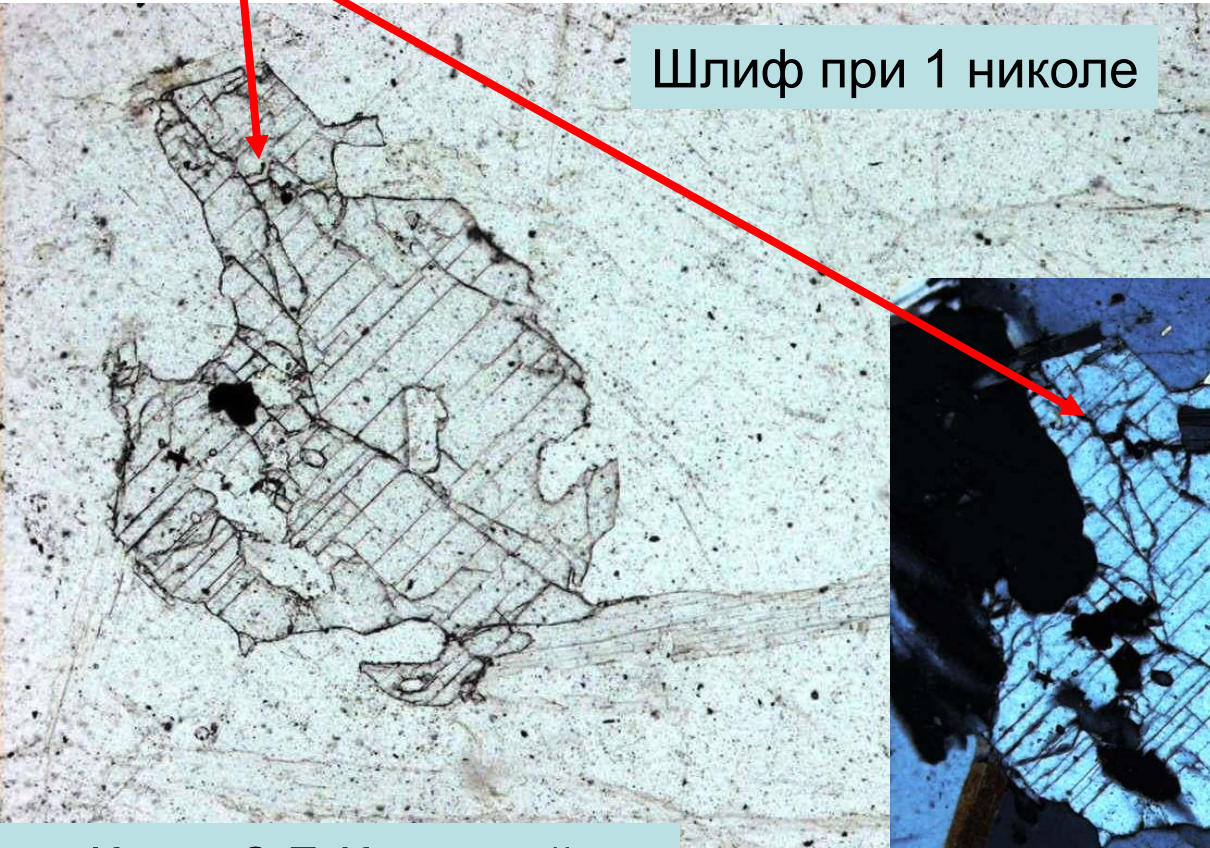
Колл. Н.А. Зиненко,
Фото Э.М. Спиридонова

Шлифы. Николи х

Агпаитовые. Улуг-Танзек, Тува

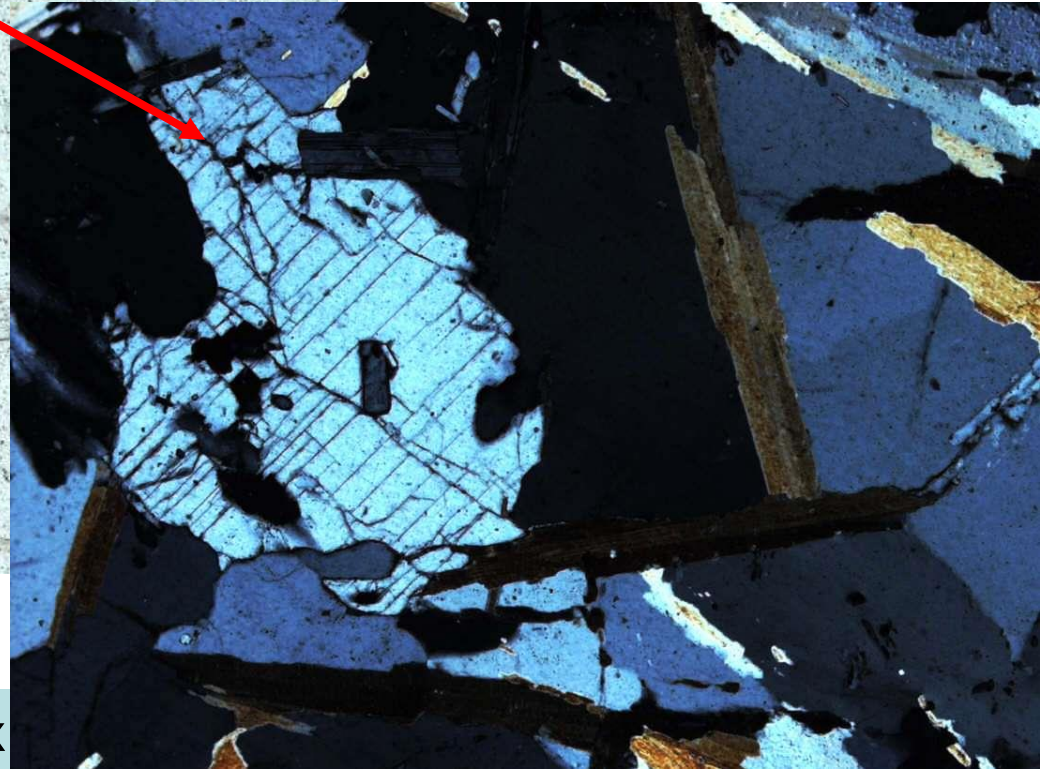
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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



Шлиф при 1 николе

Пластины более позднего циннвальдита-криофиллита

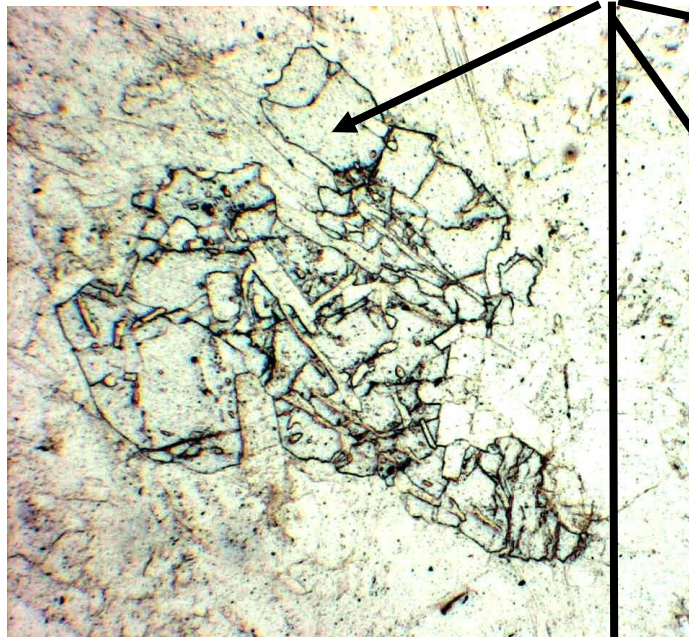


Колл. З.Г. Караевой,
фото Э.М. Спиридонова

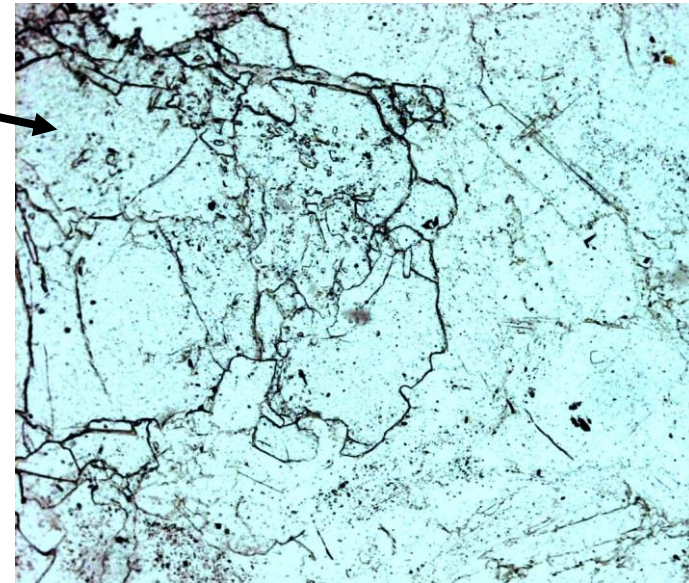
Шлиф. Николи х

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Топаз. Этыка, Забайкалье

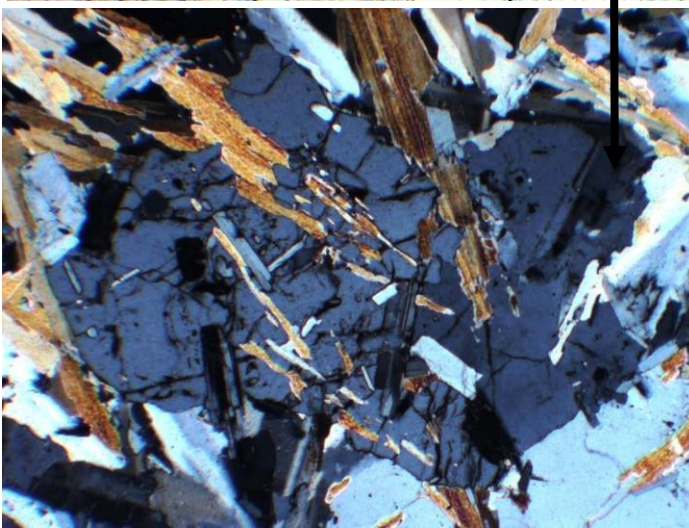


Шлифы.
При 1
нике

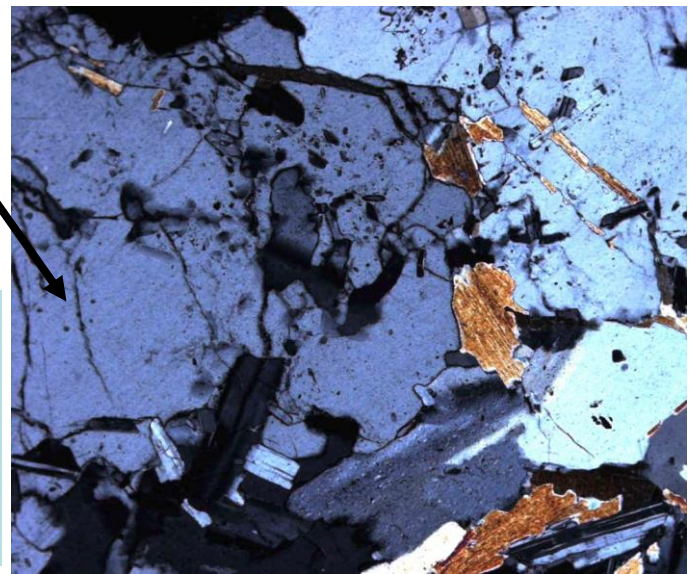


Колл.
З.Г. Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова

Шлифы.
Николи x

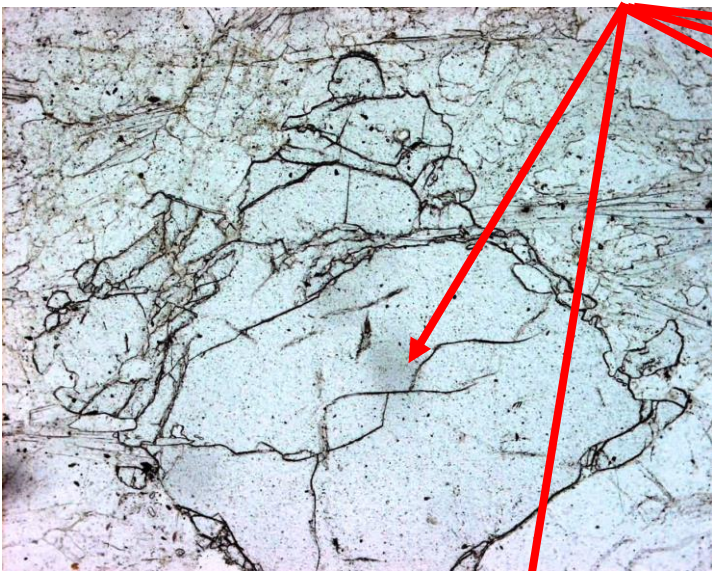


Пластины более
позднего
циннвальдита-
криофиллита



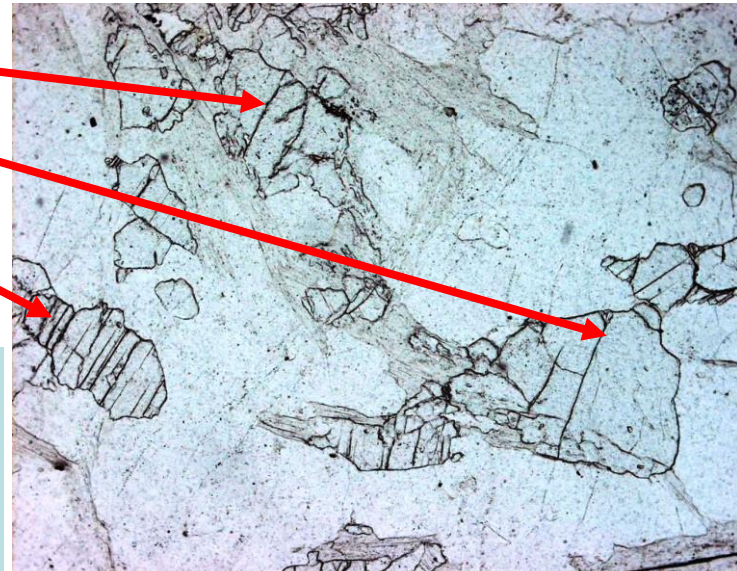
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Топаз. Этыка, Забайкалье



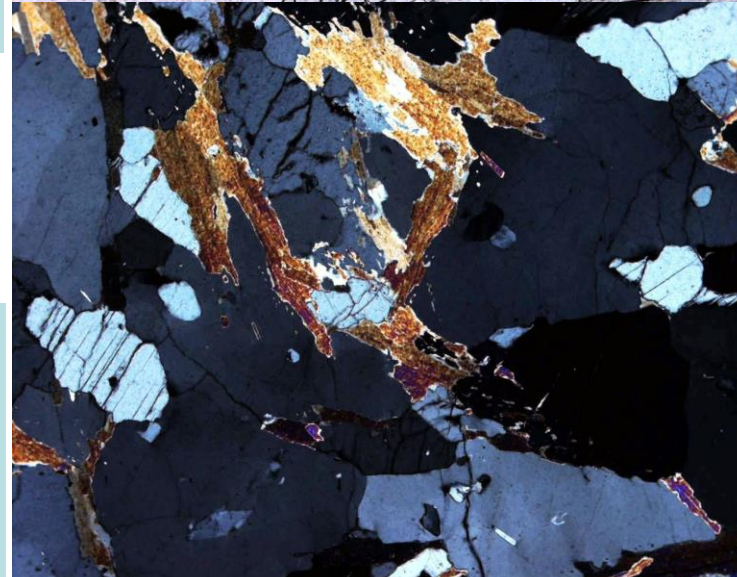
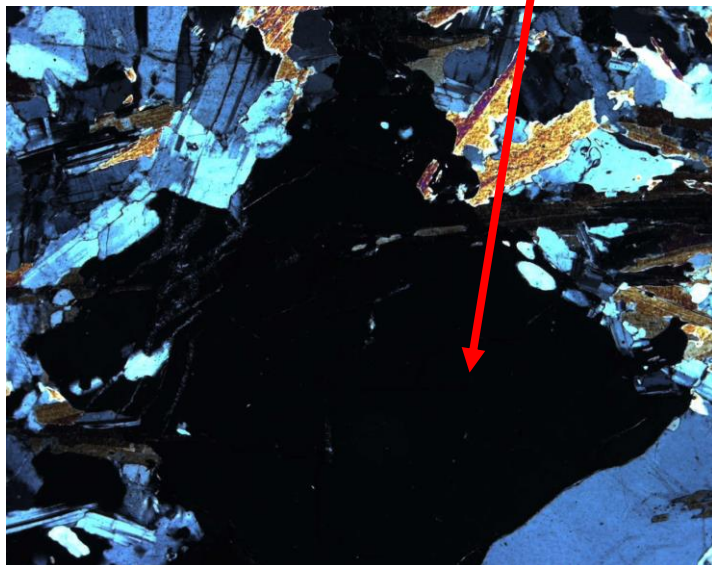
Шлифы. При 1
никеле

Колл.
З.Г. Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова



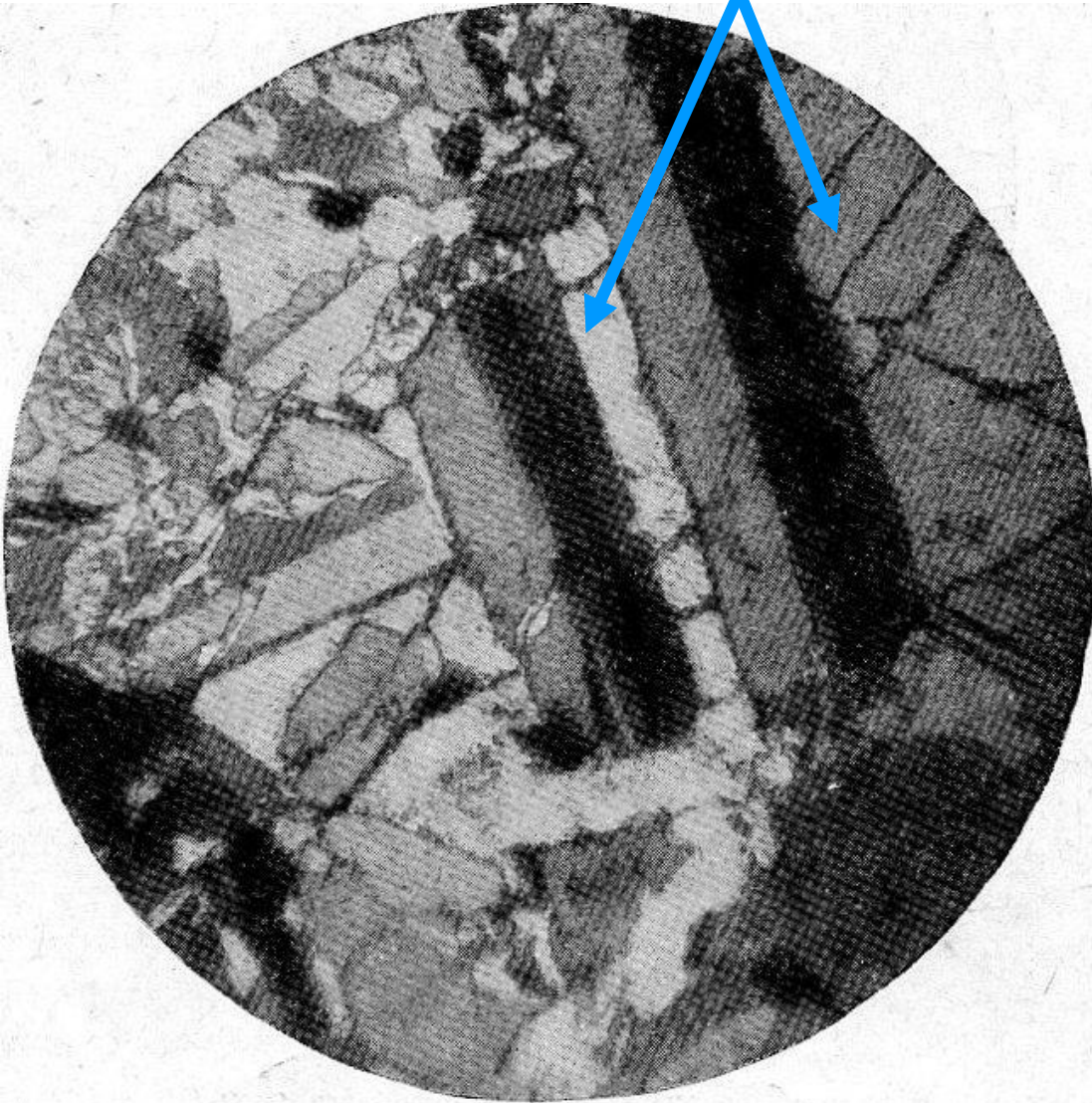
Шлифы.
Николи х

Пластины более
позднего
циннвальдита-
криофиллита



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Топаз. Этыка, Забайкалье



Топаз
цементирует
таблицы
альбита
без
признаков
замещения

О.Д. Левицкий и др., 1963

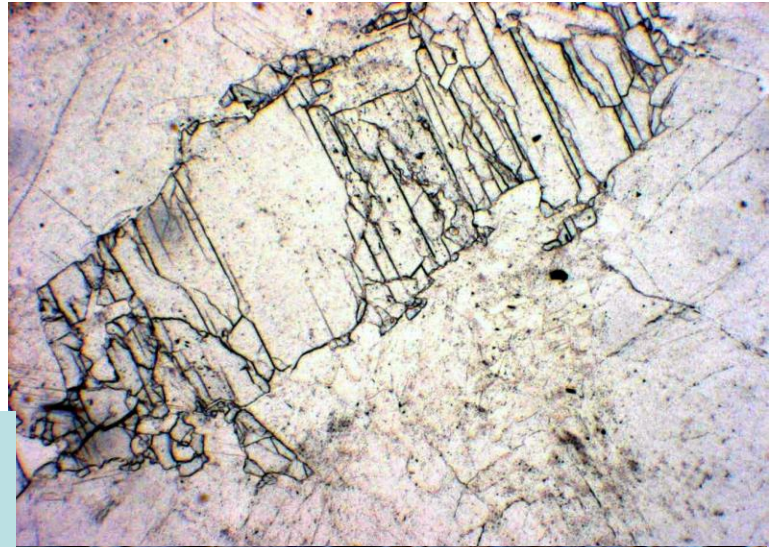
Шлиф. Николи х

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

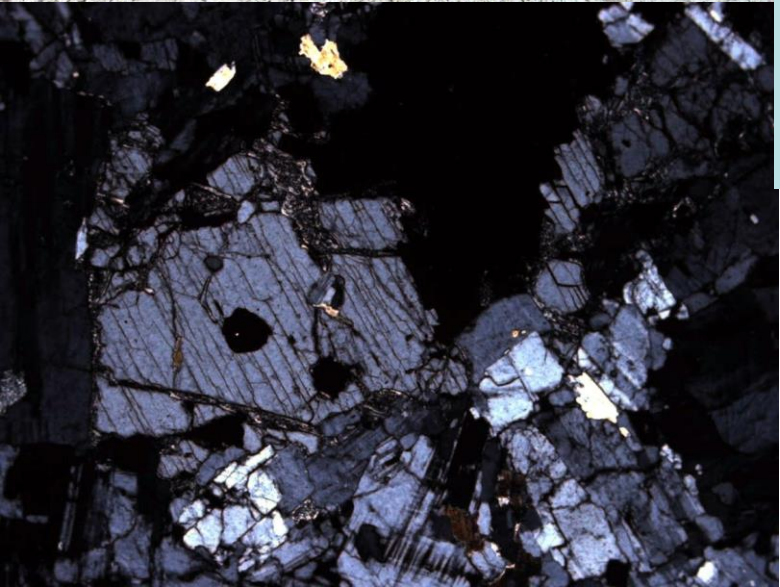
Топаз. Орловка, Забайкалье



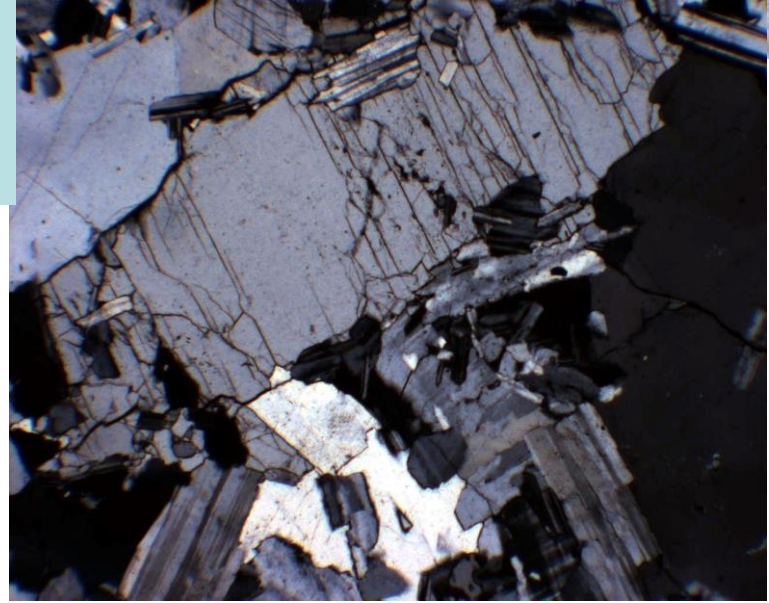
Шлифы.
При 1
нике



Колл.
З.Г.
Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова



Шлифы.
Николи
х



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Топаз. Орловка, Забайкалье

Шлиф. При 1 николе

Колл. и фото Э.М. Спиридонова

Шлиф. Николи х



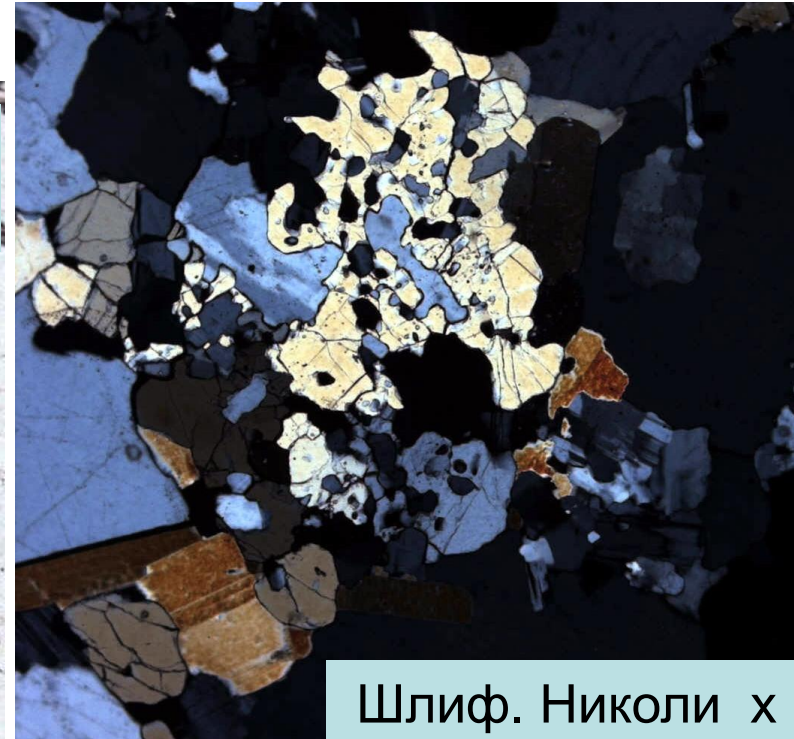
Топаз – рельефный.
Масса более позднего
криофиллита - циннвальдита

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Топаз. Орловка, Забайкалье

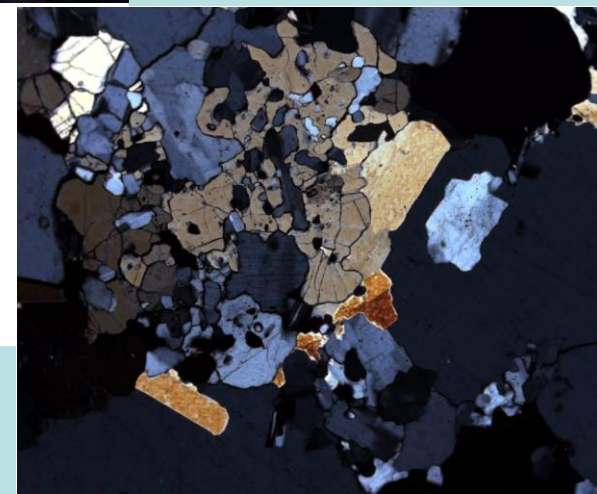


Шлиф. При 1
николе



Шлиф. Николи x

Фото
ЭМС

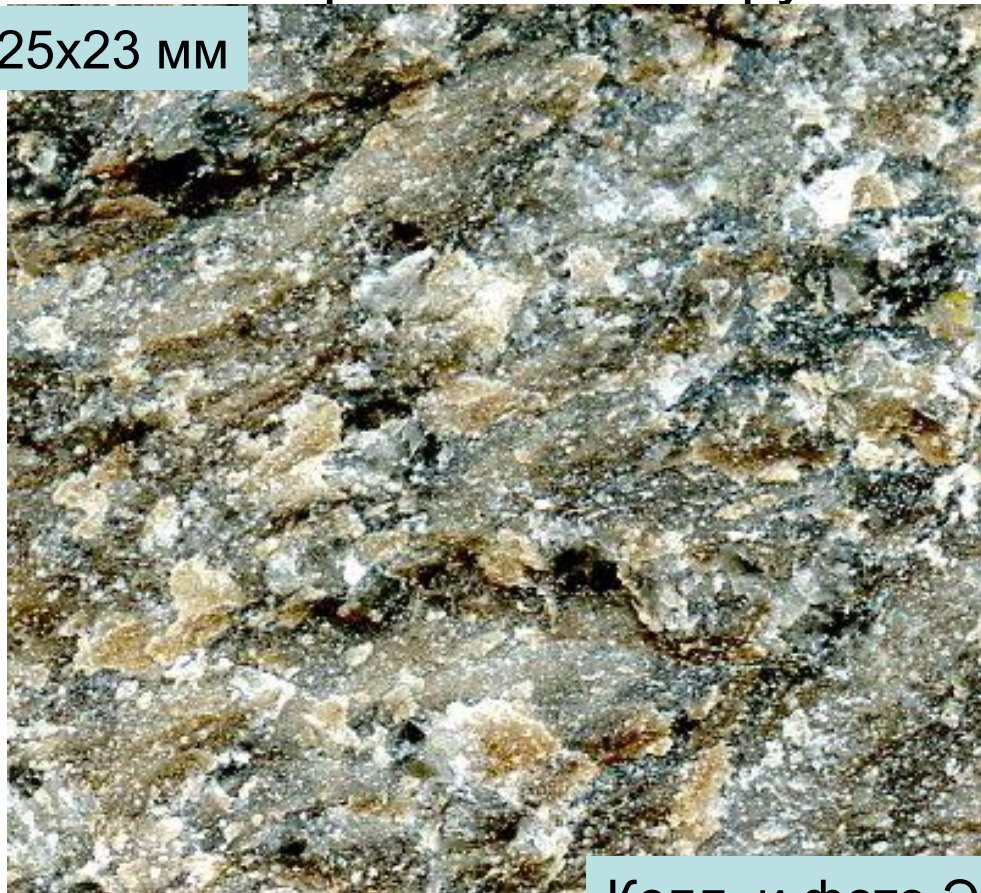


Топаз – рельефный. Не мало более позднего
криофиллита – циннвальдита. Колл. З.Г. Караевой

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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

25x23 мм



58x53 мм

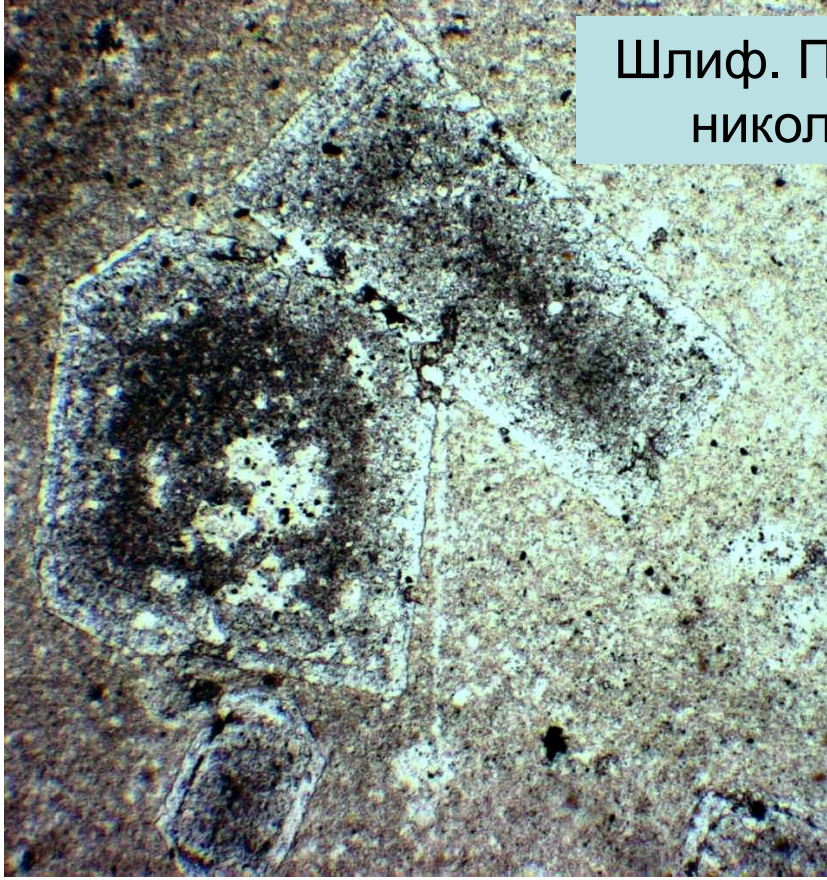


Колл. и фото ЭМС

Изменённые роговики с мелкими метакристаллами топаза

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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



Шлиф. При 1
нике

Колл.
и
фото
ЭМС



Шлиф. Николи x

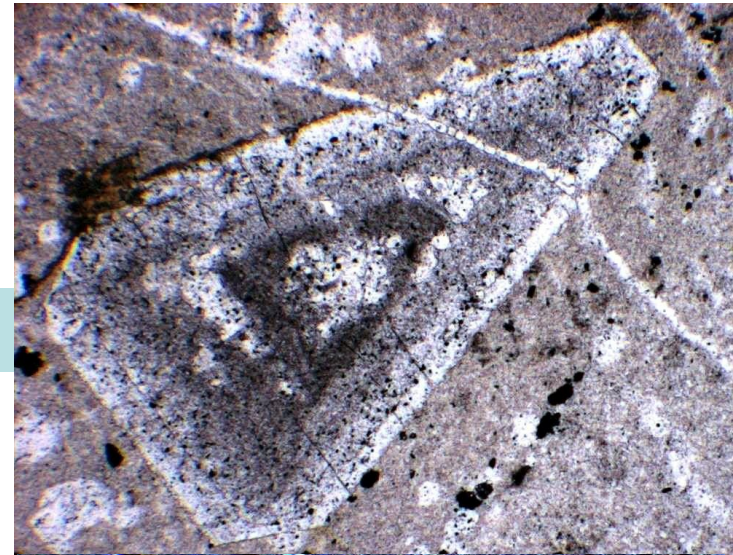
Зональные метакристаллы топаза до 0.5 мм в т/з роговиках

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

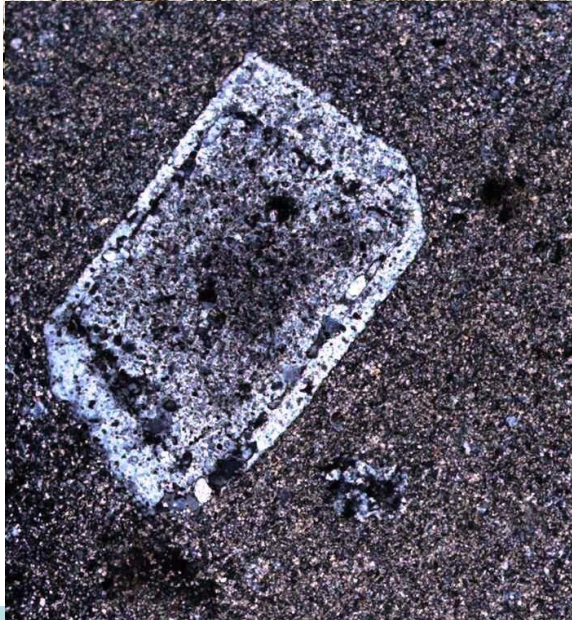


Этыка,
Забайкалье

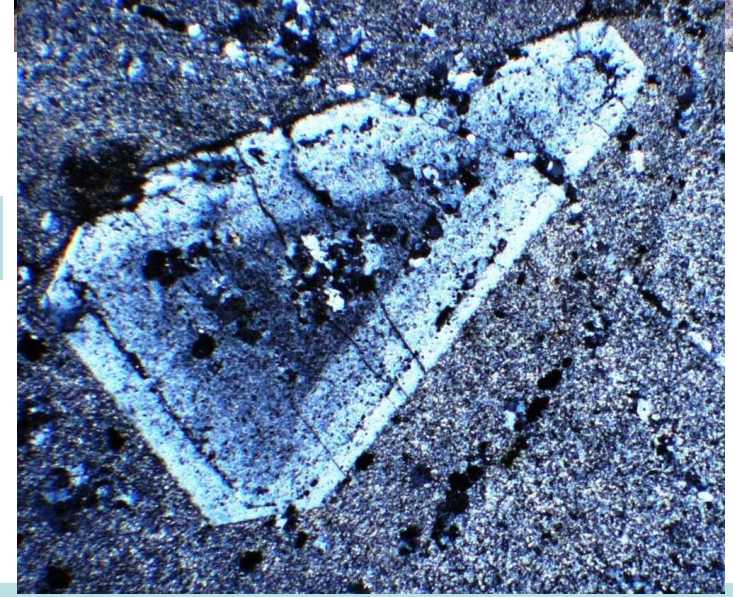
Шлифы. При 1 николе



Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



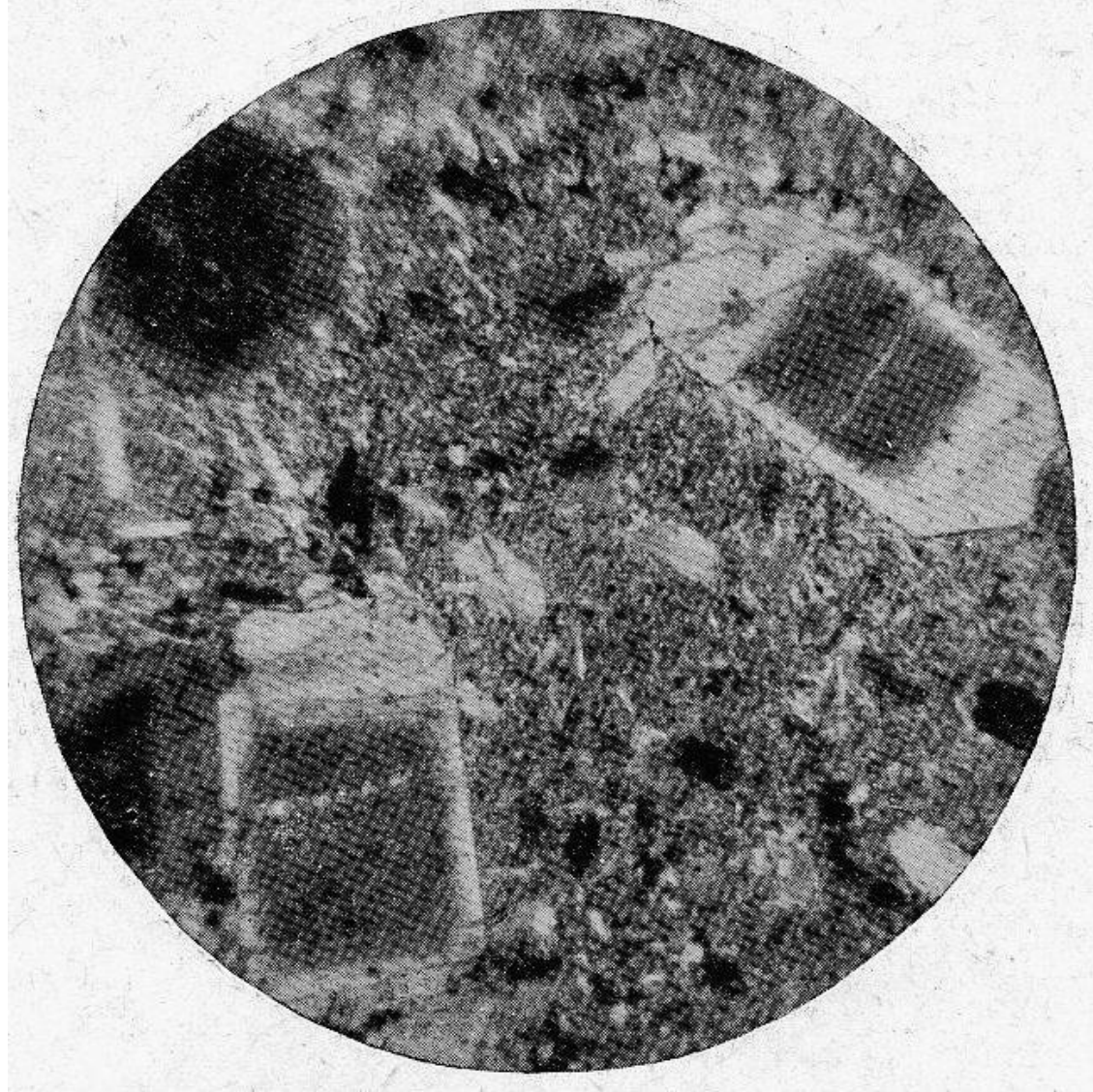
Шлифы. Николи х



Зональные метакристаллы топаза до 0.5 мм в т/з роговиках

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Этыка, Забайкалье



Шлиф. Николи х

Зональные метакристаллы топаза до 1 мм в т/з роговиках

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка, Забайкалье



Шлиф. При 1 николе

Зональные
метакристаллы топаза
0.5 мм в т/з роговиках.
Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

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



Шлиф. Николи x

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Лепидолит



Скопление
лепидолита
в амазонитовых
апогранитах
у контакта с
роговиками.
88x68 мм.
Спокойнинское,
Забайкалье

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Лепидолит



Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



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

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

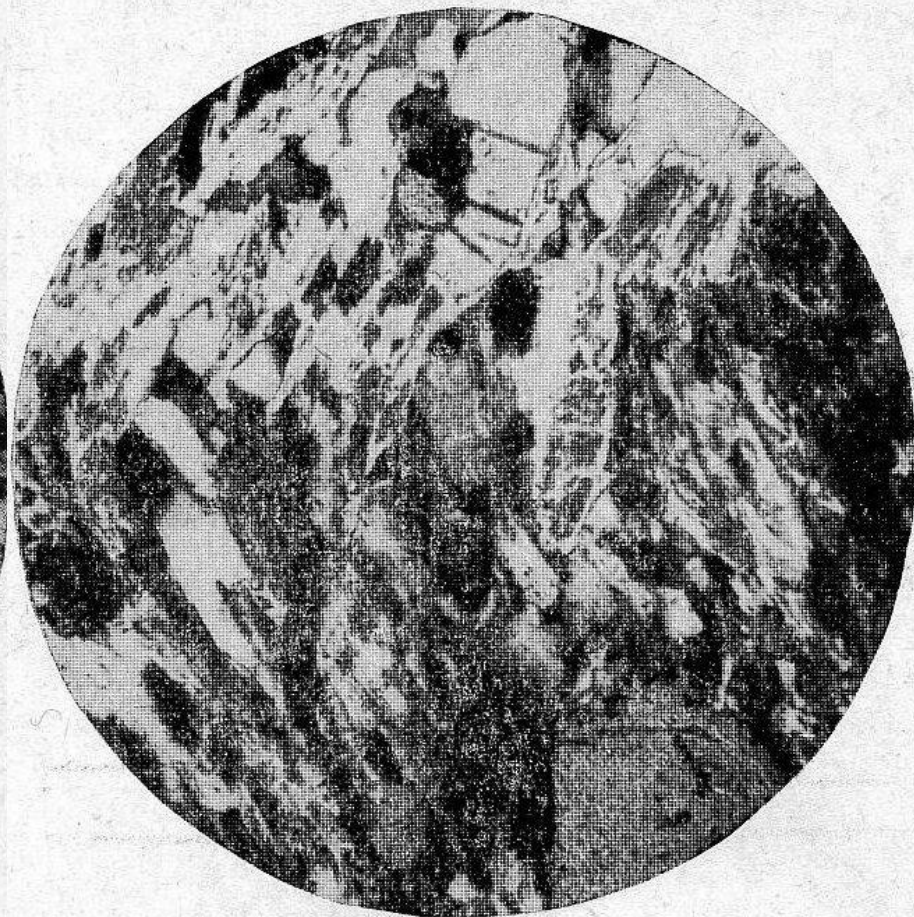
Колл. и фото
Э.М. Спиридонова



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

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Этыка, Забайкалье. Шлифы. Николи х. X 40

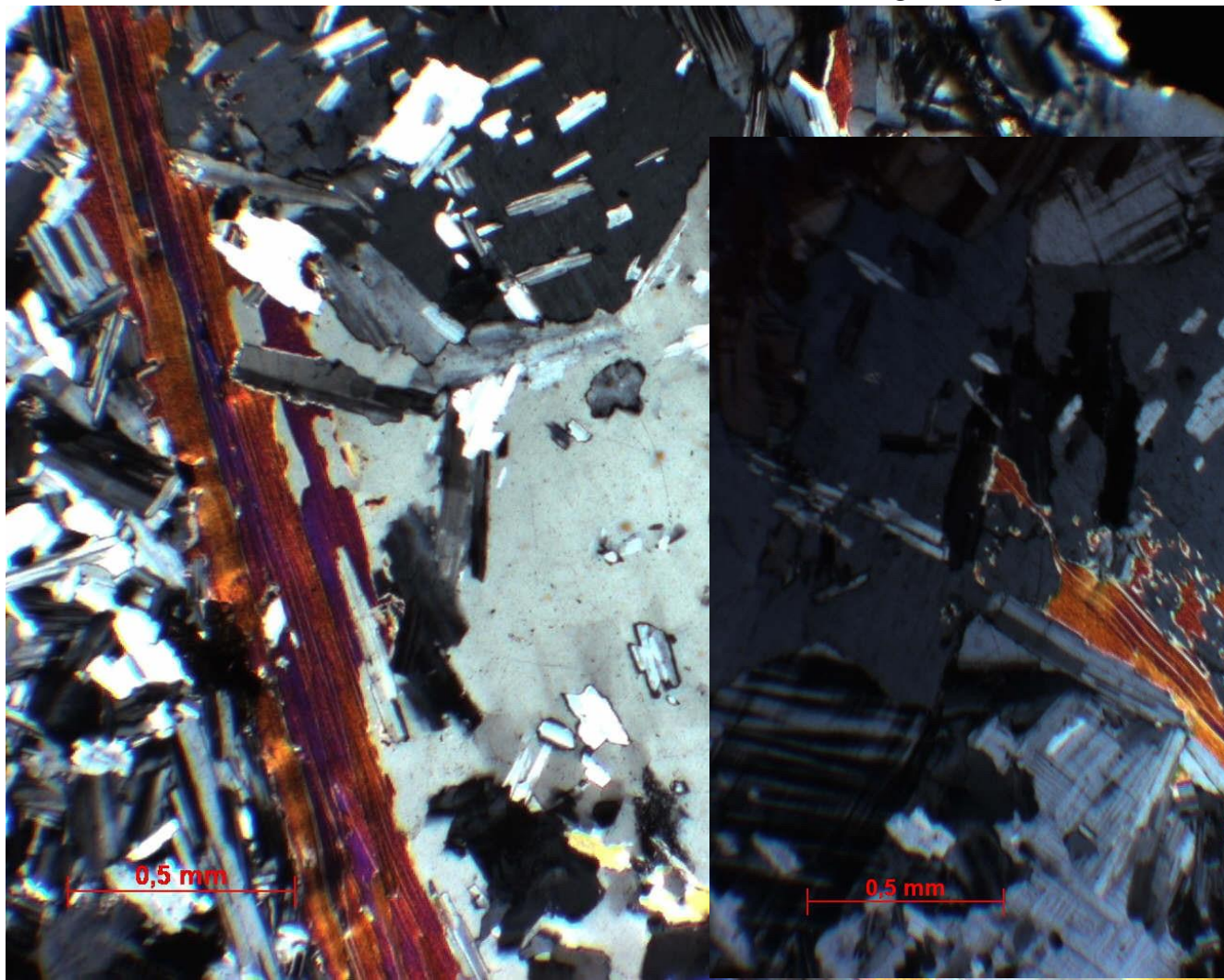


Лепидолит – топазовые метасоматиты по роговикам.

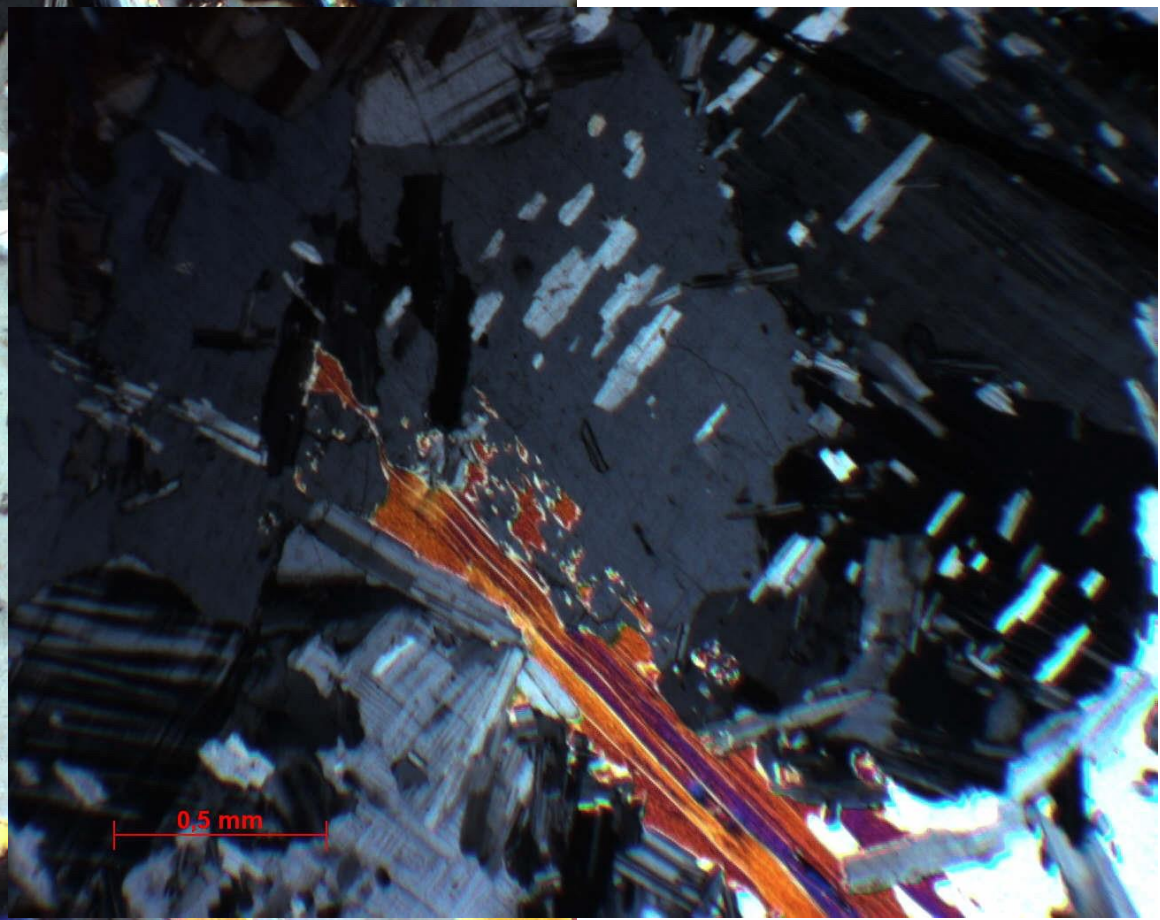
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Циннвальдит-криофиллит

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



Шлифы. Николи x



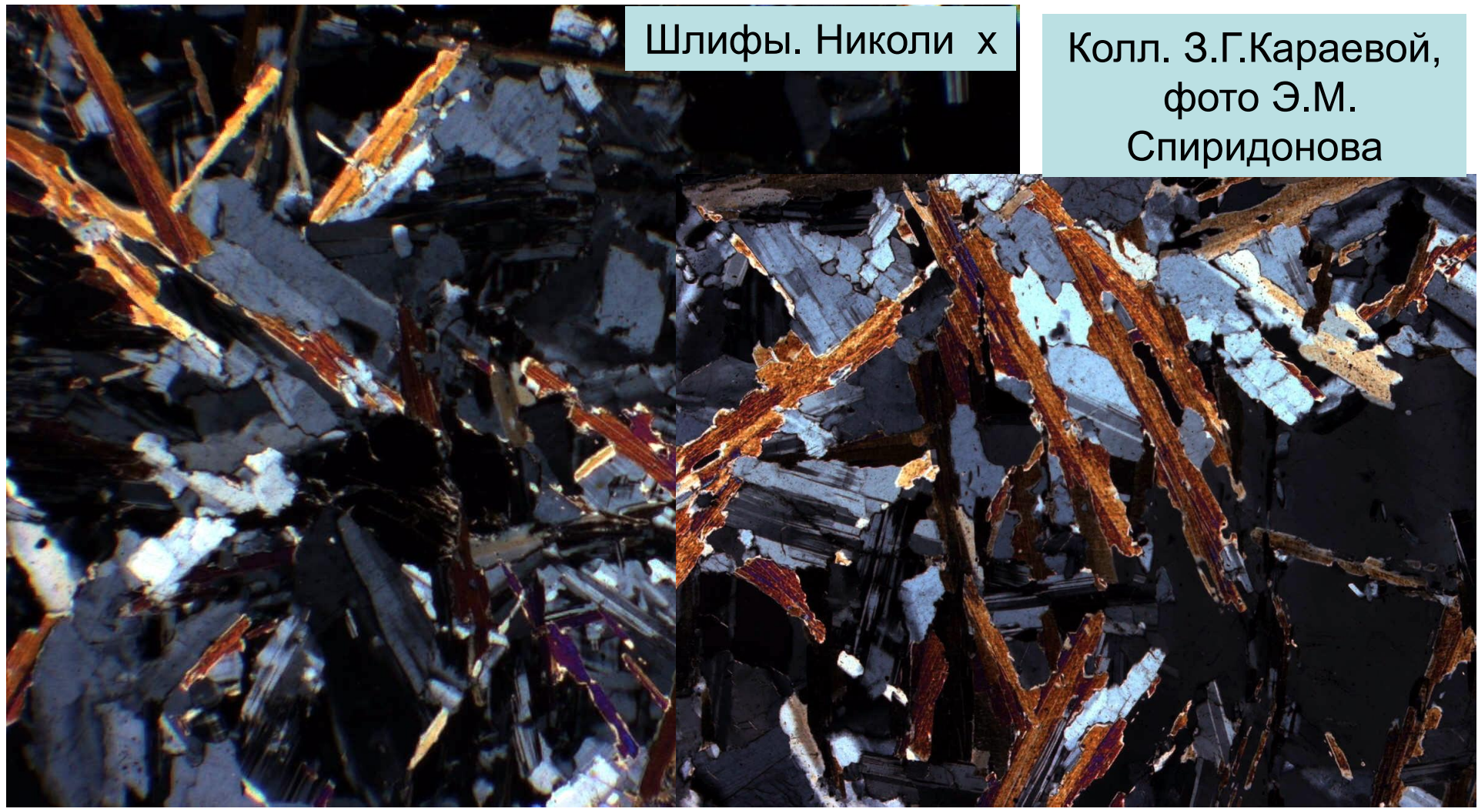
КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Циннвальдит-криофиллит

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

Шлифы. Николи х

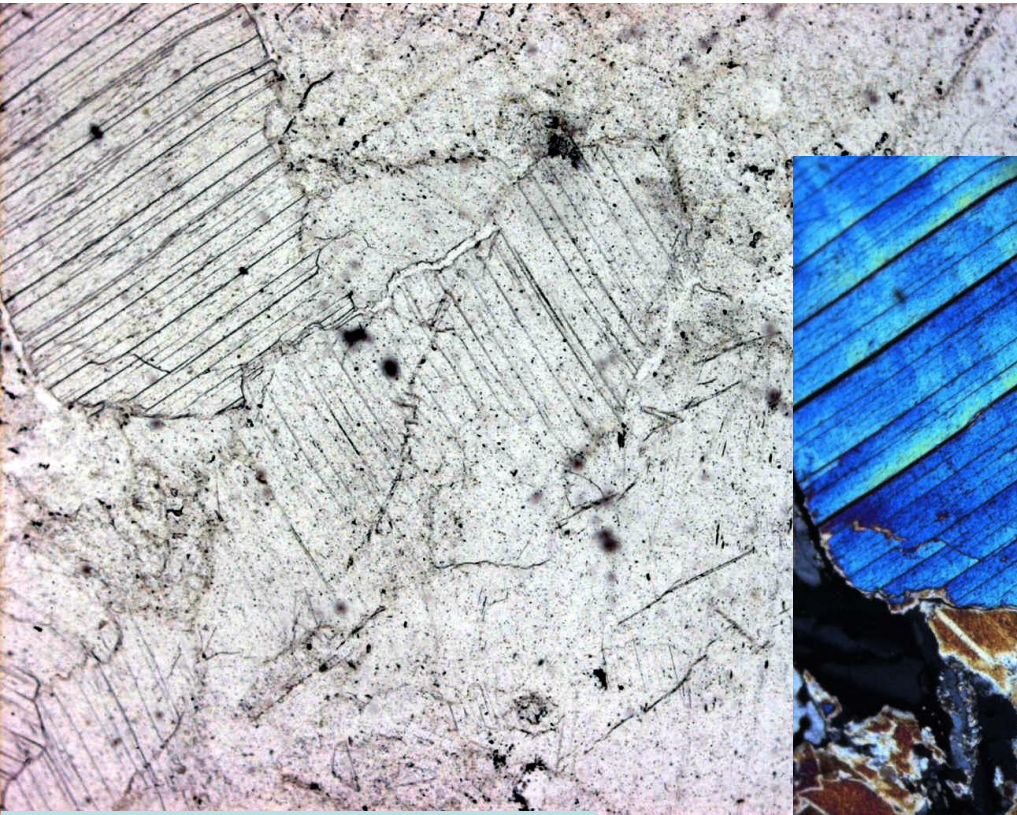
Колл. З.Г.Караевой,
фото Э.М.
Спиридонова



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

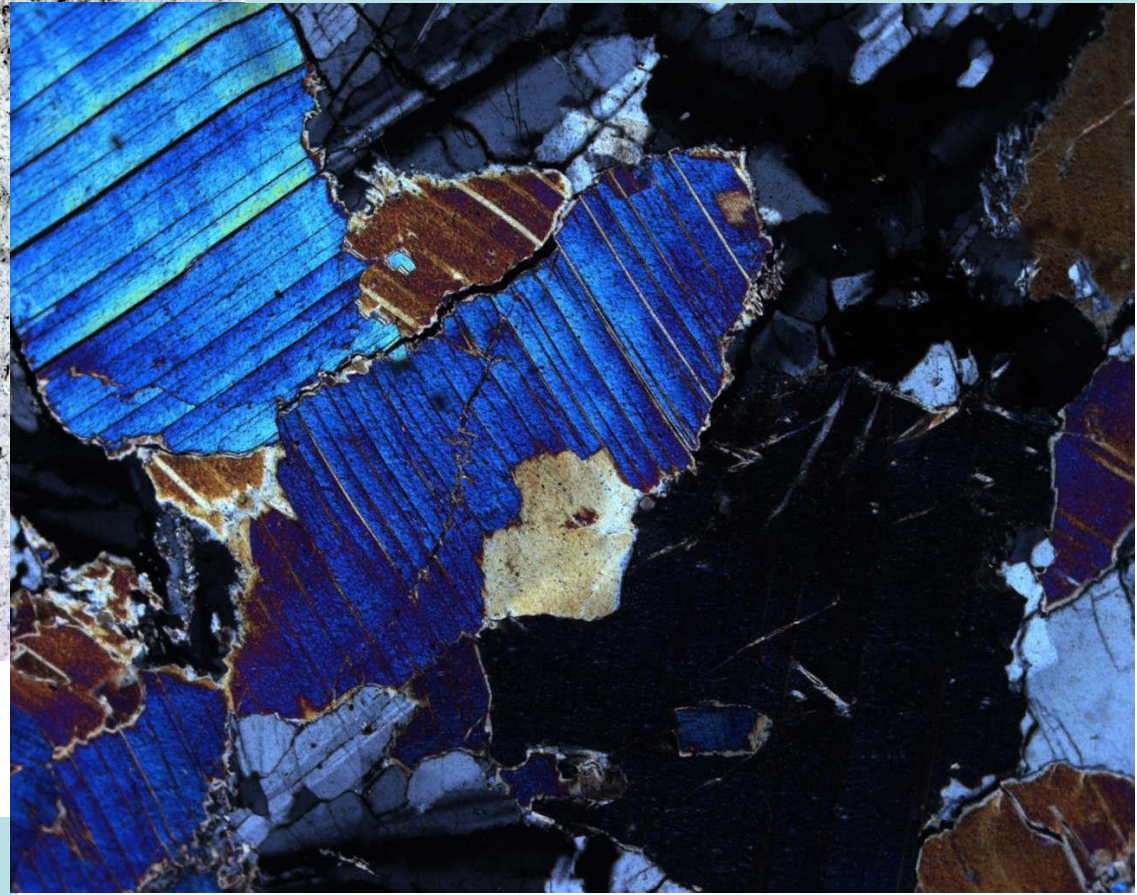
Циннвальдит-криофиллит

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



Шлиф. При 1 николе

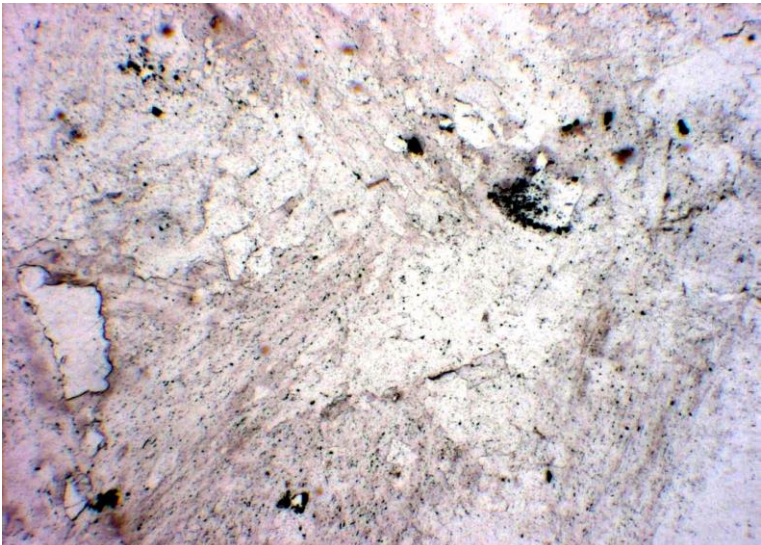
Колл. З.Г.Караевой,
фото Э.М. Спиридонова



Шлиф. Николи х

КВАРЦ-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

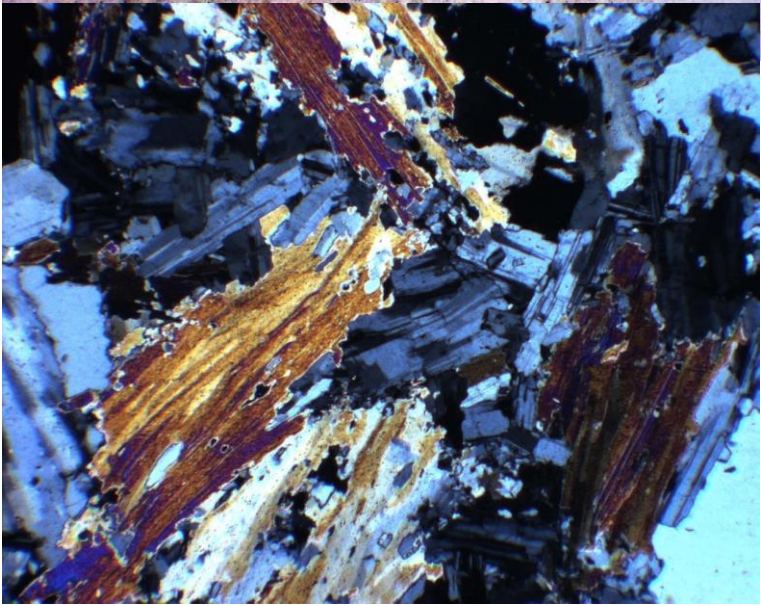
Циннвальдит-криофиллит. Орловка, Забайкалье



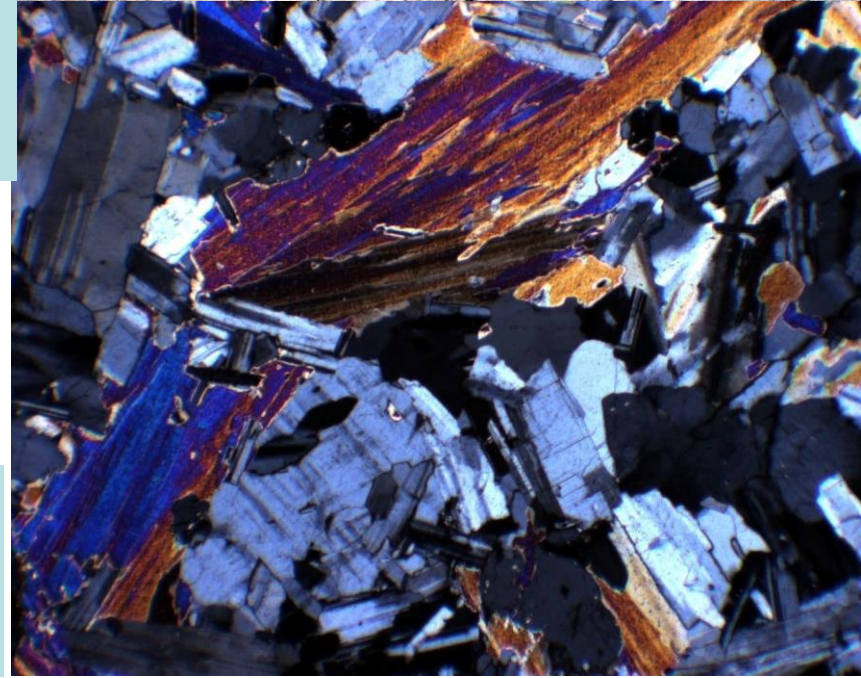
Шлифы.
При 1
нике



Колл. З.Г.
Караевой,
фото
ЭМС



Шлифы.
Николи
х



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Циннвальдит-криофиллит. Орловка, Забайкалье



Шлифы.
При 1
нике



Колл. З.Г.
Караевой,
фото
ЭМС



Шлифы.
Николи
x



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 _{2,67} 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-ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ (апограниты)

Этыка,
Забайкалье

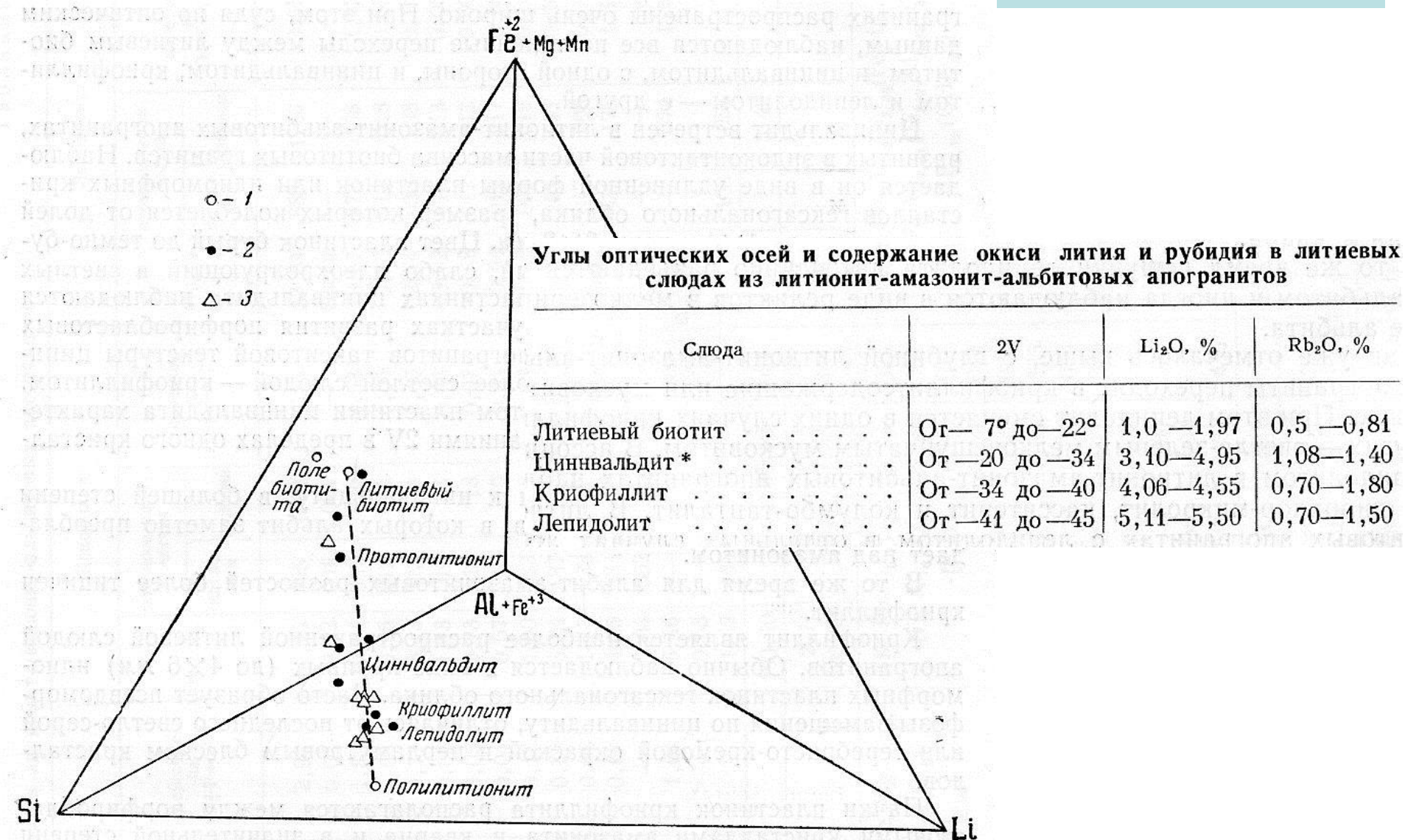


Рис. 67. Диаграмма состава литийсодержащих слюд ряда биотит — полилитионит (проекция на основание тетраэдра Si—Fe²⁺, Mg, Mn—Li—Al, Fe³⁺)

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

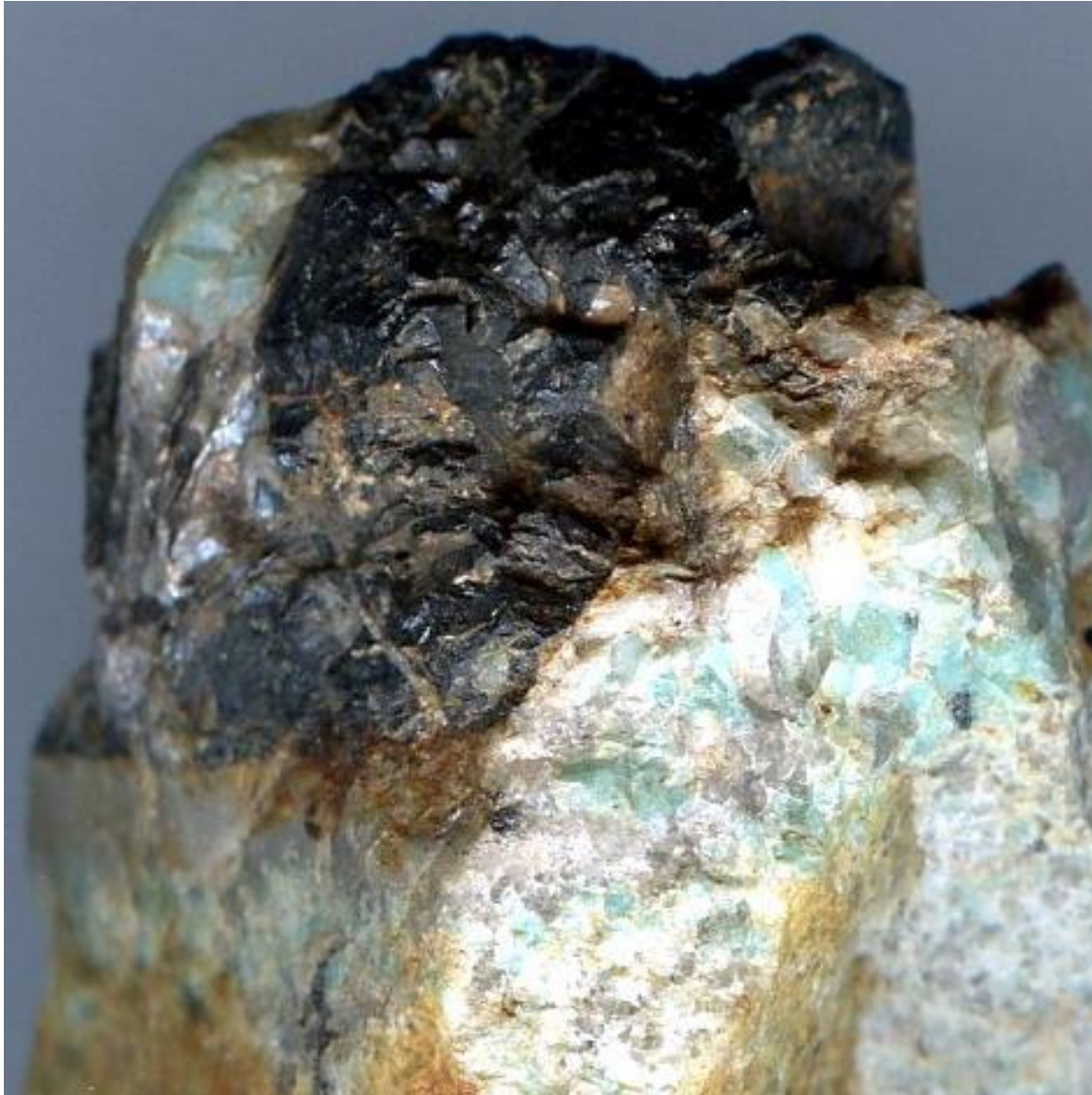
Касситерит ($\text{Sn, Fe, Ta, Nb, Ti, W} \text{O}_2$)

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 ценность.

Обильная вкрапленность
касситерита в
апогранитах.
Пержанское, Украина



КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ Касситерит ($\text{Sn,Fe,Ta,Nb,Ti,W})\text{O}_2$



Этыка, Забайкалье

Танталистый
касситерит
с лепидолитом
в амазонитовых
апогранитах.
37x33 мм

Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

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 . . . | $(\text{Sn}_{0,87}\text{Nb}_{0,06}\text{Ta}_{0,02}\text{Ti}_{0,03}\text{Fe}_{0,02})\text{O}_{2,02}$ | | | | | |

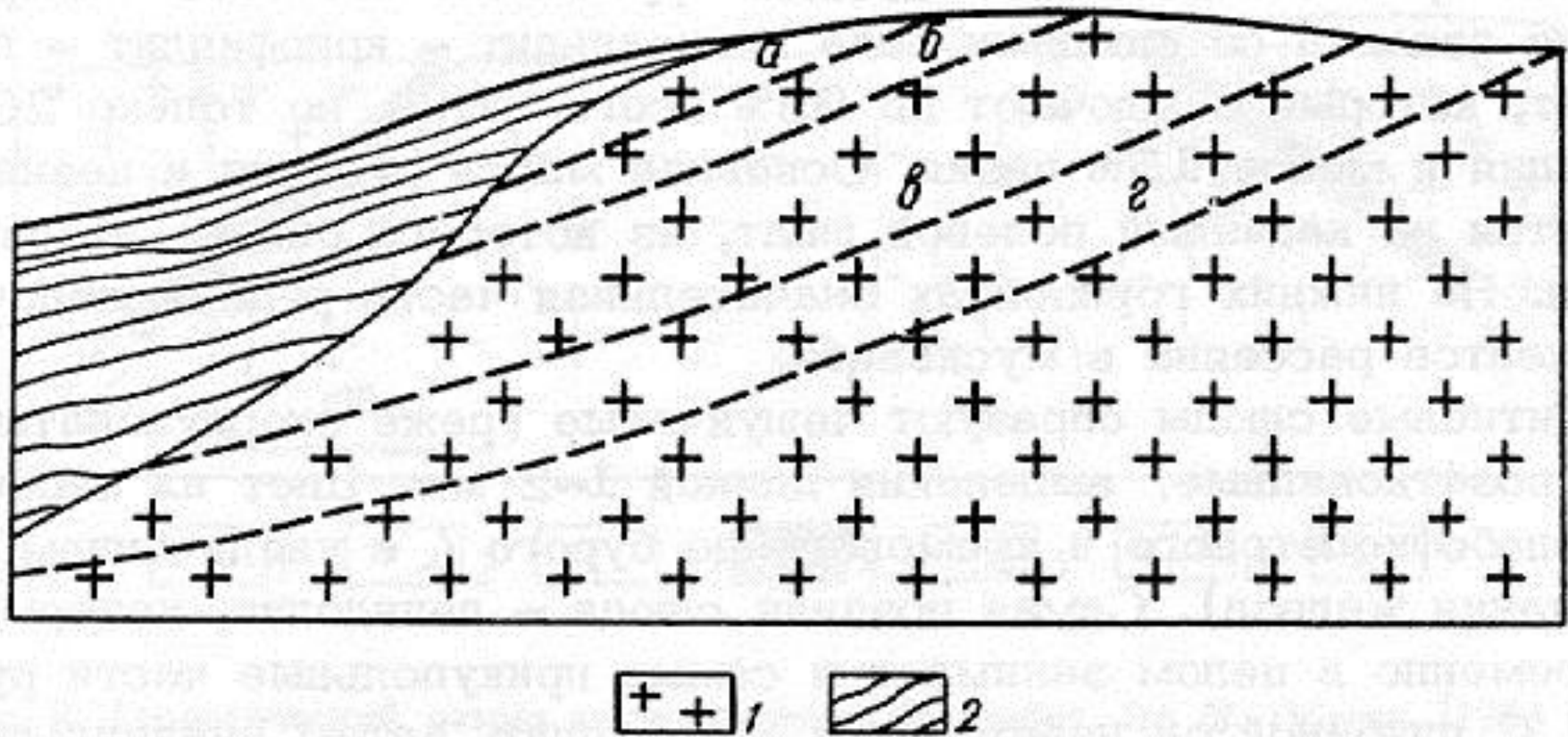


Рис. 7. Схема распределения тантало-ниобиевой минерализации в разрезе массива криофиллит-амazonит-альбитовых гранитов. По В. В. Матиасу и А. А. Кукушкиной [1976 г.].

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

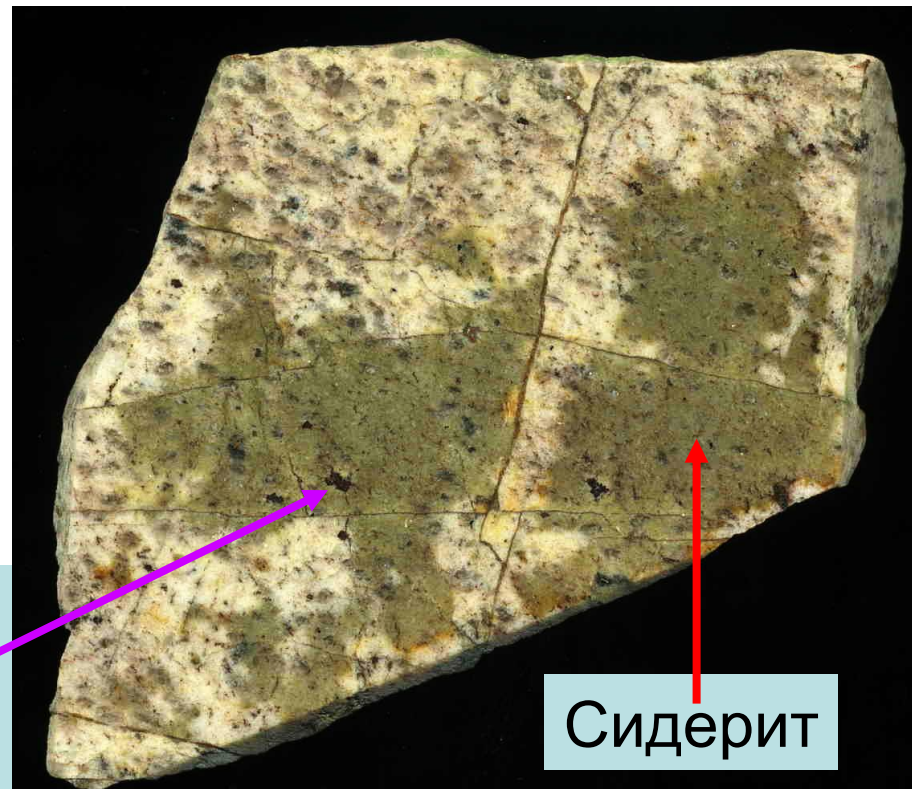
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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

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

Колл. Т.Н. Шуриги,
фото ЭМС

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn}) (\text{Nb}, \text{Ta}, \text{W})_2 \text{O}_6$

Жилы ранд-пегматита с танталитом.
Этыка, Забайкалье.
Колл. и фото Э.М. Спиридонова



71x69 мм

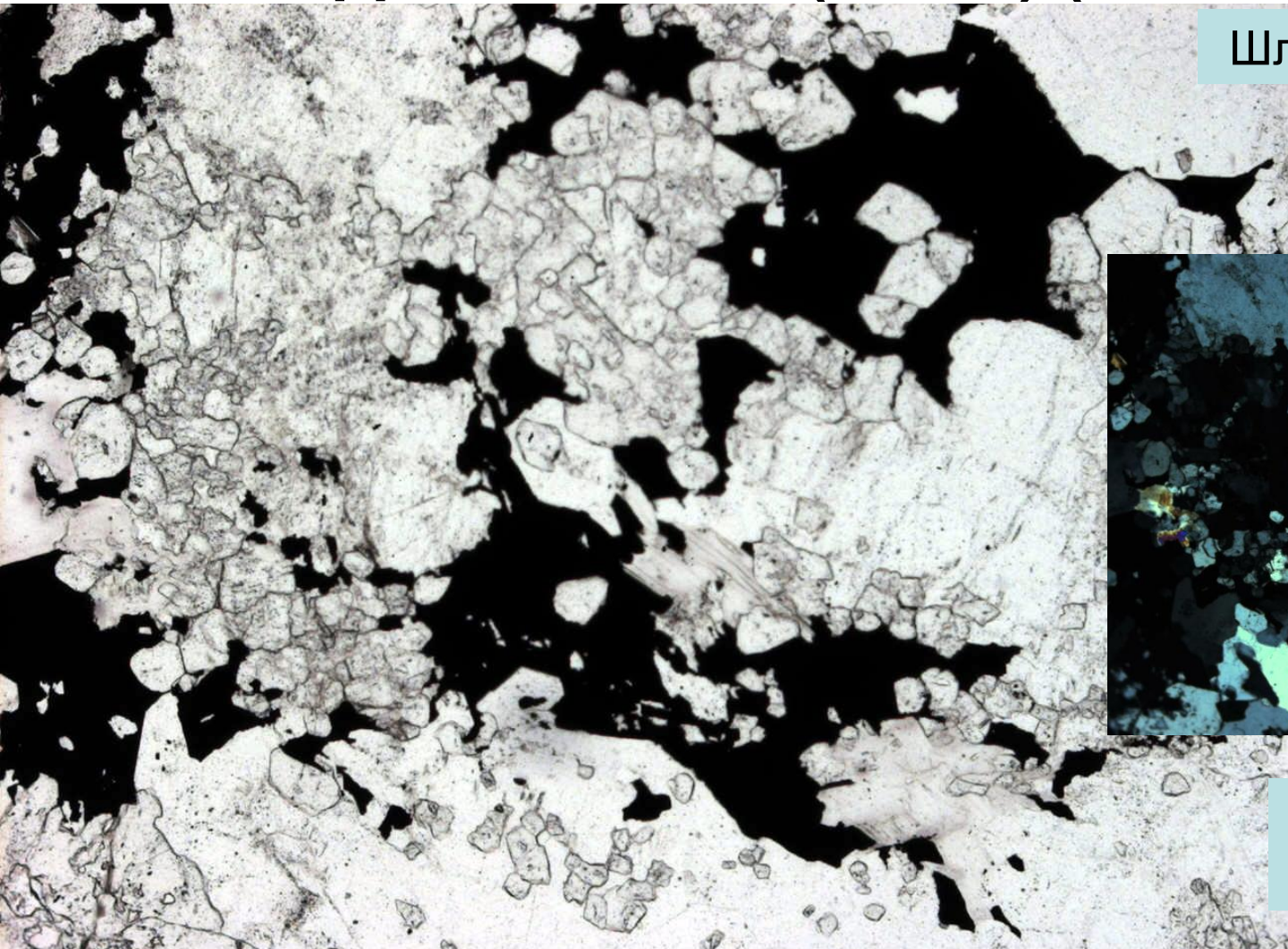


47x32 мм



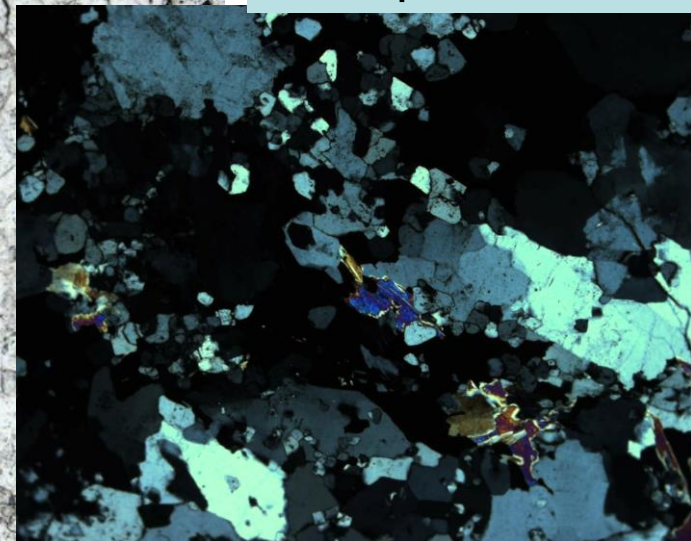
Полевошпат-
кварцевая
жила с танталитом.
29x22 мм. Этыка,
Забайкалье

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn}) (\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W})_2 \text{O}_6$



Шлиф. При 1 николе

Шлиф. Николи х

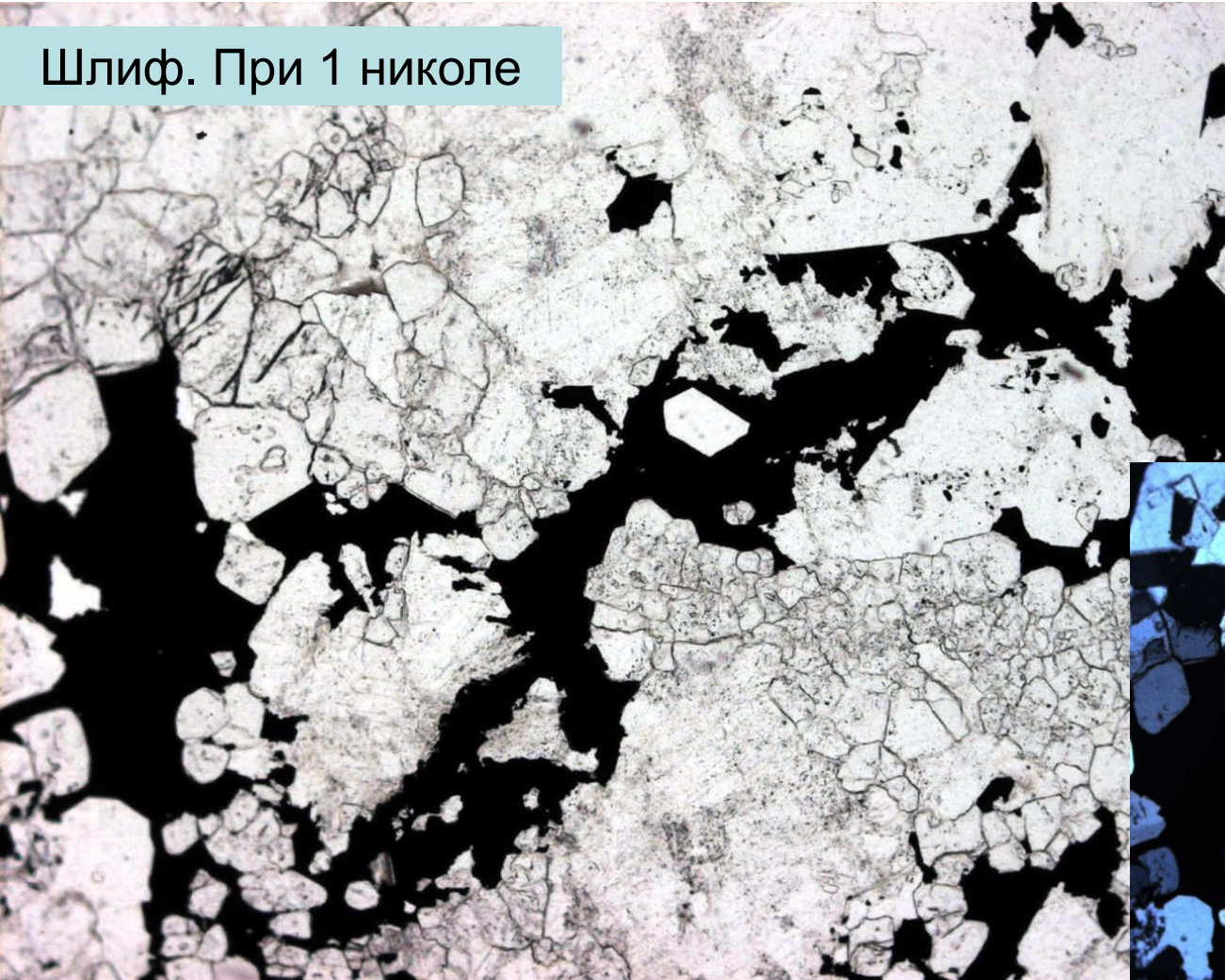


Колл. Т.Н. Шуриги,
фото ЭМС

Танталит ксеноморфный в агрегатах м/з топаза. Этыка

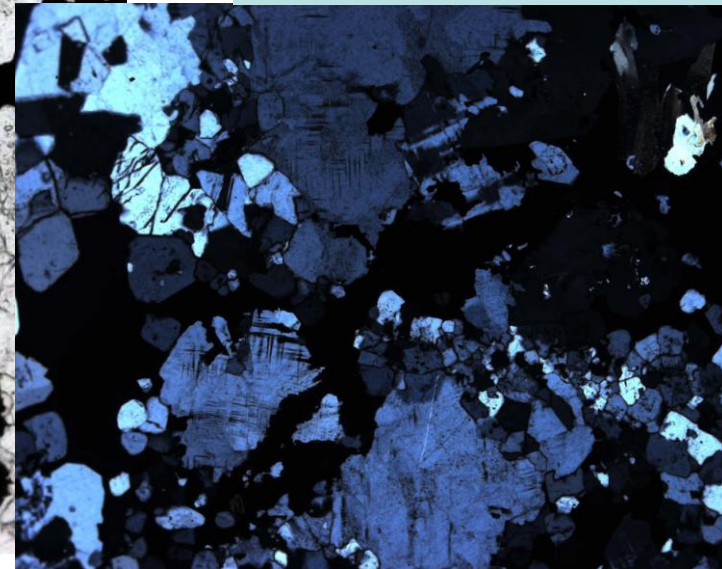
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ Ферротанталит $(\text{Fe}, \text{Mn}) (\text{Ta}, \text{Nb}, \text{W})_2 \text{O}_6$

Шлиф. При 1 николе



Колл. Т.Н. Шуриги,
фото Э.М.
Спиридонова

Шлиф. Николи х



Танталит ксеноморфный в агрегатах м/з топаза. Этыка

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Этыка. Забайкалье

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

| Компо- ненты | Из порфириовидного 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 | |

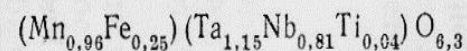
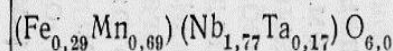
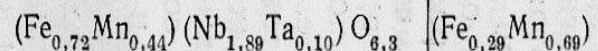
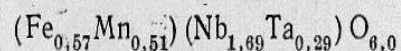
Аналитик

Т. Леонова

Л. Новоросова

Т. Леонова

Формула



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

Фото
М.С. Алфёровой

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Берилл



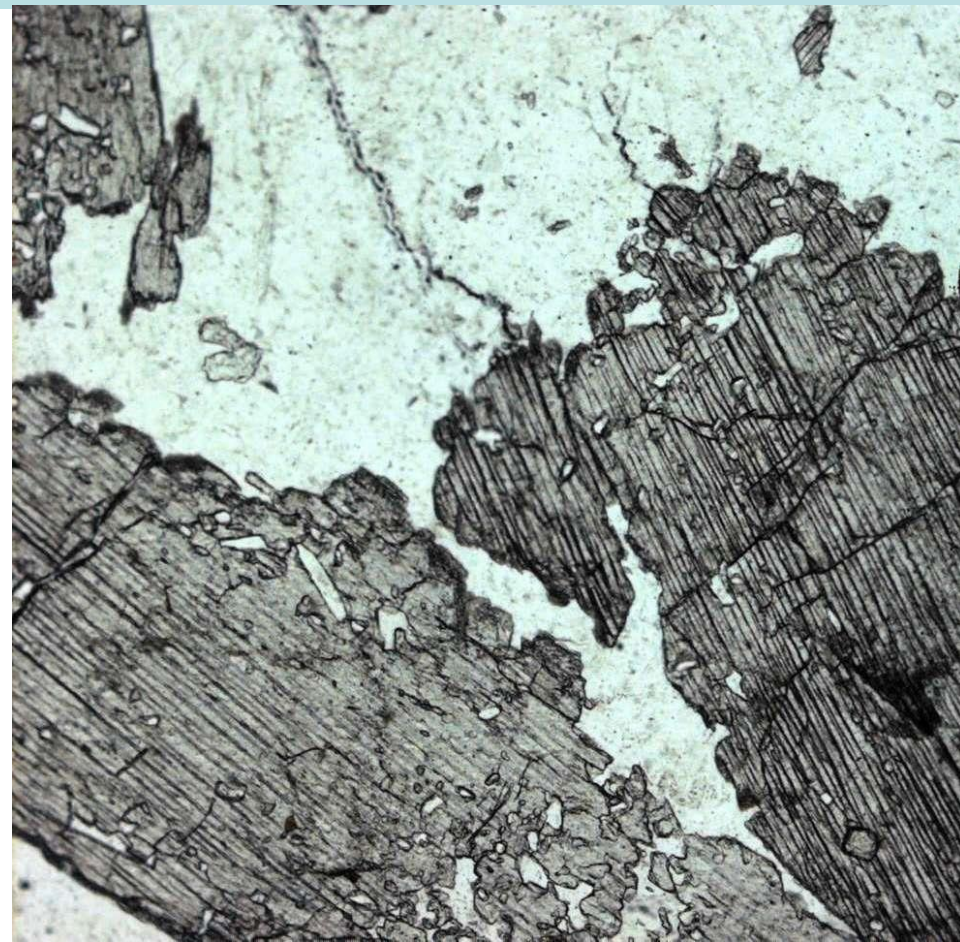
Гнёзда
жёлто-зелёного
берилла.

Снежное,
Восточный
Саян

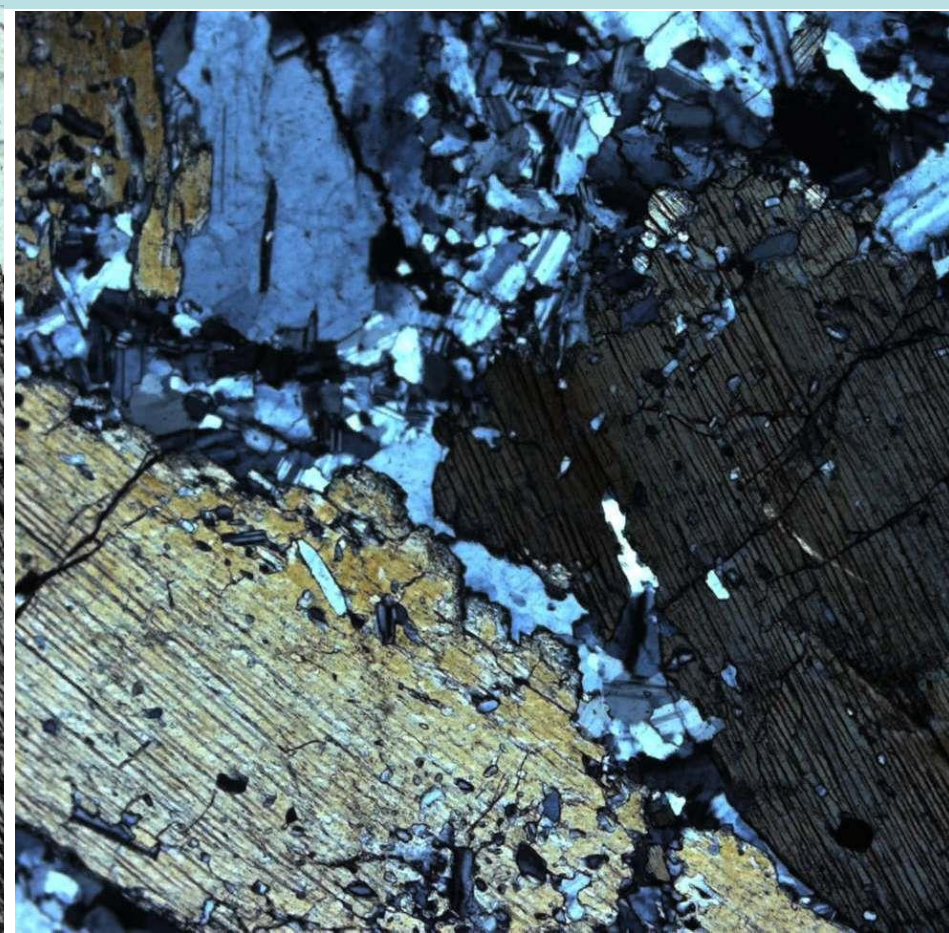
Колл. Т.Н. Шуриги,
фото Э.М. Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

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



Шлиф. При 1 николе

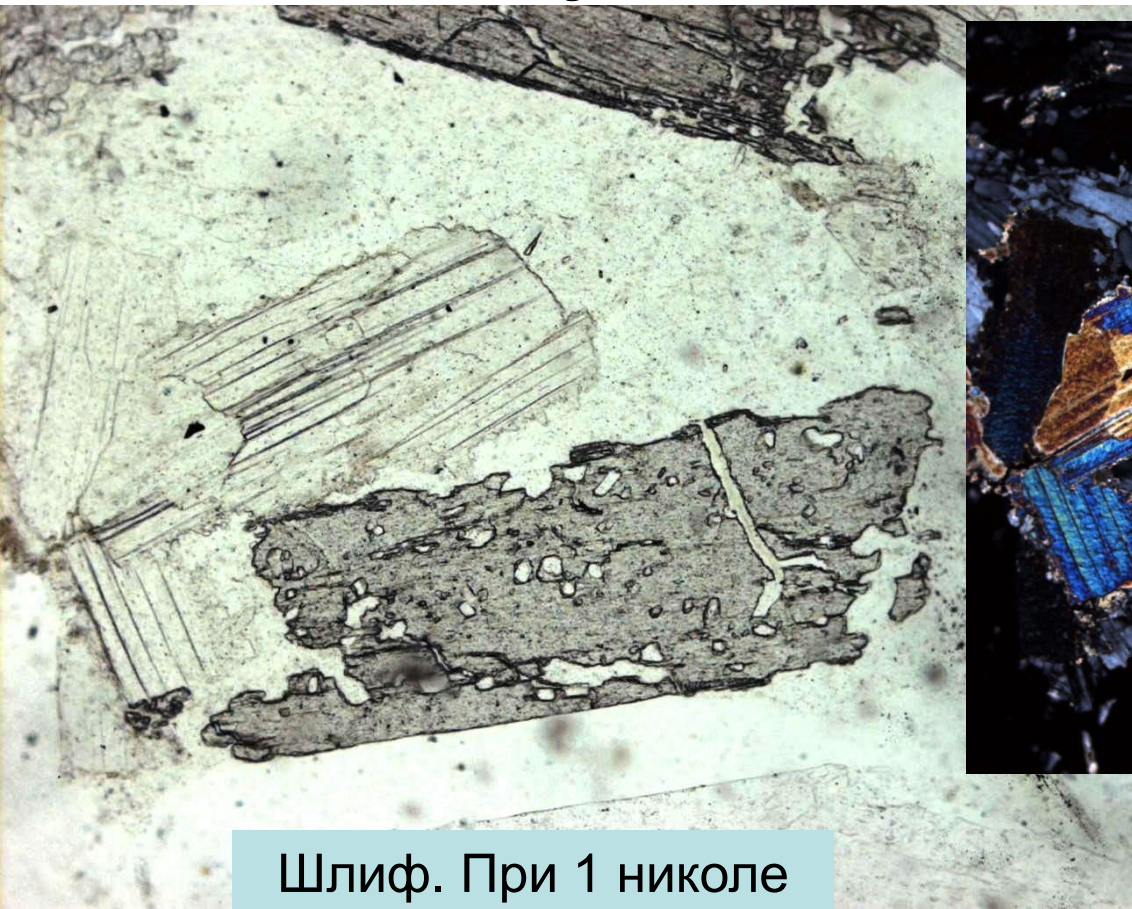


Шлиф. Николи х

Колл. Татьяны Николаевны Блиновой (Шуриги),
Фото Э.М. Спиридонова

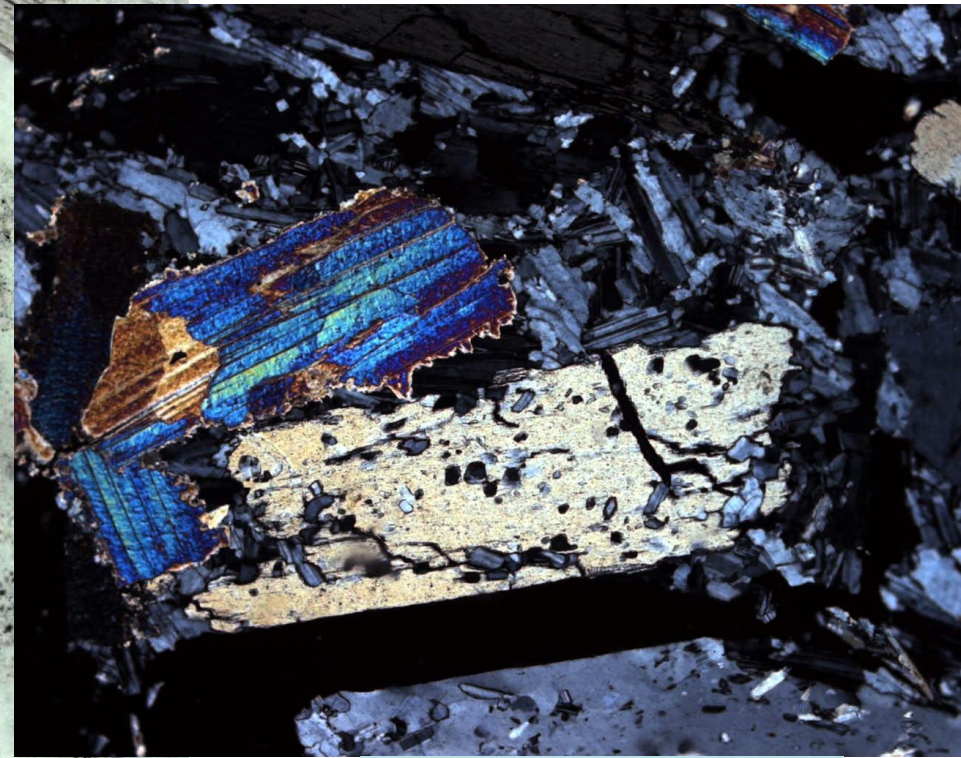
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Сподумен. Алаха, Горный Алтай



Шлиф. При 1 николе

Сподумен и мусковит

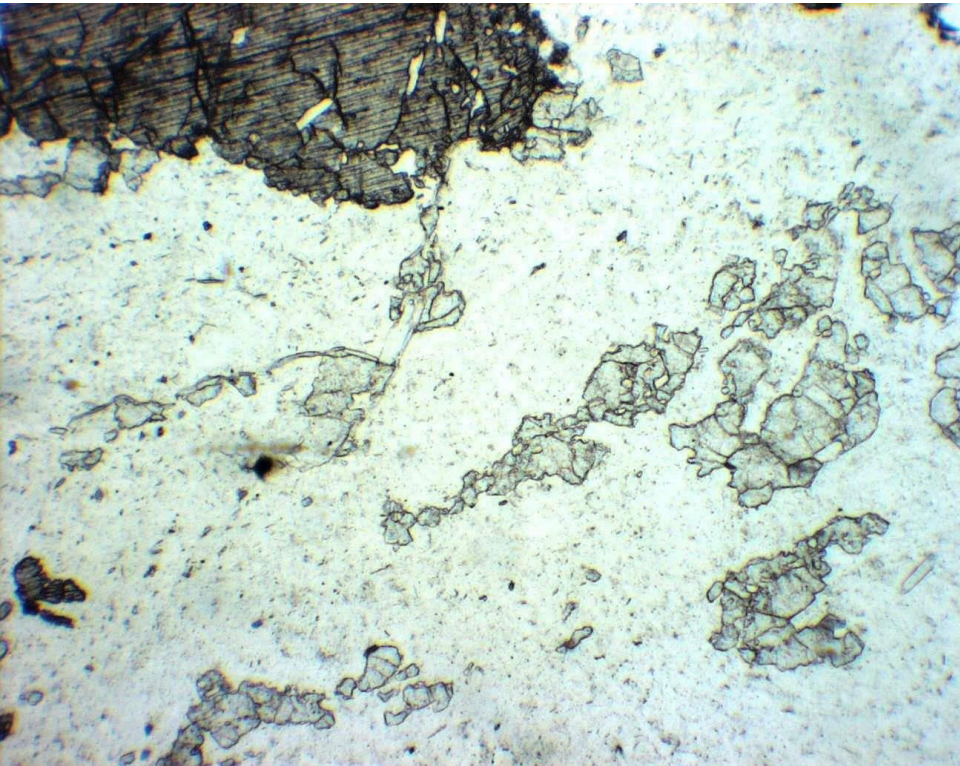


Шлиф. Николи х

Колл. Т.Н. Шуриги,
фото Э.М. Спиридонова

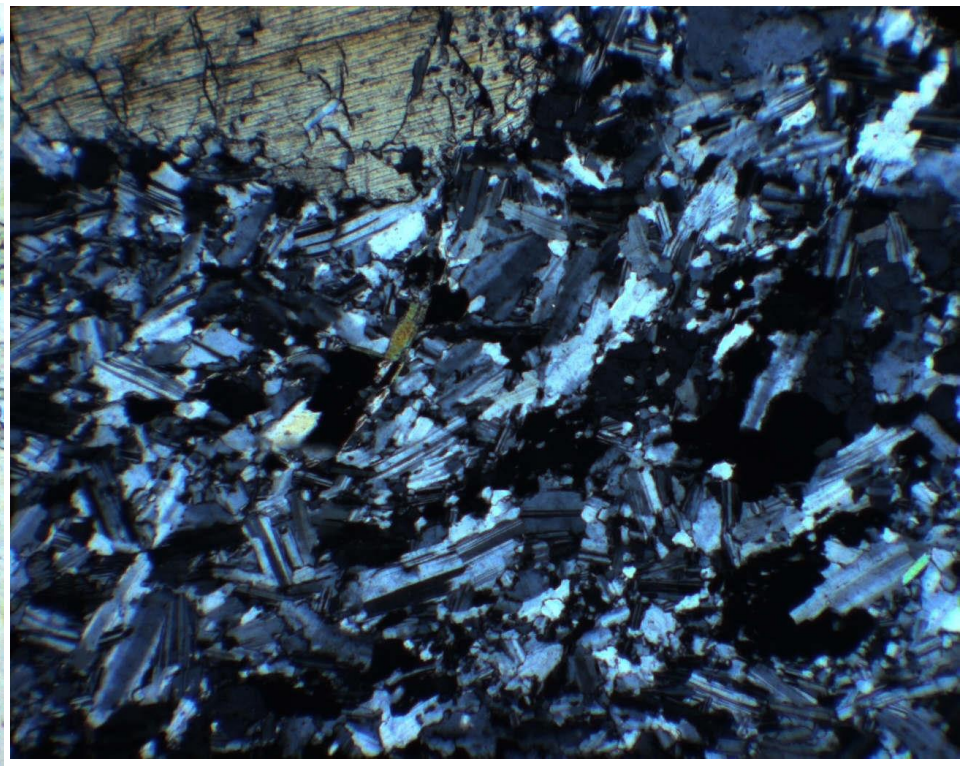
КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Сподумен. Алаха, Горный Алтай



Шлиф. При 1 николе

Сподумен и флюорит

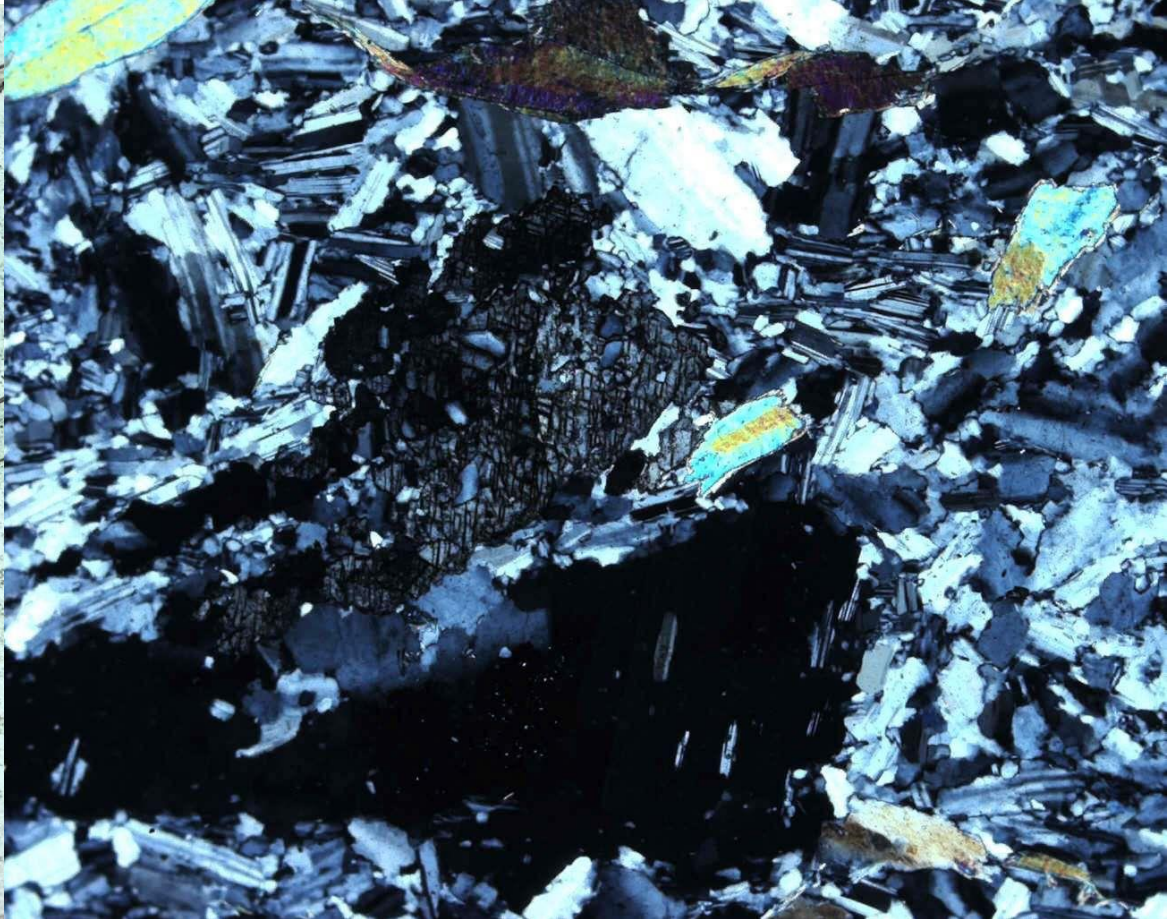
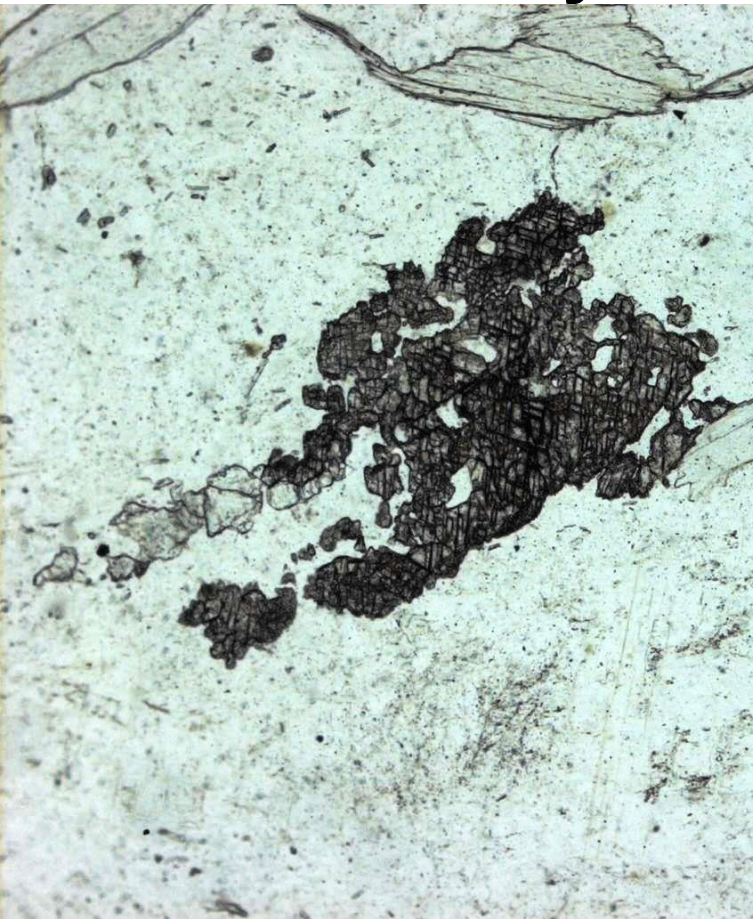


Шлиф. Николи х

Колл. Т.Н. Шуриги,
фото Э.М. Спиридонова

КВАРЦ - ЩЁЛОЧНОПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ = АПОГРАНИТЫ

Сподумен. Алаха, Горный Алтай



Шлиф. При 1 николе

Шлиф. Николи х

Сподумен, мусковит и флюорит

Колл. Т.Н. Шуриги,
фото Э.М. Спиридонова

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

