

**А.Е. Ферсман по дороге на гранитные пегматиты  
Борщовочного кряжа, Восточное Забайкалье**



Имя

Александра Евгеньевича

Ферсмана

навсегда связано с проблемами

гранитных пегматитов

Все типы гранитных пегматитов - остаточные дифференциаты малого объёма в гранитоидных плутонах, камерные в верхней части гранитных тел или жильные в материнском плутоне и в их кровле в породах рамы, или палингенные, не связанные с массивами гранитоидов, - суть пегматиты по А.Е. Ферсману, т.е. продукты кристаллизации флюидонасыщенного магматического расплава гранитного или лейкогранитного состава

**Э.М. Спиридонов**

**061. МИНЕРАЛОГЕНЕЗ  
ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ.**

**Миароловые – кристаллоносные  
гранитные пегматиты.**

**1 часть.**

**Пегматиты «чистой линии»**



# Гранитные пегматиты

Гранитные пегматиты формируются в условиях закрытой системы в обстановке сжатия. Известны гранитные пегматиты двух петрогенетических типов. Их источники : 1) остаточные магматические дифференциаты малого объёма; 2) палингенные расплавы. Гранитные пегматиты возникают при  $P_{H_2O} \geq 1$  кбар и до 6-10 кбар, т.е. на глубинах более 2-3 км и до 25-30 км.

**1 тип.** Гранитные пегматиты – продукты кристаллизации остаточных анхизотктических магматических дифференциатов, насыщенных летучими ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $HF$ ,  $HCl$ ,  $H_3BO_3$ ,  $H_3PO_4$ ...). Они тесно сопряжены с интрузивами гранитоидов – внутриинтрузивные (шлировые, камерные, жильные) обычно в верхней эндоконтактовой зоне в куполах и иных выступах кровли плутонов, часто в надинтрузивной зоне (жильные и трубообразные). Изотопный возраст пегматитов близок возрасту материнских гранитоидов: U-Pb возраст пегматитоносных гранитов Колмозеро (Кольский п-ов) 2520 млн. лет, танталита пегматитов 2518  $\pm$  9 млн. лет; для Выборгского плутона гранитов-рапакиви гранитов 1631-1634 млн. лет, пегматитов 1628 $\pm$ 3 млн. лет. Характерно зональное расположение и зональность состава тел пегматитов относительно материнского гранитного плутона.

Гранитные пегматиты – не дифференцированные, наиболее распространены, состоят из графической зоны. Гранитные пегматиты дифференцированные состоят из аплитовой оторочки, графической зоны, блоковой зоны – зоны блоковых полевых шпатов, кварцевого ядра  $\pm$  различные зоны замещений. обычно на границах блоковых полевошпатовых зон и кварцевого ядра.

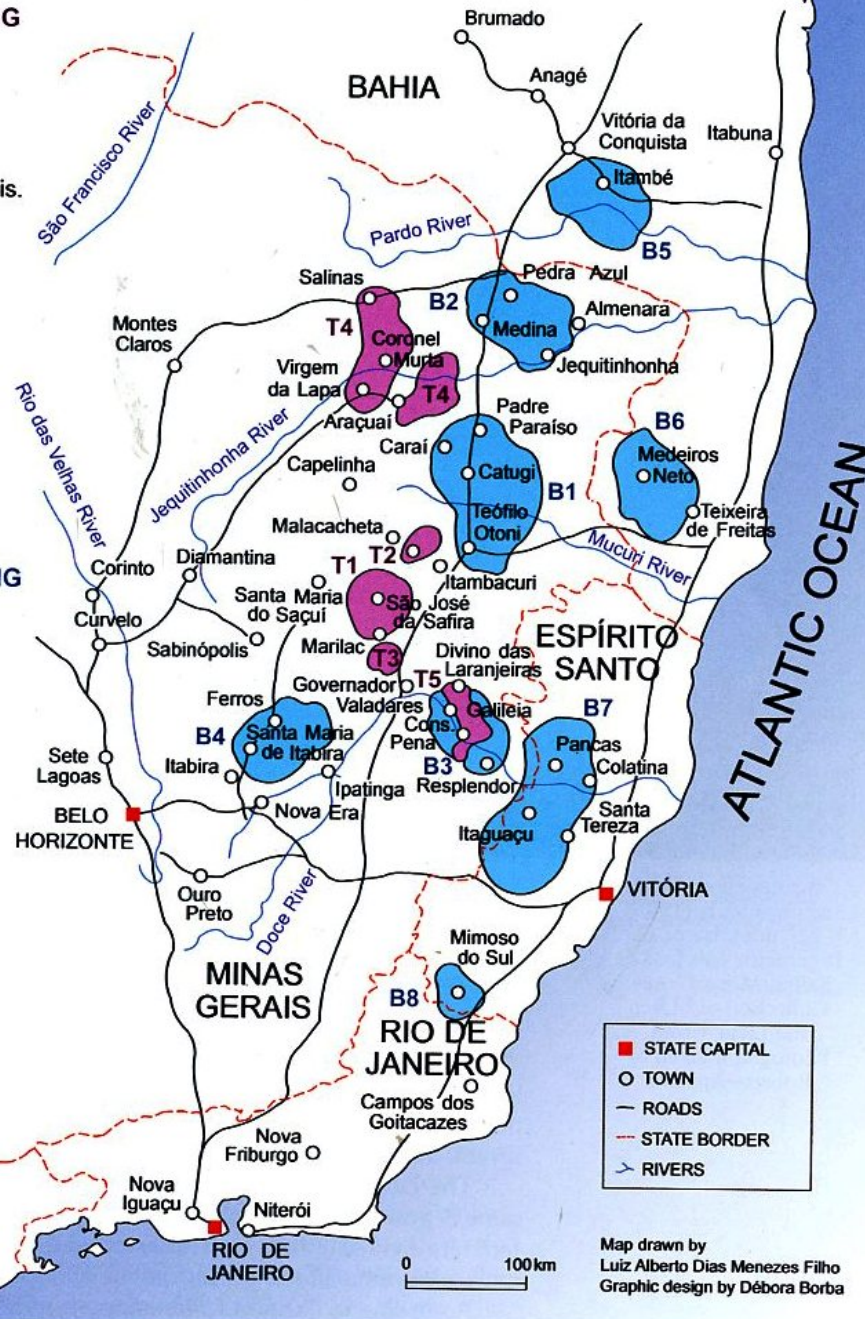
# PEGMATINE PRODUCING DISTRICTS OF EAST MINAS GERAIS

## TOURMALINE PRODUCING DISTRICTS :

- T1 São José da Safira, Água Boa, Santa Maria do Saçuí and Marilac.
- T2 Santa Rosa, Franciscópolis.
- T3 Golconda, Governador Valadares.
- T4 Coronel Murta, Virgem da Lapa, Rubelita, Salinas, Araçuaí and Itinga.
- T5 Conselheiro Pena, Resplendor, Galileia, Goiabeira, São Geraldo do Baixio and Divino das Laranjeiras.

## AQUAMARINE PRODUCING DISTRICTS :

- B1 Carai, Catuji, Padre Paraíso and Teófilo Otoni.
- B2 Medina, Pedra Azul, Jequitinhonha and Almenara
- B3 Divino das Laranjeiras, Galileia, Conselheiro Pena, São Geraldo do Baixio and Resplendor.
- B4 Santa Maria de Itabira, Ferros and Rio Piracicaba.
- B5 Sul da Bahia: Itambé and Macarani.
- B6 Sudeste da Bahia: Teixeira de Freitas, Medeiros Neto and Jaquetô.
- B7 Oeste do Espírito Santo: Colatina, Santa Tereza, Itaguaçu and Pancas.
- B8 Sul do Espírito Santo: Mimoso do Sul.



■ STATE CAPITAL  
○ TOWN  
 — ROADS  
 - - - STATE BORDER  
 > RIVERS

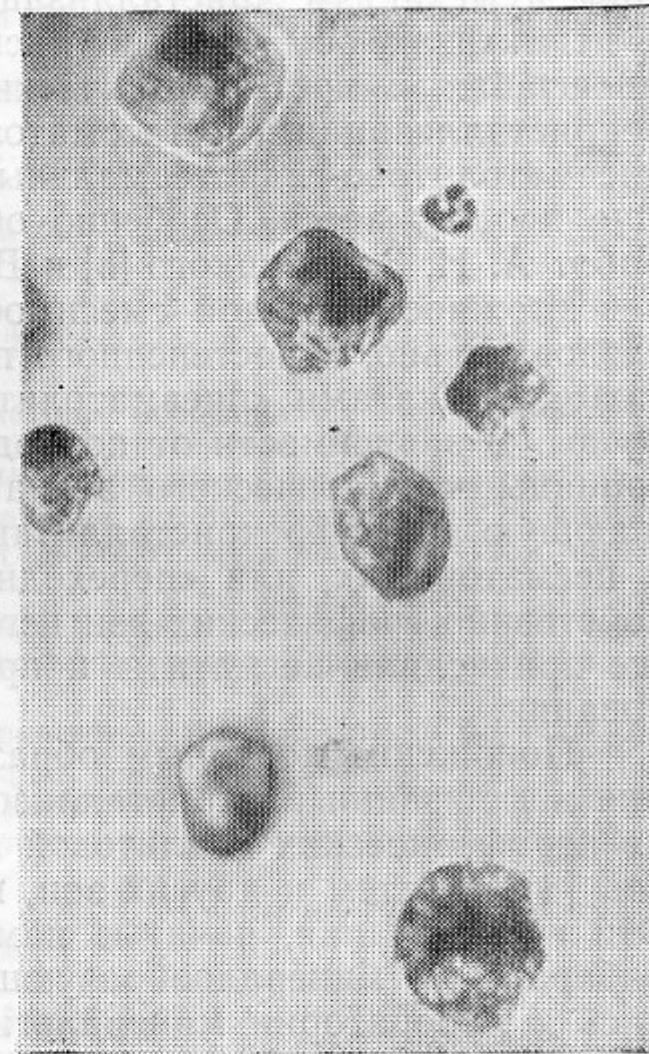
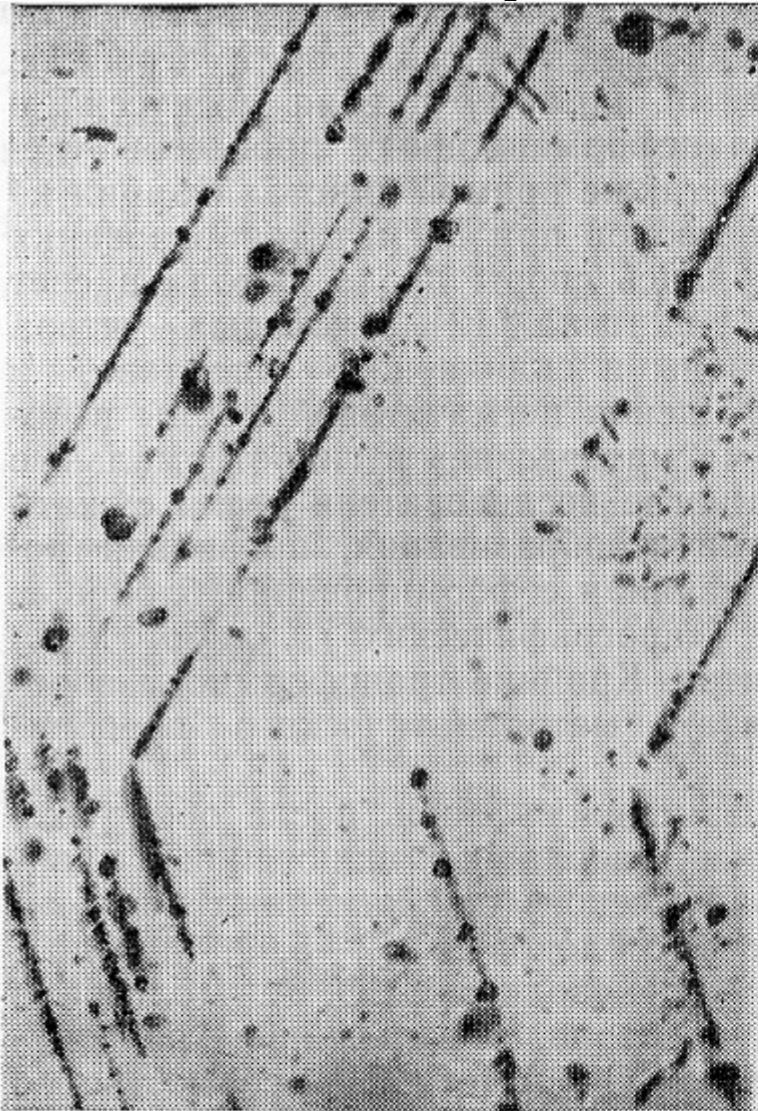
Map drawn by Luiz Alberto Dias Menezes Filho  
 Graphic design by Débora Borba

# Гранитные пегматиты

Знаменитые поля гранитных пегматитов с самоцветами на востоке штата Минас Жераис, Бразилия



# Гранитные пегматиты



Раскристаллизованные расплавные включения в кварце гранитных пегматитов (Бакуменко, 1983)

*Рис. 1.* Расположение раскристаллизованных включений по зонам роста пегматоидного кварца. Камерные пегматиты гранитного массива Бектау-ата (Прибалхашье). Ув. 76.

*Рис. 2.* Азонально расположенная группа раскристаллизованных включений в ихтиоглипте кварца. Зона графических агрегатов в камерных пегматитах Кыринского гранитного массива (Читинская обл.). Ув. 480.



# Гранитные пегматиты – природные автоклавы

На магматической “автоклавной” стадии при формировании графической, блоковых зон и кварцевого ядра тела гранитных пегматитов - закрытые системы, в значительной степени термостатированные. Небольшой термический градиент всё же был, что создавало возможности для химических транспортных реакций с небольшим количеством вещества растворителя – переносчика. Наличие газовых пустот обеспечивало некоторый градиент давлений внутри пегматитового «автоклава», - дополнительный фактор движения флюидов. Концентрация солей в  $H_2O$  и  $H_2O - CO_2$  флюидах составляла 40 и более масс. %, это – хлориды K, Na, Fe, Ca, фториды и алюмофториды K и Na, бораты K, Na, Li, борофториды K и Cs... Крупные до огромных размеры кристаллов полевых шпатов (до 25 м), кварца (до 15 м), сподумена (до 12 м), берилла (до 18 м), мусковита (до 6 м), топаза (до 1.5 м) и их исключительные качества свидетельствуют о чрезвычайно медленной скорости их кристаллизации. Термостатирование и фракционная кристаллизация пегматитовых расплавов-растворов обеспечили поразительную степень дифференциации вещества. Собственные минералы образовали даже те химические элементы, которые в стандартных процессах полностью маскированы в минералах распространённых элементов: гафнон  $Hf[SiO_4]$ , поллуцит  $Cs[AlSi_2O_6]$ , рубиклин  $Rb[AlSi_3O_8]$ , черниит  $Cu_2CdSnS_4$ . Яркий пример – аммониевый полевой шпат баддингтонит в пегматитах. Кларк азота в гранитах первые г/т. Азот ( $NH_4^+$ ) должен был рассеяться в калишпатах и слюдах. Ан нет !

# Классификация гранитных пегматитов

Поскольку главное в генезисе пегматитов – поведение летучих, постольку ведущий параметр их классификации – давление (глубинность формирования).

- I. Гранитные пегматиты относительно низких давлений при начальном минералообразовании – 1-2 кбар, - миароловые или кристаллоносные.**
- II. Гранитные пегматиты умеренных давлений при начальном минералообразовании – 2-4 кбар, - редкометальные.
- III. Гранитные пегматиты повышенных давлений при начальном минералообразовании – 4-6 кбар, - редкометально-мусковитовые.
- IV. Гранитные пегматиты высоких давлений при начальном минералообразовании – 6-10 кбар, - мусковитовые,  
уран-редкоземельные,  
керамические.

С ростом давления заметно меняется состав кварц-полевошпатовых котектик: кварц - К-На полевой шпат – 1 кб ~ 40 % кварца, 2 кб ~ 35 % кварца, 4 кб ~ 30 % кварца; кварц – олигоклаз – 1 кб ~ 47 % кварца, 2 кб ~ 43 % кварца, 5 кб ~ 40 % кварца, 10 кб ~ 25 % кварца.

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

В ходе кристаллизации гранит-пегматитового расплава увеличивалась кислотность флюида и возникали мусковит, гранаты, колумбит-танталит, касситерит, воджинит, микролит, берилл, топаз, андалузит, шерл, тсилаизит, эльбаит, фойтит, россманит, лепидолит, масутомилит, воробьевит, пезоттаит, родицит, лондонит, гамбергит, еремеевит; истощались Mg, Fe, Ti, Ca, Sr, Ba, Zn; накапливались F, B, Sn, Pb, Nb, Ta, Be, Li, Rb, Cs. Малоглубинные (Р при начальном минералообразовании 1-3 км) – миароловые гранитные пегматиты Бразилии, Урала, Украины, США, Забайкалья, Памира..., в максимальной степени насыщенные флюидами с F, Li и B, нередко содержат кристаллы самоцветов. Это кварц, берилл, топаз, андалузит, флюорит, апатит, турмалины, спессартин, сподумен, лепидолит, данбурит, еремеевит, гамбергит, родицит и иные. Графические кварц - полевошпатовые (К-Na полевой шпат, реже олигоклаз) срастания - “еврейский камень”, “рунические письмена”, - популярный поделочный материал.

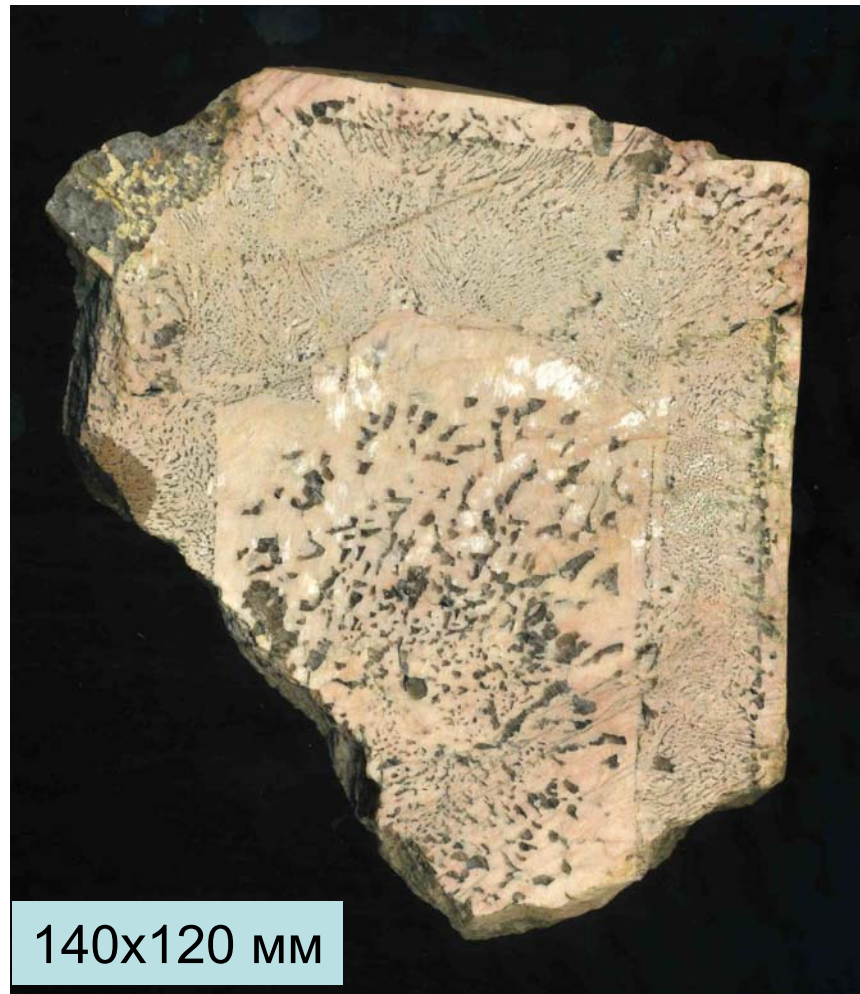


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



70x50 мм. Золотая Гора, Забайкалье

Относительно богатые кварцем  
графические срастания



140x120 мм

Смена условий при  
росте одного кристалла  
К-Na полевого шпата



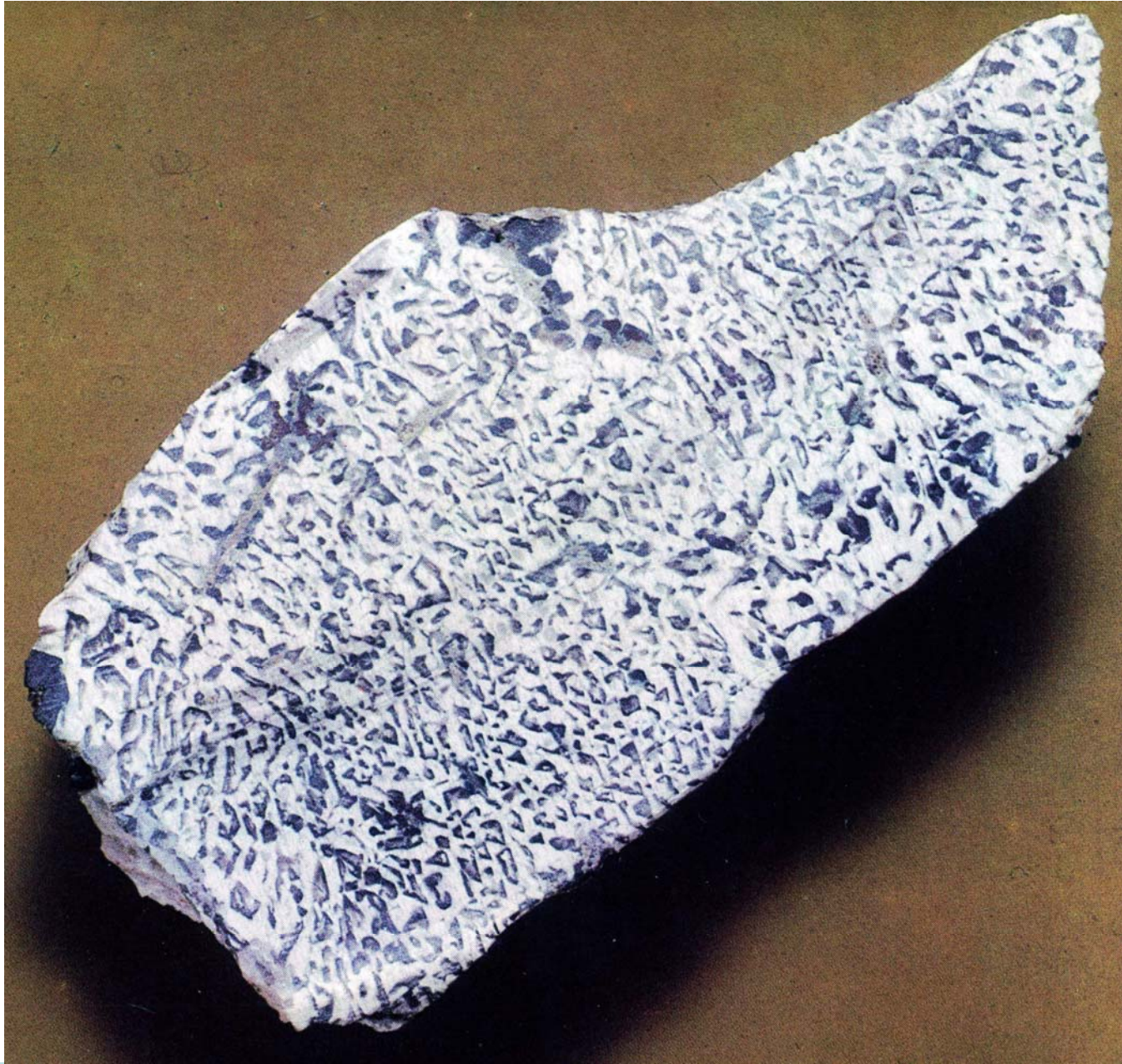
# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Средний Урал. Колл. О.К. Иванова. Фото Н.Н. Жукова



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Богатые кварцем графические срастания. Волынь, Украина



# Гипабиссальные гранитные пегматиты. К-Na полевой шпат – микроклин - макропертит



Монокристалл.  
Lavra do Sapo,  
Conselheiro Pena,  
Минас Жераис

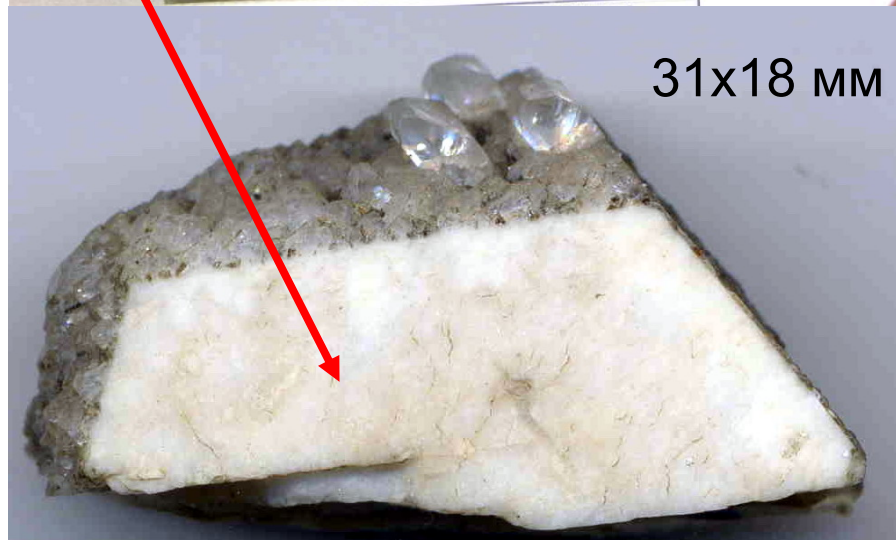
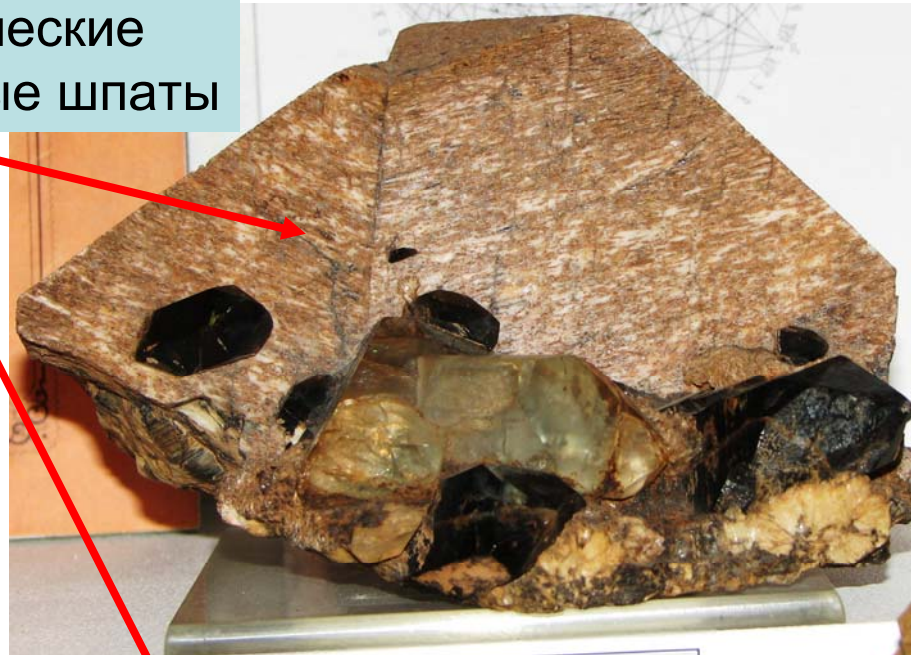


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Магматические  
К-На полевые шпаты



120x80x60 мм.  
Мокруша, Урал



31x18 мм

Эпитаксия альбита на К-На пол. шп.  
Стржегом, Силезия, Польша



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

120x110x55 мм



Агрегаты альбита и лепидолита на микроклин-пертите, из которого выщелочена часть пластин распада альбита.

Мокруша, Средний Урал

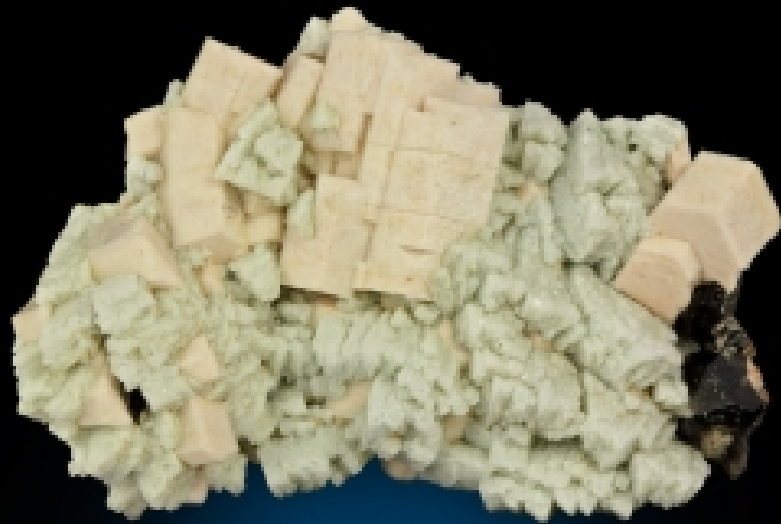


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Агрегаты альбита на микроклин-пертите, из которого частью выщелочены тельца распада альбита. Мокруша, Средний Урал

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Микроклин + альбит  
+ раух-кварц  
75x50 мм.  
Катамарка, Аргентина



Ортоклаз-пертит



Ортоклаз-пертит и альбит.  
Мокруша, Мурзинка, Урал



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Кристалл полупрозрачного адуляровидного микроклин-пертита. На нём альмандин-спессартин. 33x32 мм.  
Река Арда, Вост. Родопы, Болгария

Колл. и фото Э.М. Спиридонова

Кристалл полупрозрачного ортоклаз-пертита. 37x20 мм.  
Река Арда, Вост. Родопы, Болгария





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

100 мм

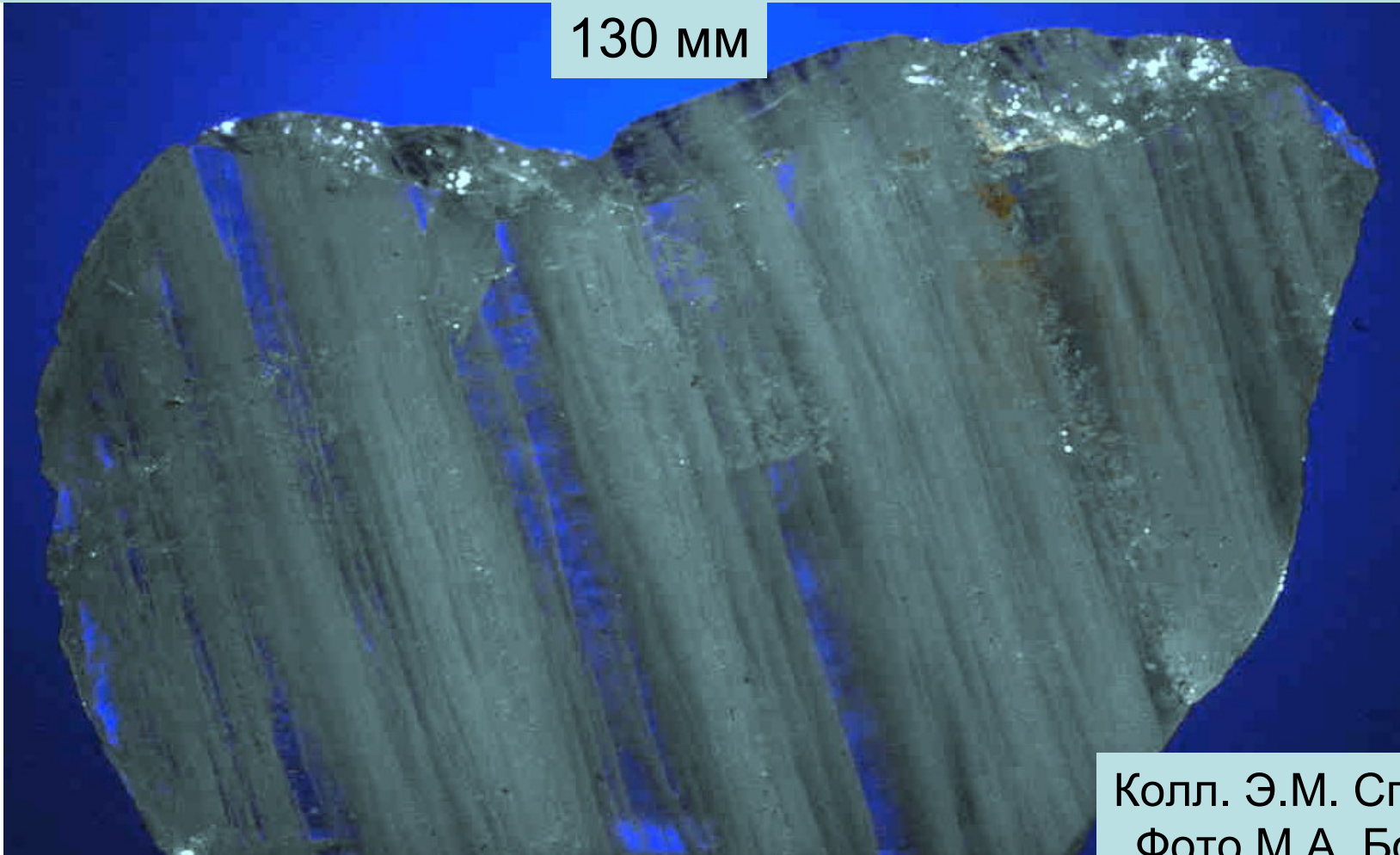


Две генерации калиевого полевого шпата и флюорит.  
Erongo complex, Намибия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Кварц аплитовой и графической зон и кварцевого ядра – магматический высокотемпературный  $\beta$ -кварц, который затем превратился в сотовый  $\alpha$ -кварц. В трещинах сотового кварца содержится масса газовых включений. Иногда такой кварц – симпатичный поделочный камень (в пегматитах Волыни...).

130 мм



Колл. Э.М. Спиридонова  
Фото М.А. Богомолова



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Более поздняя генерация - это пневмато-гидротермальный  $\alpha$ -кварц с дымчатой окраской - морион = раух-кварц, в структуре которого часть атомов Si замещена Al и менее  $Fe^{3+}$ ; интенсивность дымчатой окраски зависит от степени радиоактивного облучения кварца. Такой кварц используют как прекрасный пьезоматериал и как поделочный камень.

300  
мм



Морион + микроклин-пертит + альбит.  
Мурзинка, Урал



Облученный  
синтетический кварц с  
Al и  $Fe^{3+}$ . Правая часть  
кристалла при облучении  
была закрыта  
пластиной свинца



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Морион, раухкварц. Кристаллы мориона, раухкварца широко распространены в миаролах пегматитов Бразилии, Украины и Урала. При повышенных температурах для кварца характерна структурная примесь  $Al^{3+}$ . Al-центры, будучи облучены (радиоактивное облучение), обусловили различной интенсивности дымчатую окраску кварца. Одно из крупных Волынское месторождение на Украине в апикальной части Коростенского плутона лейкогранитов позднего протерозоя. Объём кристаллоносных камер в пегматитах до  $250 \text{ м}^3$ . Иногда для добычи одного крупного кристалла мориона (пьезокварцевое сырьё) проходили отдельную шахту. Мне довелось присутствовать при добыче такого кристалла размером  $8 \times 1.2 \times 1.2 \text{ м}$ , который почти горизонтально покоился на щётках из сотен крупных кристаллов микроклин-пертита, покрывавших стенки огромной полости. Цвет волынского раухкварца варьирует от густого смоляно-коричневого через коричневый с сиреневатым оттенком до цитринового. Камерные пегматиты Волыни подстилаются апогранитными флюорит-мусковит-альбитовыми метасоматитами с сидеритом и с выщелоченным кварцем. Очевидно, что эти образования являлись источником  $SiO_2$  для образования гигантских кристаллов раух-кварца волыньских камерных пегматитов (Лазаренко и др., 1973).

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Пневмато-гидротермальный  $\alpha$ -кварц с дымчатой окраской - морион.  
Минас-Жераис, Бразилия



103 кг

150x130 мм



альбит

Lavra Sao Pedro,  
Malacacheta



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

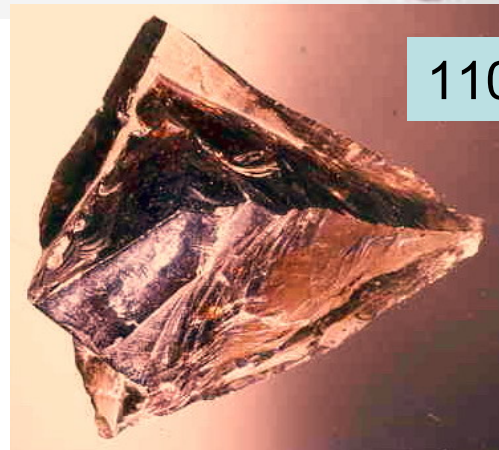
Пневмато-гидротермальный  $\alpha$ -кварц с дымчатой окраской.  
Коростеньский плутон, Волынь, Украина



80 мм



120  
мм



110 мм



90 мм

На обломок раухкварца нарос горный хрусталь

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

На пневмато-гидротермальный  $\alpha$ -кварц с дымчатой окраской вырос горный хрусталь и/или стеклистый молочно-белый  $\alpha$ -кварц.

Минас-Жераис, Бразилия





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Пневмато-гидротермальный  
 $\alpha$ -кварц  
со светлой дымчатой окраской.  
87 кг.

Conselheiro Pena,  
Минас-Жераис,  
Бразилия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Пневмато-гидротермальный  $\alpha$ -кварц - горный хрусталь и/или стеклистый  
молочно-белый кварц.  
Минас-Жераис, Бразилия



С включениями  
зеленого турмалина

С мусковитом  
и  
полевыми  
шпатами





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Кристалл горного хрусталя 950 мм  
с полихромным турмалином и альбитом.  
Мадагаскар



Фото Э.М. Спиридонова

80x30 мм



Кварц на эльбаите.  
Alto Ligonha, Мозамбик



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Альбит

110  
MM



Расщепленный (завитый)  
альбит - клевеландит  
на микроклине.  
Горихо, Монголия

80x60  
MM

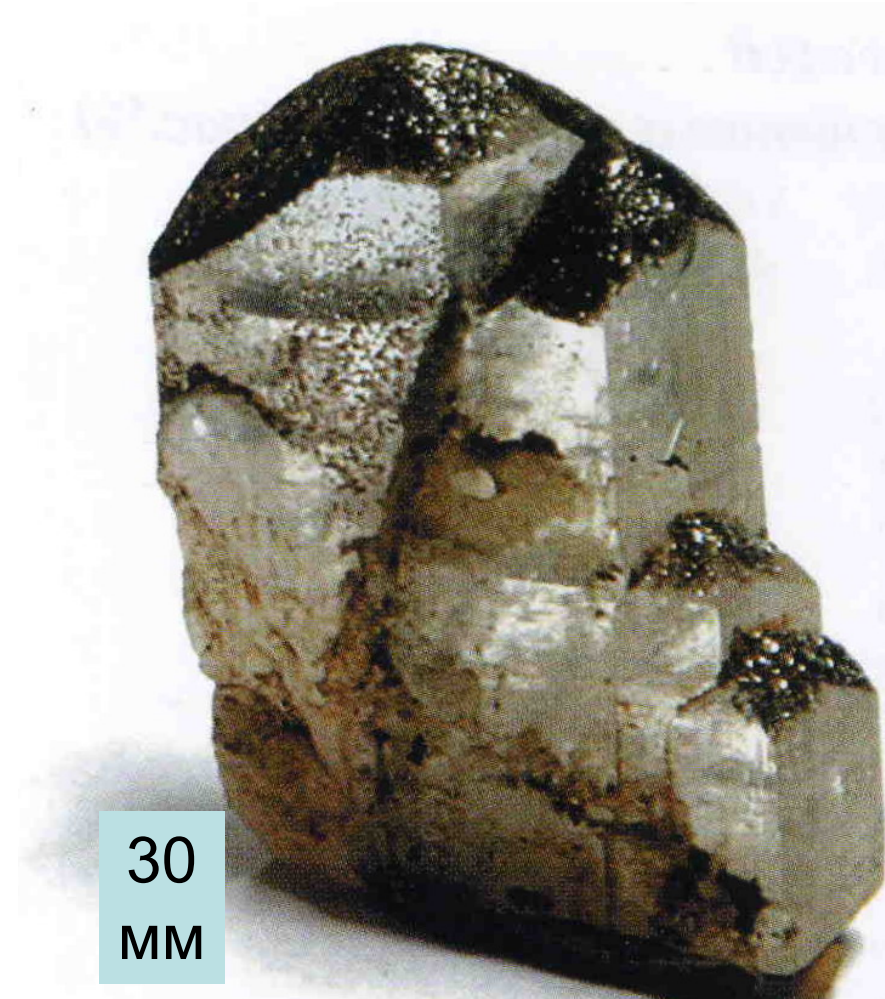


Шерл в шубе  
альбита - клевеландита.  
Алабашка, Средний Урал



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Биотит - сидерофиллит



30  
мм

Сидерофиллит – присыпки  
на топазе. Ильмены

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Гранаты ряда альмандин – спессартин, обогащенные Y, -  
характерные минералы гранитных пегматитов

**Mn-альмандин  $(\text{Mn}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3 (\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$**



70 мм. Манганальмандин, альбит,  
микроклин. Пакистан



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Спессартин  $(\text{Mn, Fe}^{2+})_3 (\text{Al, Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$



Спессартин на шерле.  
65 мм. Пакистан



Спессартин  
+ шерл  
+ альбит



Спессартин и  
дымчатый кварц

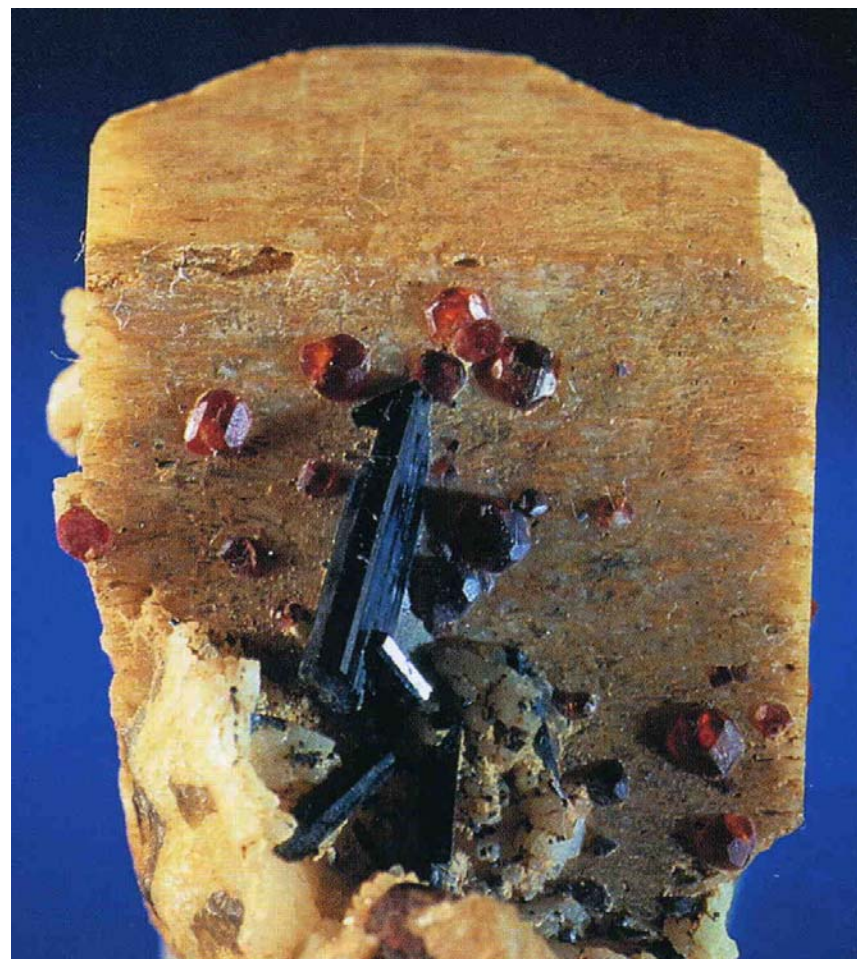


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Спессартин  $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$



Спессартин на К-На полевоом шпате. Мурзинка, Средний Урал

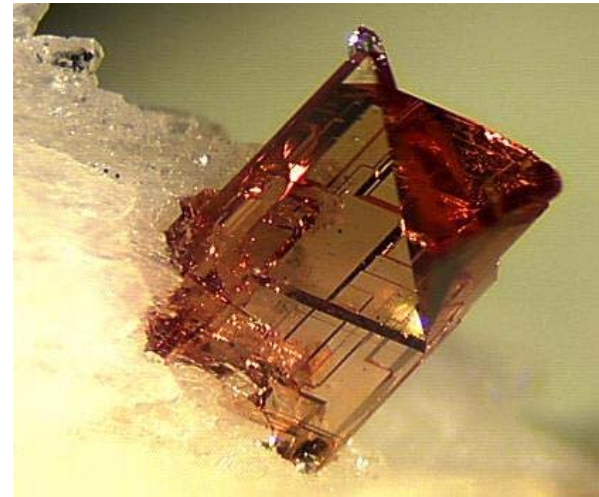
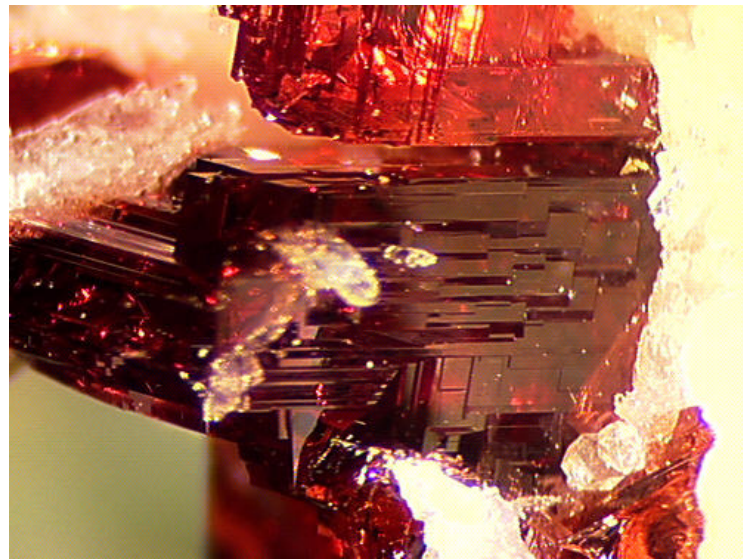


Спессартин до 3 мм и шерл на микроклине. Старая Мыльница, Мурзинка



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Спессартин  $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$



Бразилия



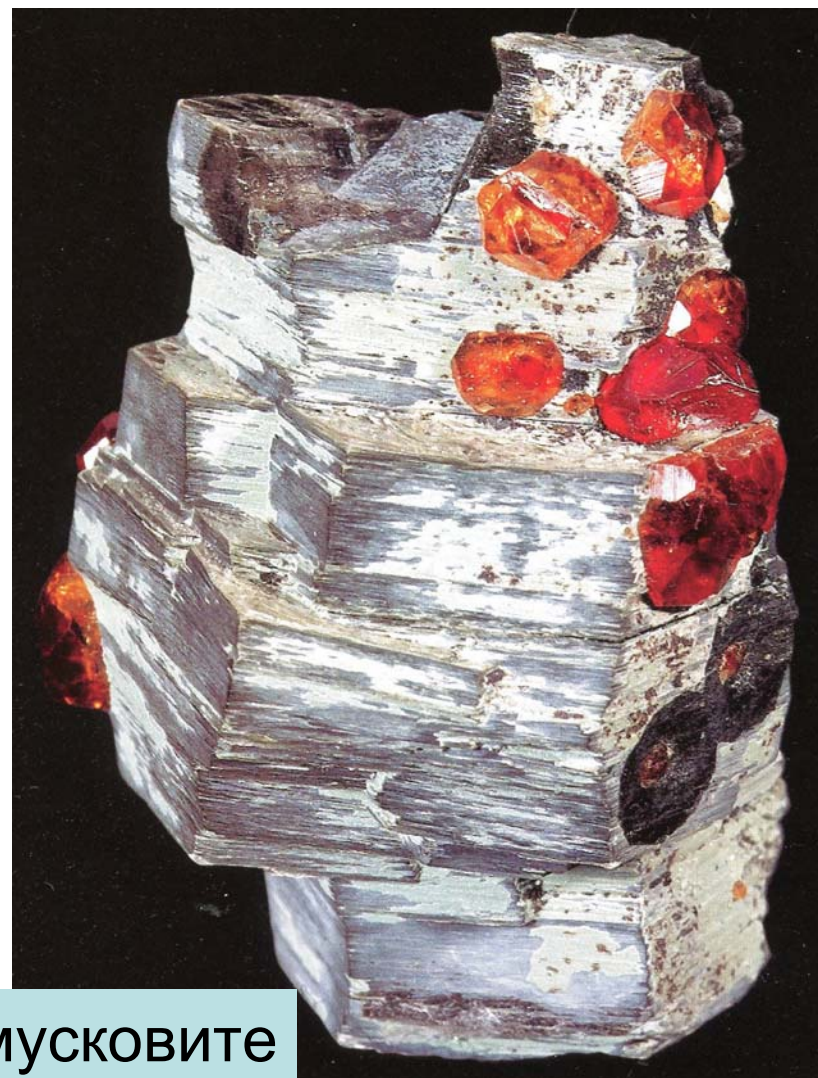
# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Спессартин $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$

50x70 мм



Yunling, Tongbei,  
Фуцзянь, юж. Китай



На мусковите



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Спессартин $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$



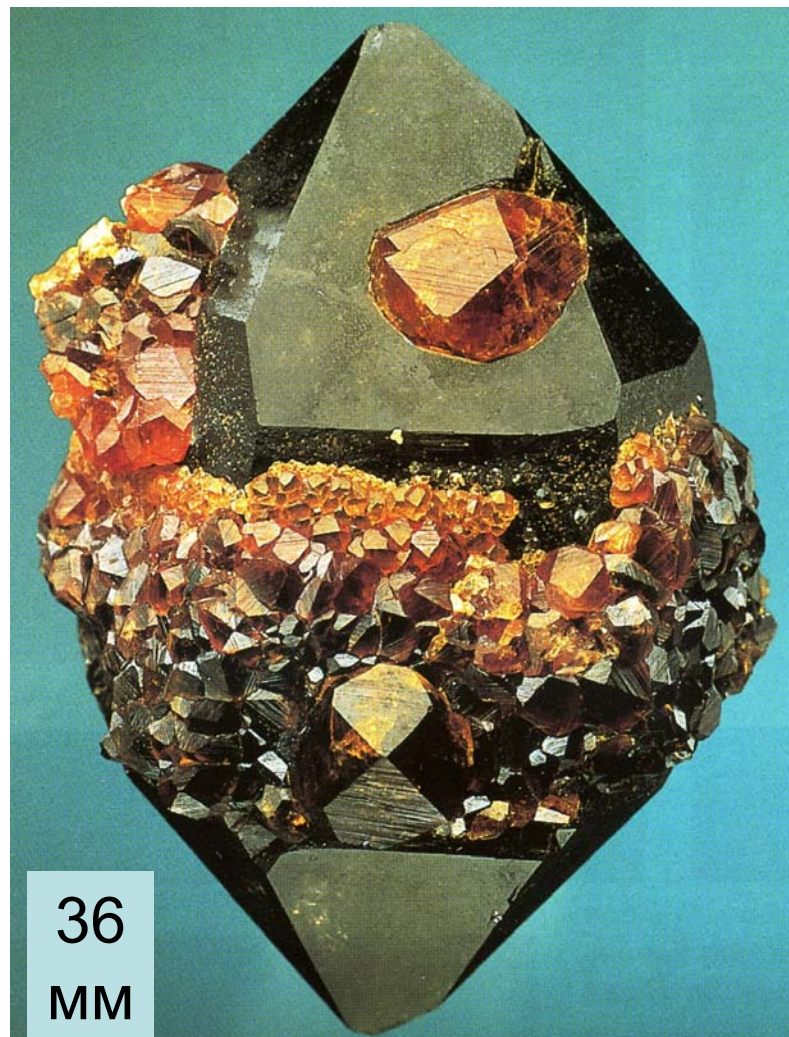
С  
пиритом

до 15 мм

Yunling, Tongbei,  
Фуцзянь, юж. Китай



100x80 мм. С морионом



36  
мм



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Спессартин $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$

90x60 мм



Yunling, Tongbei,  
Фуцзянь, юж. Китай

Пирит 20 мм



Пирит до 15 мм





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Спессартин $(\text{Mn,Fe}^{2+})_3 (\text{Al,Fe}^{3+})_2 [\text{SiO}_4]_3$

С мусковитом  
и альбитом



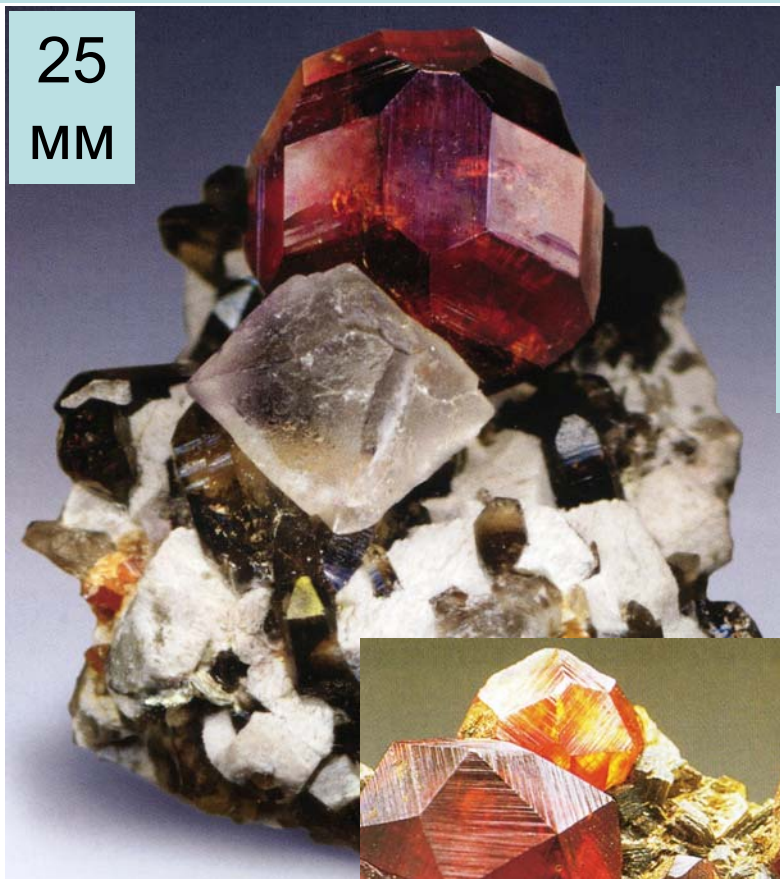
86 мм

60x30 мм



Yunling, Tongbei, Фуцзянь, юж. Китай

25  
мм



С раух-  
кварцем,  
альбитом,  
флюоритом

Кристаллы  
до 15 мм  
с мусковитом



## КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

**Турмалин**  $W X_3 Y_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (OH, F, O)_4$

$W = Na, K, Ca, \square$ ;  $X = Mg, Fe, Mn, Al, Li, Zn..$ ;  $Y = Al, Fe, Cr, Ti...$

Турмалины – характерные минералы гранитных пегматитов. Стандартная последовательность формирования турмалинов в гранитных пегматитах “чистой линии” : шерл → тсилаизит → эльбаит → россманиит; при этом в составе турмалина снижаются содержания Fe, Ti, Mg, а затем и Mn, растут – Li, Al. В конце в условиях возросшей кислотности появляется катион-дефицитный россманиит.

Шерл  $Na Fe^{2+}_3 Al_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (OH, F)_4$

Тсилаизит  $Na (Mn^{2+}_{1.5} Al_{1.5}) Al_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (OH, F)_4$

Эльбаит  $Na Li_{1.5} Al_{1.5} Al_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (F, OH)_4$

Россманиит  $\square Li Al_2 Al_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (F, OH)_4$

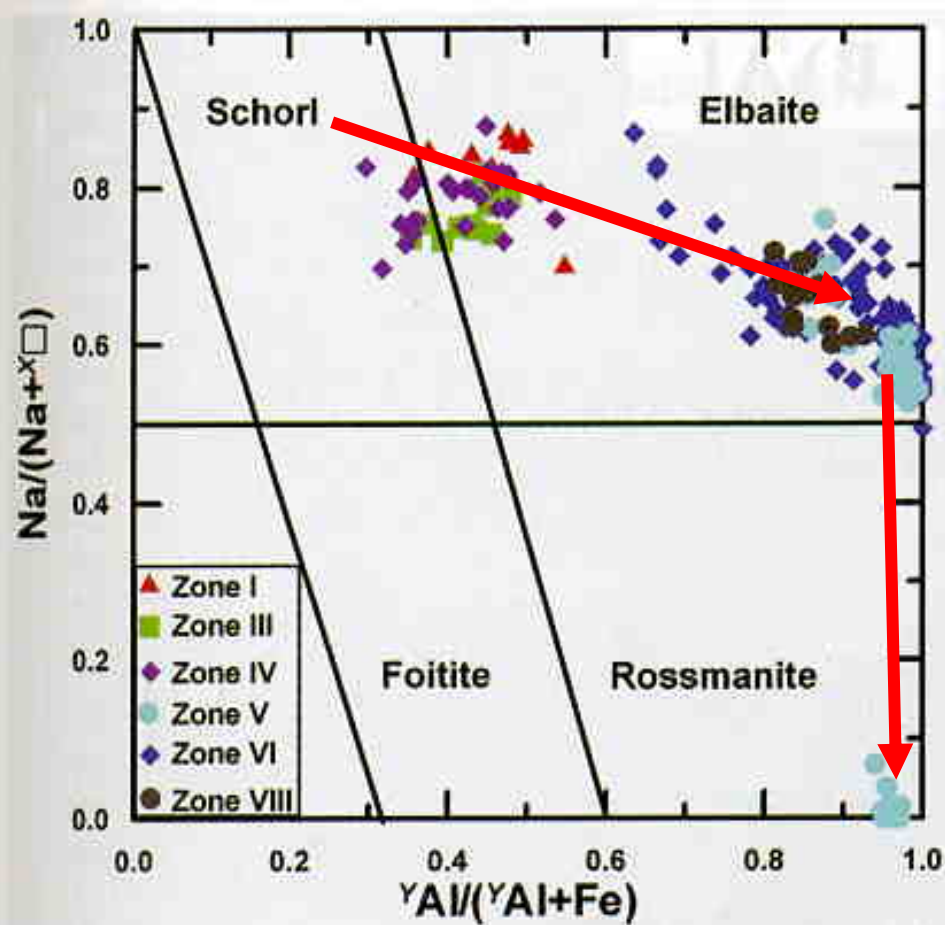


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Турмалин  $W X_3 Y_6 (BO_3)_3 [Si_6O_{18}] (OH, F, O)_4$

$W = Na, K, Ca, \square$ ;  $X = Mg, Fe, Mn, Al, Li, Zn..$ ;  $Y = Al, Fe, Cr, Ti...$

Эволюция состава турмалина в пегматитах чистой пинии



Шерл → марганцовистый  
шерл-эльбаит = тсилаизит  
→ эльбаит → россманит.

Коктокай, ЮВ Алтай,  
Синьцзянь, Китай

FIG. 9. Classification of tourmaline in the internal zones of the Koptokay No. 3 pegmatite.

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин – кристаллическая структура

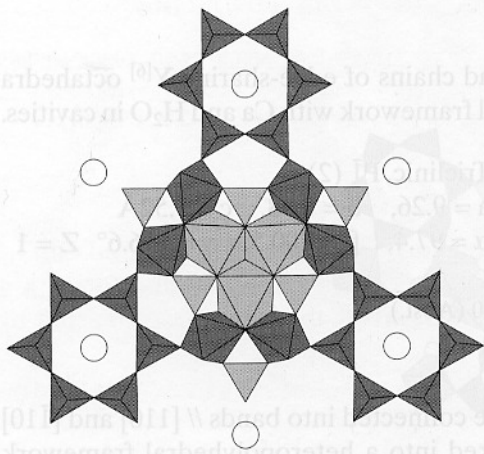
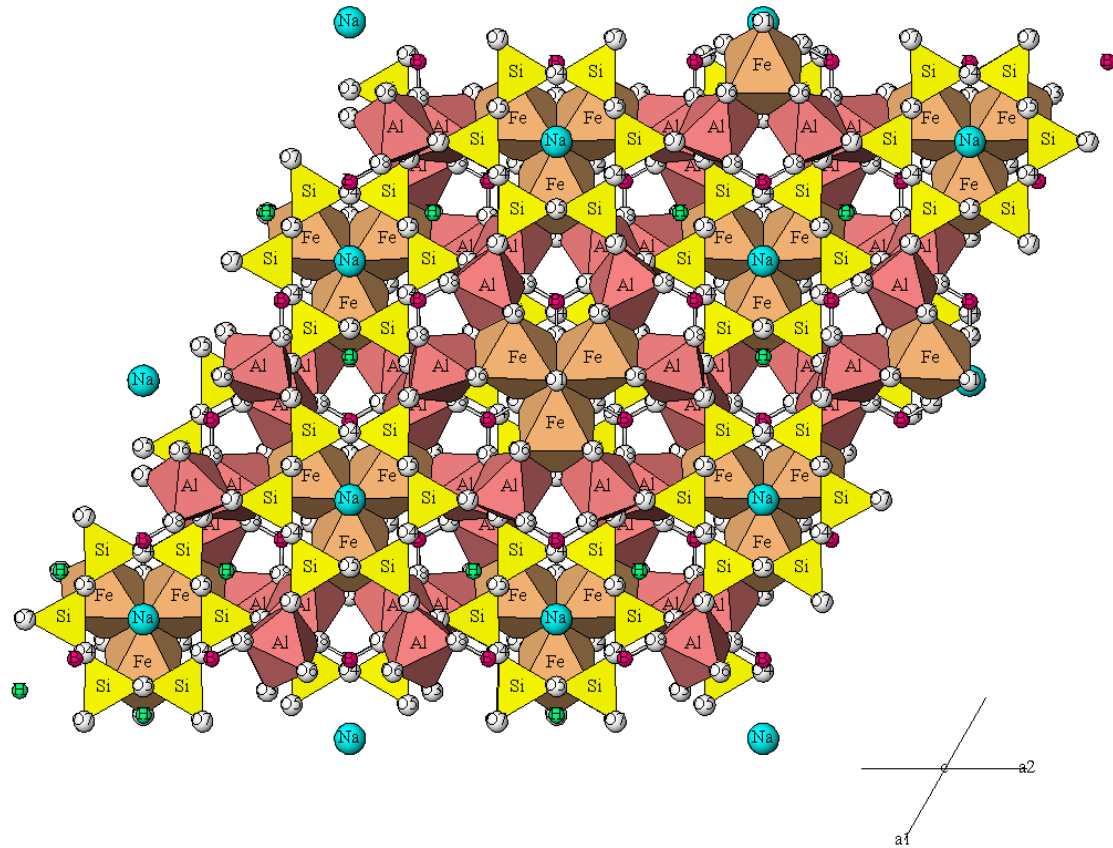
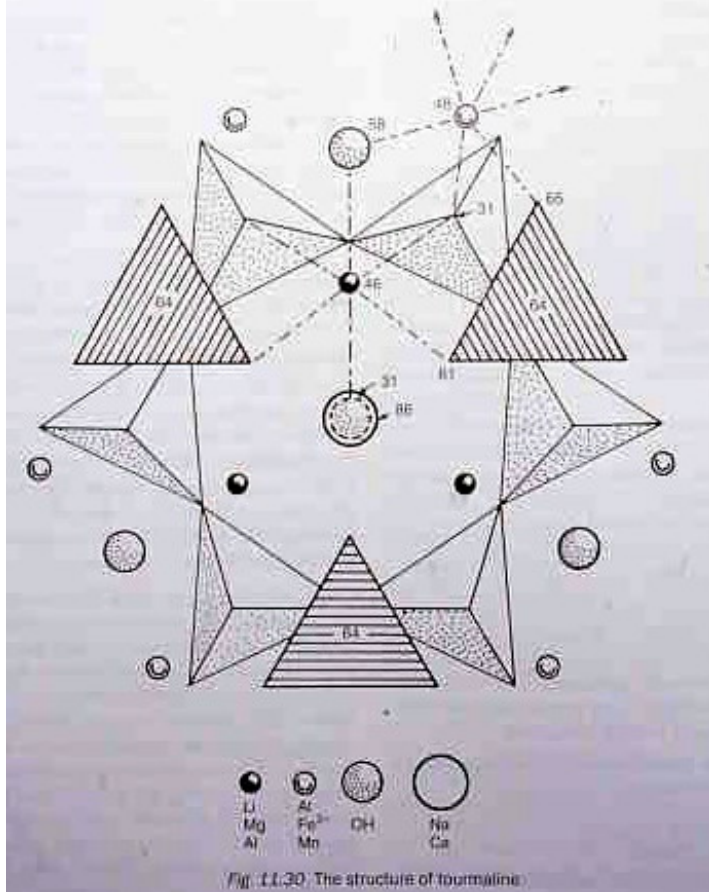


Fig 9.CK.05. Structure of tourmaline projected on (0001); dark tetrahedra =  $\text{SiO}_4$ ; light triangles =  $\text{BO}_3$ ; light octahedra =  $\text{YO}_6$ ; dark octahedra =  $\text{ZO}_6$ ; circles = X atoms.



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Tourmaline Compositions

Species	(X)	(Y <sub>3</sub> )	(Z <sub>6</sub> )	T <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	[O(3)] <sub>3</sub>	O(1)
<b>Alkali Tourmalines</b>							
Elbaite	Na	[Li <sub>1.5</sub> Al <sub>1.5</sub> ]	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Schorl	Na	Fe <sub>3</sub> <sup>2+</sup>	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Dravite	Na	Mg <sub>3</sub>	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Olenite	Na	Al <sub>3</sub>	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(O) <sub>3</sub>	(OH)
Buergerite	Na	Fe <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(O) <sub>3</sub>	(F)
Chromdravite	Na	Mg <sub>3</sub>	Cr <sub>6</sub> <sup>3+</sup>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Povondraite	Na	Fe <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	[Fe <sub>4</sub> <sup>3+</sup> Mg <sub>2</sub> ]	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(O)
Vanadiumdravite	Na	Mg <sub>3</sub>	V <sub>6</sub> <sup>3+</sup>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
<b>Calcic Tourmalines</b>							
Liddicoatite	Ca	[Li <sub>2</sub> Al]	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	F
Uvite	Ca	Mg <sub>3</sub>	[Al <sub>5</sub> Mg]	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	F
Feruvite	Ca	Fe <sub>3</sub> <sup>2+</sup>	[Al <sub>5</sub> Mg]	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
<b>X-site Vacant Tourmalines</b>							
Rossmannite		[Li Al <sub>2</sub> ]	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Foitite		[Fe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Al]	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)
Magnesiofoitite		[Mg <sub>2</sub> Al]	Al <sub>6</sub>	Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	(BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	(OH) <sub>3</sub>	(OH)

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Рентгенограммы турмалинов

Species	d (I)	d (I)	d (I)	d (I)	d (I)	d (I)	d (I)
<b>Alkali Tourmalines</b>							
Elbaite	2.560 (100)	2.931 (90)	3.96 (80)	3.45 (70)	4.20 (60)	2.029 (50)	4.96 (35)
Schorl	3.48 (100)	2.587(100)	2.96 (93)	6.39 (62)	4.01 (56)	4.23 (55)	2.046(48)
Dravite	2.576(100)	3.99 (85)	2.961(85)	4.22 (65)	3.48 (60)	2.040 (45)	1.920(35)
Olenite	2.551(100)	3.43 (80)	3.95 (70)	3.394(70)	4.18 (40)	6.33 (30)	2.021(30)
Buergerite	2.563(100)	2.952 (64)	3.63 (52)	3.47 (48)	6.33 (45)	2.032 (43)	4.20 (40)
Chrom- dravite	2.62 (100)	3.58 (75)	3.04 (75)	6.57 (50)	4.05 (50)	2.079 (50)	4.31 (40)
Povondraite	2.63 (100)	6.63 (90)	4.05 (90)	3.05 (90)	3.61 (80)	5.13 (70)	4.71 (70)
Vanadium- dravite	2.62 (100)	6.54 (90)	3.04 (90)	2.07 (90)	4.04 (80)	3.57 (70)	1.951 (50)
<b>Calcic Tourmalines</b>							
Liddicoatite	2.933(100)	2.559 (85)	3.962(55)	4.179(50)	3.445(50)	2.025 (40)	1.9054(35)
Uvite	2.965(100)	2.577 (90)	2.043(80)	4.23 (70)	3.99 (70)	3.49 (60)	1.921 (60)
Feruvite	2.586(100)	2.979 (80)	4.24 (60)	4.00 (60)	3.50 (60)	2.051 (50)	6.43 (40)
<b>X-site Vacant Tourmalines</b>							
Rossmanite	3.950(100)	2.552 (93)	1.898(72)	4.181(58)	2.924(56)	3.434 (53)	
Foitite	2.573(100)	3.452 (91)	6.338(84)	2.944(71)	4.212(48)	3.989 (38)	2.038 (29)
Magnesio- foitite	3.969(100)	2.567(100)	4.211(90)	2.949(70)	6.366(60)	3.470 (60)	2.037 (50)



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - шерл



Субграфические срастания с кварцем и кпш. Липовка



Минас Жераис, Бразилия



80x40  
мм

Присыпки на амазоните. Ильмены

Присыпки на  
микроклине



90x50 мм



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - шерл

110 мм



В кварце. Мадагаскар

45  
мм

С морионом.  
Казенница,  
Алабашка, Урал



Во флюорите



Шерл 47 мм и  
микроклин.  
Гилгут, Афганистан



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - шерл с альбитом и кварцем

Мурзинка. Средний Урал



Shigar Tal, Scardu,  
Пакистан

На бесцветном  
топазе.  
Mimoso do Sul,  
Espirito Santo,  
Бразилия



70x70 мм

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - шерл



В топазе. Мурзинка



На

аквамарине. Адун-Чолон,  
Забайкалье



В аквамарине. Намибия



Шерл и берилл



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ



Карьер для  
добычи  
самоцветных  
турмапинов

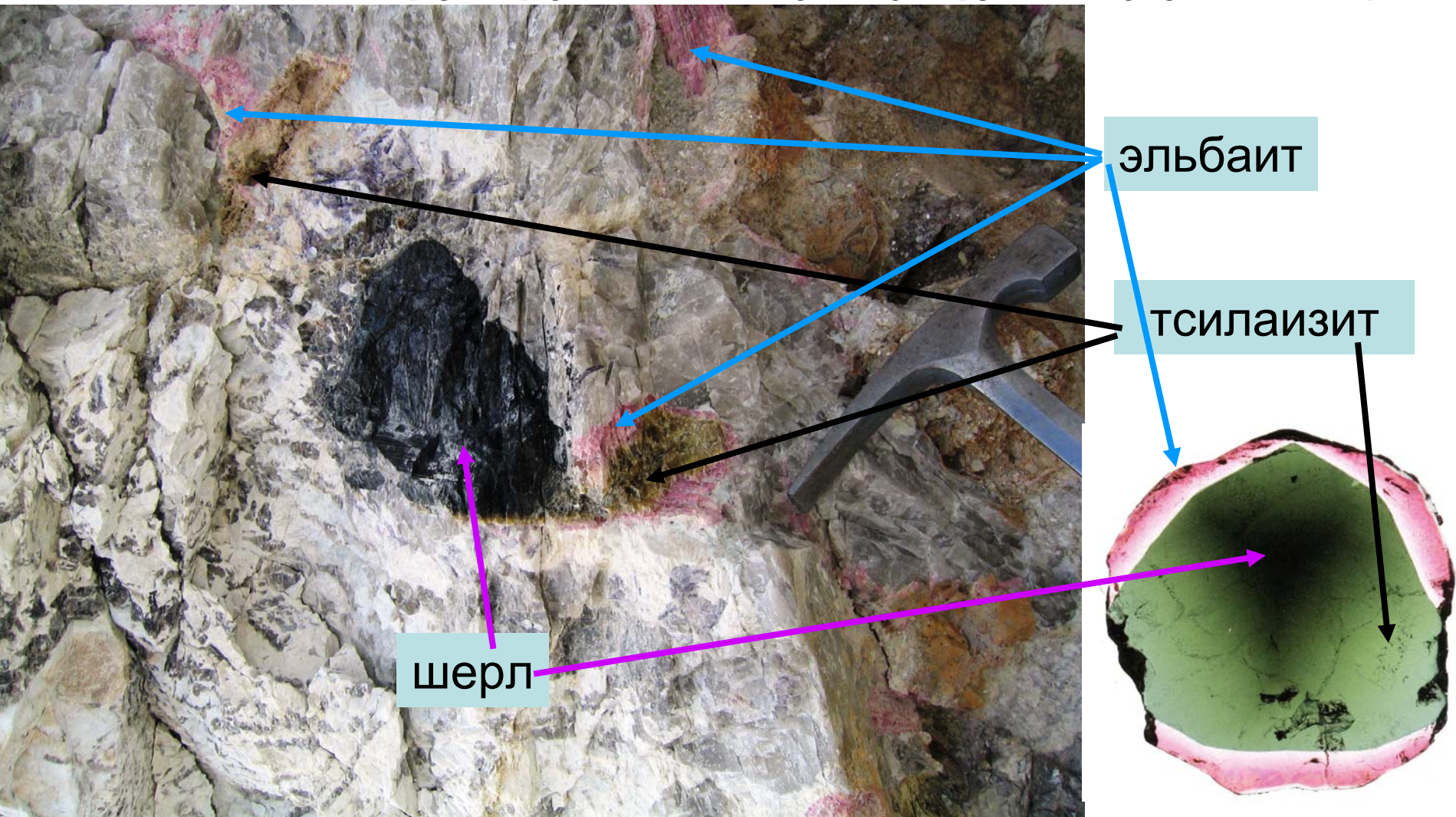
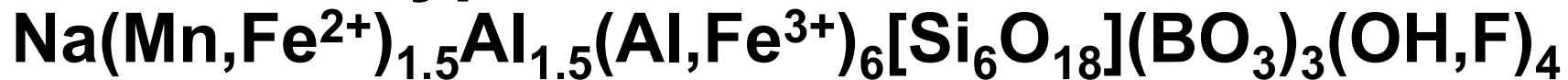
Фото  
М.С.  
Алфёровой

Малханский хребет, Восточное Забайкалье



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - тсилаизит

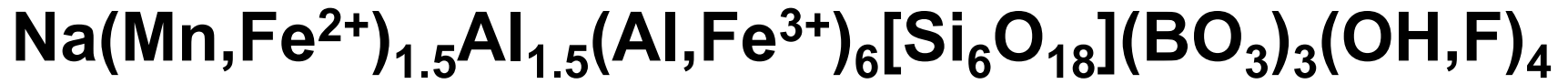


Малханский хребет, Восточное Забайкалье

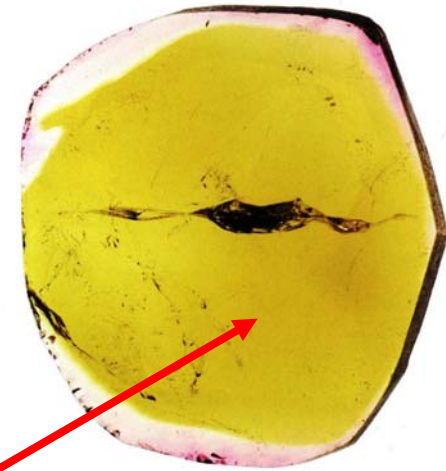


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - тсилаизит



На тсилаизит-верделлит  
нарос эльбаит.  
Минас Жераис



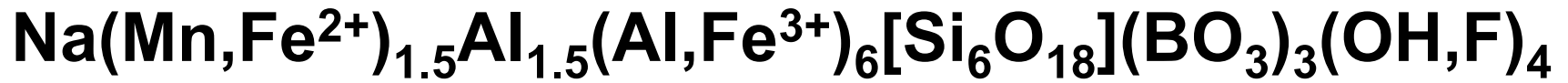
25 мм



Тсилаизит и  
горный  
хрусталь

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - тсилаизит



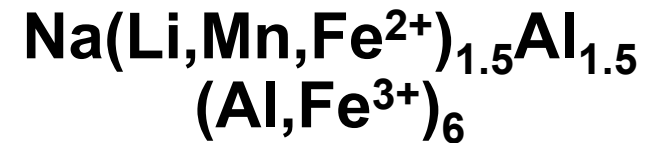
Тсилаизит и топаз на агрегате альбита-  
клевеландита и лепидолита





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Турмалин - эльбаит

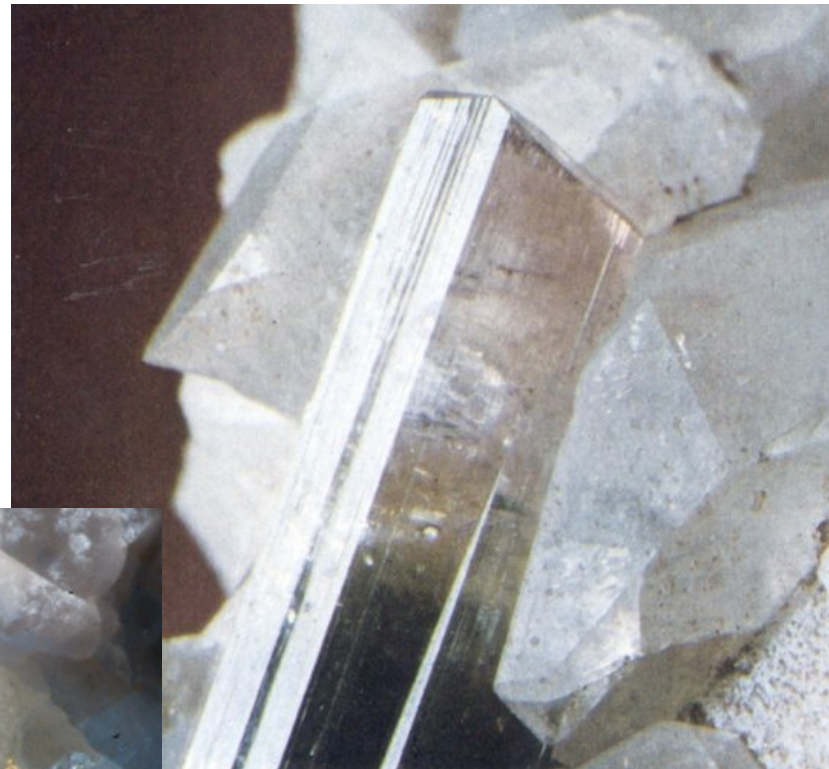


В зоне лепидолита.  
Малхан, Восточное Забайкалье



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - эльбаит на шерле



Stak-Hala,  
Kharamosh,  
Scardu,  
Пакистан



Эльба



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - эльбаит



Эльбаит-  
верделит  
до  
ахроита



Минас-Жераис,  
Бразилия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - эльбаит



Minh Tien mine, Luc Yen,  
Yenbai, Китай



С дымчатым кварцем и клевеландитом.  
Раброк, Афганистан





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ. Турмалин – эльбаит



С альбитом-  
клевеландитом  
И кварцем



С горным  
хрусталем

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ. Турмалин – эльбаит. Остров Эльба, Италия



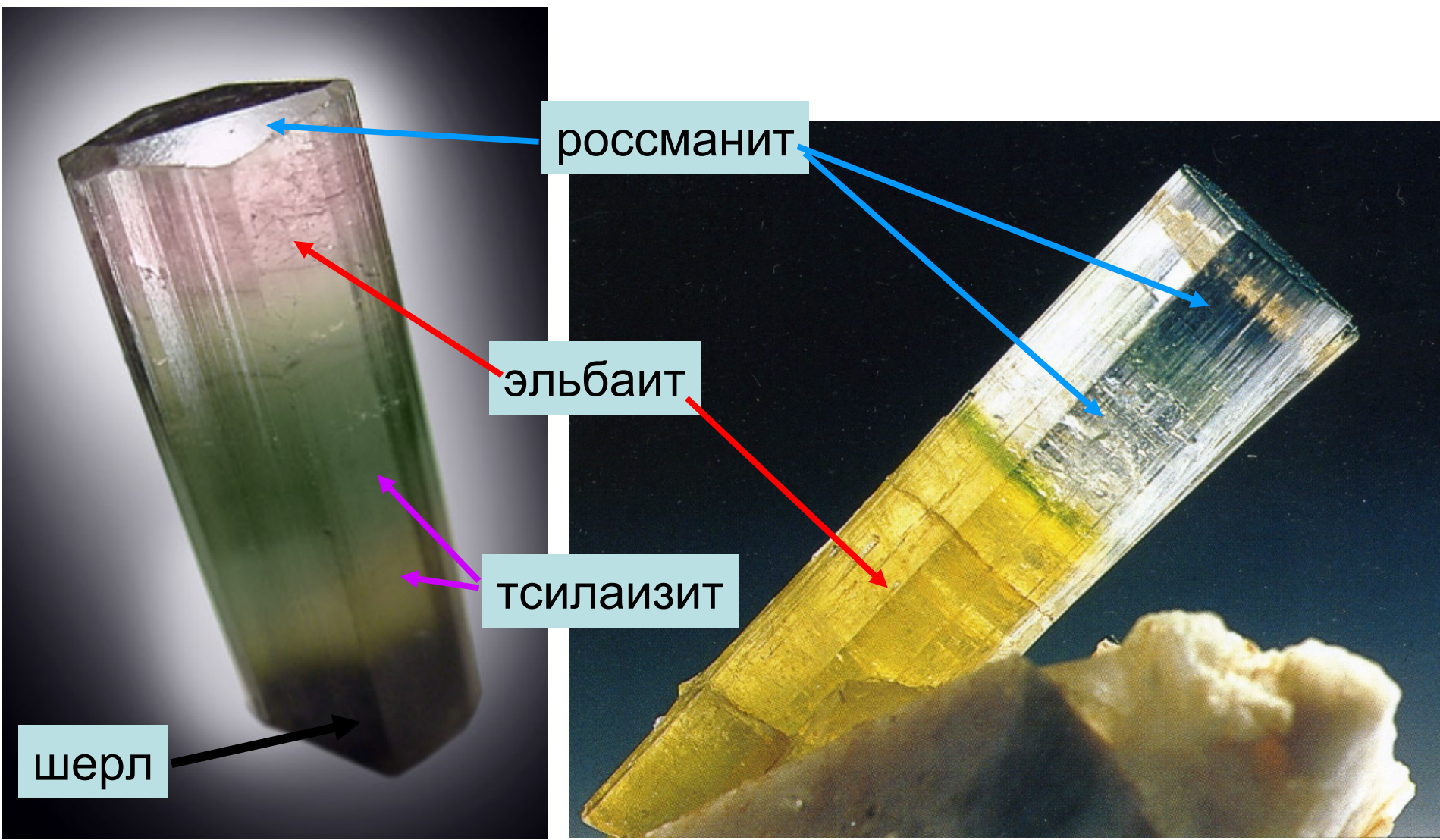
До ахроита.  
С кварцем,  
альбитом,  
микроклином





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Турмалин - россманиит

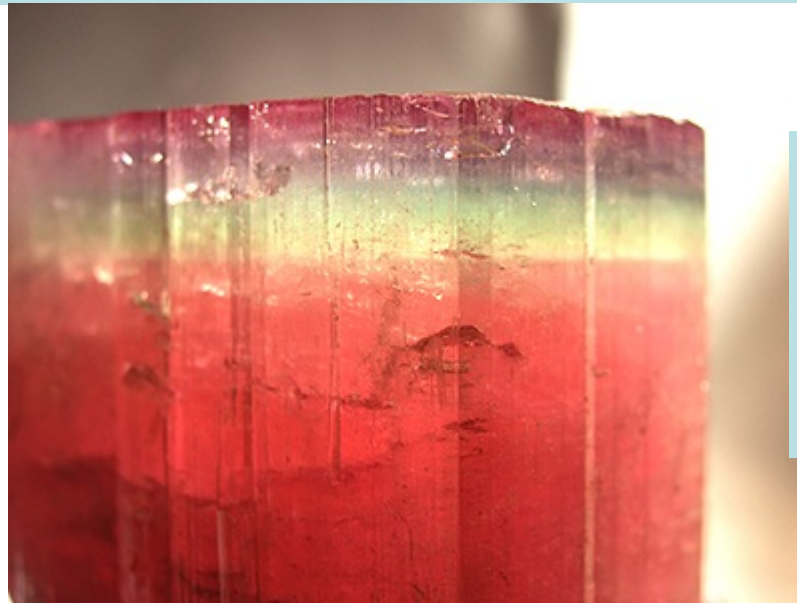


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Турмалин – лиддикоатит



В том случае, когда поздние кислотные флюиды воздействуют на ранние Са-содержащие минералы – олигоклаз, апатит..., вместо эльбаита или россманиита может кристаллизоваться их кальциевый аналог – лиддикоатит.



Розовый  
лиддикоатит  
до  
ахроита

Голубой эльбаит – лиддикоатит.  
Rubellit mine, Pabruk, Афганистан



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Фторapatит



95x55 мм

С шерлом  
и альбитом.  
Governador  
Valarades,  
Минас Жераис



15 мм. С шерлом  
и альбитом. Мокруша, Урал



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Фторапатит и альбит



Lavra do Jonas,  
Conselheiro Pena,  
Минас Жераис

Зелёный апатит  
10 мм.  
Adamello, Италия





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Флюорит $\text{Ca F}_2$

В Центральном Казахстане находили кристаллы оптического флюорита голубого цвета весом до 350 кг. Крупнейший кристалл флюорита 213 см весом 16 т найден в пегматите A Dyke, Petaka district, New Mexico, США (Jahns R.H., 1955. Econ. Geol. Vol. 50. P. 1025-1130).

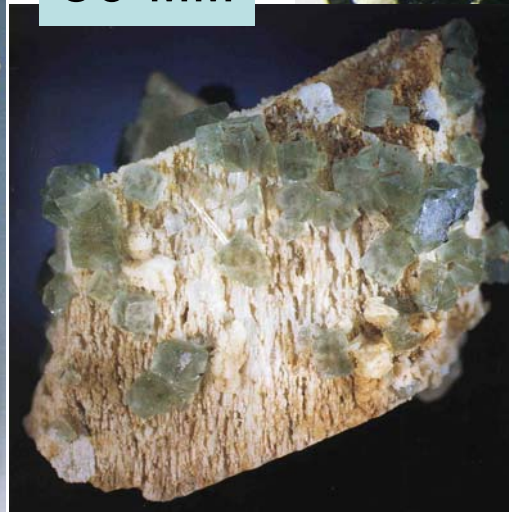


Erongo, 60x30 мм  
Намибия

80 мм



шерл



На микроклин -  
- пертите

200 мм



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Флюорит  $\text{Ca F}_2$



100  
MM



Ортит  
(чёрный)  
во  
флюорите.

Кент,  
Центр.  
Казахстан

Флюорит с поздним белёсым калишпатом на изъеденном микроклин – пертите. Erongo, Намибия



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

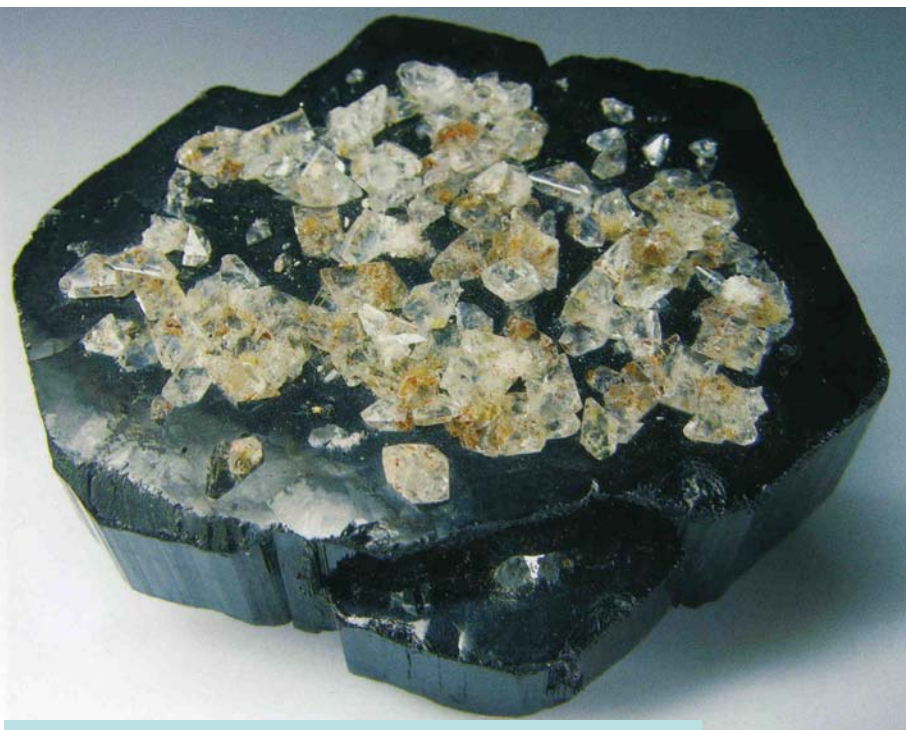
## Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$

Один из наиболее характерных минералов кристаллоносных гранитных пегматитов. Как правило, совершенные и крупные кристаллы топаза образуются в прикровельной части камерных пегматитов и в пегматитах, сформированных в верхней эндоконтактной и экзоконтактной зонах пегматитоносных плутонов гранитов. Пегматиты с бериллом развиты глубже. При пониженной активности фтора (редкое событие) вместо топаза кристаллизуется андалузит.

Топаз (по-русски тяжеловес). Великолепными кристаллами светло-голубых и небесно-голубых топазов славились и славятся миароловые гранитные пегматиты Ильменских гор (Южный Урал) и Мурзинско-Адуйской полосы (Средний Урал), Бразилии, Намибии, Забайкалья, Памира, Афганистана, Пакистана. Каждый третий камерный пегматит Волынского месторождения (Украина) содержит топазы ювелирного качества; вес их достигает 117 кг.

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$



Топаз 40 мм, шерл. Мурзинка, Ср.Урал



Топаз на шерле 45 мм.  
Erongo Mountain, Намибия





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$

400x400 мм



С турмалином и альбитом. Lavra do Xanda, Virgem da Lapa, Минас Жераис



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$



Кристаллы топаза до 70 мм,  
альбит-клевеландит, кварц.  
Мурзинка, Средний Урал

Топаз и раух-кварц.  
Алабашка, Урал

26204  
ТОПАЗ  $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$  Топаз  
с дымчатым кварцем  
Алабашка., д. Мурзинка, Ср. Урал,  
Россия Иосса В.А. 1918

ТОПАЗ,  
АЛЬБИТ, КВАРЦ  
TOPAS, Albit, Quartz  
 $\text{AlF}_2\text{SiO}_4$ ;  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_6$ ;  $\text{SiO}_2$   
Средний Урал Ural Centre



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$

Мурзинка, Средний Урал



Кристаллы топаза пинакоидально-призматические

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$ . Мурзинка, Средний Урал



Топаз,  
кварц-  
морион,  
альбит



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$ . Мурзинка, Ср. Урал



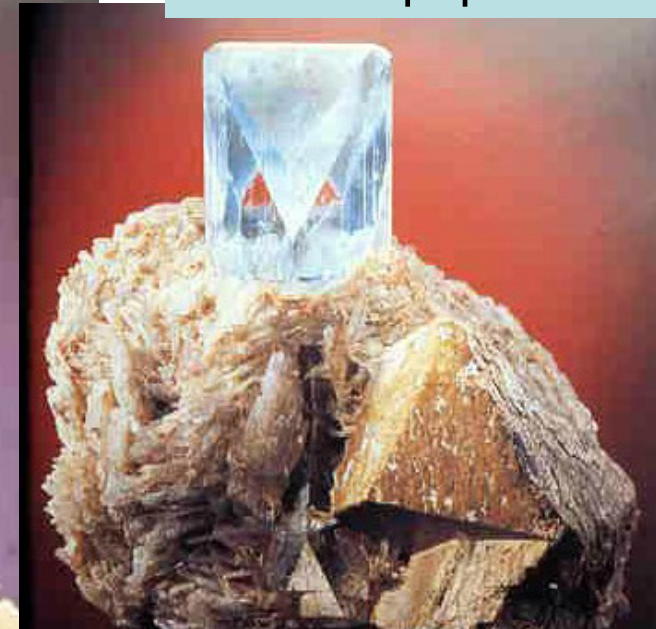
Топаз,  
кварц-  
морион,  
альбит



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Топаз $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$

45 мм. Little Three,  
Ramona,  
Калифорния



Xanda Mine, Virgem da Lapa, Минас Жераис,  
Бразилия



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Топаз  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{F}_2$

Голубой топаз 150 мм  
присыпан кристаллами  
лепидолита.  
Минас Жераис,  
Бразилия



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Андалузит $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

Когда активность фтора понижена, вместо топаза кристаллизуется андалузит. Розовый и малинового цвета прозрачный андалузит в кристаллах до 10x0,5x0,5 см добывался из пегматитов Южаковского месторождения, Средний Урал, где андалузит ассоциирует с Mn альмандином, шерлом, мусковитом и аквамарином.

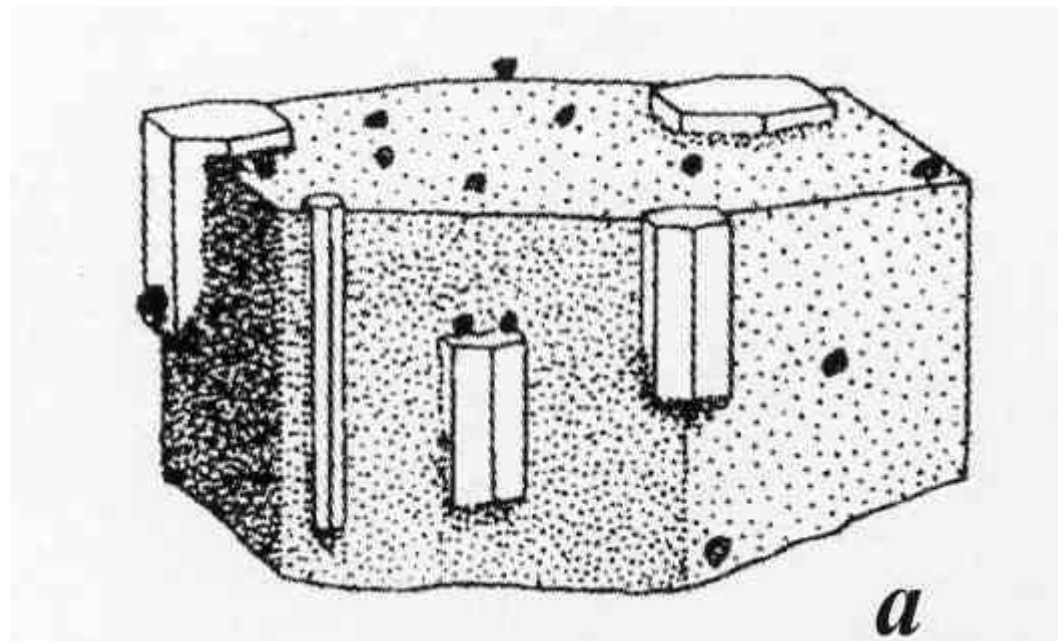


Красноармейский прииск



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

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



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

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

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

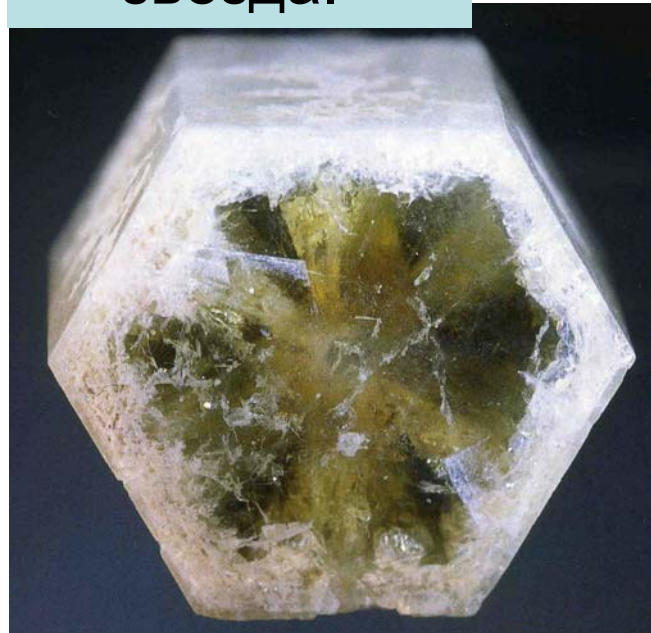
Берилл - аквамарин, воробьевит (морганит). Ранний берилл обычно зеленоватый до белого. В поздних высоко кислотных производных пегматитов Урала, Алтая, Памира, Забайкалья, Волыни развит аквамарин с  $\text{Fe}^{2+}$ . Колоссального размера кристаллы густо голубого аквамарина найдены в пегматитах Medina, Бразилии. Более поздний воробьевит (Вернадский, 1908), иначе морганит - пезоттаит  $\text{LiCsBe}_2\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  известен в пегматитах США (Pala), Центральной Африки, Бразилии (Saracaia Mine, Минас Жераис), Забайкалья (р. Ургучан) и Среднего Урала (Шайтанка). В пегматитах Pestschtal Kunor (Афганистан) и штата Минас Жераис (Бразилия) нередки чудесного тёплого розового цвета уплощённые кристаллы морганита свободного роста размером 15x15x4-6 см, выросшие на агрегаты расщеплённых кристаллов белого клевеландита; морганит ассоциирует с почти бесцветным горным хрусталем и очень светлой воды топазом.



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

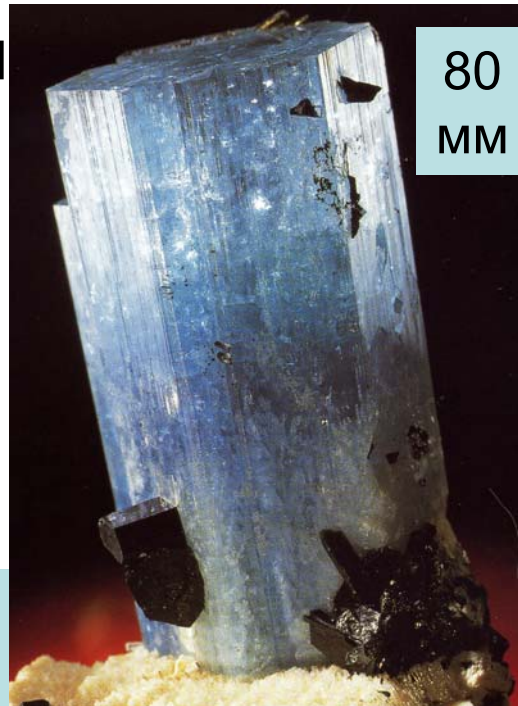
Берилл –  
шестилучевая  
звезда.

Берилл. Erongo, Намибия



90  
X  
60  
мм

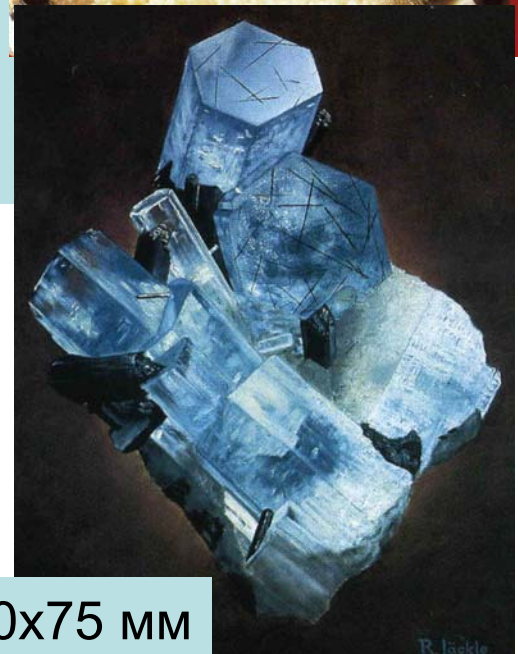
Стандартный  
парагенез –  
аквамарин+  
шерл+  
микроклин



80  
мм



40 мм



90x75 мм



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

## Берилл - аквамарин с раух-кварцем



С альбитом. 112 мм.



С микроклином. 100 мм.

Mount Antero, Колорадо, США

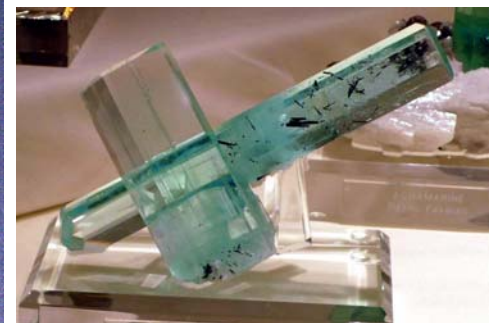
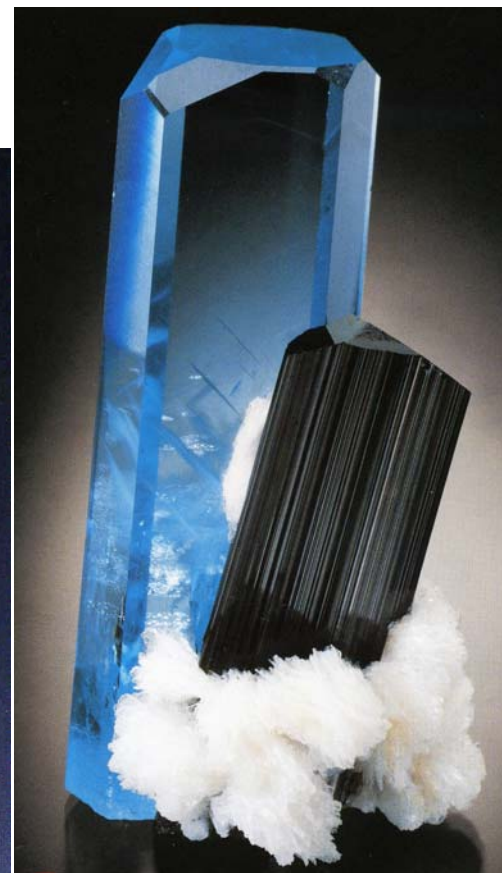


# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Берилл - аквамарин с шерлом. Skardu, Пакистан



С кварцем и альбитом. 105 мм.  
Haramosh Mountain





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

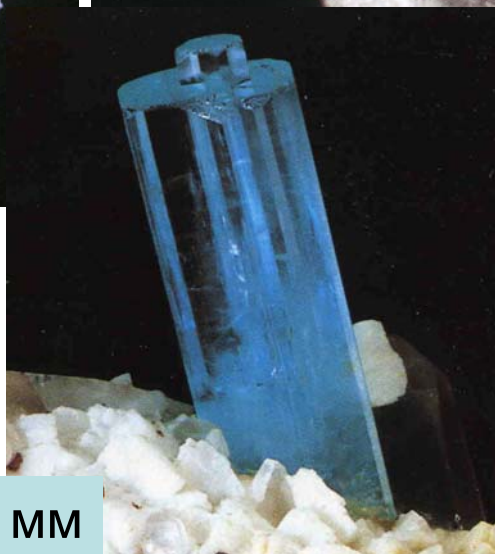
Берилл - аквамарин с альбитом. Shigar, Пакистан



С лепидолитом.  
180 мм



290 мм



150 мм



С мусковитом





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

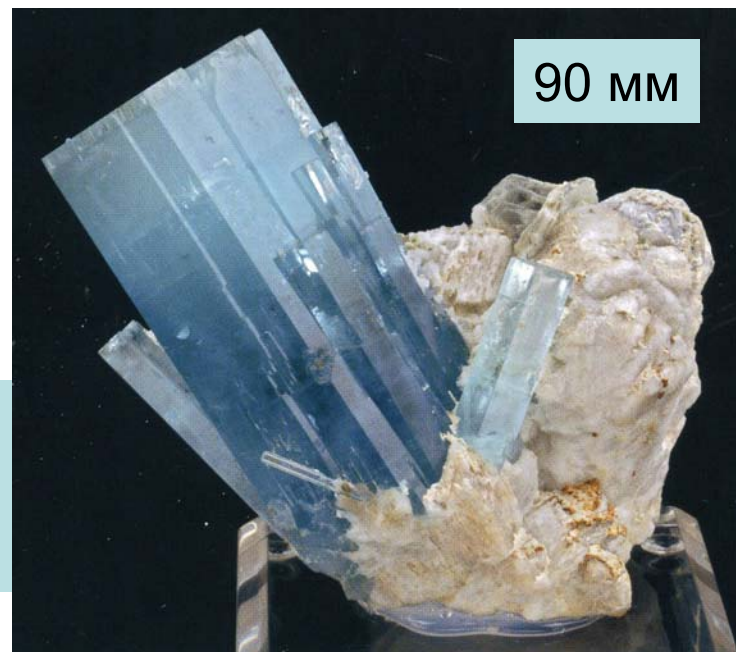
## Берилл - аквамарин с альбитом

50 мм



Тарлеjung,  
Восточный  
Непал

90 мм



Со  
спессартином.  
Скарду,  
Пакистан

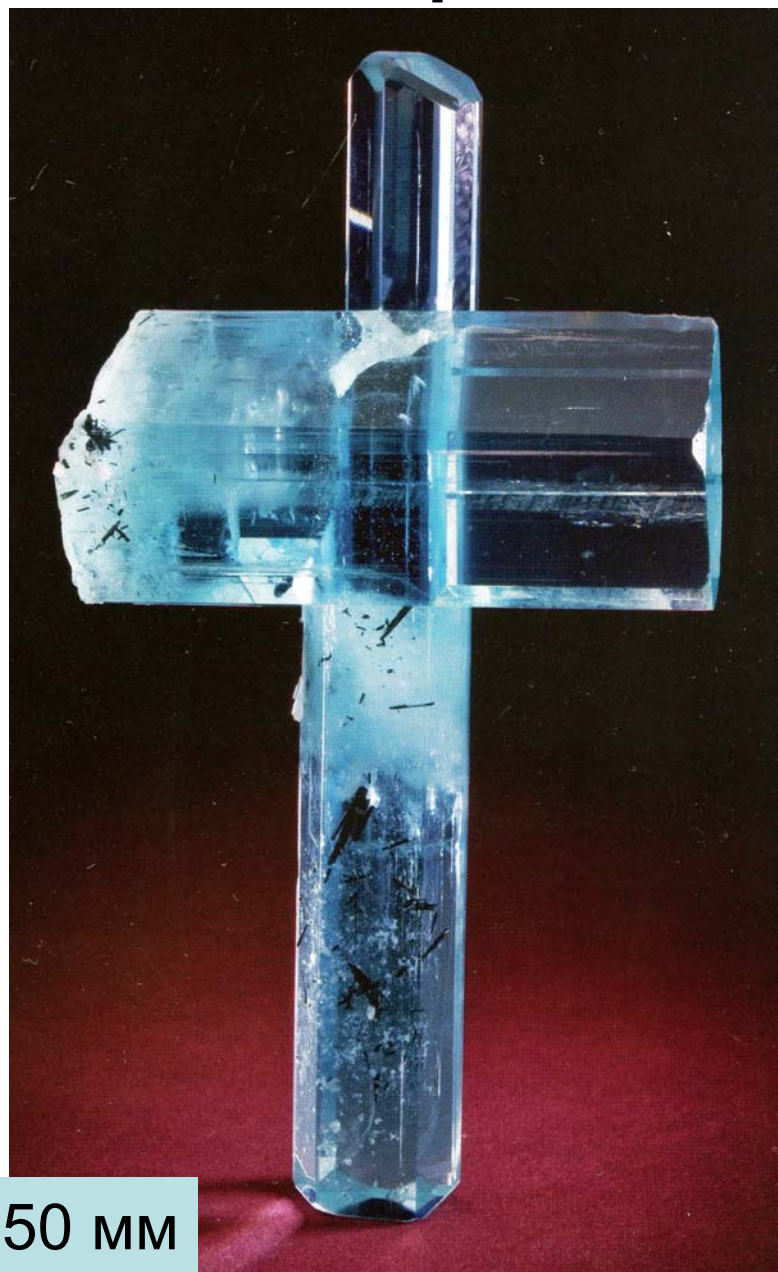


Гилгит,  
Пакистан



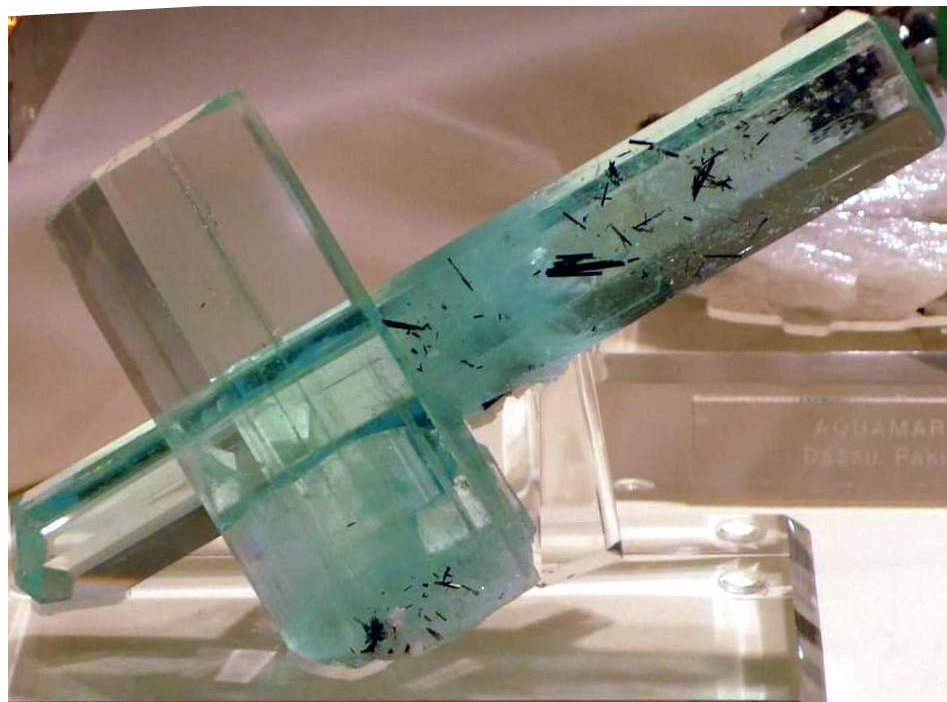
# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Берилл - аквамарин. Пакистан



150 mm

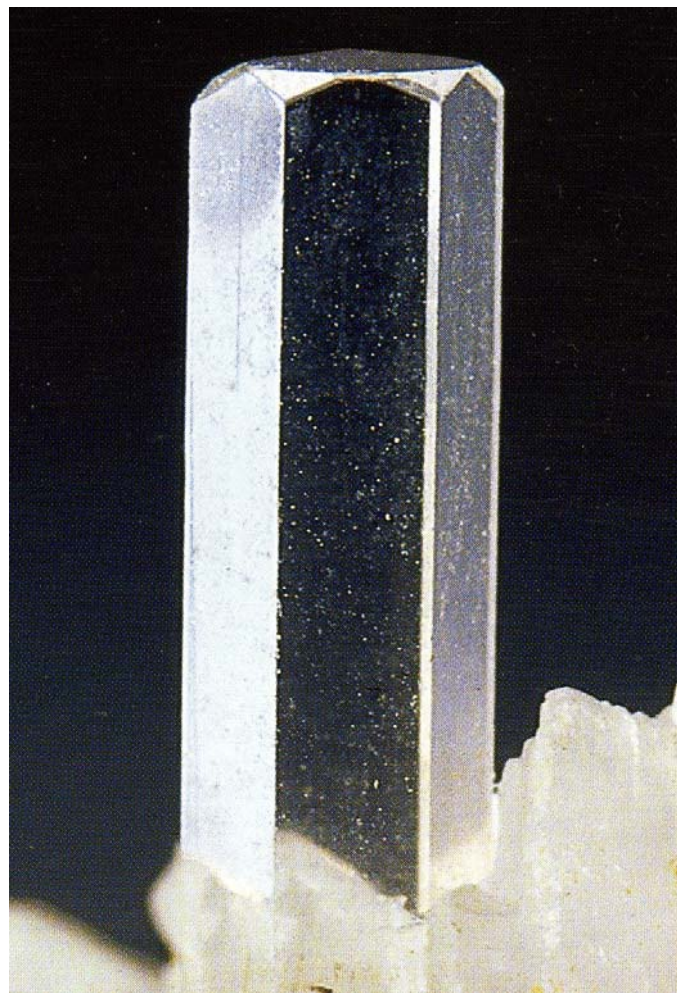
Аквамарин, шерл,  
альбит 105 мм.  
Braldu Valley, Skardu





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

## Берилл бесцветный - гошенит



12 мм. Monte Саранне,  
остров Эльба, Италия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Берилл – ростерит  $\text{Be}_2 \text{Li Na Al}_2 [\text{Si}_6\text{O}_{18}]$



116 мм. Maharitra, Мадагаскар



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Берилл – воробьевит – морганит



На альбите – клевеландите.  
Афганистан

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Берилл – воробьевит – морганит



60 мм. На альбите и кварце.  
Нуристан, Афганистан



40x50 мм. White Queen mine,  
Калифорния



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Берилл – пезоттаит



7 мм

С лепидолитом и альбитом. Мадагаскар



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

**Фенакит**  $\text{Be}_2 [\text{SiO}_4]$ . Ильмены

Фенакит обычно формируется позже берилла, при немного более низкой температуре



45 мм

Присыпки на кристаллах амазонита

70

мм



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ.

Фенакит  $\text{Be}_2 [\text{SiO}_4]$



Маунт-Антеро,  
Колорадо, США.



Присыпки на кристаллах микроклина



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Фенакит  $\text{Be}_2 [\text{SiO}_4]$



Тройник фенакита  
37 мм  
на кварце.  
Mandalay District,  
Бирма



На морионе.  
Кент,  
Центр.  
Казахстан



Фенакит 10 мм  
на топазе.  
Волынское,  
Украина



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Фенакит $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$



Фенакит 15 мм. Анжанавонина, Мадагаскар



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$

Сподумен кристаллизуется, начиная с магматических условий, - это достаточно высокотемпературный минерал. Прозрачный сподумен образуется ниже  $550\text{-}500^\circ\text{C}$ .



Мави, Лагман, Афганистан



38x18  
мм



18  
X  
11  
мм

Со спессартином.  
Пакистан

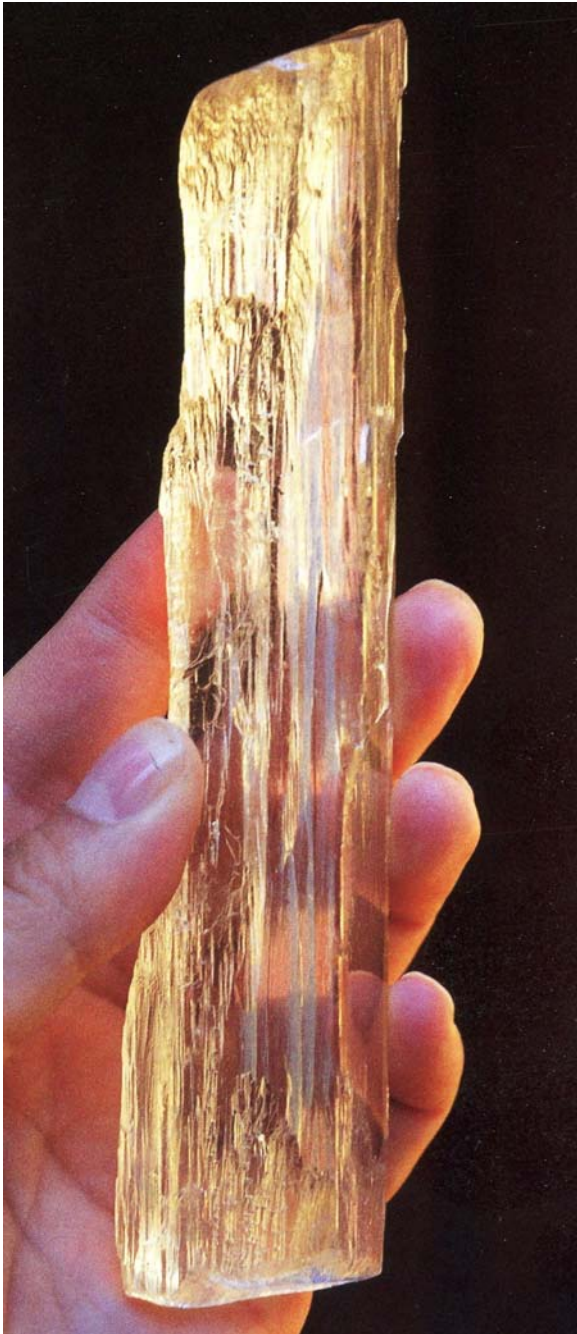
Кулам, Нуристан, Афганистан





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Сподумен $\text{Li Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$



Арасуаи, Минас Жераис,  
Бразилия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Циннвальдит $\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}[\text{F}_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Циннвальдит и его марганцевый аналог масутомилит – характерные минералы малоуглубинных гранитных пегматитов



80x70 мм.  
Мокруша,  
Средний Урал

124x89  
мм



Pinto mine, Бразилия



105x54 мм

53x45 мм





# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Масутомилит $\text{KLiMn}^{2+}\text{Al}[\text{F}_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Циннвальдит и его марганцевый аналог масутомилит – характерные минералы малоглубинных гранитных пегматитов



Масутомилит 48x37 мм.  
Sawtooth Mountain,  
Айдахо, США

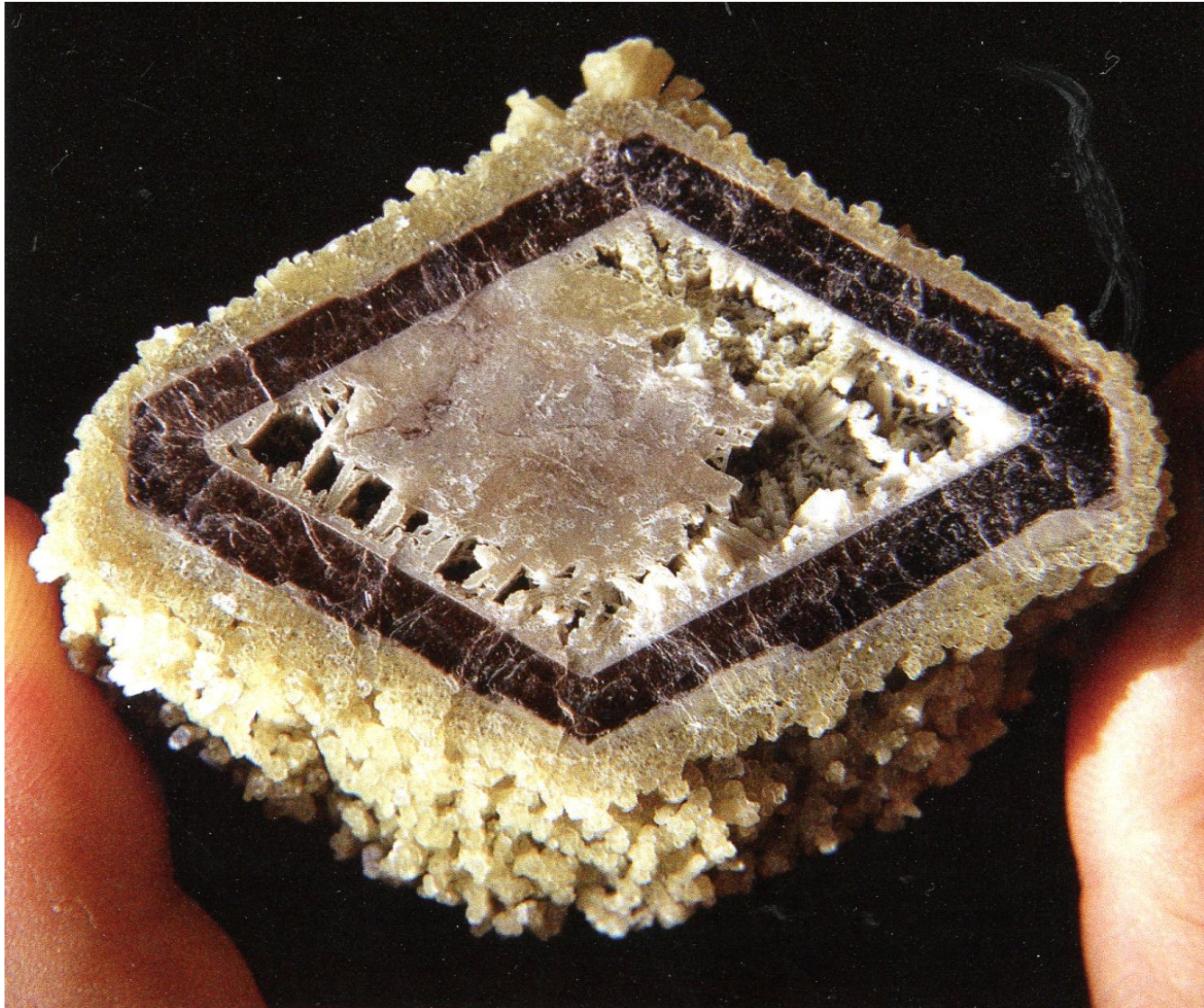


Ядро – циннвальдит, промежуточная зона – масутомилит, оторочка – лепидолит. Мокруша, Ср. Урал



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Мусковит по циннвальдиту - масутомилиту



68x50 мм. Lavra Ouro Fino, Coronel Murta, Минас Жераис



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Лепидолит



С эльбаитом. Малхан,  
Вост. Забайкалье



Сферокристаллы на микроклине.

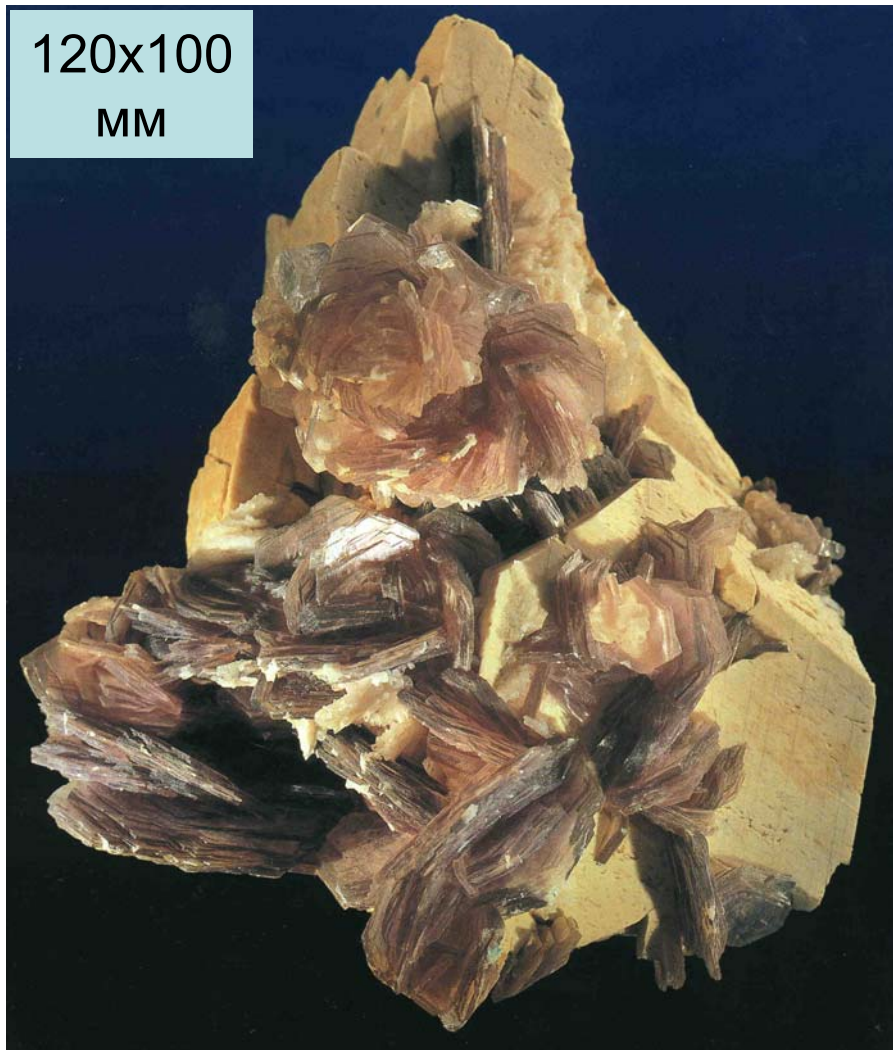
Ак-Кезень, Калбинский хребет, ЮЗ Алтай



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Лепидолит

120x100  
мм



Лепидолит на микроклине.  
Мокруша, Мурзинка, Урал



Мурзинка



Лепидолит и топаз на К-На  
полевоом шпате. Мокруша



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Лепидолит



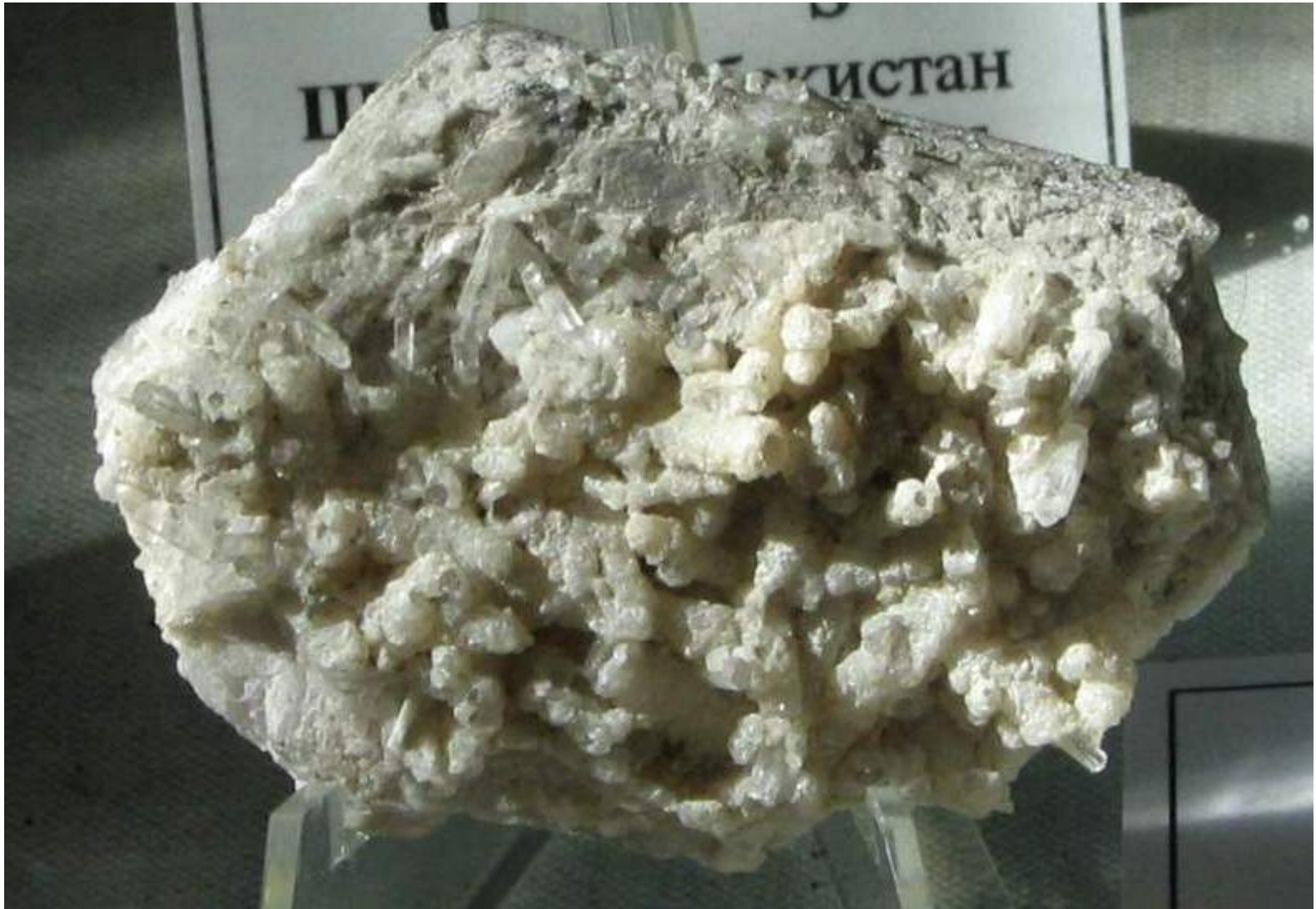
Лепидолит на турмалине.  
Мика, Восточный Памир



На топазе. Xanda mine,  
Минас Жераис, Бразилия

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

## Еремеевит $\text{Al}_6 [(\text{F}, \text{OH})_3 / (\text{BO}_3)_5]$



Вез-Дара, ЮЗ Памир, Таджикистан



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

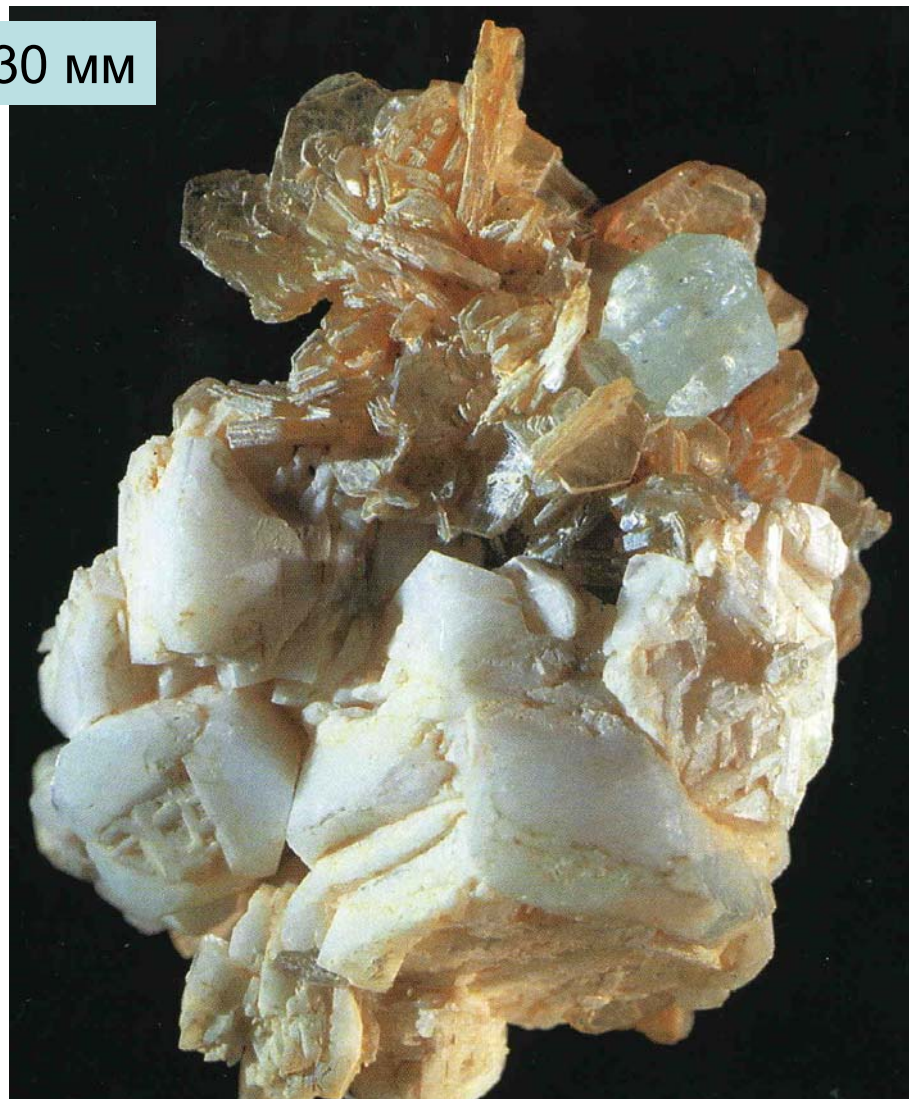
## Гамбергит $\text{Be}_2 [(\text{F}, \text{OH}) / \text{VO}_3]$

29  
мм



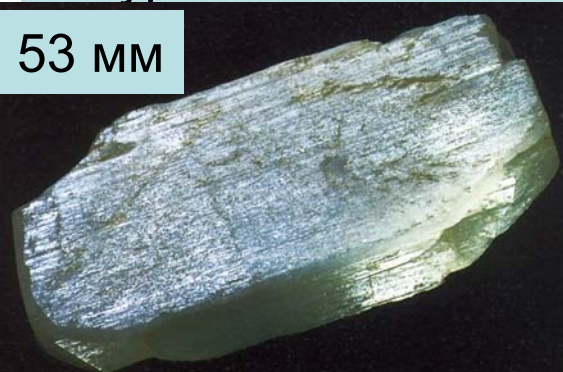
С турмалином и альбитом.

40x30 мм



Гамбергит молочно-белый, топаз, лепидолит. Мокруша, Урал

53 мм



Nala-Tal,  
Гилгут,  
Пакистан

# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Поллуцит  $\text{Cs}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot x \text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot x (\text{H}_2\text{O})$



Кристалл-двойник поллуцита  
430x330x180 мм. Афганистан



Кристаллы поллуцита 60x40 мм.  
Гилгут, Пакистан



Леденцовый поллуцит 30x15 мм.  
Малхан, Забайкалье



# КРИСТАЛЛОНОСНЫЕ ГРАНИТНЫЕ ПЕГМАТИТЫ

Рутил  $TiO_2$



С горным хрусталем.

72 мм.

Северная Каролина,  
США



Восточное Забайкалье.  
Дорога на Малхан





Восточное Забайкалье  
Малхан