

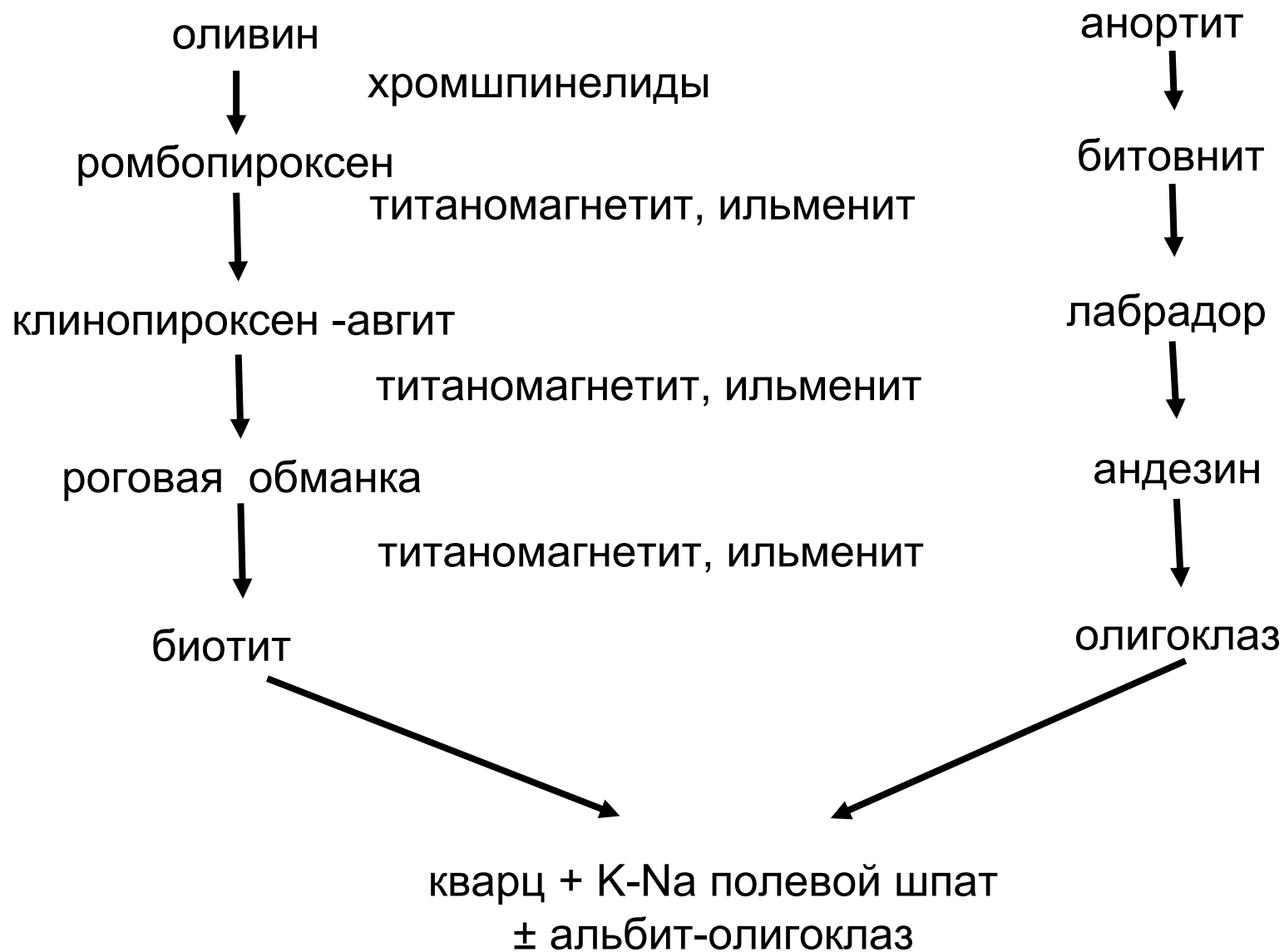
Э.М. Спиридонов

Минералы

магматических образований.

К-Na полевые шпаты

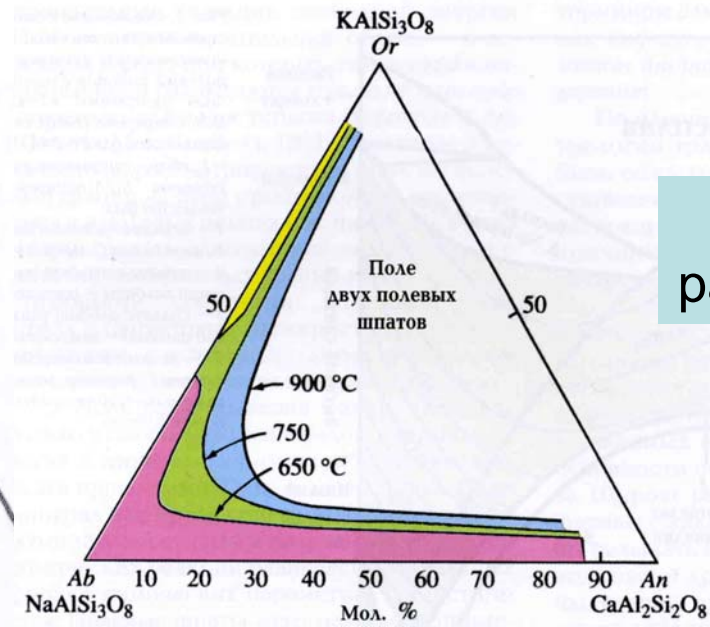
# Вилка Н.Л. Боуэна



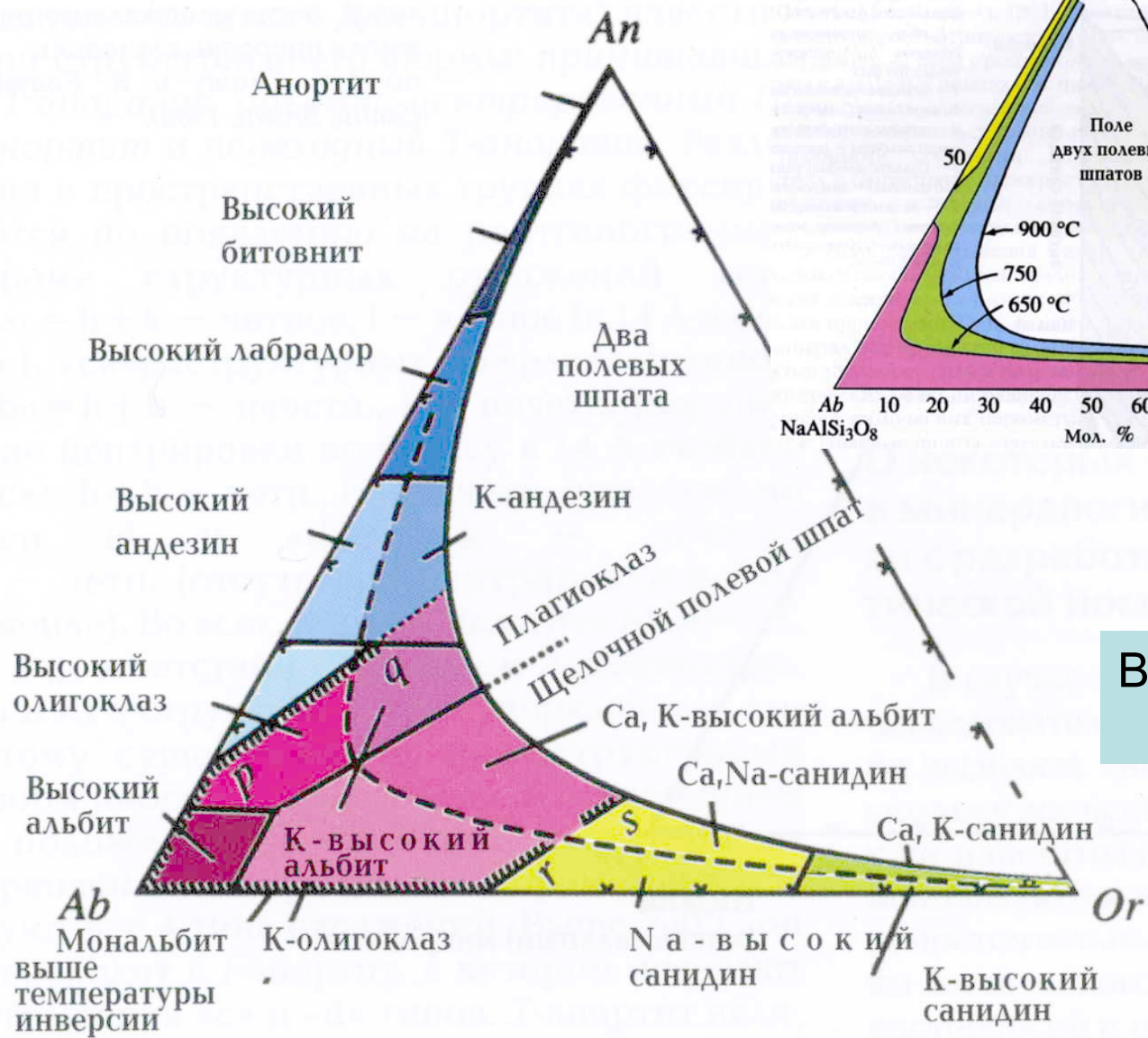
# Магматические К-Na полевые шпаты

Рис. 2. Гомогенность и распад твердых растворов в системе «ортоклаз-альбит-анортит» при  $P=P(H_2O)=1$  кбар по П. Риббе (Ribbe, 1975).

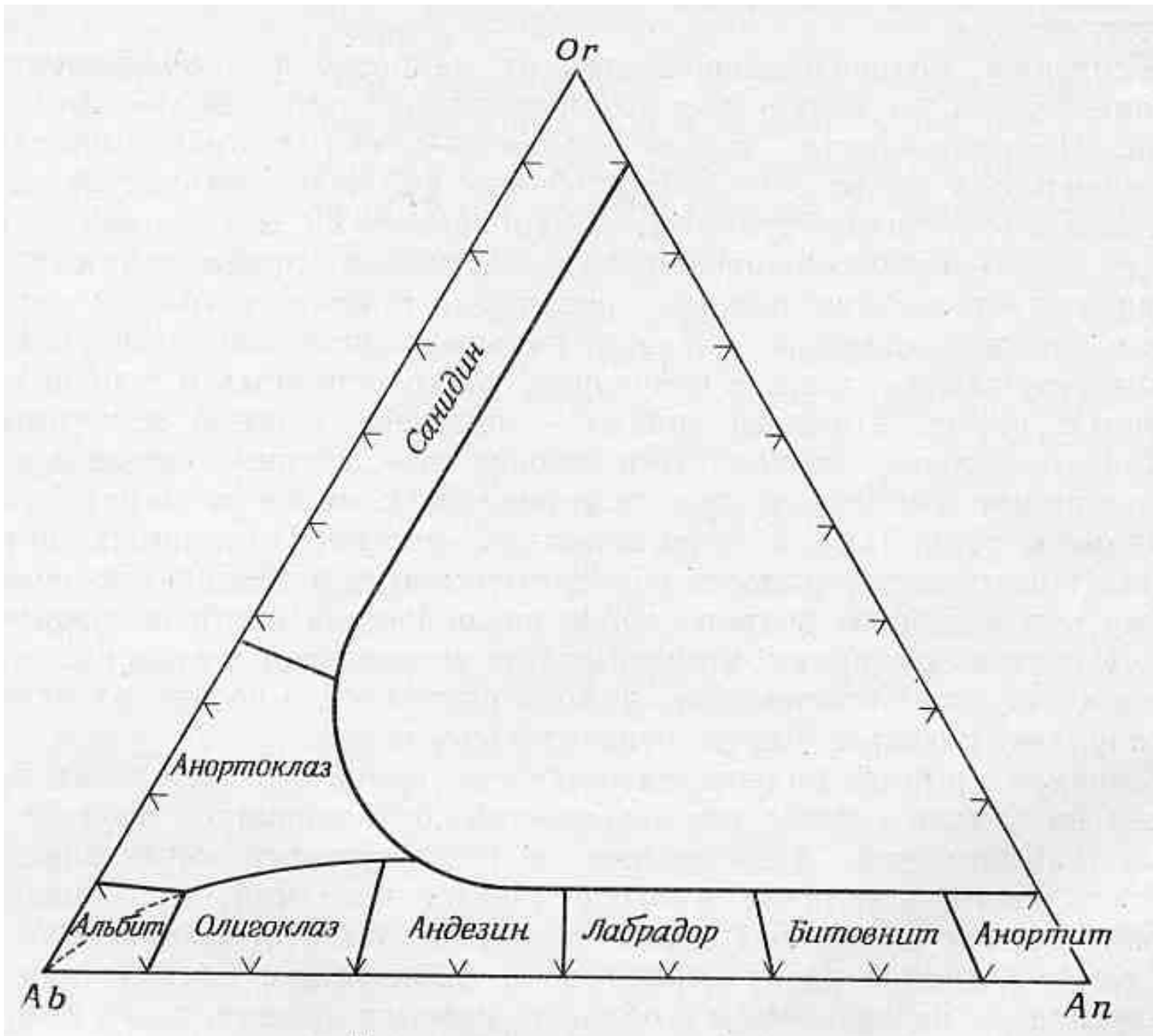
Изотермы растворимости



Высокотемпературные полевые шпаты



# Магматические К-На полевые шпаты



# Магматические К-На полевые шпаты.

## Анортоклаз



Кристаллы-лапилли.  
Вулкан Эребус, Антарктида



Продукт распада железистого  
анортоклаза -  
К-На пол. шпат с эффектом  
астеризма 64 карат. Цейлон

TABLE 3. COMPOSITION OF ALKALI FELDSPAR, PANTELLERIA SUITE

Sample	98520	98521	98521 -Inc	98522	98523	98526	98527	98529	98531
Type	Anr	Anr	Anr	Anr	Anr	Anr	San	Anr	Anr
SiO <sub>2</sub>	66.52	66.93	67.98	66.58	66.62	66.41	67.90	67.80	66.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.86	18.33	19.46	18.72	18.83	19.06	18.37	18.70	19.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.61	0.99	0.25	0.96	0.76	0.81	0.80	0.54	0.65
CaO	0.07	0.00	0.23	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	0.09
Na <sub>2</sub> O	7.62	7.38	7.24	7.44	7.52	7.46	6.99	7.14	8.04
K <sub>2</sub> O	6.22	6.29	6.31	6.27	6.24	6.23	6.47	6.28	5.55
Total	99.91	99.93	101.47	99.96	99.98	99.98	100.53	100.49	99.95
An	0.0035	0.0001	0.0110	0.0003	0.0007	0.0010	0.0000	0.0015	0.0044
Ab	0.65	0.64	0.63	0.64	0.65	0.64	0.62	0.63	0.68
Or	0.35	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.38	0.37	0.31

Key to type (Deer *et al.* 1966): Anr: anorthoclase (Or <37, triclinic); San: sanidine (Or >37, monoclinic). Bulk compositions in wt%.

Key to end members (proportions in mol.%): An: anorthite, Ab: albite, Or: orthoclase.

Compositions of 98520, 98521, 98522, 98523, 98526, 98531 were previously reported by White *et al.* (2003a).



# Магматические К-На полевые шпаты. Санидин

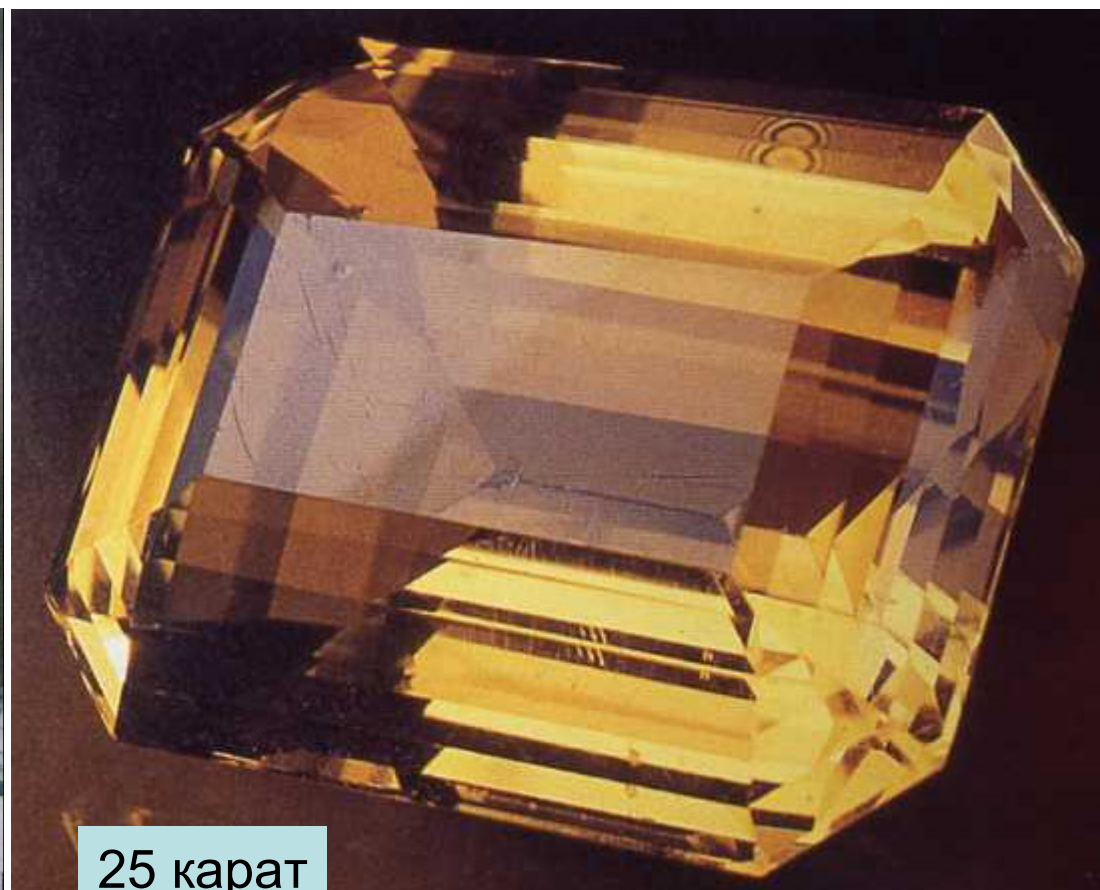


Мегакристалл санидина из трахитов Эйфеля



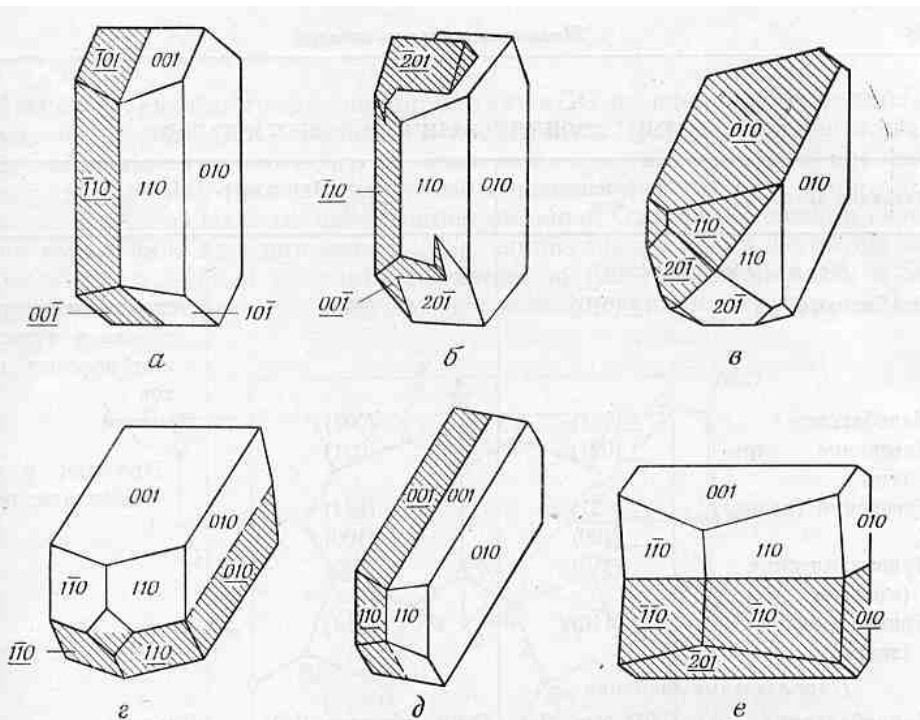


# Магматические К-На полевые шпаты. Санидин



Железистый санидин («ортоклаз») из сиенит-пегматитов Мадагаскара

# Магматические К-На полевые шпаты



Ф и г. 10. Некоторые распространенные полевошпатовые двойники.

*a* — карлсбадский контактный двойник; *b* — карлсбадский двойник прорастания; *в* — бавенский двойник; *г* — манебахский двойник; *д* — альбитовый двойник; *е* — периклиновый двойник.



Срастание карлсбадских двойников. Проспект-Маунтин, Колорадо



До 8 см. Malosa, Малави





# Магматические К-На полевые шпаты



120x80x60 мм.

Гранит. пегматиты. Мокруша, Урал



31x18 мм

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



# Магматические К-На полевые шпаты

120x110x55 мм



Агрегаты альбита и лепидолита на микроклине  
Гранитные пегматиты. Мокруша, Средний Урал



# Магматические К-На полевые шпаты

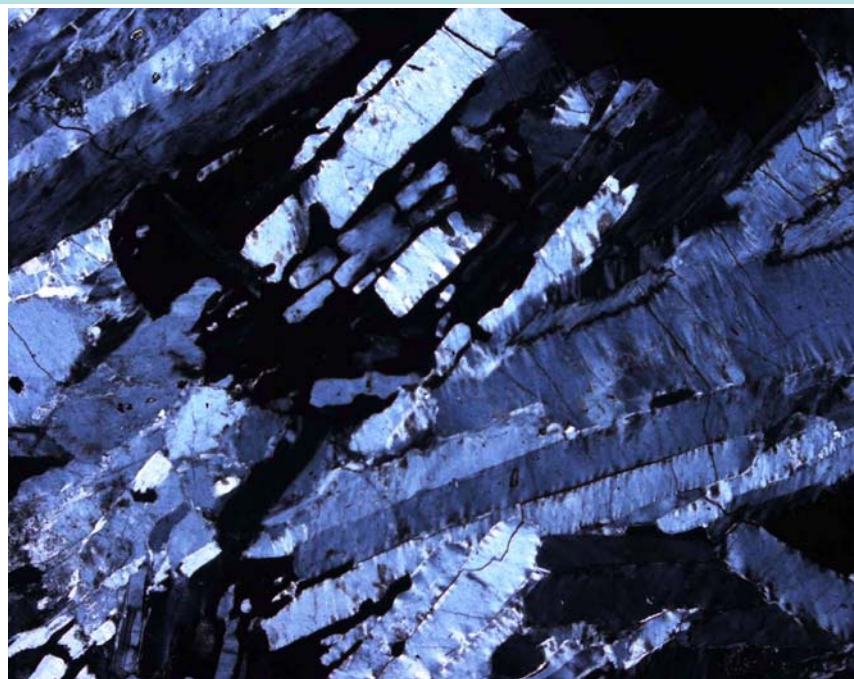


Агрегаты альбита на микроклине  
Гранитные пегматиты. Мокруша, Средний Урал



# Магматические К-На полевые шпаты

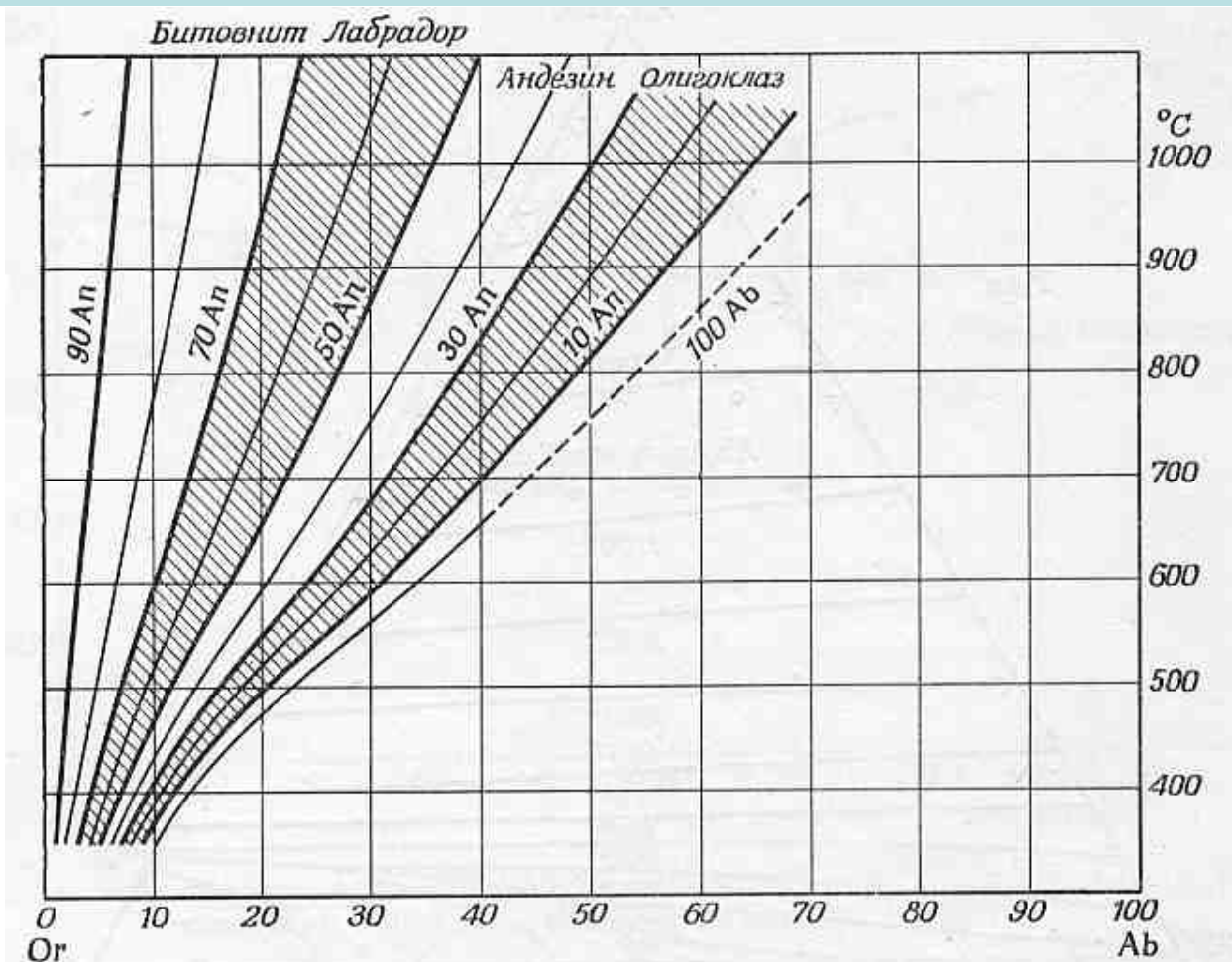
Форма кристаллов щелочных полевых шпатов зависит от их состава – существенно калиевые имеют квазиизометричную форму, существенно натровые – уплощённую до тонко таблитчатой.



Типичная форма  
кристаллов  
анортоклаза.  
Сиениты Алданского щита.  
Николи х

# Магматические К-На полевые шпаты

Состав магматических щелочных полевых шпатов  
в равновесии с плагиоклазами - геотермометр



Ф и Г. 23. Схема сосуществования щелочных полевых шпатов и плагиоклазов (Barth, 1956b).

По оси абсцисс отложен состав щелочных полевых шпатов в долях Or и Ab; по оси ординат отложена температура (°C). Кривые отвечают равновесным соотношениям между составом плагиоклазов и составом щелочных полевых шпатов при различных температурах.

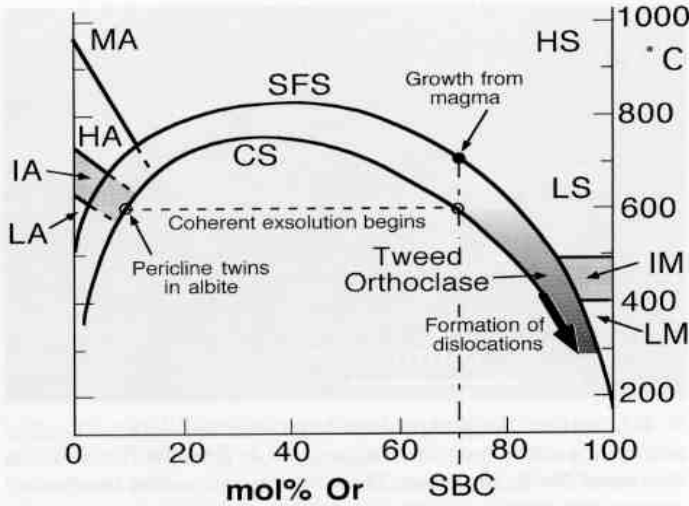
Один из  
первых  
вариантов  
-  
геотермометр

Т.В.Ф. Барта



# Магматические К-На полевые шпаты.

## Распад высокотемпературных твёрдых растворов

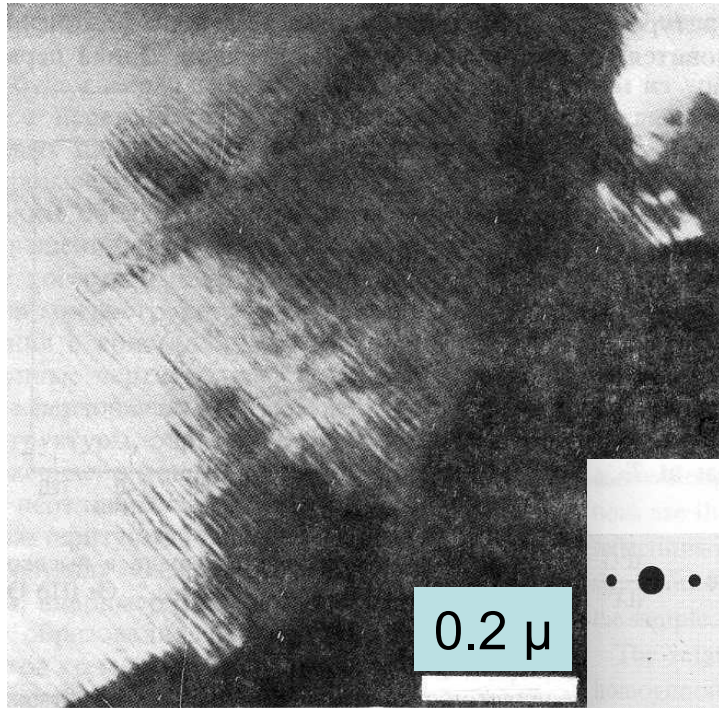


**FIGURE 5.** Composite phase and behavior diagram for Shap alkali feldspars projected onto the Ab-Or plane. The diagram is modified from that given by Brown and Parsons (1989, their Fig. 8a) with the strain-free solvus (SFS) and coherent solvus (CS), both for frameworks with equilibrium order, moved to 100 °C higher  $T$  (see Lee and Parsons 1997b) to take account of the bulk 1% An in the Shap phenocrysts. The gray bands represent the  $T$ -range in which most  $Y$ -ordering occurs (ordering of Al on  $T_1$  sites, Thompson 1969, which leads to symmetry breaking in alkali feldspar). Such ordering would not be expected to move to higher  $T$  because of An. The increasingly dense shading in the region between the two solvi represents progressive short-range  $Y$ -ordering leading to the tweed microstructure in orthoclase. The field for intermediate microcline (IM) is based on experimental data and natural occurrence summarized by Brown and Parsons (1989). Carpenter and Salje (1994) have suggested, on the basis of a Landau analysis of experimental data, that IM is not a stable phase. It nevertheless has a place on a behavior diagram. While complete solvus curves are shown here projected from An onto the Ab-Or join, in subsolvus rocks like Shap Granite, these curves would be truncated by intersection with the solidus (not shown) as discussed by Brown and Parsons (1989, their Fig 9b). Therefore, partially ordered, homogeneous alkali feldspars with Shap bulk composition SBC grow from magma on the strain-free solvus at ~710 °C, and begin coherent exsolution after cooling to ~600 °C. Pericline twins in the Ab-rich phase must have started to form shortly after the beginning of exsolution because they are close to the high albite orientation. This orientation must have been preserved during subsequent coarsening and framework ordering. Note that, if the upward adjustment in solvus  $T$  is not made, the Ab-rich phase would have exsolved in the low albite field. The estimated  $T$  for the commencement of misfit dislocation formation is from Lee and Parsons (1997b); nanotube formation must have occurred at lower  $T$ . MA= monalbite; HA = high albite; IA = intermediate albite; LA= low albite; HS = high sanidine; LS = low sanidine; IM = intermediate microcline; and LM = low microcline. ( $Y$ -ordering =  $N_{Al(T_1)} - N_{Al(T_{100})}$ ; from Thompson 1969.)

Один из последних вариантов системы альбит - калишпат при субсолидусных температурах



# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



Криптопертиты.  
Спинодальный распад

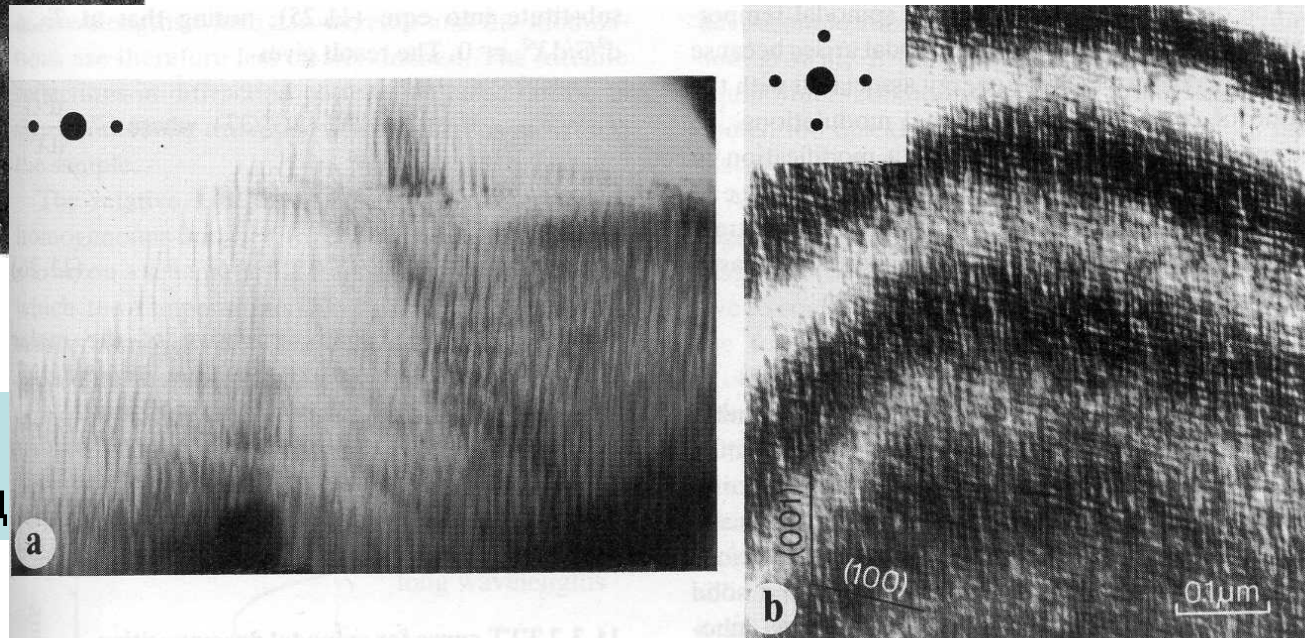
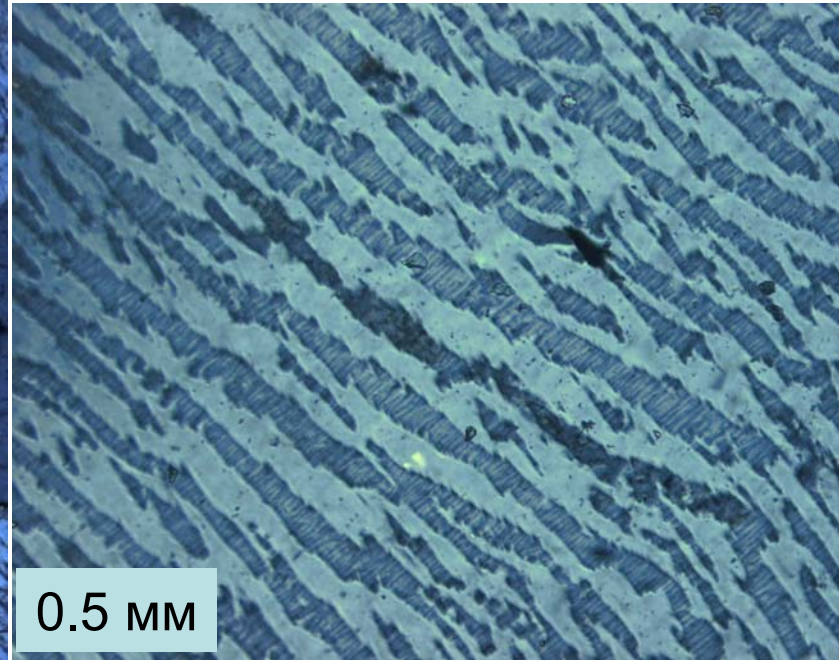
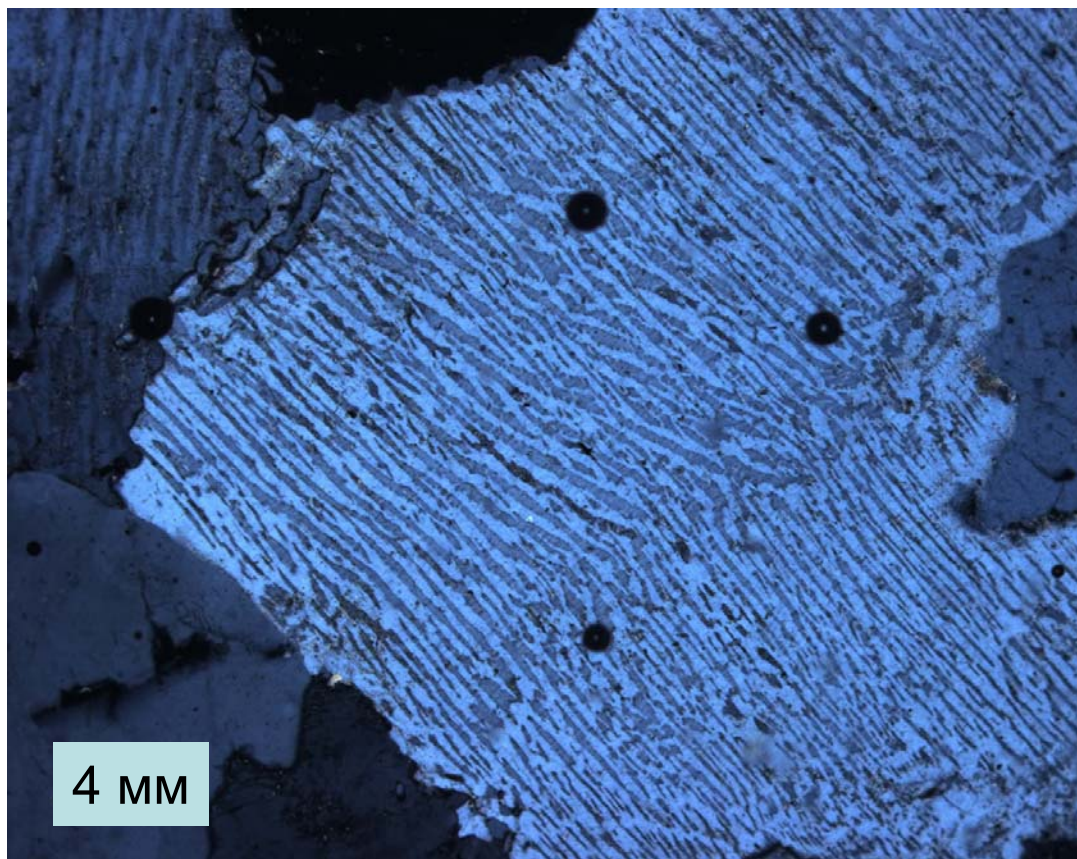


Figure 11.39. (a) Transmission electron micrograph showing the modulated microstructure associated with spinodal decomposition parallel to (001) planes in alkali feldspar. The inset shows the diffraction effects associated with this modulation. Each main reflection has a pair of satellites in a direction normal to the modulation. (b) The early stages of spinodal decomposition on both (001) and (100) planes in the augite-pigeonite solid solution. In the diffraction pattern, each main reflection has two pairs of satellite reflections (inset). (From Nord *et al.*, 1976.)



# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов

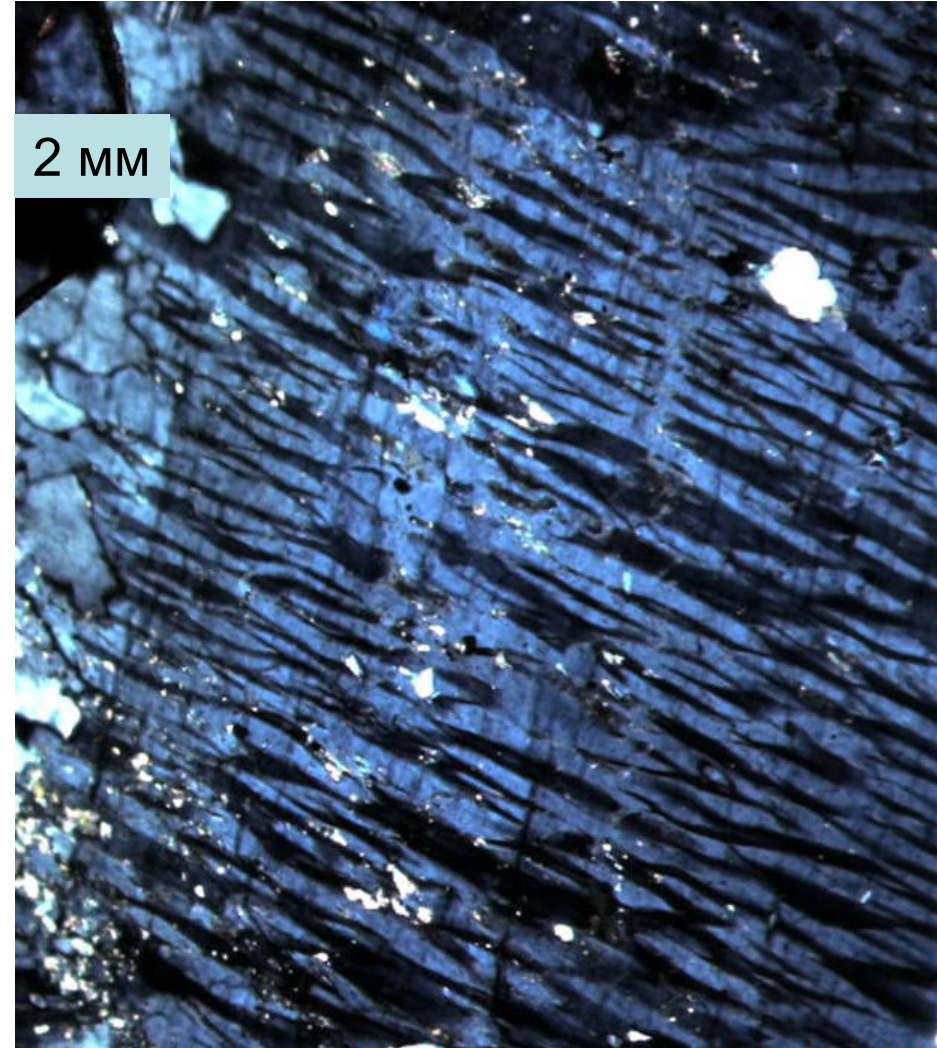
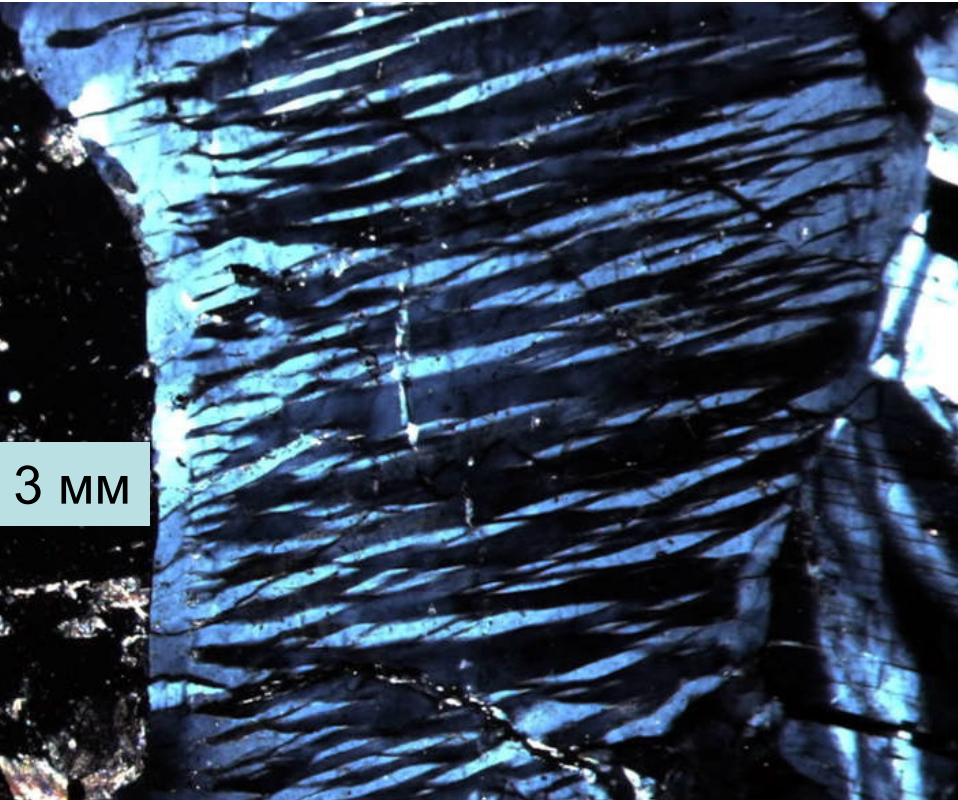


Фрагмент

Микропертитовые щелочные полевые шпаты.  
Состав протоминерала  $\sim K_{55}Na_{45}$   
Гиперсольвусные монополевошпатовые граниты.  
Алданский щит



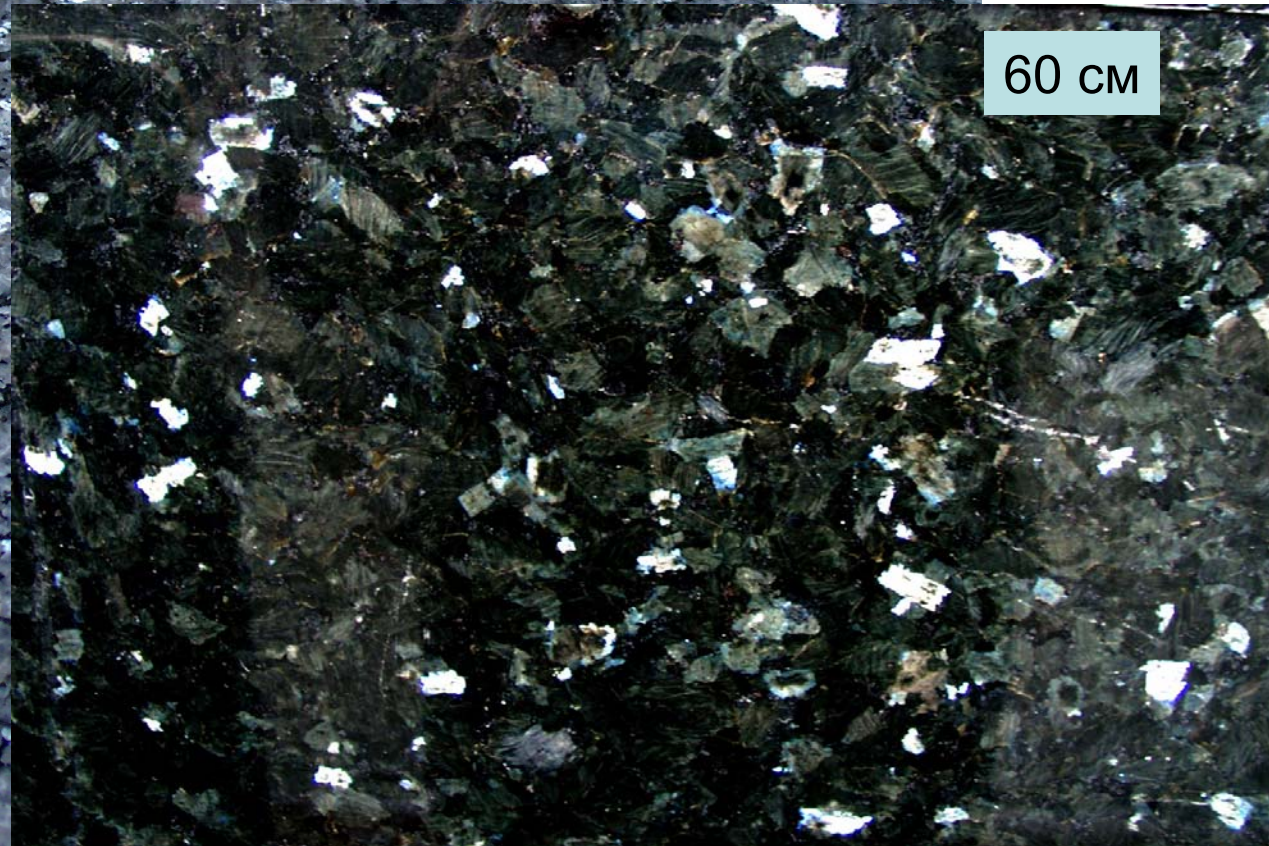
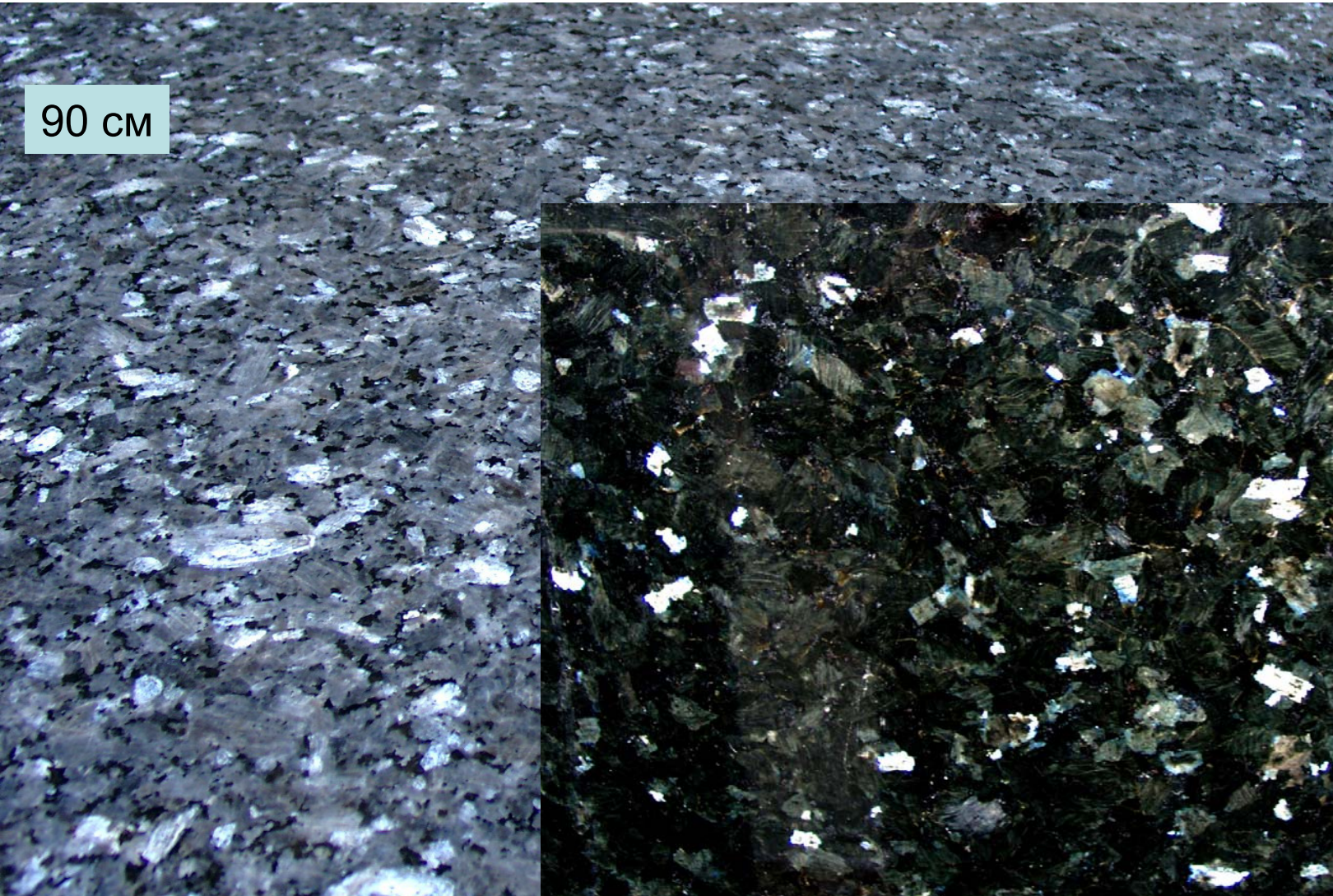
# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



Микропертиты.  
Нефелиновые сиениты.  
Кузнецкий Алатау



# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



Микропертитовые щелочные полевые шпаты – «лунный камень».  
Сиениты – нордмаркиты - ларвикиты. Грабен Осло. Южная Норвегия



# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



134x101 мм

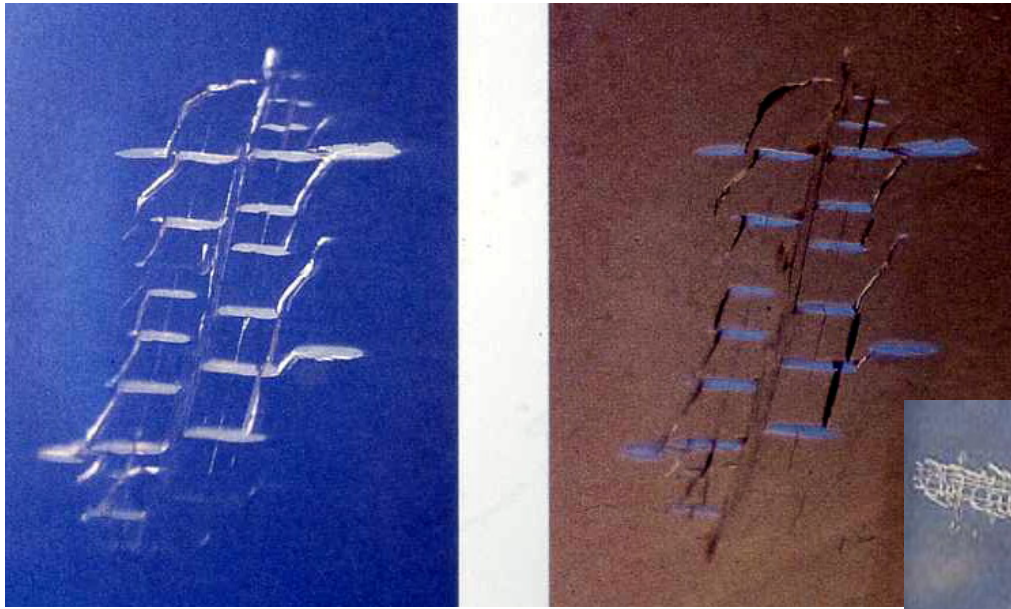
86 мм



Микропертитовые щелочные полевые шпаты – «лунный камень».  
Сиениты – нордмаркиты - ларвикиты. Грабен Осло. Южная Норвегия



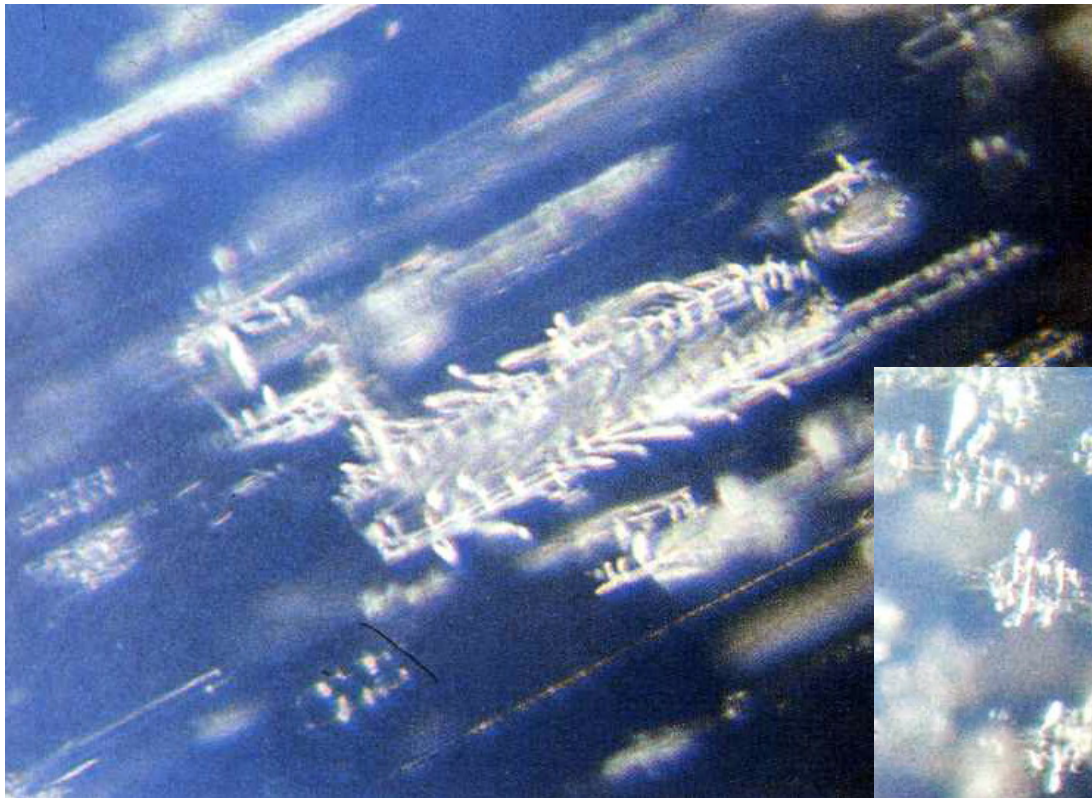
# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



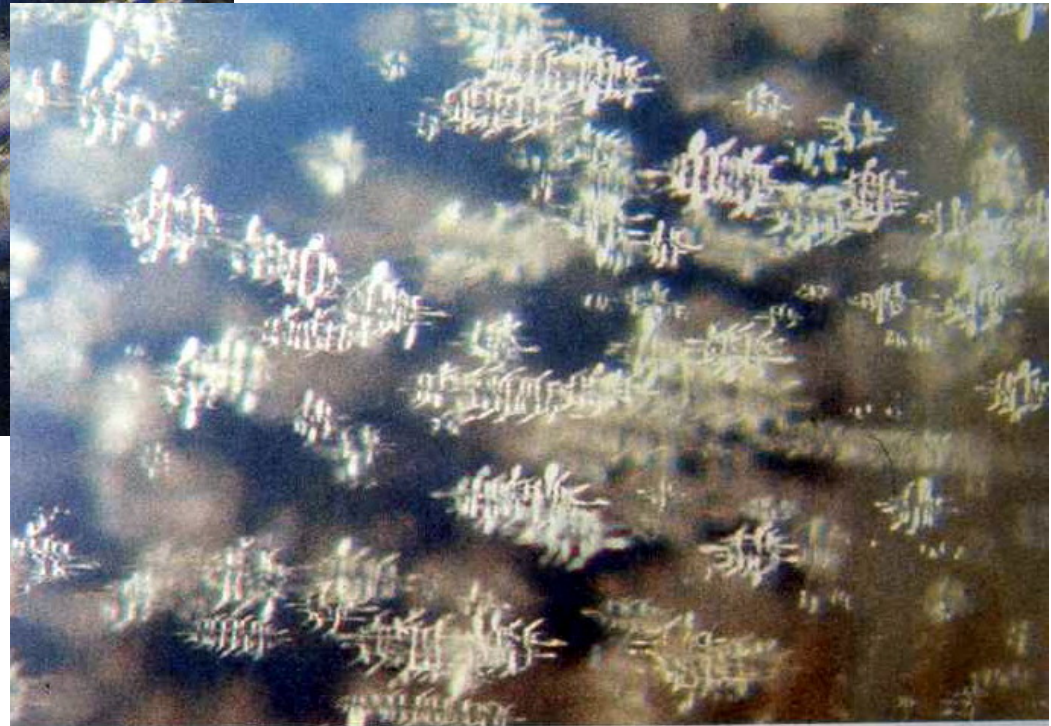
Ламелли альбита  
в матрице калишпата

Микропертитовые щелочные полевые шпаты – «лунный камень».  
Гранитные пегматиты.

# Магматические К-На полевые шпаты. Распад высокоТ твёрдых растворов



Ламелли альбита  
в матрице калишпата



Микропертитовые щелочные полевые шпаты – «лунный камень».  
Гранитные пегматиты.



# Магматические К-На полевые шпаты

Состав магматических щелочных полевых шпатов - чуткий индикатор параметров и процессов минералогенеза. Щелочные полевые шпаты агпаитовых магматитов и магматитов с повышенной агпаитностью - трахитов, сиенитовых и монцонитовых пород ... обогащены барием (до первых %) и стронцием (до 1 %) и относительно бедны рубидием. Напротив, щелочные полевые шпаты гранитоидов плюмазитовых – лейкогранитов, аляскитовых гранитов, литий-фтористых гранитов, - бедны барием и стронцием, но обогащены рубидием, а также цезием и таллием. Поэтому хороший геохимический индикатор для щелочных полевых шпатов – величина Rb/Ba, обычно в ходе кристаллизации она заметно возрастает. Щелочные полевые шпаты – основной минерал носитель бария в земной коре, т.к. редкие образцы этих полевых шпатов содержат менее 1000 г/т Ba. В щелочных полевых шпатах магматитов с повышенной агпаитностью, включая некоторые типы гранитов и гранитных пегматитов, проявлено изоморфное замещение берлититового типа  $Si^{4+} + Si^{4+} \leftrightarrow Al^{3+} + P^{5+}$ . Такие полевые шпаты могут содержать до 1 масс. % фосфора и более.

Щелочные полевые шпаты редкометальных гранитных пегматитов содержат до 1-3 масс. % рубидия.

# Магматические К-На полевые шпаты

Особый интерес представляют содержания в щелочных полевых шпатах свинца. Эти минералы – главные носители свинца в земной коре, его среднее содержание в полевых шпатах около 30 г/т. Поздние полевые шпаты гранитов и гранитных пегматитов – амазониты содержат от 100 до 500 г/т свинца и более. Именно свинец – причина амазонитовой окраски. Тонкие физические исследования показали, что голубоватая – синеватая окраска амазонита обусловлена наличием ионов трёхвалентного свинца, а зелёная окраска амазонита обусловлена наличием ионов одновалентного свинца. Таким образом, зелёный амазонит – индикатор высокой кислотности (= восстановленности) среды минералообразования. Минералогические наблюдения хорошо коррелируются с этими данными, - зелёный амазонит часто развит в парагенезе с топазом.



# Магматические К-На полевые шпаты. Амазонит

315 мм

Pikes Peak, Колорадо



Амазонит содержит 1.2 масс. % Pb

135 мм

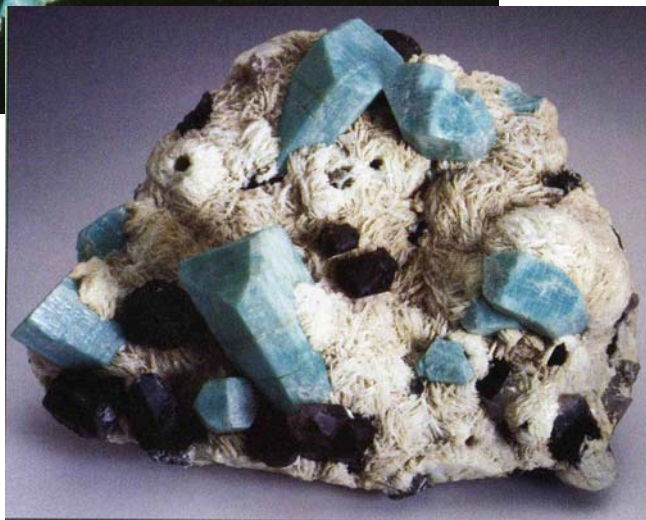
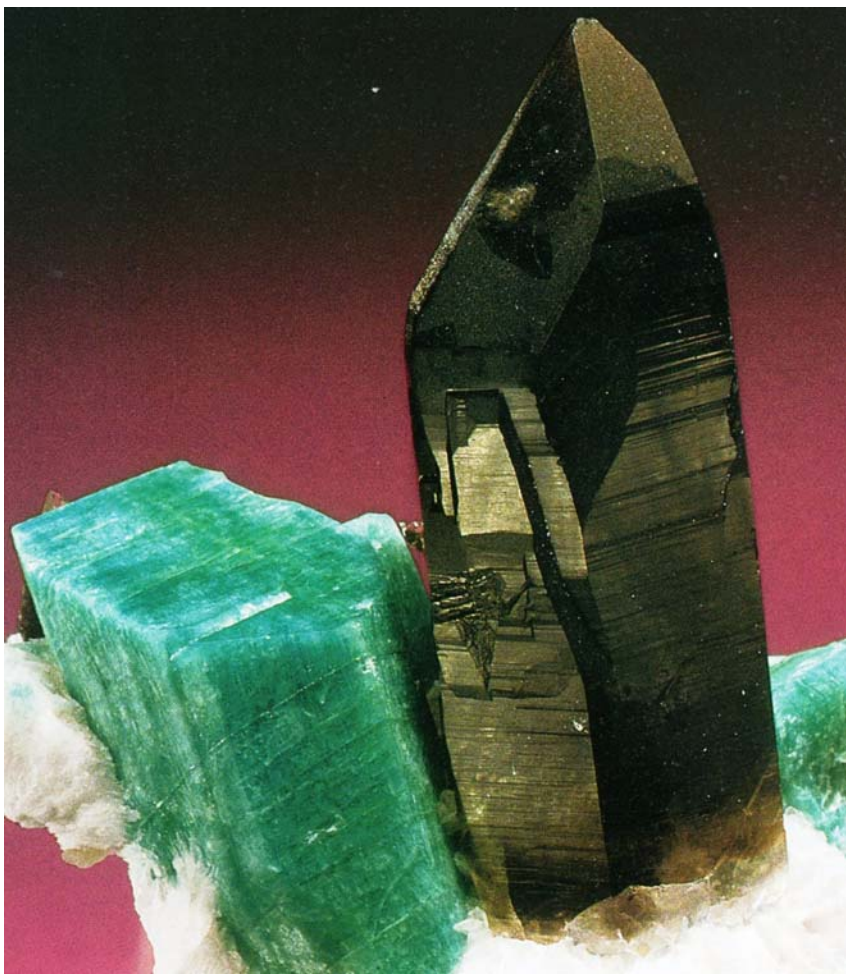


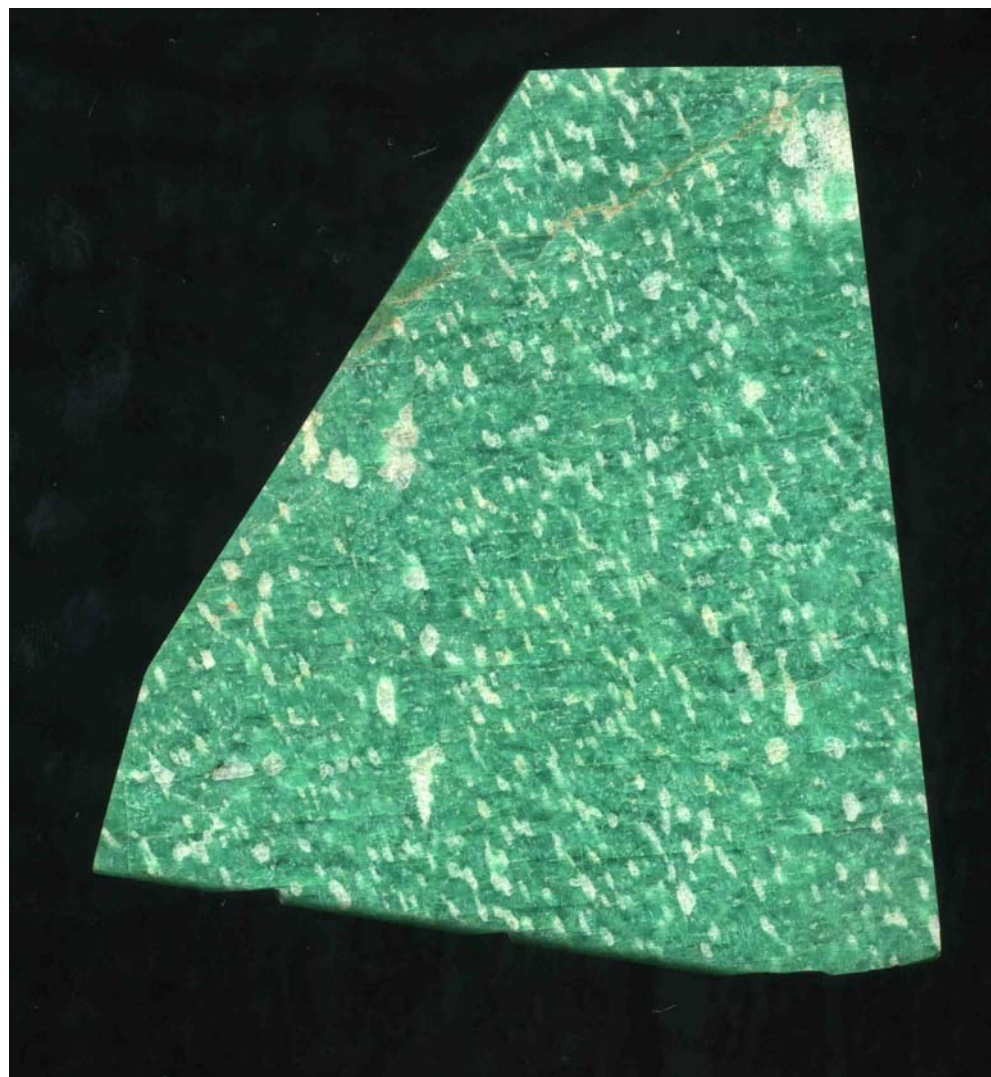
Figure 3. Amazonite, smoky quartz, and albite, 8 × 3 × 6.5 inches Florissant, Teller County, Colorado



# Магматические К-На полевые шпаты. Амазонит



Зелёный амазонит  
+ раухкварц + альбит.  
83 мм. Pikes Peak,  
Колорадо, США



Амазонитовый микроклин-пертит.  
84x78 мм. Гранитные пегматиты  
горы Парус. Кейвы. Кольский п-ов



# Камчатка. Беседуют красноногие говорушки

