

Э.М. Спиридонов

Генетическая минералогия.

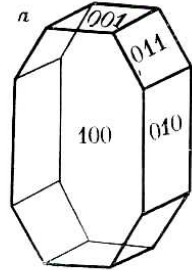
Онтогения. Индивиды

Рост кристаллов

006. Анатомия

индивида – источник
генетической информации

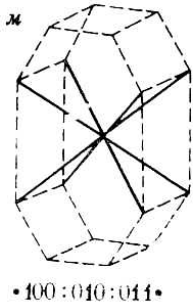
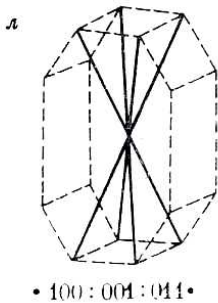
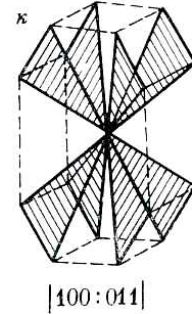
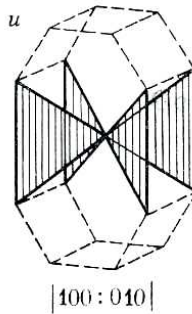
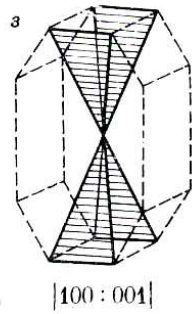
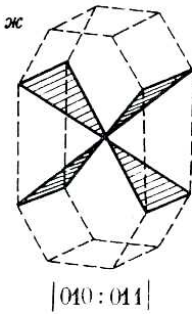
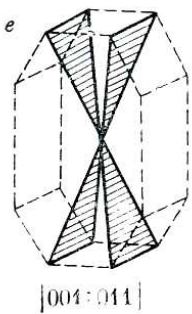
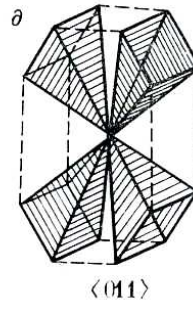
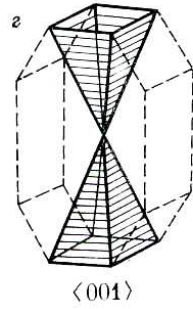
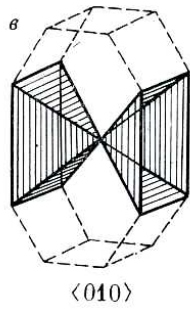
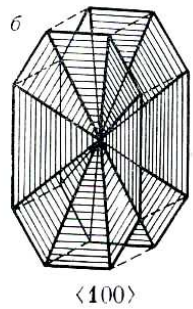
Индивиды. Рост кристаллов. Зарождение



Элементы строения кристаллов

Кристаллы образуют пирамиды роста граней, плоскости роста рёбер, линии роста вершин. Часто кристаллы растут из микроскопического размера зародышей, так называемых критических зародышей, обладающих той же кристаллической структурой, что и макрокристаллы.

Макрокристаллы возникают путём разрастания этих зародышей, при воспроизводстве, редупликации кристаллической структуры данного минерала.



Анатомия индивида - источник генетической информации

Весь объём кристалла был когда-то на его поверхности. Поэтому изучение анатомии кристалла - источник информации о его генезисе.

Кристалл сложен пирамидами нарастания граней, поверхностями нарастания ребер и линиями нарастания вершин. Реальные кристаллы всегда зональны, т.к. их рост происходил за счёт отложения вещества на поверхности кристалла микро- и макрослоями. Соответственно, пирамиды роста граней имеют пластинчатое строение, поверхности нарастания ребер - полосчатое, линии нарастания вершин - состоят из отрезков.

Некоторые грани не образуют своих пирамид роста, эти грани именуют гранями "торможения". Для кварца - это обычно грани призмы.

Пирамиды роста

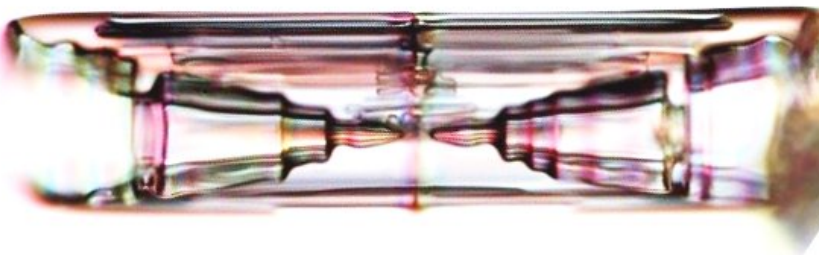
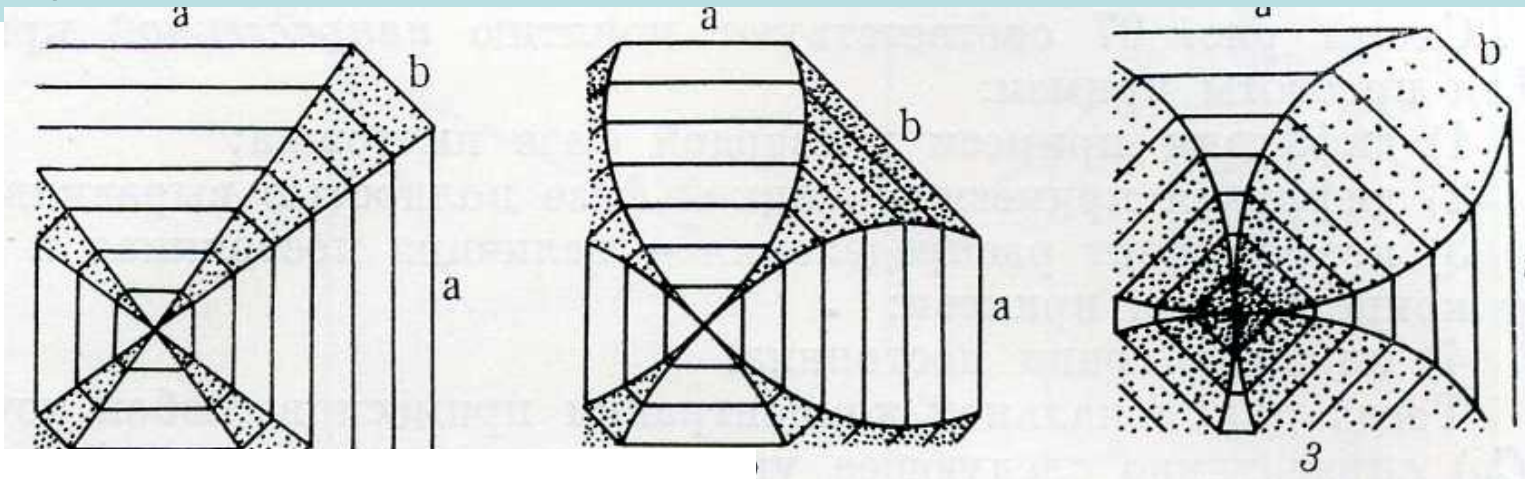
В идеально развитом кристалле все пирамиды нарастания граней исходят из одной точки - центра кристаллизации. Пирамиды роста фиксируют все особенности роста кристалла. Форма пирамид роста бывает копьевидной, чётковидной и более сложной с неправильными кривыми границами. Это свидетельствует о переменной скорости роста граней, вплоть до прерывистого. При остановке роста возникают секториальные фантомы. На форму пирамид роста влияют пересыщение, поглощение кристаллом примесей, ориентировка кристалла относительно

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста

потока минералообразующего флюида. Кристалл при одностороннем питании приобретает ассиметричное строение, его центр смещается в сторону питающего потока. Соответственно, возможно решение и обратной задачи. В ряде кристаллов отдельные пирамиды роста настолько заметно отличаются по цвету, количеству примесей, тонкому рисунку зональности..., что можно говорить о секториальном строении таких кристаллов.

Различные
типы
пирамид
роста



Пирамиды роста
в кристалле
льда

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста

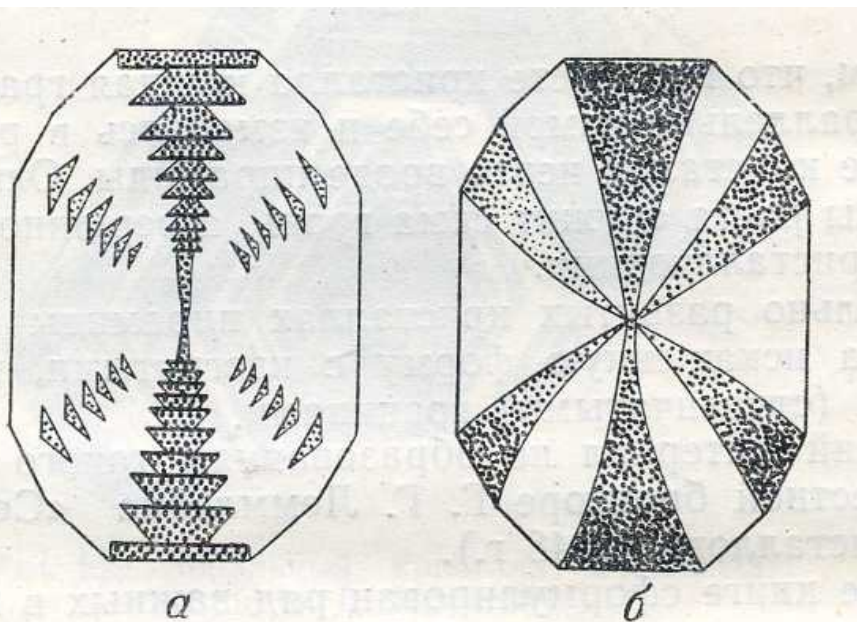


Рис. 83. Формы пирамид роста в кристалле брукита, выросшем при всестороннем и равномерном поступании питающих потоков.
По Н. Ю. Икорниковой

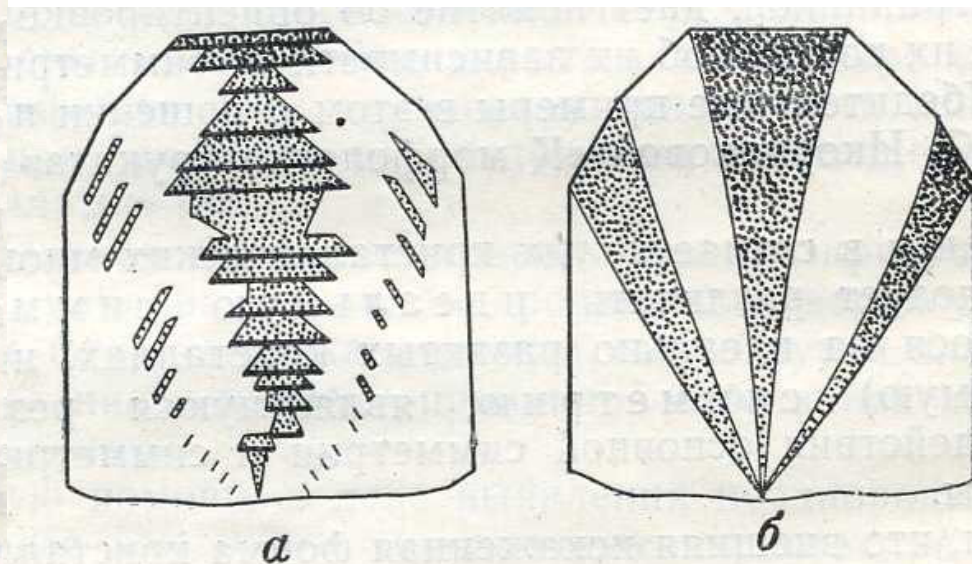


Рис. 84. Формы пирамид роста в кристалле брукита, выросшем так, что его ось [001] совпадала с направлением питающих токов.
По Н. Ю. Икорниковой

Изотропное питание (слева).

Одностороннее питание (справа)

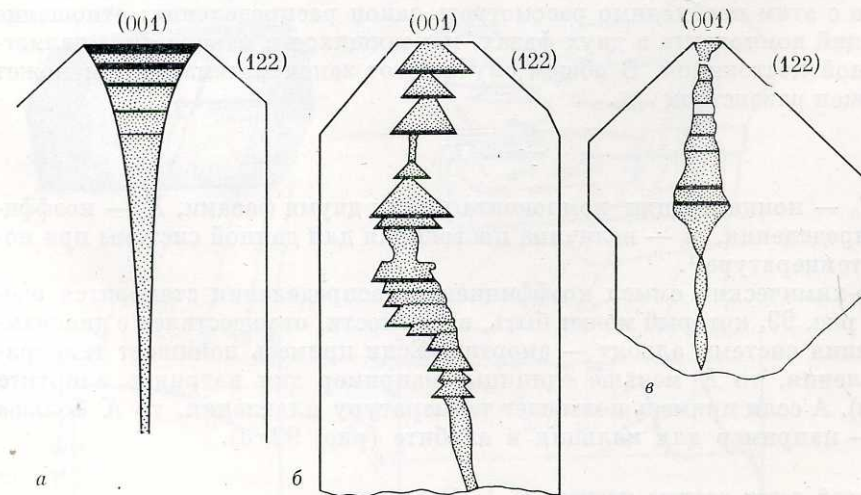
а – рост с остановками, б – рост непрерывный

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста



Боковое питание.
а – рост с остановками,
б – рост непрерывный



Различные типы пирамид роста в кристаллах брукита

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста в кристаллах брукита



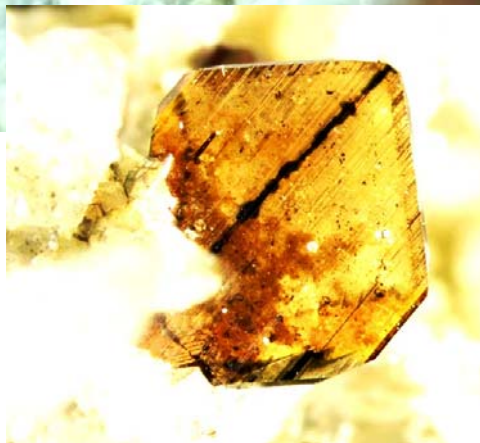
22x14 мм. Monts Karahan,
Пакистан



20 мм. Fitampito, Ikalavanony, Мадагаскар

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста в кристаллах брукита



Альпийские жилы.
Monte Brigaseto,
Северо-Итальянские
Альпы

Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста в кристаллах топаза

По закону Бекке пирамиды роста разных простых форм имеют различные физические свойства: показатели преломления, твёрдость, электропроводность, степень интенсивности радиационной окраски (дымчатый кварц), плотность точечных дефектов и дислокаций. Различные грани кристаллов по-разному сорбируют примеси из среды питания. Интересны пирамиды роста топаза. Грани [120] (более тупые ромбические призмы) и [112] (более тупые, точнее сплюснутые бипирамиды) активно поглощают Fe^{2+} , их пирамиды роста окрашены в голубой цвет. Кристаллы топаза, образованные такими гранями, - из пегматитов Мурзинки, Ильмен... – голубого цвета. Грани [110] (более острые призмы) и [111] (более острые бипирамиды) активно поглощают Fe^{3+} , их пирамиды роста окрашены в чайный, розовый, жёлтый, фиолетовый цвета. Кристаллы, образованные такими гранями,- из кварцевых жил Бразилии, Южного Урала, Пакистана - розовые, жёлтые, фиолетовые. Кристаллы топаза, где развиты пирамиды роста граней [120] и [110], [112] и [110]..., - двуцветные: пирамиды роста граней [120] голубого цвета, пирамиды роста граней [110] чайного цвета различной густоты окраски; таковы топазы из пегматитов Волыни.

Грань [120]

Грань [110]

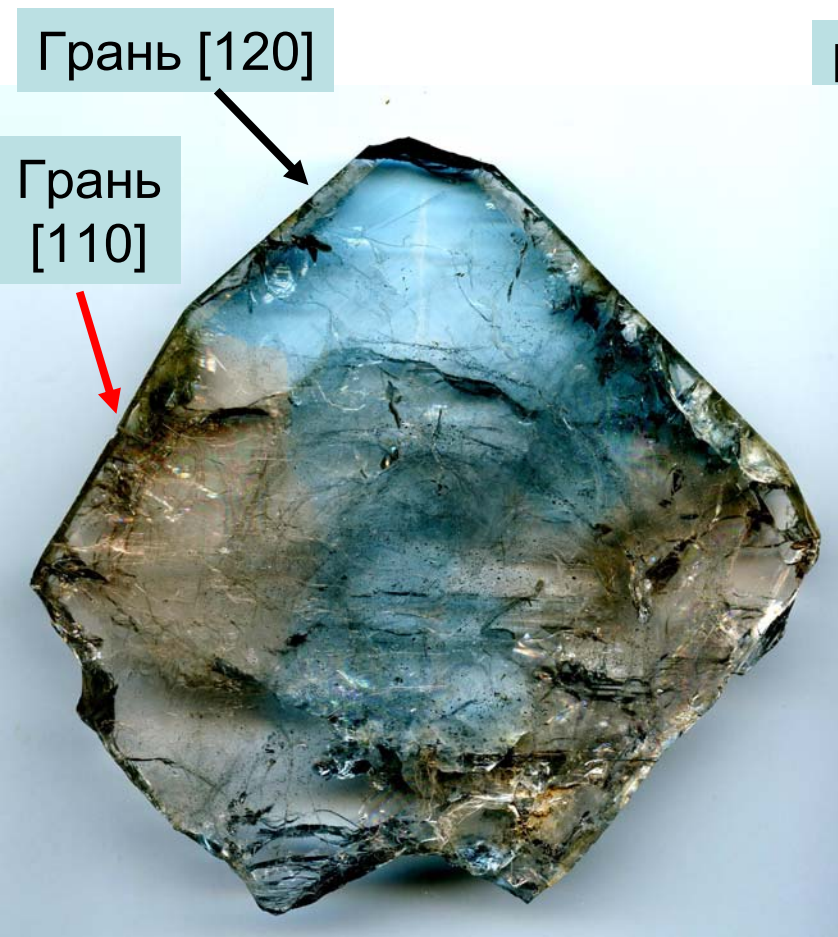
Пирамиды роста
разной окраски =
разного состава
в кристаллах
топаза
гранитных
пегматитов
Волыни,
Украина

171x146 мм

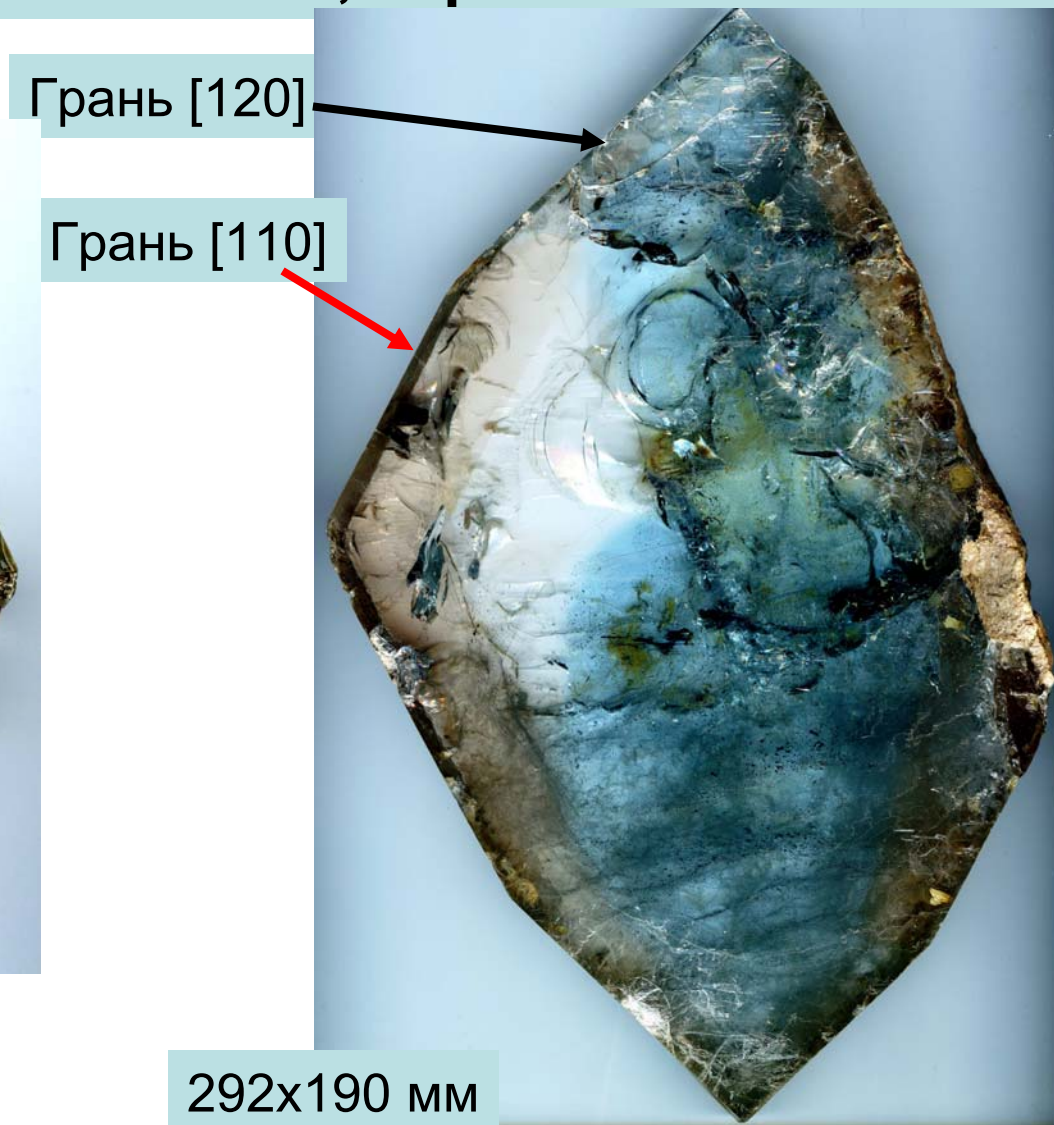


Анатомия индивида - источник генетической информации

Пирамиды роста в кристаллах топаза гранитных пегматитов Волыни, Украина



130x129 мм



292x190 мм

Анатомия индивида - источник генетической информации

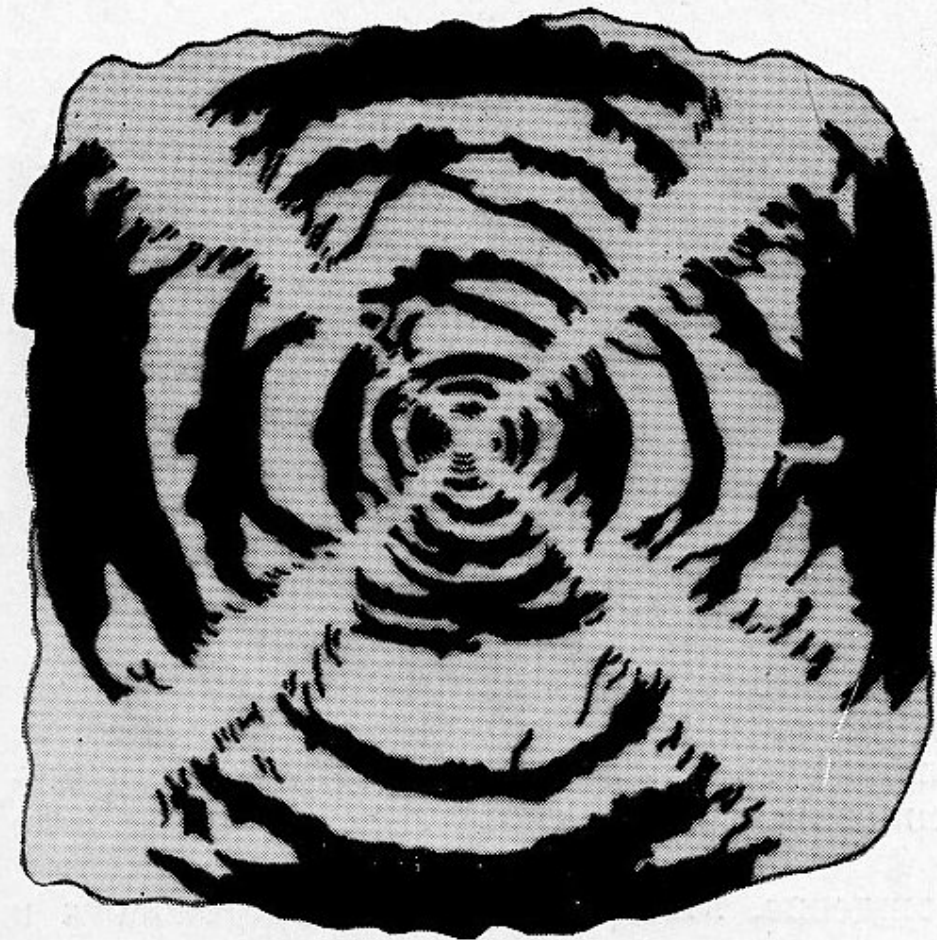
Сектора роста

В ряде кристаллов отдельные пирамиды роста настолько заметно отличаются по цвету, количеству примесей, тонкому рисунку зональности ..., что можно говорить о секториальном строении таких кристаллов. Особенно выразительна секториальность в сочетании с зональностью у кристаллов аметиста и аметрина, сапфира, рубина, циркона, гранатов.

То, что различные секторы роста кристаллов одного минерала могут в несколько раз отличаться по содержанию элементов-примесей, следует иметь в виду при микрозондовых и иных исследованиях. В некоторых кристаллах везувиана, ставролита, титанавгита, турмалина... кристаллографически различные секторы роста отличны по валовому химическому составу, нередко имеют различную симметрию! Это еще один любопытный штрих к вопросу о том, что такое минерал.

Поскольку состав различных секторов роста одного кристалла нередко различен и соответственно различны параметры их кристаллической решетки, то вдоль контактов разных секторов нередко развиваются напряжения гетерометрии, порождающие образование трещин, изгибы, кручение кристаллов, расщепление кристаллов.

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста кристалла галита

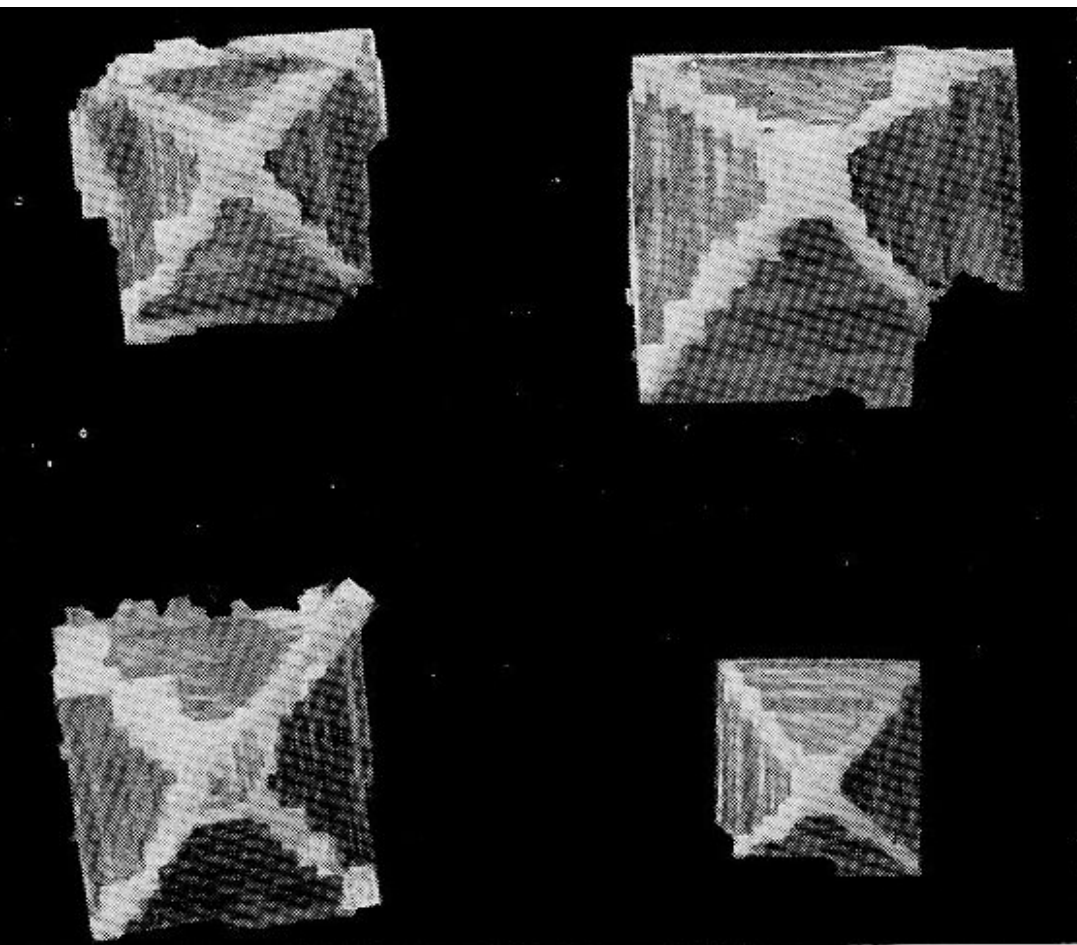


47

Зональная структура гигантского (около 7 см) кристалла галита, обусловленная распределением серповидных участков галита и галопелитового материала (черное) по зонам роста кристалла. Белый крест — диагональные плоскости куба (ребра «пирамид роста»). Светлое — галит.

Зарисовка образца в 9/10 нат. величины. Кунгур Прикаспия. Материалы А. Л. Протопопова и Л. П. Блазко, 1965.

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста кристалла галита



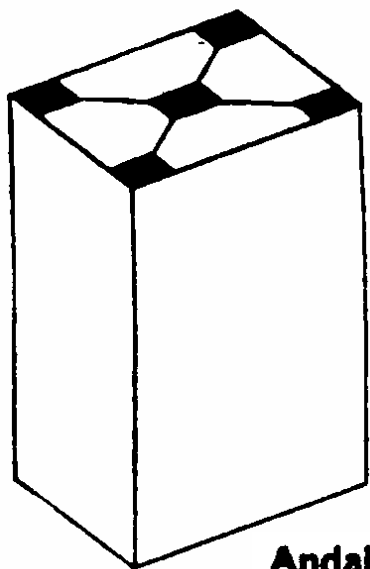
Секториально-
зональные
кристаллы
галита

40

Зональная структура кристаллов галита со дна Кургузульской бухты зал. Кара-Богаз-Гол.
×2. Материалы В. Н. Дубининой, 1951.

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста кристаллов андалузита

Fig. 2.



Andalusit

Fig. 3.

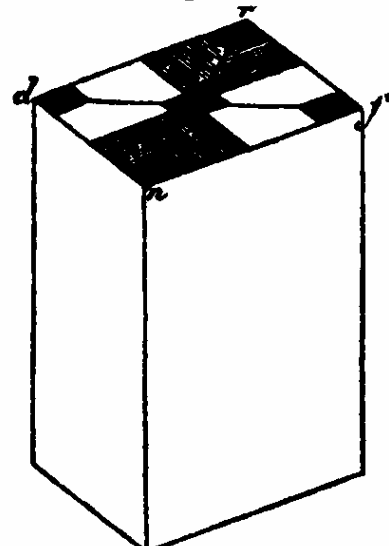


Fig. 4.

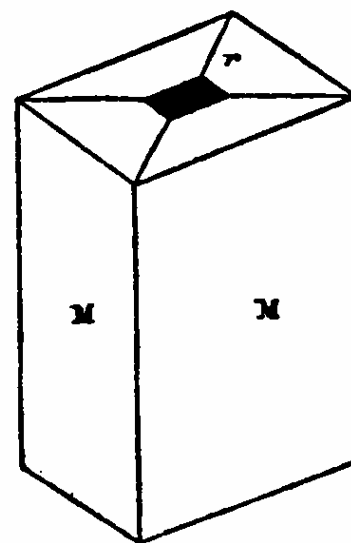
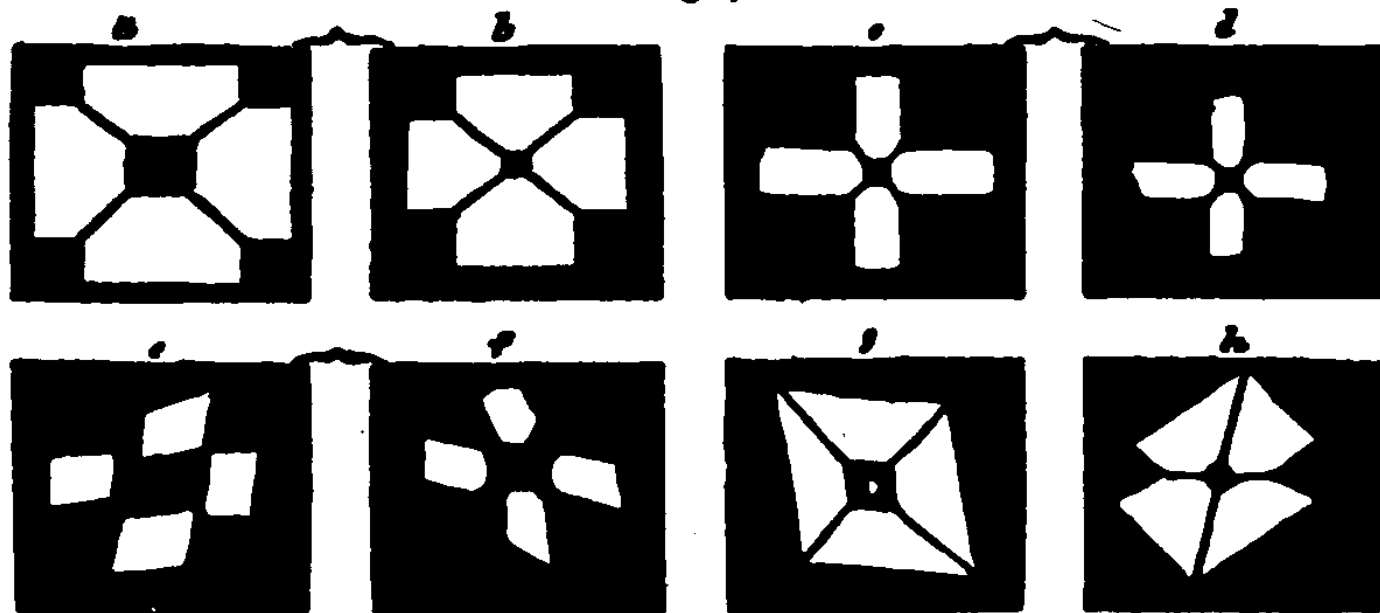


Fig. 7.

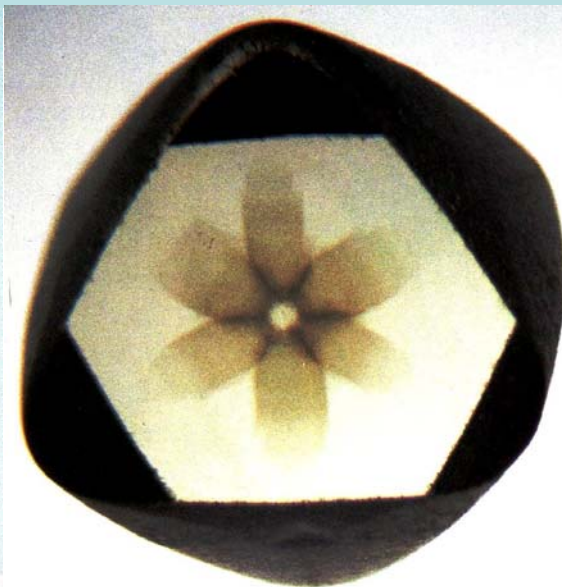


Анатомия индивида - источник генетической информации

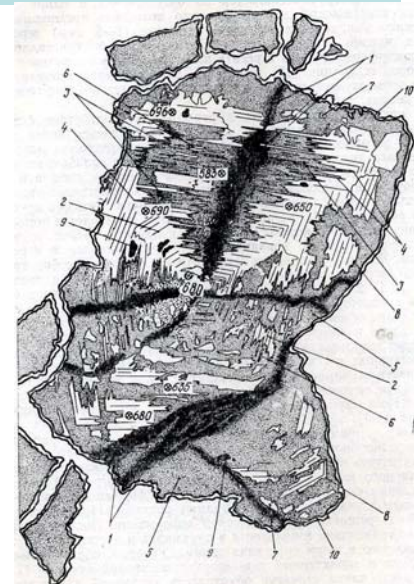
Сектора роста



Секториально окрашенный флюорит.
Эронго, Намибия



Секториальный алмаз 1.75 карат.
Бразилия



Секториальный кристалл
скарнового магнетита.
Сарбайское,
Северный Казахстан



Секториальный – звёздчатый алмаз

Секториальный кристалл
фторапофиллита.
31x29 мм



Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

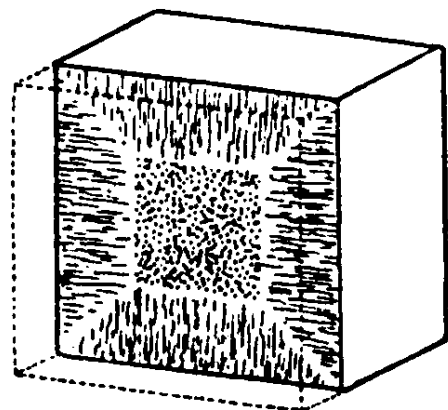


Кварц. Казахстан

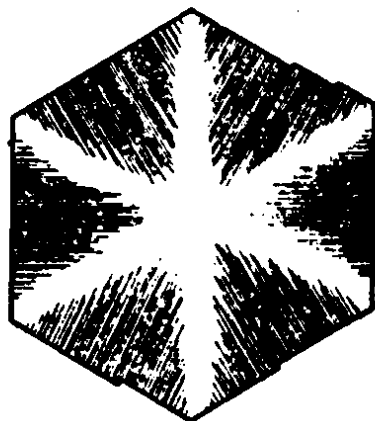


Кварц.
Катпар,
Прибалхашье

Флюорит



Биотит



Аметист – кварц.
36x26 мм.
Tata, Марокко

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста



**Аметрин =
секториальный
аметист – цитрин**
Anahi, Santa-Cruz,
Боливия

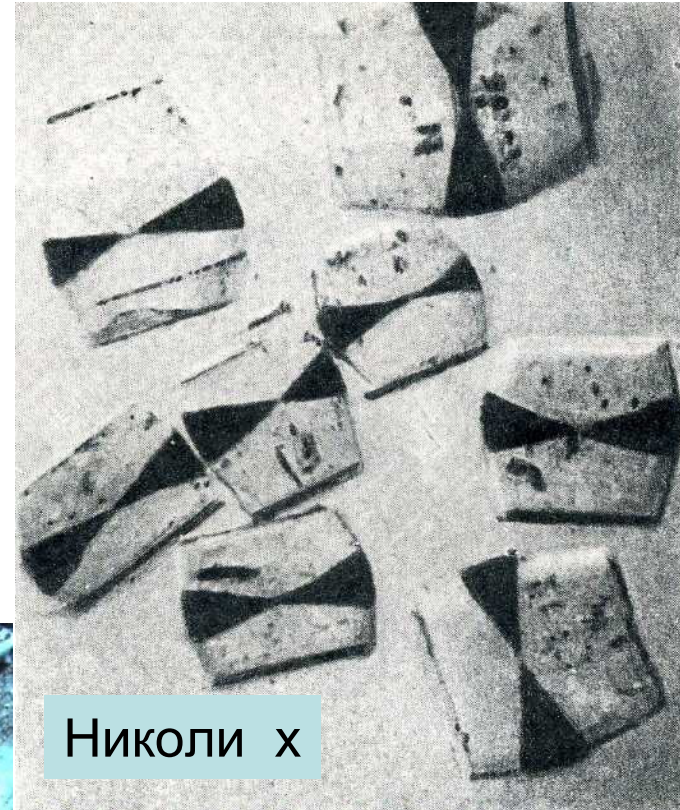


Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Структуры типа «песочных часов»

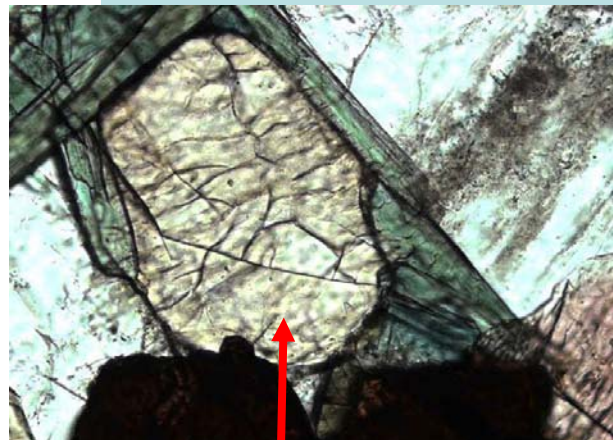


Секториальный кристалл гипса



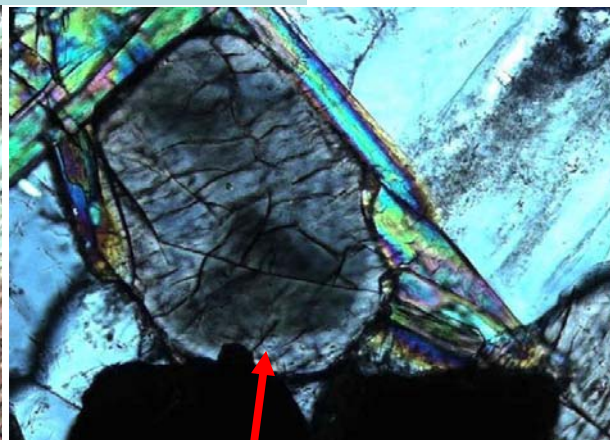
Николи х

Секториальные кристаллы астраханита



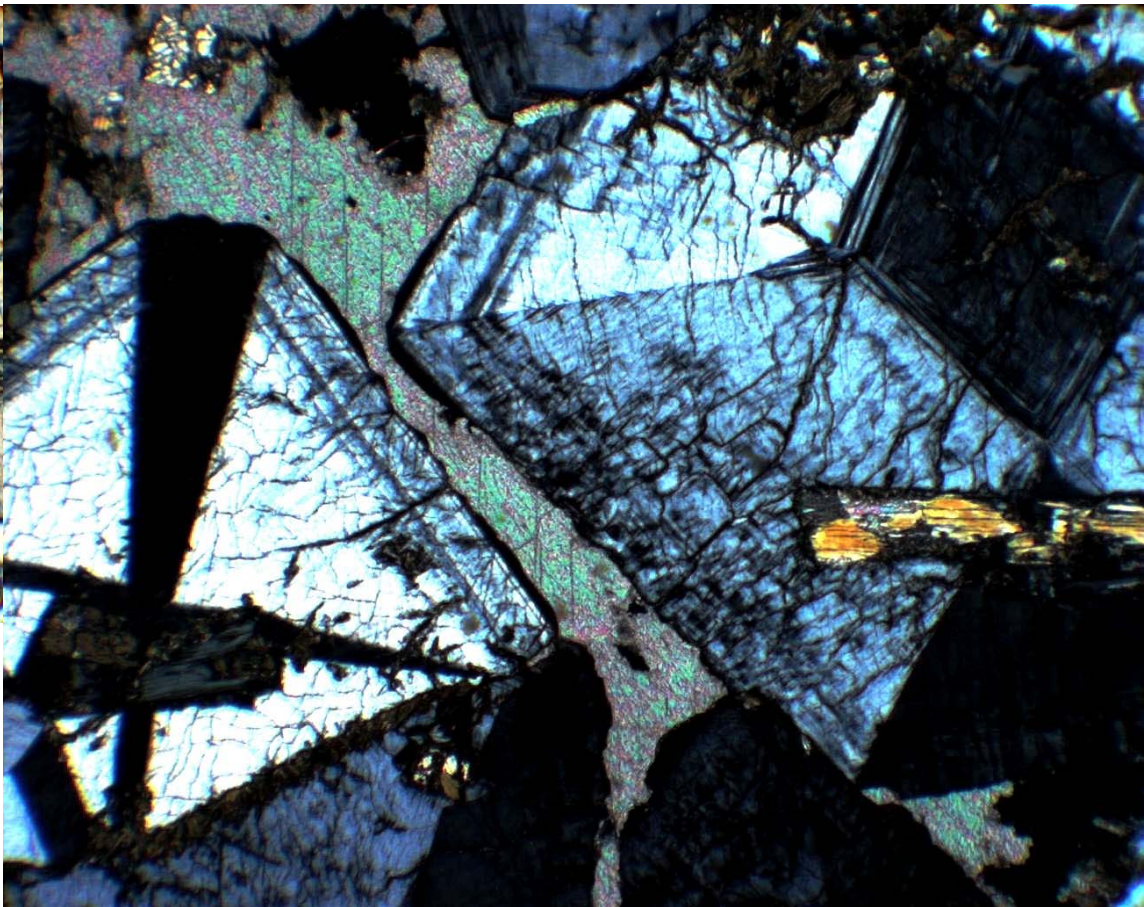
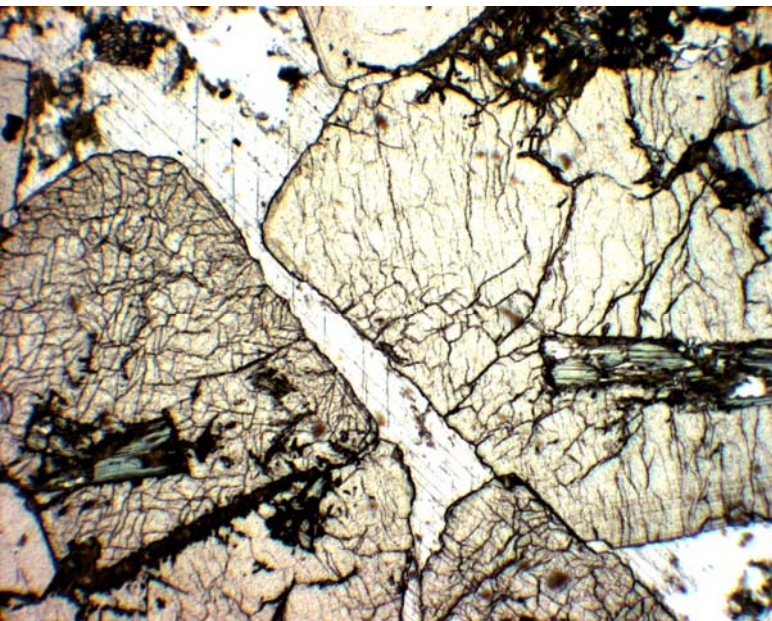
Секториальный кристалл эвдиалита

При 1 николе



Николи х

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста



При 1 николе

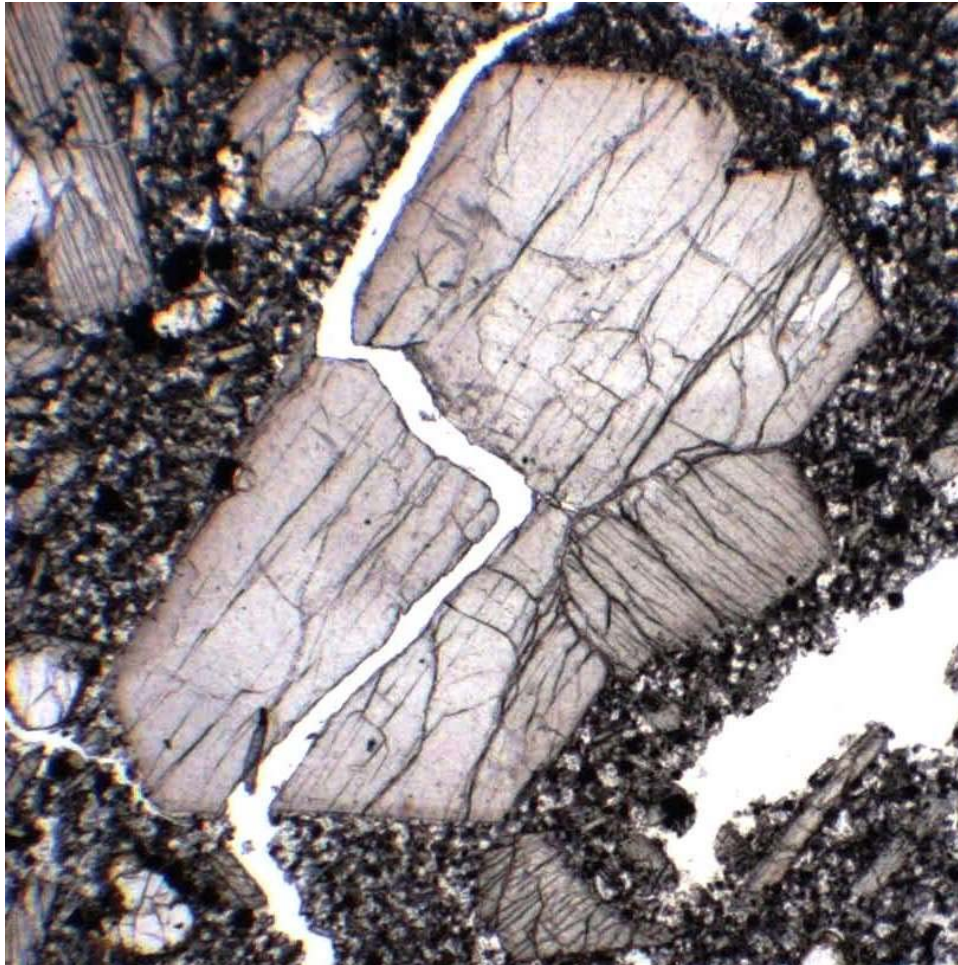
Николи х

Секториальные кристаллы поздне скарнового гроссуляра - андрадита в ассоциации с кальцитом и салитом.

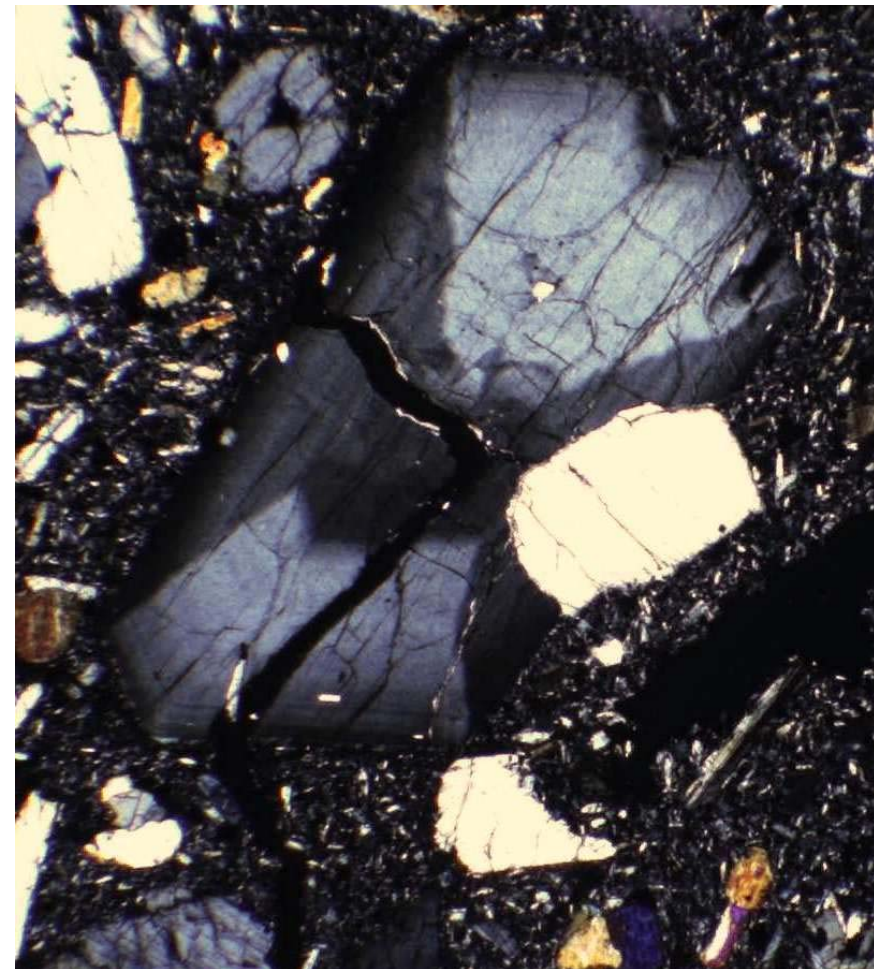
Чорух-Дайрон, Таджикистан

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Структуры типа «песочных часов» в кристаллах титанавгита.
Высокотитанистые щелочные базальты. Волноваха, южная Украина



При 1 николе



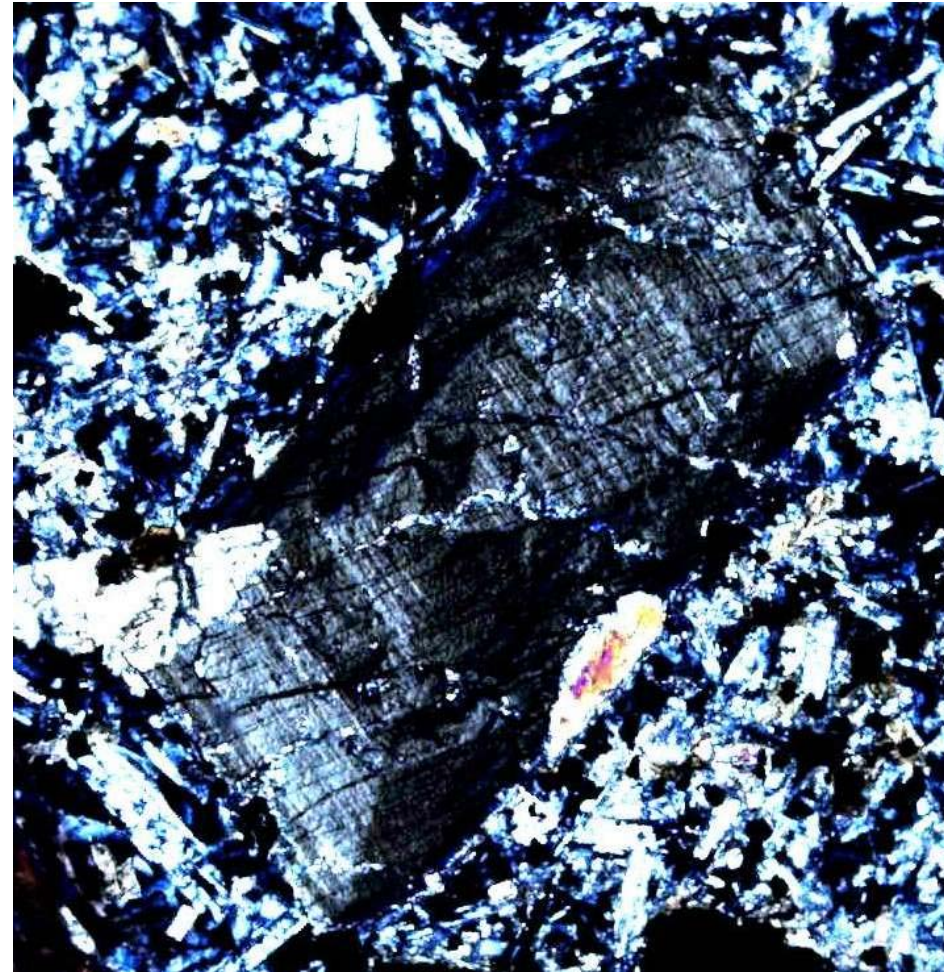
Николи х

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Структуры типа «песочных часов» в кристаллах титанавгита.
Высокотитанистые щелочные базальты. Волноваха, южная Украина



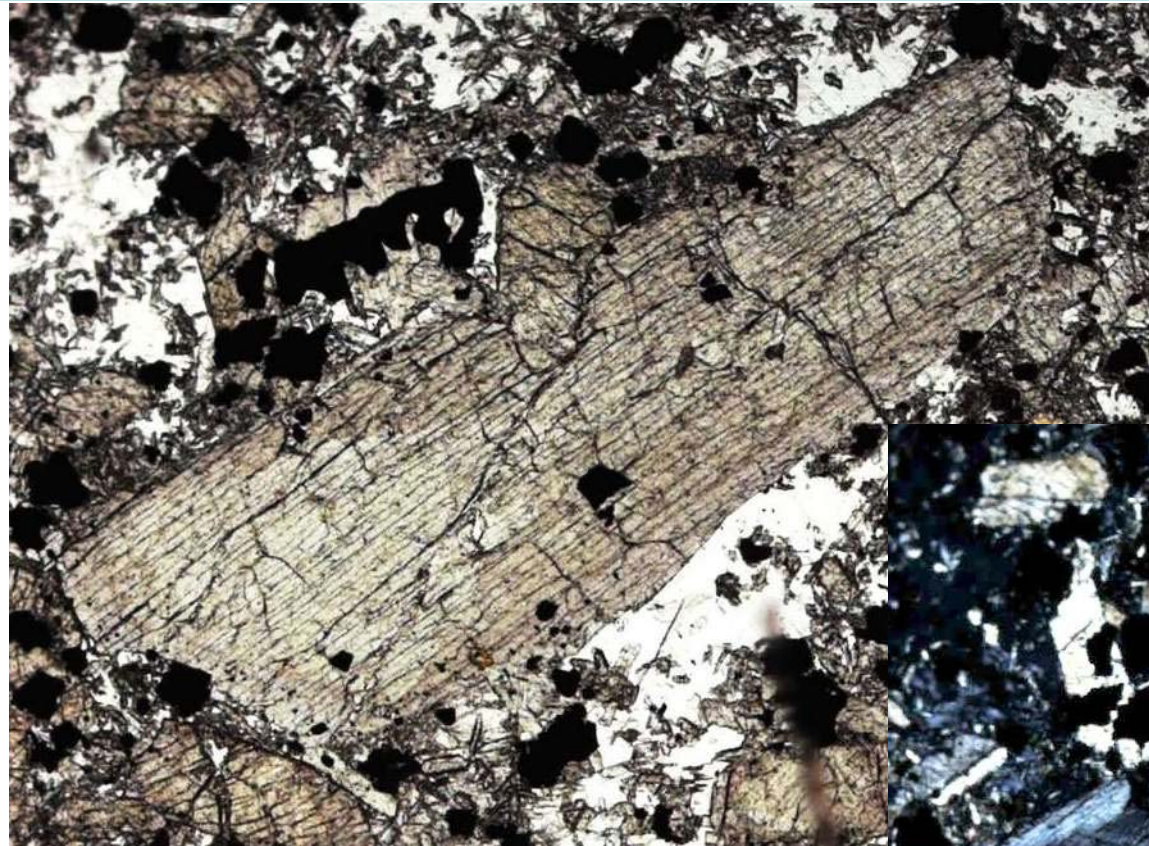
При 1 николе



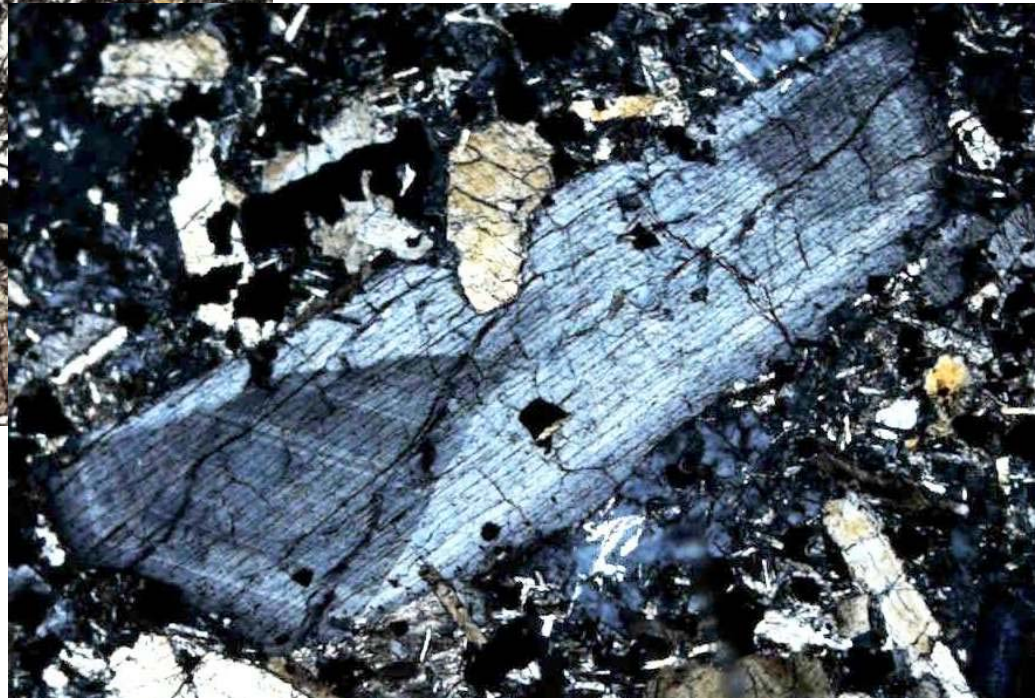
Николи х

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Структуры типа «песочных часов» в кристаллах титанавгита.
Высокотитанистые щелочные базальты. Волноваха, южная Украина



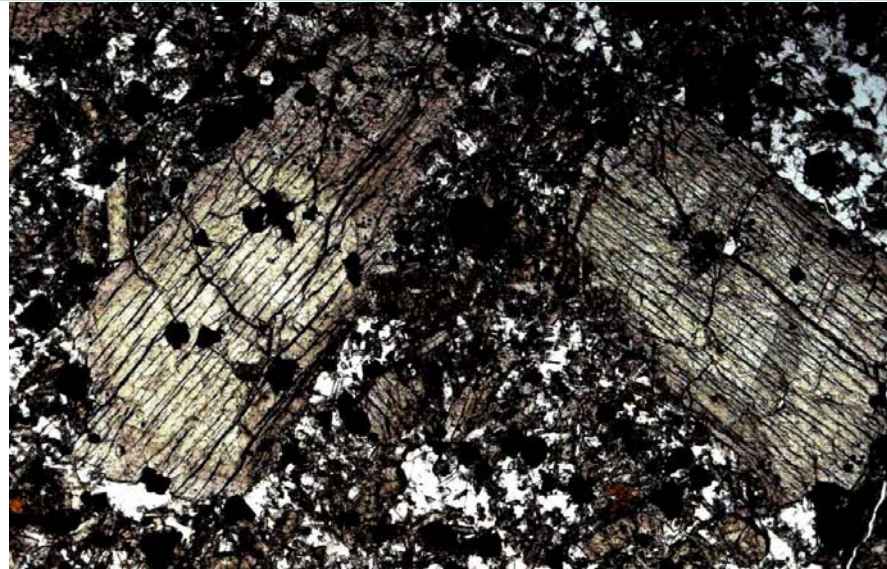
Николи х



При 1 николе

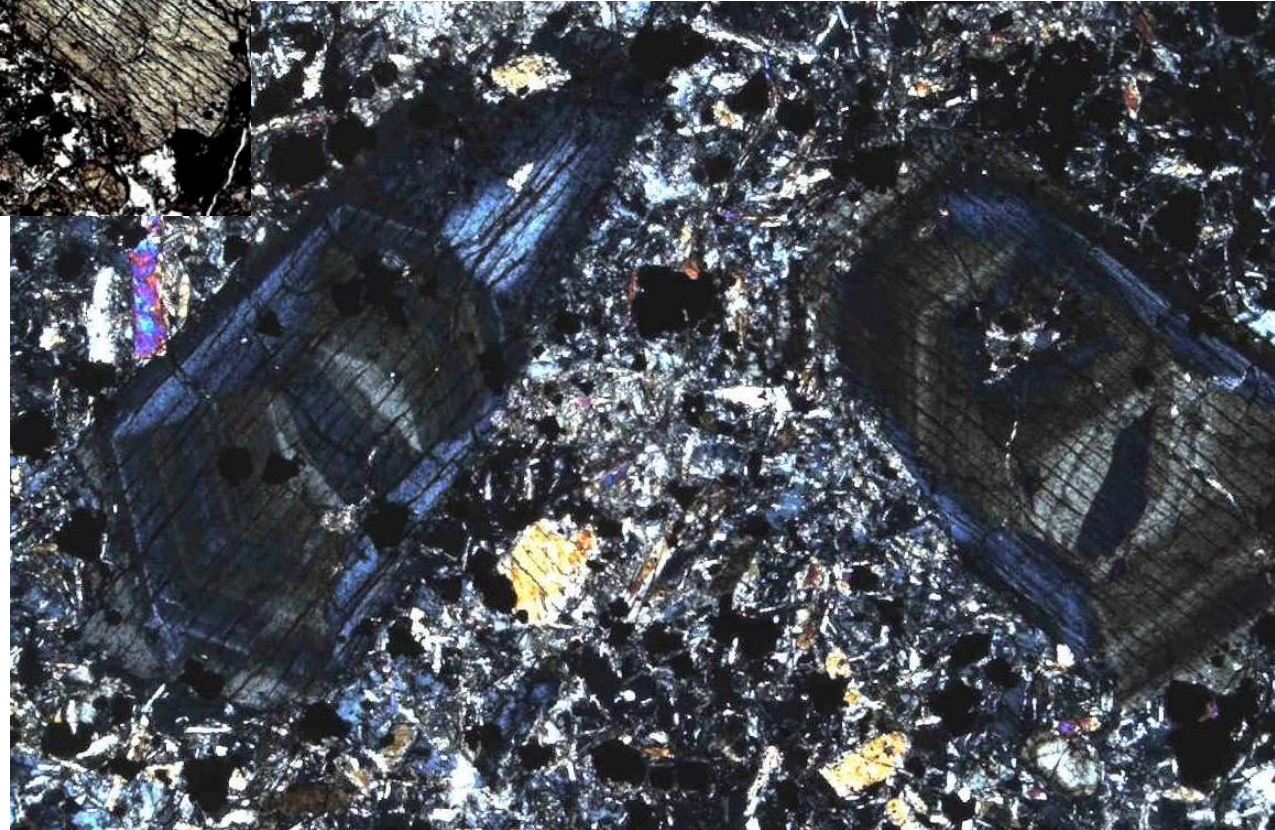
Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы

Титанавгит. Щелочные базальты. Волноваха, южная Украина



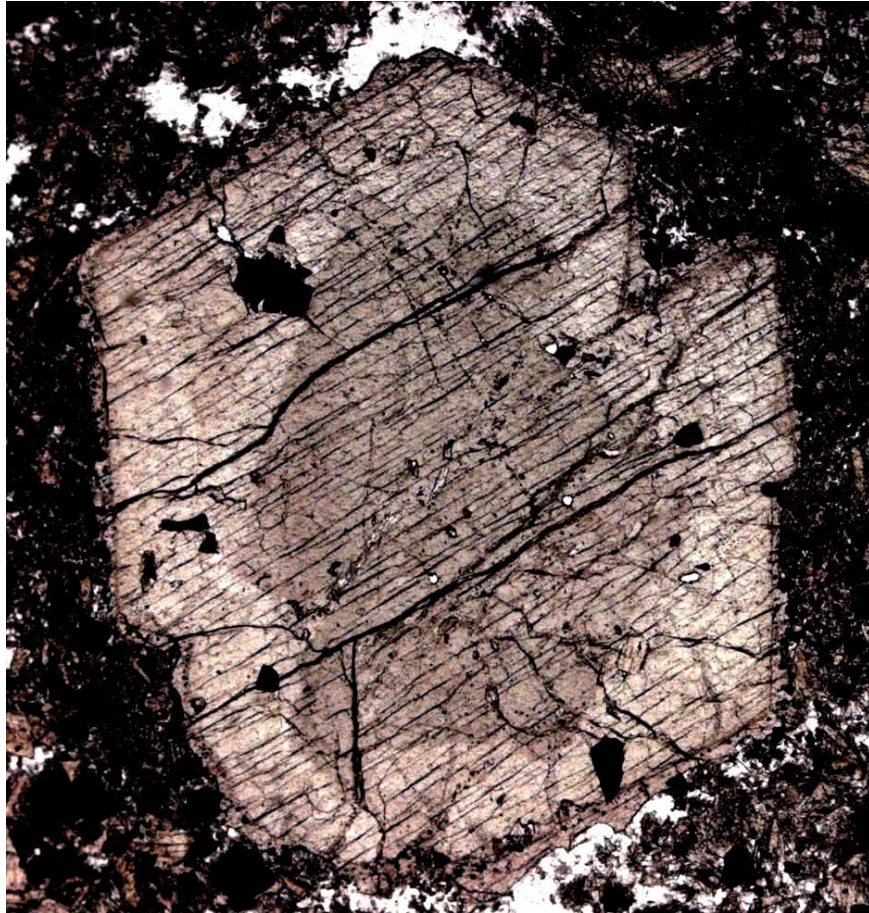
Николи х

При 1 николе

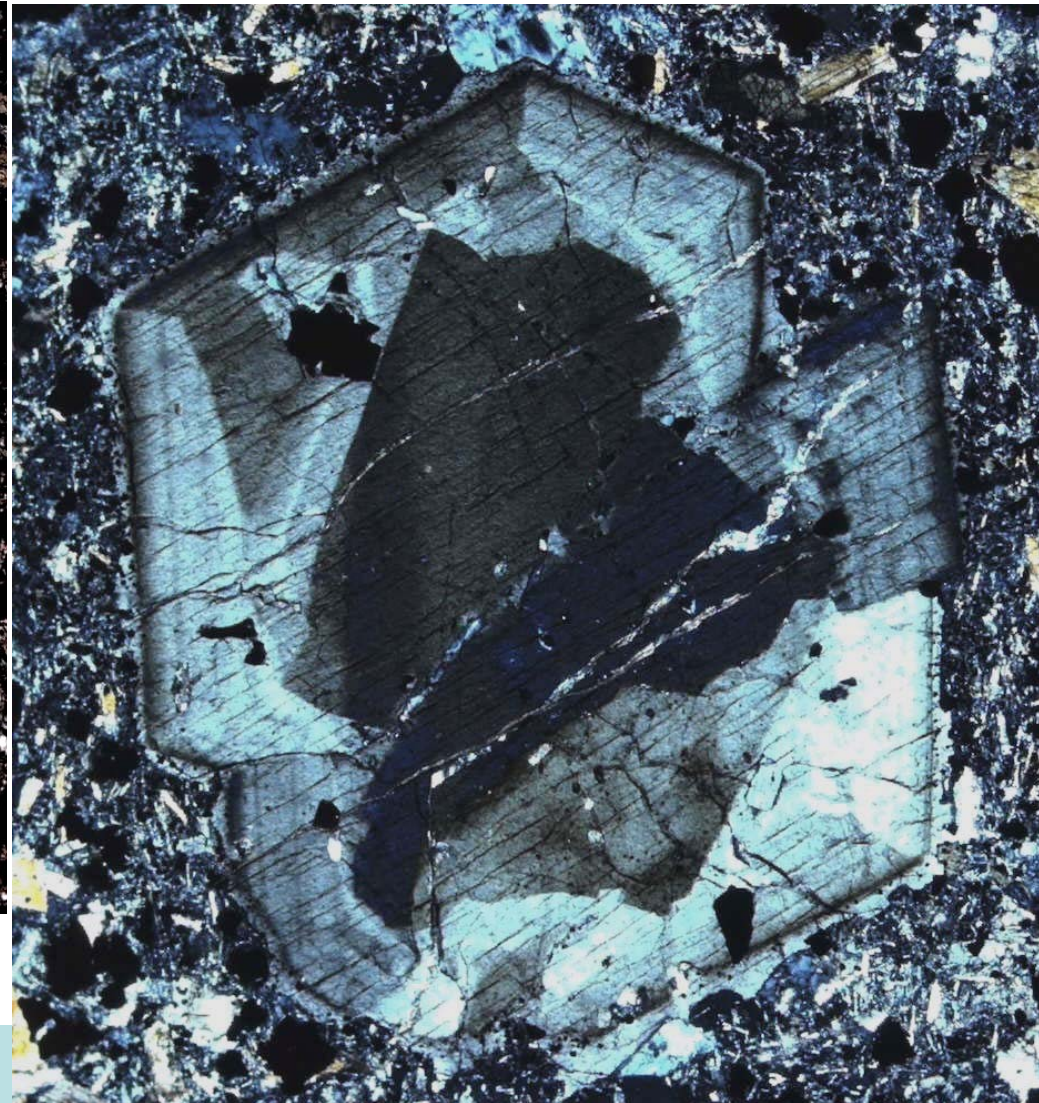


Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы

Титанавгит. Щелочные базальты. Волноваха, южная Украина



При 1 николе



Николи х

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

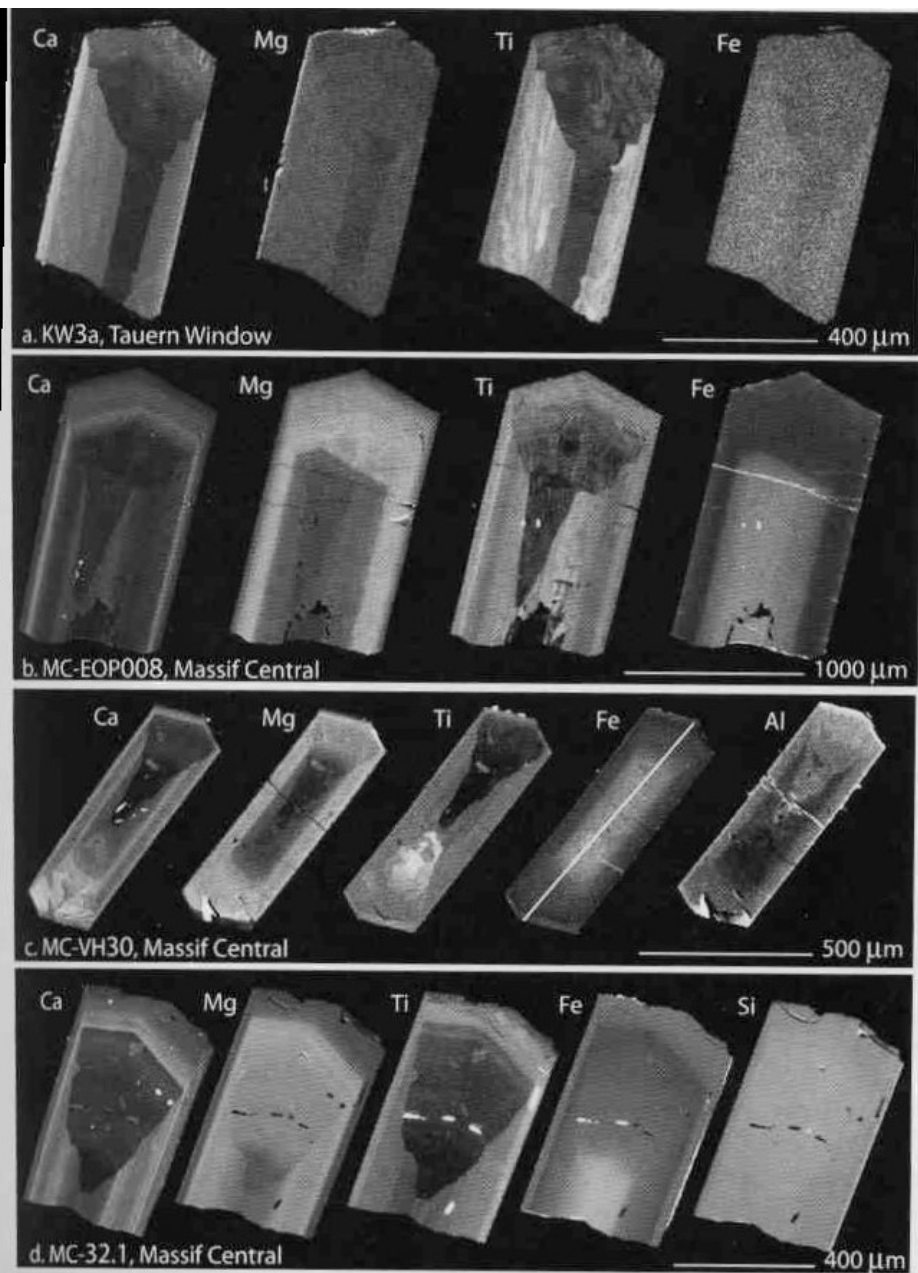


FIGURE 4. Electron microprobe wavelength dispersive element X-ray maps for tourmalin crystals from the Tauern Window (a), the French Massif Central (b, c, d), and the Cyclades island of Syros (sample SY4) sectioned parallel to the c-axis. Distinct compositional zoning can be recognized in these sections, outlining hourglass sectors. The differences between the sectors converge from core to rim and approach the composition of the intermediate sector. The Syros sample (e) displays five sectors instead of three, which is interpreted to result from the interaction of two sector-zoning directions. Boundaries between the sectors are commonly irregular and compositional heterogeneity within sectors can also be observed.

Карты распределения химических элементов в секториальных кристаллах турмалина в метаморфических породах Европы

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

В гранитных пегматитах среди кварцевых монцонитов горы Витоши (окрестности Софии, Болгария) в макроскопически совершенно однородных кристаллах турмалина одни секторы роста по составу отвечают Fe-Ca ферувиту, другие – Na-Fe-Mg шерл-дравиту
(Vergilov Z. & Kostova B. Composition, anatomy and growth mechanism of tourmalines from Vitosha pegmatites // Год. Софийского ун-та «Св. К. Орхидски». 2000. Сер. геол. и географ. Т. 92. С. 105-119)

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Секториальный кристалл турмалина – эльбаита
и химический состав его секторов.

Различия в содержаниях Mn – 80 раз, Ti и Mg – 20 раз, K – 10 раз,
Fe – 7 раз, Ca и Na – 3 раза

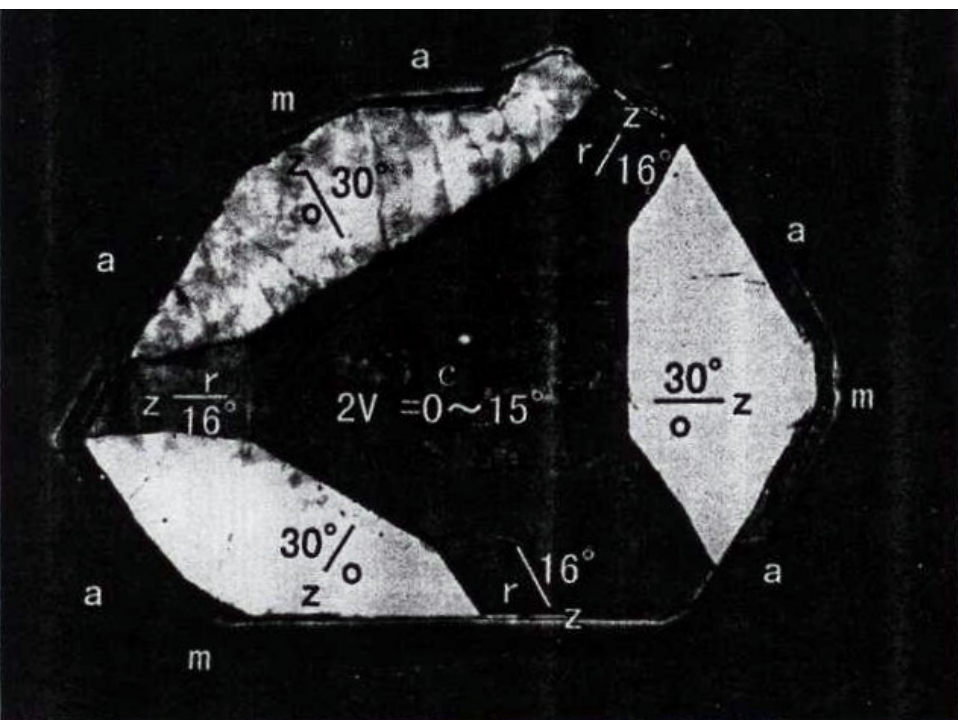


FIGURE 1. Photomicrograph of the (0001) thin section of tourmaline (specimen A) from Jochy, Madagascar (crossed nicols). The hexagonal (rhombohedral) domain (center) corresponds to the $c\{0001\}$ sector, which was produced on the (0001) crystal face by crystal growth. The symbols r and o correspond to $r\{10\bar{1}1\}$ and $o\{02\bar{2}1\}$ sectors,

50° to 54° at room temperature, except that 27 reflections were used for the c sector. Several fragments were selected from each sector and the X-ray diffraction analyses were repeated several times. The unit-cell parameters were slightly different between the fragments and related to compositional differences. The unit-cell parameters of the four sectors are given in Table 1.

TABLE 1. EPMA composition of (Li, Ca, Na) tourmaline (specimen A)

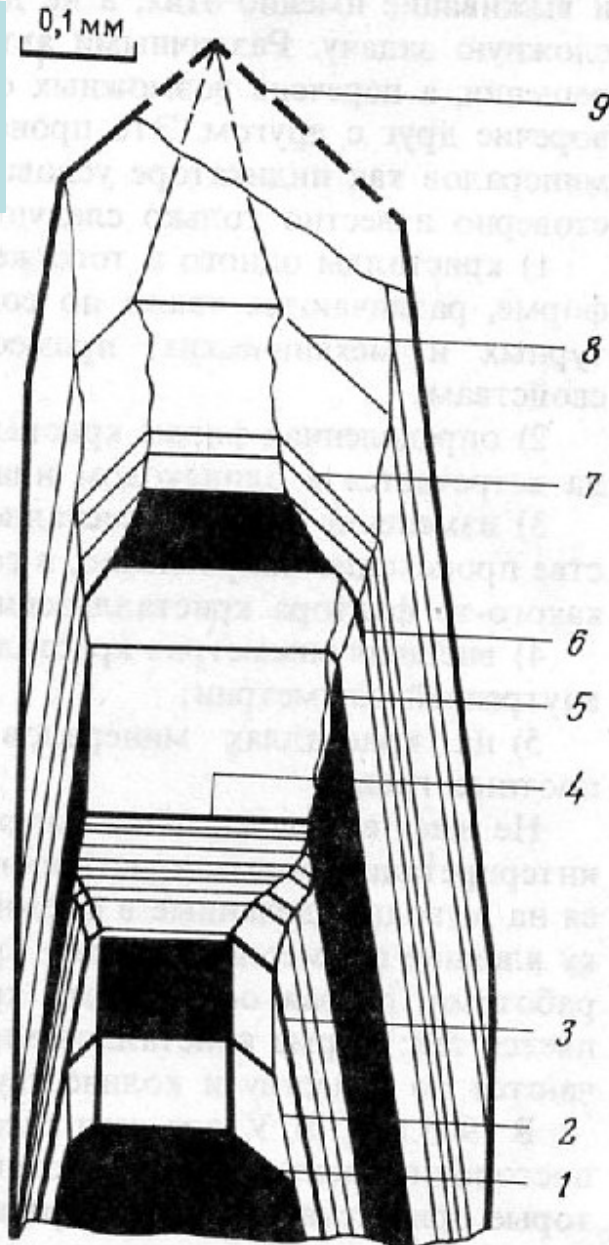
	Sector				
	o	r	c	a	*
SiO ₂	38.31	38.18	38.38	38.38	37.22
TiO ₂	0.00	0.04	0.22	0.18	0.07
B ₂ O ₃	11.09	11.15	11.20	11.13	10.81
Al ₂ O ₃	38.57	39.97	39.94	39.88	38.03
FeO	0.02	0.06	0.07	0.68	0.10
MnO	0.05	0.08	0.09	0.83	4.06
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.18
CaO	4.69	3.58	3.30	1.69	2.63
Na ₂ O	0.54	1.08	1.20	1.82	1.40
K ₂ O	0.09	0.01	0.01	0.00	0.02
Li ₂ O	2.96	2.73	2.72	2.31	1.81
H ₂ O	2.78	2.90	3.08	3.07	3.07
F	2.21	1.96	1.63	1.62	0.64

Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы

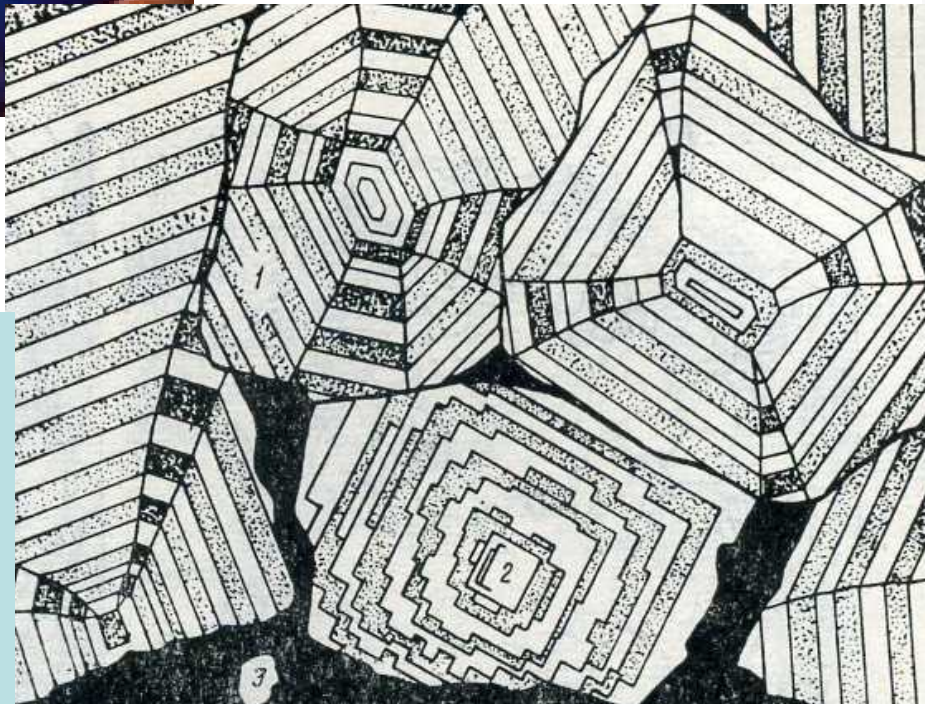


Алмаз – картина люминесценции

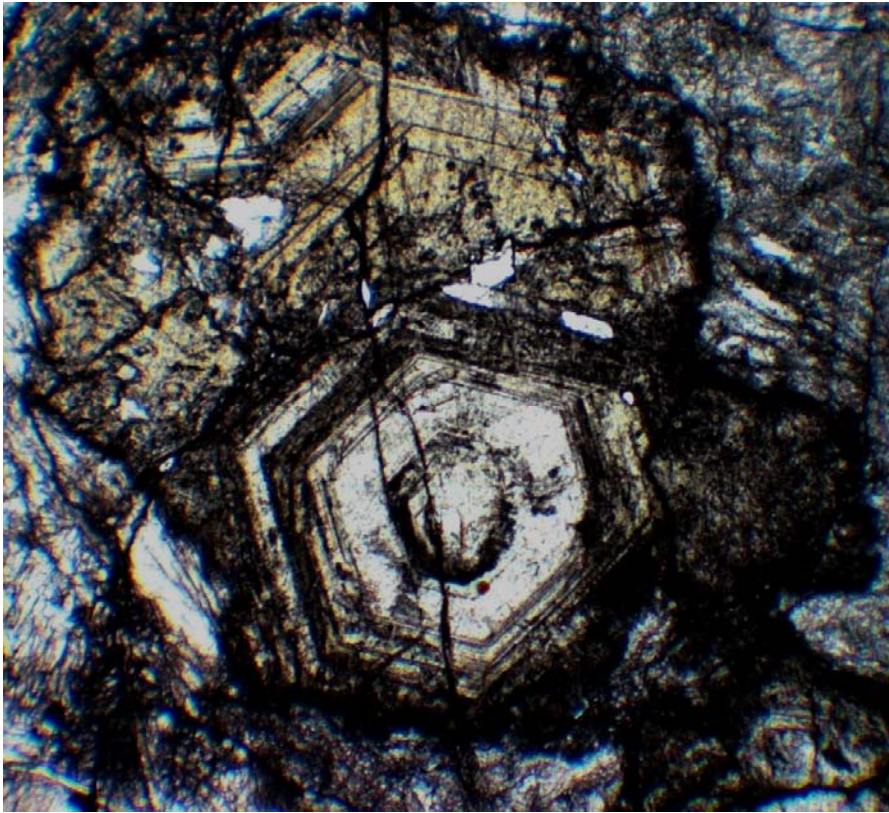
Кристалл касситерита.
Чёрное - густо
окрашенные зоны



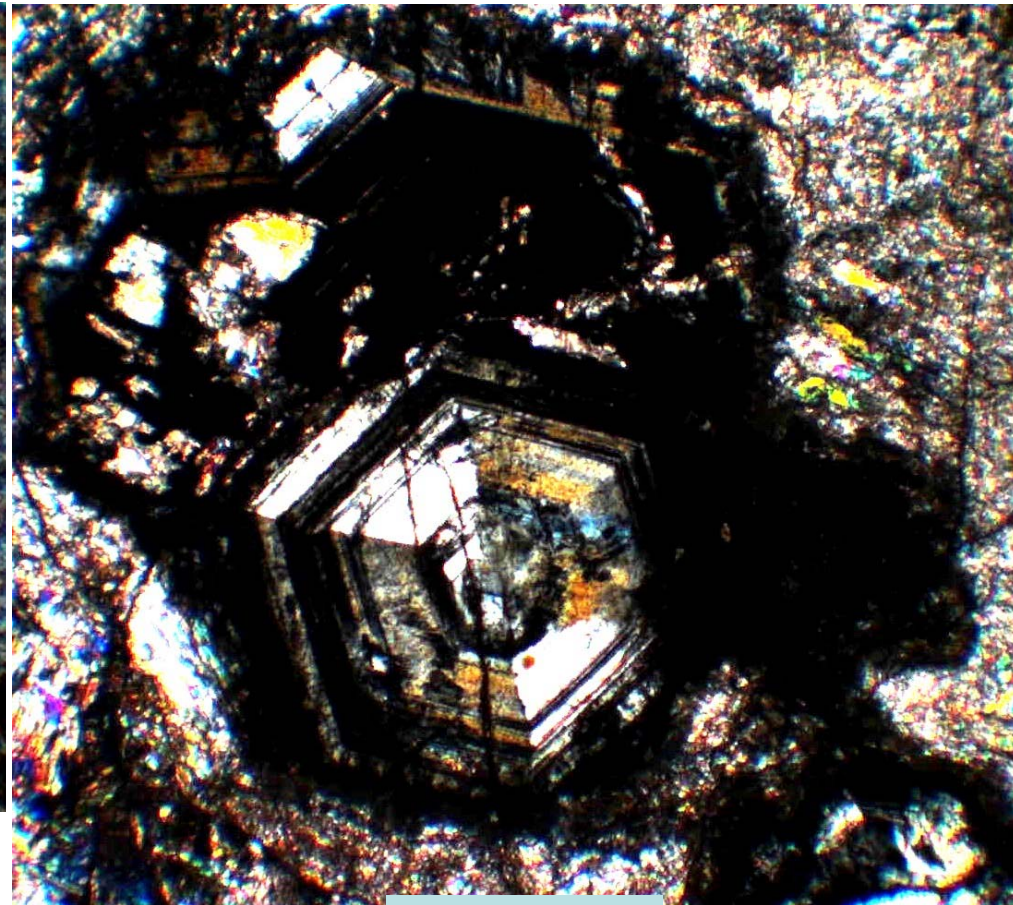
Кристаллы
скарнового
магнетита.
Сарбайское.
Северный
Казахстан



Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы



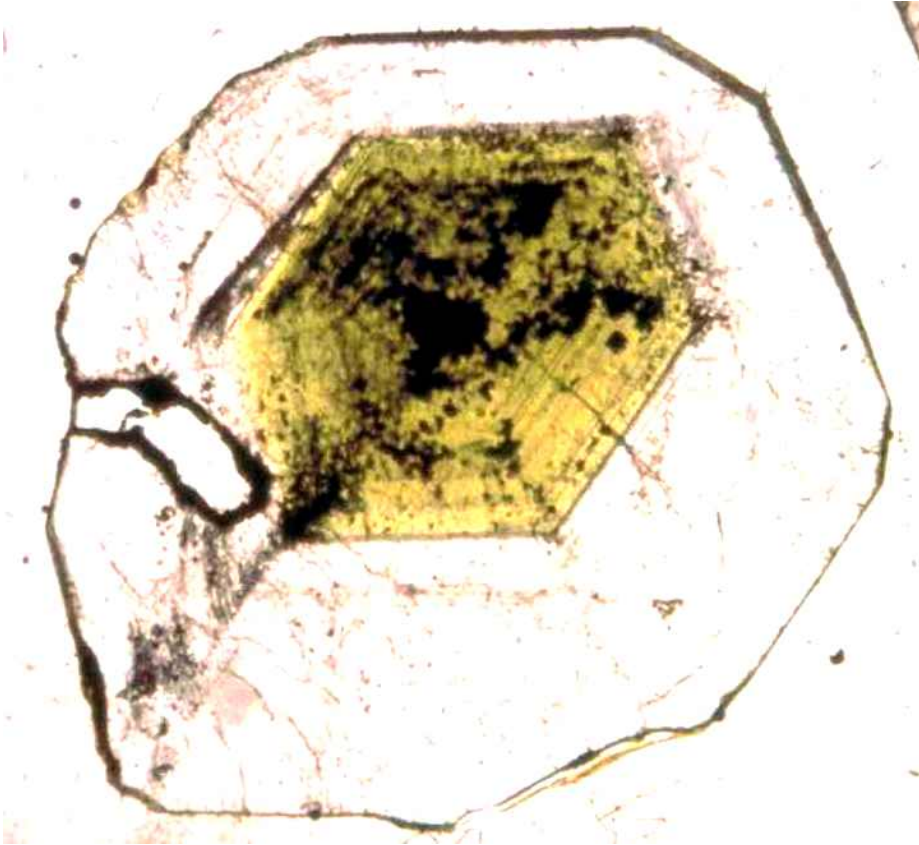
При 1 николе



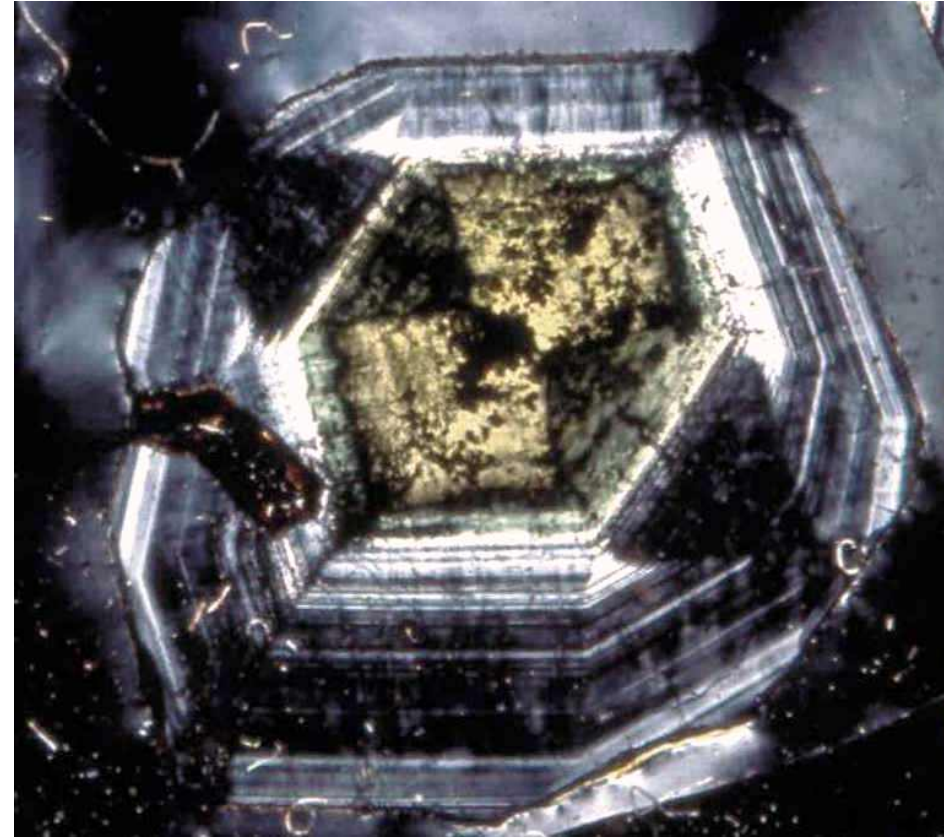
Николи х

Позднескарновый гроссуляр - андрадит.
Тырны-Ауз, Северный Кавказ

Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы



При 1 николе



Николи х

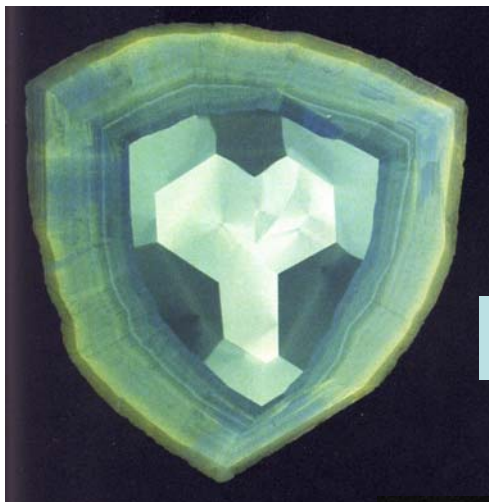
Хромисто - титанистый гидросульфид. Родингиты.
Гора Отдельная, Норильское рудное поле

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

Секториальные кристаллы турмалина из пегматитов Мадагаскара

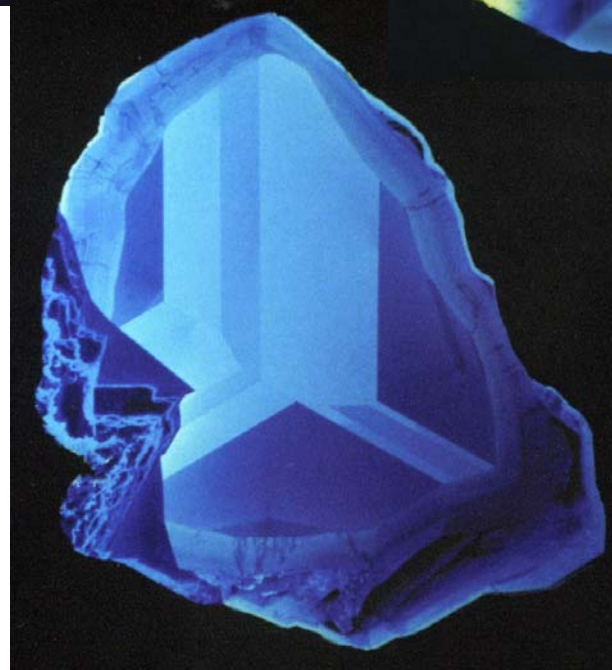
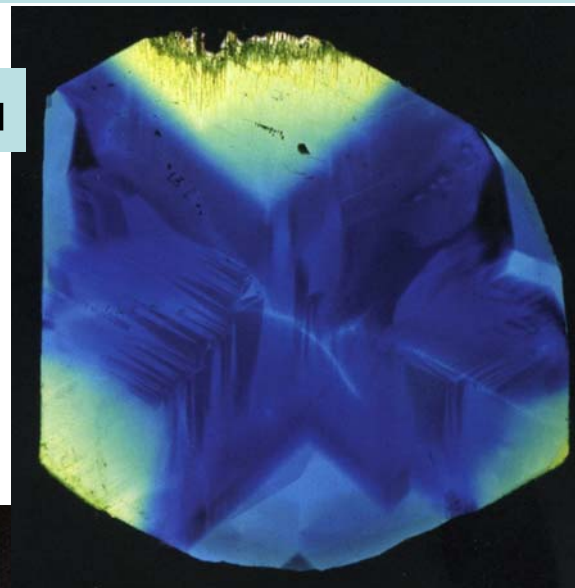


19
MM



27
MM

29
MM

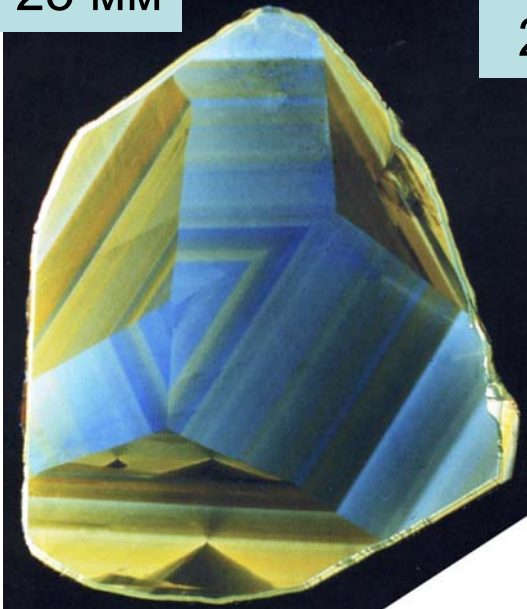


25
MM

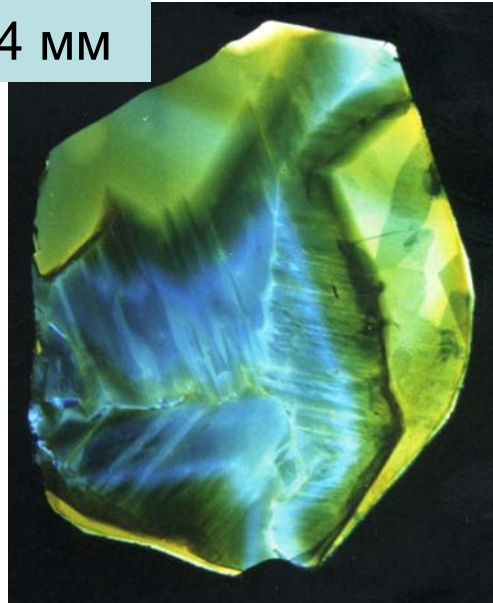
Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы

Турмалин из пегматитов Мадагаскара

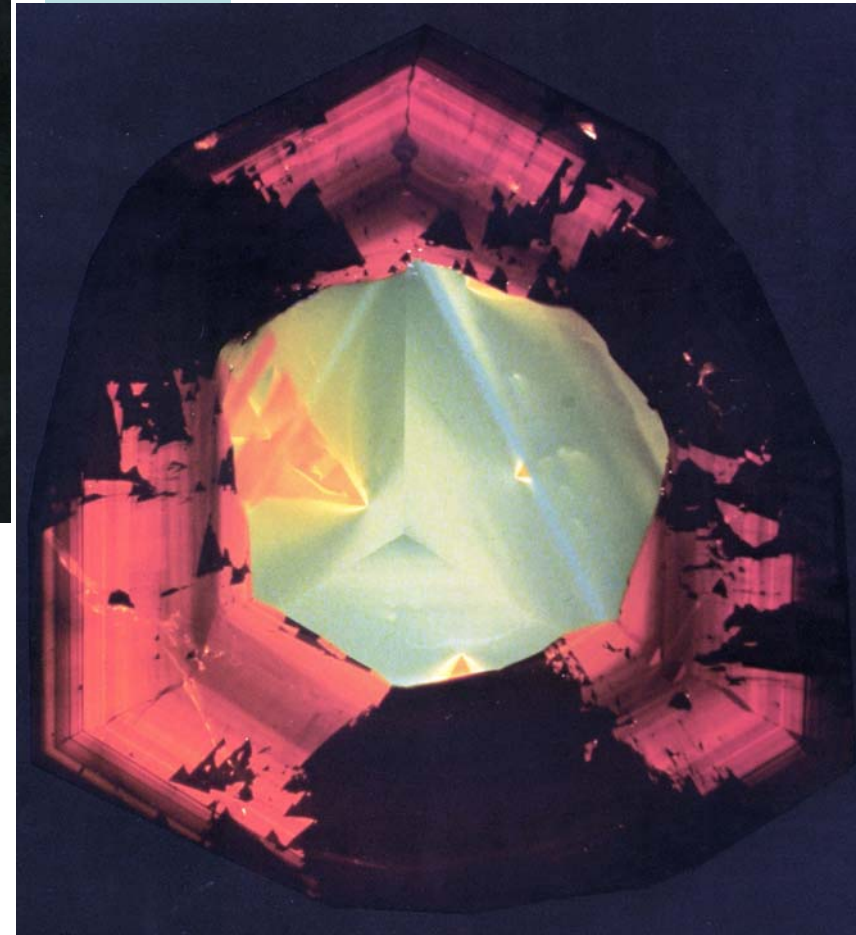
25 мм



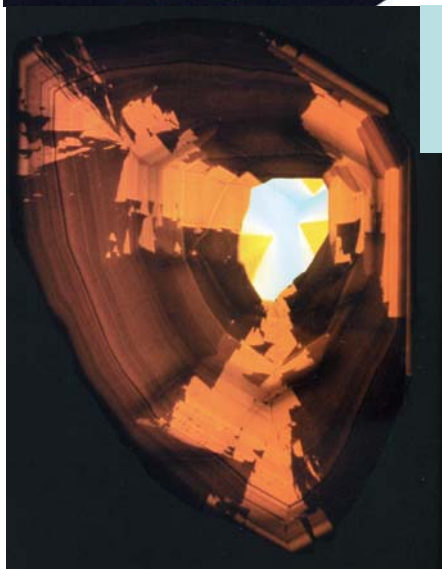
24 мм



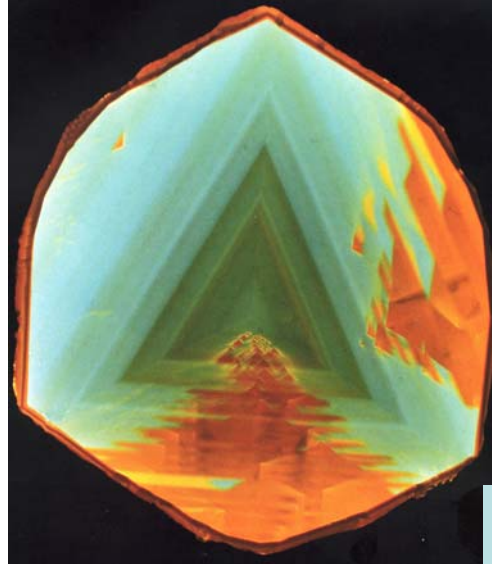
59 мм



30
мм

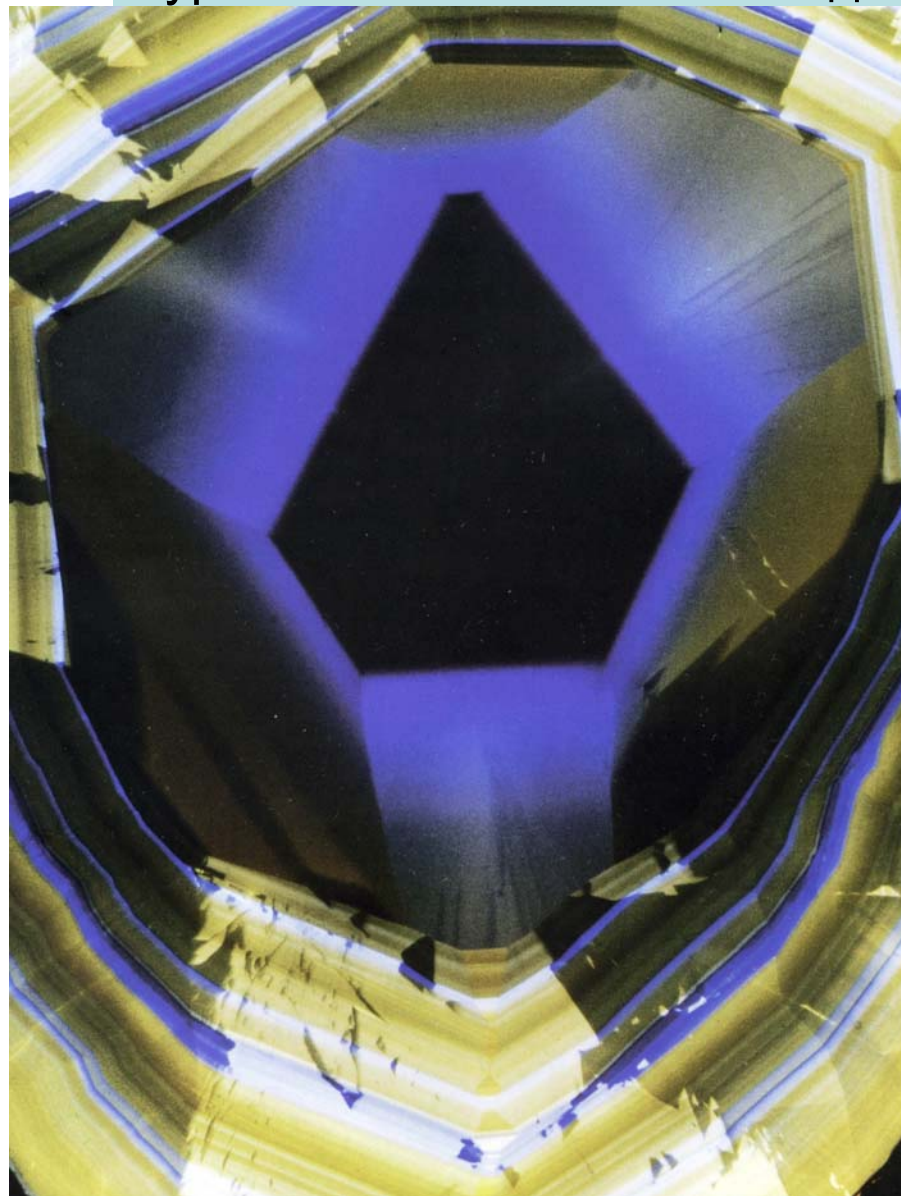


44 мм



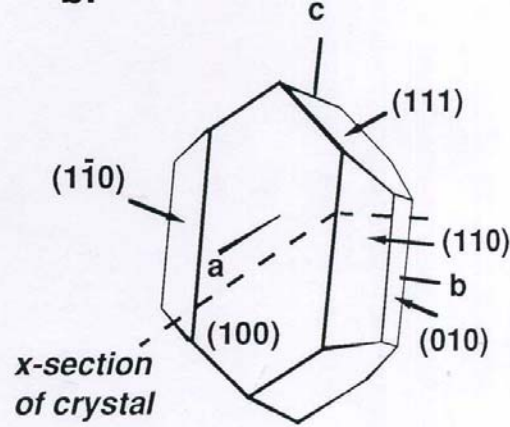
Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы

Турмалин из пегматитов Мадагаскара

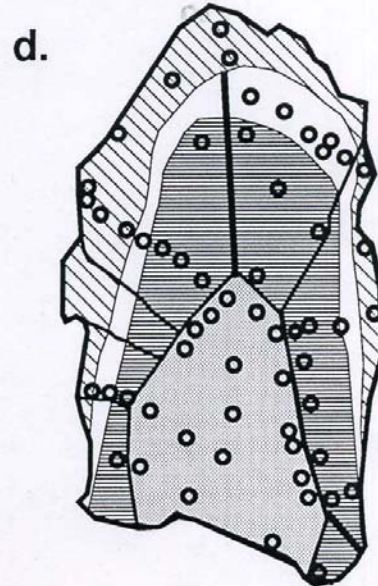
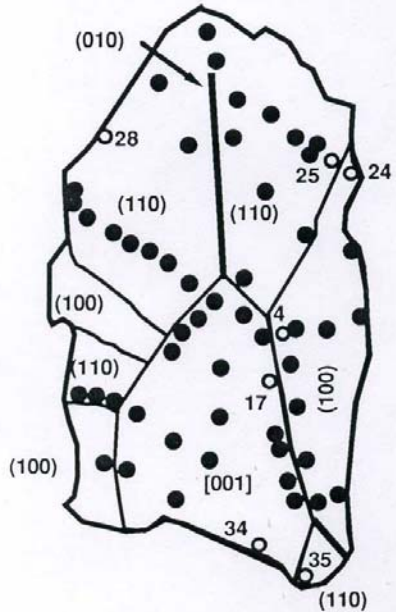


40
мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы



Секториально-зональный кристалл эгирина



Нефелиновые сиениты. Илимаусак, Гренландия

Анатомия индивида - источник генетической информации. Сектора роста

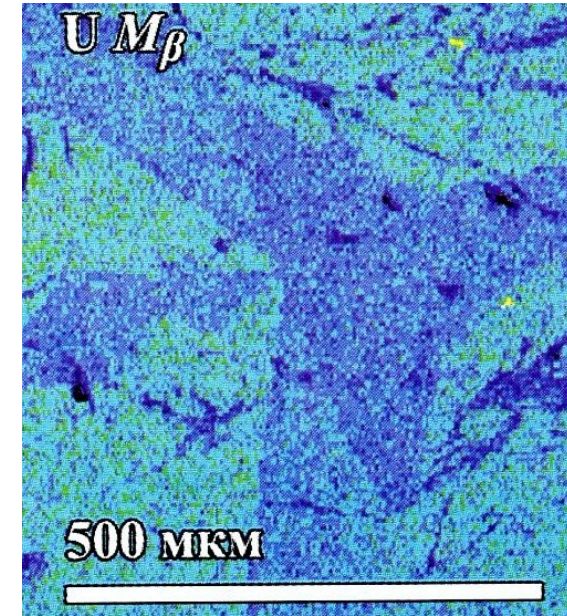
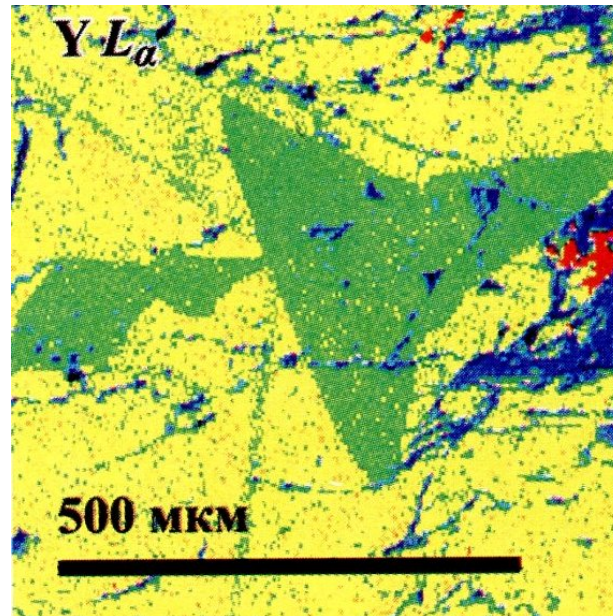
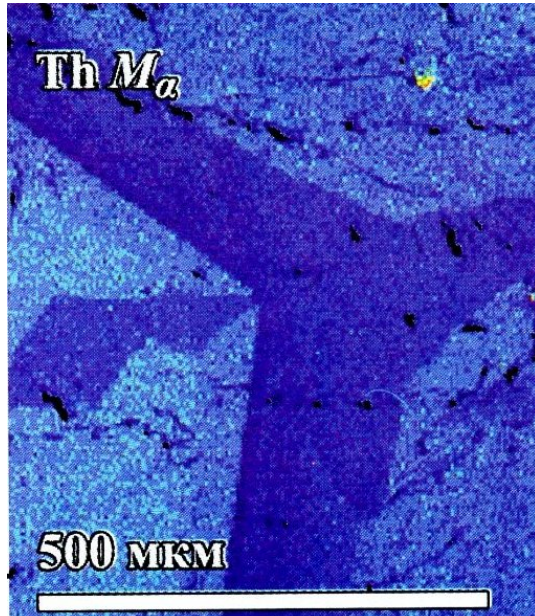
Кристалл эгирина. Нефелиновые сиениты. Илимаусак

Analysis no.	{100}		[001]		{110}		
	4	24	17	34	25	28	35
SiO ₂	50.45	51.62	50.08	51.07	51.61	52.00	51.03
TiO ₂	0.63	0.79	0.37	0.42	1.30	0.52	1.16
ZrO ₂	0.52	0.15	1.18	1.13	0.40	0.17	0.41
Al ₂ O ₃	0.96	1.07	0.66	0.75	1.04	1.72	1.22
Fe ₂ O ₃	28.07	31.41	24.90	25.00	27.93	30.13	26.42
FeO	3.38	0.19	5.21	6.24	2.98	0.81	3.74
MnO	0.19	0.22	0.33	0.38	0.24	0.40	0.24
MgO	0.02	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00
CaO	3.44	1.00	5.70	5.28	2.26	1.13	3.56
Na ₂ O	11.41	13.03	10.09	10.64	12.29	12.97	11.57
Total	99.07	99.29	98.54	100.95	100.05	99.86	99.35
Formula based on four cations and six O atoms							
Si	1.980	1.992	2.002	2.006	1.991	1.993	1.986
Al	0.020	0.008	0.000	0.000	0.009	0.007	0.014
T _{tot}	2.000	2.000	2.002	2.006	2.000	2.000	2.000
Al	0.024	0.034	0.021	0.035	0.039	0.071	0.042
Ti	0.018	0.023	0.011	0.013	0.038	0.015	0.034
Fe ³⁺	0.828	0.906	0.748	0.721	0.810	0.868	0.774
Fe ²⁺	0.111	0.013	0.174	0.200	0.096	0.026	0.122
Mn	0.007	0.007	0.013	0.012	0.008	0.011	0.008
Mg	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
M1 _{tot}	0.988	0.983	0.978	0.984	0.988	0.991	0.980
Ca	0.144	0.041	0.245	0.220	0.092	0.046	0.148
Na	0.868	0.974	0.777	0.815	0.917	0.963	0.872
M2 _{tot}	1.012	1.015	1.022	1.035	1.009	1.009	1.020
Trace elements (SIMS) (ppm)							
Ce	35.8	5.7	37.4	81.3	15.4	8.0	35.5
Nd	13.2	1.4	15.3	24.0	4.2	1.9	16.7
Sm	2.9	0.3	3.7	9.3	0.9	0.4	3.2
Eu	0.2	0.02	0.3	1.0	0.08	0.02	0.2
Dy	1.2	0.2	2.0	8.2	0.5	0.5	1.5
Er	1.1	0.7	2.3	6.1	0.9	2.3	1.8
Yb	5.8	8.1	11.1	12.3	6.6	12.6	9.7
Ti	4120	6422	2500	2906	10056	3804	8000
V	6.5	9.1	5.9	6.3	7.2	7.2	8.4
Cr	1.5	2	1.6	1.5	1.5	1.7	2.4
Sr	4.0	3.3	4.8	7	5.1	3.2	4.2
Y	8.5	5.5	19.2	28.1	8.2	25.8	11.2
Zr	3825	1131	8763	8332	2922	1288	3061

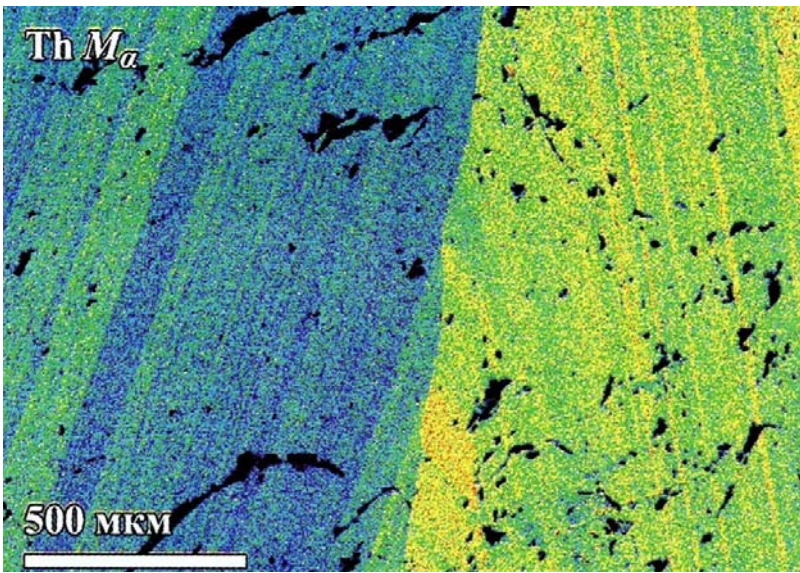
Химический состав секторов и зон.
Рисунок кристалла на предыдущем слайде

Note: ZrO₂ = Zr from the ion probe and is not included in calculation of formula. Fe₂O₃ and FeO are calculated from Fe_{tot} and pyroxene stoichiometry. Points are located in Fig. 1c.

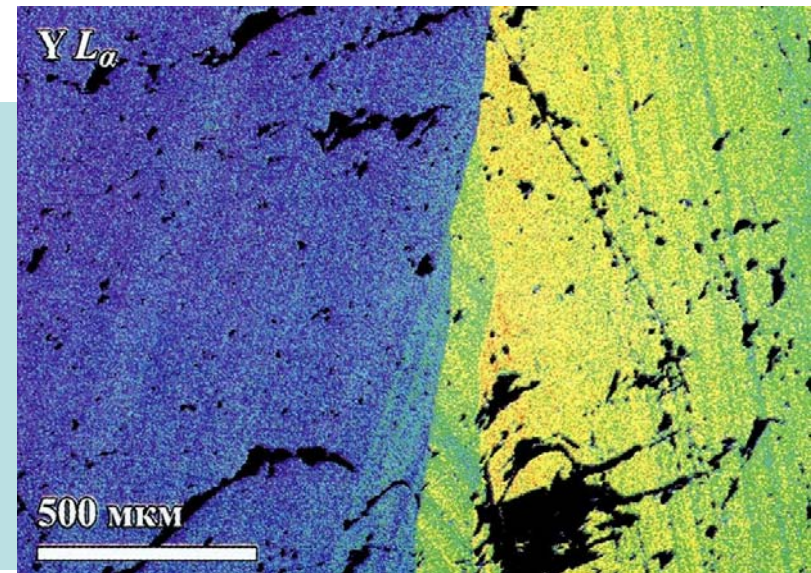
Анатомия индивида - источник генетической информации. Секториально-зональные кристаллы



монацита. Граниты Адуйского плутона, Средний Урал



монацита.
Гранит-
пегматиты
Адуйского
плутона,
Средний
Урал



Анатомия индивида - источник генетической информации

Зональность кристаллов

Массоперенос основных компонентов и примесей сквозь пограничный слой раствора около кристалла и кинетика роста граней могут протекать в трёх режимах: стационарные условия, затухающие колебания, незатухающие колебания (Петровский, 1999). Рост кристалла в режимах незатухающих или затухающих колебаний приводит к периодическому захвату примесей, в результате чего пирамиды роста приобретают зональную (часто тонкозональную) структуру.

В пределах пирамид роста обычно выделяются слои, параллельные грани, в пределах которых состав или цвет... меняются незначительно, но существенно отличны от состава соседних слоев. Такие слои - зоны роста, явление изменчивости состава или любых свойств кристалла от слоя к слою, - зональность. Зональное строение кристаллов Вам хорошо знакомо: зональные и сложно зональные кристаллы турмалина, плагиоклаза магматитов, зональные кристаллы граната скарнов и метаморфических пород... Стандартно резко зональны кристаллы арсенидов и сульфоарсенидов Fe – Ni - Co, пирита FeS_2 - бравоита - ваэсита NiS_2 - каттьерита CoS_2 , марказита с Ni - Co, минералов ряда золото – серебро...

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность и скорости роста кристаллов

Зональность в основном следствие неравномерного распределения точечных дефектов в разных слоях роста. Зональность минеральных индивидов - отражение переменных условий кристаллизации. Ритмические колебания всех физико-химических параметров характерны для многих эндогенных месторождений, прежде всего гидротермальных. Давно установлена связь ритмичных зон в минералах соляных озер с сезонно-климатической сменой условий минералообразования. Разные скорости роста самосадочных гипса, галита.. с неравномерным захватом примесей; весенние периоды мутной талой воды порождают "грязные" полосы - зоны в кристаллах. На кристаллах с такой зональностью легко определять истинную скорость роста - она для гипса составляет n мм/год, для галита до 3-5 см/год, для легко растворимых карналлита и мирабилита до 25 см/год. Максимальная скорость роста установлена для гематита, образующегося на Везувии у мест выхода фумарольных струй,- до 10 см/день. Скорость роста оксидов Fe-Mn в конкрециях на дне океанов - до 0,05 мм/год. Скорость роста порфиробластов граната в метаморфитах по данным изотопного Sm-Nd метода датирования менее 0,0001 мм/год.

Зональность, как и секториальность, легче изучать не в целых

кристаллах, а в пластинах, вырезанных параллельно направлению роста какого-либо пояса граней. Методы изучения зональности: под биноклем и микроскопом, микрофотометрированием плоскопараллельных пластин, структурным травлением, автордиографией, рентгеновской томографией, рентгеновским или более жёстким облучением, декорированием точечных дефектов с помощью диффузии атомов Na, Ag, Au... вглубь кристалла. Наиболее чувствительный метод - рентгеновская дифракционная томография. Зональность по составу обычно определяют микрозондовым анализом вкрест зон роста. Наблюдения рисунков зональности кристаллов с известным положением в пространстве позволяет в ряде случаев

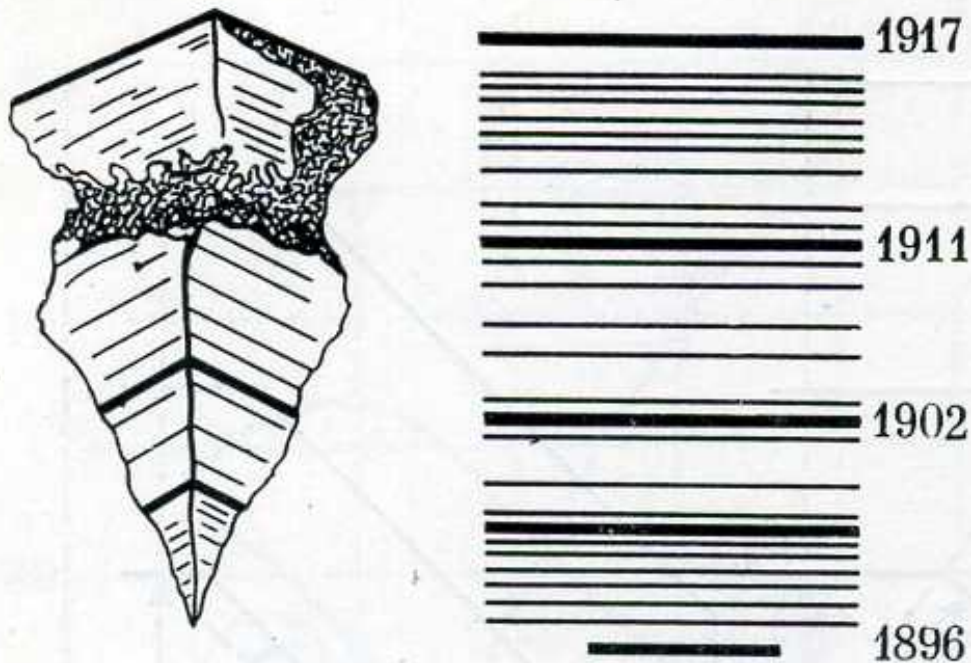


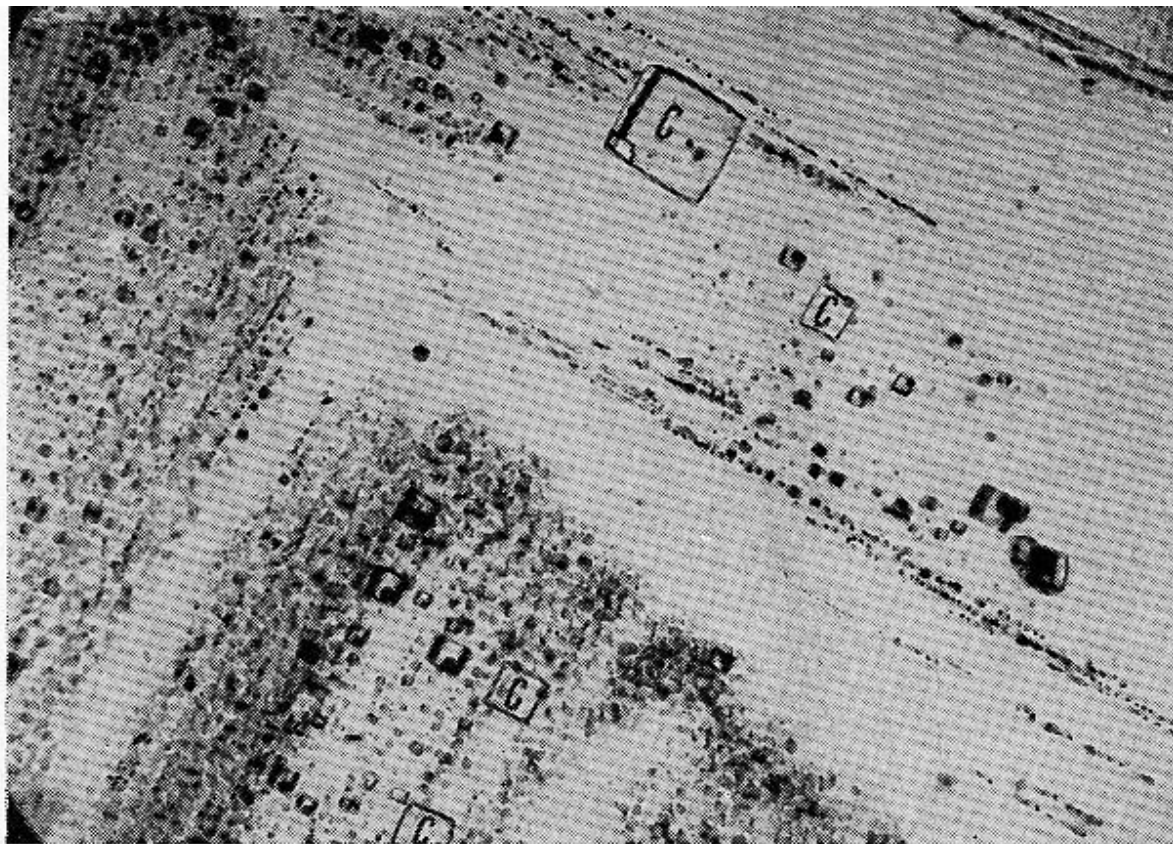
Рис. 115. Гипс с зонально распределенными включениями грязевых частиц. Справа — интервалы и даты (годы) нарастания слоев, в которых зафиксирована сезонная ритмичность. 0,9 натур. вел., Сакское озеро, Крым

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

44

Зональная структура зерна галита, в котором видны микро-включения рапы с пузырьком газа и включения сильвина (С).

×61; без анализатора. Калининградская обл., соляная толща. Материалы Н. В. Мелковой, 1967.



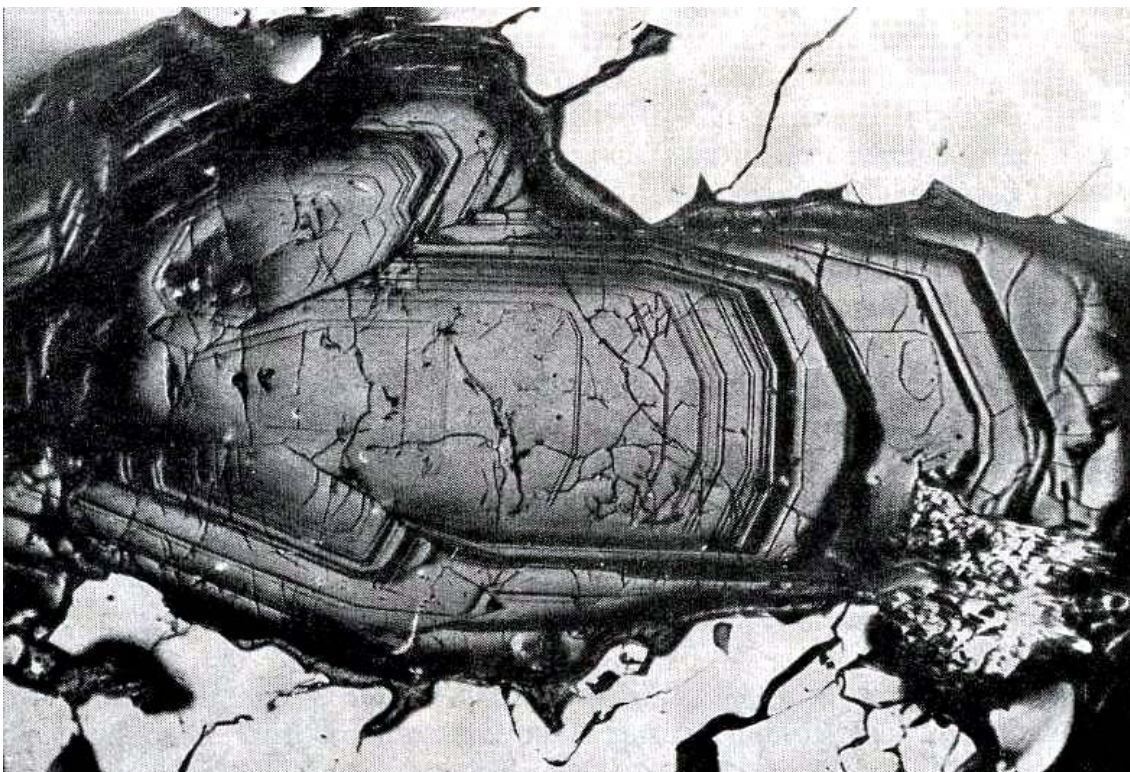
Первичные включения по зонам роста

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



Корунд («сапфир»). Штат Мату Гроссу, Бразилия

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

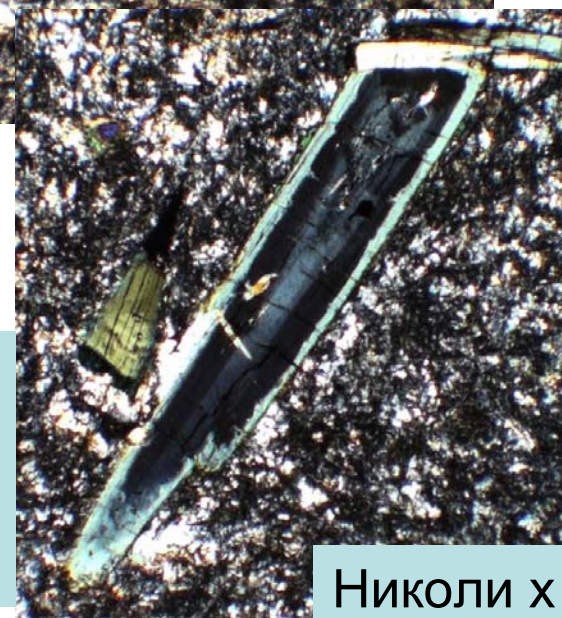


Зональный авгит-ферроавгит в пирротине.
Отражённый свет. 3 мм. Питкьяранта



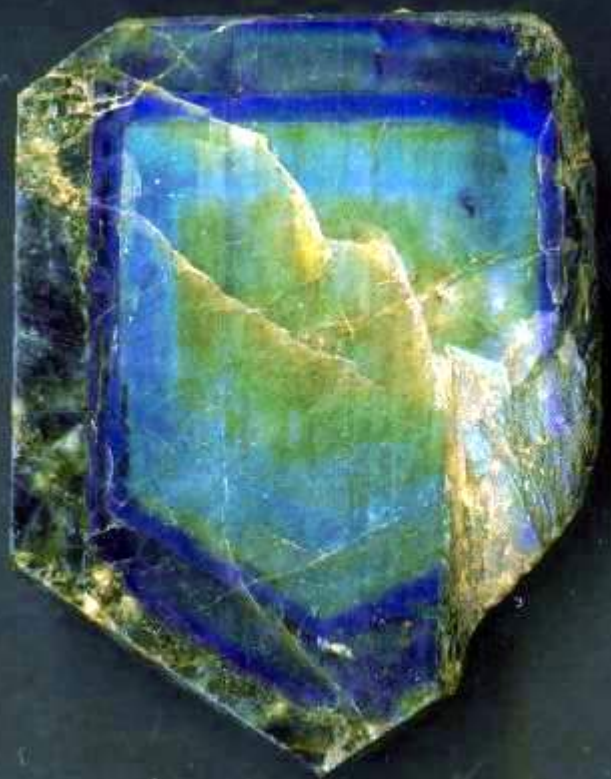
При 1 николе

Вкрапленник зонального
эгирина-авгита
в щелочных базальтах
(нефелинитах)

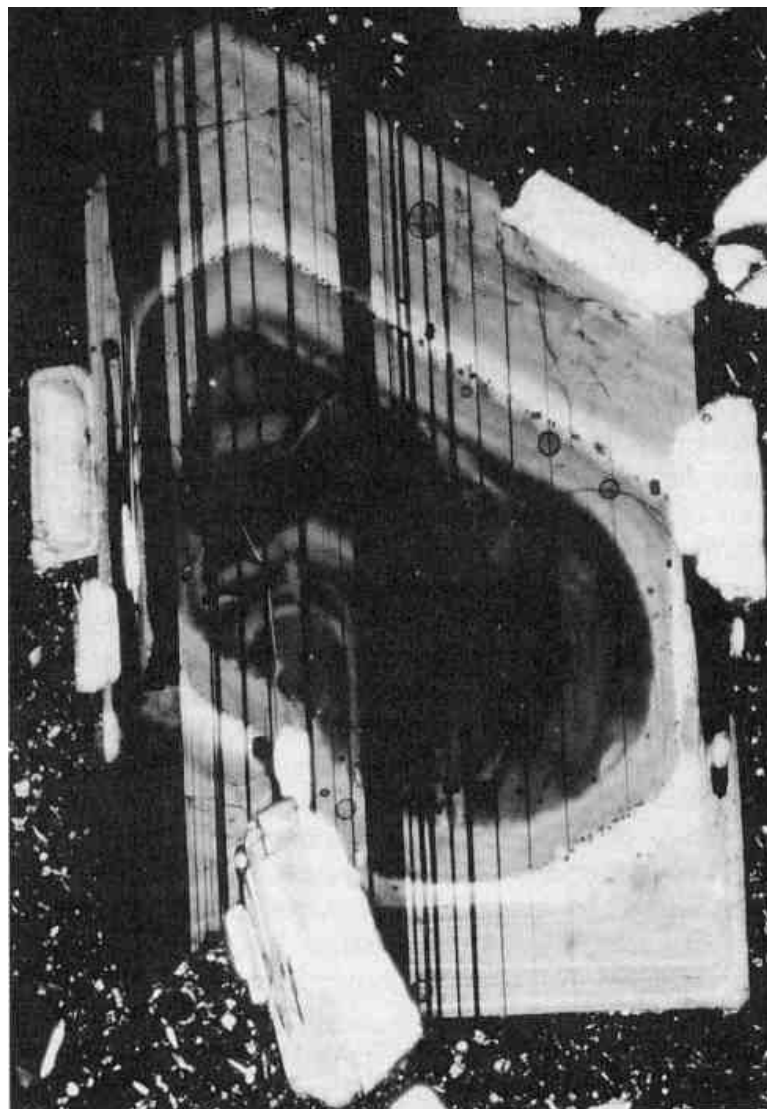


Николи х

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

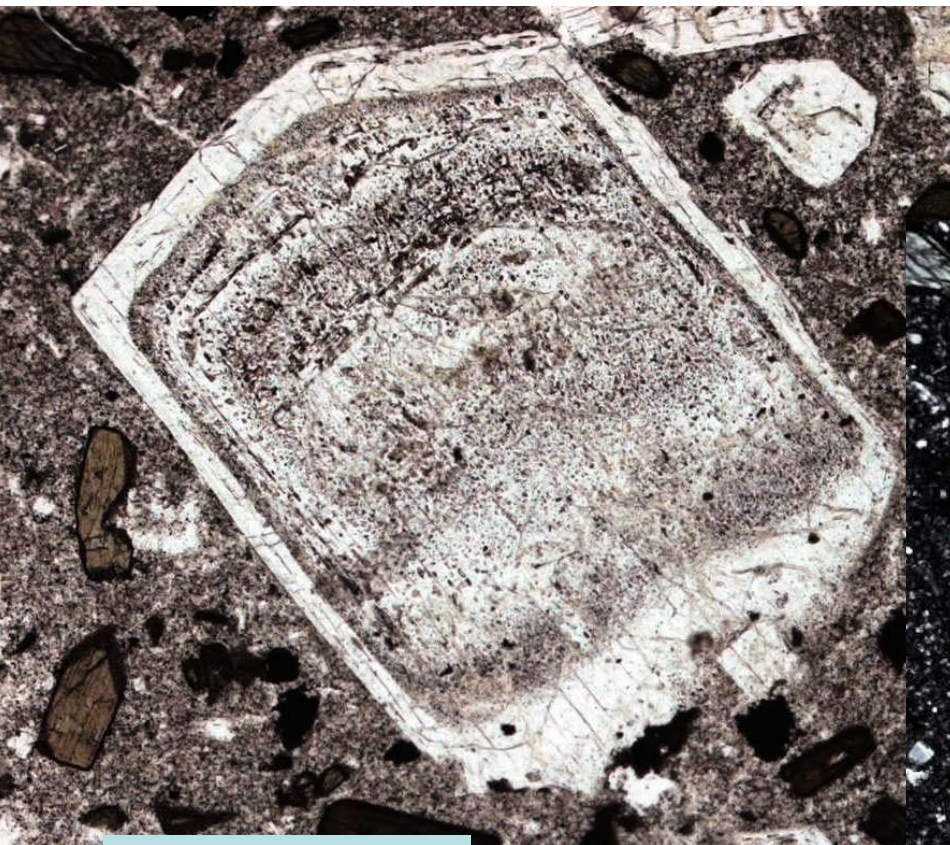


Кристалл лабрадора –
спектролита.
Анортозиты. Финляндия

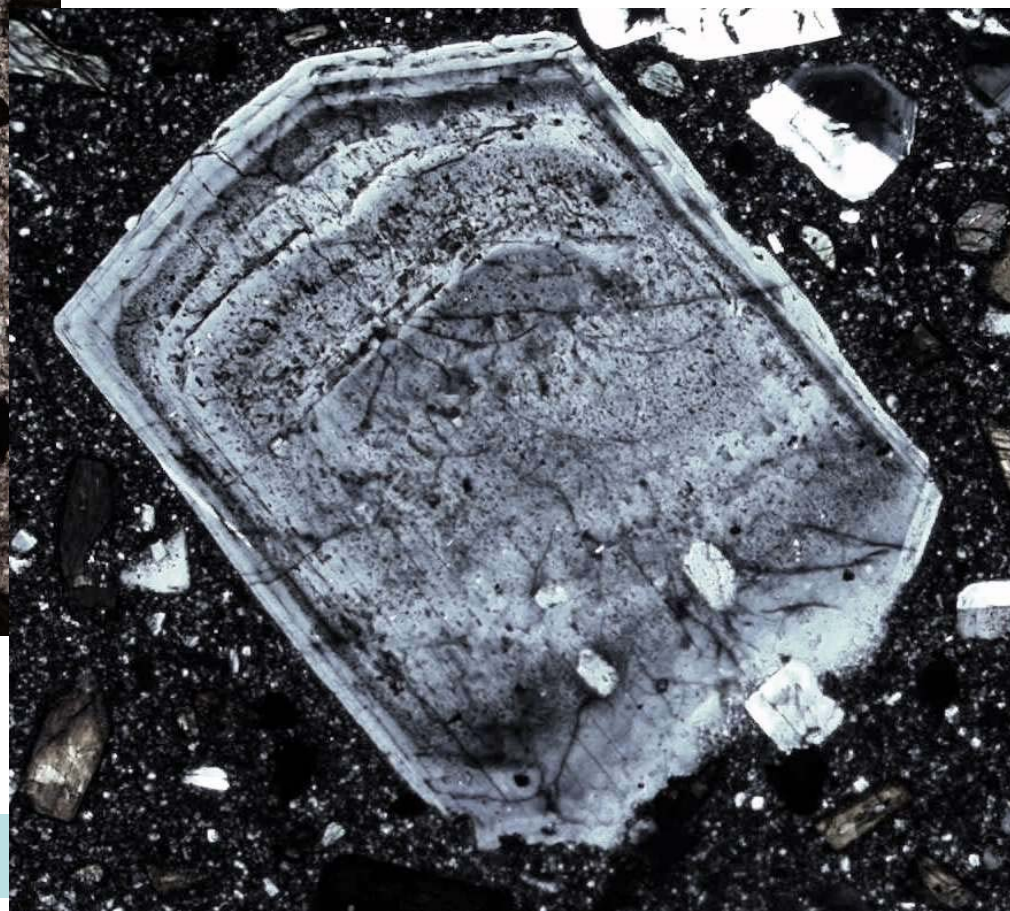


Андезин - олигоклаз –
вкрапленник.
Трахиандезиты. Вулкан Сент-Хеленс, США

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



При 1 николе

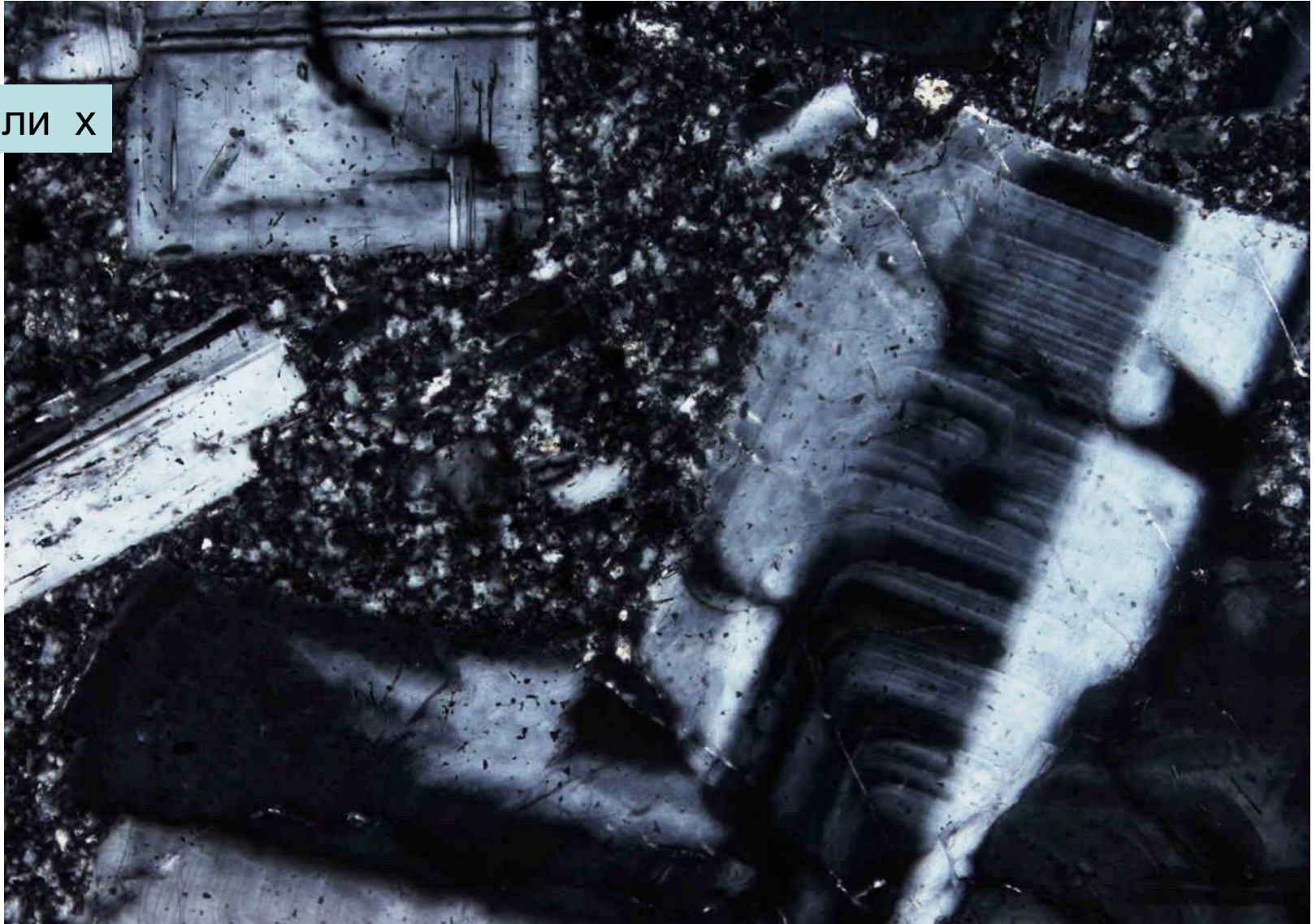


Николи х

Вкрапленник осцилляционно-зонального андезина.
Паргаситовые андезиты Армении

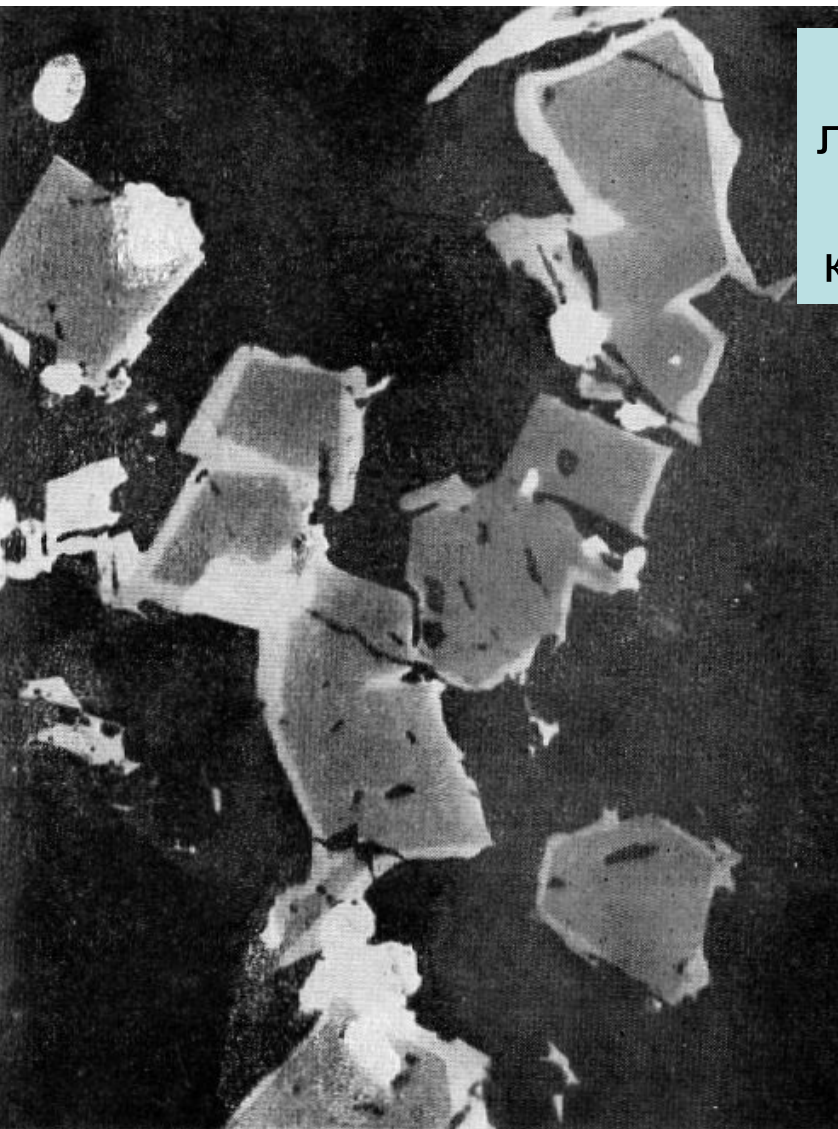
Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Николи х

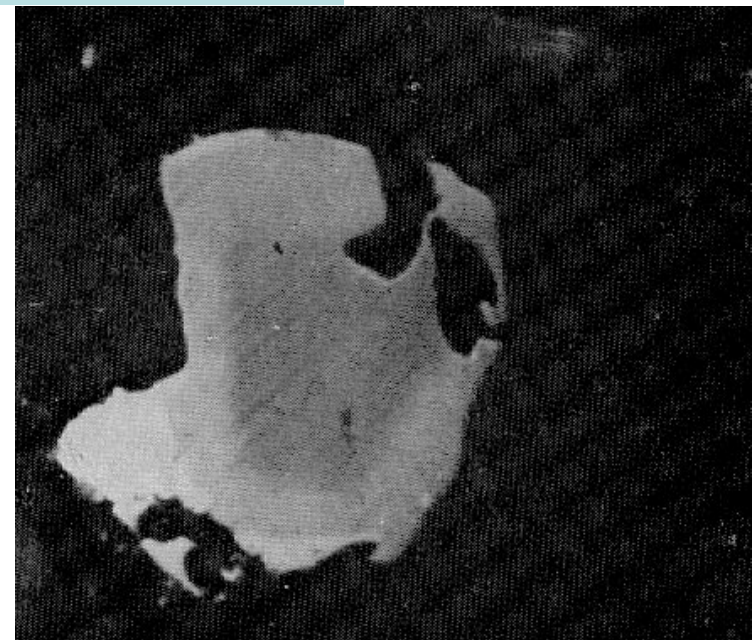


Осцилляционно-зональный олигоклаз-андезин.
Вкрапленник. Риодациты мела. Запад Горного Крыма

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



Резко зональные лунные хромшпинелиды – ядра алюмохромит, каймы хромульвошпинель



Плавно зональный лунный титанистый хромит. 0.1 мм

25 мкм

В отражённом свете

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

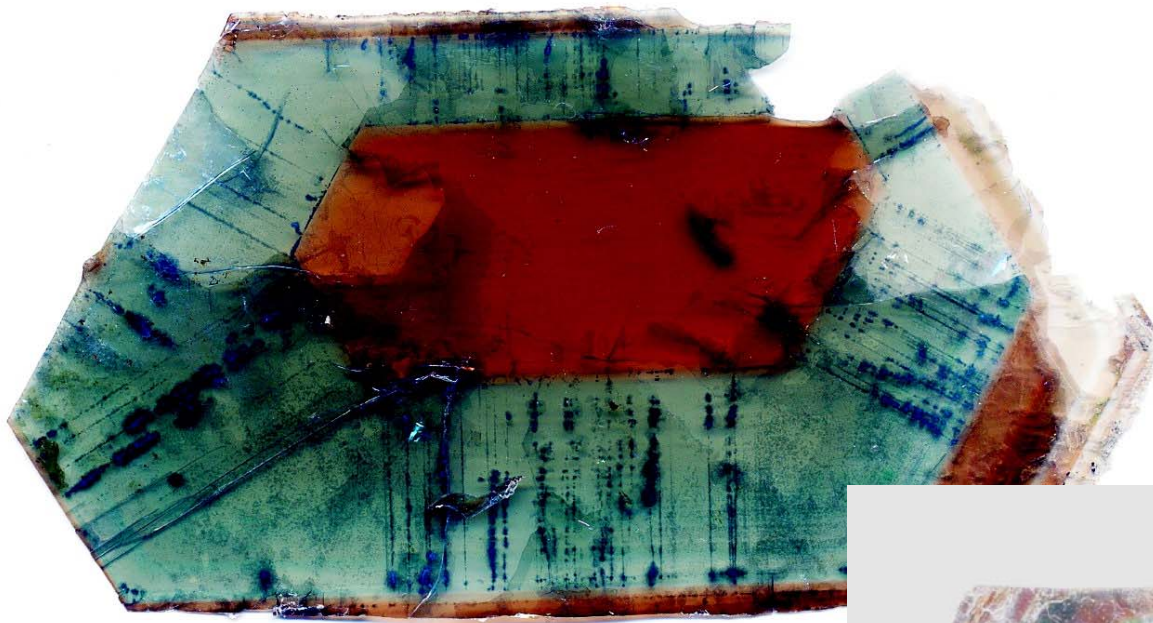
Корунд – сапфир. Цейлон = Шри Ланка



С поперечной
зональностью

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Флогопит – тетраферрифлогопит. Сложно зональные



107x64 мм

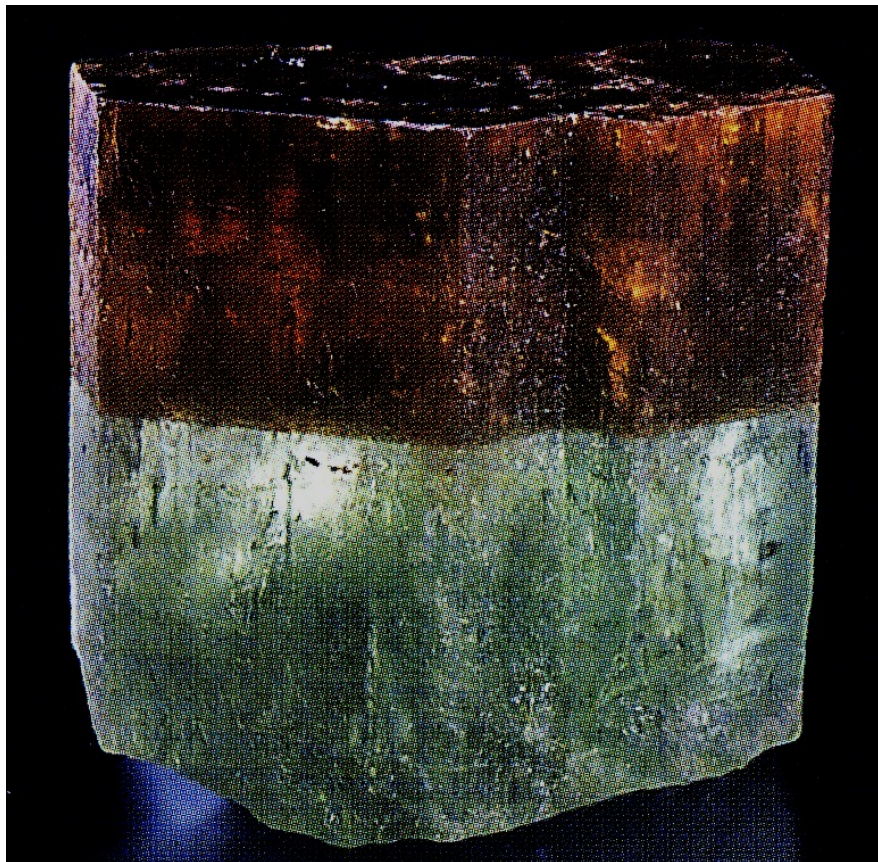
105x56 мм

Камафориты. Ковдор,
Кольский полуостров

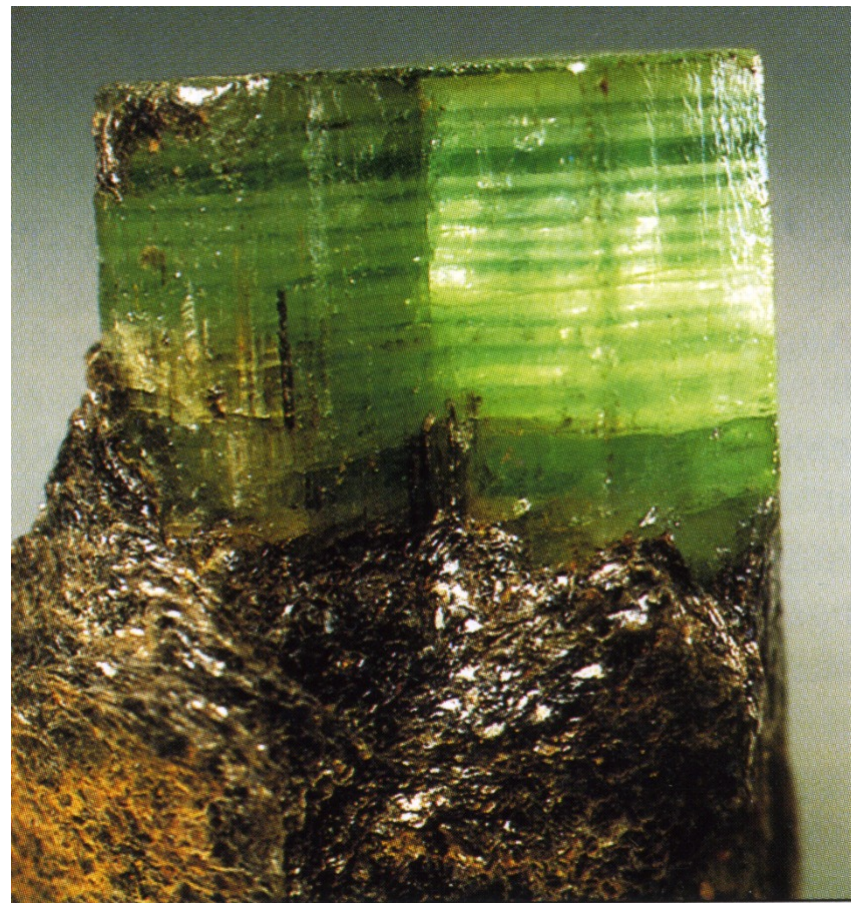


Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Берилл. Поперечная зональность

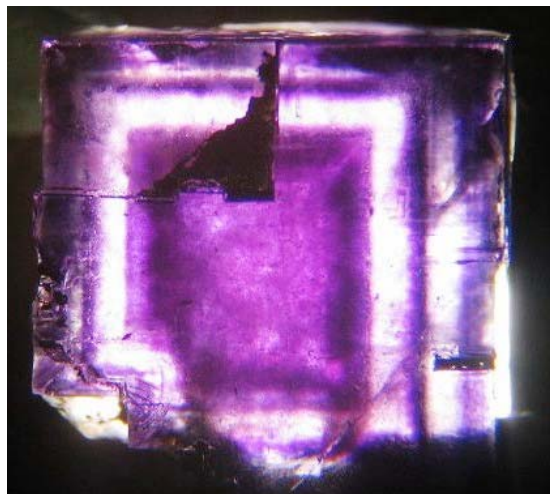


29 мм. Erongo, Намибия



40x30 мм.
Изумрудные копи, Урал

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



Флюорит



110x90 мм. Okorusu mine, Намибия



Annabele
Lee mine,
Иллинойс,
США

270
мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



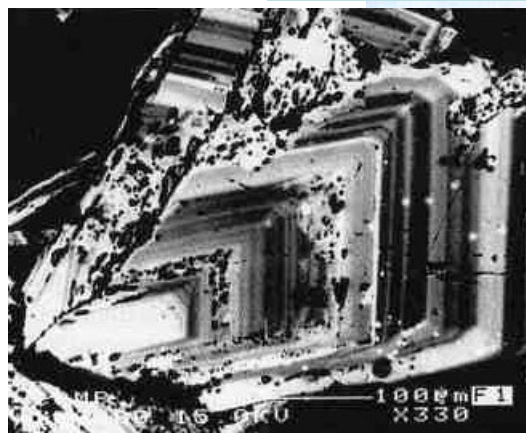
Барит

150
X
100
мм



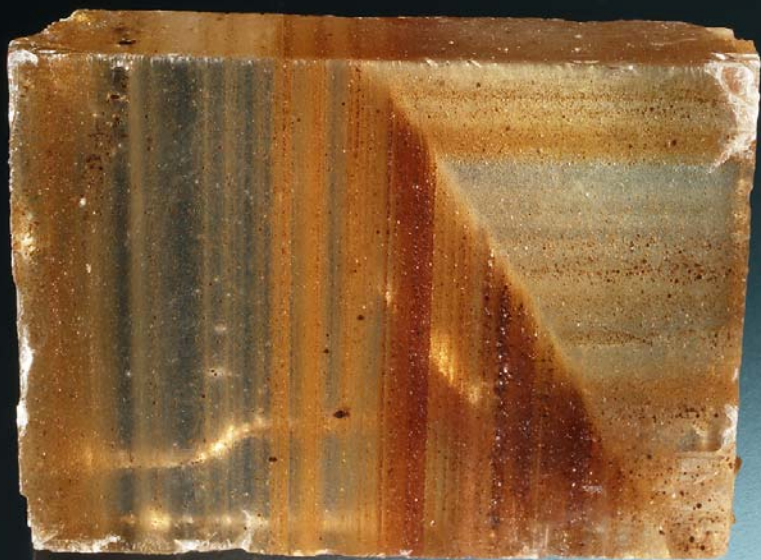
70
мм

Кумберлэнд,
Англия



Барит – стронциевый барит.
Фотография в
отражённых электронах

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов



Галит 70 мм. Украина



65 мм

Галит. Hattorf-Wintershall, Германия



К-Na
полевой шпат.
Вкрапленник
в гранитах



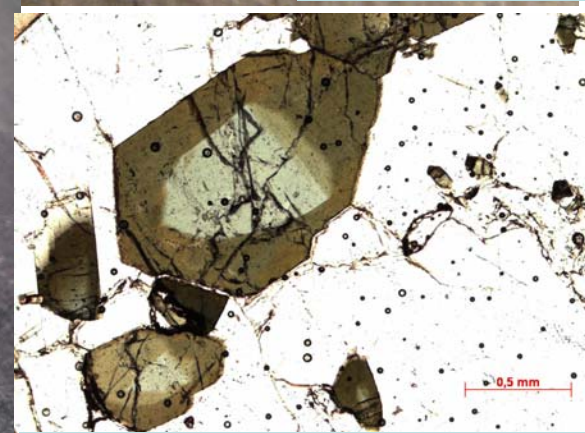
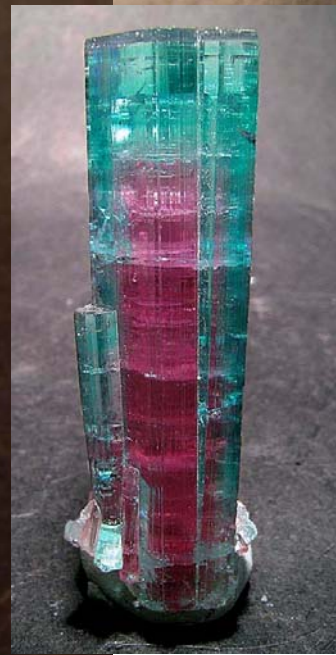
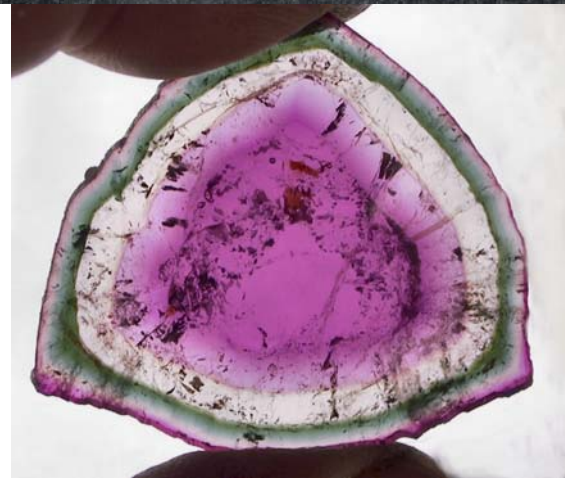
Сиде-
рит
до
12
мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин



15 мм

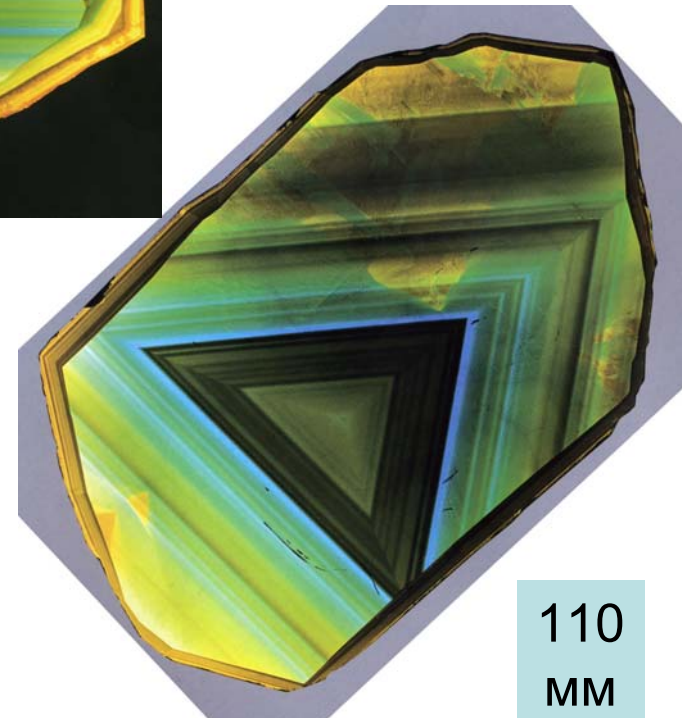
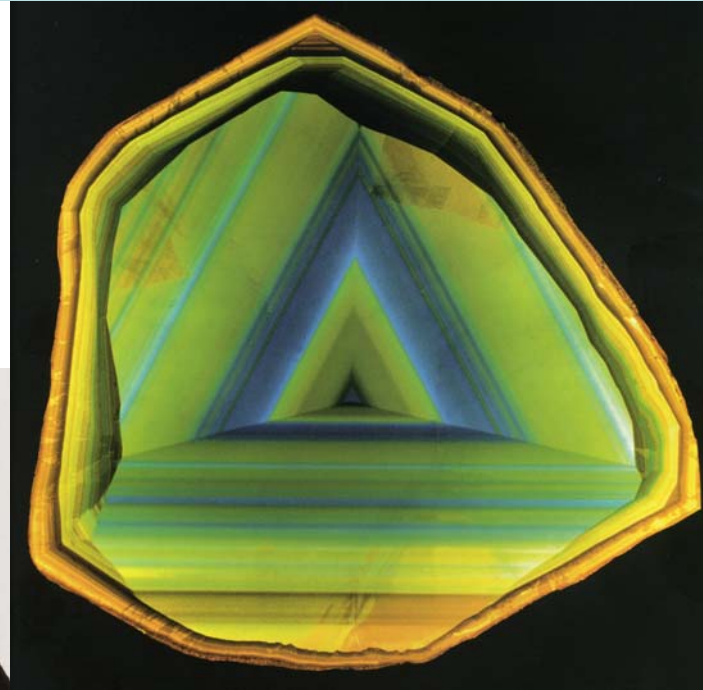


Дравит - шерл.
При 1 николе. Шабры

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин гранитных пегматитов Мадагаскара

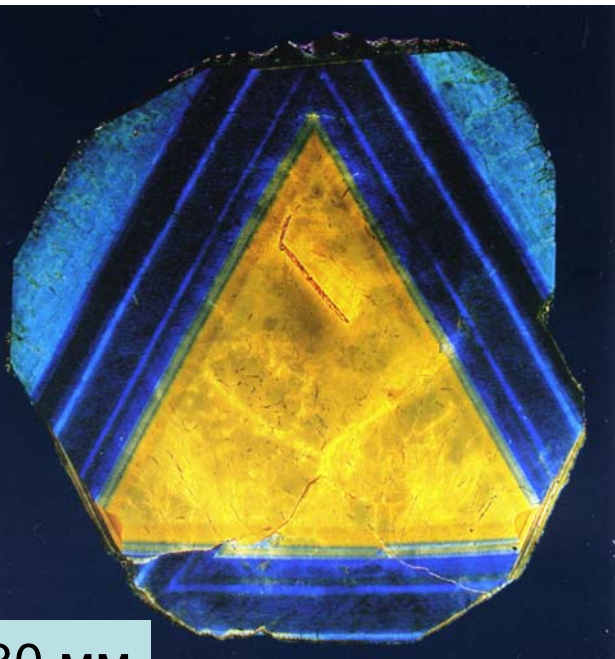
110 мм



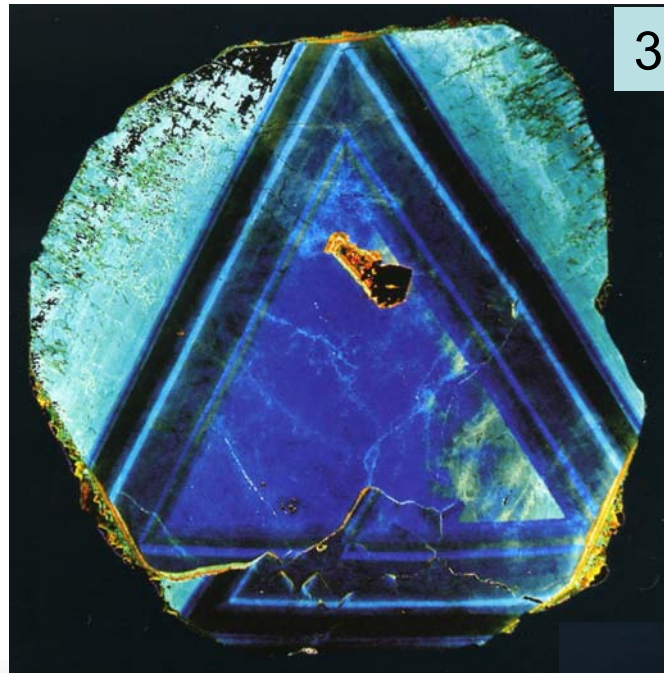
110
мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

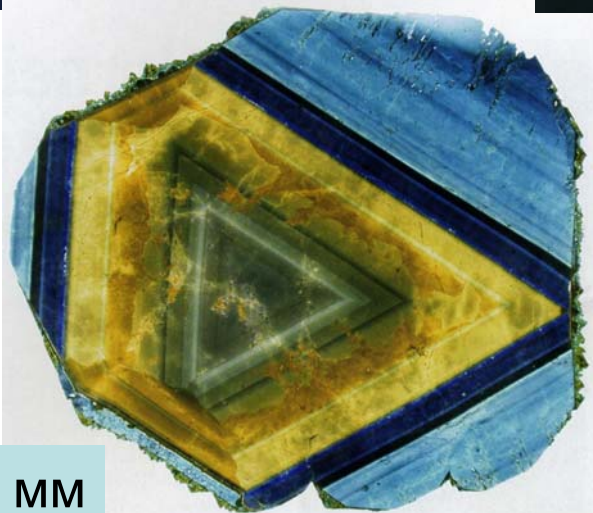
Турмалин гранитных пегматитов Erongo, Намибия



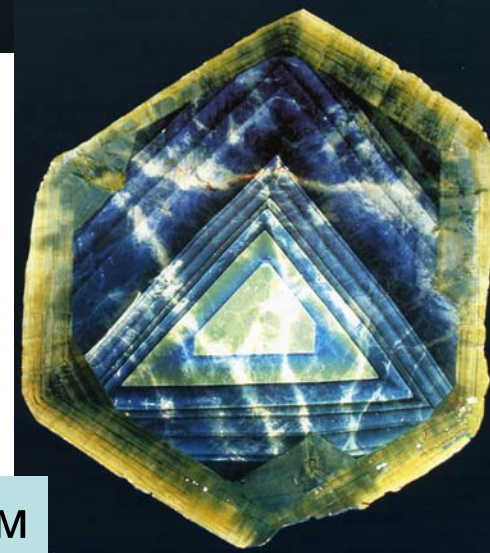
30 мм



30 мм



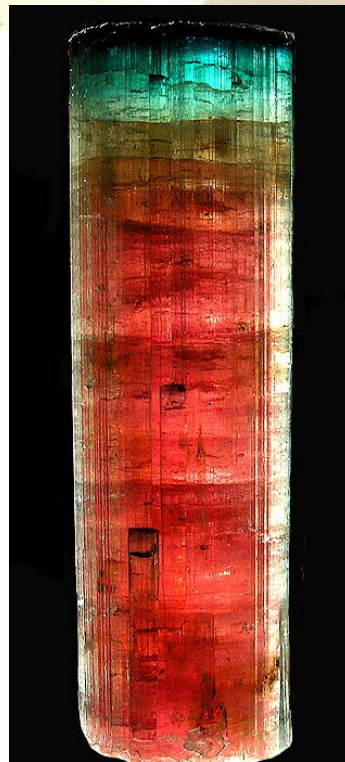
22 мм



20 мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин гранитных пегматитов. Поперечно-зональный

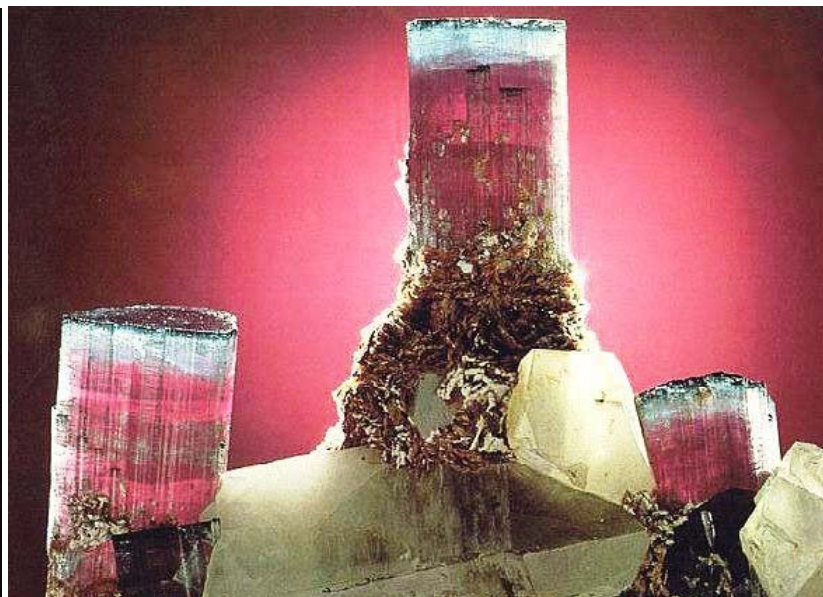


Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин гранитных пегматитов. Поперечно-зональный



Эльбаит 54 мм.
Golconda mine,
Minas Gerais, Бразилия



Эльбаит 21 мм.
Pala, Калифорния,
США



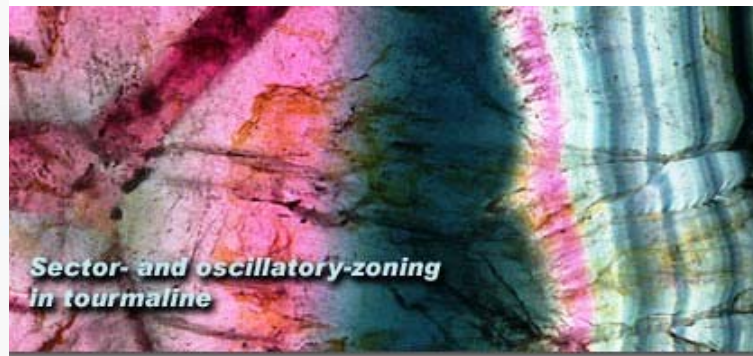
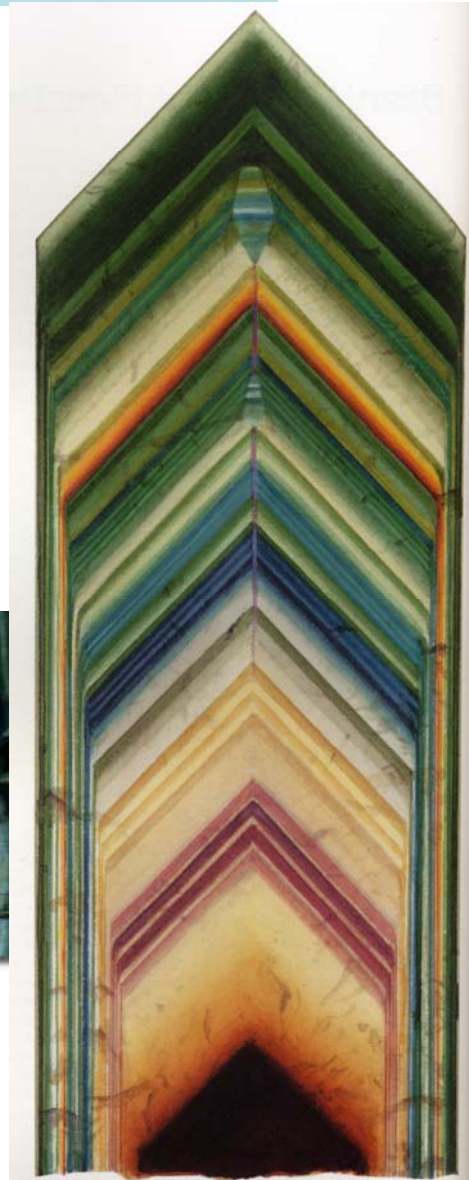
114 мм.
Нигерия

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин гранитных пегматитов. Осцилляционно-зональный

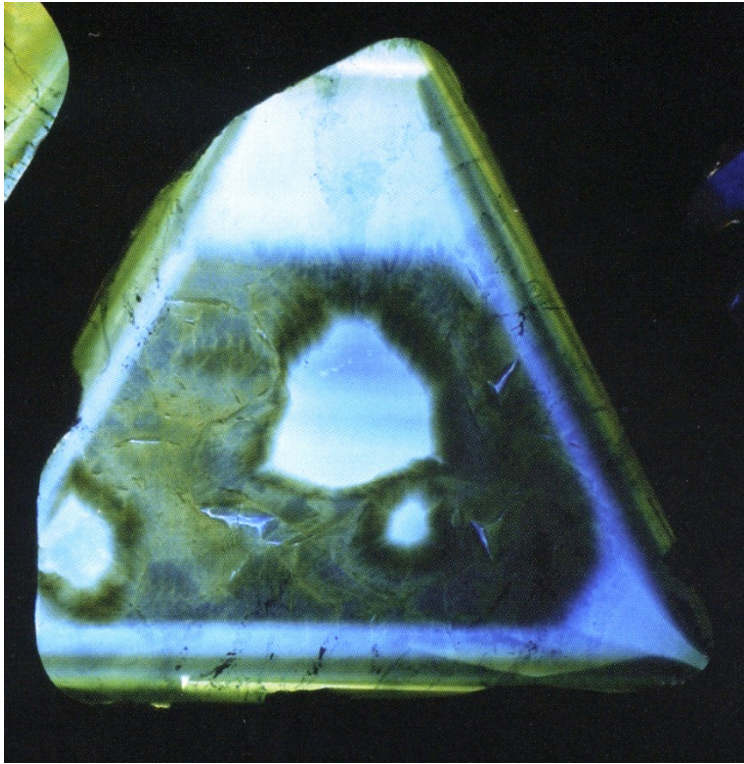


5 мм. Мадагаскар



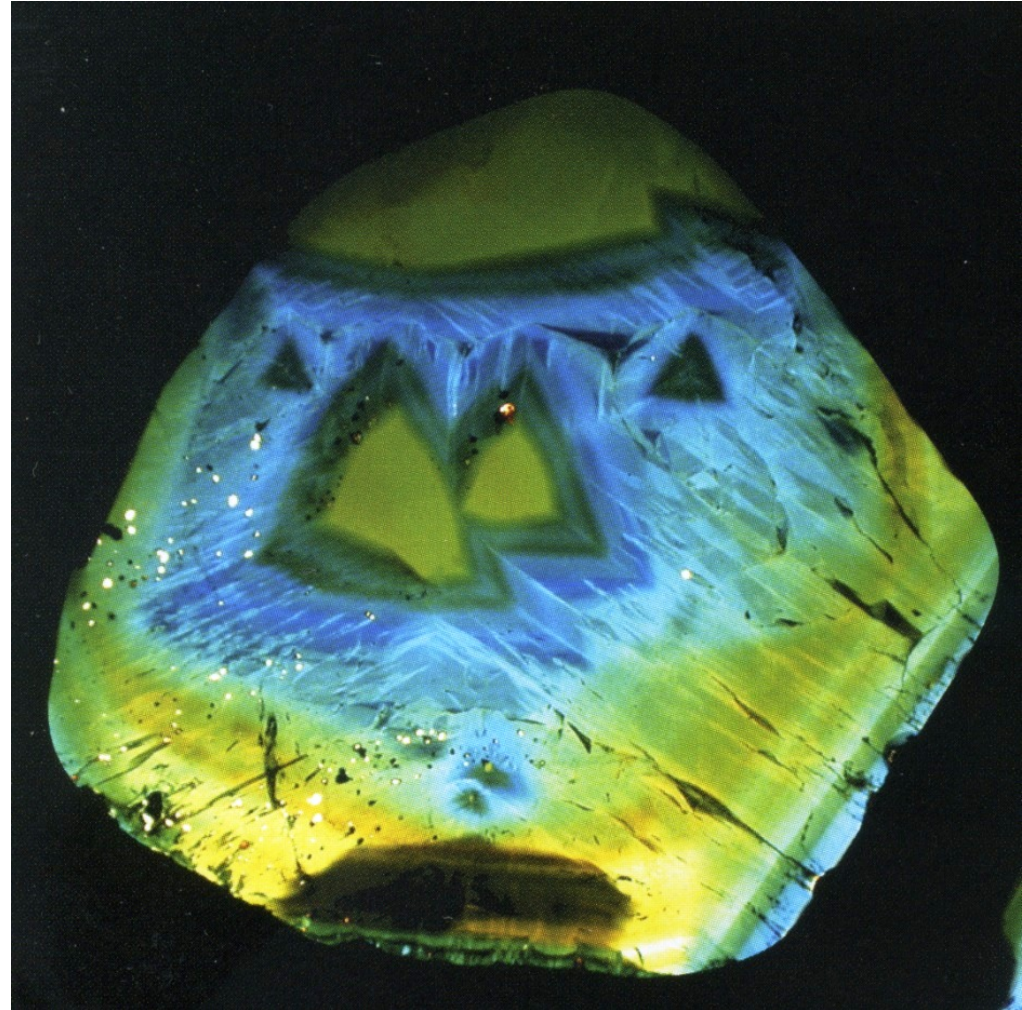
Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

Турмалин гранитных пегматитов. Сложно зональный многоядерный



15 мм

Мадагаскар



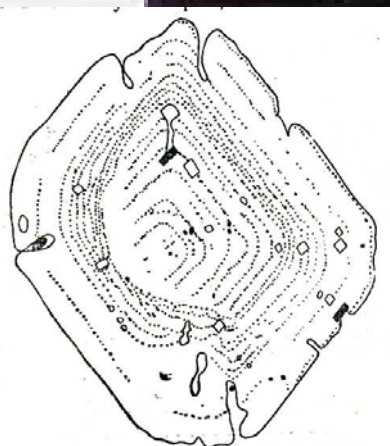
25 мм

Анатомия индивида - источник генетической информации. Зональность кристаллов

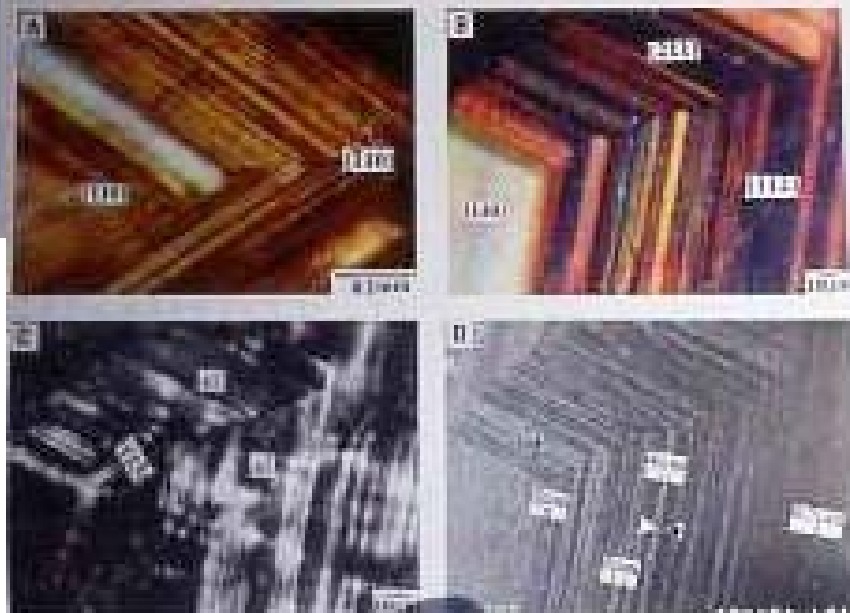
Кварц гидротермальный. Картины катодолюминесценции



30 мм.
Японский
двойник.
Бразилия



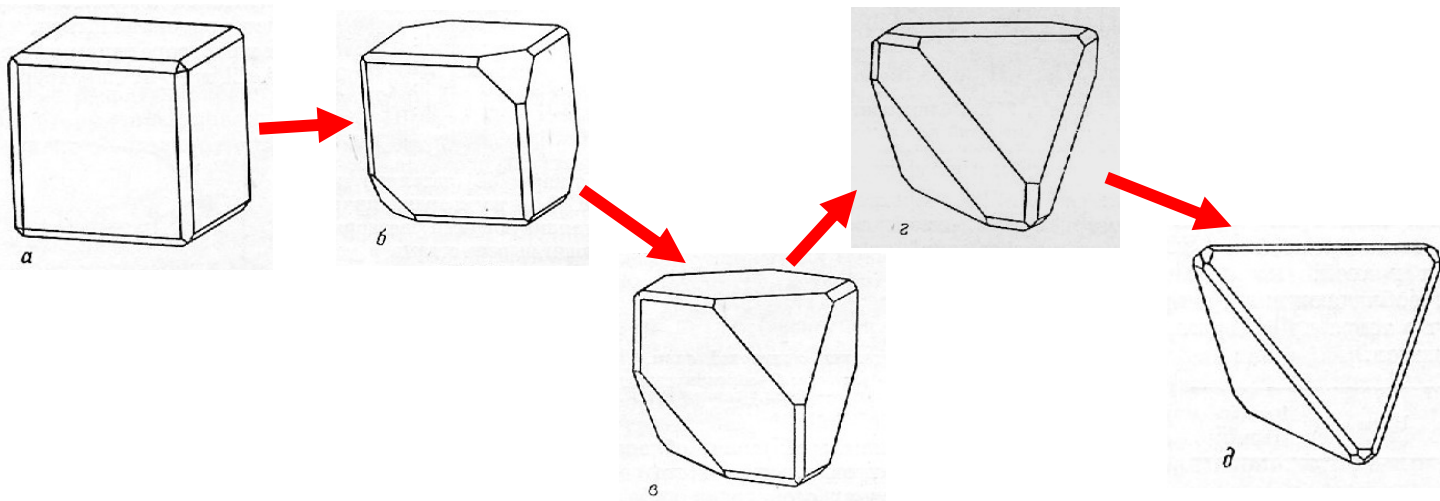
Вкрапленник
в риолитах



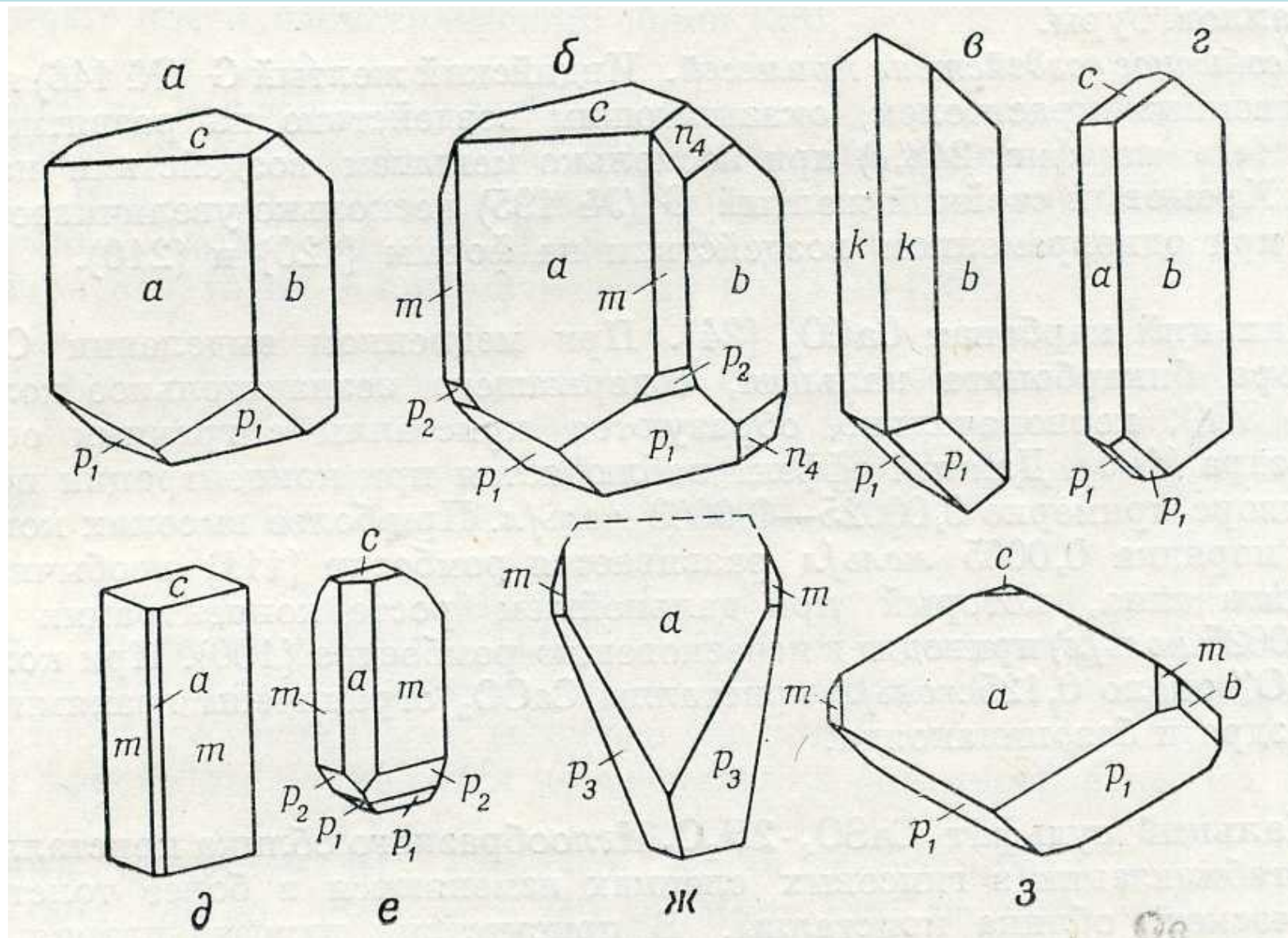
Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

В меняющихся условиях форма кристаллов обычно эволюционирует. Главный фактор - изменение химизма среды, степень пересыщения, присутствие поверхностно-активных веществ. В системе CaF_2 - NaCl - вода при уменьшении пересыщения октаэдры флюорита сменяются кубами; в системе флюорит - LiCl - вода при уменьшении пересыщения кубы флюорита сменяются его октаэдрами. В природных зональных кристаллах флюорита в большинстве случаев наблюдается смена октаэдров кубами, что согласуется с данными по синтетической системе с NaCl . В целом, единой универсальной эволюции морфологии кристаллов как функции температуры, давления, пересыщения... не существует, поскольку прежде всего необходим учёт химизма среды.

Смена форм кристаллов NaClO_3 с ростом количества примесей от куба к тетраэдру

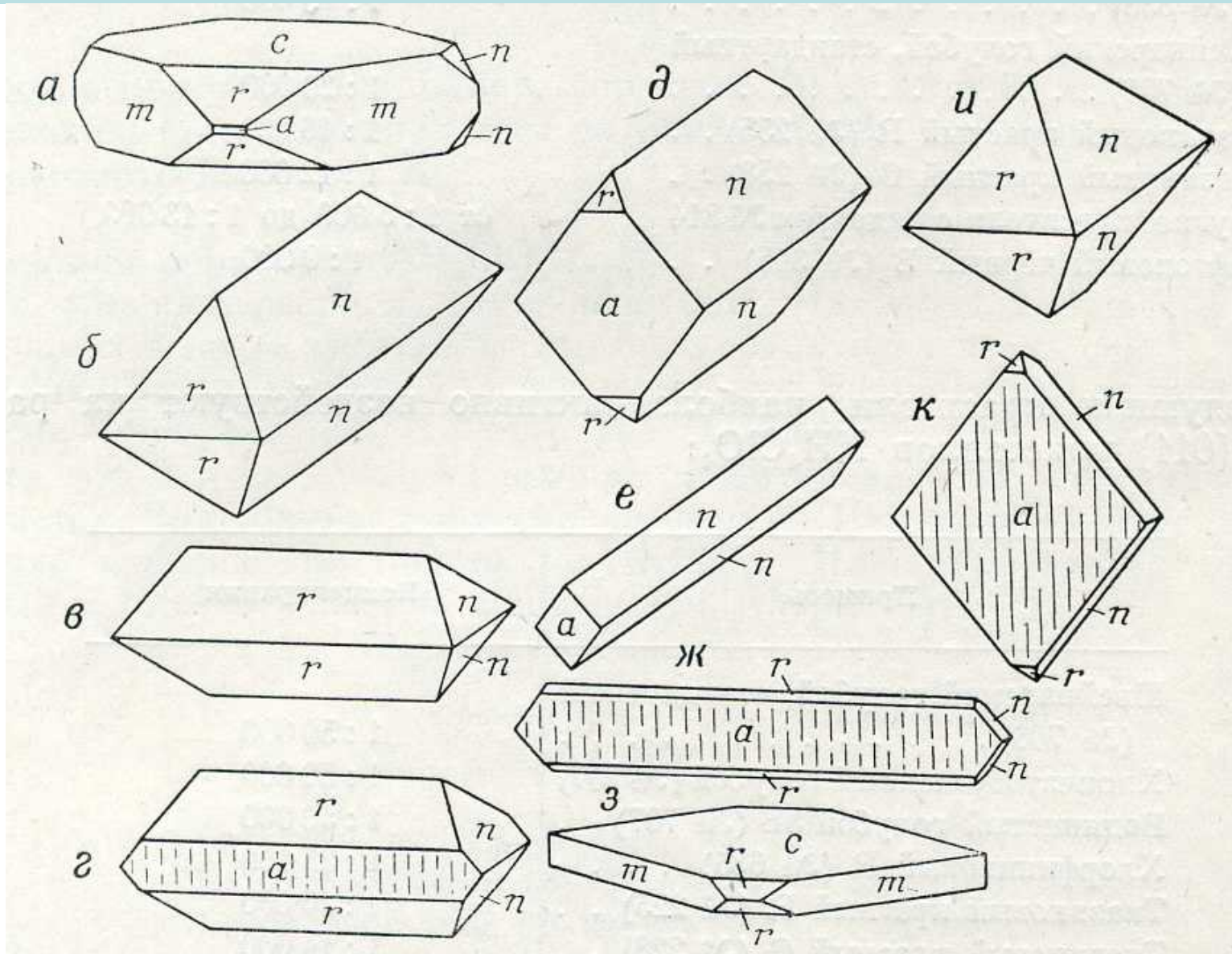


Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



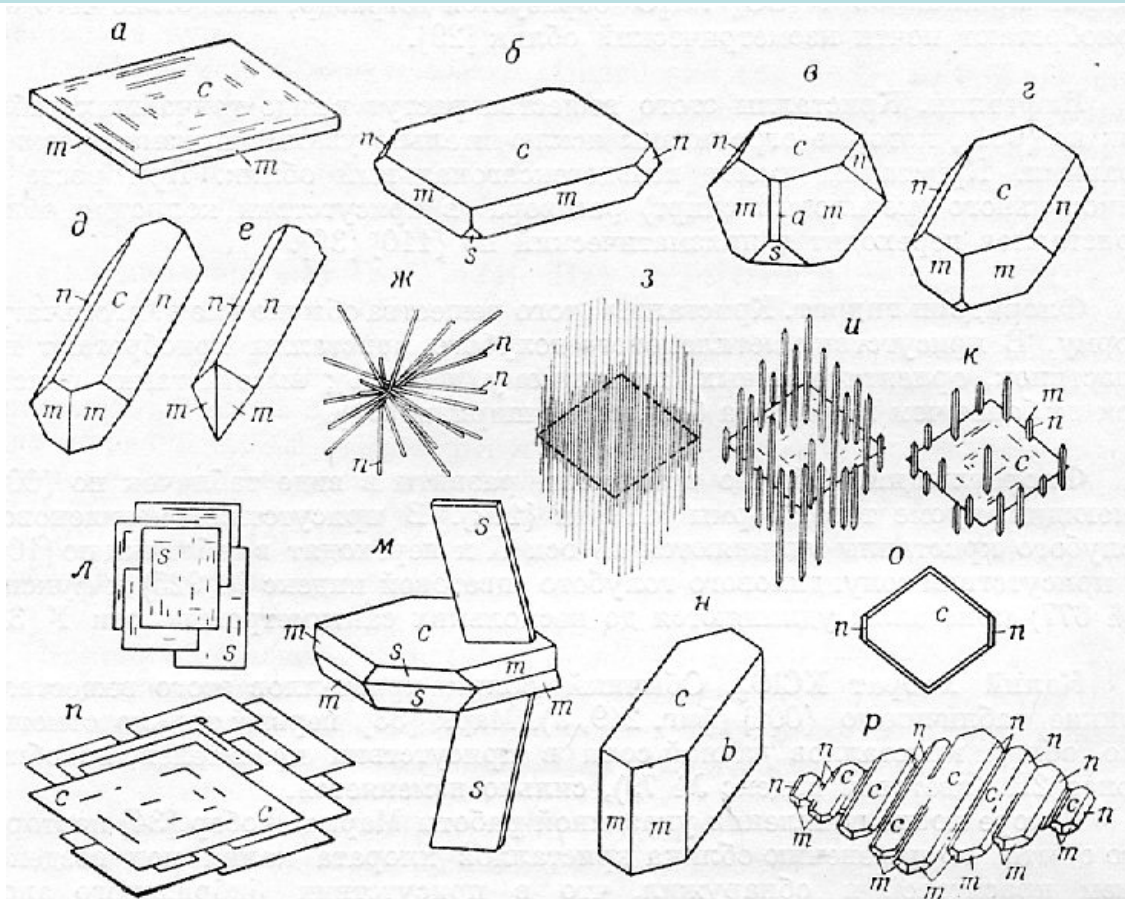
Изменение форм кристаллов буры в растворах различного состава

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



Изменение форм кристаллов $KClO_4$ в растворах различного состава

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



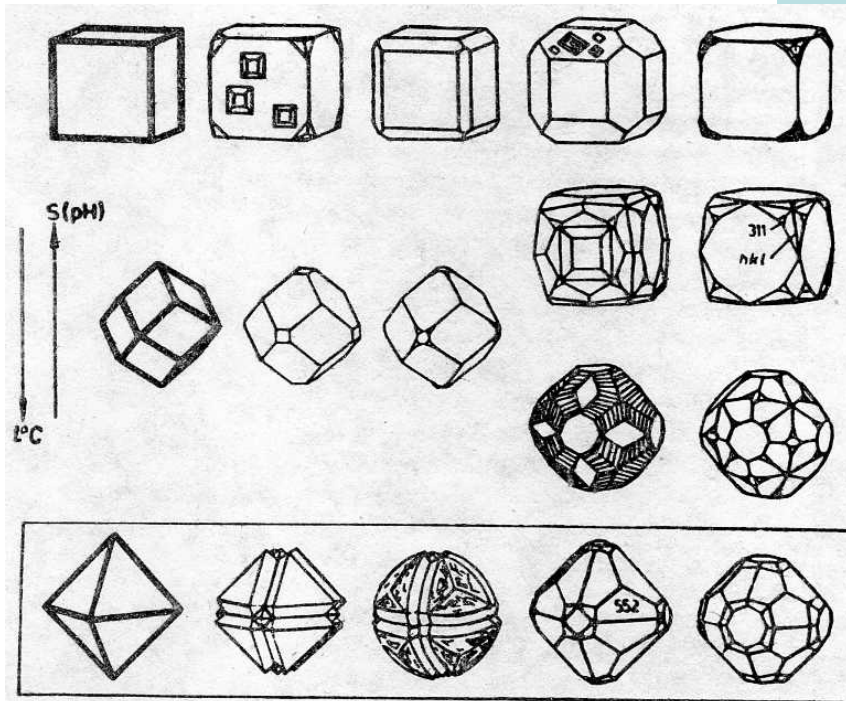
Ф и г. 249. Облик кристаллов $KClO_3$.

а—облик чистых кристаллов; б, в, г—кристаллы, с воздействием на $\{011\}$; д, е, ж—стандартное воздействие на $\{011\}$ под влиянием неорганических ионов, в том числе и наиболее активного иона MoO_4^{2-} ; з, и, к—воздействие наиболее активных красителей в порядке уменьшения их концентраций (ж—воздействие при стандартной концентрации, см. также фиг. 251); л, м—кристаллы таблитчатые по $\{10\bar{1}\}$, (м—возникновение двойниковых кристаллов); н—воздействие иона $Cr_2O_7^{2-}$ на $\{010\}$; о—облик кристалла $KClO_3$ в присутствии той же примеси при концентрации ниже стандартной; п—воздействие на $\{001\}$; р—неравномерное воздействие на $\{011\}$ и $\{001\}$.
(Обозначения граней простых форм: а— $\{100\}$, б— $\{010\}$, с— $\{001\}$, м— $\{110\}$, н— $\{011\}$, с— $\{10\bar{1}\}$.)

Изменение форм кристаллов $KClO_3$ в растворах различного состава

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

Флюорит



Фиг. 21. Формы кристаллов флюорита Михалковского месторождения с обозначением основных факторов, контролирующих изменения габитусов /Зидарова и др., 1978/

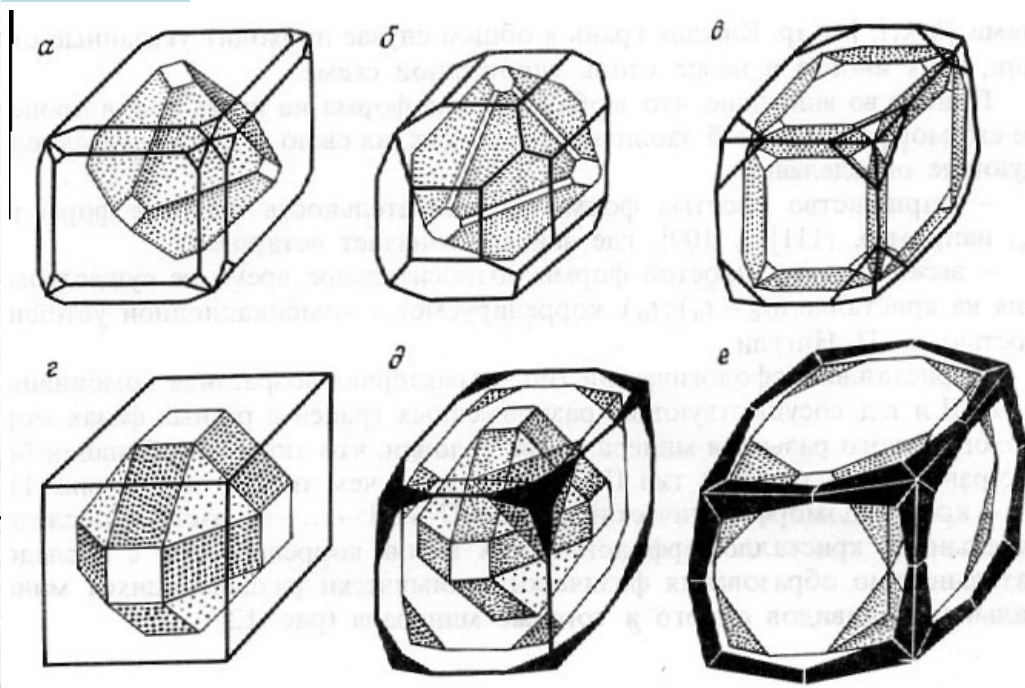


Рис. 13. Окрашенные фантомы в кристаллах флюорита—свидетельство направленного изменения формы кристаллов в процессе роста. Восточное Забайкалье—Букука (а-в) и Белуха (з-е):

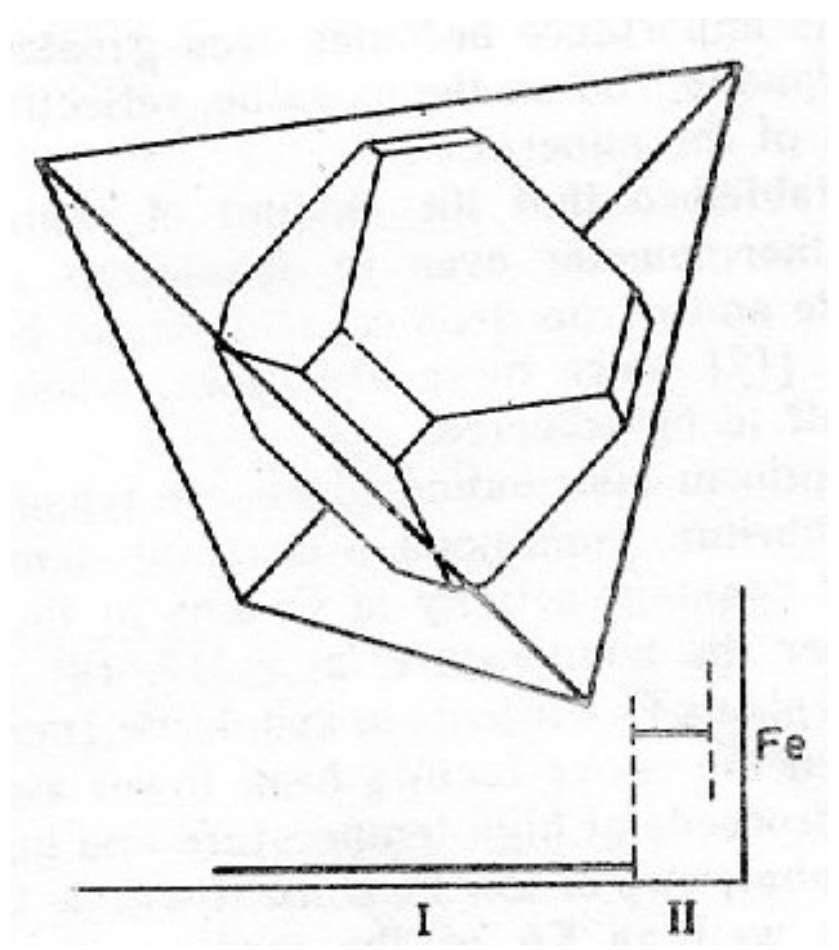
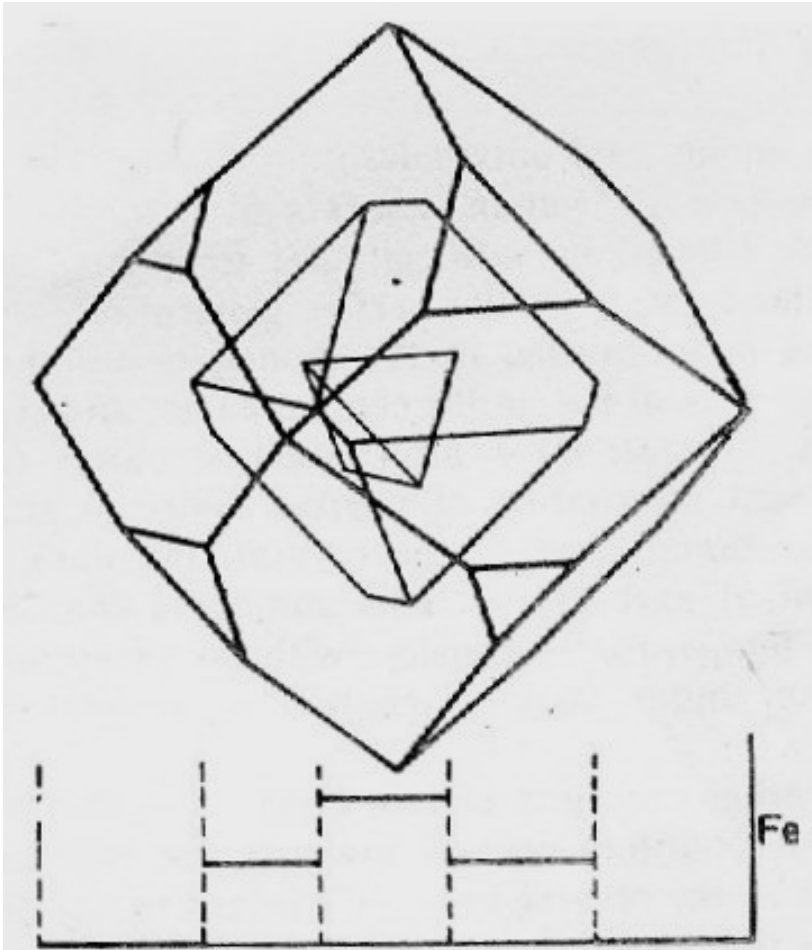
$a - \{111\} + \{100\} \rightarrow \{100\} + \{110\} + \{411\}$; $b - \{111\} + \{100\} + \{110\} \rightarrow \{100\} + \{110\}$; $c - \{100\} + \{110\} + \{411\} \rightarrow \{100\} + \{411\}$; $z - \{111\} + \{100\} + \{110\} \rightarrow \{100\}$; $d - \{111\} + \{100\} + \{110\} \rightarrow \{100\} + \{411\} \rightarrow \{100\} + \{421\}$; $e - \{100\} + \{411\} \rightarrow \{100\} + \{421\}$

Флюорит грейзеновых месторождений Забайкалья

Смена форм кристаллов при изменении состава флюидов

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

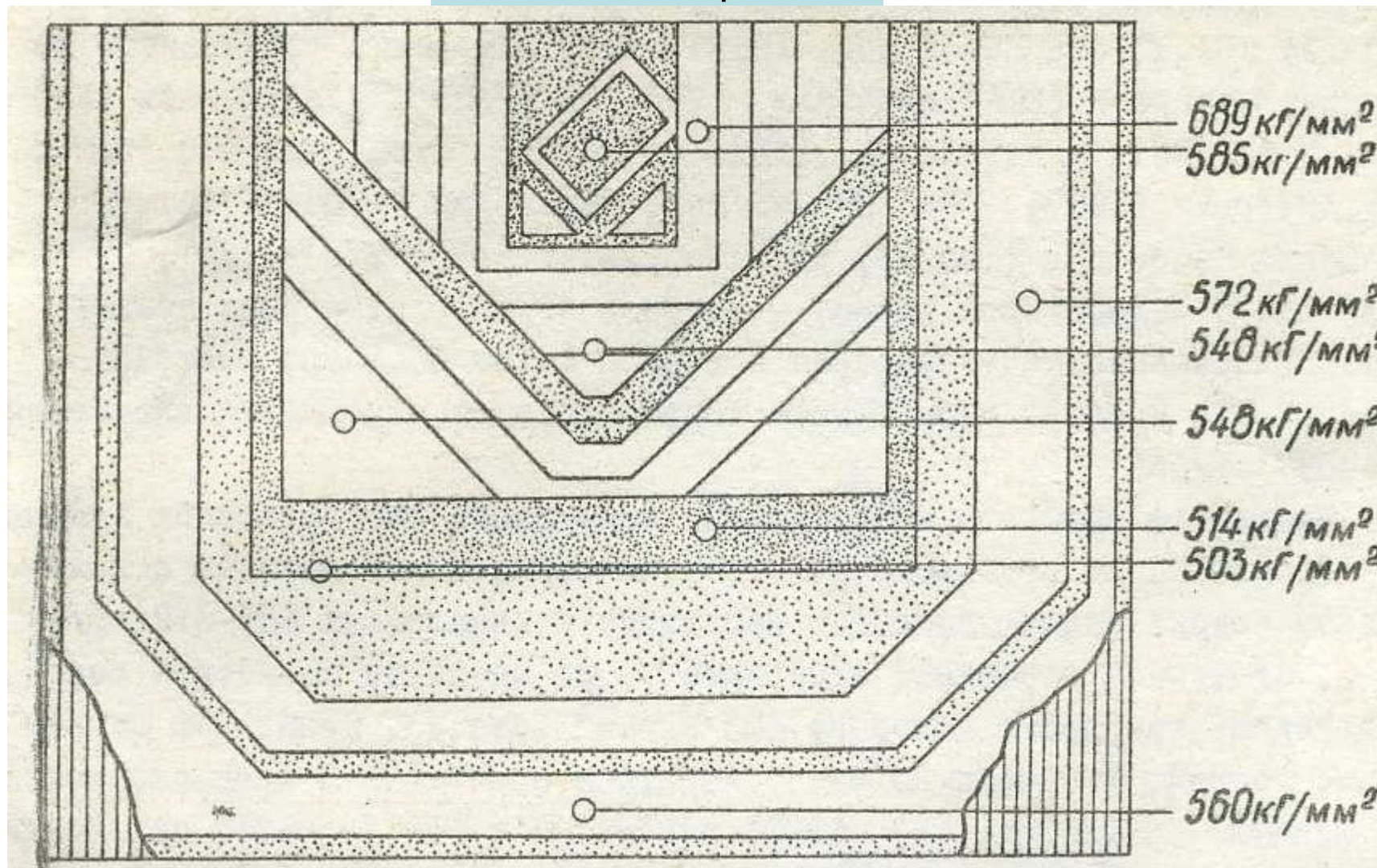
Сфалерит



Смена форм кристаллов и их состава (железистости)

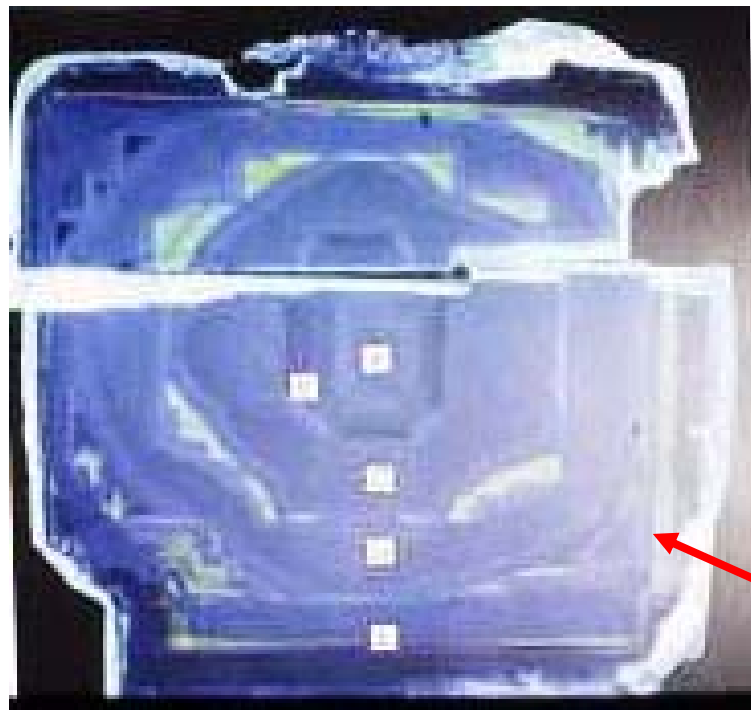
Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

Магнетит скарновый

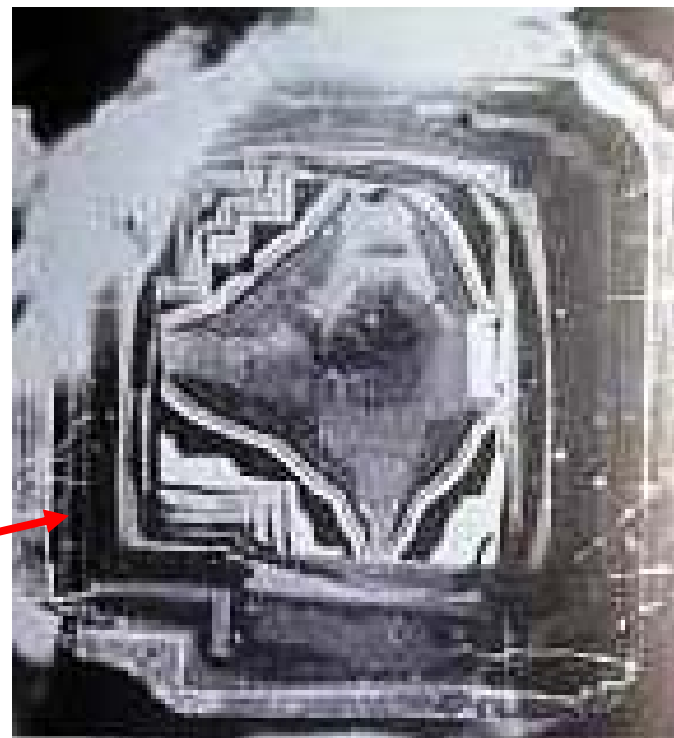


Смена форм кристалла и твёрдости по микровдавливанию

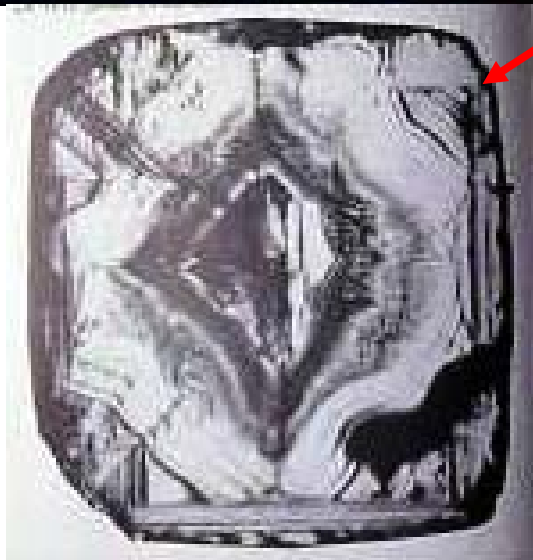
Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



Алмаз



Картины катодо-люминесценции



Алмаз в алмазе.
Якутия

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

Касситерит кварц-турмалиновой формации

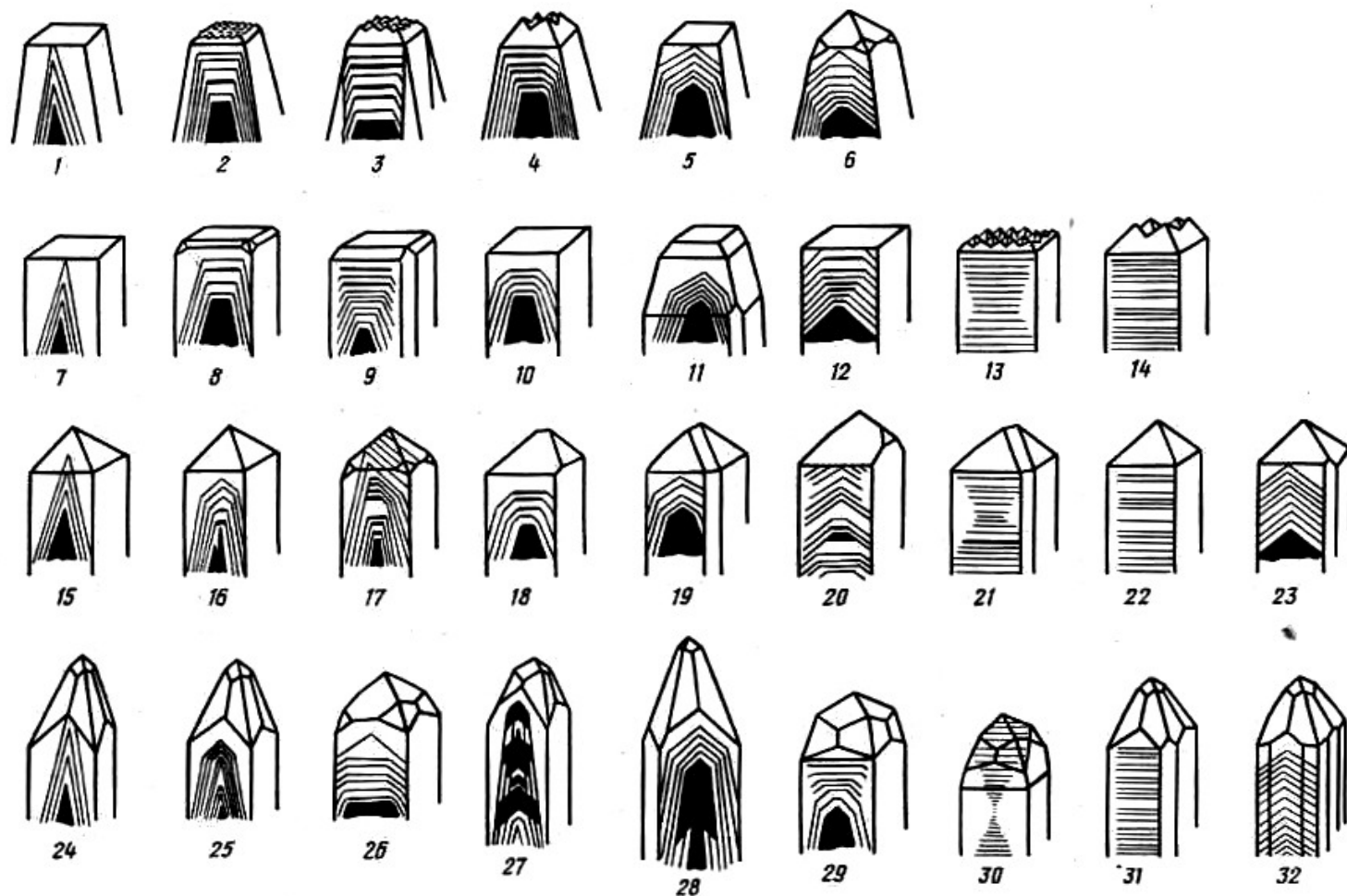


Рис. 36. Различные варианты пространственно-возрастного соотношения наружных и внутренних (заросших) граней у кристаллов касситерита: 1, 2, 3, 6, 16, 17, 20, 22, 26 и 31 – жила Северная (из штольни); 4, 5, 9, 11, 18, 19, 21 – жила Геофизическая (из скважины); 7, 23 и 8 – жила Северная (из скважины); 10 – жила Ягодная (из штольни); 12 и 29 – жила Главная (рудный концентрат); 14 – жила Придорожная (из штольни); 15, 27, 28 и 30 – жила Главная (рудный концентрат); 24 и 25, 32 – участки Букам и Сютюинга (шлихи), Комсомольский и Баджальский районы Хабаровского края. Кристаллы показаны в таком положении, в каком они лежат на столике микроскопа

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов

Касситерит и парагенный анатаз. Кварц-турмалиновая формация

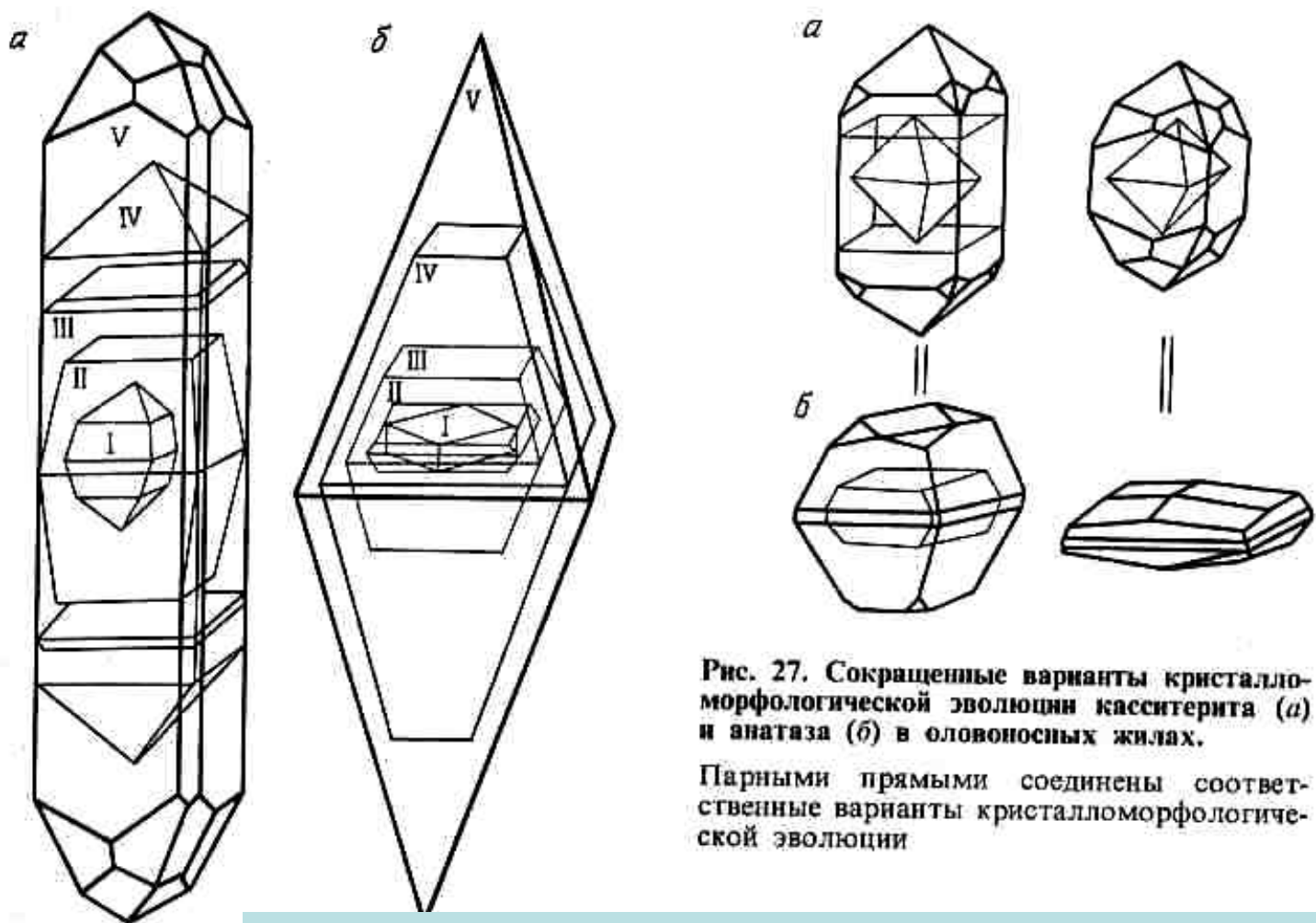


Рис. 27. Сокращенные варианты кристалломорфологической эволюции касситерита (а) и анатаза (б) в оловоносных жилах.

Парными прямыми соединены соответственные варианты кристалломорфологической эволюции

Кристаллы – фантомы касситерита (слева) и анатаза

Рис. 26. Соответствующие кристалломорфологических типов (I-V) в кристаллах касситерита (а) и анатаза (б)

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



Кальцит - фантом 53 мм.
Sweetwater mine, Миссури,
США



Кальцит – фантом. 20 мм.
Steinbruch Agatz, Германия

Анатомия индивида - источник генетической информации. Эволюция форм кристаллов



Церуссит – фантом
60 мм.
Цумеб,
Намибия



СФИНКСЪ
ИЗЪ ДРЕВНИХЪ ОИВЪ ВЪ ЕГИПТЪ.
ПЕРЕВЕЗЕНЪ ВЪ ГРАДЪ СВЯТАГО ПЕТРА
ВЪ 1832 ГОДУ.