

Э.М. Спиридонов

# **Генетическая минералогия.**

## **Онтогения. Агрегаты**

020. Ортотропизм роста,  
геометрический отбор,  
параллельно-шестоватые агрегаты  
1 и 2 типа по Д.П. Григорьеву

# АГРЕГАТЫ

В природе отдельные кристаллы встречаются редко. Более распространены их различные срастания - агрегаты.

**Минеральный агрегат** есть совокупность соприкасающихся минеральных индивидов, жёстко закреплённых друг относительно друга в пространстве. Простые минеральные агрегаты состоят из синхронно выросших индивидов. Сложные минеральные агрегаты - из синхронно и последовательно выросших агрегатов. **Структура** минерального агрегата = его строение определяются формой, размерами и взаимными отношениями слагающих его индивидов. **Текстура** минерального агрегата (термин имеет двойную смысловую нагрузку) - в кристаллохимии и материаловедении - направление кристаллографической ориентировки слагающих его индивидов; в минералогии, петрографии и учении о полезных ископаемых - иное, известное Вам.

Монокристалльный индивид ( в том числе кристалл с дислокациями и скелетный кристалл) представляют собой кристаллическое пространство, которое можно "обойти", оперируя законами пространственной решётки. Из одного индивида в другой нельзя перейти по соображениям симметрии, но и потому, что индивиды ограничены поверхностью раздела - дислокационной границей или другим нарушением непрерывности. Расщепляющийся в сферолит кристалл

# АГРЕГАТЫ

является до тех пор "индивидом" = сферокристаллом, пока все слагающие его лучи связаны непрерывно в одно целое, позволяя обойти (хотя и с повторением хода) весь индивид. Как только в результате расщепления отдельные участки кристалла полностью отграничатся пространственно от остальных частей, он превращается в агрегат - сферолит.

В качестве критерия для выделения минерального агрегата принимается пространственная обособленность и структурно-текстурное равенство слагающих агрегат индивидов. Связь индивид - агрегат относительная, они относятся один к другому как часть к целому. Любой агрегат состоит из индивидов минералов и, в то же время, является составной частью агрегата более высокого порядка, выступая в нём как индивид. Агрегаты - это надкристаллические формы организации вещества атомов и молекул. Форма минеральных агрегатов в значительной степени зависит от размера индивидов. Минеральные агрегаты (МА) зернистые - крупно-, средне-, мелкозернистые и плотные = тонкозернистые. МА параллельно-шестоватые, лучистые, радиально-лучистые, листоватые, концентрические, сферолитовые, сфероидолитовые. Скопления сферолитов или оолитов МА - оолитовые, пизолитовые, сферолитовые агрегаты. В трещинах горных пород и на их поверхности часто развиты дендритовые поликристаллические МА. В открытых полостях - сталактитовые, гроздевидные, почковидные МА.

# Рост минеральных агрегатов

Минеральные агрегаты, как и индивиды минералов, проходят стадии зарождения, роста и изменения.

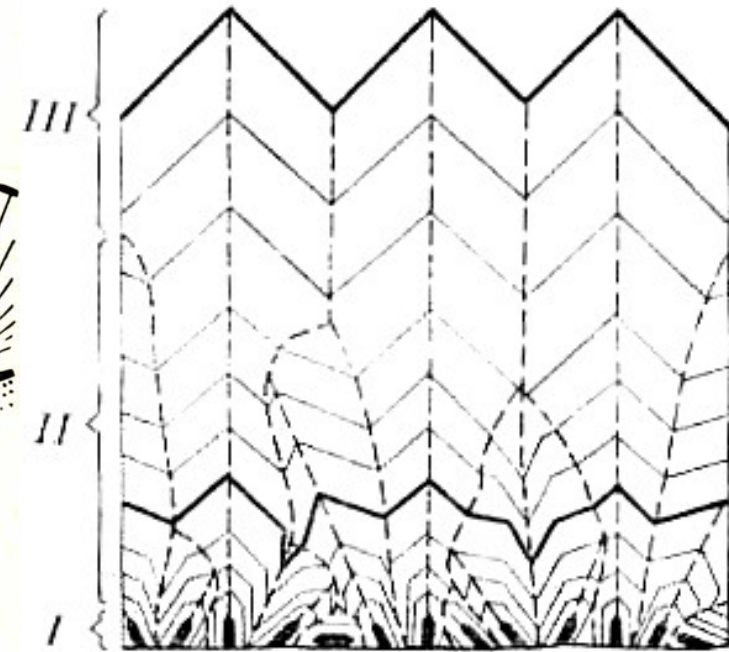
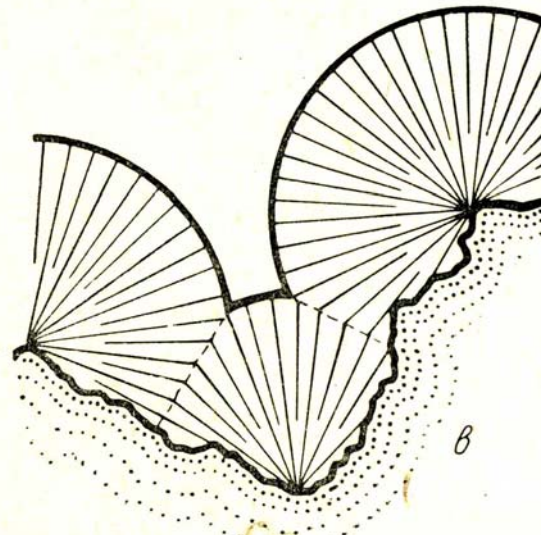
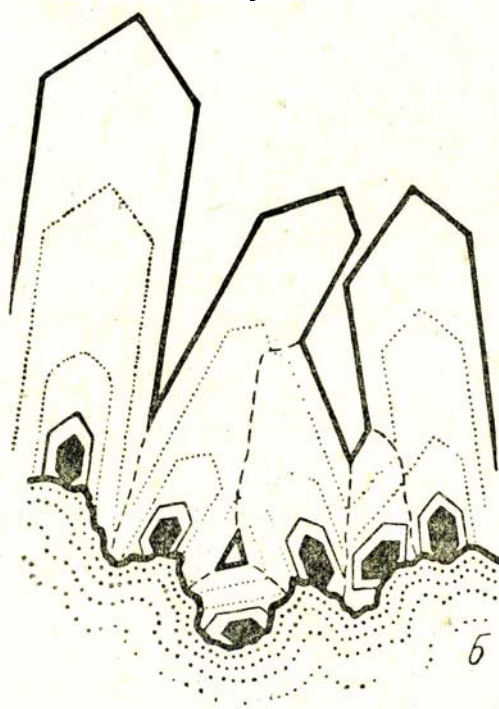
**Ортотропизм** = рост кристаллов преимущественно в направлении, перпендикулярном к плоскости или линии его зарождения. Причина ортотропизма чисто геометрическая: кристаллы растут произвольно в стороны только до тех пор, пока не приходят в соприкосновение друг с другом. В дальнейшем в ходе геометрического отбора выживают те из них, для которых направление максимальной скорости роста расположено перпендикулярно к субстрату. Стадии роста - отдельными кристаллами, друзовая, параллельно-шестоватыми агрегатами.

Процесс образования друз - незавершённый процесс заполнения пространства кристаллами. Рост может остановиться на любой стадии. В конечном итоге после отбора остаются индивиды, образующие параллельно-шестоватые агрегаты, рост которых может продолжаться бесконечно.

При росте на неровной поверхности субстрата тенденция к геометрическому отбору увеличивается как за счёт отсутствия преимущественной ориентировки зародышей, так и за счёт неодинакового их расположения в пространстве, благодаря чему более высоко расположенные зародыши оказываются в более выгодном положении.



# Рост минеральных агрегатов

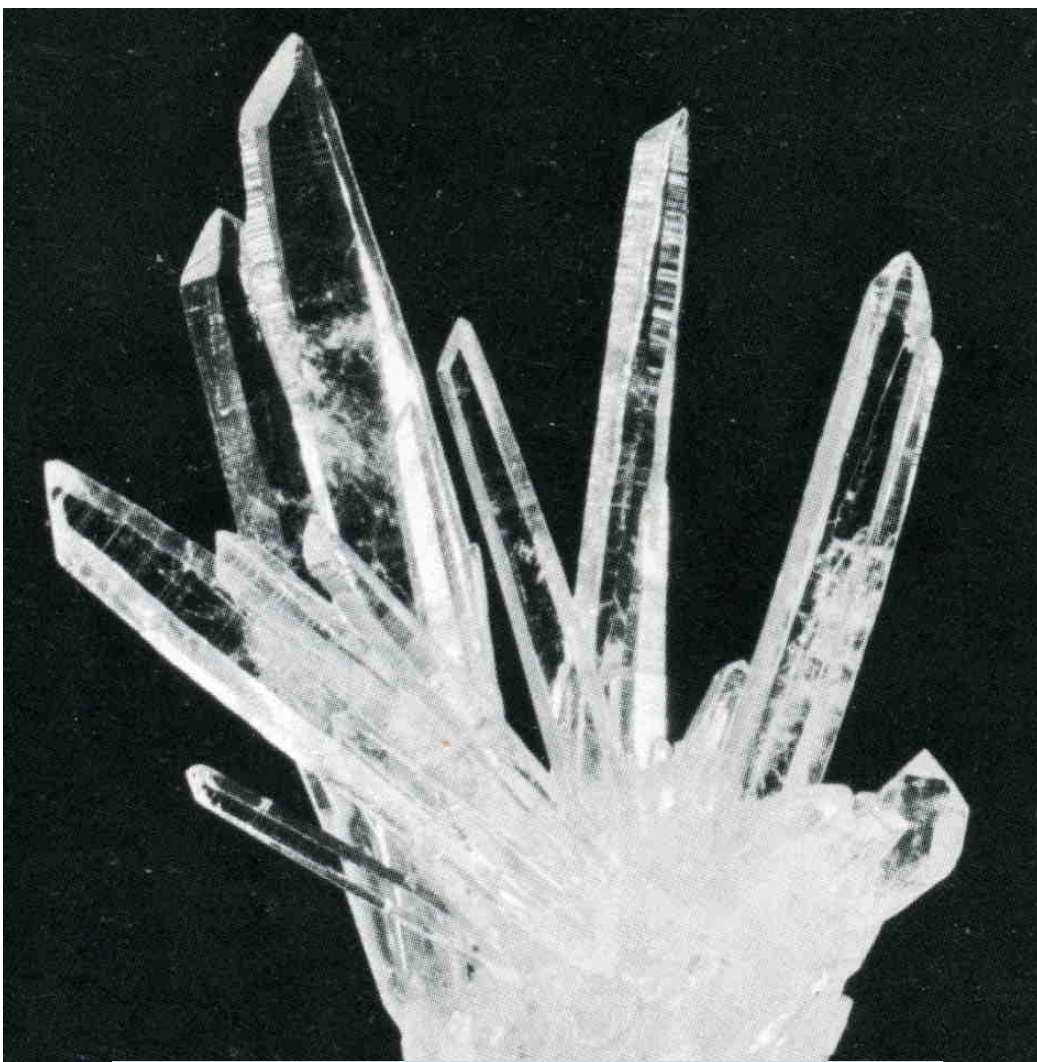


Стадии друзового роста кристаллов и сферокристаллов на неровной подложке

Рис. 53. Диаграмма и схема стадий группового роста кристаллов. По Д. П. Григорьеву (1961)

Стадии роста: *I* — отдельными кристаллами, *II* — друзовая с геометрическим отбором, *III* — параллельно-шестоватая; *P* — чело растущих индивидов, *L* — расстояние от поверхности нарастания

# Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза горного хрусталя. 40 мм



Огромная друза пирита.  
Huanczala, Перу



Друза гипса. 50 мм.  
Рудна, Польша



# Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза кварца. 130x70 мм. Лаврион, Греция



# Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза аметиста и кальцита. 146 мм. Las Vigas, Veracruz, Мексика



# Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза кальцита

Друза родохрозита



# Рост минеральных агрегатов

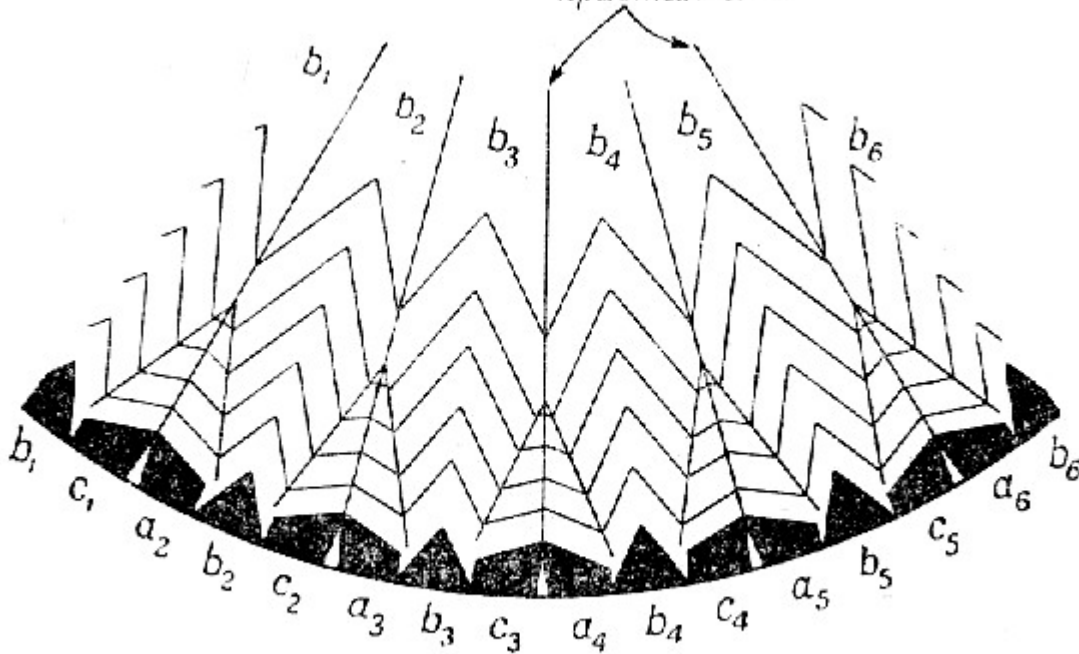
**Выявление зон геометрического отбора важно, поскольку становится ясен механизм роста данного минерального агрегата : это кристаллизация в открытом пространстве – скорость роста минерального агрегата меньше скорости приоткрывания полости путём тектонического раздвига и/или растворения, выщелачивания.**

**Надёжно определяется и направление роста минерального агрегата, то есть последовательность кристаллизации.**

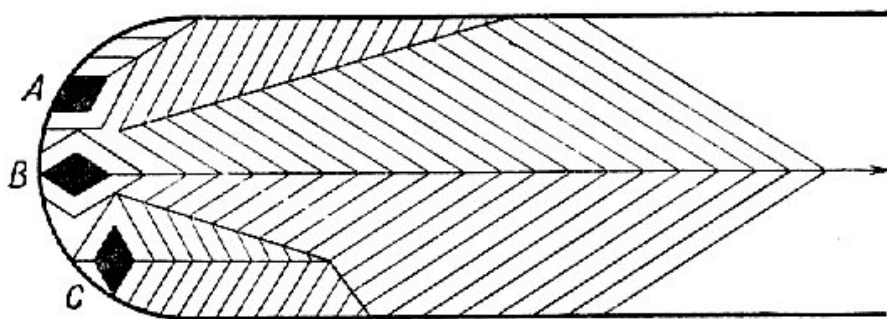


# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

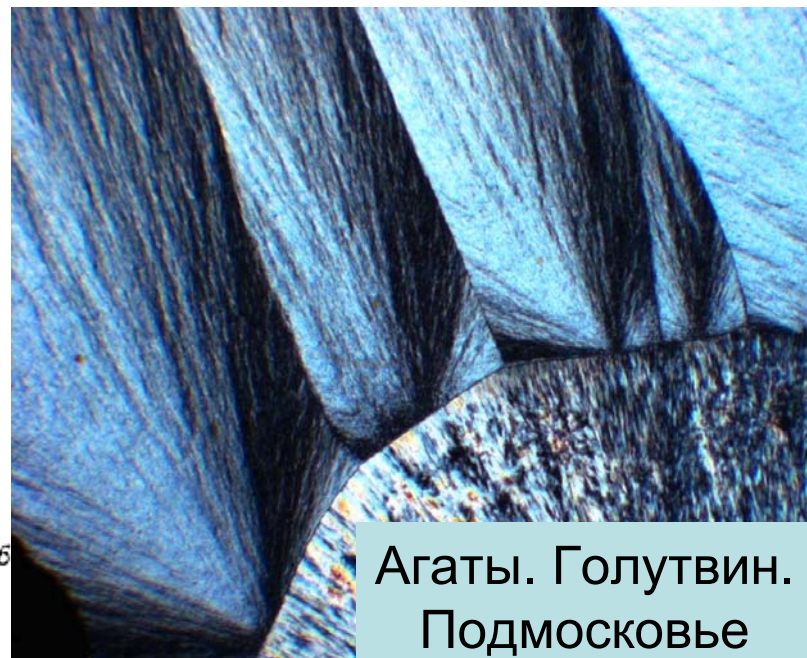
Границы между выжившими кристаллами



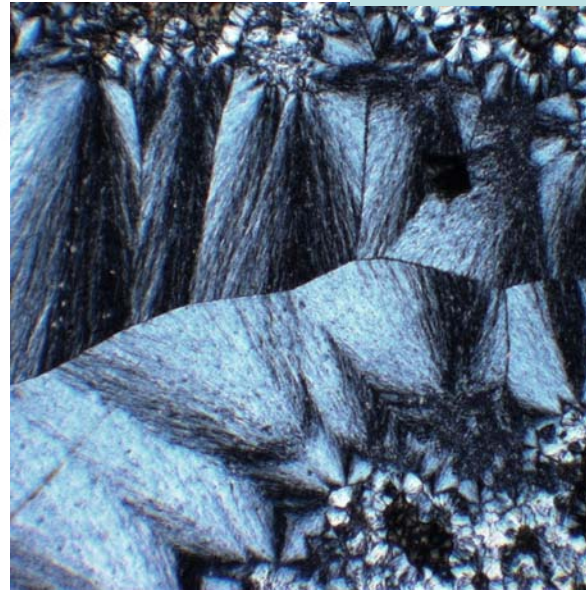
Ф и г. 114. Выживание столбчатых кристаллов металла в цилиндрической отливке.



Ф и г. 112. Вытеснение наиболее благоприятно расположенным в трубке зародышем кристалла других зародышей.



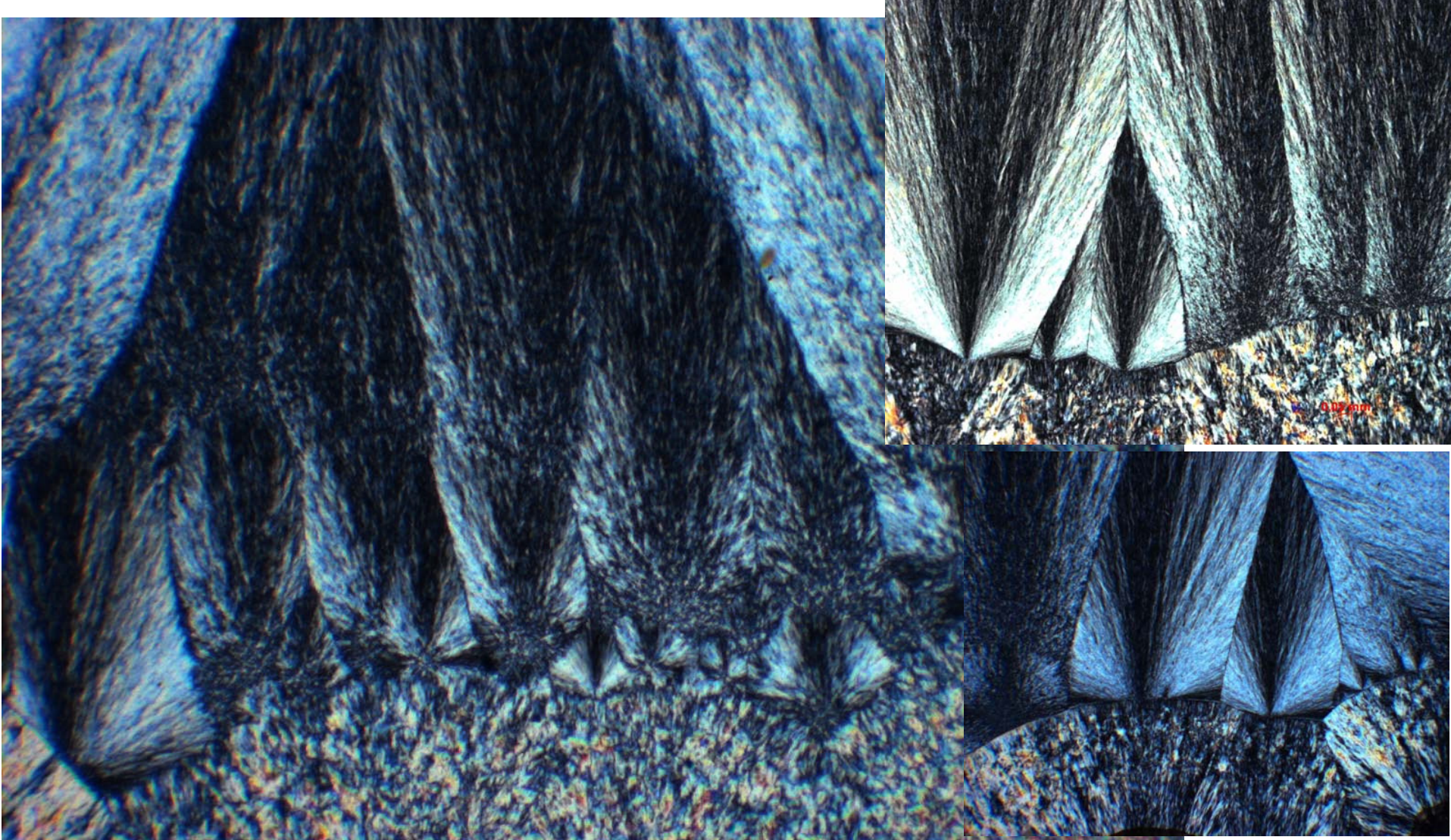
Агаты. Голутвин.  
Подмосковье



Никели  
Х



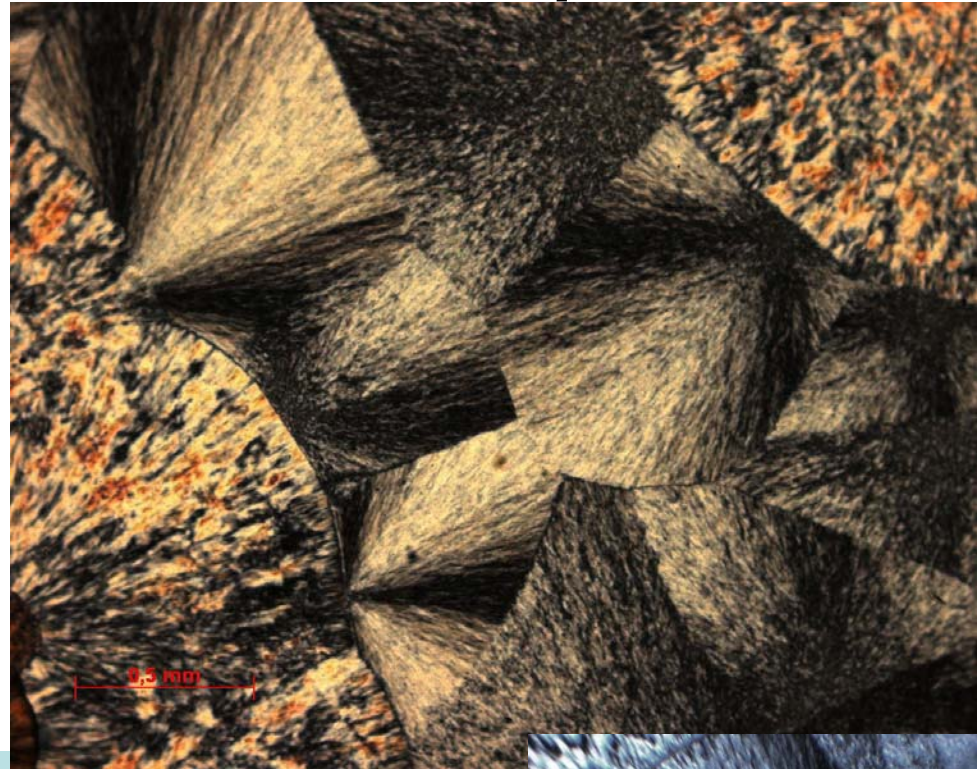
# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агрегаты расщеплённого кварца выросли на халцедон.  
Агаты Голутвино, Подмосковье. Николи х



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агрегаты  
расщеплённого  
кварца  
наросли на  
халцедон.  
Агаты Голутвино,  
Подмосковье.  
Николи х





# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

Афганистан



Рис. 2. Ориентировка клевеландита в лепидолито-альбитовых пегматитах.

1 — кварцево-слюдяные сланцы, 2 — клевеландит, 3 — мелкозернистый лепидолито-альбитовый агрегат.

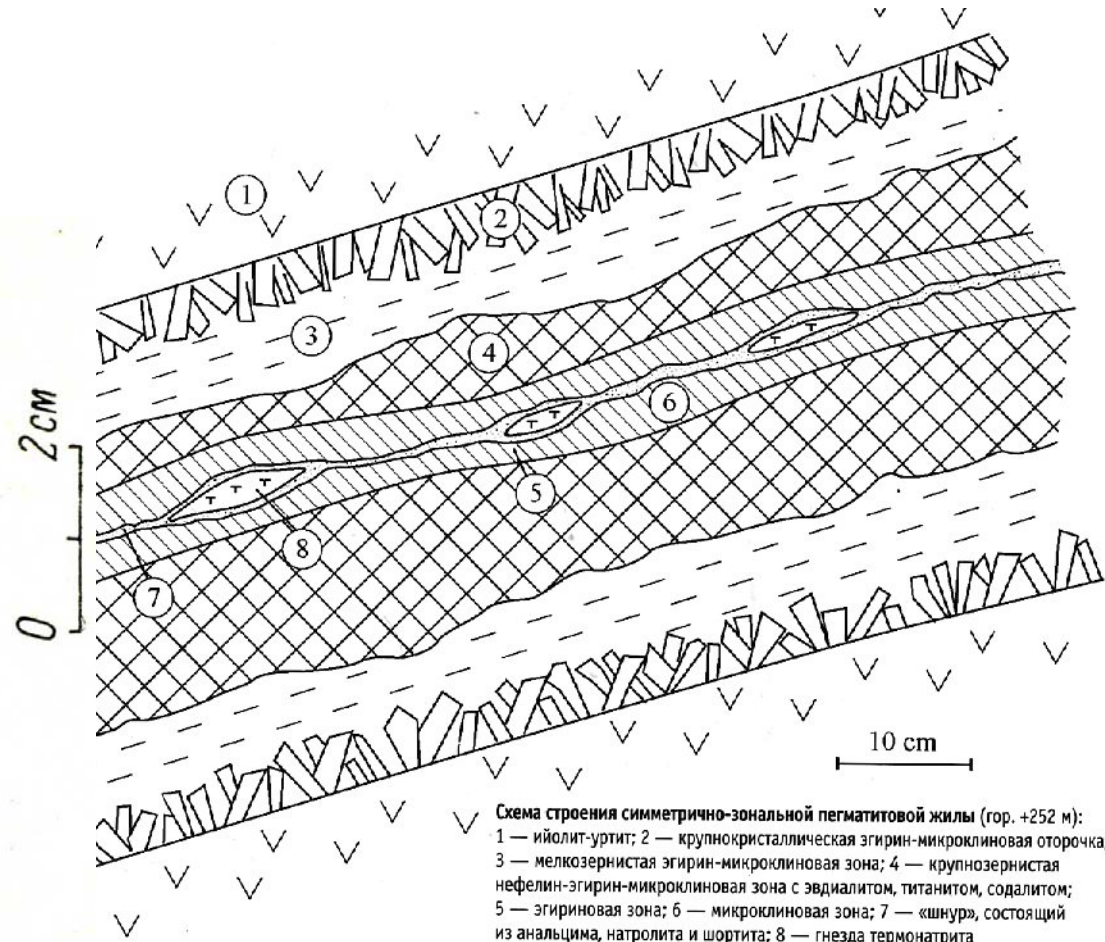


Схема строения симметрично-зональной пегматитовой жилы (гор. +252 м):  
1 — ийолит-уртит; 2 — крупнокристаллическая эгирин-микроклиновая оторочка;  
3 — мелкозернистая эгирин-микроклиновая зона; 4 — крупнозернистая нефелин-эгирин-микроклиновая зона с эвдиалитом, титанитом, содалитом;  
5 — эгириновая зона; 6 — микроклиновая зона; 7 — «шнур», состоящий из анальцима, натролита и шортита; 8 — гнезда термонатрита

Кукисвусчорр, Хибины

# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Поперечный срез  
аметистового  
сталактита.  
На ядро сталактита  
наросли друзы  
гётита с зоной  
геометрического отбора



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



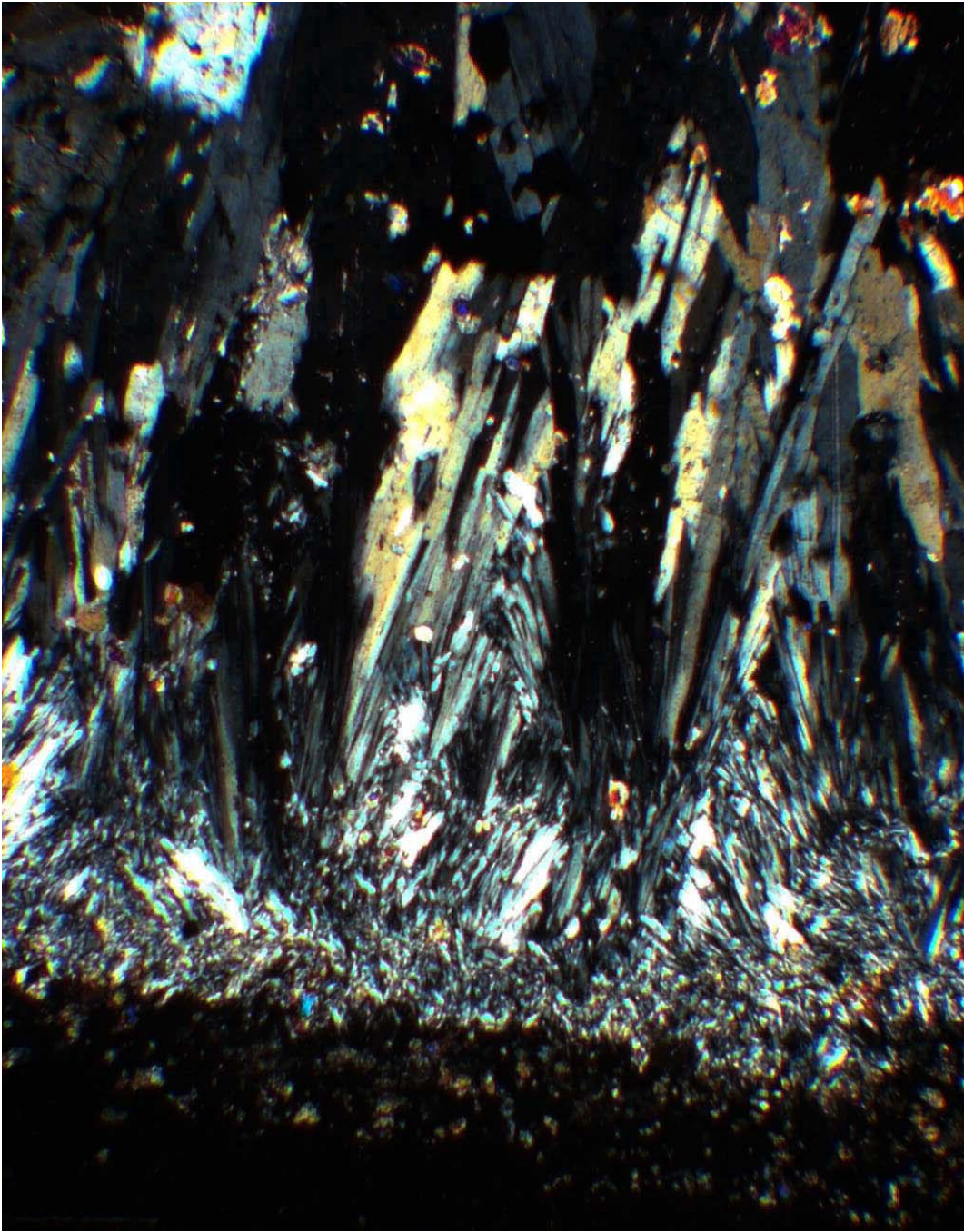
Зона геометрического отбора в агрегате волластонита.

Жила известковых скарнов (волластонит+гроссуляр+диопсид) в мраморах.

Тырны-Ауз. Шлиф. Николи х



# Рост минеральных агрегатов



Зона геометрического отбора в агрегате волластонита. Жила известковых скарнов (волластонит+гроссуляр+диопсид) в мраморах. Таким образом, это агрегаты роста, а не замещения (растворение мраморизованных известняков опережает рост агрегатов скарновых минералов).  
Тырны-Ауз.  
Шлиф. Николи х



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Огромная друза данбурита – зона геометрического отбора. Бороносные известковые скарны. Тетюхе, Дальний Восток



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

На зернистый агрегат железистого сфалерита вырос агрегат марганцовистого геденбергита с зоной геометрического отбора. На него выросли халькопирит + сфалерит. Известковые скарны с сингенетическим полиметаллическим оруденением.

Тетюхе, Дальний Восток

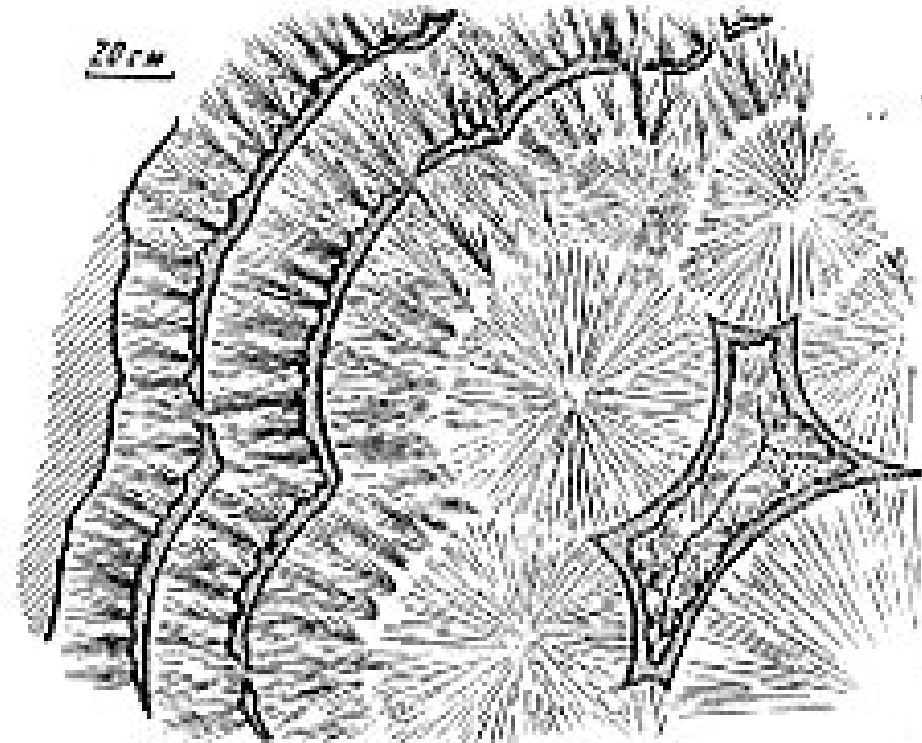


115 мм

# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

**Фиг. 1.** Геденбергит-сульфидные сферолитовые и полосчатые текстуры

Лучистые агрегаты — геденбергит, косая штриховка — сульфиды, зарисовка стенки штольни

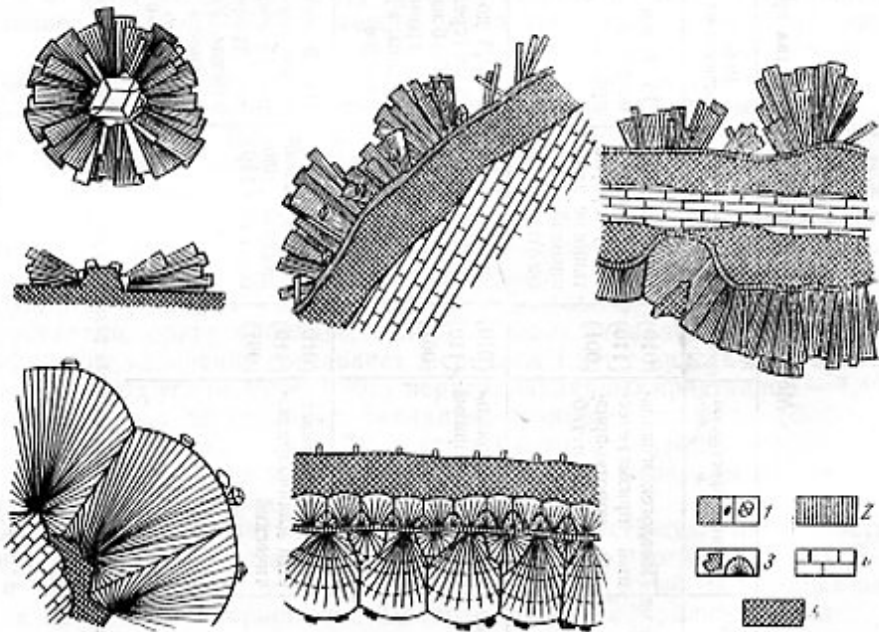


Почковидные гигантозернистые агрегаты марганцовистого геденбергита. В основании каждого нового слоя скарнов проявлены зоны геометрического отбора. Таким образом, это агрегаты роста, а не замещения (растворение мраморизованных известняков опережает рост агрегатов скарновых минералов).

Известковые скарны с полиметаллическим оруденением.  
Месторождение Тетюхе (Дальнегорское), Дальний Восток



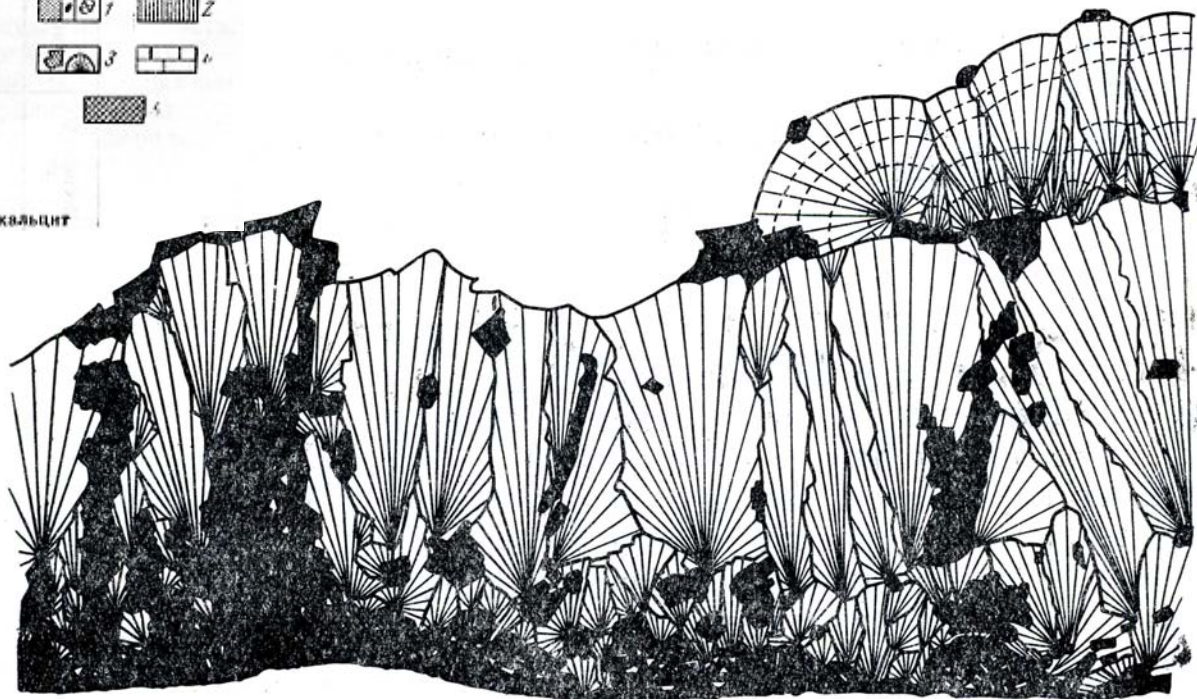
# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Корки расщеплённых кристаллов арагонита с зонами геометрического отбора.  
Чёрное - сера

Фиг. 7. Морфология агрегатов арагонита из Шорсу  
1 — сера; 2 — кальцит; 3 — арагонит; 4 — известняк; 5 — мелкозернистый кальцит

Месторождение  
самородной серы  
Шор-Су, Узбекистан





# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

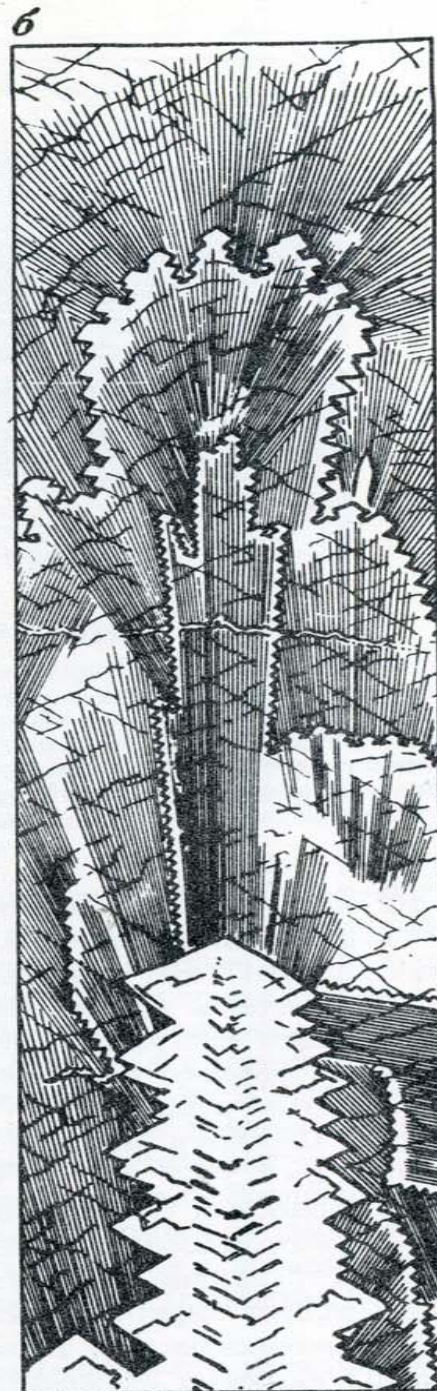
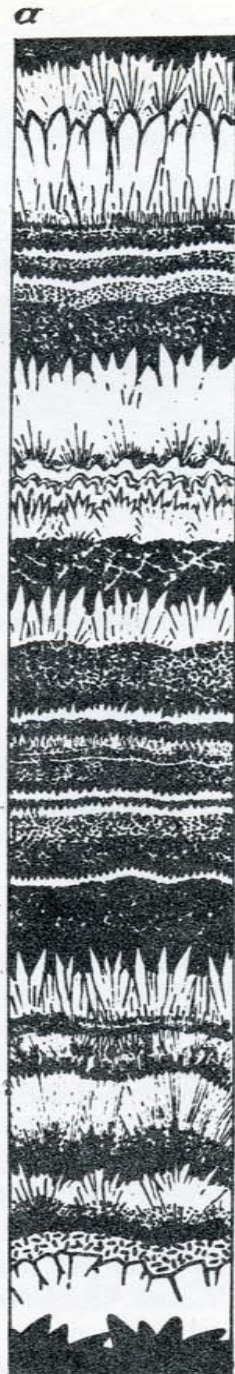


Рис. 56. Марганцовистый кальцит. Лешетице, Пршибрам. Зарисовки

*а* — ритмическое чередование скрытокристаллического (точки) и лучистого (белое) кальцита *МК* (первые три зоны снизу: сидерит, анкерит, доломит). Полированный, протравленный соляной кислотой штафф (увел. 2); *б* — структура доломитизированного кальцита *МК* — признаки сферокристаллического роста. Прозрачный шлиф (увел. 70)

Крустификационные карбонатные жилы.  
Пршибрам, Чехия  
(по Ю.М. Дымкову)



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

Крустификационные карбонатные жилы.  
Пршибрам, Чехия  
(по Ю.М. Дымкову)

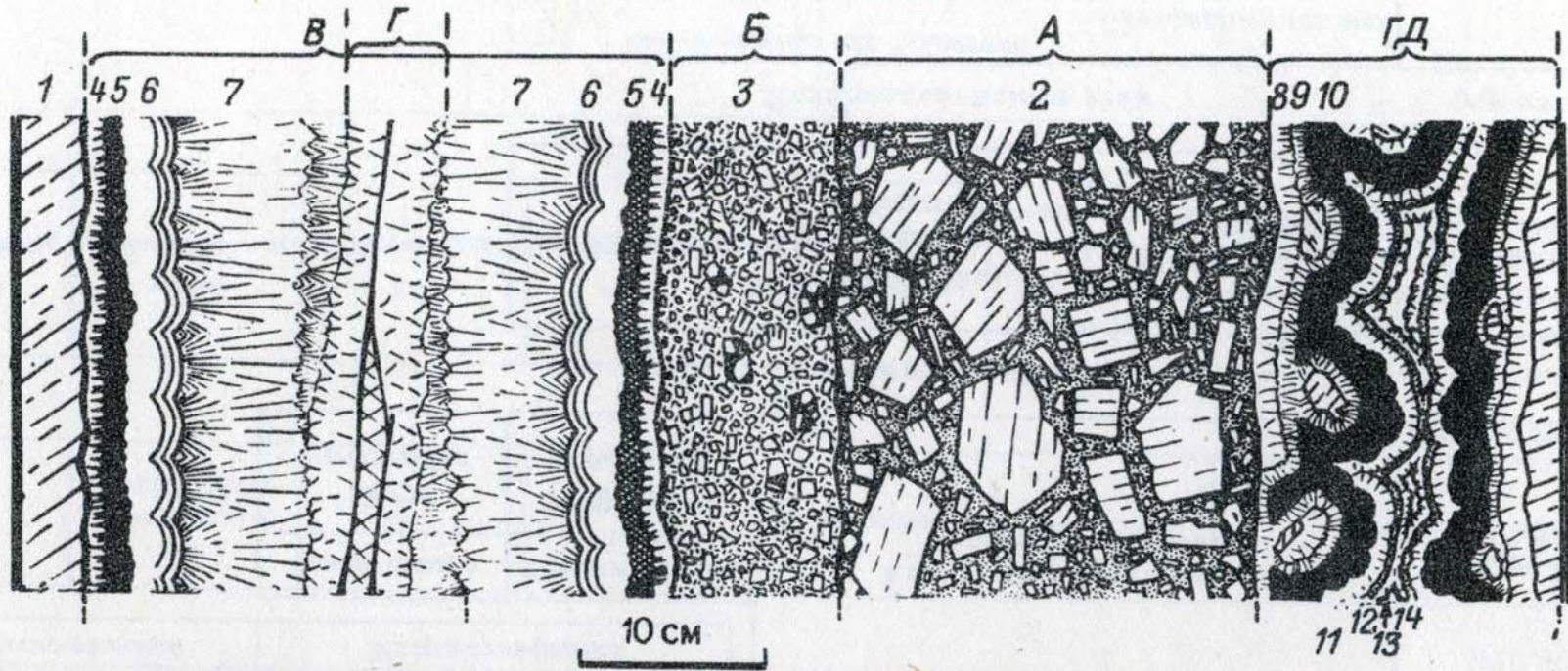
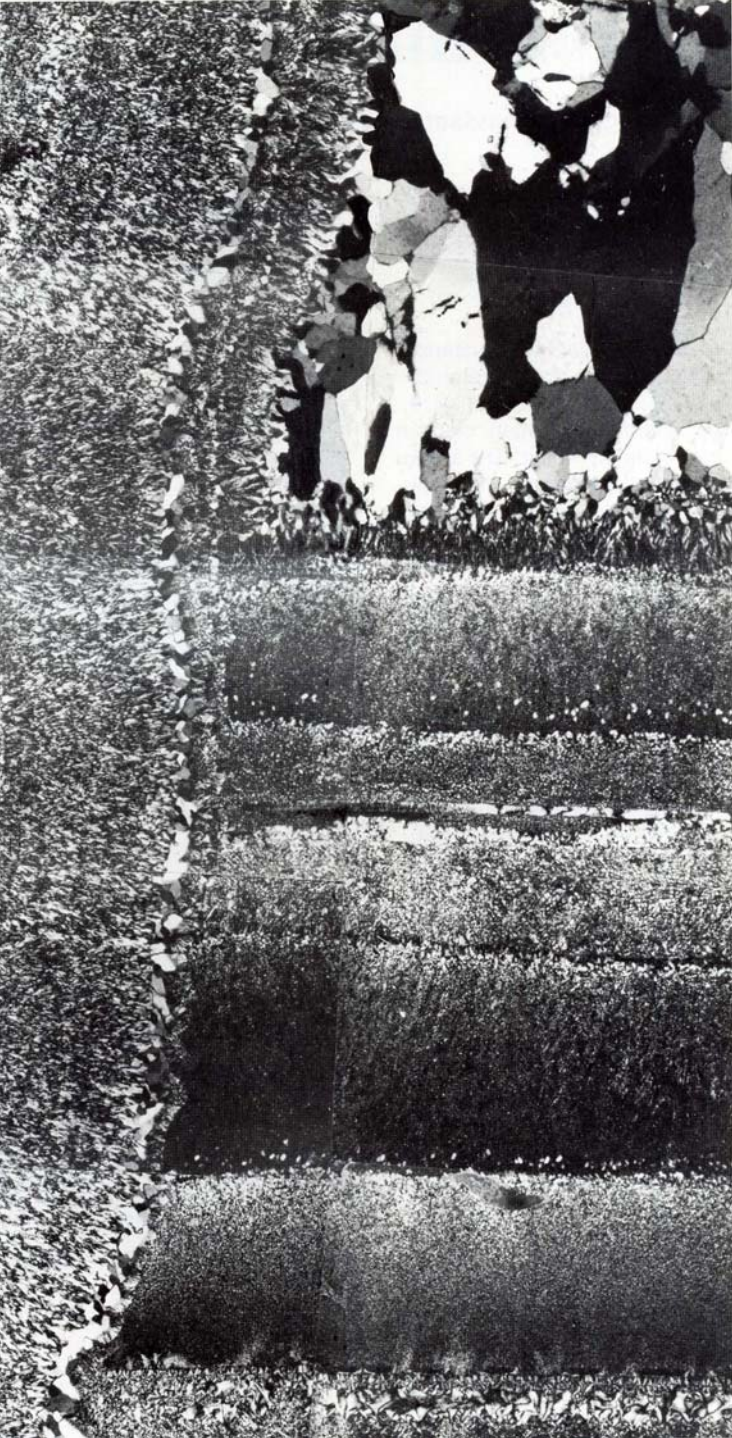


Рис. 4. Поперечный разрез центральной части раздува жилы  $Vt_1$  (V гор., Пршибрам)

А – брекчия (обломки роговиков, сцементированные тонкозернистым кварцем); Б – обломки пород и кварца, сцементированные мелкозернистым сидеритом; В – крустификационная сидерит-анкерит-кальцитовая жила; Г – прожилок позднего кальцита с пиритом; ГД – крустификационная кальцитовая жила; 1 – роговик; 2 – тонкозернистый кварц; 3 – мелкозернистый сидерит; 4 – сидерит столбчатый; 5 – розовый анкерит; 6 – кальцит МК; 7 – столбчатый кальцит  $K_2$ ; 8 – бледно-розовый кальцит  $K_5$ ; 9 – белый кальцит  $K_5$ ; 10 – марказит столбчатый; 11 – белый крупнокристаллический кальцит  $K_5$ ; 12 – оранжевый кальцит  $K_5$ ; 13 – серый тупоромбоздрический кальцит  $K_5$ ; 14 – друзовая пустотка



# Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агат уругвайского типа.

В основании каждого  
следующего слоя халцедона  
зона  
геометрического отбора.

Таким образом,  
каждый следующий слой  
растёт из новой  
(или обновлённой)  
порции раствора

# Рост минеральных агрегатов

В ходе геометрического отбора выживают те из кристаллов, для которых направление максимальной скорости роста расположено перпендикулярно к субстрату. В конечном итоге после отбора остаются индивиды, образующие параллельно-шестоватые агрегаты, рост которых может продолжаться бесконечно. Образованные таким образом параллельно-шестоватые агрегаты 1 типа по Д.П. Григорьеву – агрегаты, возникшие в условиях относительно свободного роста на подложке - субстрате в полостях, когда скорость роста минерального агрегата меньше скорости раскрытия этой полости. Способ питания растущих кристаллов со стороны их головок. Рост обычно симметричный по обеим сторонам жильной трещины.

Итак, признаки параллельно-шестоватых агрегатов 1 типа: в основании зона геометрического отбора; одинаковая ориентировка кристаллов в параллельно-шестоватой зоне, то есть в направлении наибольшей скорости роста, это главные оси кристаллов данного минерала; эта зона покрыта выставляющимися из агрегата головками кристаллов - у кварца это вершины ромбоэдров.

# Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 1 типа по Д.П. Григорьеву

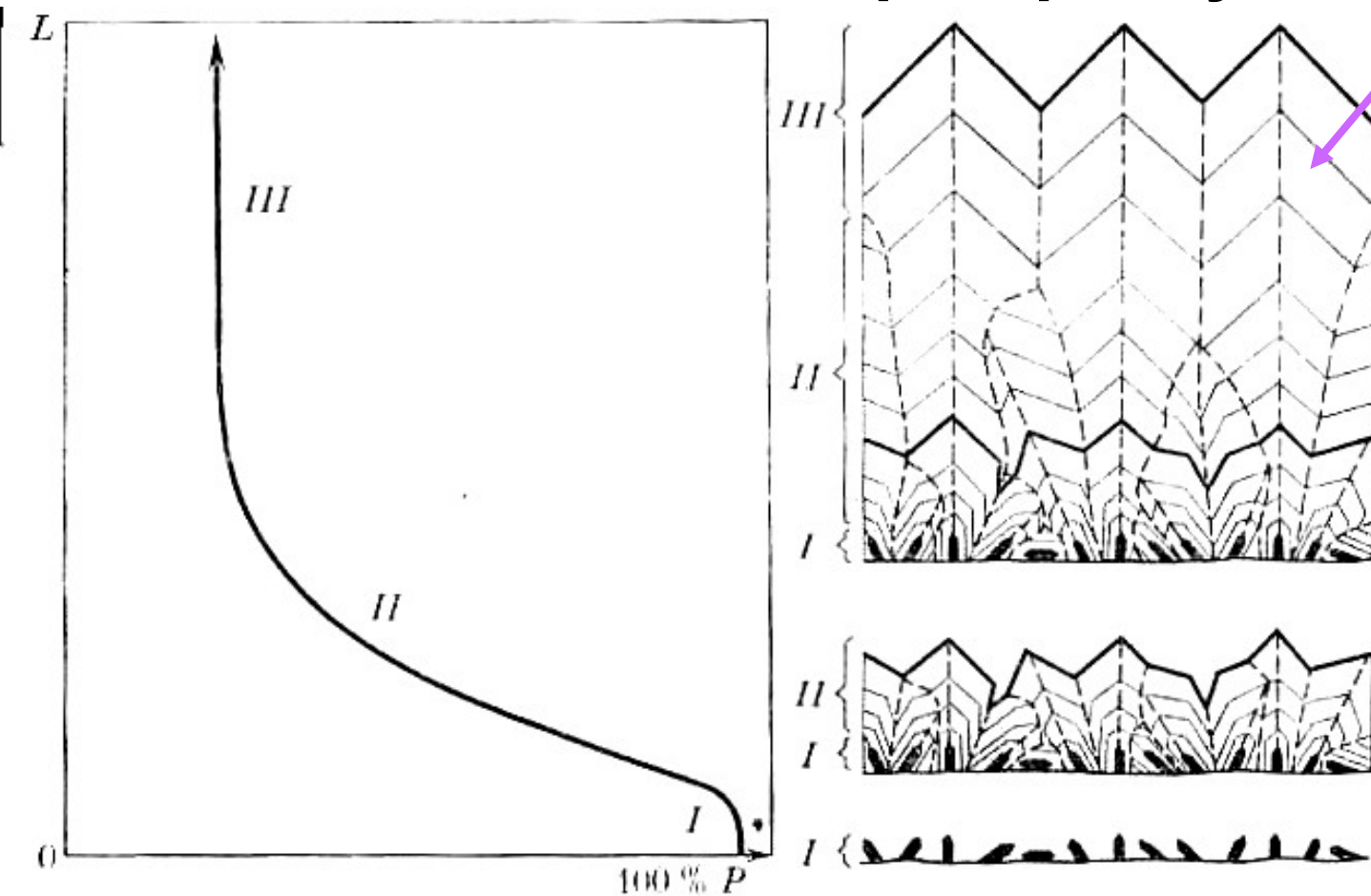
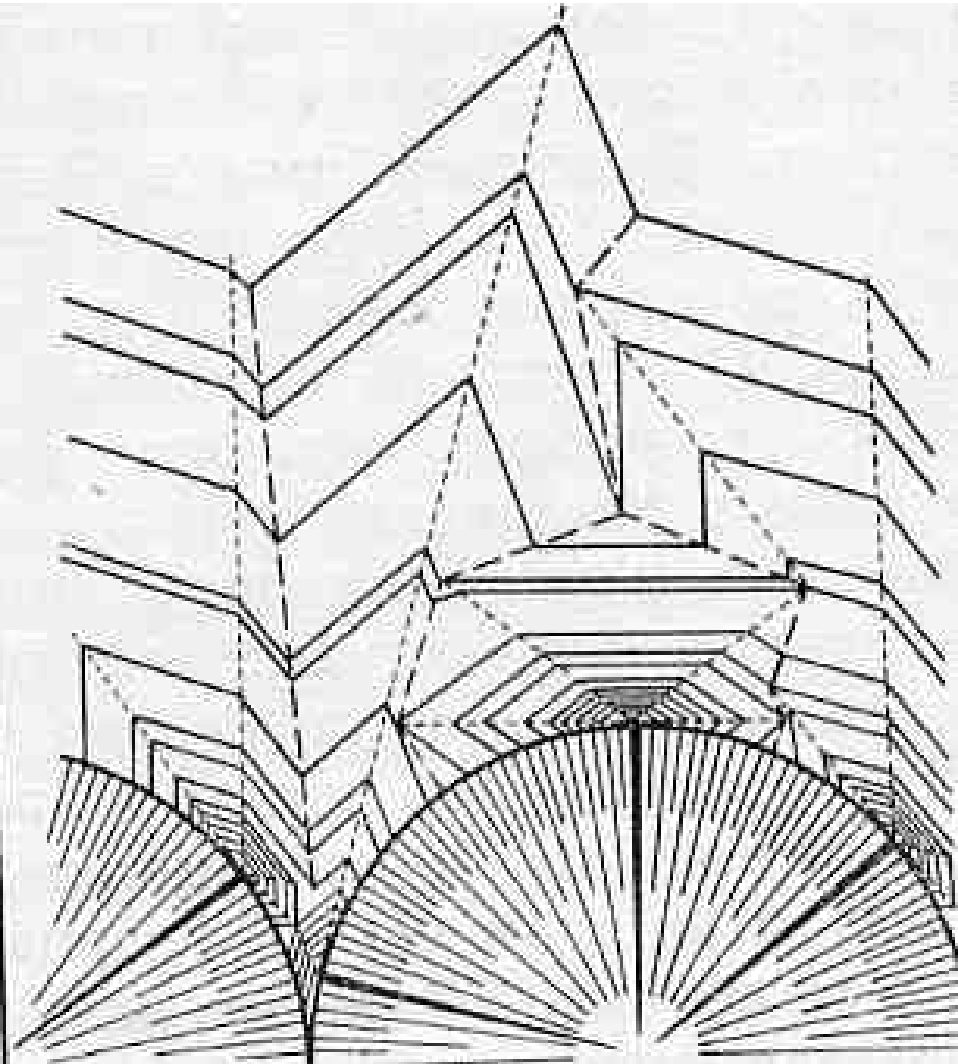


Рис. 53. Диаграмма и схема стадий группового роста кристаллов.  
По Д. П. Григорьеву (1961)

Стадии роста:  $I$  — отдельными кристаллами,  $II$  — друзовая с геометрическим отбором,  $III$  — параллельно-шестоватая;  $P$  — число растущих индивидов,  $L$  — расстояние от поверхности нарастания

# Рост минеральных агрегатов



Обычно рост происходит при пассивном взаимодействии с подложкой - субстратом. Рост друз при активном взаимодействии с кристаллическим субстратом хорошо изучен на примере кварца, выросшего на подложке халцедона. Мы его уже рассматривали - первый "слой" кристаллов кварца лежит на сферолитах халцедона. При дальнейшем росте с учётом геометрического отбора = борьбы за пространство вырастают кристаллы кварца из зазоров, щелей между сферолитами. Далее стандартная картина. Ещё пример - ориентированное нарастание кварца на кристаллы щелочного полевого шпата.



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву

Иной тип - параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Это агрегаты без закономерной кристаллографической ориентировки шестиков кристаллов относительно их удлинения. Они образуются в условиях стеснённой кристаллизации без явлений геометрического отбора. Здесь скорость приоткрывания трещин меньше скорости роста кристаллов по любому кристаллографическому направлению. Приоткрывание возникшей трещины происходит мелкими толчками с амплитудой в десятые - сотые доли мм, что фиксируется иногда слоями включений в кристаллах. По этой причине каждый кристалл, независимо от его ориентировки, успевает подрасти любым своим кристаллографическим направлением вслед за отодвигающейся стенкой трещины. Нет геометрического отбора, нет и головок кристаллов. Необходимые условия медленного раздвигания стенок трещины чаще создаются не вследствие тектонических подвижек, а как результат кристаллизационного давления растущих кристаллов. Следовательно, питание растущих кристаллов происходит «пяткой» за счёт растворов по порам и микротрещинам.



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву

Такие агрегаты не всегда мономинеральные. Нередко их слагают два или более одновременно (!) выросших минерала.

В процессе заполнения жильных трещин параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа обычно отвечают ранней стадии формирования жил и их краевым частям.

Нередко агрегаты 1 и 2 типа чередуются в объёме жил.

Сколь угодно широко развиты также агрегаты массивные, то есть без предпочтительной, в том числе без параллельной, ориентировки индивидов, В таких агрегатах естественно отсутствуют явления геометрического отбора.

# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Гипс



Жилы гипса в  
коре выветривания  
колчеданного  
месторождения  
Блява, Юж. Урал



Жилообразные прослои  
гипса-селенита  
в глинисто-песчаных породах  
пермского возраста.  
Река Сылва,  
Пермское Приуралье



**Рост минеральных агрегатов.  
Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа  
по Д.П. Григорьеву. Гипс**



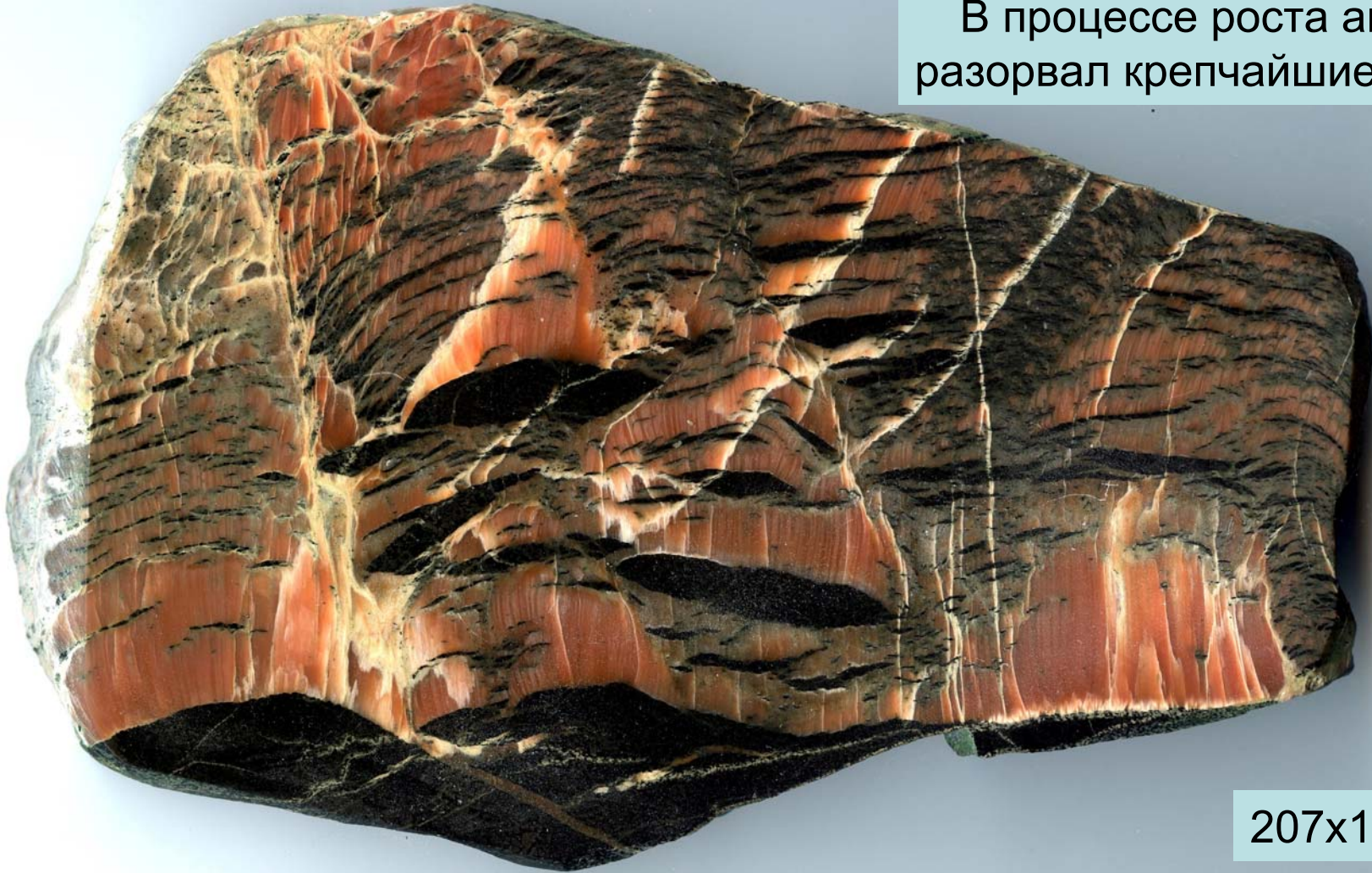
Гипс-селенит. 57 мм.  
Эльзас. Франция



Гипс-селенит.  
Пермское Приуралье

# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Ангидрит

В процессе роста ангидрит  
разорвал крепчайшие роговики

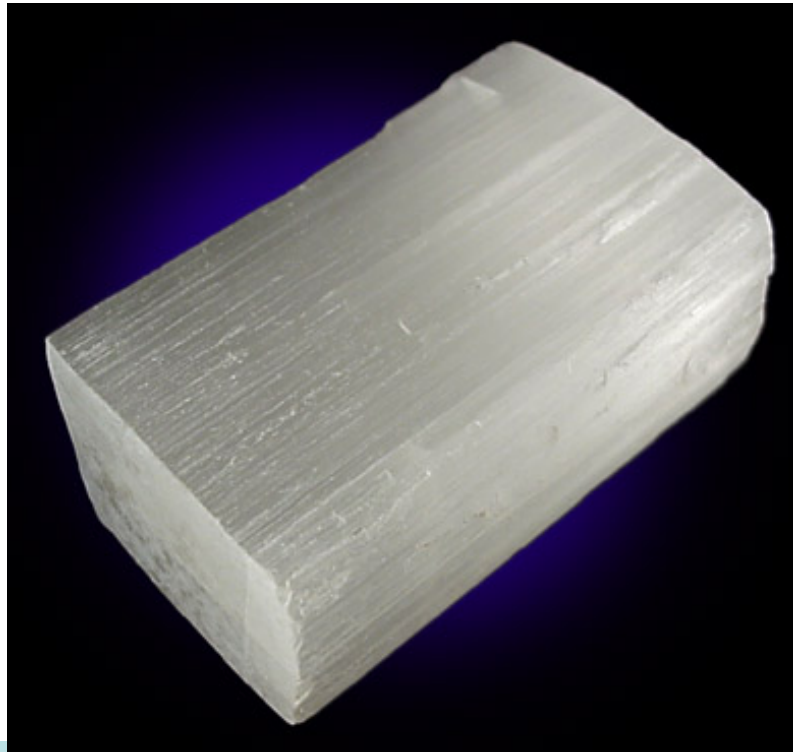


207x132 мм

Ангидрит-селенит. Рудник Таймырский, Норильское рудное поле



# Улексит $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$



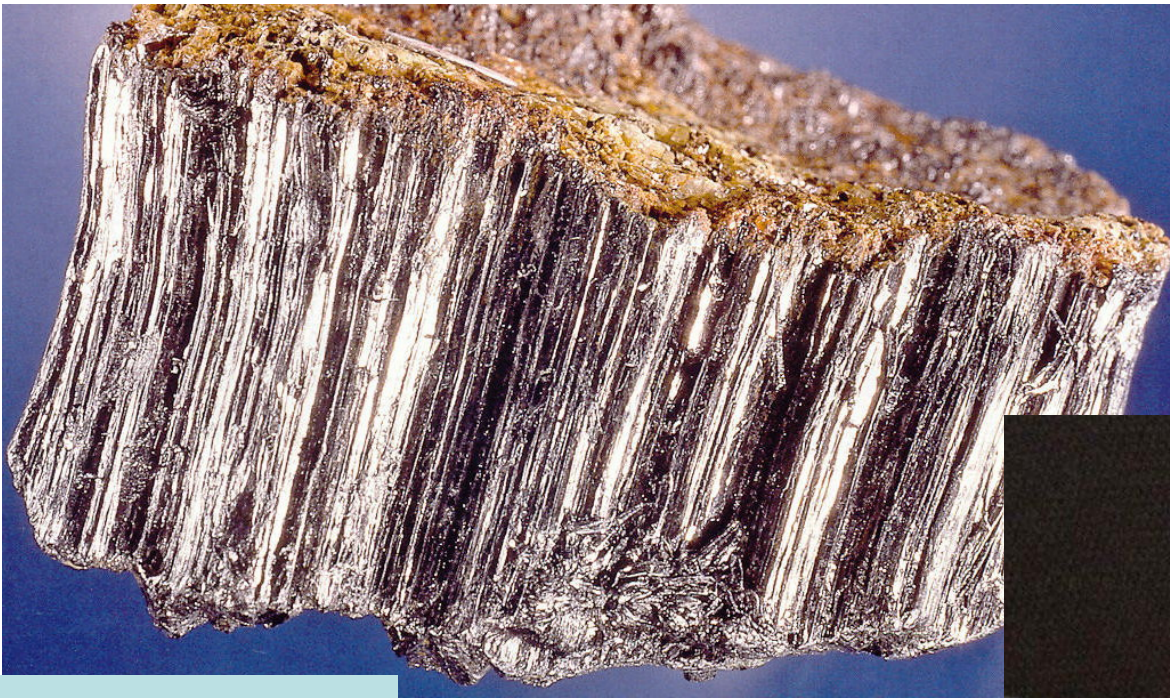
Ворон, Калифорния, США

Улексит оптический,  
световодный =  
параллельно-шестоватые  
агрегаты 2 типа  
по Д.П. Григорьеву.  
Нитевидные кристаллы

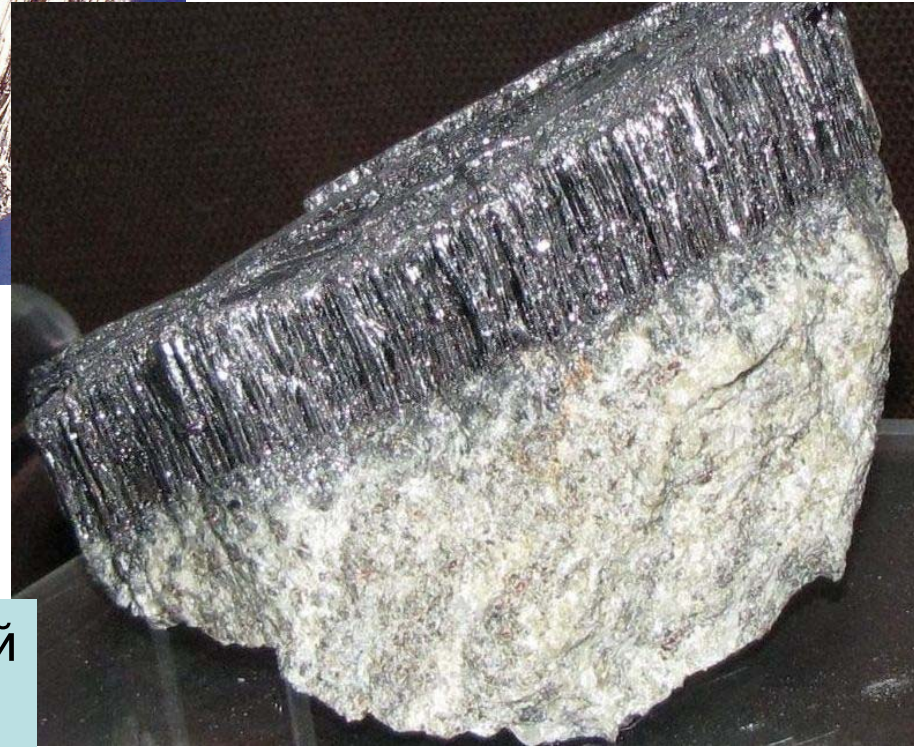




# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Графит



50 мм. Цейлон



Жила в гнейсах гранулитовой  
фазии. Богол, Цейлон



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Хризотил-асбест



Добжина, Словения

Жилы хризотил-асбеста в апогарцбургитовых антигоритовых серпентинитах



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Антигорит



Жилы в антигоритовых серпентинитах. Сарановское, Западный Урал



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Антигорит



113 мм



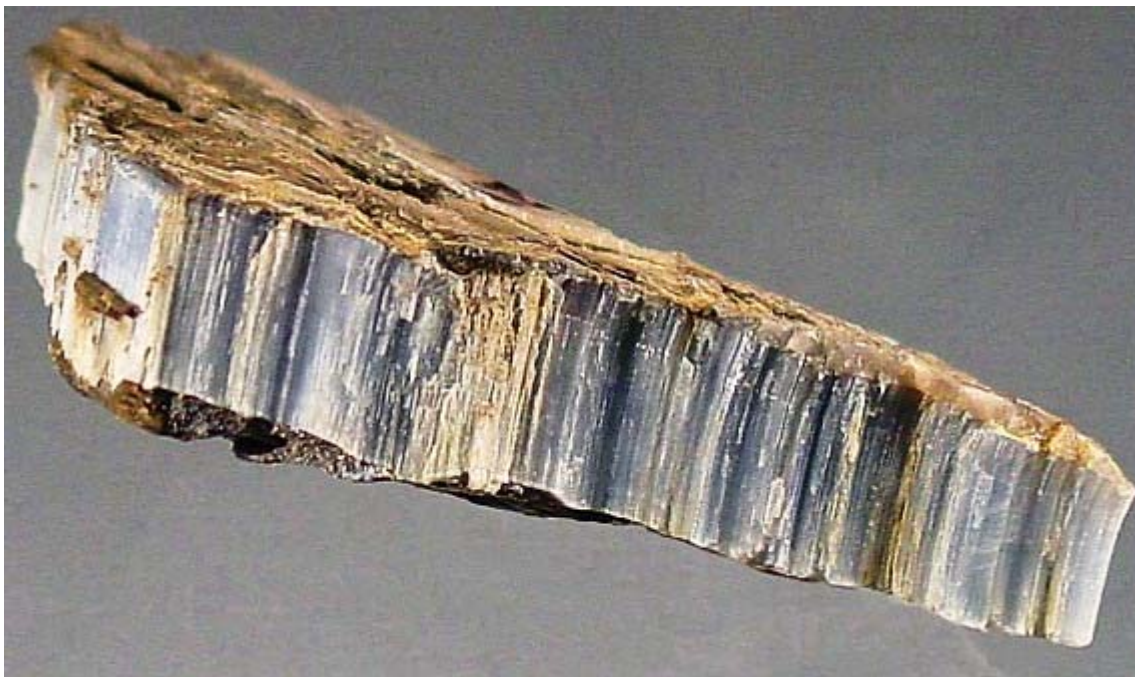
1450 мм

Жилы в серпентинизированных оливиновых хромититах.

Сарановское, Западный Урал



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву



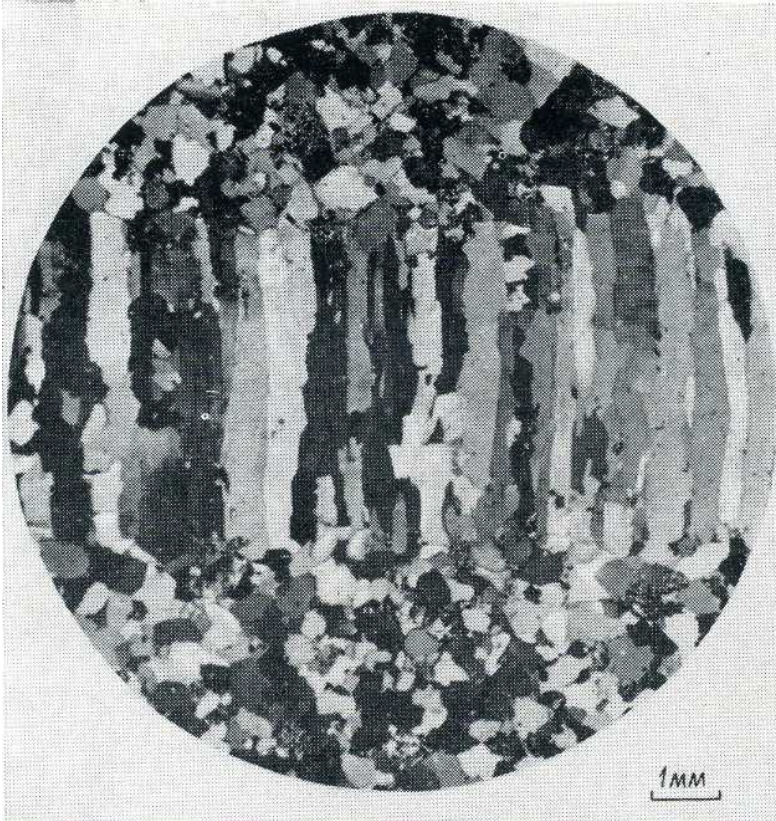
Целестин. Окрестности Тулы



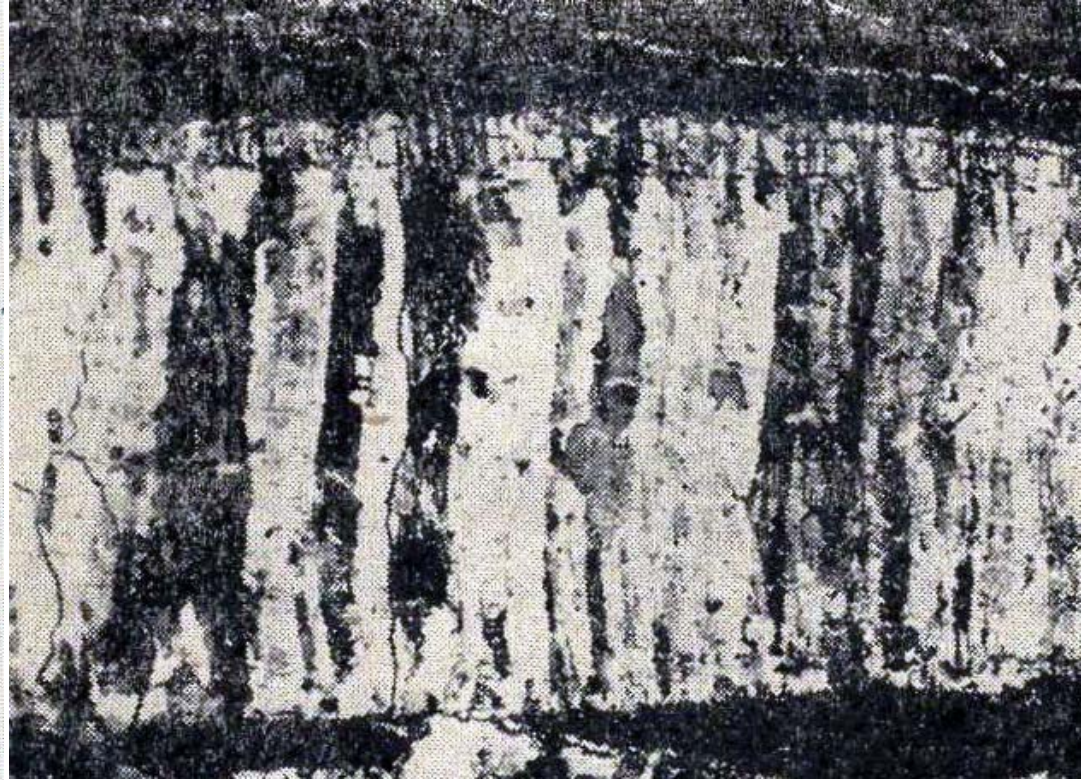
Магнетит на продолжении  
жил хризотил-асбеста.  
Асбест, Средний Урал



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц



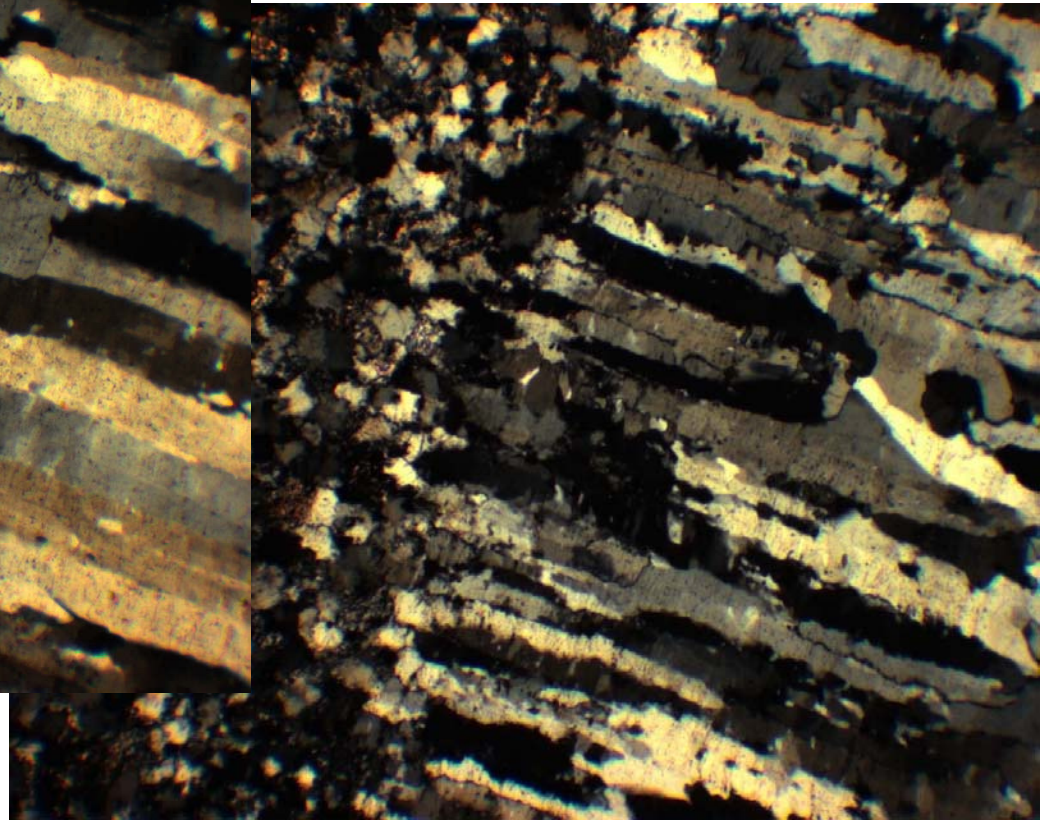
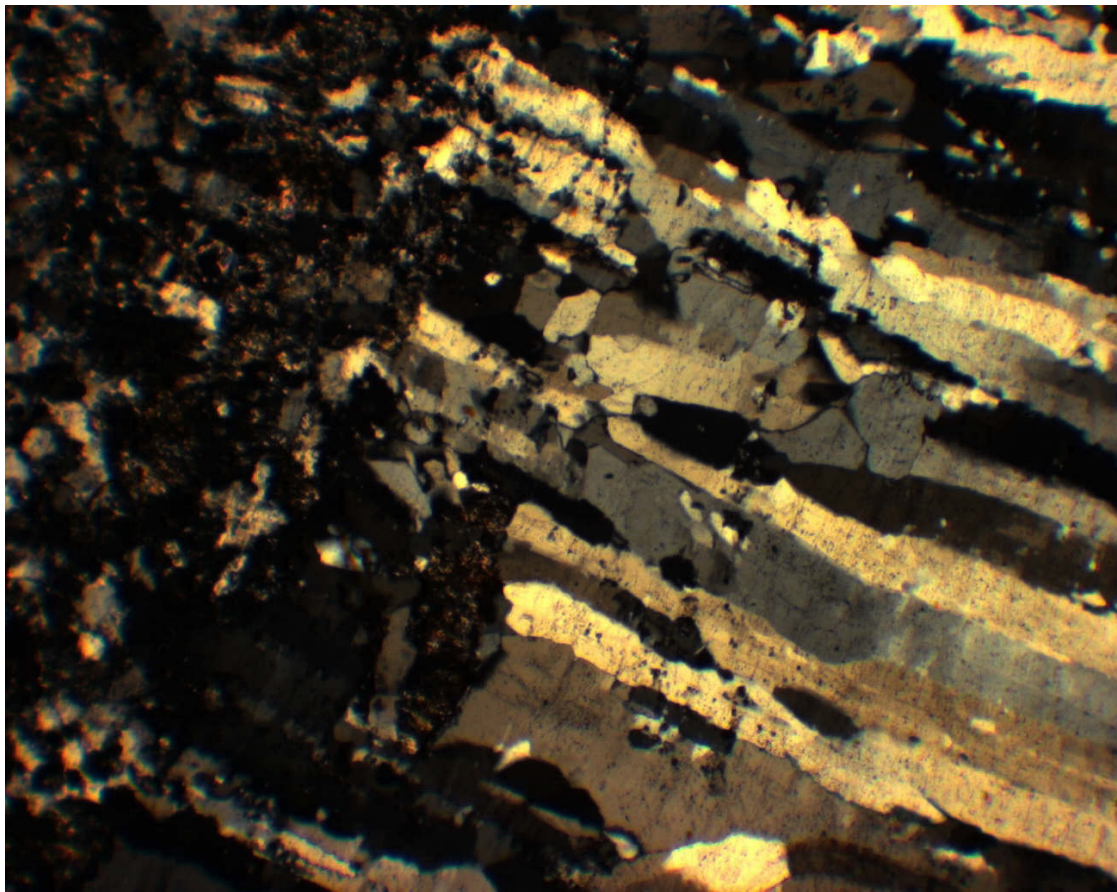
Прожилок в кварцитах.  
Астаховское м-ние  
горного хрусталя.  
Шлиф. Николи х.



Прожилок в алевролитах.  
М-ние золота Сарылах, Якутия.  
Шлиф. Николи х



**Рост минеральных агрегатов.  
Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа  
по Д.П. Григорьеву. Кварц**



Прожилки в песчаниках девонского возраста.  
Рейнские сланцевые горы около Бонна. Шлифы. Николи х.



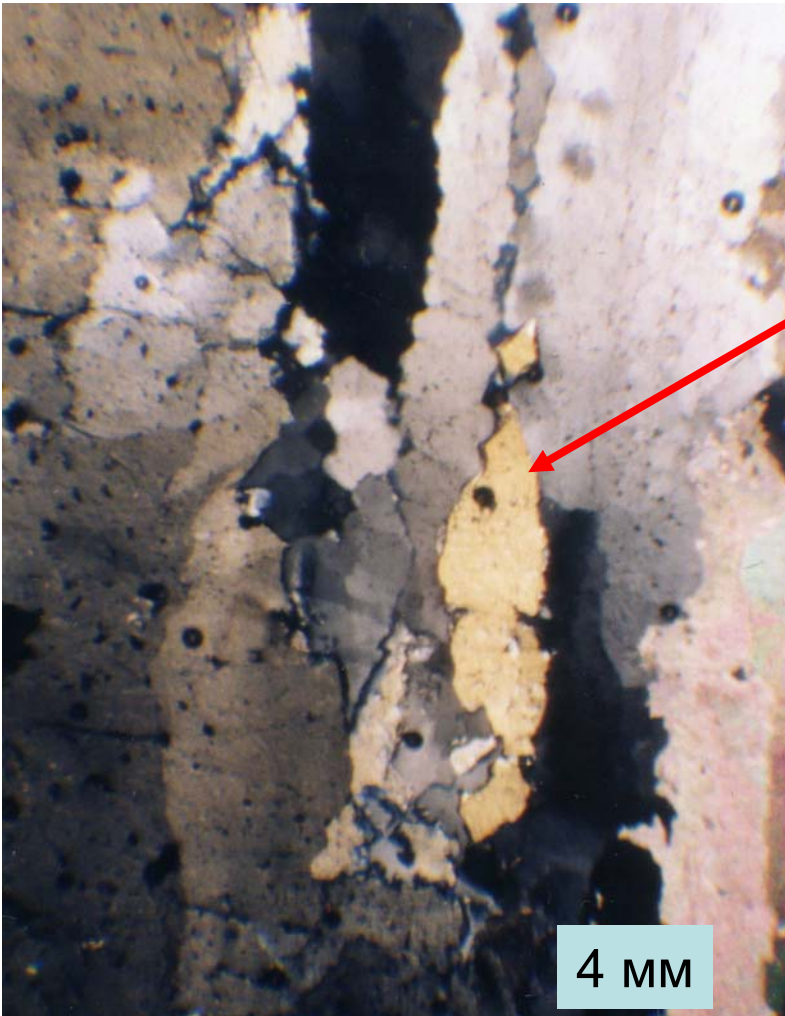
# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц и шеелит



Шеелит-кварцевая  
жила =  
параллельно-  
шестоватый  
агрегат 2 типа  
в березитах.  
Берёзовское  
месторождение,  
Средний Урал

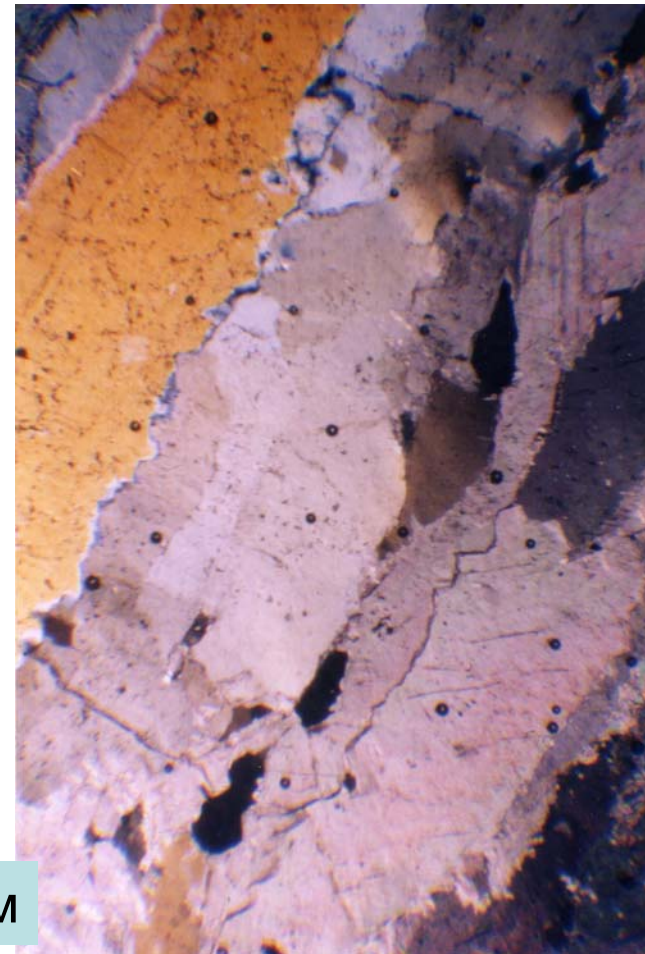


# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц и шеелит



Итак,  
кварц и  
шеелит =  
парагенез

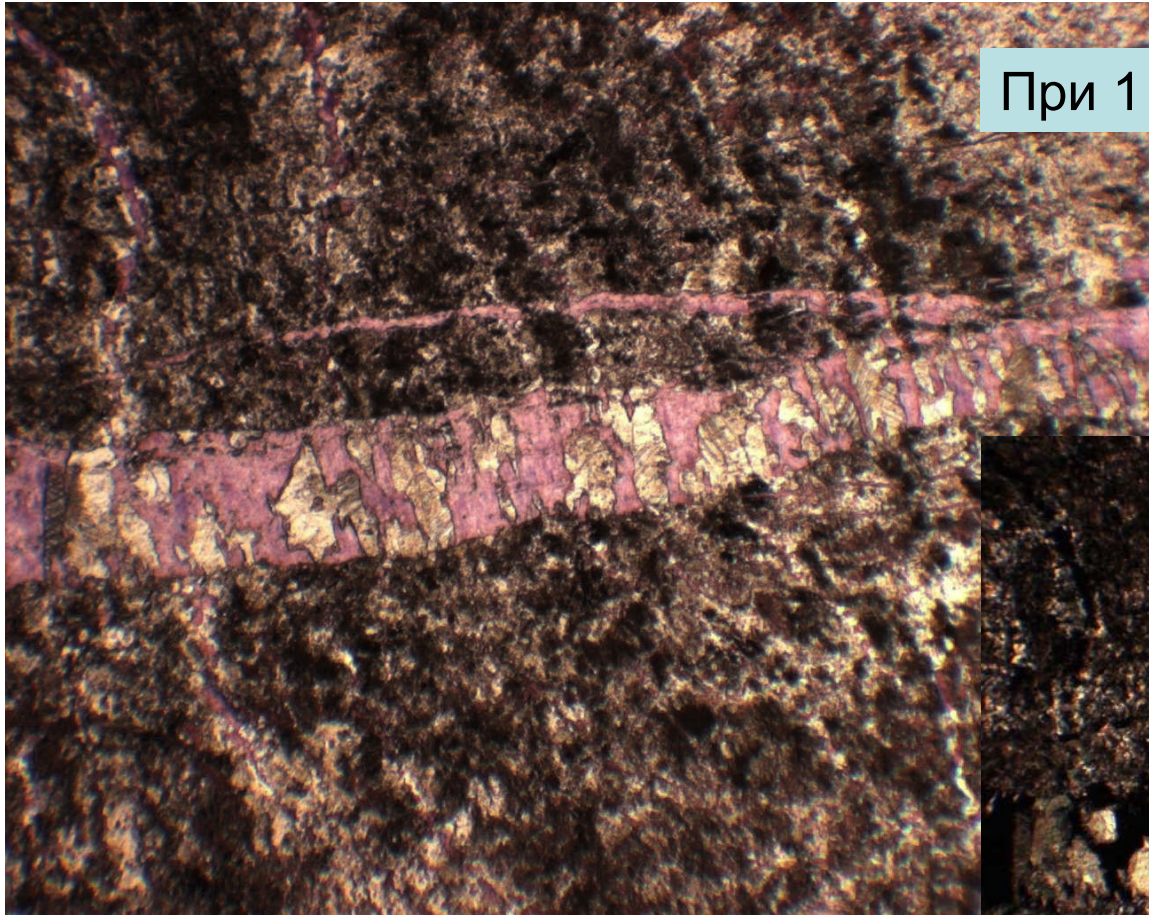
Шлифы.  
Николи х



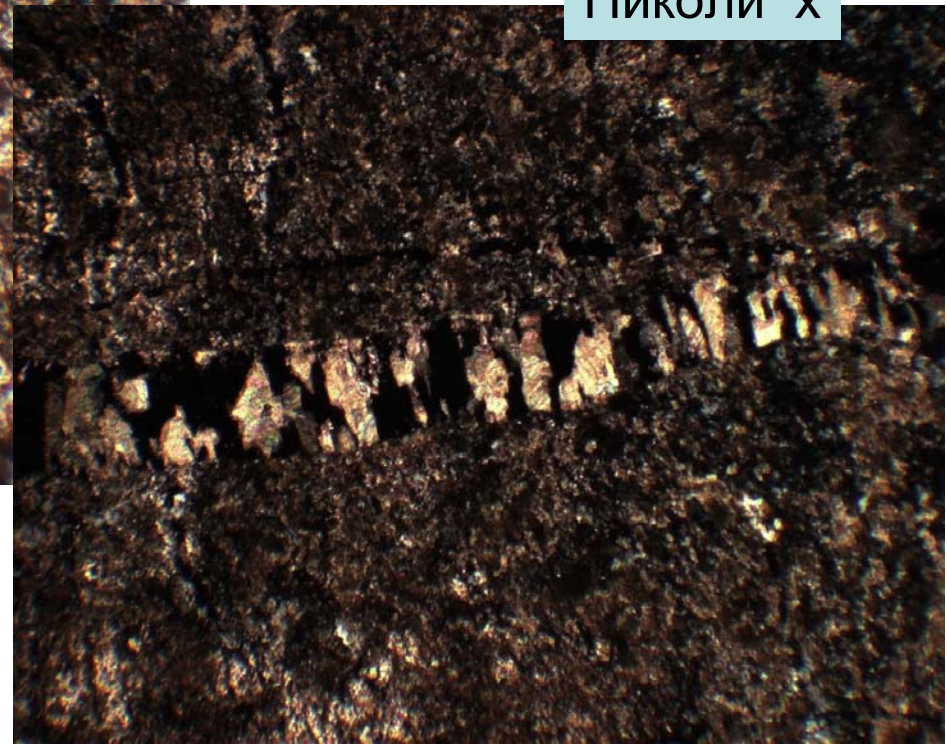
Шеелит-кварцевая жила = параллельно-шестоватый агрегат 2 типа  
в березитах. Берёзовское месторождение, Средний Урал



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Флюорит и анкерит



При 1 николе



Николи x

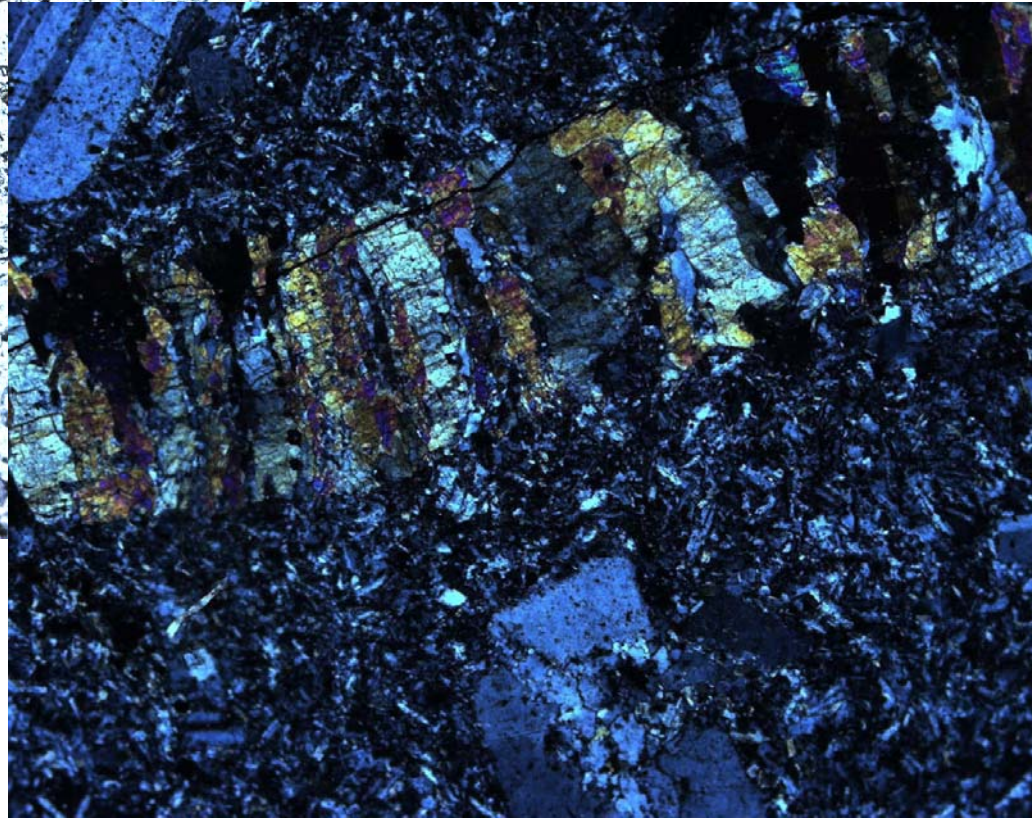
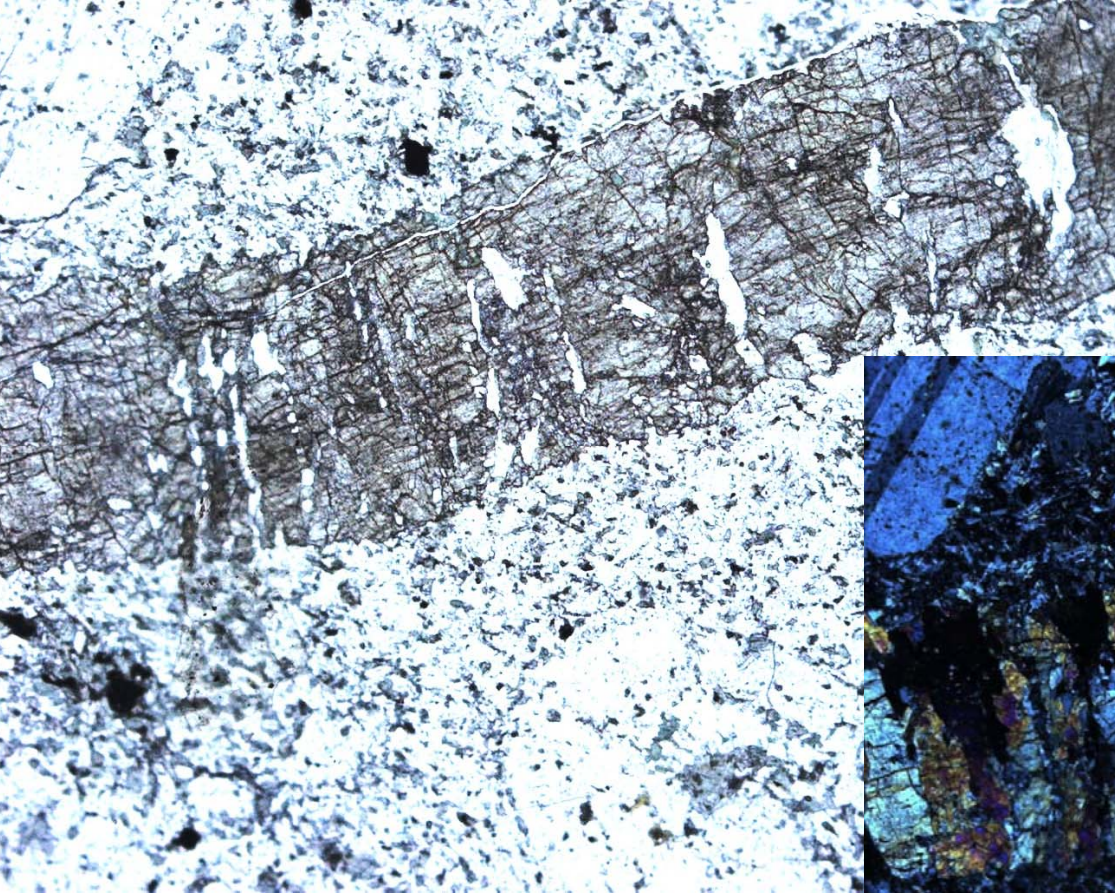
Ермаковское месторождение,  
Забайкалье



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Эпидот и кварц

При 1 николе

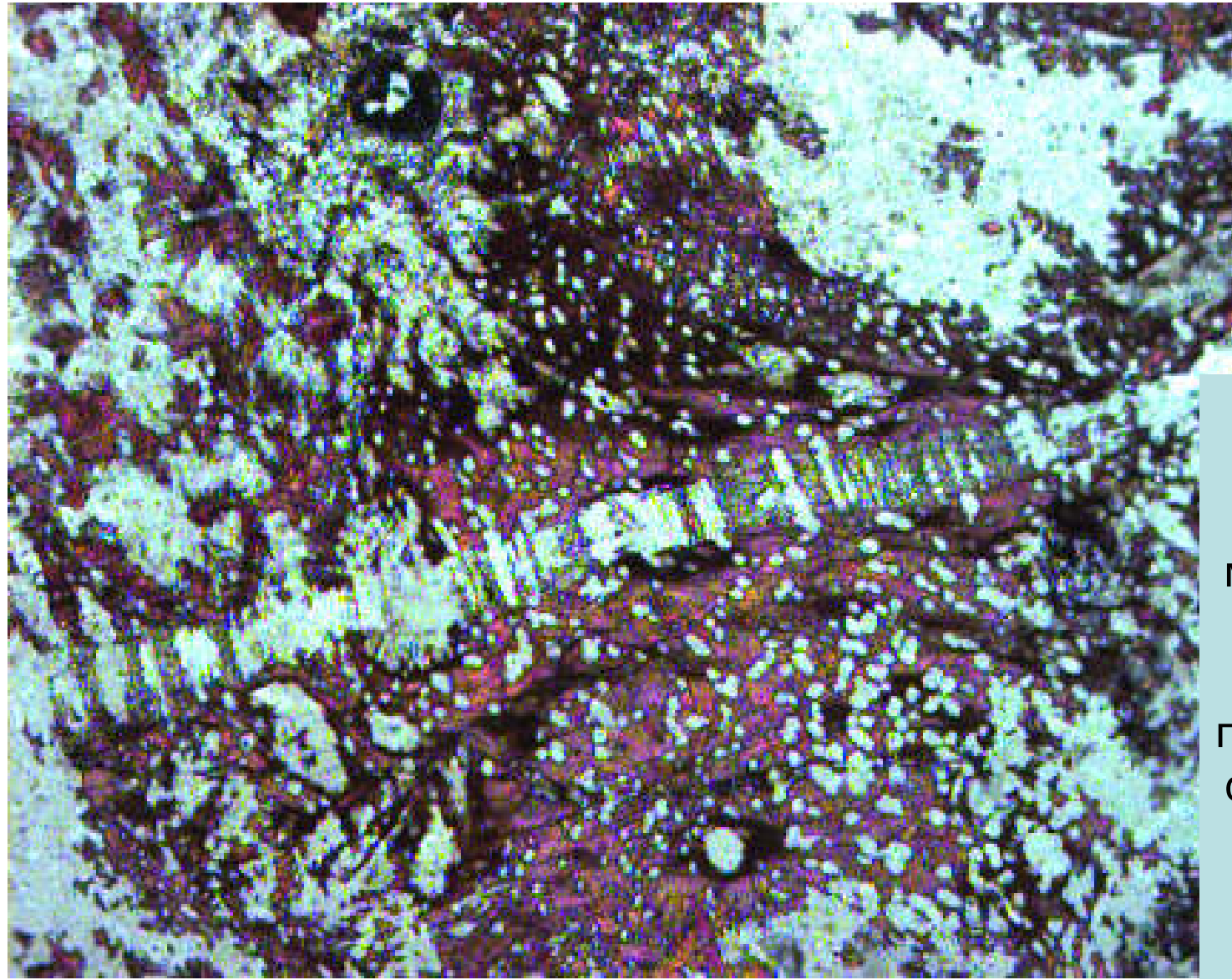
Николи х



Кварц-эпидотовая жила в  
метаандезито-дацитах  
пренил-пумпеллиитовой  
фации. Южный Урал



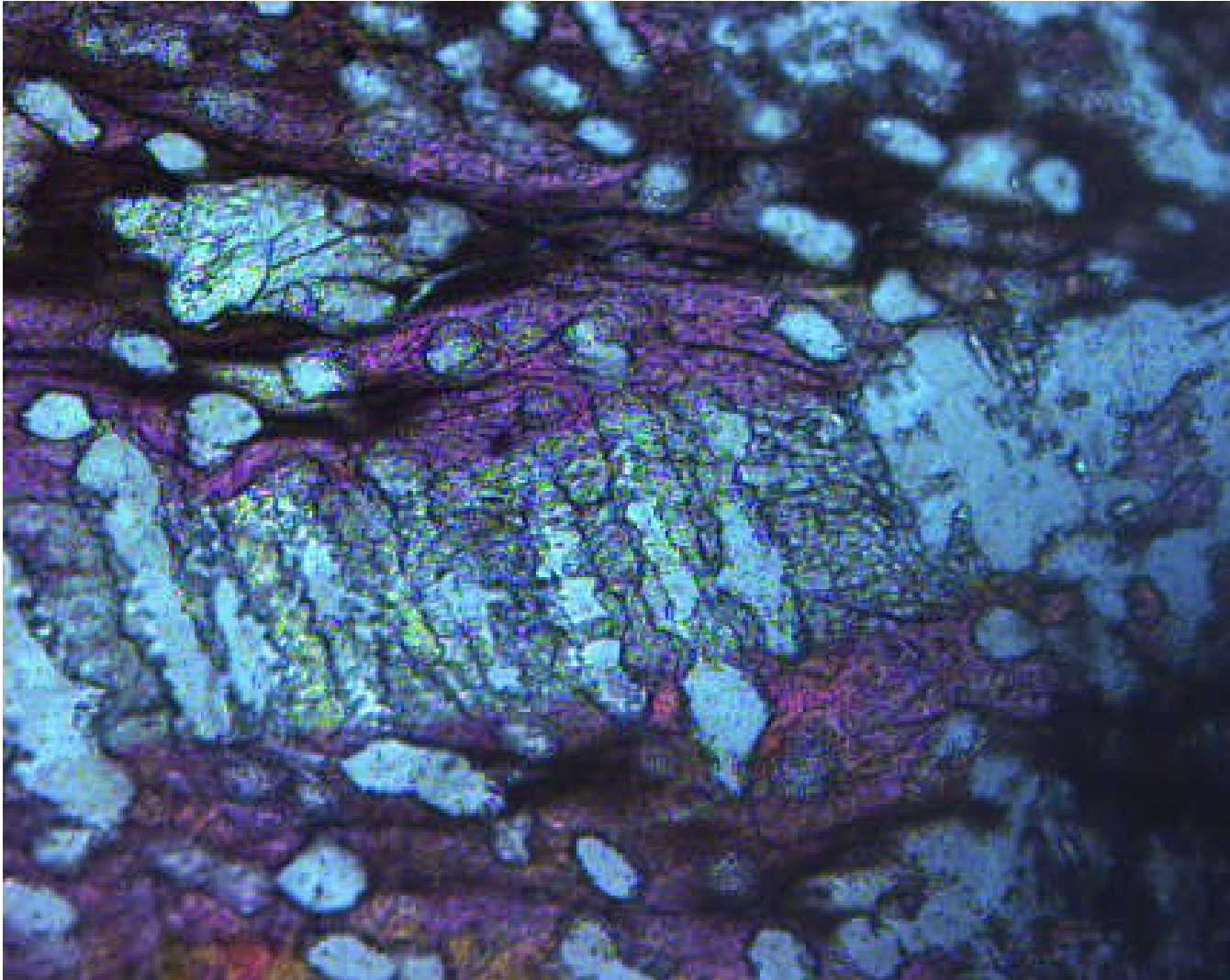
# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Манганэпидот и кварц



При 1  
нике

Манганэпидот-  
кварцевая  
жила в  
марганцовистых  
яшмах  
пренит-  
пумпеллиитовой  
фации, богатых  
пьемонтитом.  
Учалы,  
Южный Урал

# Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Манганэпидот и кварц

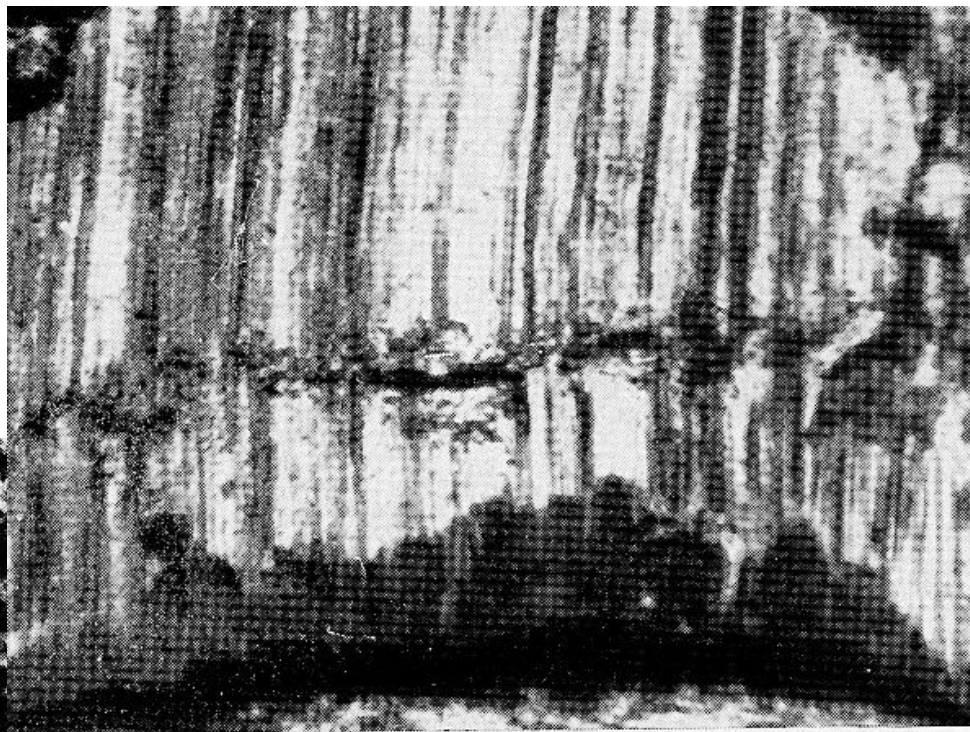


При 1  
николе

Манганэпидот-  
кварцевая  
жила в  
марганцовистых  
яшмах  
пренит-  
пумпеллиитовой  
фации, богатых  
пьемонтитом.  
Учалы,  
Южный Урал



# Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Соли



17

Трещина в галопелитовой породе, выполненная параллельно-волокнистым леонитом. В средней части виден шов сращения с реликтами галопелитового вещества.

×38. Прикарпатье, Бориславское месторождение. Материалы В. В. Лобановой, 1968.



24

Шестовато-волокнистая структура карналлита (Кр) в пелитоморфной галопелитовой массе (черное).

×17; николи +. Гаурдакское месторождение ТССР, соленосная толща. Материалы В. В. Герасимовой, 1965.

# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Достаточно широко распространены агрегаты нитевидных кристаллов. Нитевидные кристаллы часто вырастают на пористом основании, которое и является источником питания (отверстия микропор). Кристаллы растут основанием. На ровном пористом основании образуются параллельно-волокнистые агрегаты, в которых все волокна перпендикулярны поверхности породы - подложки. Встречаются следующие типы агрегатов нитевидных кристаллов: агрегаты прямых нитевидных кристаллов одинаковой длины - корки постоянной толщины или цилиндры; агрегаты прямых нитевидных кристаллов различной длины - бугры, обособленные конусы среди сплошных корок; агрегаты расщеплённых нитевидных кристаллов, расщеплённых в центре, где скорость роста больше, пучки нитевидных кристаллов изгибаются от центра к периферии во все стороны, формируя антолиты (или антодиты); расщеплённые агрегаты нитевидных кристаллов вдоль определённой плоскости, в обе стороны от которой происходит загибание пучков нитей, причём в одних случаях длина нитей постоянна, в других длина нитей постепенно меняется - агрегат изгибается в сторону, растущую с минимальной скоростью; расщеплённый агрегат изогнут в одном направлении, волокна, хотя и изогнуты, лежат в одной плоскости, в пределе форма агрегата - дуга, спираль, кольцо.



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

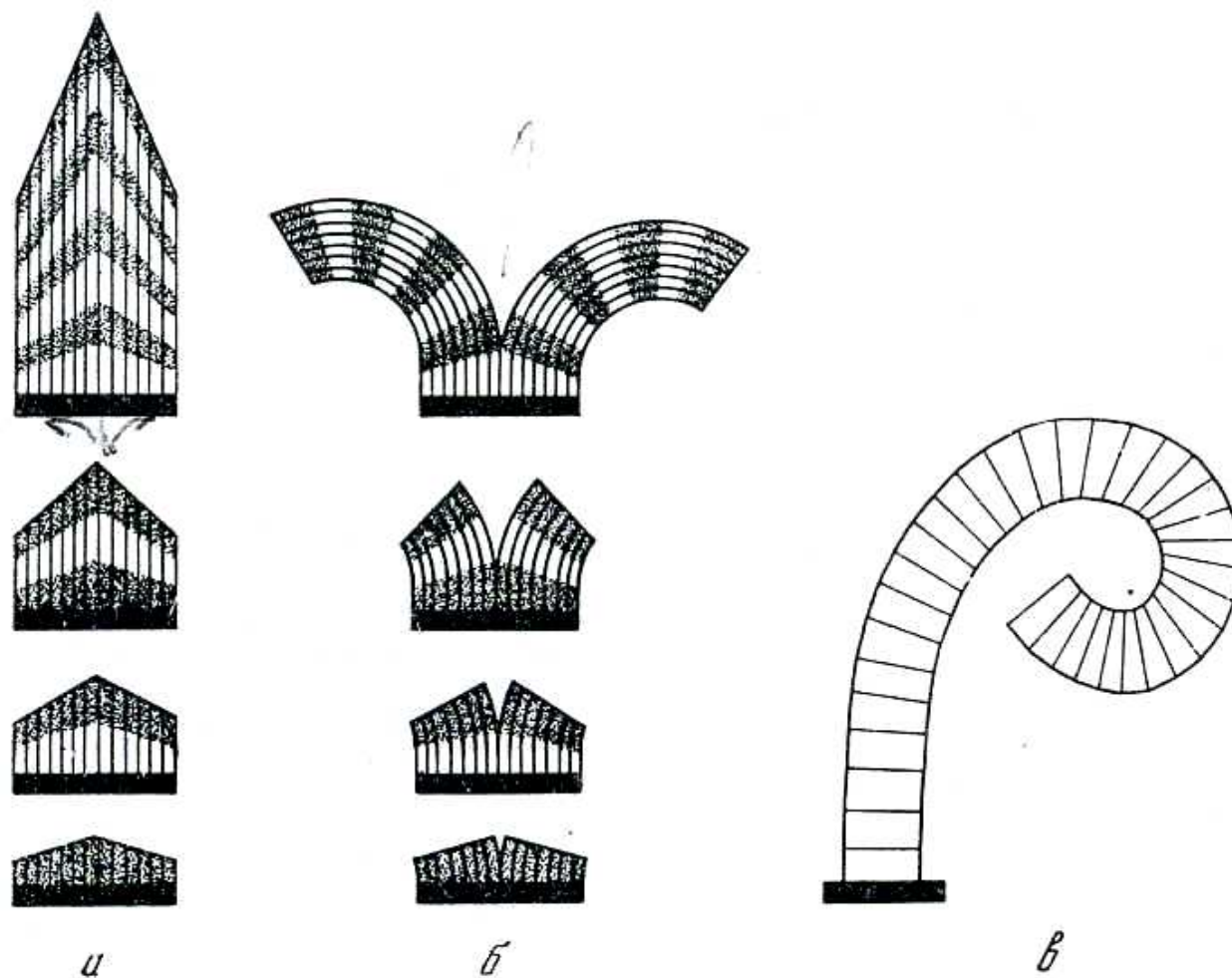


Рис. 8. Влияние различной скорости роста кристаллов, составляющих агрегат, на его форму

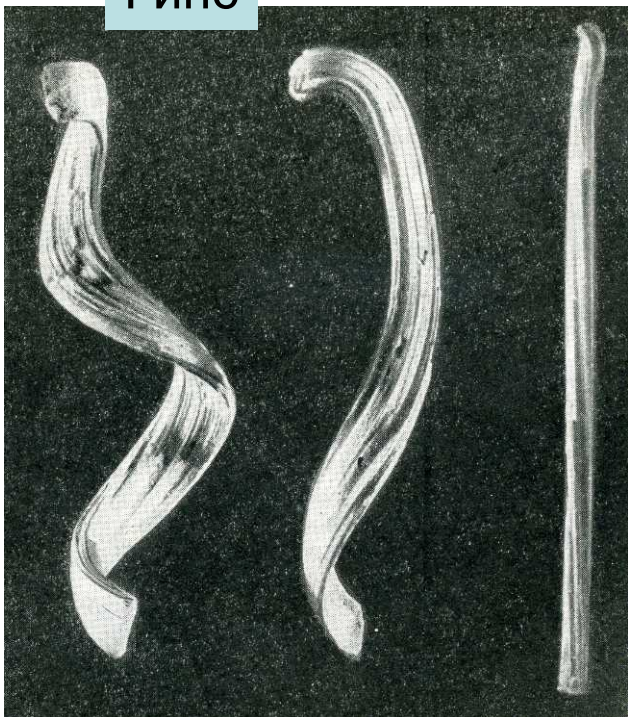
*a* — кристаллы не скреплены в агрегат; *б* — кристаллы скреплены в неделимый агрегат; отношение максимальной скорости роста к минимальной постоянно; *в* — отношение максимальной скорости роста кристаллов к минимальной со временем падает



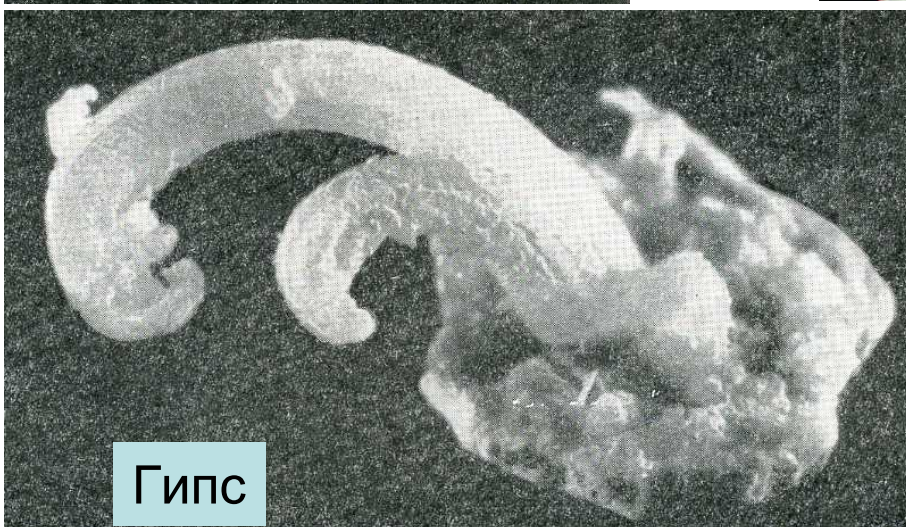
# Рост агрегатов нитевидных кристаллов.

## Геликтиты

Гипс



Кальцит.  
Бабу, Гуанси,  
Китай



Гипс



Кальцит



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Гипс – антолит. Пейсон,  
округ Хила, Аризона , США



*Arizona Mineral Minions*  
Gypsum



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов



Гипс. Бу-Беккер, Марокко



Гипс  
скрученный  
190x165 мм.  
Mine de  
Bou Becker,  
Марокко



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов



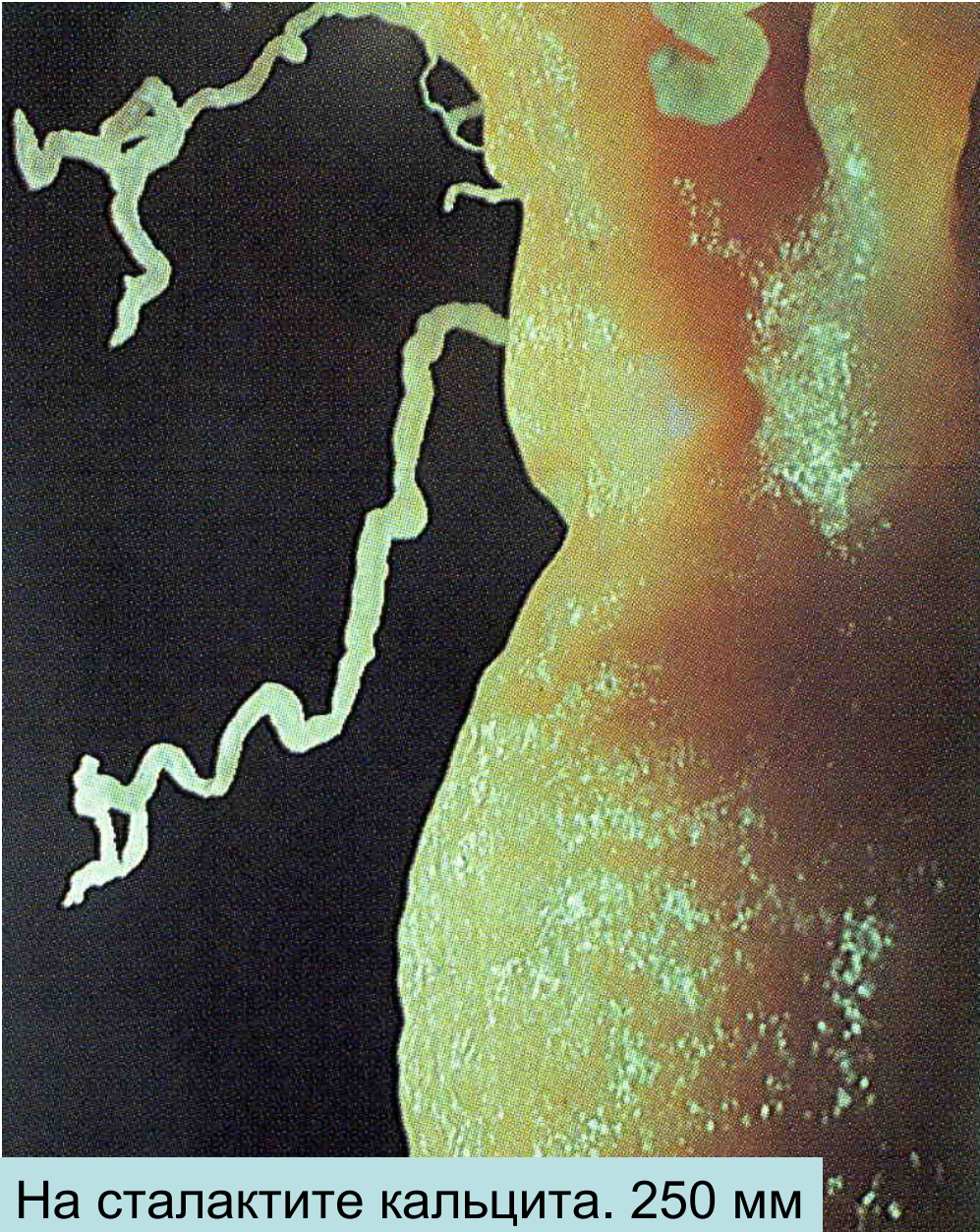
Гипс – антолит 150 мм.  
Salle de Bal des Chandeliers, Grotte de Lechuguilla,  
Франция



Проволочный гипс 150 мм. Grotte de Franche-Comte



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов. Геликтиты арагонита



На сталактите кальцита. 250 мм



100 мм. Cango Cave,  
Южная Африка



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов. Геликтиты арагонита



30 мм

Фантазия природы  
и механизм роста.  
Grotte de Lechuguilla



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

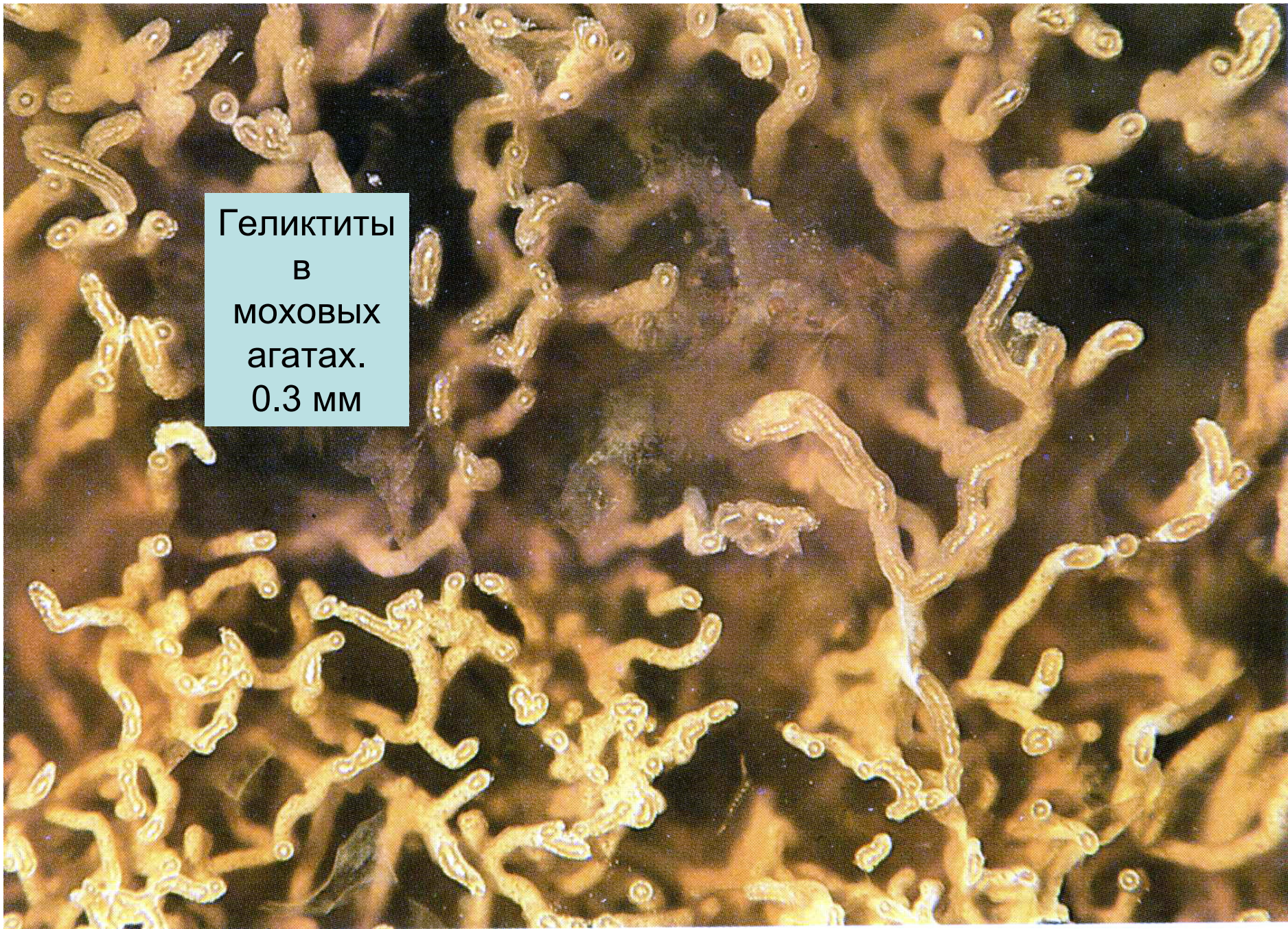


Агрегаты арагонита «железные цветы».  
Известняковые пещеры. Каринтия, Австрия



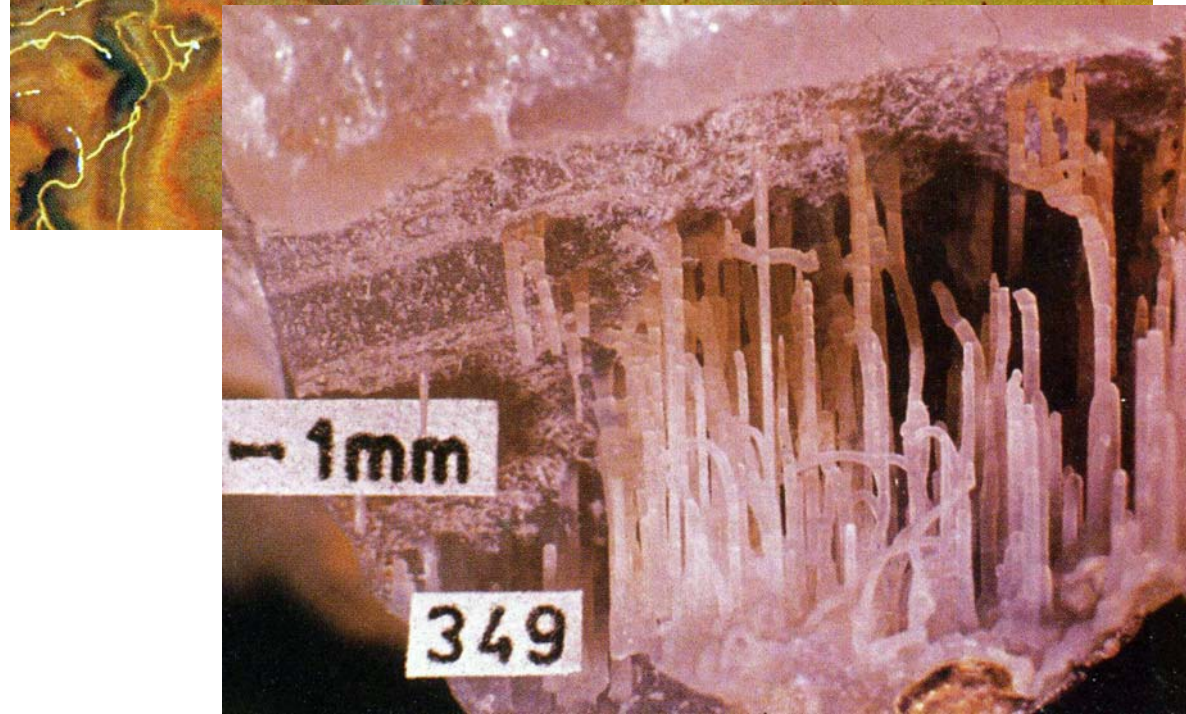
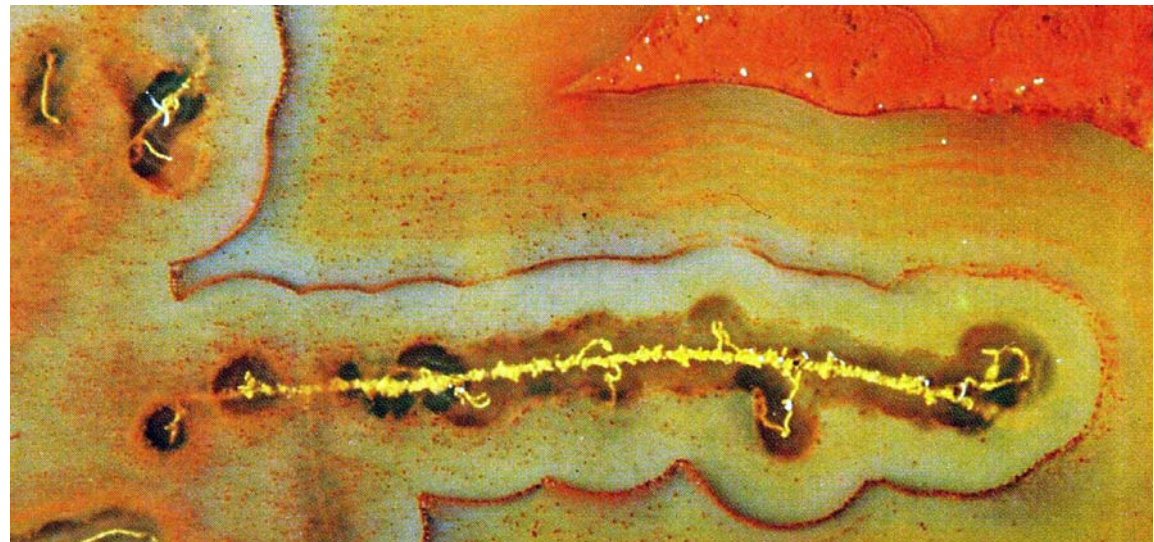
# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты  
в  
моховых  
агатах.  
0.3 мм





# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

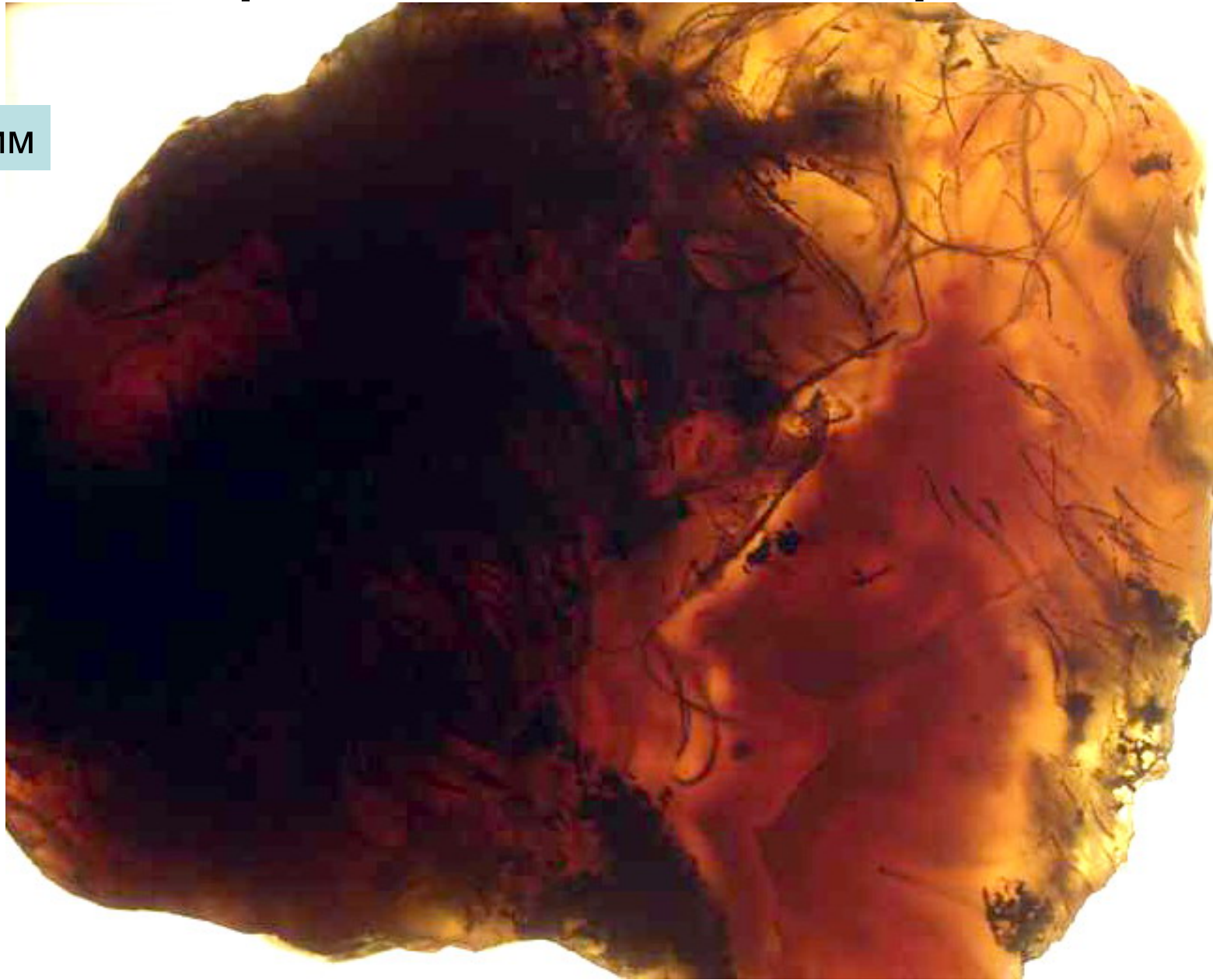


Геликтиты в моховых агатах



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

70 мм

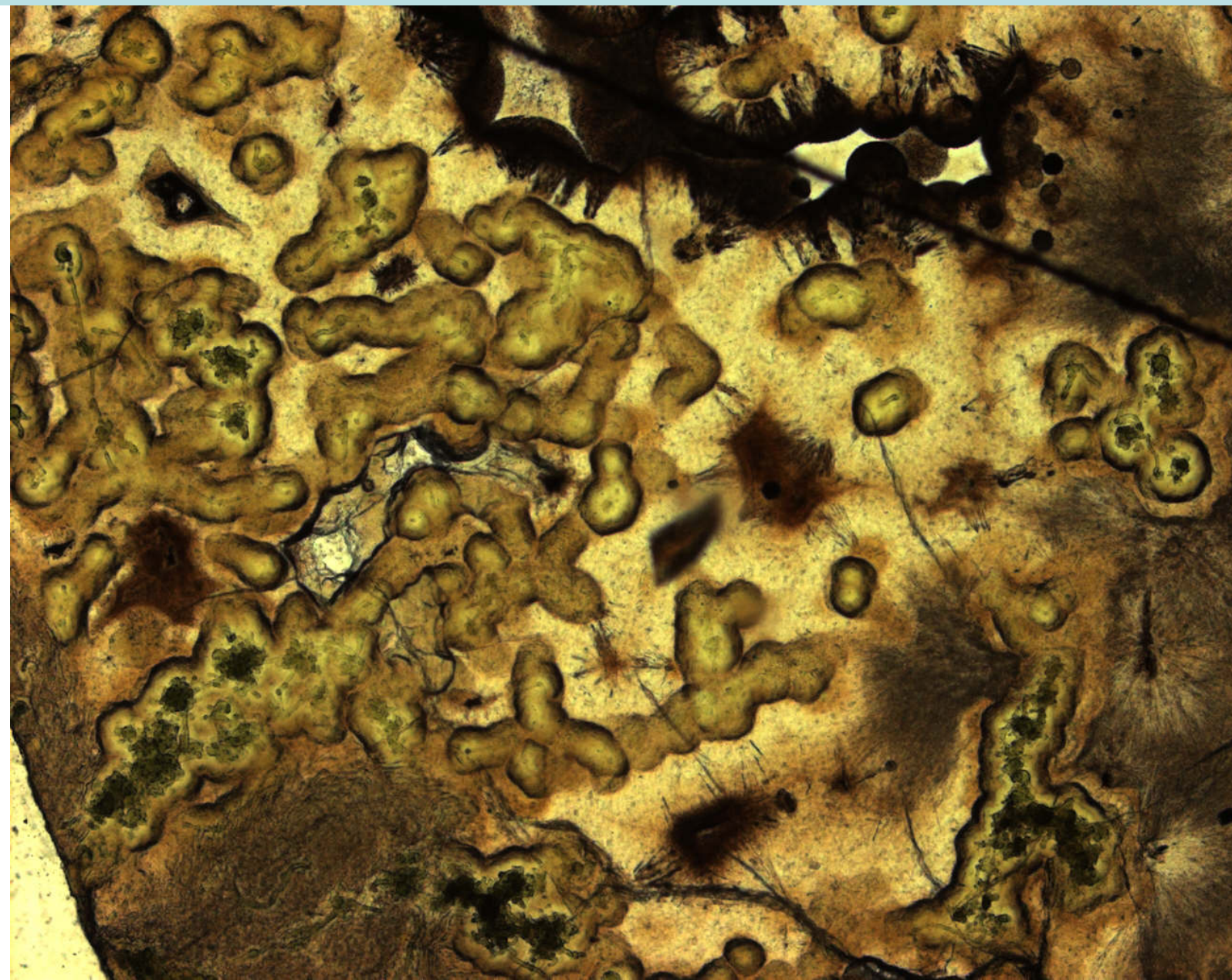


Геликтиты селадонита в моховых агатах. Монголия



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах

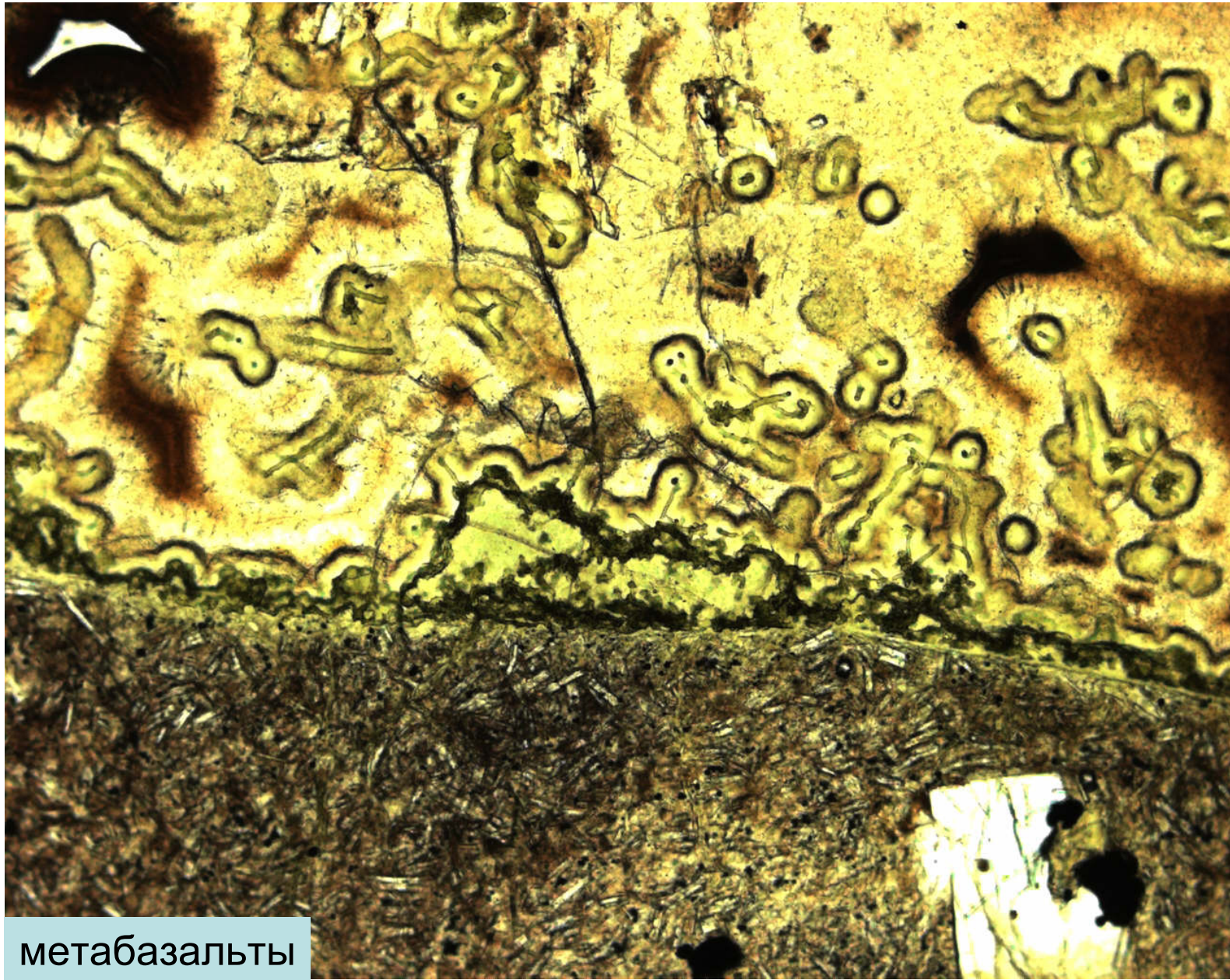


Шлиф.  
При 1  
николе



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах



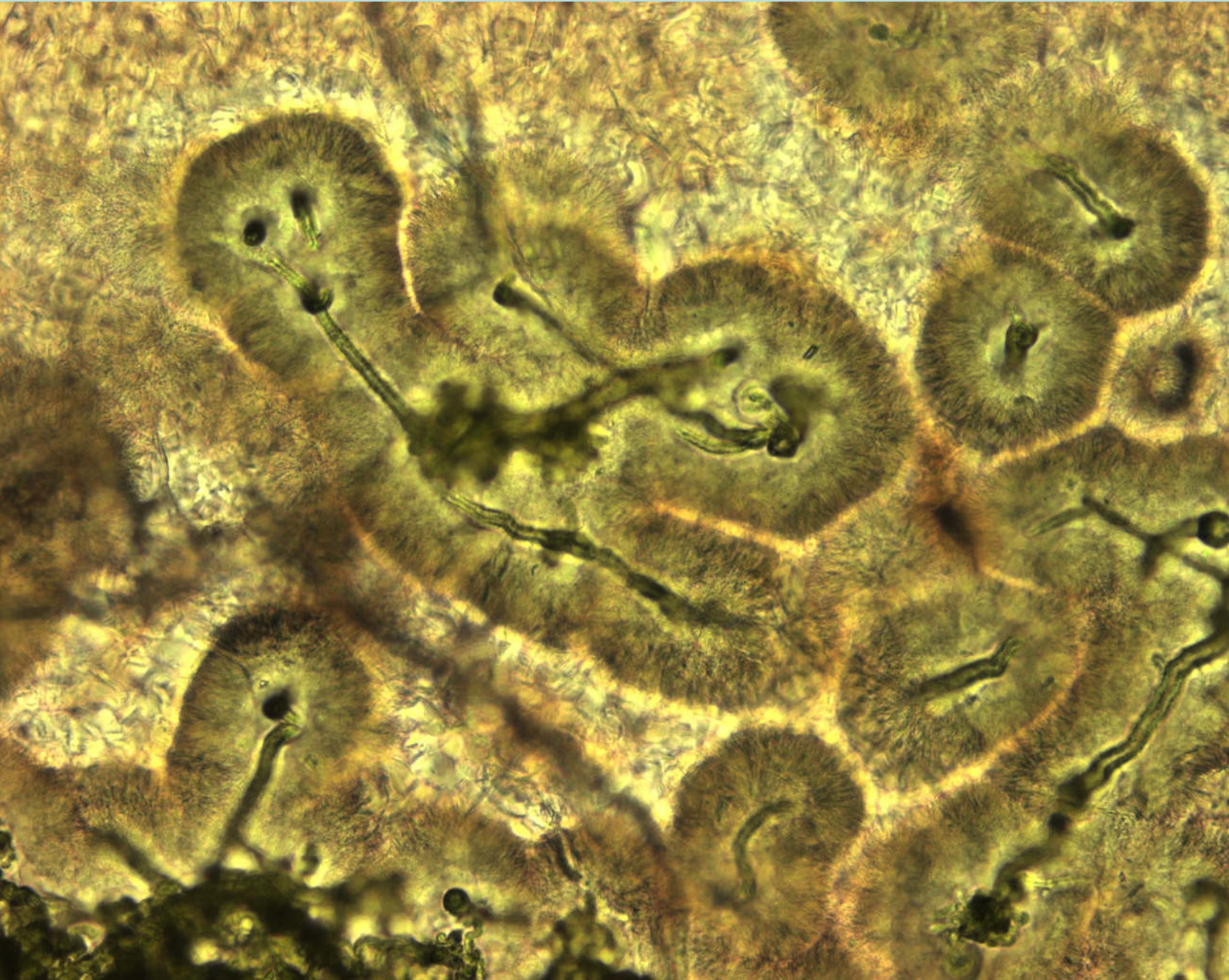
Шлиф.  
При 1  
нике

метабазальты



# Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах



Шлиф.  
При 1  
никеле





Подсолнухи под Магнитогорском