

# МЕТАБАЗИТЫ



Гранатовый амфиболит, состоящий из роговой обманки (черное), плагиоклаза (белое) и граната (красно-коричневое).

В презентации использованы фото Alessandro Da Mommio (сайт <http://www.alexstrekeisen.it>)

## 10.Различия по химизму между наиболее распространенным петрохимическими группами метаморфических пород:

Метаультрамафиты - обогащены Mg, Fe, Ni, Cr

Метабазиты - обогащены Ca, Fe, Mg, Na

Метапелиты - обогащены Al, K, Si

Мраморы (карбонатно-силикатные породы) -

обогащены Ca, Mg, CO<sub>2</sub>

Кварциты - все ясно.

Кварц-полевошпатовые породы - обогащены Si, Na, Al

## 11. Классификация и номенклатура метаморфических горных пород

При названии породы учитываются ее текстура и минеральный состав.

Силикатные метаморфические горные породы по наличию или отсутствию ориентированных (директивных) текстур называются:

- Сланцы (обладающие сланцеватой текстурой);
- Гнейсы (обладающие гнейсовидной текстурой)
- Гранофельсы (обладающие массивной текстурой).



Этот треугольник, за исключением поля кварцитов, используется для названия пород с директивными текстурами. При их отсутствии сланцы и гнейсы «превращаются» в гранофельсы. При этом всегда в название выносятся названия всех минералов, присутствующих в породе в количестве >5%, например: мусковитовые кварциты, хлорит-мусковитовые кварциты, амфибол-двутироксен-плагиоклазовые сланцы, биотитовые гнейсы и т.п.

## НЕКОТОРЫЕ УСТОЯВШИЕСЯ НАЗВАНИЯ ПОРОД ИЗ ЧИСЛА МЕТАБАЗИТОВ:

**Амфиболит** – порода средних и высоких ступеней метаморфизма, сложенная преимущественно Ca амфиболом и плагиоклазом среднего состава.

**Эклогит** – бесплагиоклазовая порода, состоящая более чем на 75 % из породообразующих минералов омфацита и граната.

**Зеленый сланец** – общий термин для низкотемпературных сланцеватых пород зеленого цвета, в состав которых входят хлорит, эпидот и амфибол актинолит-тремолитового ряда.

**Глаукофановый сланец** – сланцеватая метаморфическая порода высокого давления, содержащая более 50 объемных % глаукофана. Голубой сланец - глаукофановый сланец сине-фиолетового цвета.

## КЛАССИФИКАЦИЯ метаморфических пород на основе протолита:

- **пара**породы (осадочные). Напр., парагнейс, параамфиболит.
- **ортопороды** (магматические). Напр., ортогнейс, ортоамфиболит.

При точной информации о протолите и/или петрохимической группе пород используется префикс **мета-**. Например, **метагаббро**, **метабазит**

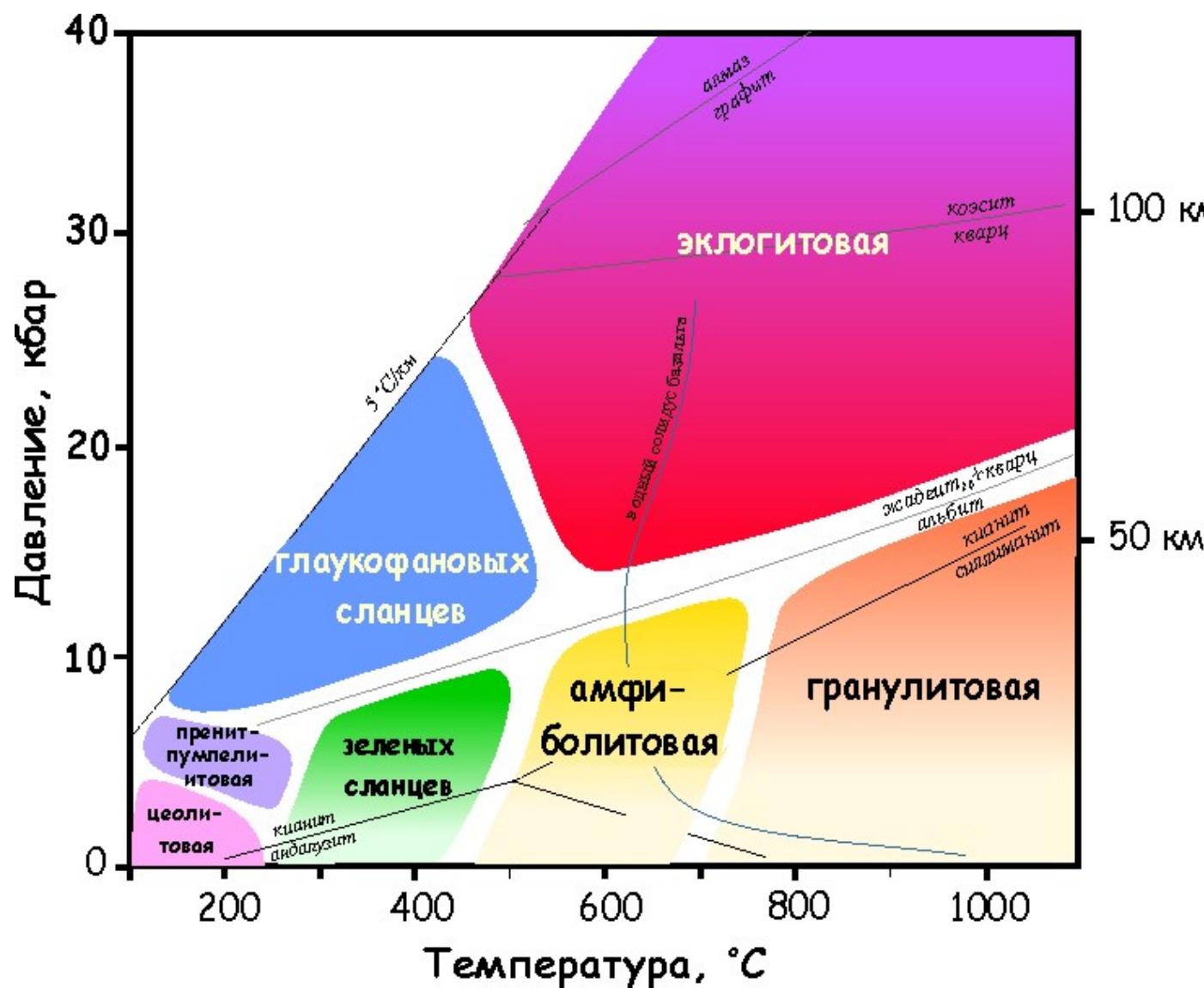
Возможно множественное название одной и той же породы.

Например, **амфиболит** - предпочтительное название породы.

**Но:**

амфиболит ~ амфибол-плагиоклазовый гнейс или  
плагиоклаз-амфиболовый сланец или плагиоклаз-  
амфиболовый гранофельс ~ метагаббро ~ ортоамфиболит.

# 11 Метабазиты Обзор фаций регионального метаморфизма



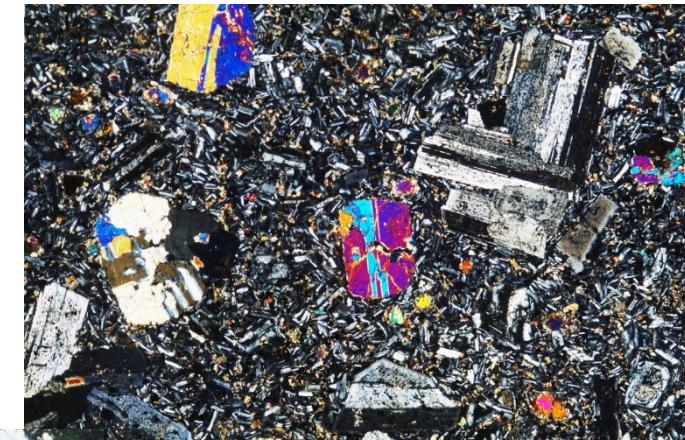
Для каждой фации нужно знать, как дается название породе, возможный минеральный состав, типоморфные минералы, характерные текстуры и структуры

## 11. Исходные породы основные и средние:

вулканиты базальтового и андезитобазальтового составов, габбро, диориты, туффиты, осадочные породы — туфогенные песчаники, глинисто-карбонатные осадки (мергели)

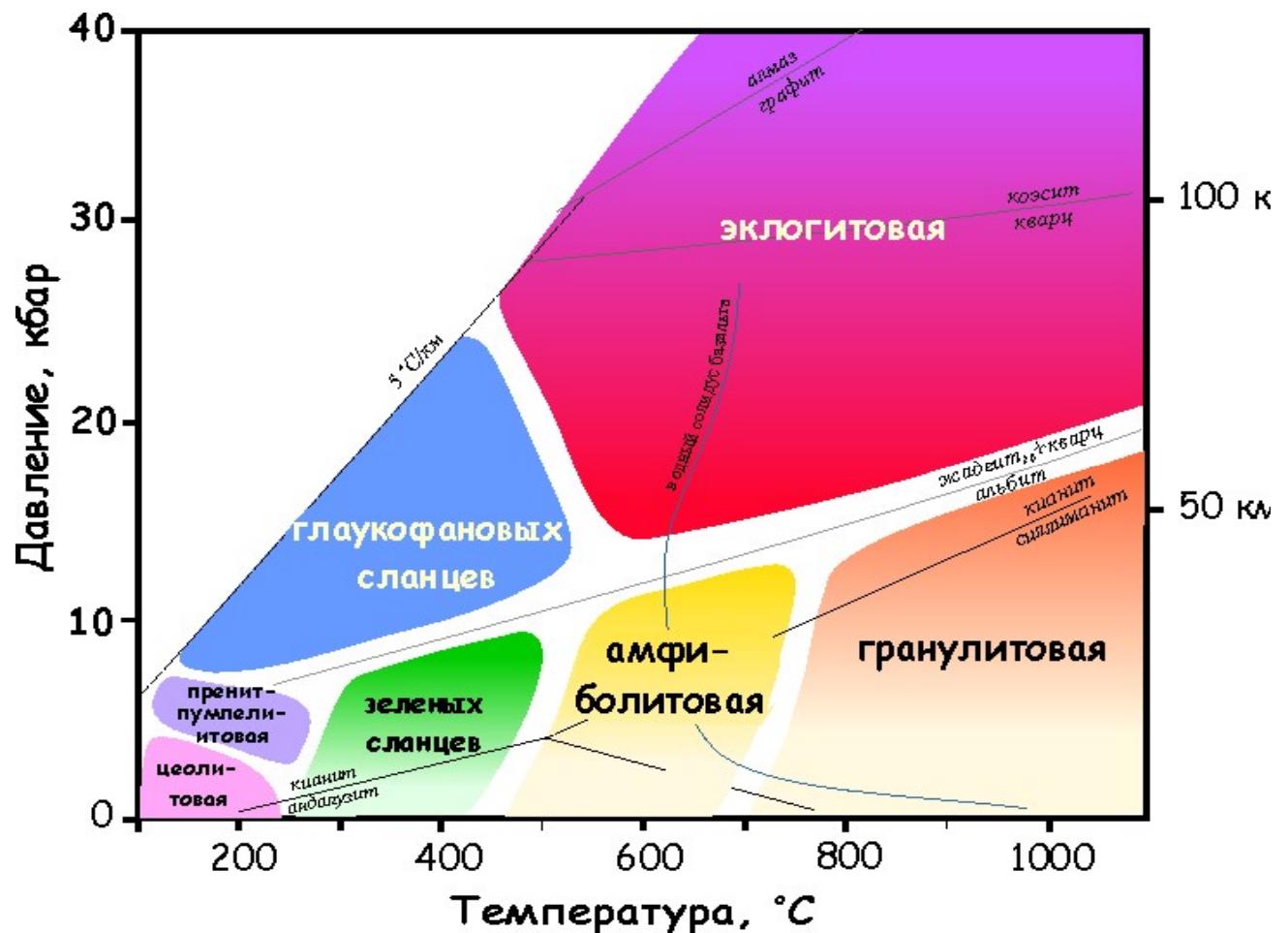
- **ортопороды** — обогащены Co, Ni, V, Ti, Cr,
- **парапороды** — обогащены Mn и В.

Порфиритоиды - измененные базальты, подвергшиеся рассланцеванию, но сохранившие реликты первичных структур и текстур



12 В зонах низкотемпературного метаморфизма при низком давлении CO<sub>2</sub> в состав метабазитов обычно входят пренит, пумпеллиит, лавсонит, цеолиты с образованием лавсонит-пренит-пумпеллиитовых сланцев

Процессы цеолитизации происходят на малых глубинах. Формирование пренит-пумпеллиитовых пород близко по температурам к условиям образования филлитов.



Образования цеолитовой и пренит-пумпеллиитовой фаций чаще встречаются среди толщ пород кайнозойского и мезозойского возрастов, чем среди более <sup>8</sup> древних. Они также широко развиты в срединно-океанических хребтах.

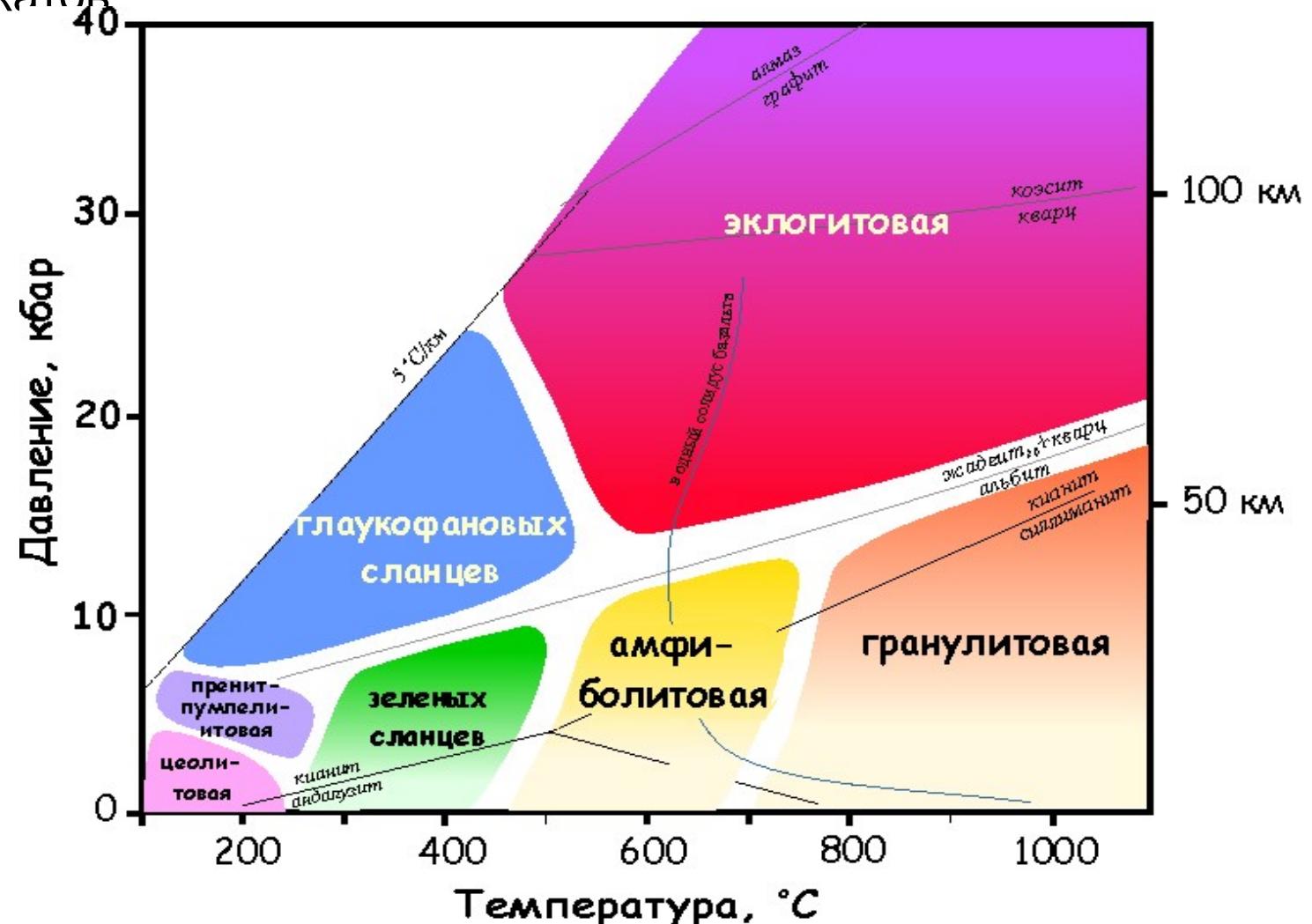
# Цеолитовая фация

**Р-Т условия: 50-200С и 1-3 кб**

**Парагенезисы: цеолиты + $\text{Chl}+\text{Q}+\text{Ab}+\text{Cc} + \text{Q}$**

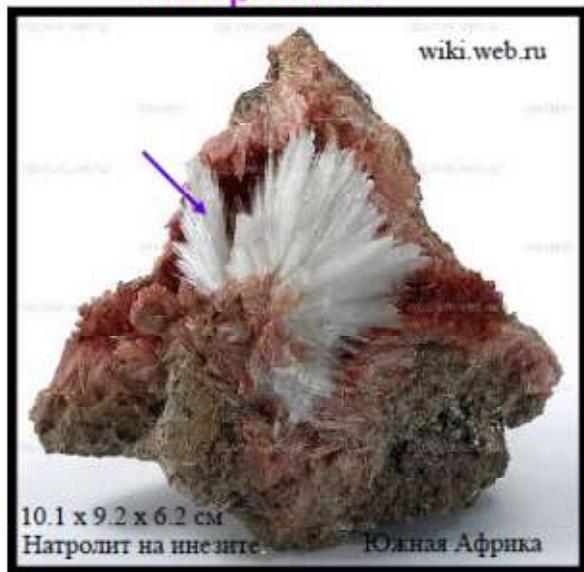
## Породы: сланцы, гранофельсы, мандельштейны

**Цеолиты** - водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов.



## НЕКОТОРЫЕ ЦЕОЛИТЫ

Натролит



Анальцим



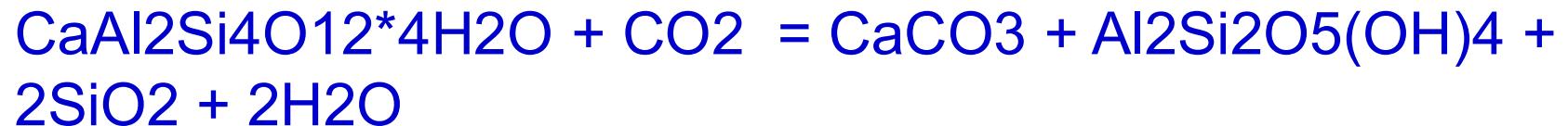
Ломонтит



Гейландит



**Цеолиты стабильны** при относительно низком содержании CO<sub>2</sub> во флюиде. При XCO<sub>2</sub> > 0.01 они разлагаются с образованием карбонатов и глинистых минералов. Например,



*ломонит + CO<sub>2</sub> = кальцит + каолинит + кварц + H<sub>2</sub>O*

## Цеолитовая фация

**Распространение:** преимущественно области вулканической деятельности.

Неизменённые базальты часто микро- и/или макропористые:  
-дегазация  $H_2O$  и  $CO_2$  при падении давления;  
-излияния на влажные породы или в водную среду.

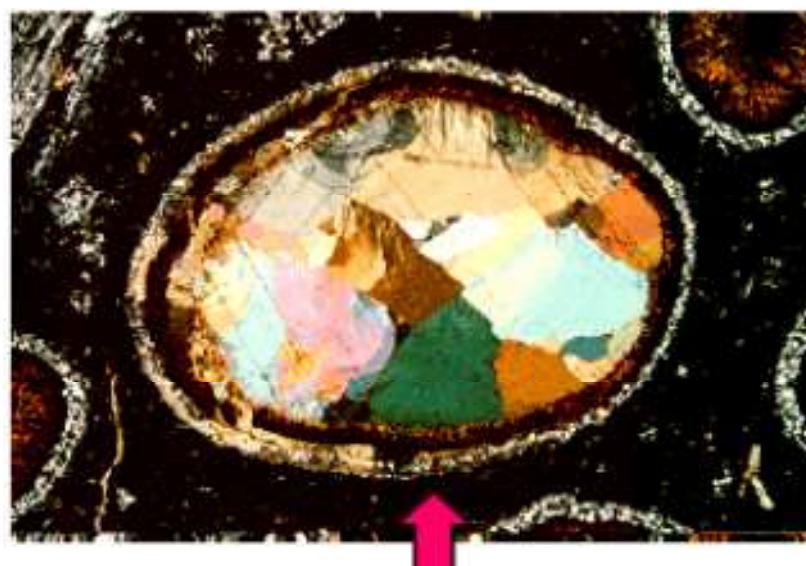
Количество пор: от долей % до 70-90 % в пемзах,  
обычно – 2-10 % объёма пород.

Размеры газовых пузырей от субмикронных до 1-3 м в  
поперечнике при длине до 5-8 м ("слоновьи ноги") в  
мощных покровах базальтов траповой формации  
бассейна реки Параны (Ю.Америка), излившихся на  
влажные грунты

# Цеолитовая фация

Характерные образования этой фации – [мандельштейны](#).

**Мандельштейны** (от нем. *Mandel* — миндаль и *Stein* — камень) – продукты метаморфизма пузыристых вулканитов, обычно базальтов. Образуются в результате заполнения пустот при гидротермальном метаморфизме. В порах находятся цеолиты, хлорит, кварц, селадонит, сфен, халцедон, карбонаты, альбит, калишпат, пумпеллиит и др.

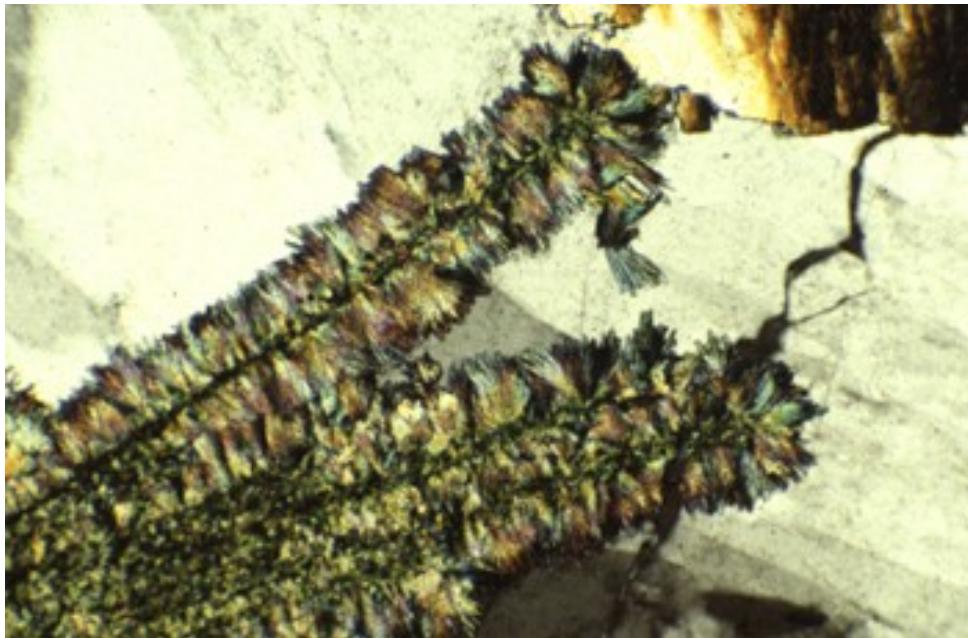


Концентрические слои кварца, селадонита и кальцита в миндалине в базальте.

## ПРЕНИТ-ПУМПЕЛЛИИТОВАЯ ФАЦИЯ

Пренит -  $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_10)(\text{OH})_2$

Пумпеллит-  $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe, Mn, Al})(\text{Al, Fe, Ti})_2[(\text{OH, H}_2\text{O})_2|\text{SiO}_4|\text{Si}_2\text{O}_7]$ .



Прожилок пумпеллиита с небольшим количеством пренита в измененном долерите. Поперечник поля зрения около 7мм



Базальтоиды, метаморфизованные в условиях пренит-пумпеллиитовой фации. Белые прожилки – смесь пренита и кальцита. Светлые пятна – пренит.



[www.williampinch.com/chinese-gallery](http://www.williampinch.com/chinese-gallery)

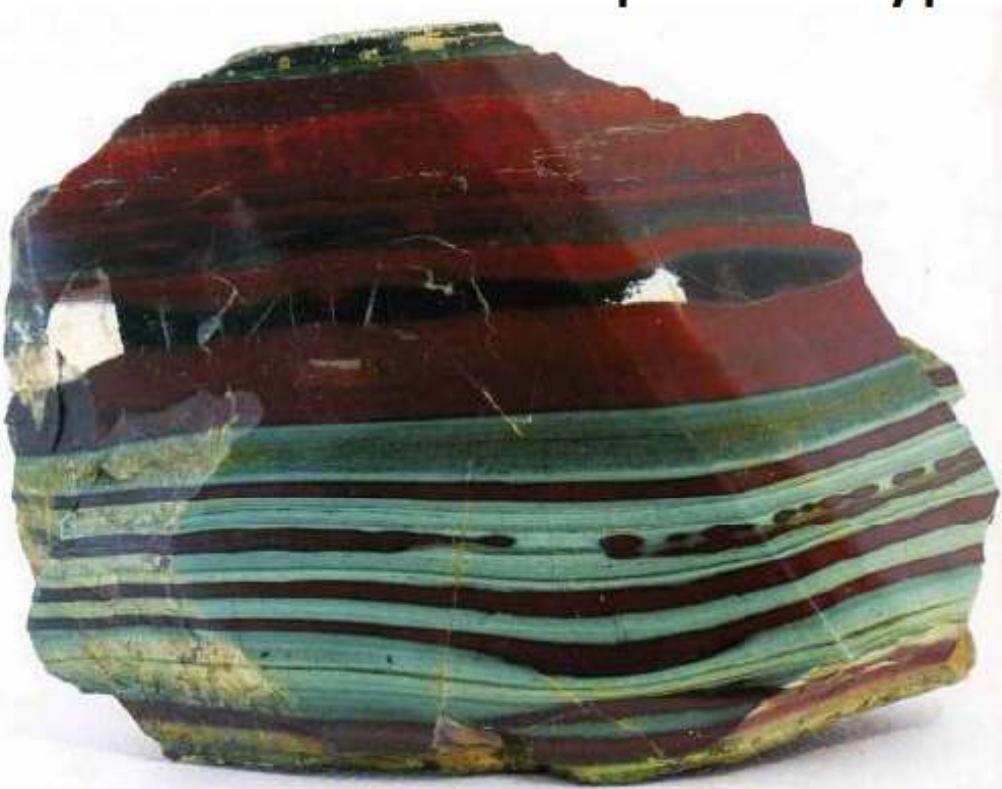
Пренит на датолите ( $\text{CaB}_5\text{SiO}_4(\text{OH})$ ) из  
метабазальта. 4x4 см



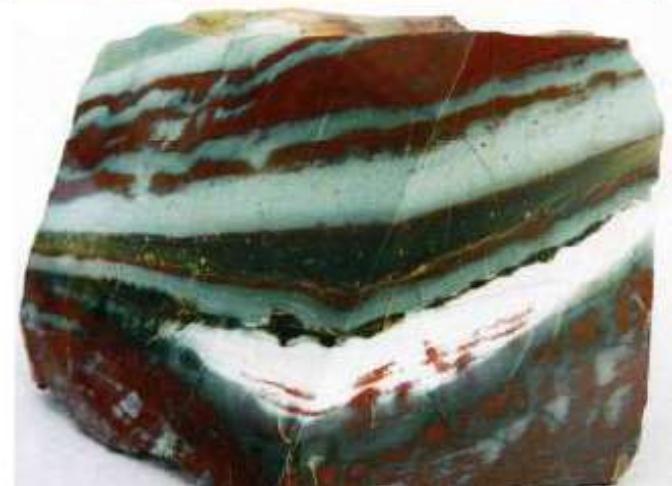
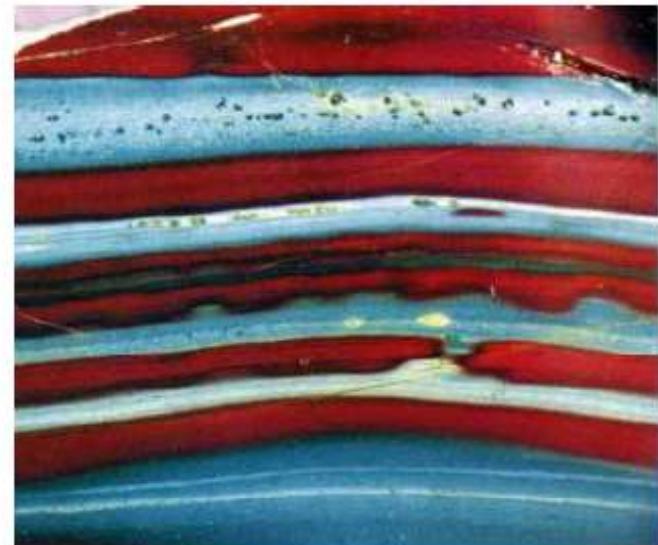
[geology.about.com/od/regional\\_](http://geology.about.com/od/regional_)

Пумпеллиит (хлорастролит), a variety of  
pumpellyite, is the state gem of Michigan.

## Яшмы, образованные при условиях пренит-пумпеллиитовой фации метаморфизма

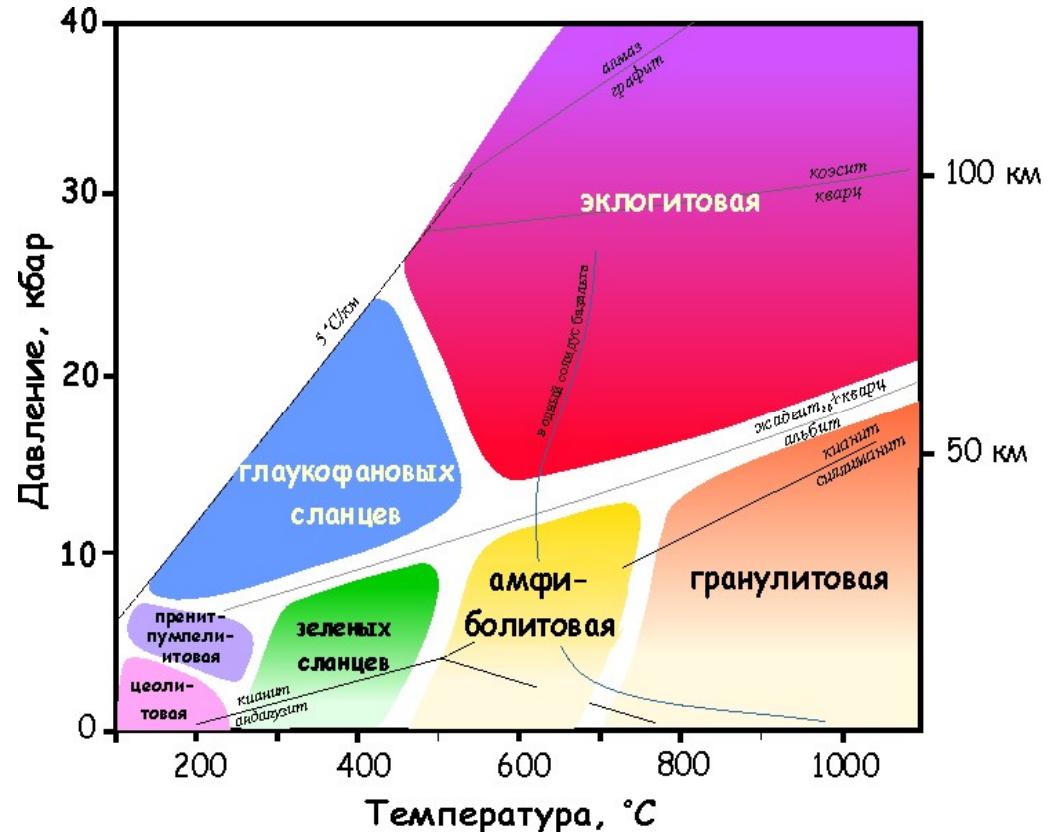


Причина зелёной и синеватой окраски  
наличие пумпеллиита,  
красной – наличие гематита,  
менее андрадита

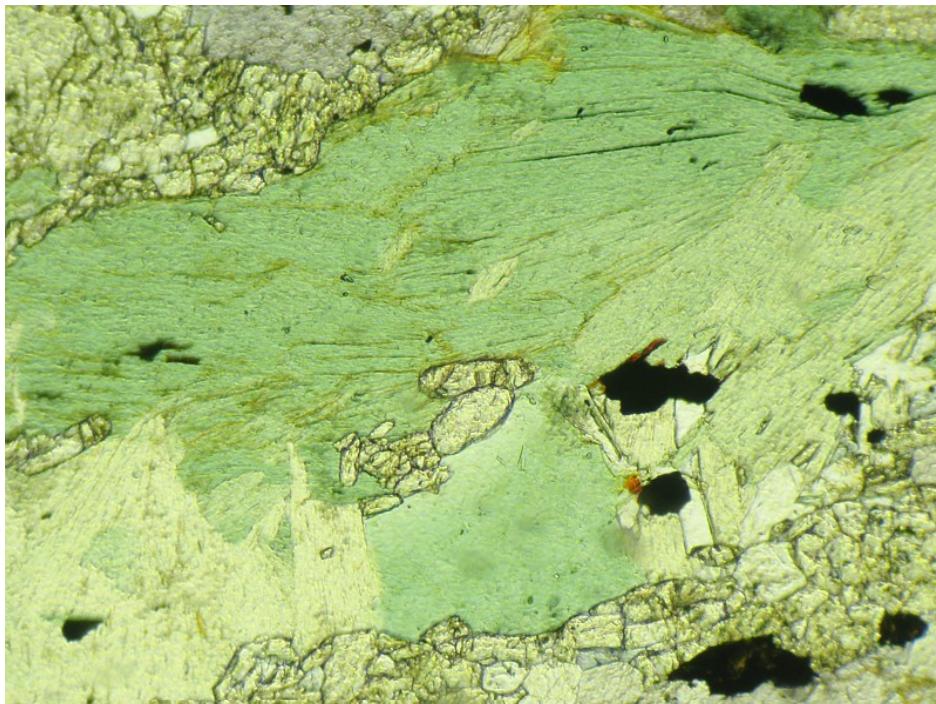


13 породы **Фации зеленых сланцев** широко распространены в метаморфических метабазитовых поясах и возникают при повышении температуры до 300°C.

Возможный состав: актинолит, эпидот, альбит, хлорит, кварц, кальцит и др.



Структура гранонематобластовая, реже лепидогранонематобластовая (при наличии хлорита) или гранофибробластовая, когда амфибол имеет форму игольчатых кристаллов и волокон. Текстура пород обычно **сланцеватая**, иногда **микроплойчатая**.



Хлорит-эпидотовый сланец  
с гранолепидобластовой  
Структурой

Текстура зеленых  
сланцев все-гда ясно  
выраженная  
сланцеватая, иногда  
тонкослоистая

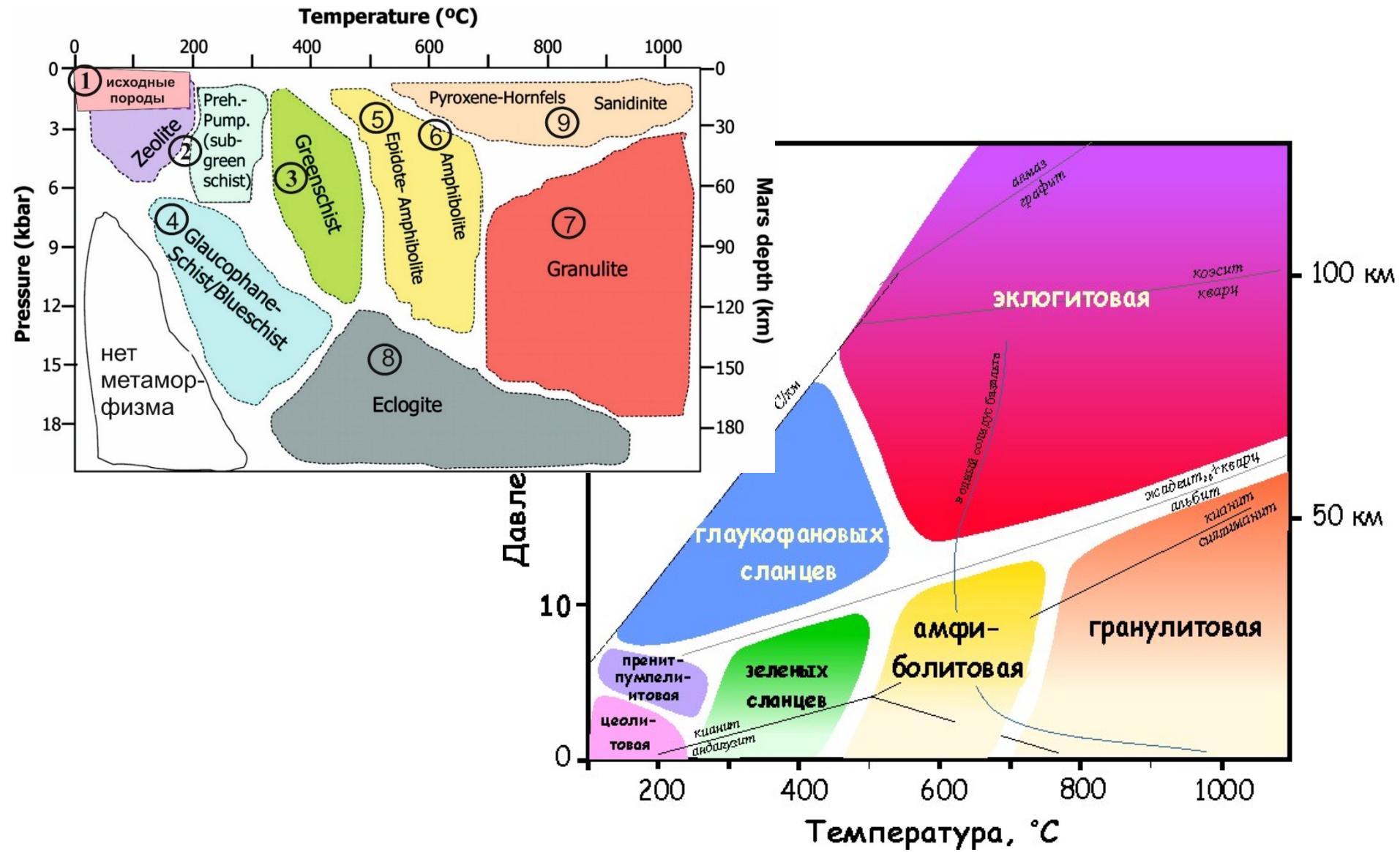




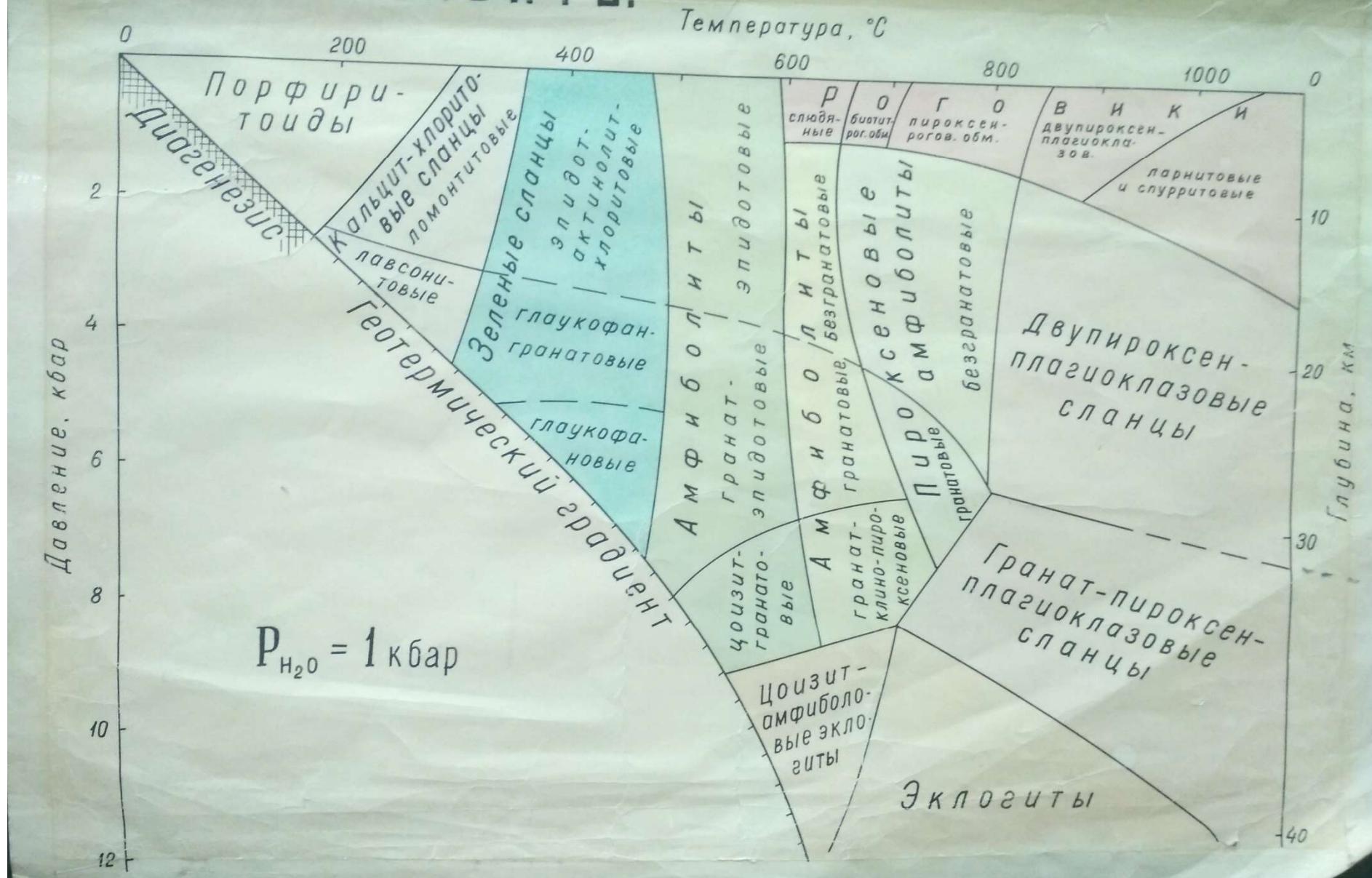
Act-Chl  
сланец с  
Фиброластовой  
структурой

## 14 АМФИБОЛИТЫ

Различные схемы фаций для метабазитов:



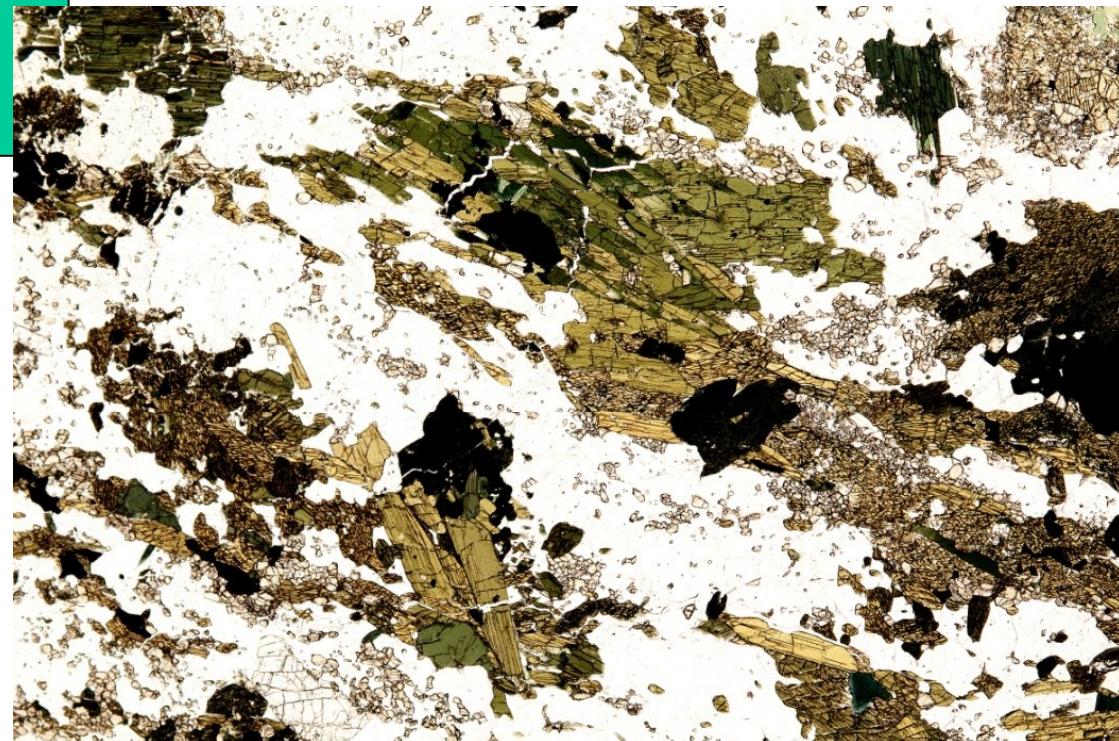
# МЕТАБАЗИТЫ



## Фация эпидотовых амфиболитов

Возможный состав: Эпидот + Олигоклаз (№10-20) +Роговая обманка (бледно-зел, гол-зел). В параамфиболитах присутствуют Биотит, Мусковит, Ставролит

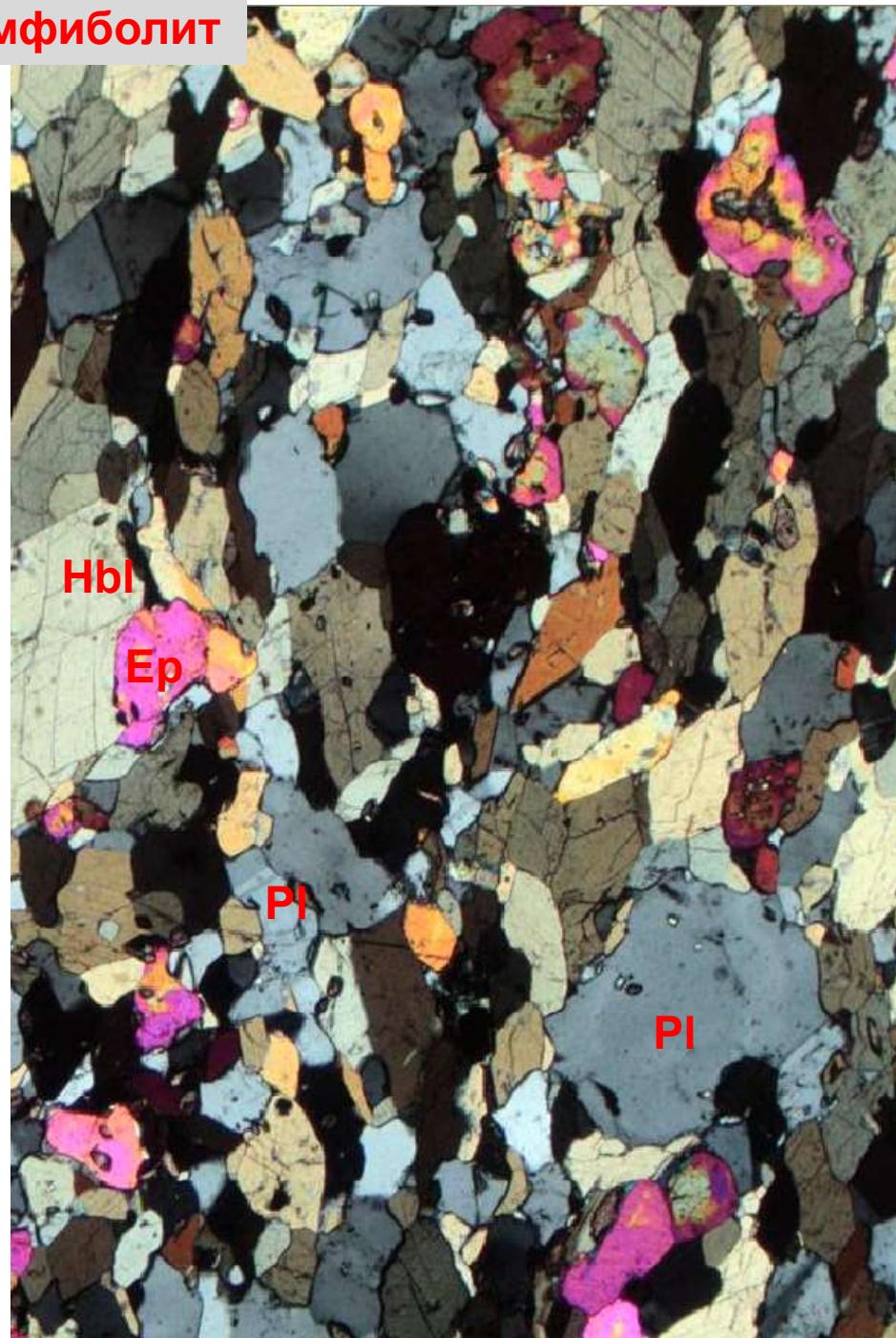
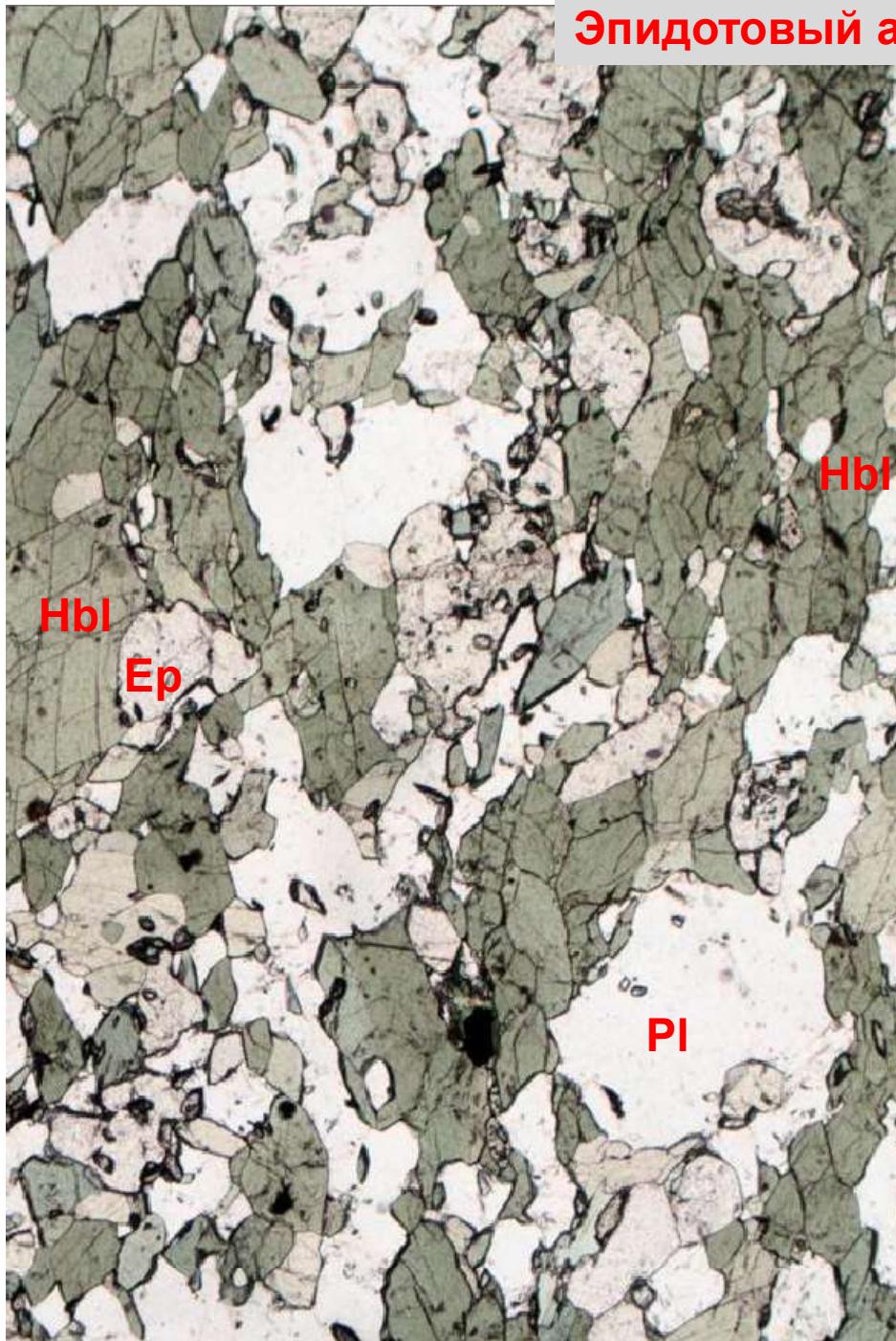
При 450С – исчезает хлорит, Актинолит → Роговую обманку



Амфиболит эпидотовый

Структуры: нематобластовые, гранонематобластовые

Эпидотовый амфиболит

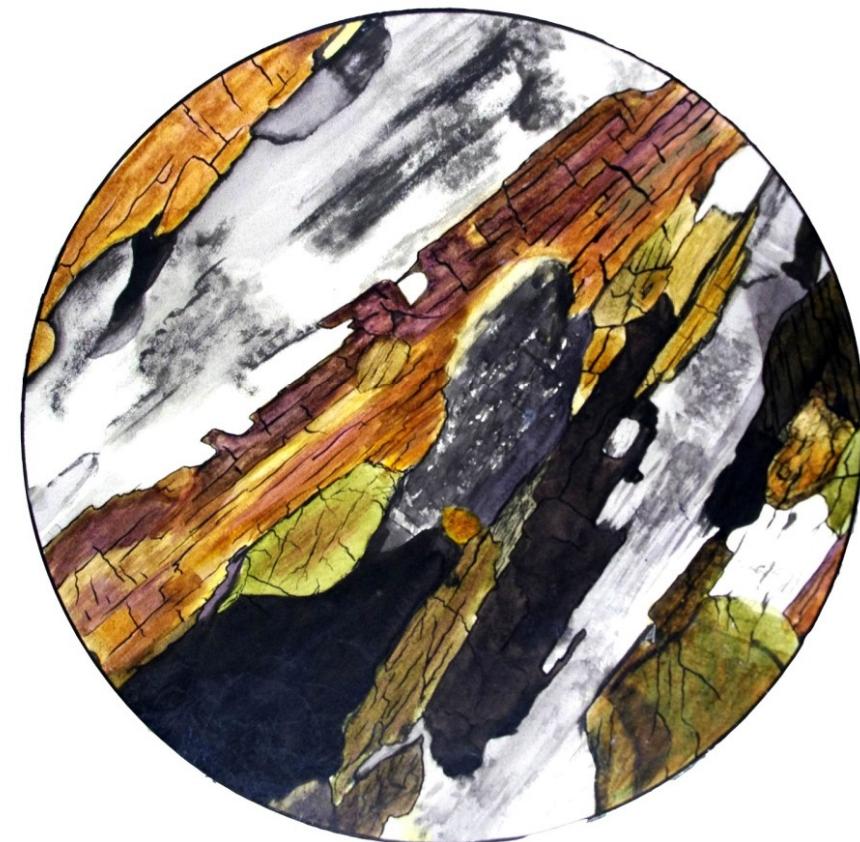
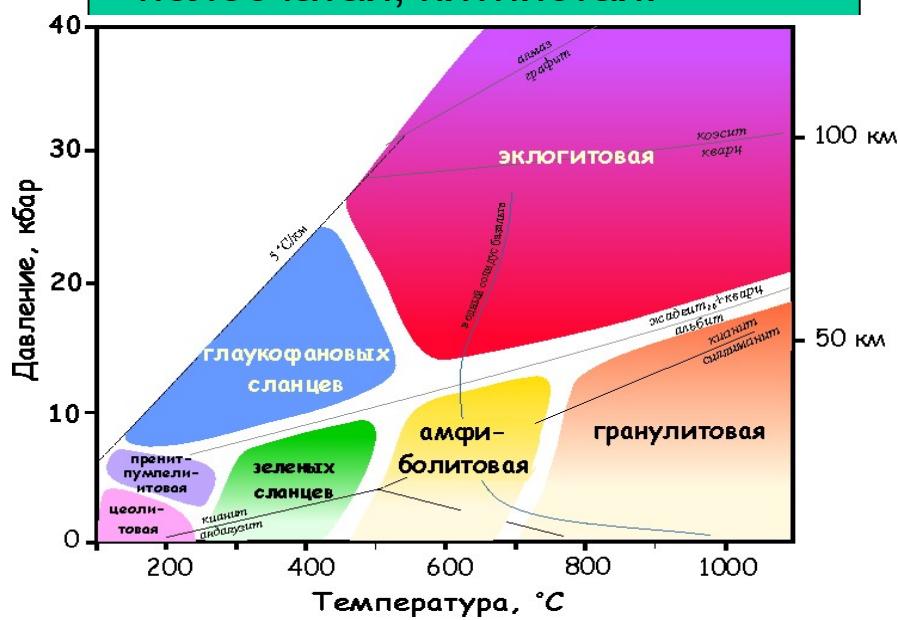


# Фация амфиболитов

Примерно при 600С  
исчезает эпидот

Возможный состав. зелено-  
бурая роговая обманка,  
средний плагиоклаз, биотит и  
др.

Структуры: порфиробластовая,  
гранонематобластовая,  
Текстуры: массивная,  
сланцеватая, гнейсовидная,  
полосчатая, пятнистая.



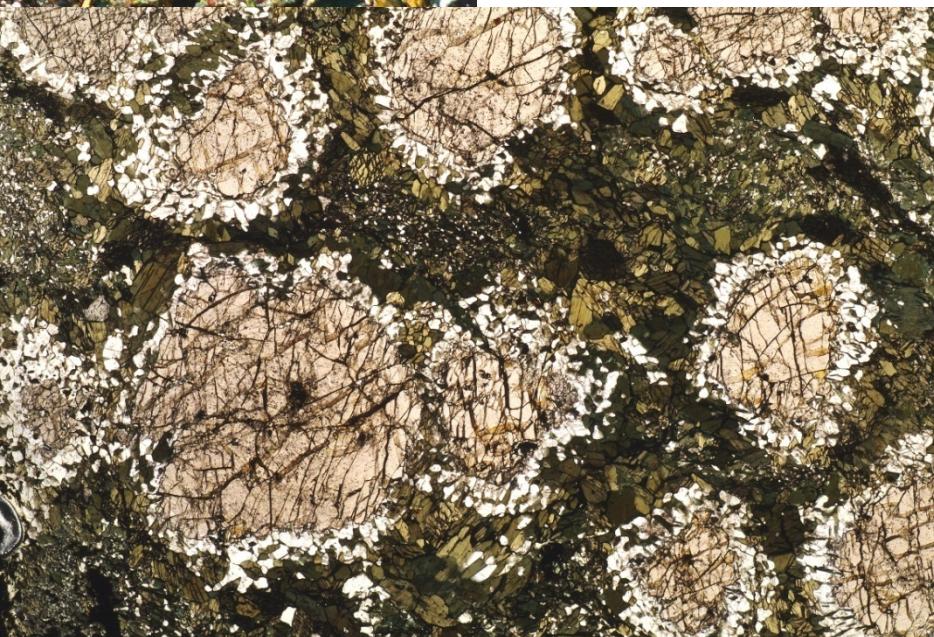
24  
амфиболит

При повышенных литостатических давлениях  
возникают фации  
эпидот- гранатовых амфиболитов  
гранатовых амфиболитов



Гранатовый амфиболит

Минеральный состав,  
структура





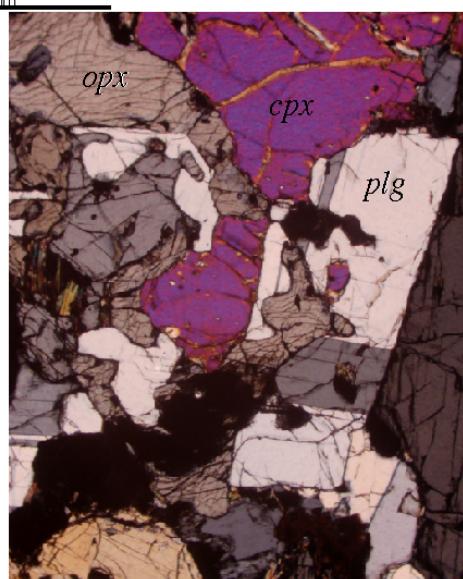
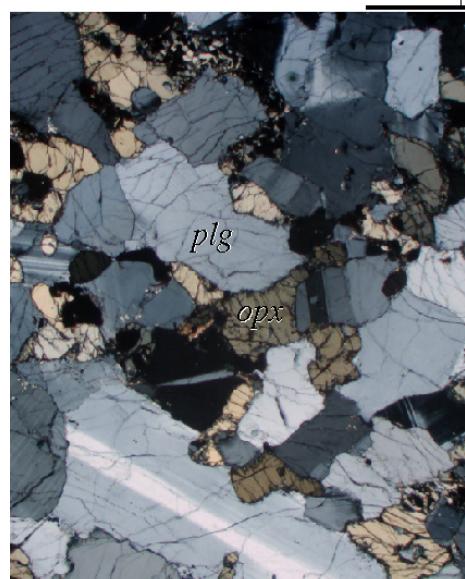
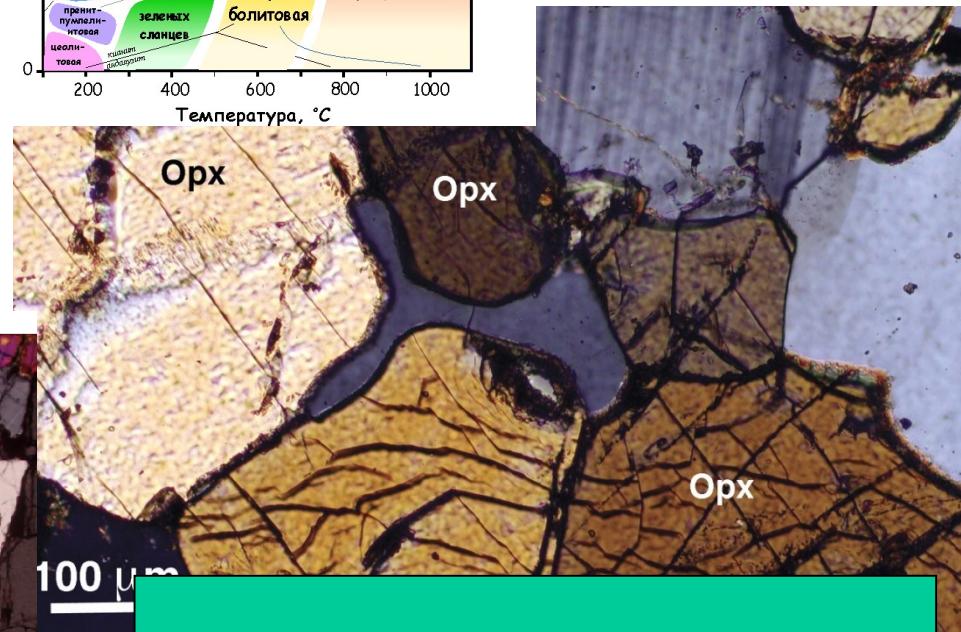
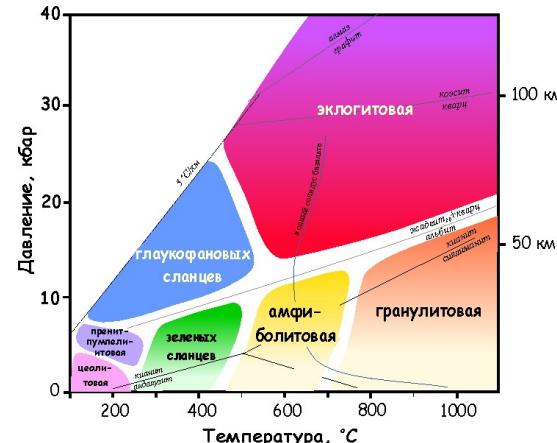
Гранат в гранатовом амфиболите, окруженный каймой амфиболя. 26

# 15. Фация гранулитов (двутироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев)

От  
температур  
750-800С

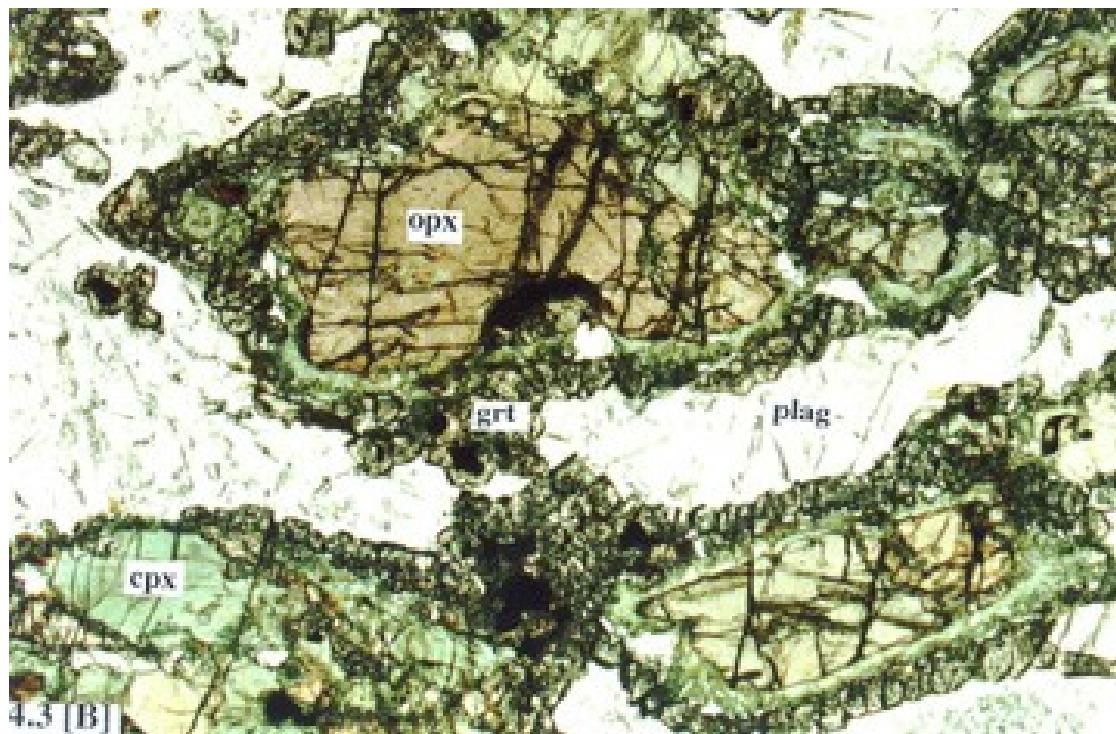
РО+Кв=Пл+КПир+ОПир

В этой фации может  
быть устойчива Ti-ая  
роговая обманка



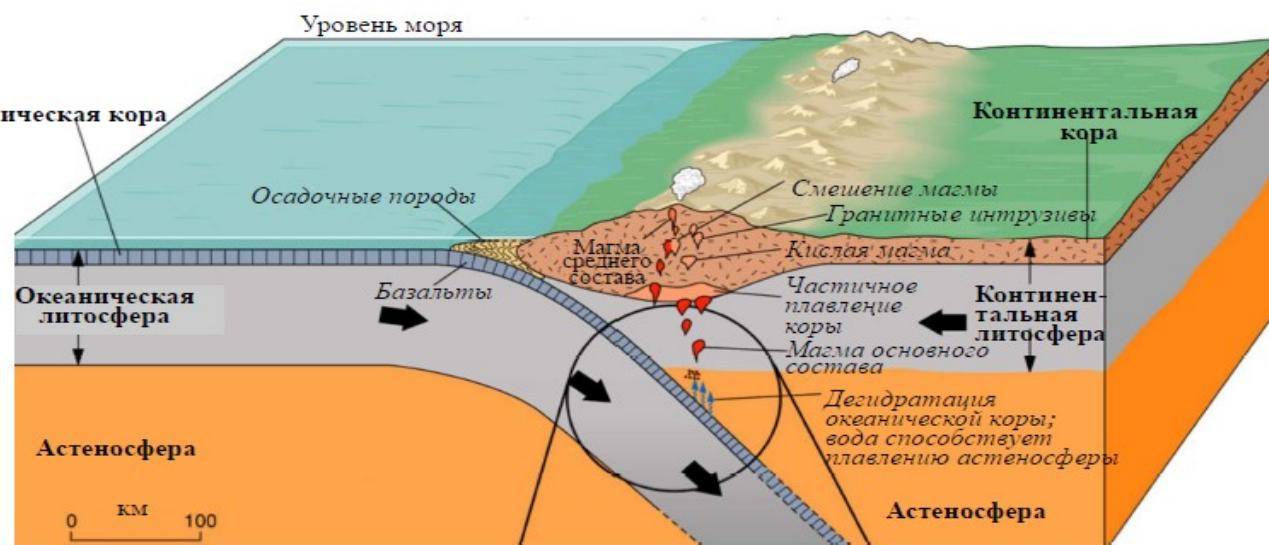
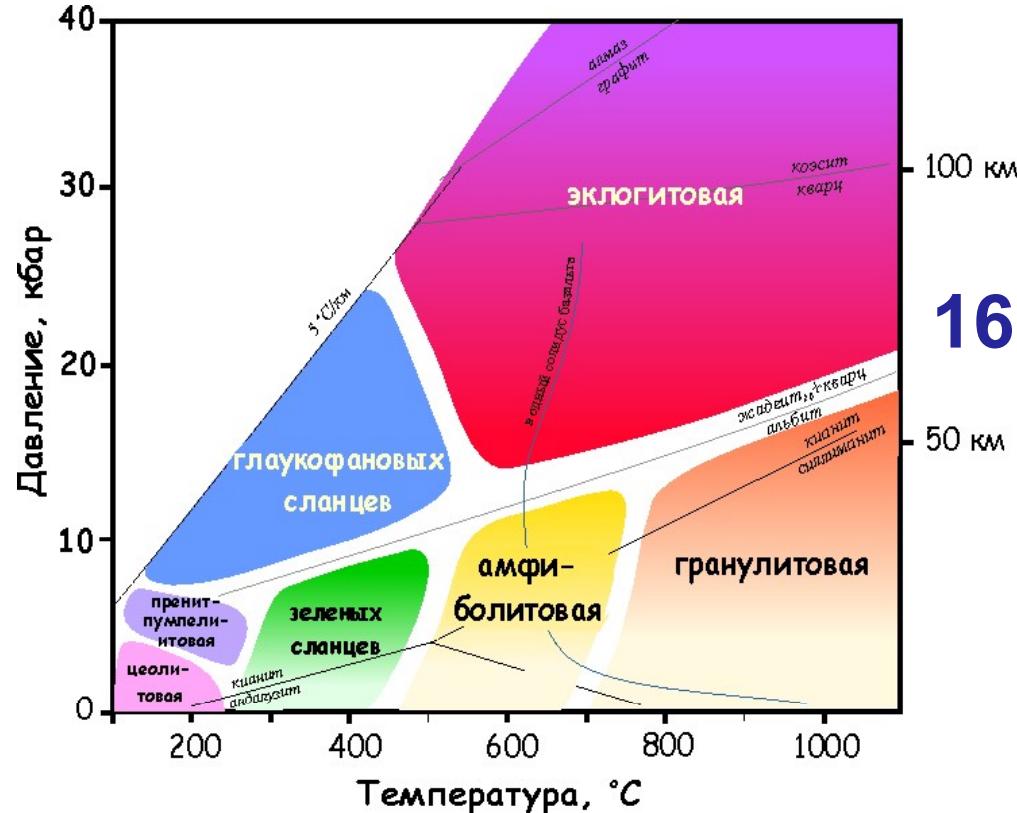
Структуры – чаще всего –  
Гранобластовые,  
Текстуры – массивные.

При повышенных литостатических давлениях возникают фации  
гранат-пироксен-плагиоглазовых сланцев



Gr-Cpx-Opx-Pl  
кристаллический  
сланец

Структура, минеральный  
состав?



## 4. Фация голубых (глаукофановых)

T -300-400C

**Сланцев.** Образуются при повышенных давлениях при воздействии на вулканиты основного состава натриевых глубинных флюидов. Прослеживается их связь с разломами глубокого заложения.

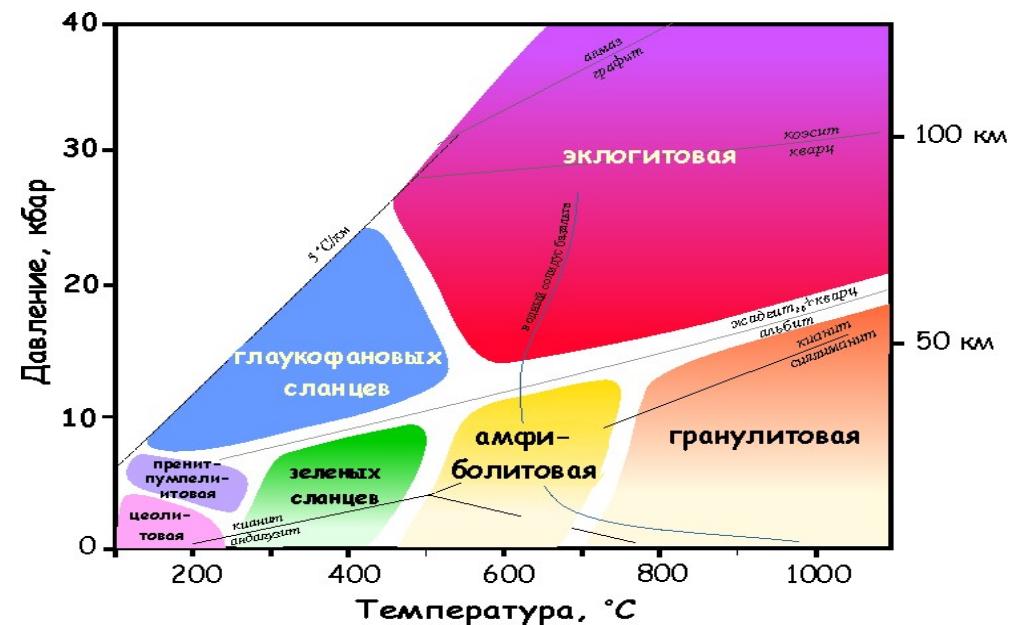
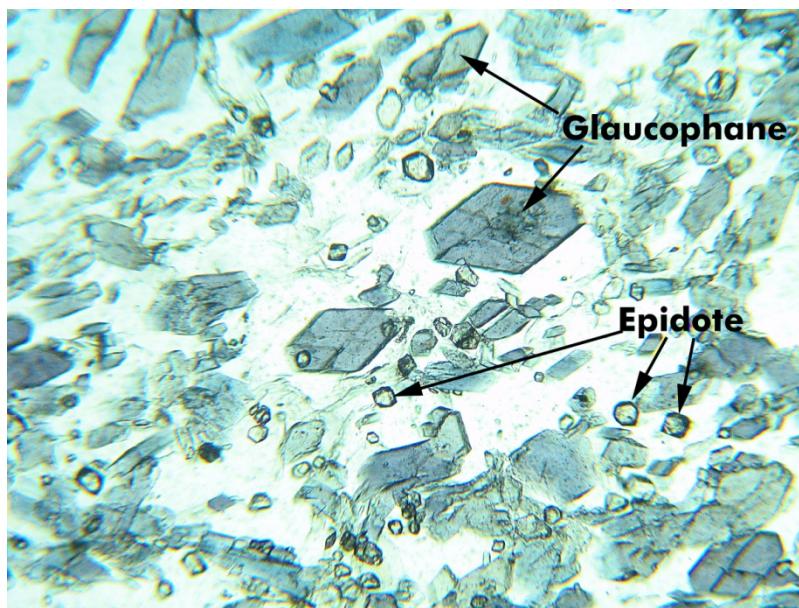
## Возможный состав:

Глаукофан, Хлорит, Актинолит,  
Эпидот, Гранат (альмандин,  
Карбанат, Альбит, Кварц

## Глаукофан - $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_1]_2(\text{OH})_2$

Результат аллохимического мет-ма – привнос Na.

## Структуры?

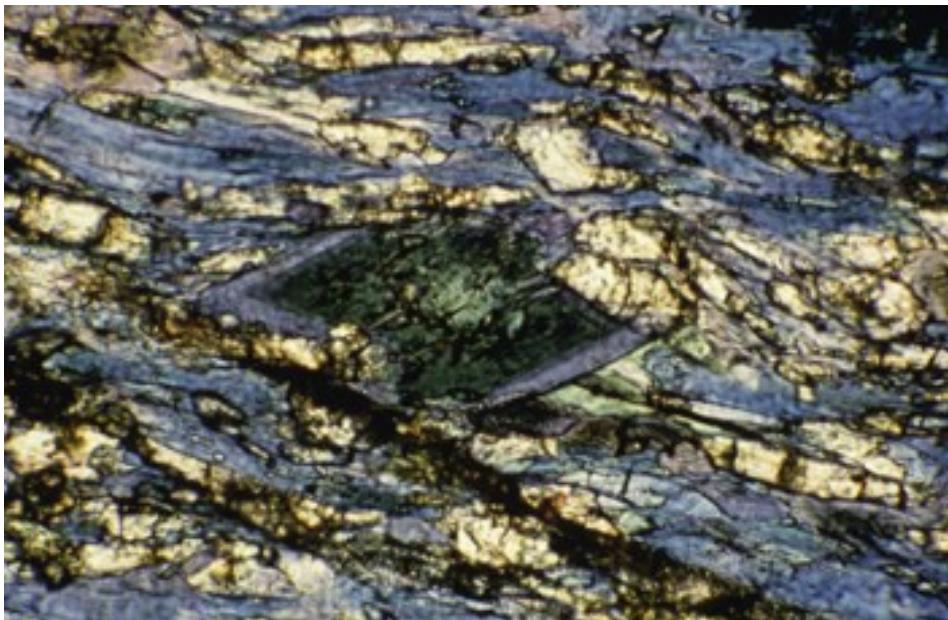


Глаукофановый сланец



R050333

5 mm

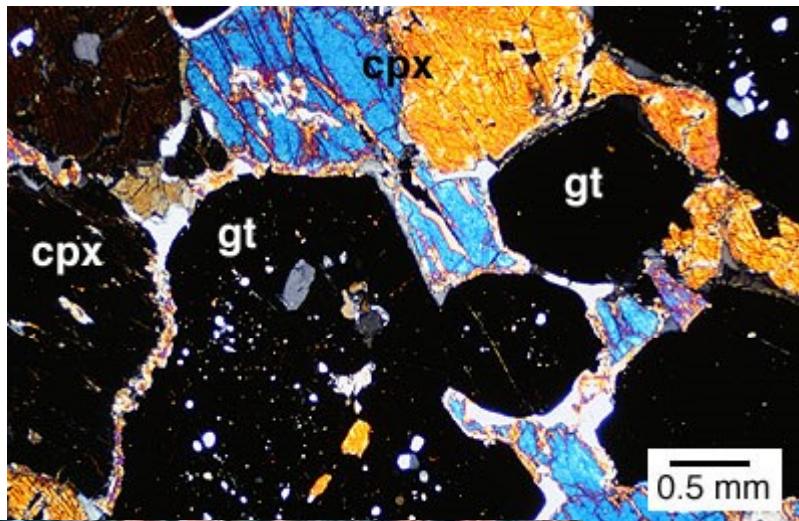


Гранат-глаукофановый сланец

Эпидот- глаукофановый сланец.  
В центре зональный кристалл  
амфиболя: ядро –зеленый  
актинолит, кайма – глаукофан.  
Гранонематобластовая  
структура.

при давлениях более 12-14 кбар исчезает плагиоклаз

состоят из клинопироксена с высоким содержанием жадеитового минала (омфацита) и граната гроссуляр-пироп-альмандинового состава, могут присутствовать кварца и рутил и др. минералы.



Разделяют коровьи и мантийные эклогиты.

Коровьи эклогиты находятся в составе складчатых поясов и образуются в зонах субдукции.

Мантийные эклогиты образуются в результате метаморфизма океанической коры, погружающейся в мантию.



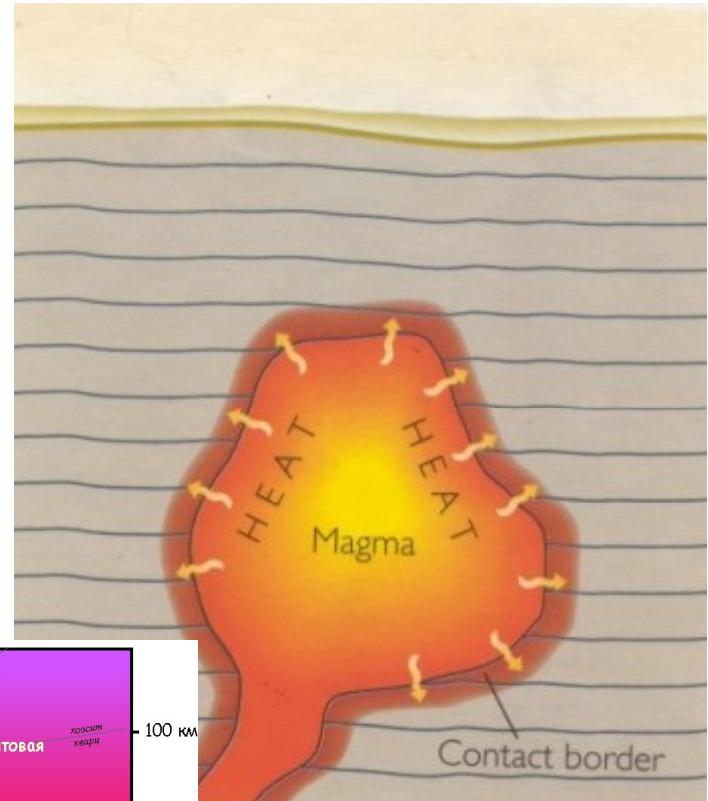
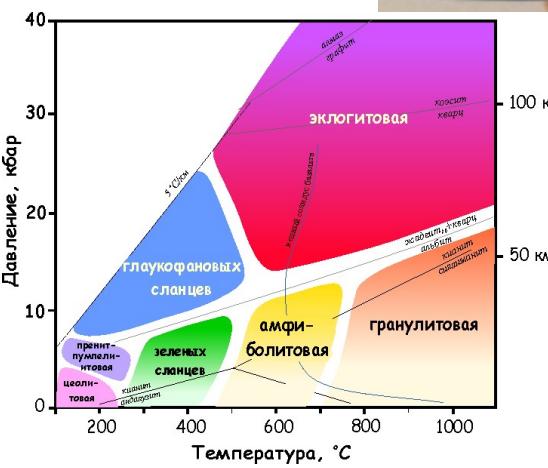
$\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  – жадеит

$\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$  –  
пироксен ряда диопсид-геденбергит

Омфацит -  
 $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$

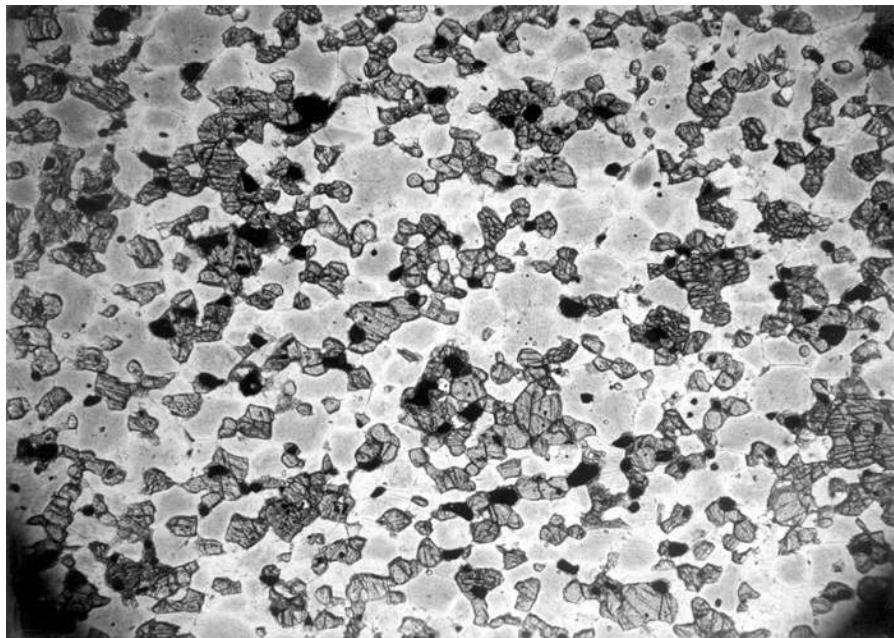
# Роговики метабазитового состава -

плотные черные породы, состоящие из плагиоклаза и т/цв минералов (биотит, актинолит, роговая обманка, пироксены, санидин).



В зависимости от Т контактового метаморфизма выделяются фации роговиков по мере роста температуры:

- 1) плагиоклаз-слюдяные (600-670);
- 2) плагиоклаз-биотит-рогообманковые (670-720);
- 3) плагиоклаз-пироксен-рогообманковые (720-860);
- 4) плагиоклаз-двутиреоксеновые (860-1050);
- 5) ларнитовые ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ) и спурритовые ( $2\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{CaCO}_3$ ) роговики (900-1100). Контактовый мет-м происходит под влиянием флюидов, проникающих из магмы в породы, вмещающие магматические тела.



Плагиоклаз-пироксеновый роговик  
(фото без анализатора)



Роговик (фото образца)<sup>35</sup>

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Эклогит, состоящий из омфацита (зеленый), граната (красный), кварца (белый) и кианита  
(светло-голубой)  
36