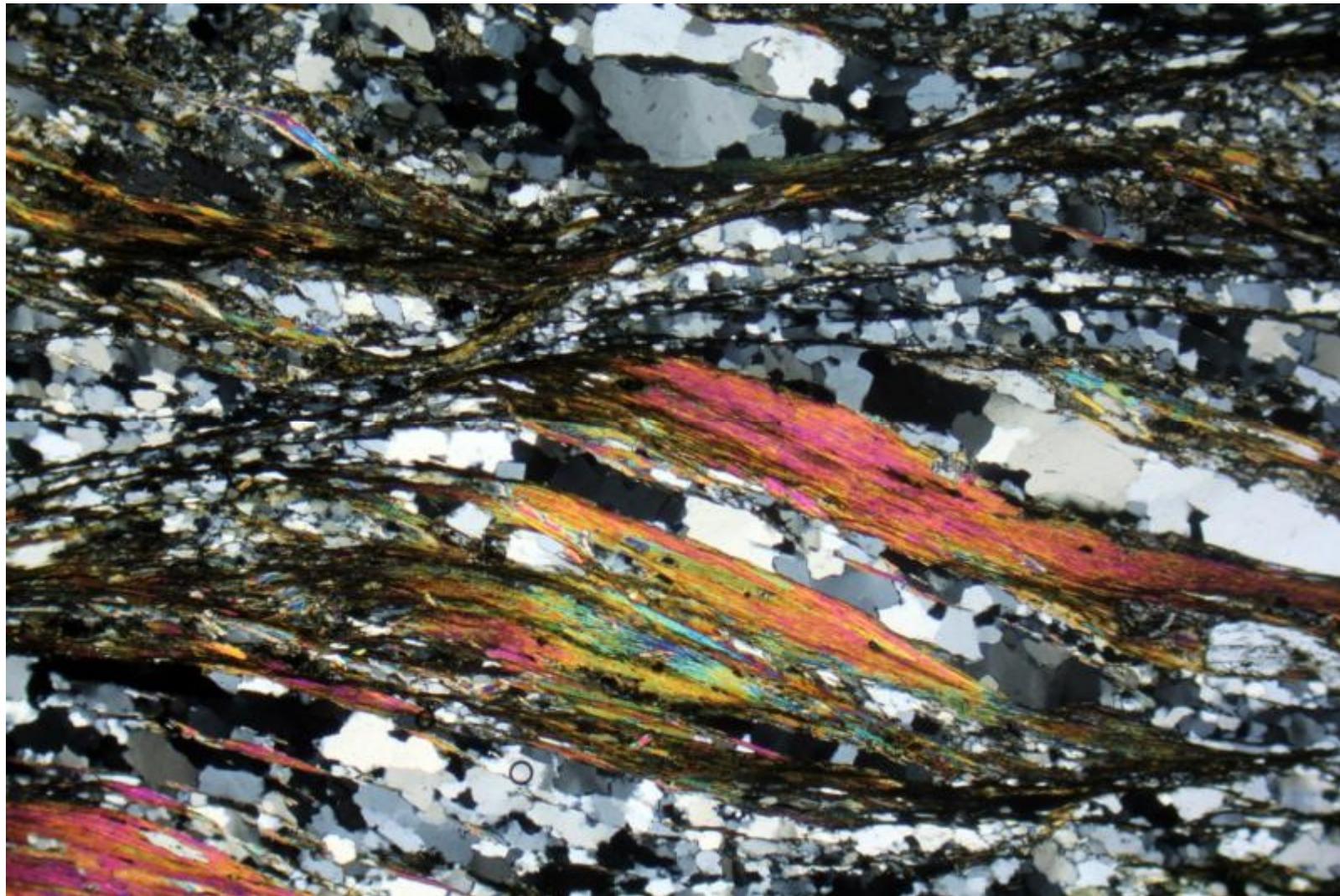


# МЕТАМОРФИЗМ



# **1. Метаморфизм и его особенности**

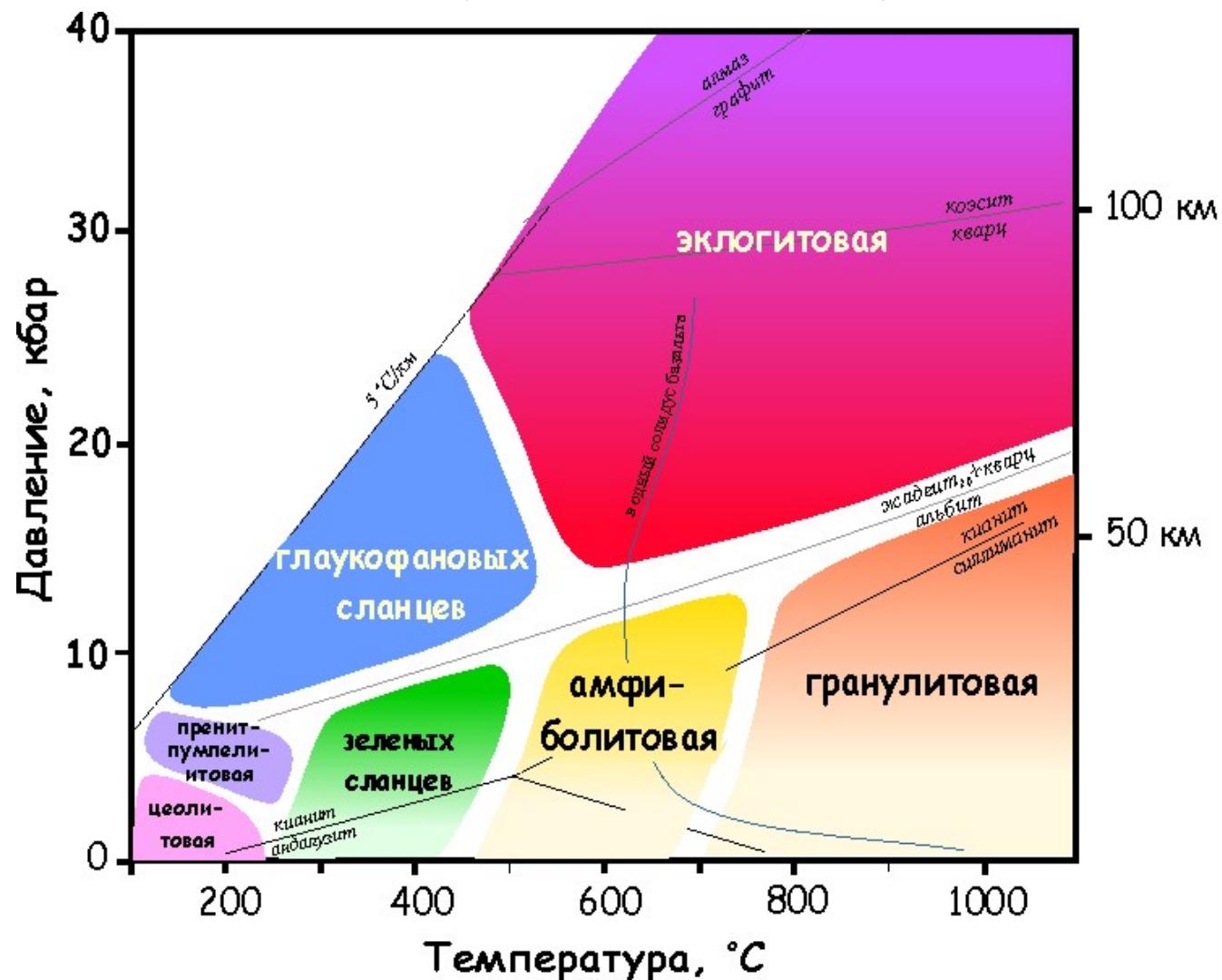
## **Метаморфический процесс**

(«метаморфозис» - превращение) - процесс перекристаллизации горных пород в твёрдом состоянии, протекающий в недрах Земли под действием повышенных температур и давлений

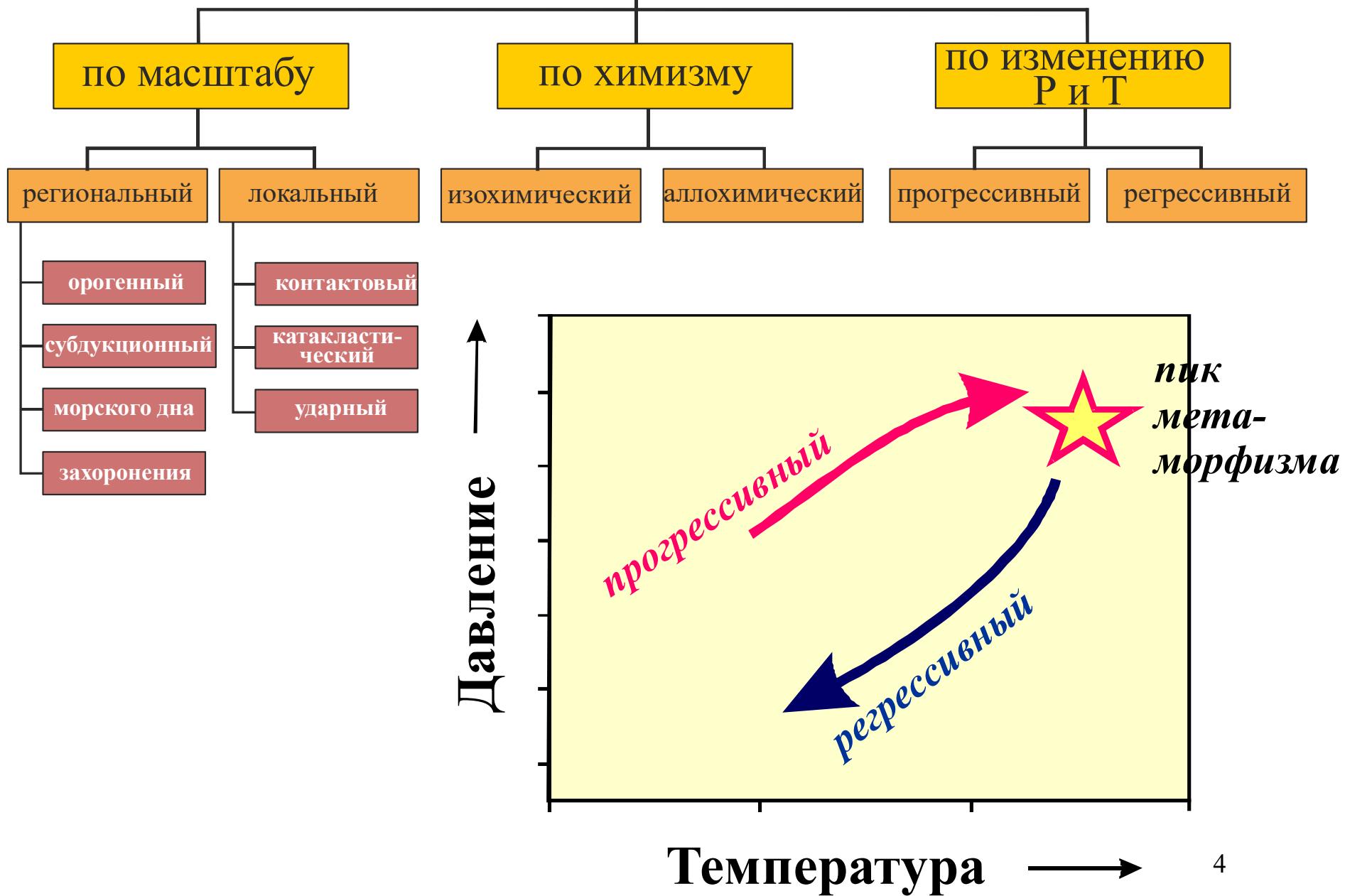
## ОСОБЕННОСТИ

- Неравномерен в пространстве и времени
- Связан с зонами активных движений земной коры (Дн-Дон впадина  
7 км – осадки, рифейские осадки на Русской платформе)

- Длительный процесс
- Возникает в зонах где Т превышает фоновую Т (ср. геотерм град. 30град/ км, 150 град – для подвижных зон)



## 2. ТИПЫ МЕТАМОРФИЗМА



## 2. Типы метаморфизма по масштабу

Эндогенный (глубинные флюиды, Т, Р)	Экзогенный Космогенный (ударные волны, в астроблемах)
Региональный	Контактовый (локальный), Часто приразломный с наличием «оси» метаморфизма и метаморфической зональности

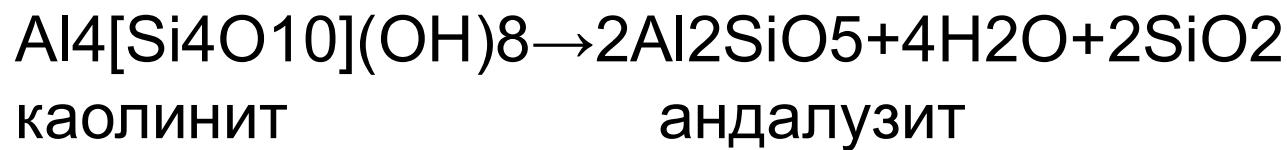
### 3. Основные факторы метаморфизма:

- **температура,**
- **давление** - литостатическое (за счет вышележащих толщ),
- **химически активные вещества (флюиды).**

**Т** - (глубинное тепло, подводимое флюидами)

От 100 до 900-1200<sup>0</sup>С

В условиях повышения температуры происходят такие эндотермические реакции как дегидратация и декарбонатизация. Например:



**P<sub>лит</sub>** - литостатическое (1-10 кб и >)

Всестороннее давление определяется воздействием нагрузки вышележащих толщ, бокового давления соседних блоков и нижележащих слоев Земли.

Увеличение давления способствует:

**образованию минералов с более плотной структурой**

**повышению температуры плавления минералов**

Если  $P_{лит} = P_{фл}$  - диагенез осадков

Если  $P_{лит} > P_{фл}$  - метаморфизм

## **Р флюидное** ( $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CO}_2$ , $\text{CO}$ , $\text{CH}_4$ , $\text{N}_2$ и др. )

Флюиды содержатся в порах и межзерновом пространстве практически всех горных пород.

Источники флюидов - процессы дегазации в мантии, охлаждение магмы

В газово-жидком состоянии химически активные вещества двигаются из областей с высокими температурами и давлением в зоны с низким давлением (процесс инфильтрации) и при этом :

**активно участвуют в преобразовании минералов и горных пород;**

**повышают поровое давление газов, которое снижает растворимость минералов.**

Флюид на глубине восстановленный и горячий, ближе к поверхности – окисленный и холодный)

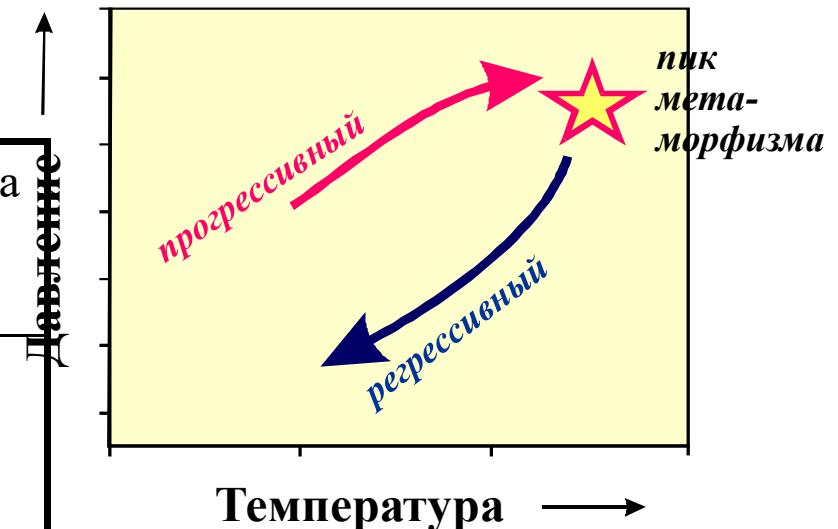
## **P**стр – не является фактором метаморфизма

Направленное давление (или стресс) возникает в глубинах и причиной его возникновения, как правило, является перемещение крупных блоков пород в земной коре

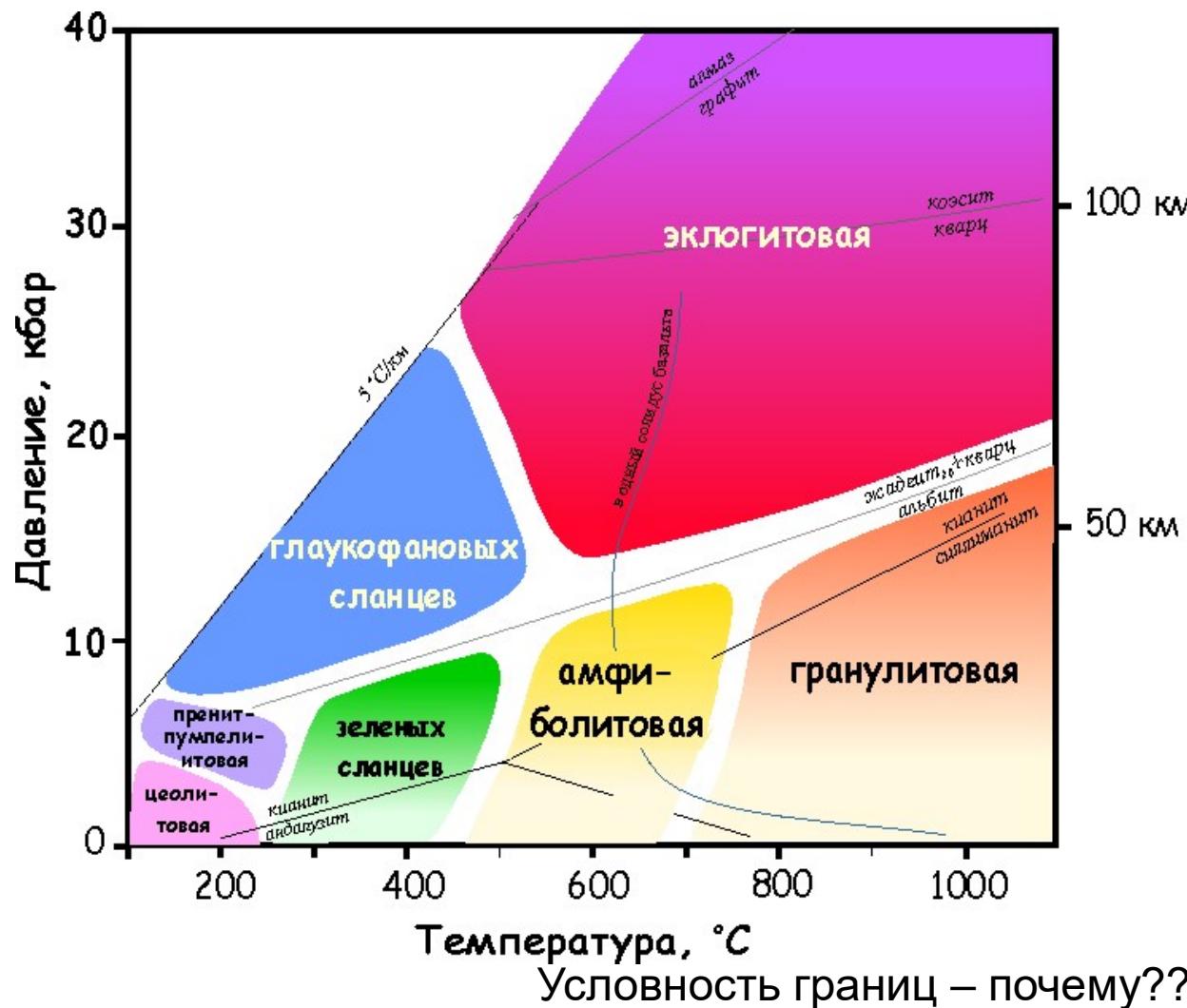
Результатом такого одностороннего воздействия является изменение и упорядоченность ориентировки минералов в породе - своей длинной осью или плоскостью спайности они располагаются перпендикулярно направлению давления.

#### 4. Типы метаморфизма по химизму и изменению Т и Р

<u>Прогрессивный метаморфизм</u>	Давление и температура растут
<u>Регрессивный метаморфизм (ретроградный, диафторез, гидратация)</u>	Давление и температура падают
<u>Изохимический метаморфизм</u>	происходит без изменения исходного химического состава горной породы
<u>Аллохимический метаморфизм</u>	химический состав горной породы меняется



**4. Фáция метаморфизма** — область термодинамической устойчивости метаморфических пород , выделяемая относительно факторов метаморфизма



Границы фаций – реакции



~ 600°

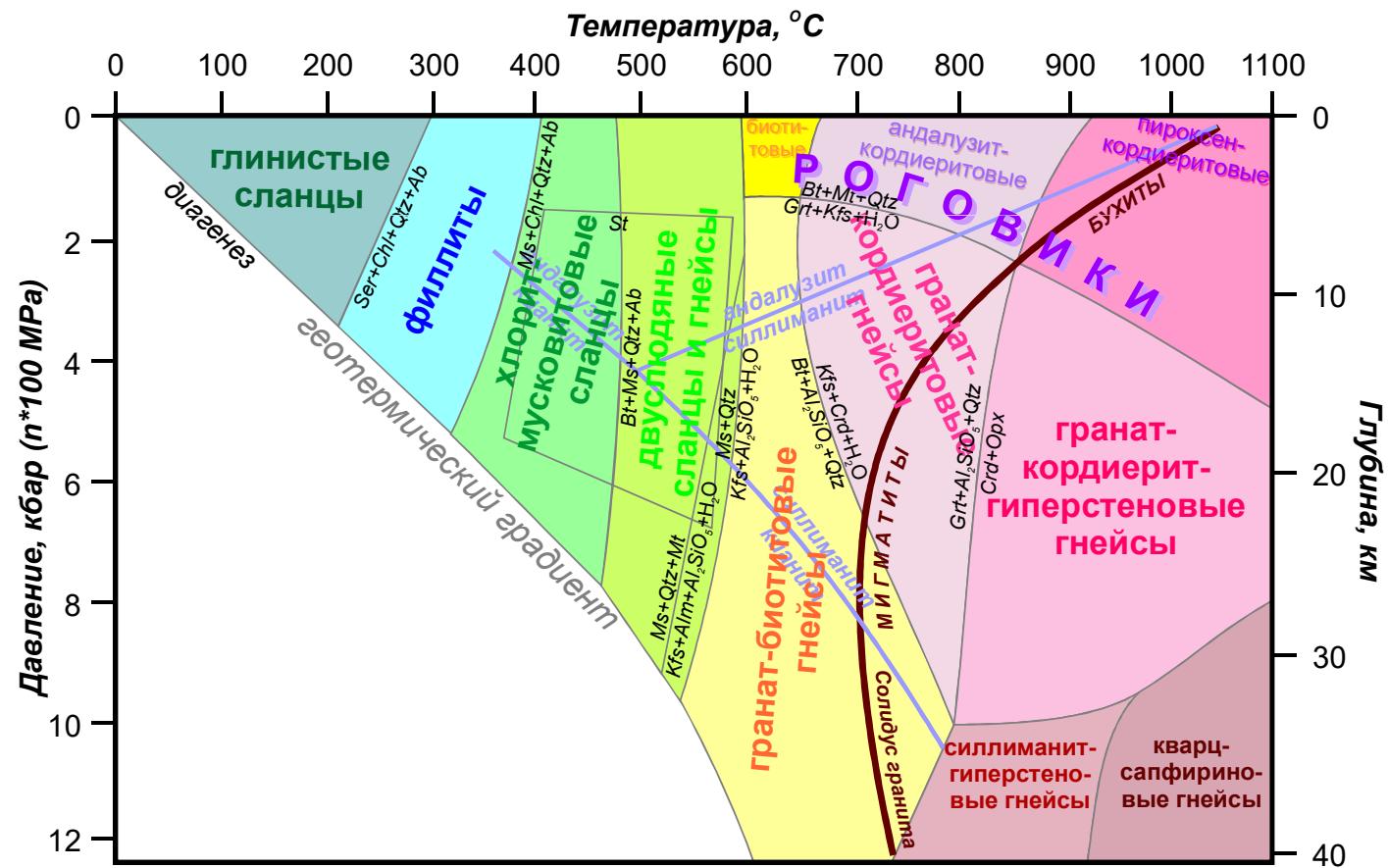


~ 800°

## 5. ИЗОХИМИЧЕСКИЕ РЯДЫ и классификация процессов метаморфизма

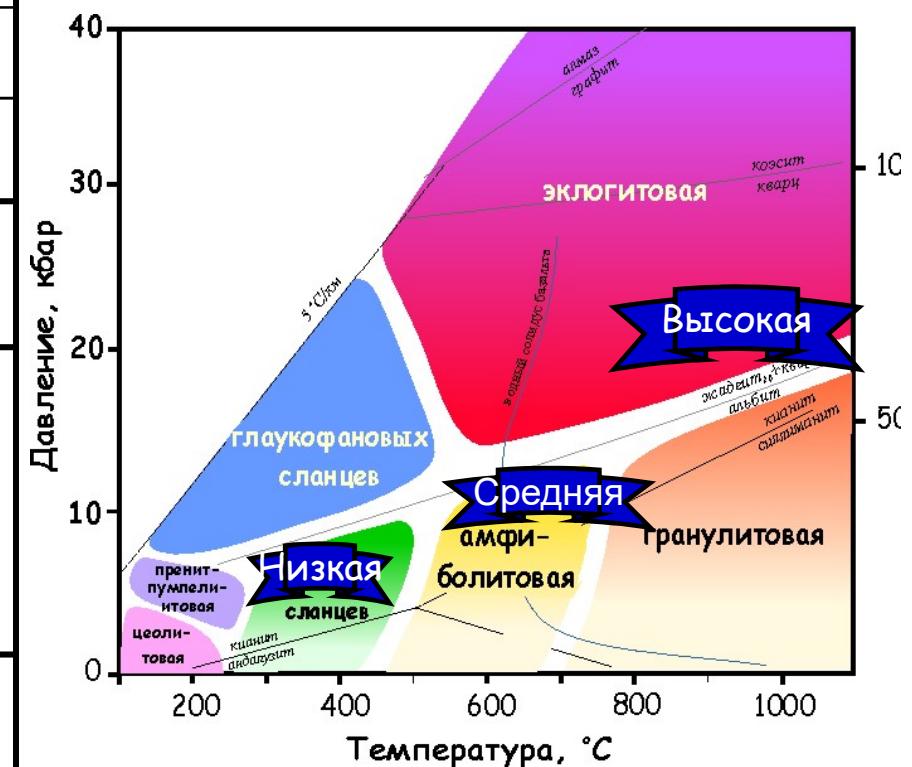
В зависимости от состава исходных пород при региональном метаморфизме возникают определенные виды метаморфических пород, которые по мере возрастания температуры и давления претерпевают закономерные изменения состава, структуры и текстуры. При этом образуются характерные изохимические **ряды** пород, представляющих собой последовательные этапы преобразования исходной породы.

- Метапелиты
- Метабазиты
- Метакарбонаты
- Метаультрабазиты
- Метакремнистые пор.
- И т.д.



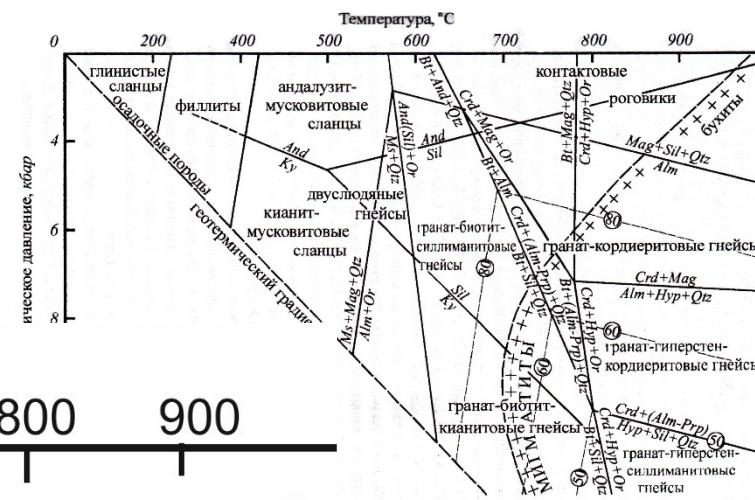
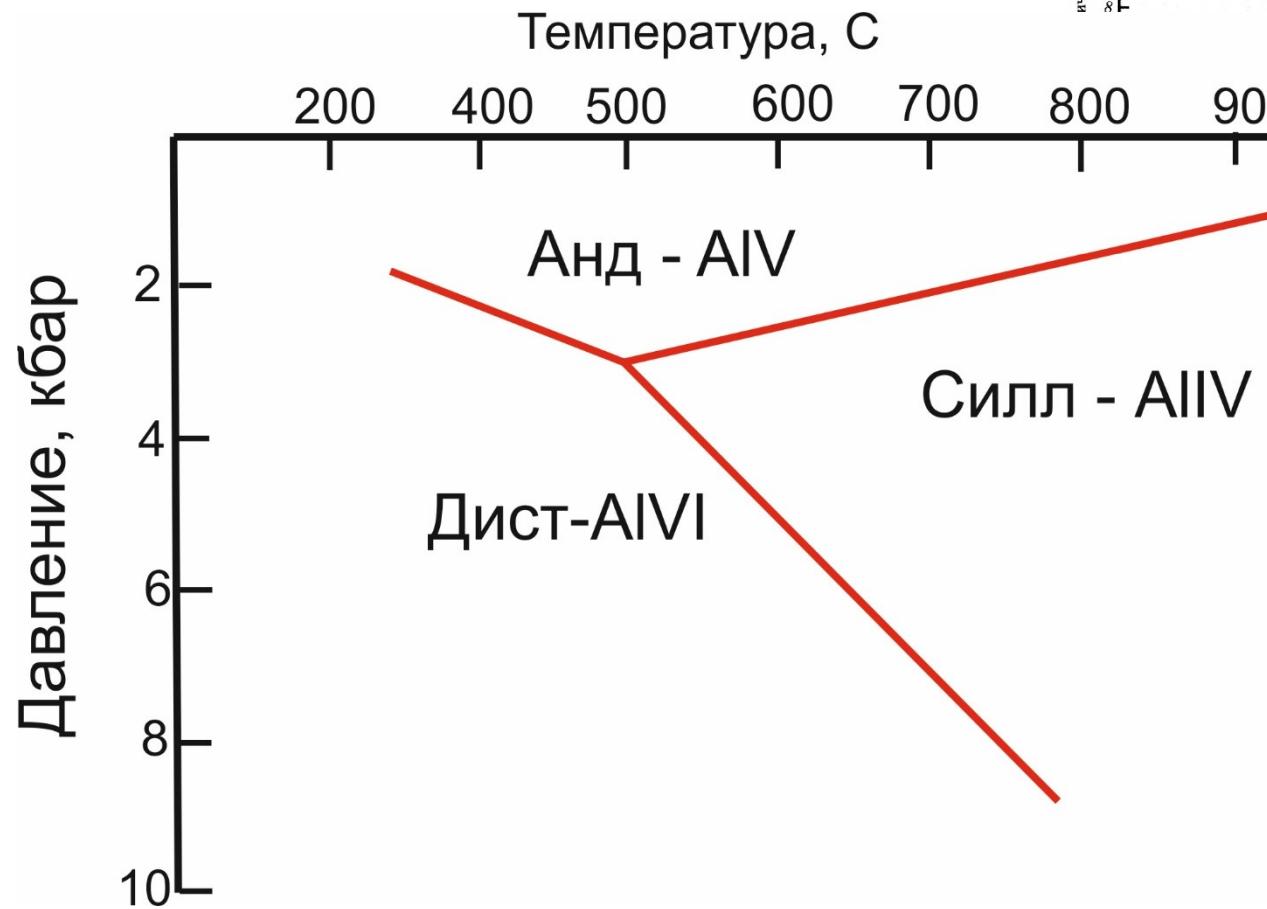
## 6. Типоморфные минералы - минералы, которые характерны(типовы) для определённых условий формирования (фация, ступень метаморфизма) метаморфических пород

СТУПЕНЬ МЕТАМОРФИЗМА		
низкая	средняя	высшая
серицит	мусковит	
хлорит	биотит	биотит
тальк	тальк	оливин
серпентин	серпентин	
актинолит-тремолит	роговая обманка	Моноклинный, ромбический пироксены, оливин
альбит-олигоклаз	андезин	лабрадор
ставролит	ставролит	
хлоритоид		



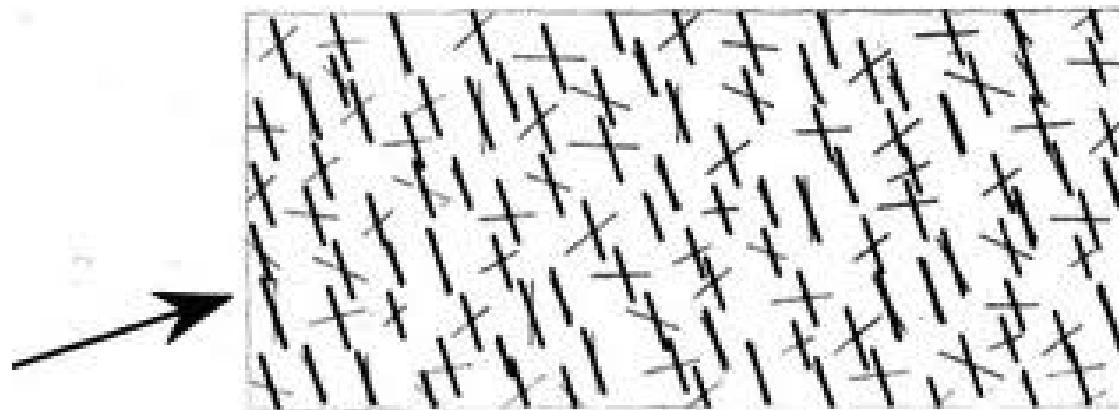
## 7 Полиморфные модификации — структурные разновидности одного и того же вещества.

# Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>



## 8. ТЕКСТУРЫ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

**Сланцеватая текстура**



Сланцеватость: под воздействием одностороннего давления чешуйчатые минералы ориентируются с образованием параллельной текстуры.

**Полосчатая текстура** - участки, различающиеся по структуре, минералогическому составу, крупности зерна или цвету, чередуются в виде более или менее тонких параллельных полос



## *Плойчатая текстура*

— когда под влиянием давления порода собрана в мелкие складки



*Гнейсовидная текстура* обусловлена параллельной ориентировкой таблитчатых или вытянутых зерен минералов при малом содержании чешуйчатых частиц, которые располагаются параллельно и обрамляют таблитчатые зерна



## **Пятнистая текстура**

— наличие в породе пятен, отличающихся по цвету, составу, устойчивости к выветриванию

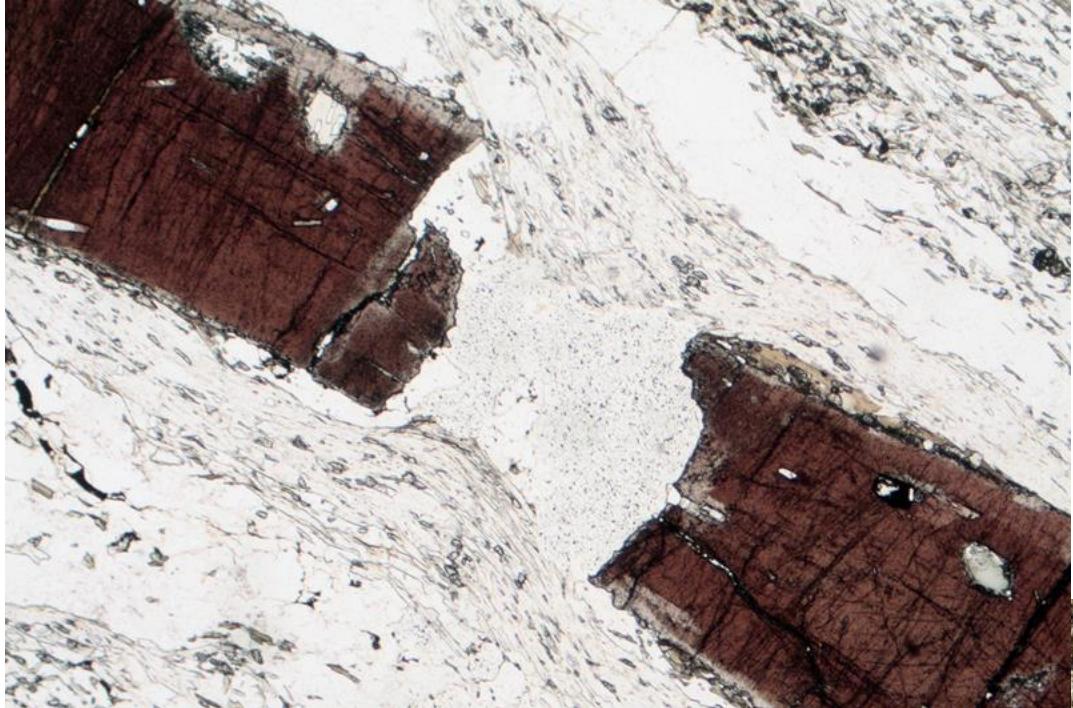


**Очковая текстура**  
характеризуется  
рассеянными в породе  
более крупными овальными  
зернами или агрегатами  
(«очками») на фоне  
сланцеватой и  
гнейсовидной основной  
ткани породы

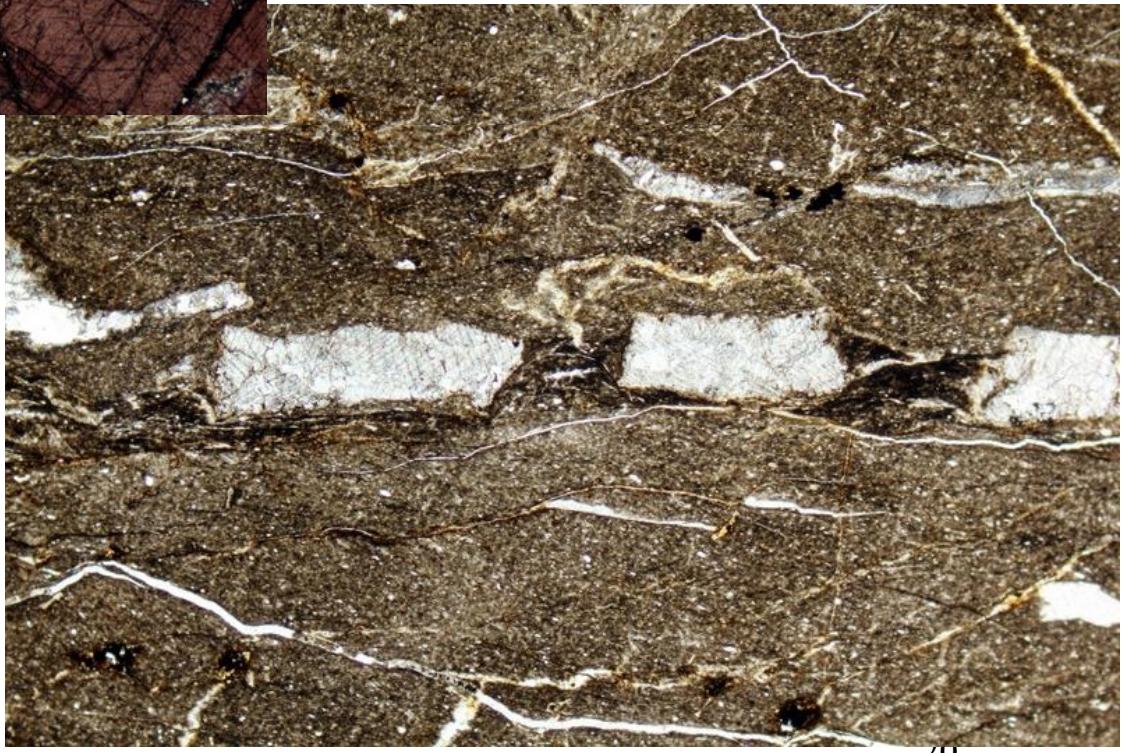


**Массивная (однородная) текстура**  
Определяется неориентированным  
расположением зерен и отсутствием  
ярко выраженной неоднородности





Будинаж

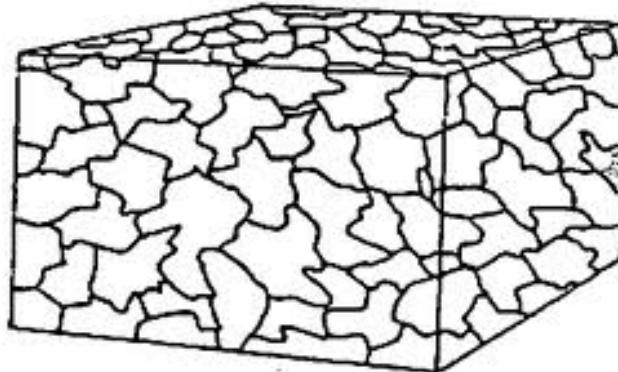


**9. Структуры метаморфических пород**  
возникают в процессе  
перекристаллизации в твёрдом состоянии,  
или *кристаллобластеза*.  
Такие структуры называют  
*кристаллобластовыми*.

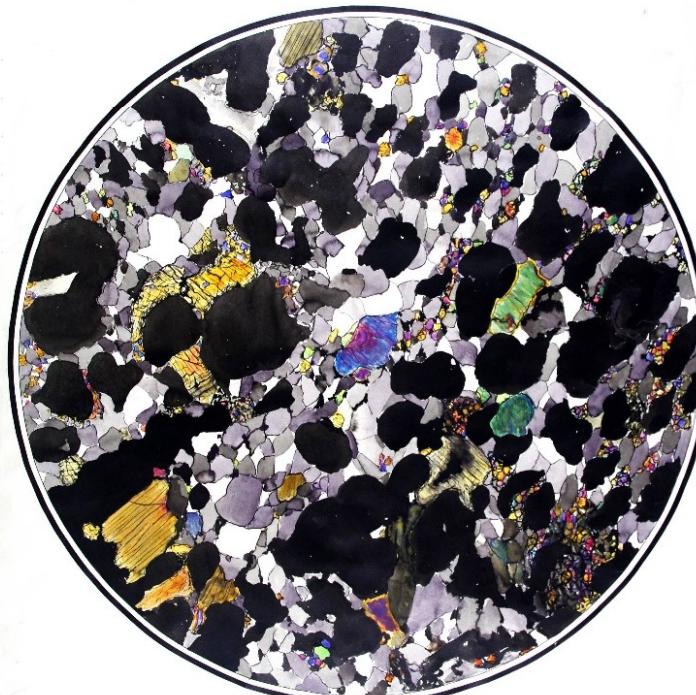
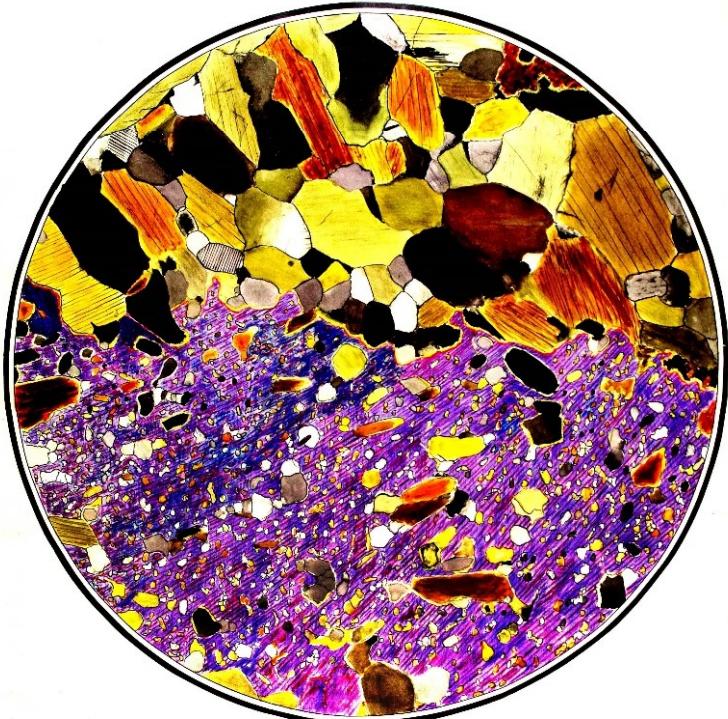
По форме зёрен различают структуры

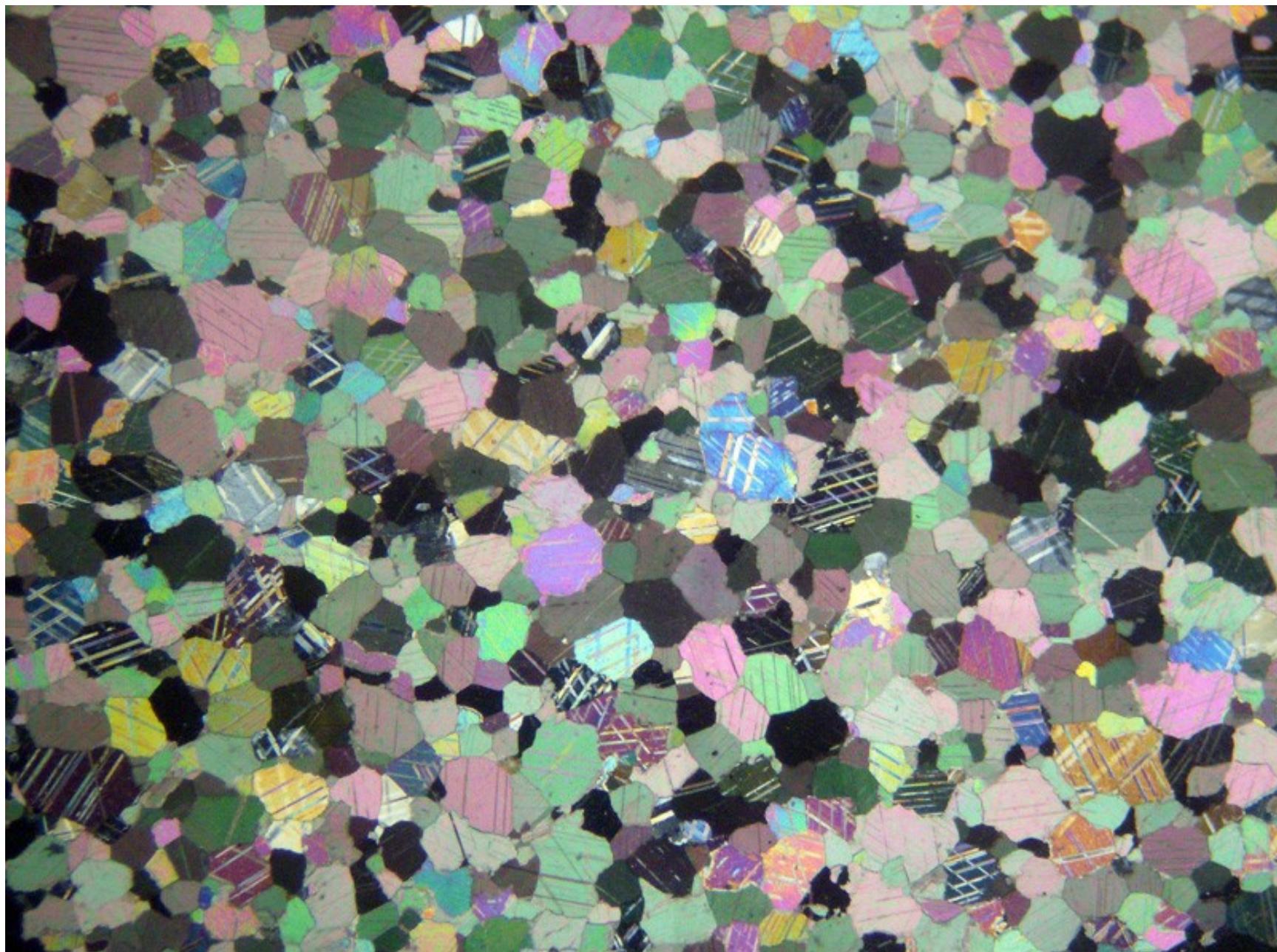
### гранобластовая

(агрегат изометрических зёрен)



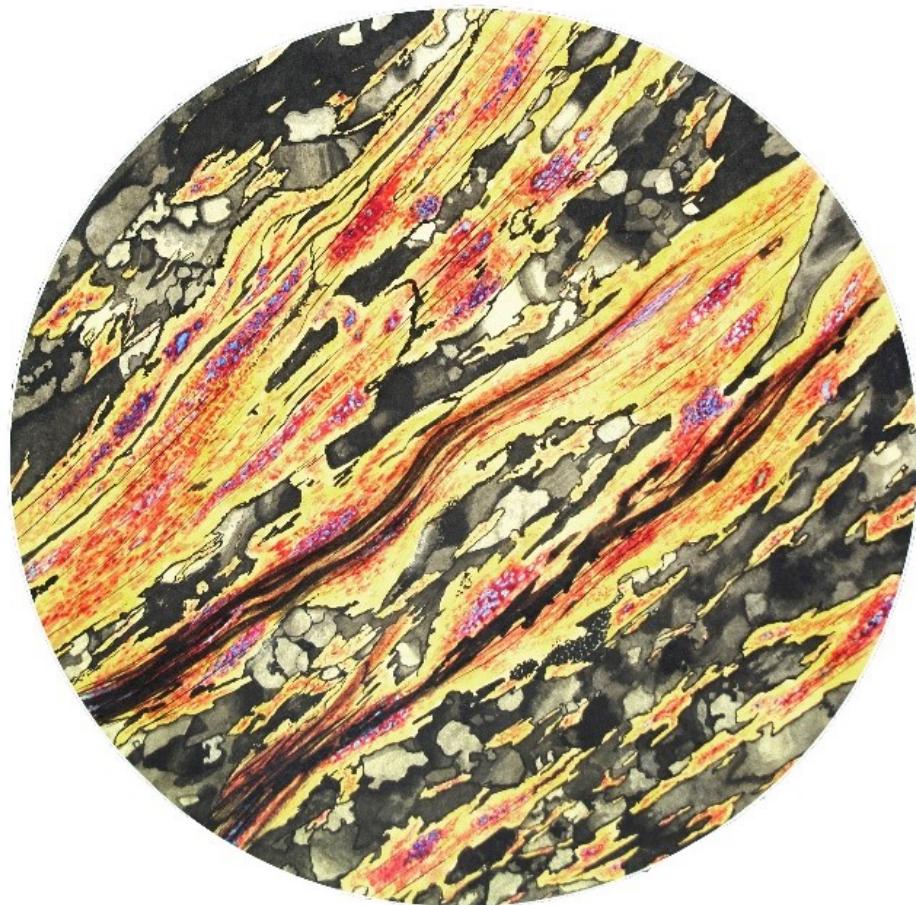
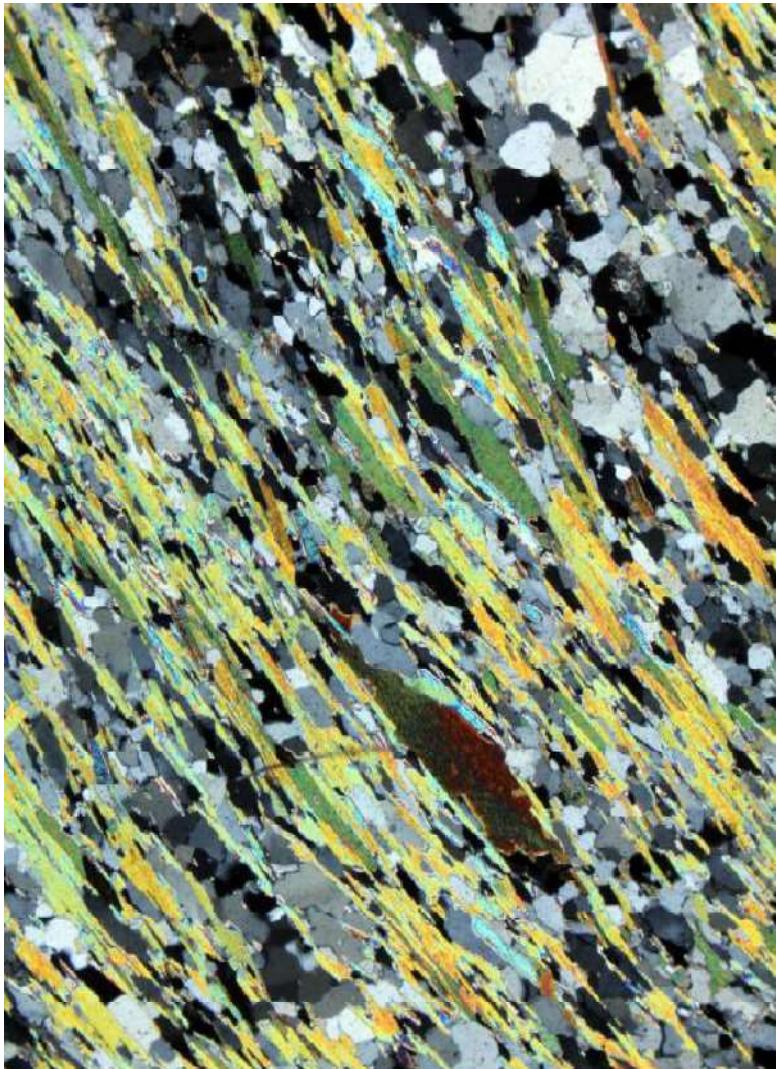
granoblastic texture

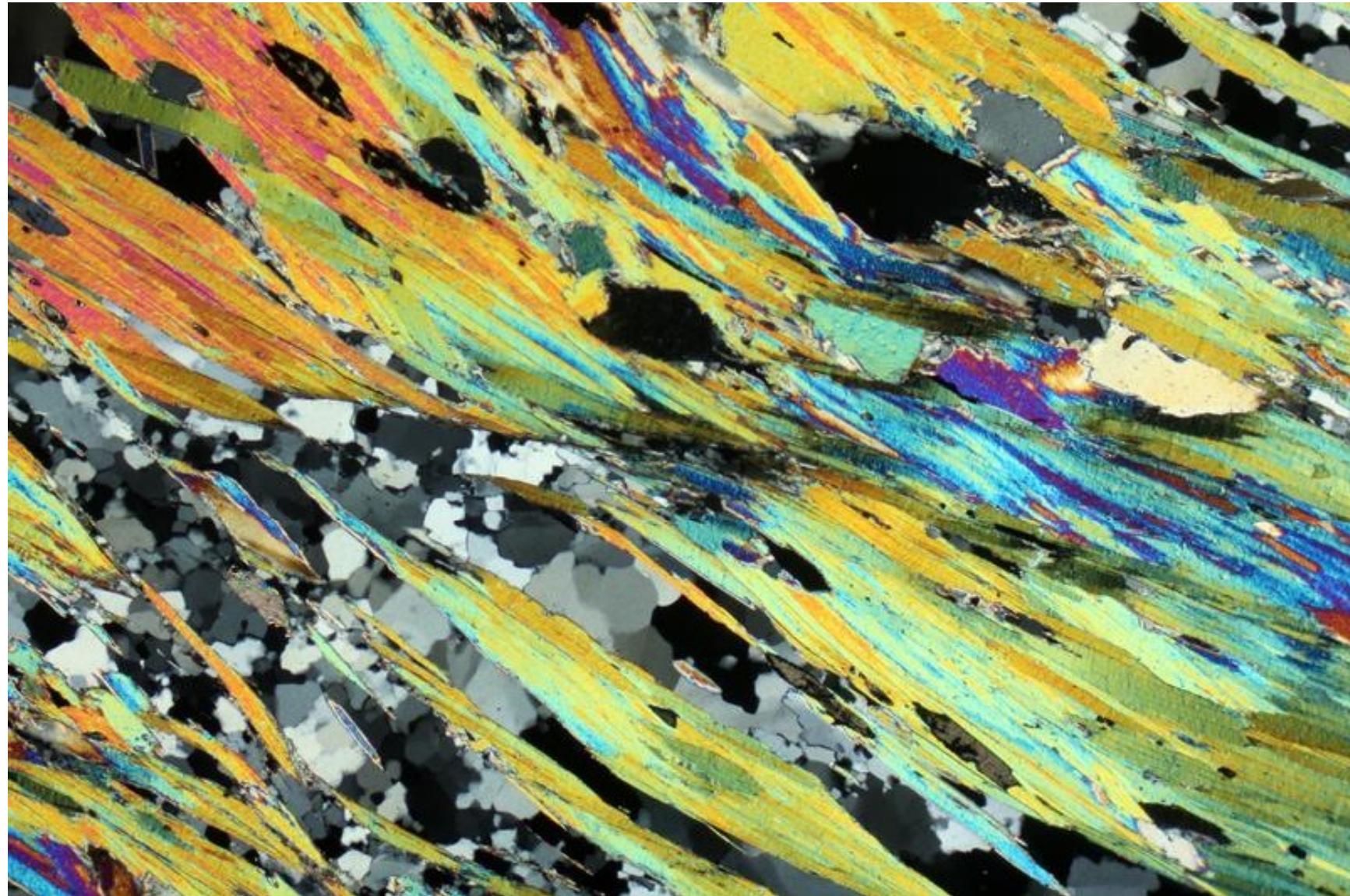




Гранобластовая структура

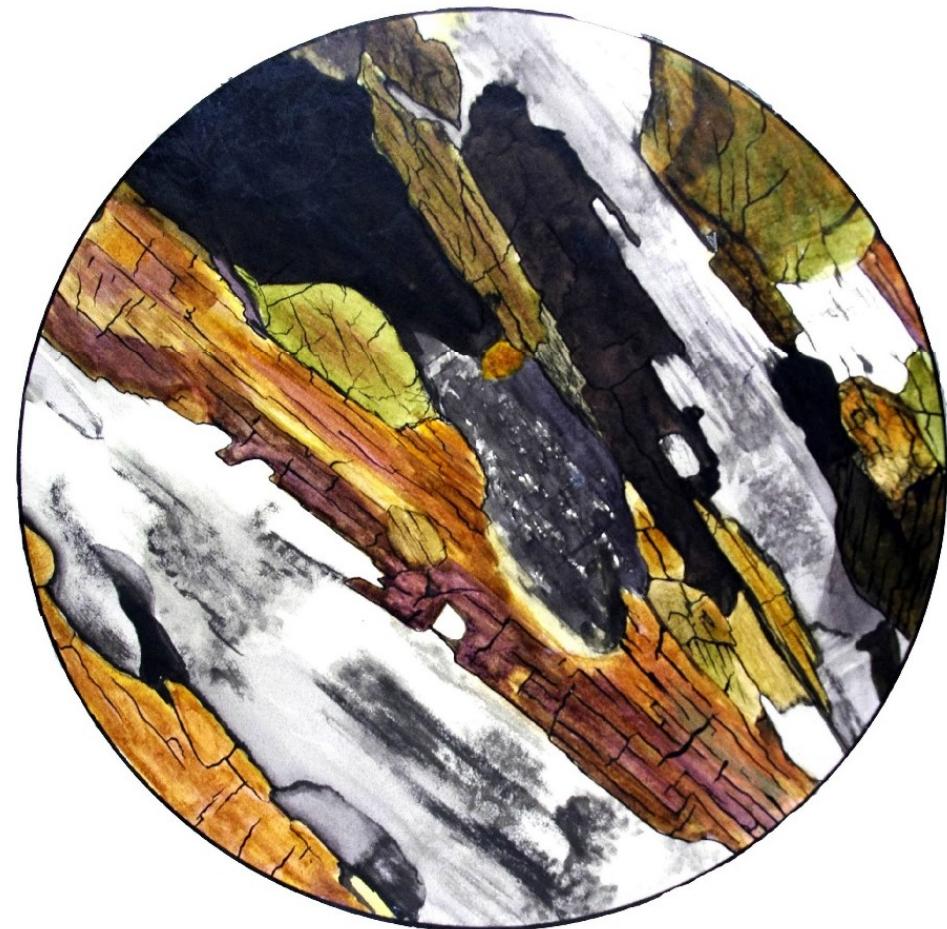
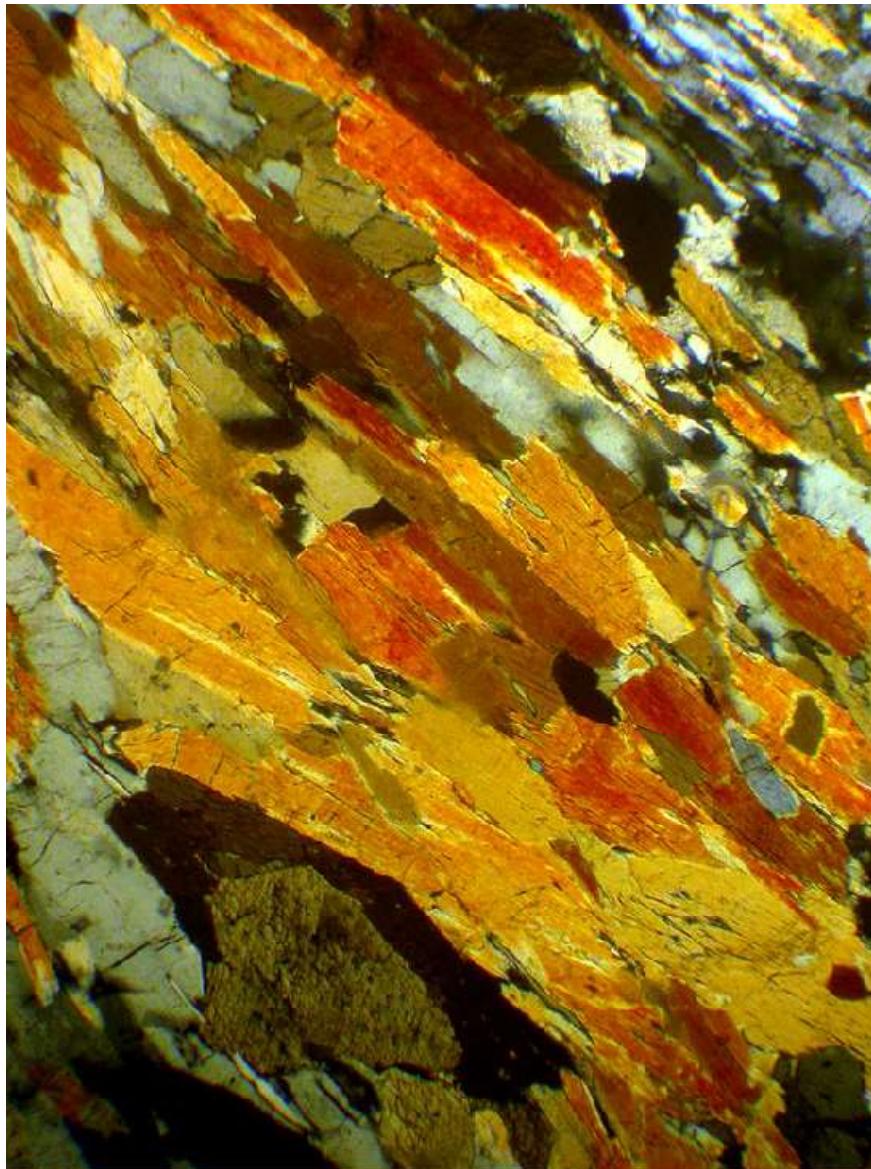
**лепидобластовая** (агрегат листоватых или чешуйчатых кристаллов);

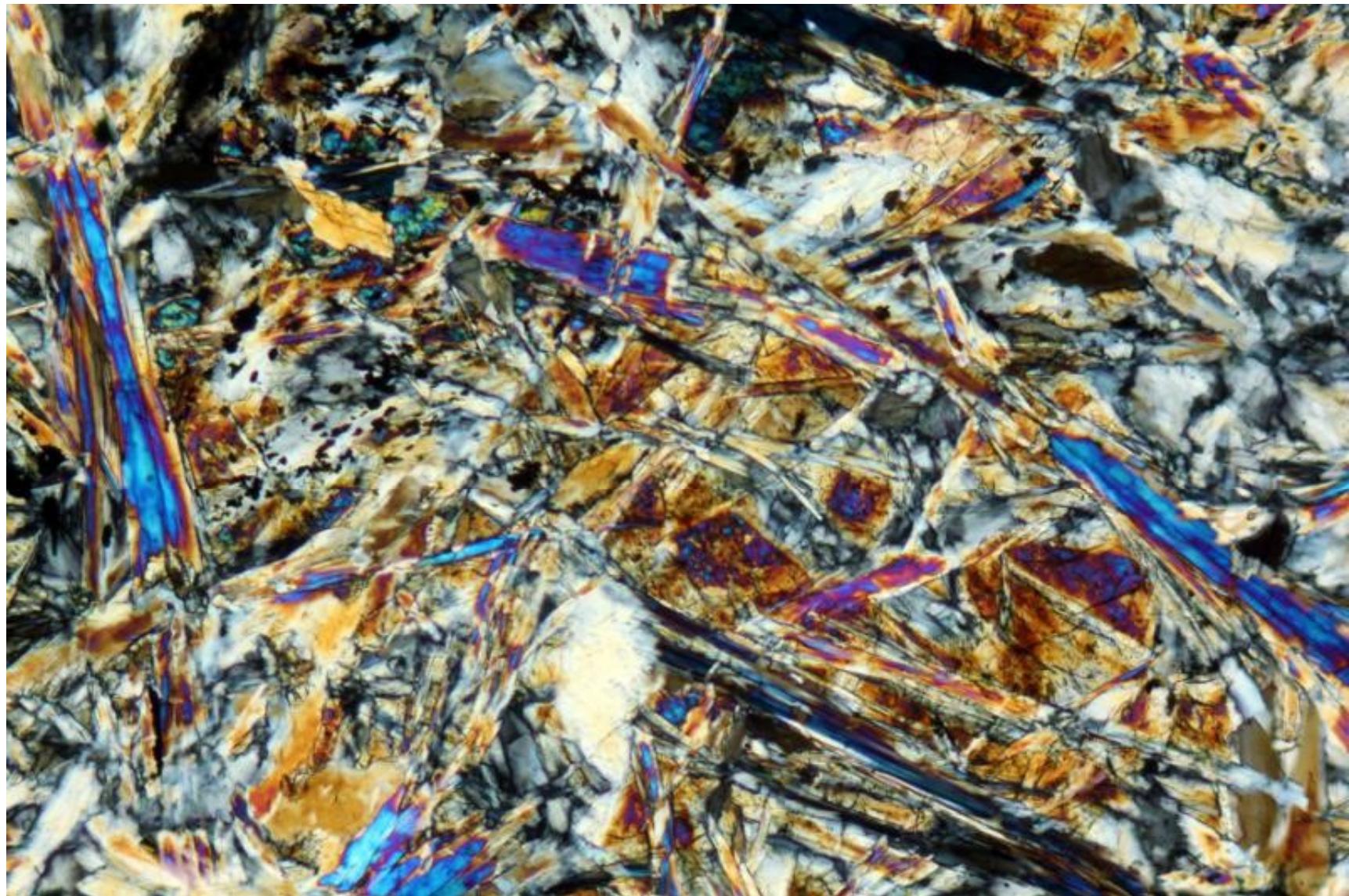




Лепидобластовая структура

**нематобластовая** (агрегат игольчатых или длиннопризматических кристаллов);





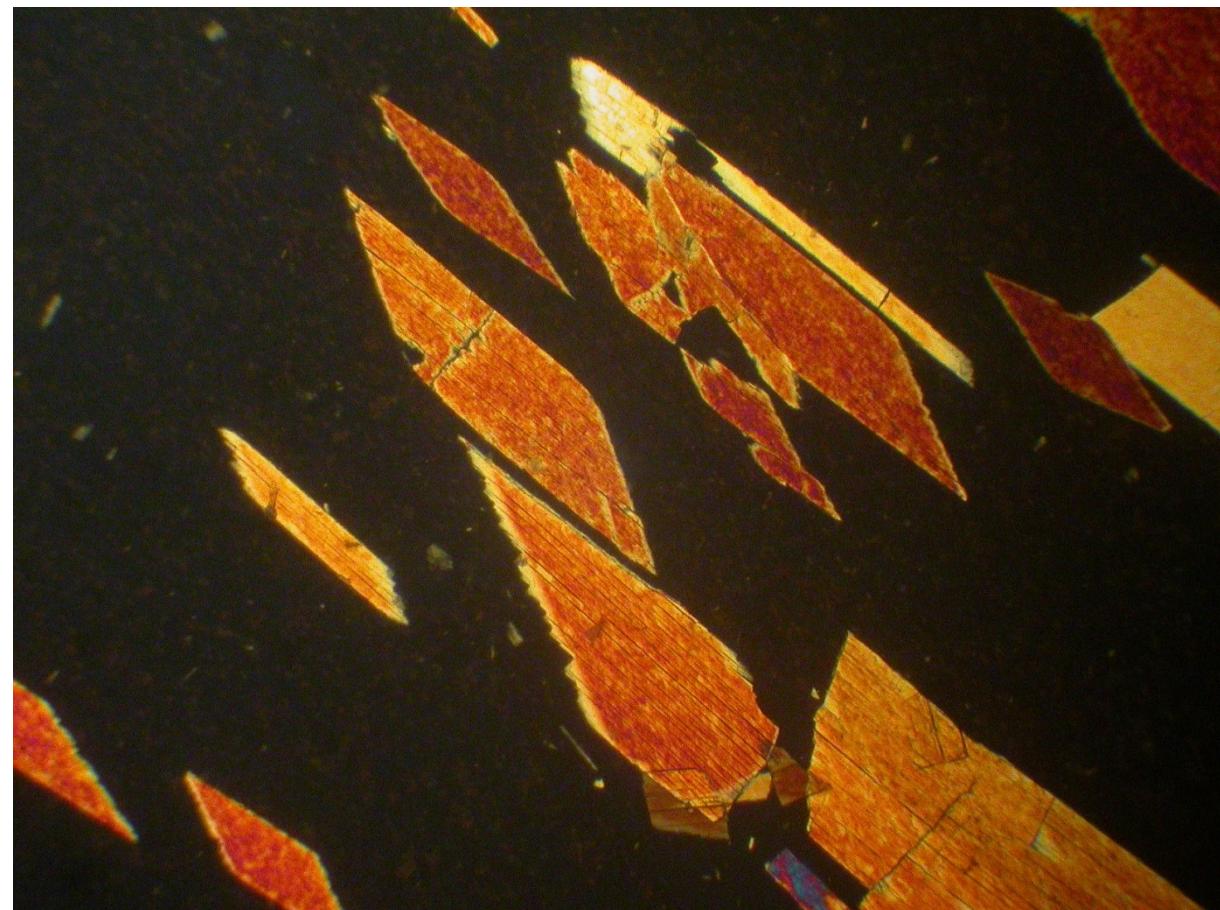
Нематобластовая структура

**фибробластовая** (агрегат волокнистых кристаллов).

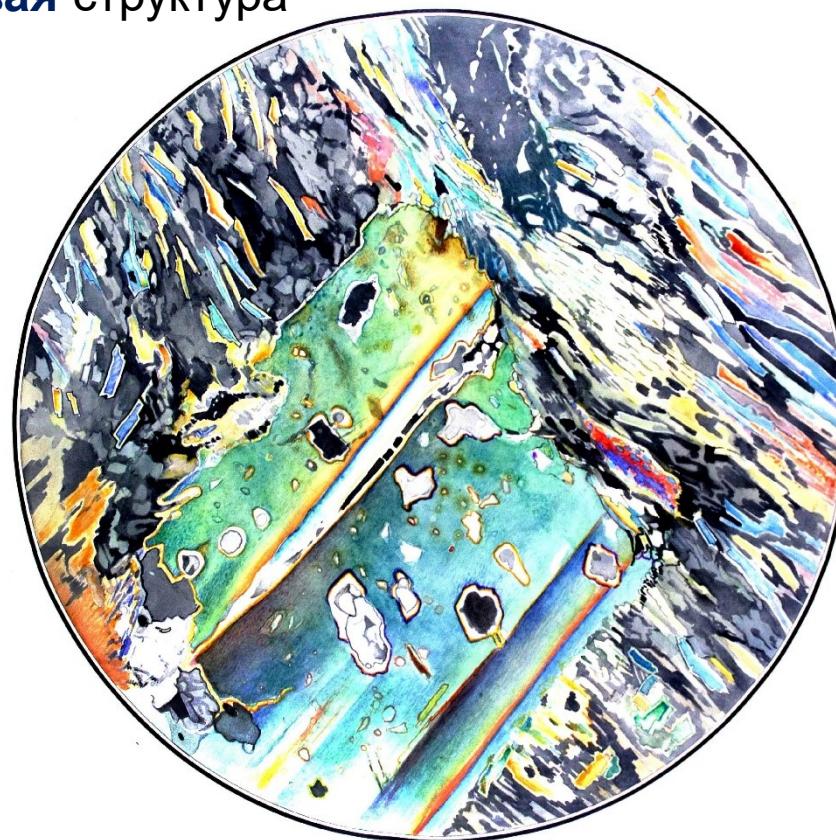
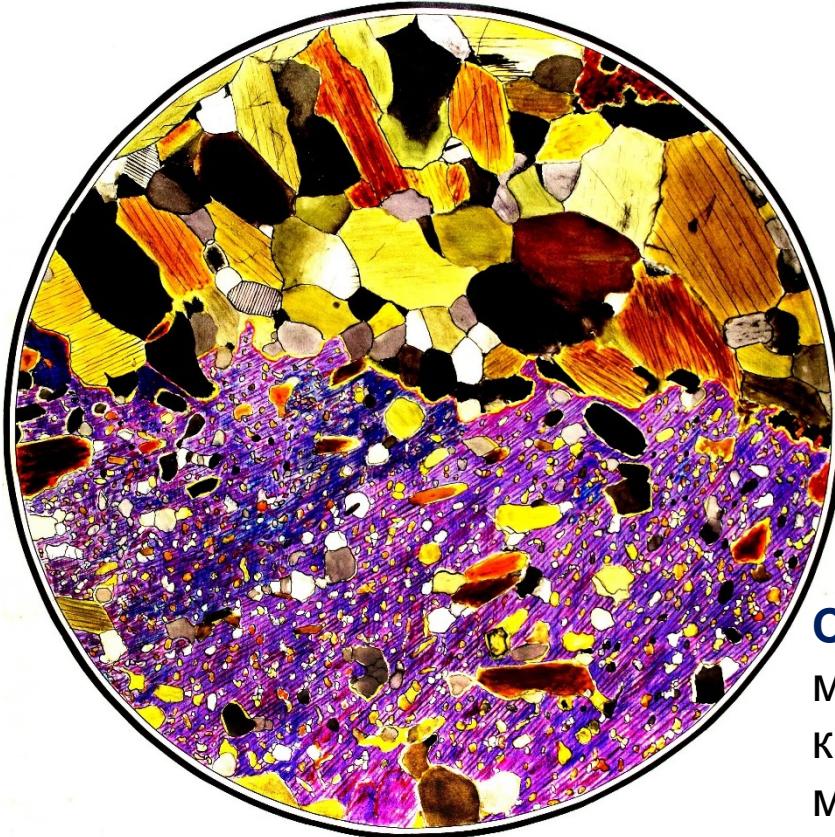


По *относительным размерам* различают структуры:

- **гомеобластовая** (агрегат зёрен одинакового размера);
- **гетеробластовая** (агрегат зёрен разных размеров);
- **порфиробластовая;**



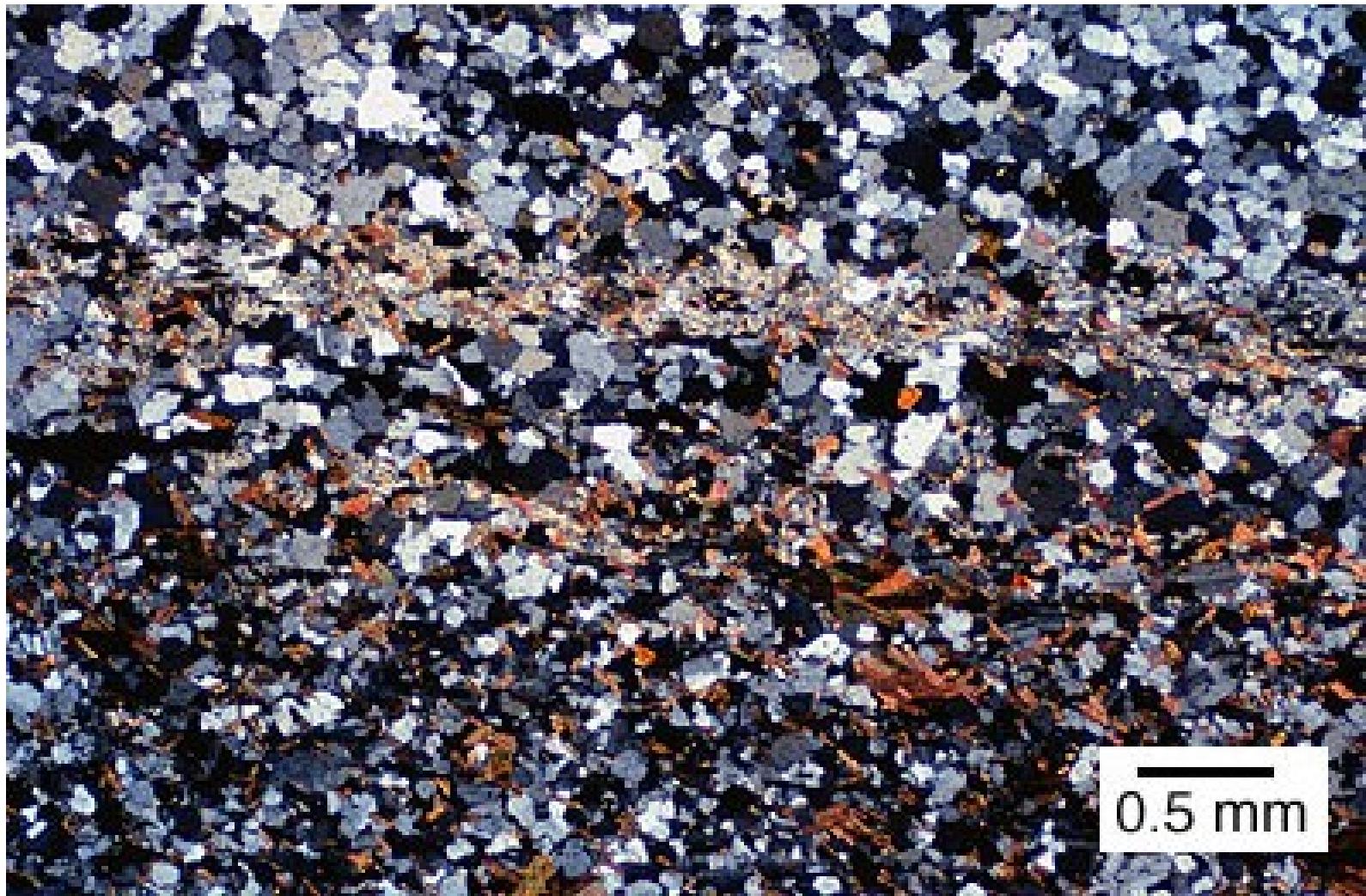
## Пойкилобластовая структура



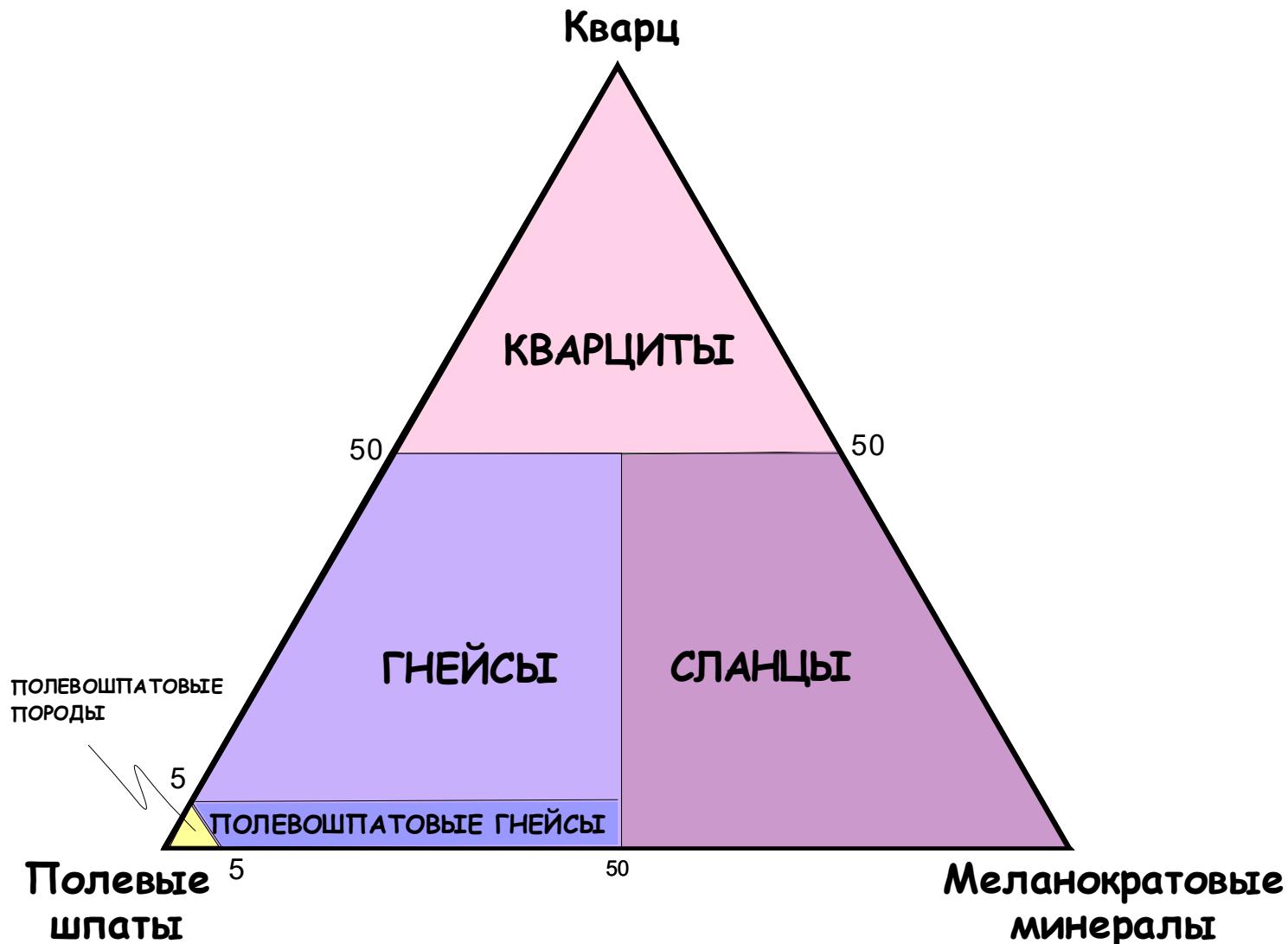
**Ситовидная** структура (обилие  
мелких вростков одного минерала в  
крупных кристаллах другого  
минерала)

## Роговиковая структура

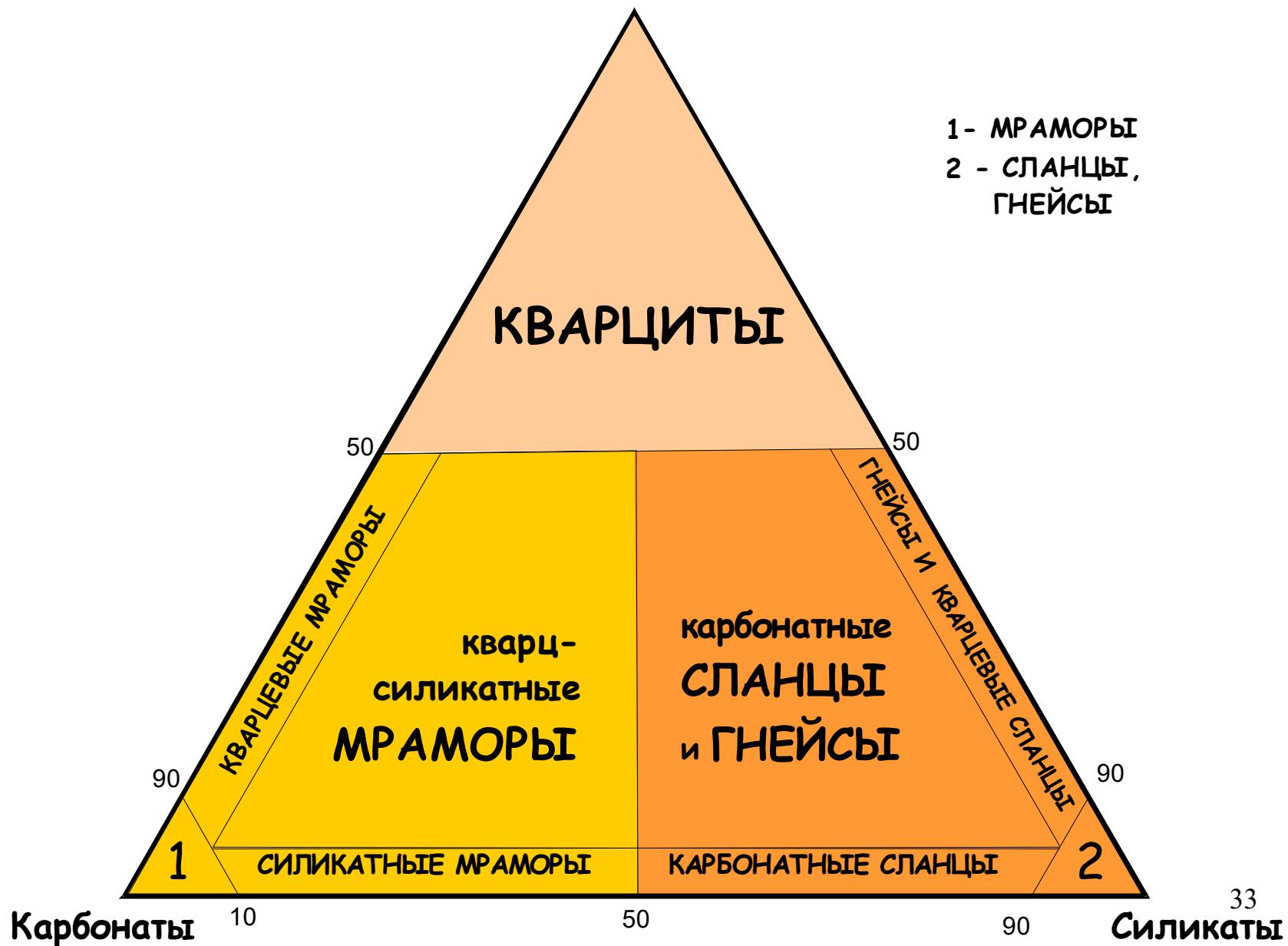
Структура, свойственная контактным роговикам. Мелкозернистая мозаичная структура, с простыми полигональными или зазубренными неправильными очертаниями зерен,



# Номенклатура силикатных пород



# Номенклатура карбонатно-силикатных пород



1. Значение приставок «**орт**о-» (породы, бывшие до метаморфизма магматическими) и «**пара**-» (породы осадочного происхождения)

2. Некоторые традиционные названия пород:

**Филлит** – метаморфическая порода, состоящая главным образом из мелких чешуек серицита или хлорита и характеризующаяся тонкой сланцеватостью

**Амфиболит** – метаморфическая порода, состоящая из амфибала (роговой обманки) и плагиоклаза (андезина или лабрадора)

**Эклогит** – бесплагиоклазовая метаморфическая порода, состоящая из граната (пироп-альмандин) и клинопироксена (омфацита).

3. Представление о существовании классификации карбонатных пород:

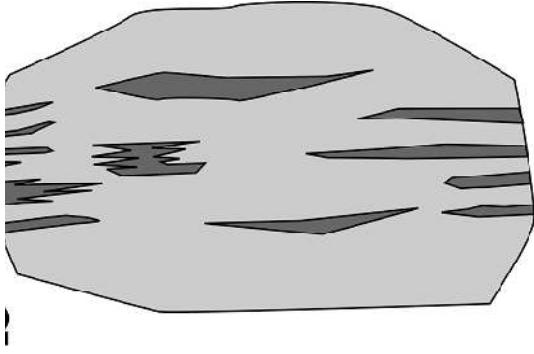
**Мраморы**

**Силикатные мраморы**

**(Кальцифиры)**

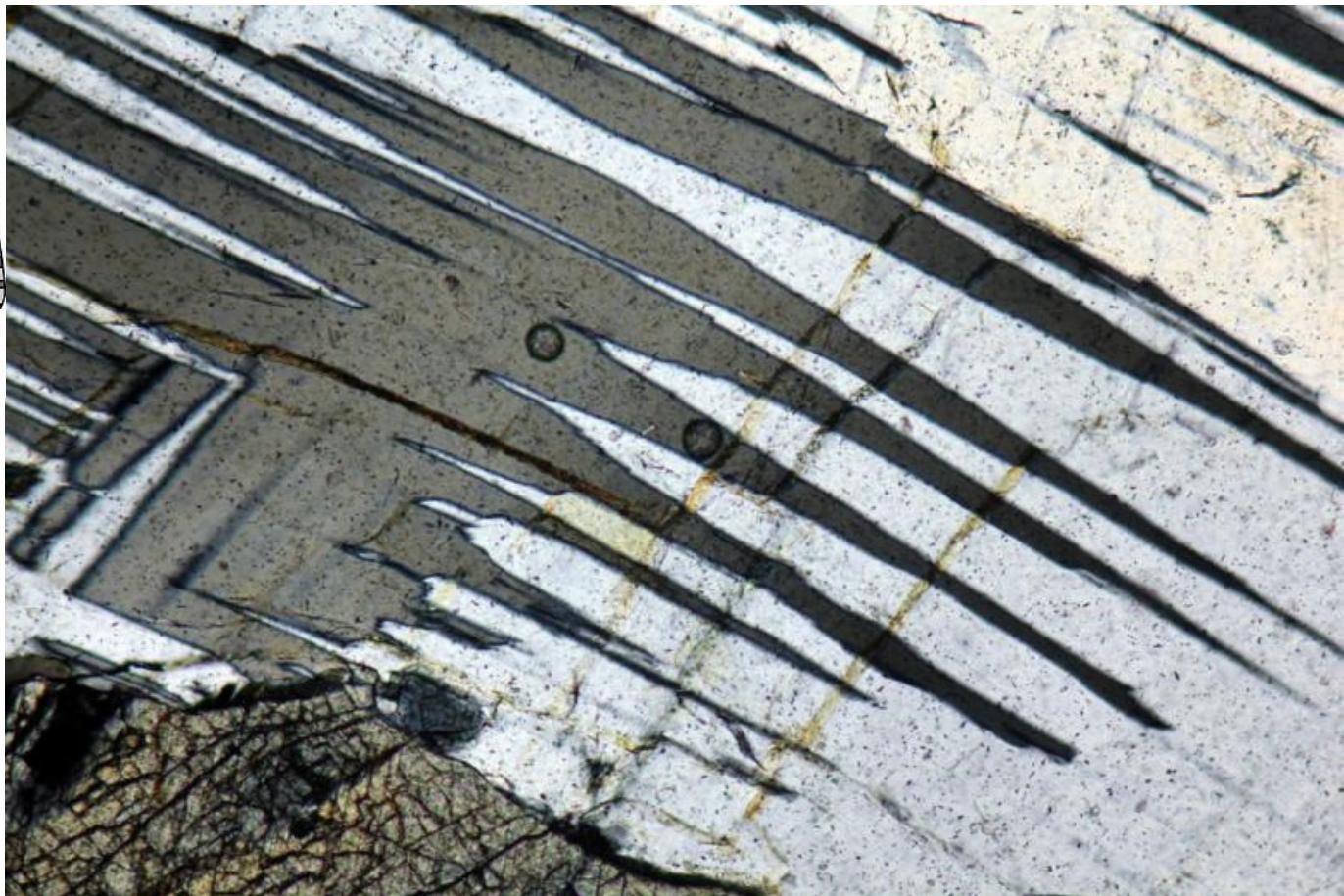
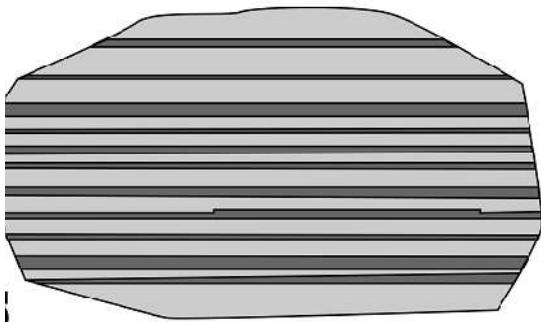
5. Представление о существовании классификации железистых кварцитов и гематитовых и магнетитовых руд

**Джеспилиты**



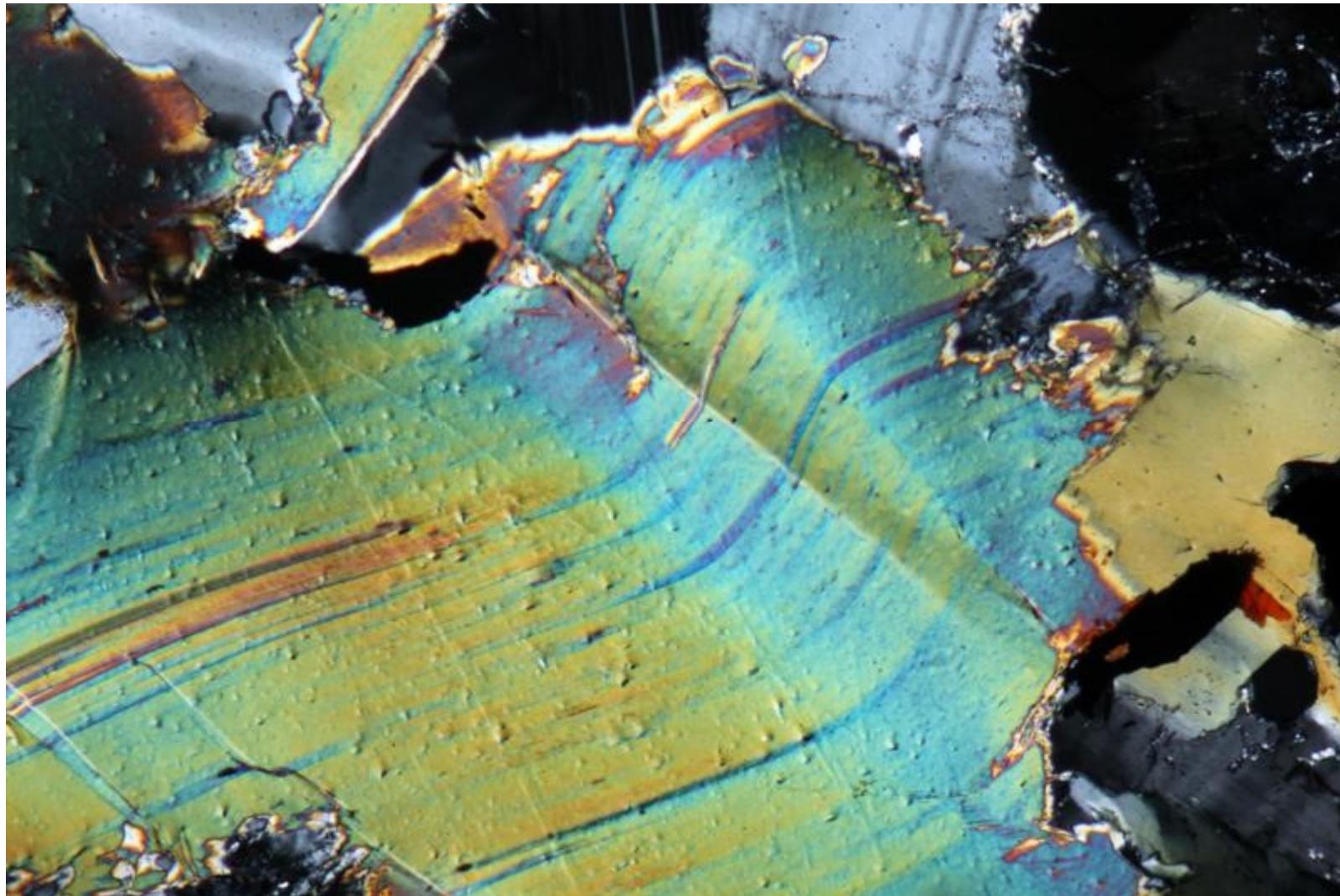
## Некоторые особенности метаморфических пород:

- Деформационные двойники в плагиоклазе



## Некоторые особенности метаморфических пород:

«Волнистое» погасание слюд



## Некоторые особенности метаморфических пород:

Блочное погасание кварца





