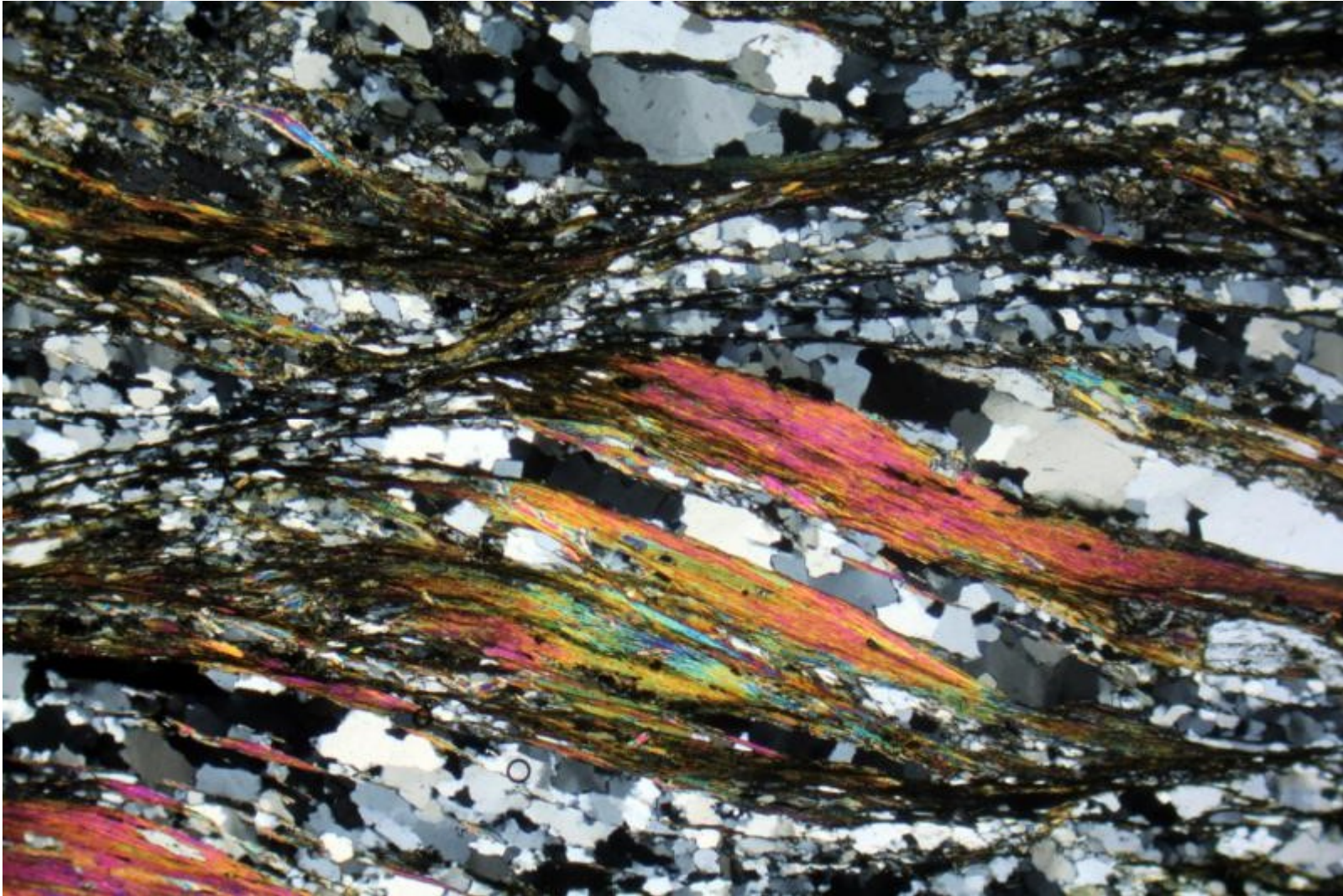


# МЕТАМОРФИЗМ



# **1. Метаморфизм и его особенности**

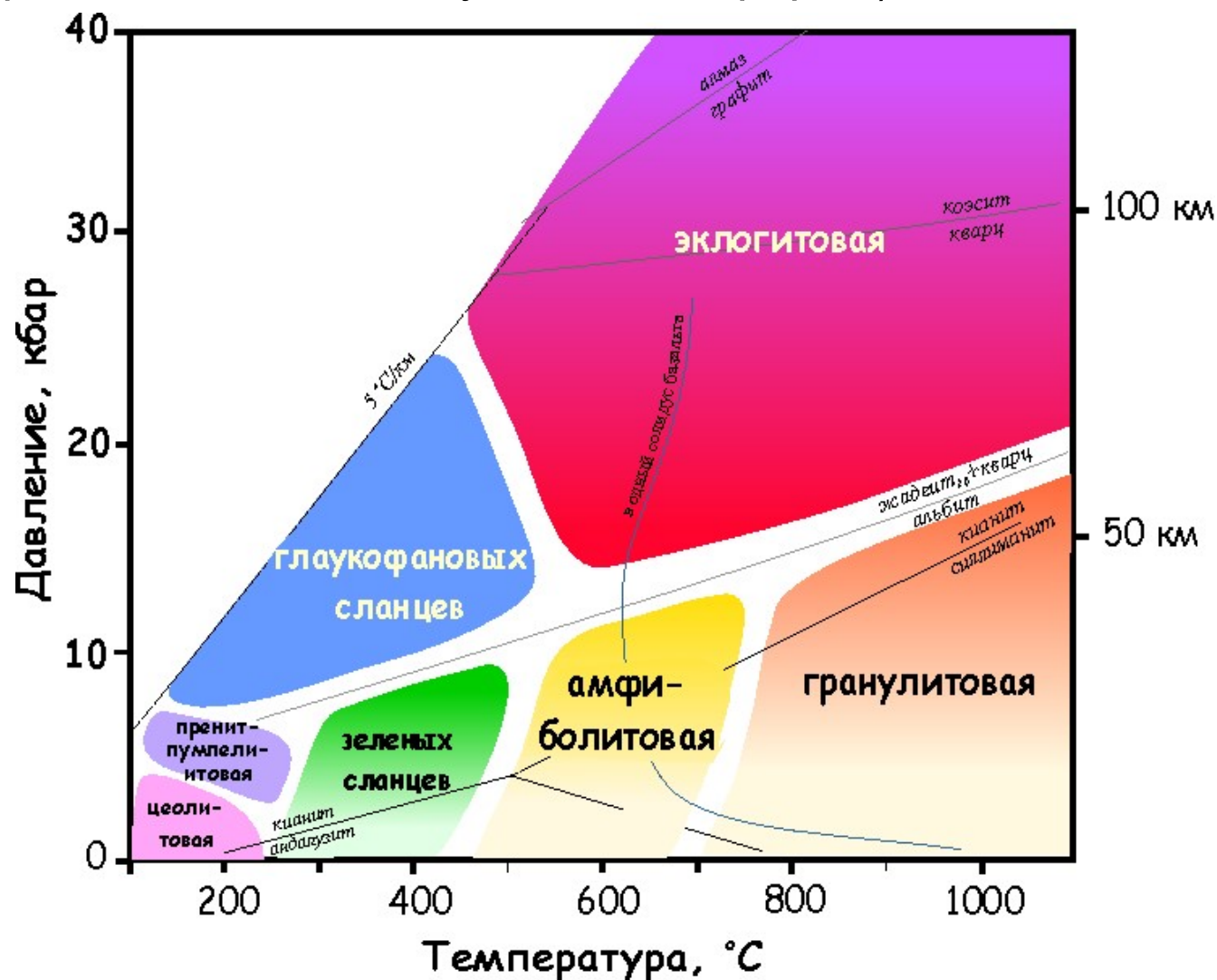
## **Метаморфический процесс**

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

## ОСОБЕННОСТИ

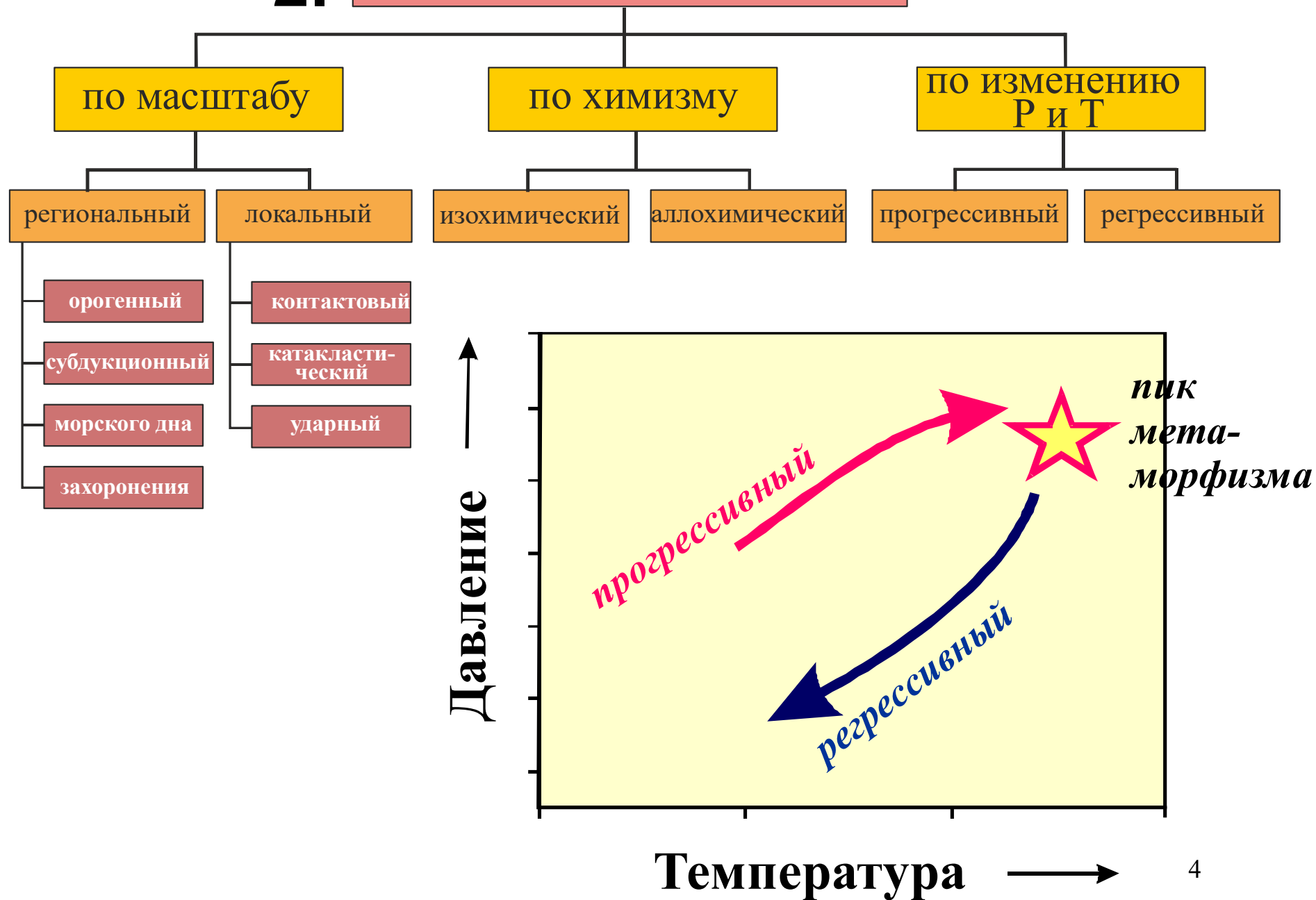
- Неравномерен в пространстве и времени
- Связан с зонами активных движений земной коры (Дн-Дон впадина 7 км – осадки, рифейские осадки на Русской платформе)

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



## 2.

## ТИПЫ МЕТАМОРФИЗМА



## 2. Типы метаморфизма по масштабу

Эндогенный (глубинные флюиды, T, P)		Экзогенный Космогенный (ударные волны, в астроблемах)
Региона- льный	Контактовый (локальный), Часто приразломный с наличием «оси» метаморфизма и метаморфической зональности	

### 3. Основные факторы метаморфизма:

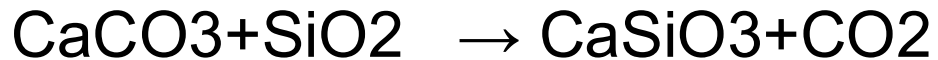
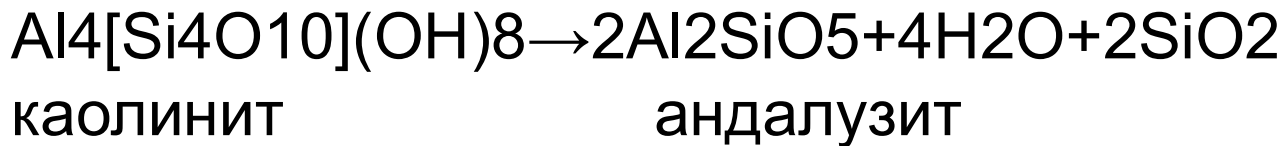
- **температура,**
- **давление** - литостатическое (за счет вышележащих толщ),
- **химически активные вещества (флюиды).**



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

От 100 до 900-1200<sup>0</sup>C

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



**Р<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  $P_{\text{лит}} = P_{\text{фл}}$  - диагенез осадков

Если  $P_{\text{лит}} > P_{\text{фл}}$  - 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 газовой-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)

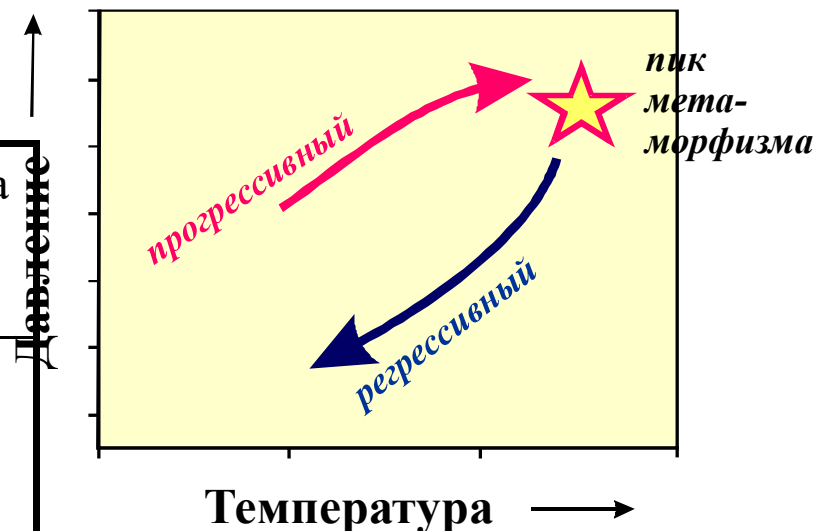
## **Р**стр – не является фактором метаморфизма

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

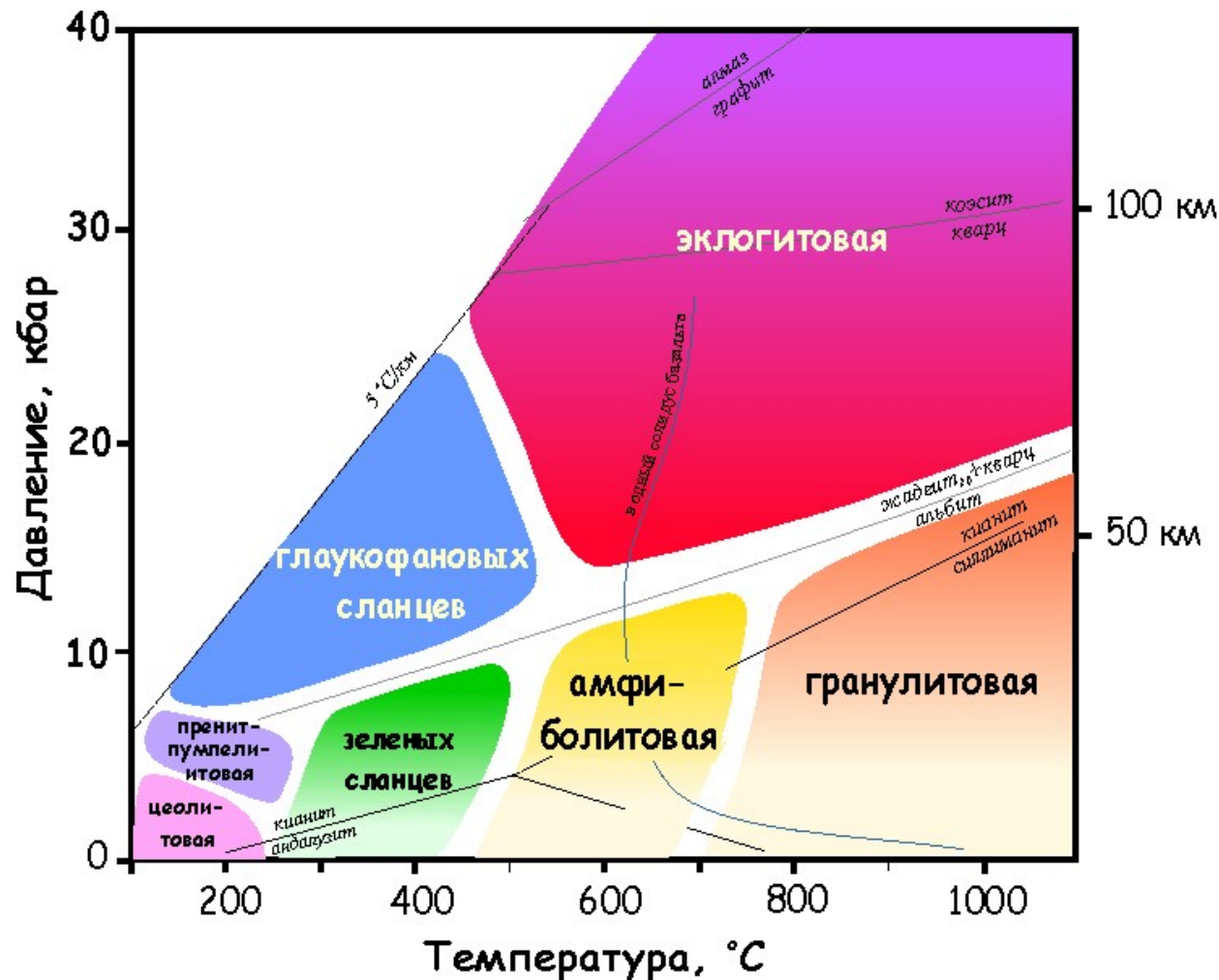
.  
Результатом такого одностороннего воздействия является изменение и упорядоченность ориентировки минералов в породе - своей длинной осью или плоскостью спайности они располагаются перпендикулярно направлению давления.

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

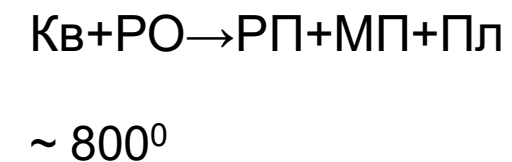
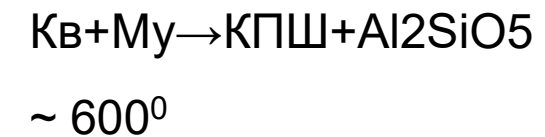
<b><u>Прогрессивный метаморфизм</u></b>	Давление и температура растут
<b><u>Регрессивным метаморфизм (ретроградный, диафторез, гидратация)</u></b>	Давление и температура падают
<b><u>Изохимический метаморфизм</u></b>	происходит без изменения исходного химического состава горной породы
<b><u>Аллохимический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



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



Границы фаций – реакции



Условность границ – почему??

## 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

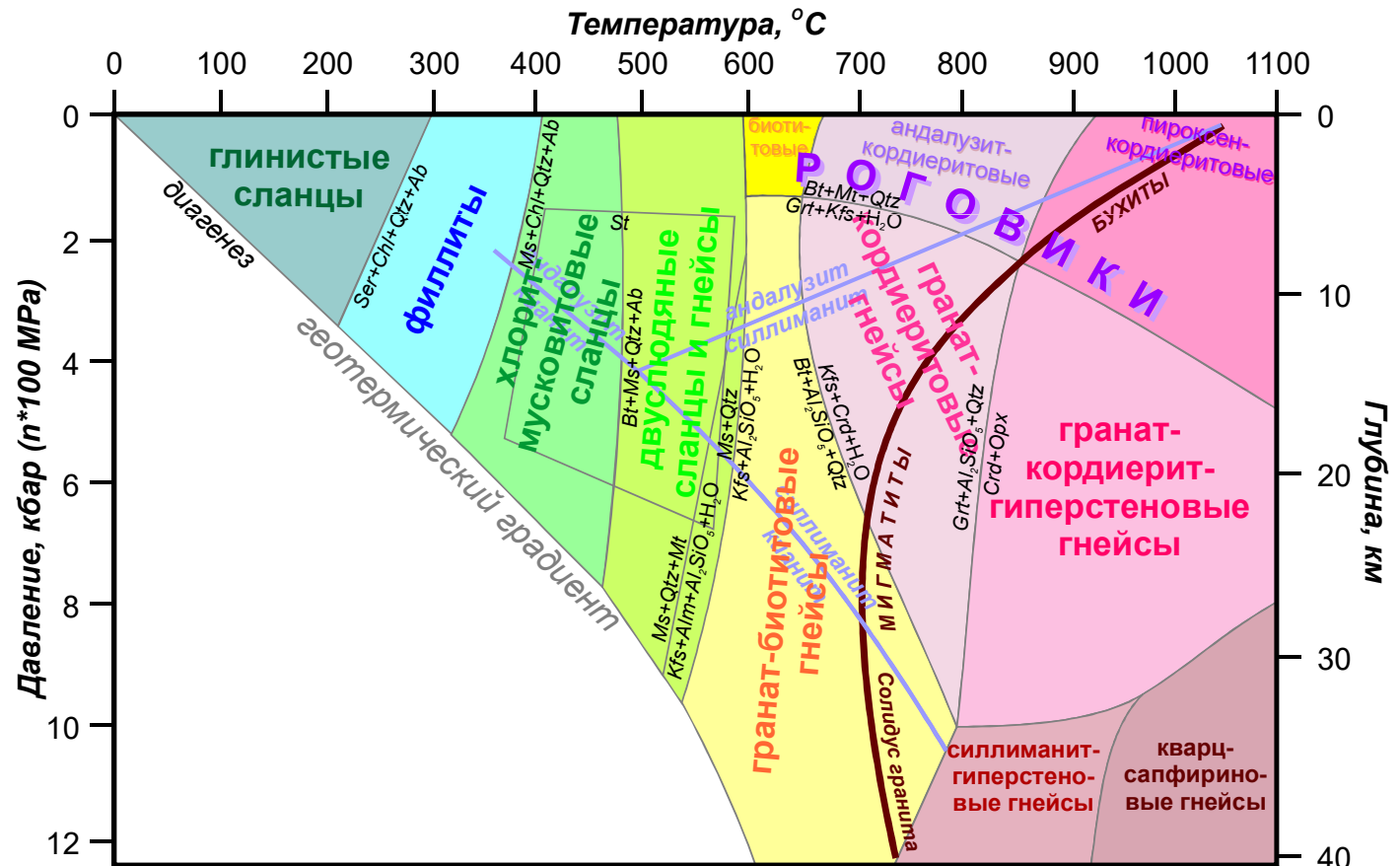
Метабазиты

Метакарбонаты

Метаультрабазиты

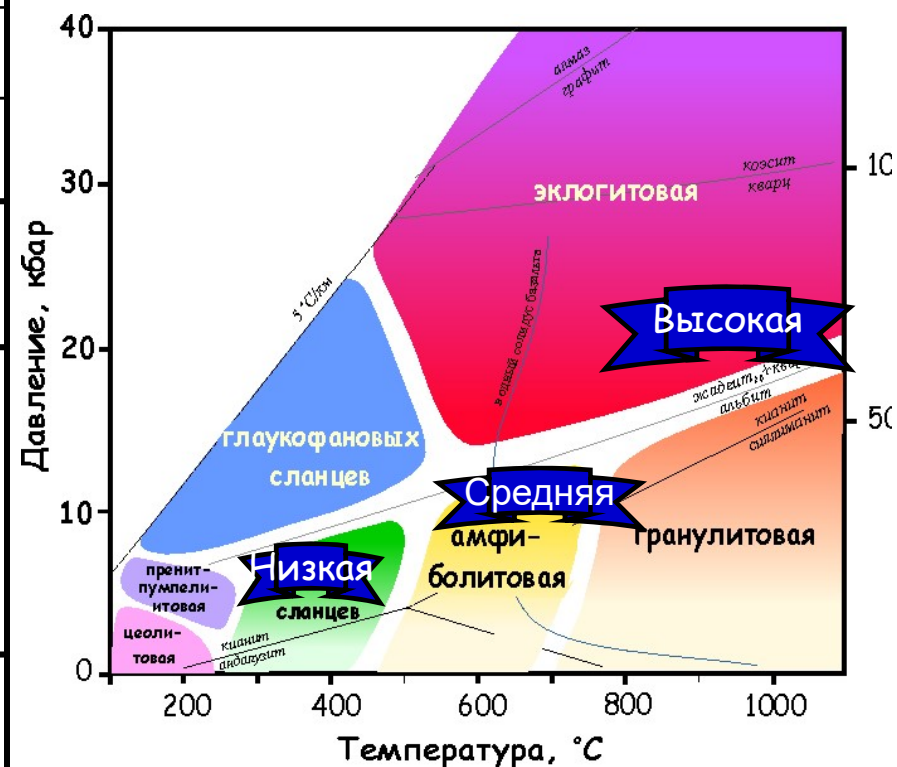
Метакремнистые пор.

И т.д.

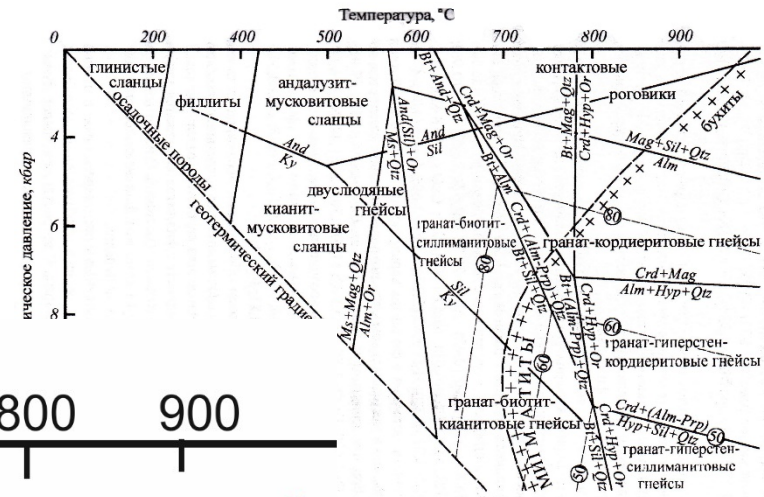
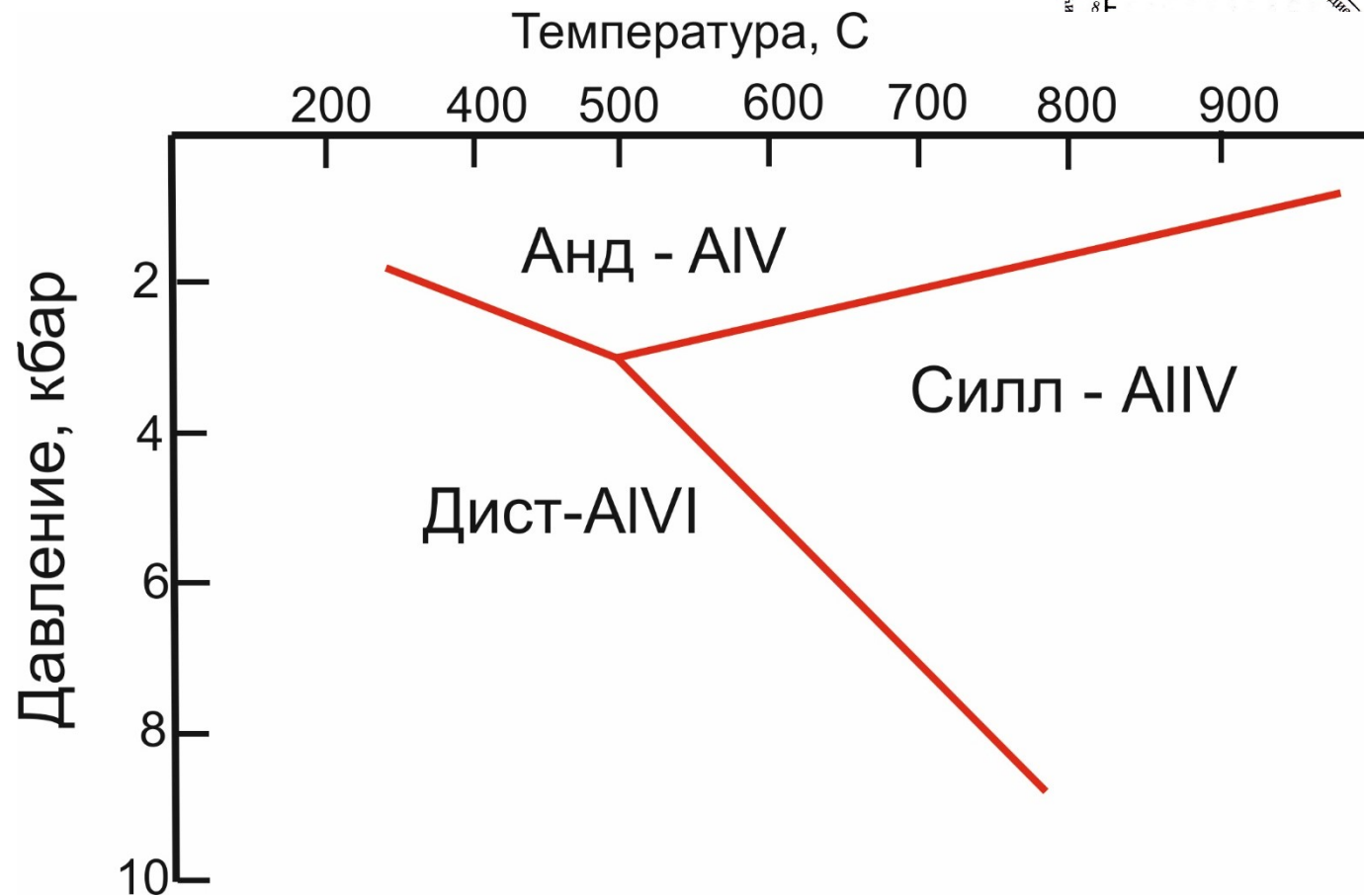


**6. Типоморфные минералы - минералы, которые характерны(типичны) для определённых условий формирования (фация, степень метаморфизма) метаморфических пород**

СТУПЕНЬ МЕТАМОРФИЗМА		
<i>низшая</i>	<i>средняя</i>	<i>высшая</i>
серицит	мусковит	
хлорит	биотит	биотит
тальк серпентин	тальк серпентин	оливин
актинолит-тремолит	роговая обманка	Моноклин-ный, ромбический пироксены, оливин
альбит-олигоклаз	андезин	лабрадор
ставролит	ставролит	
хлоритоид		



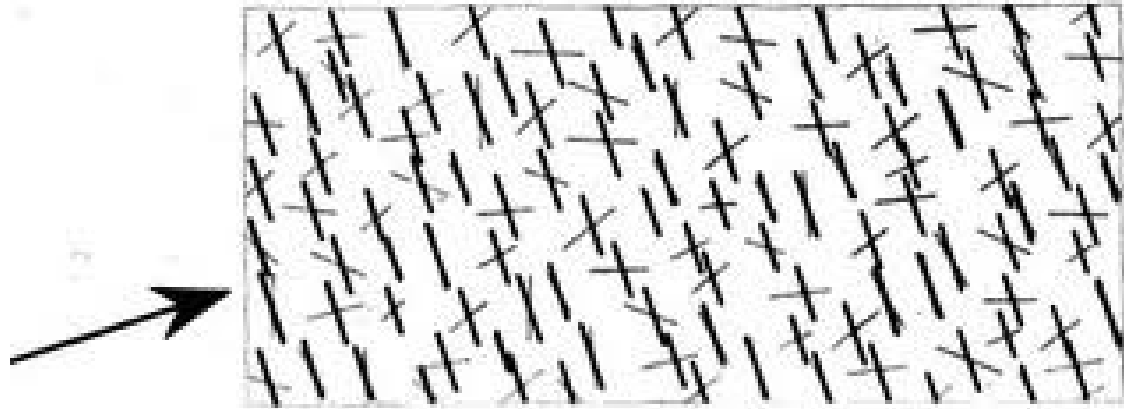
## 7 Полиморфные модификации — структурные разновидности одного и того же вещества.





## 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

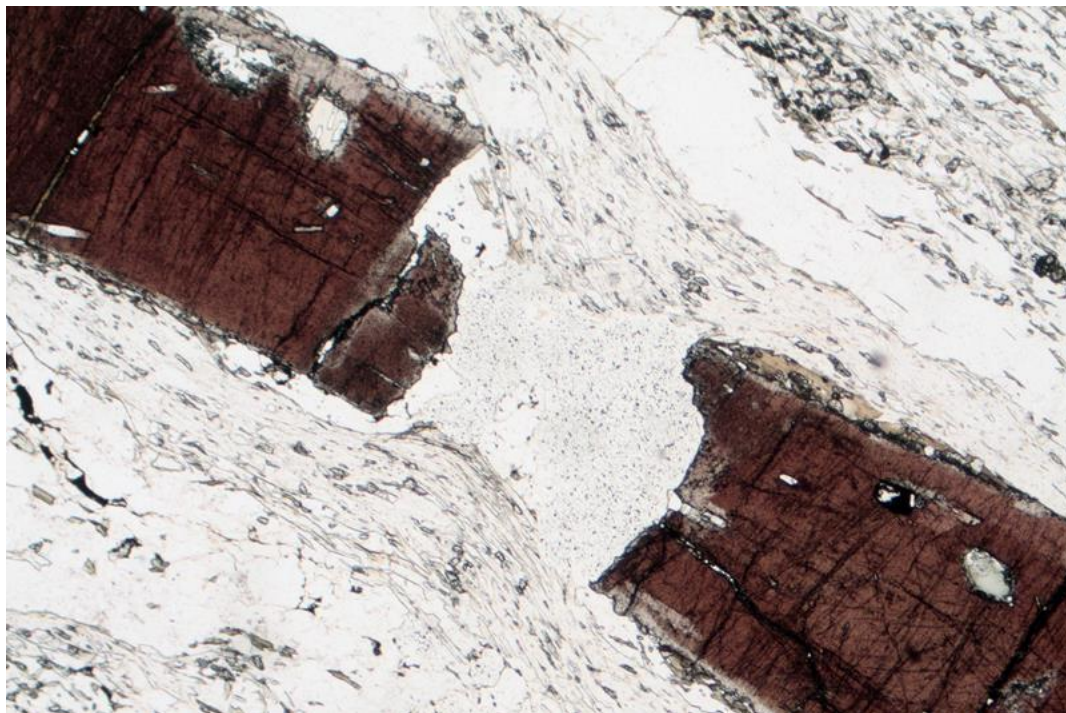


### ***Массивная (однородная) текстура***

Определяется неориентированным  
расположением зерен и отсутствием  
ярко выраженной неоднородности







**Будинаж**



## **9. Структуры метаморфических пород**

возникают в процессе

перекристаллизации в твёрдом состоянии,  
или ***кристаллобласте́за***.

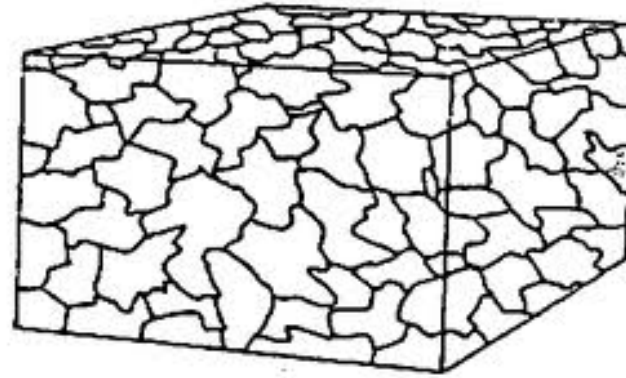
Такие структуры называют  
***кристаллобластовыми***.



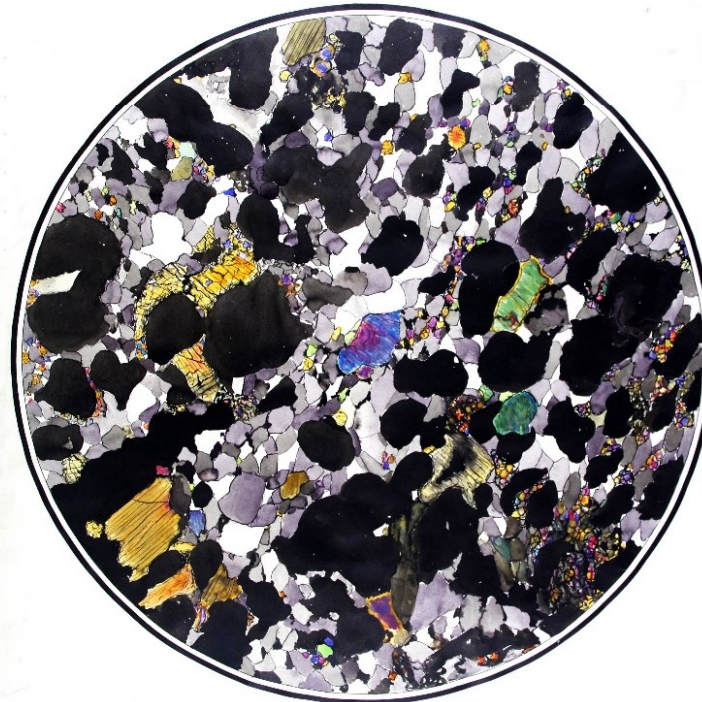
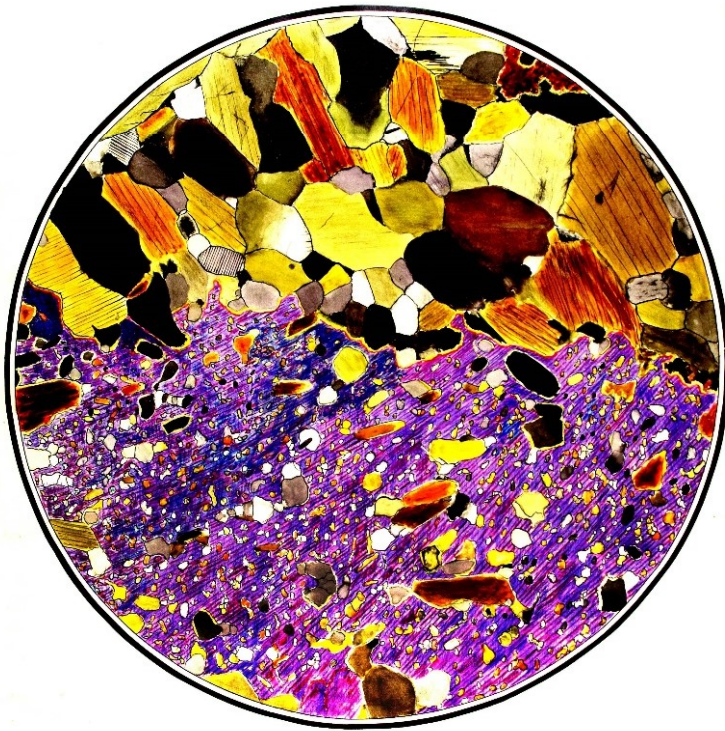
По форме зёрен различают структуры

**гранобластовая**

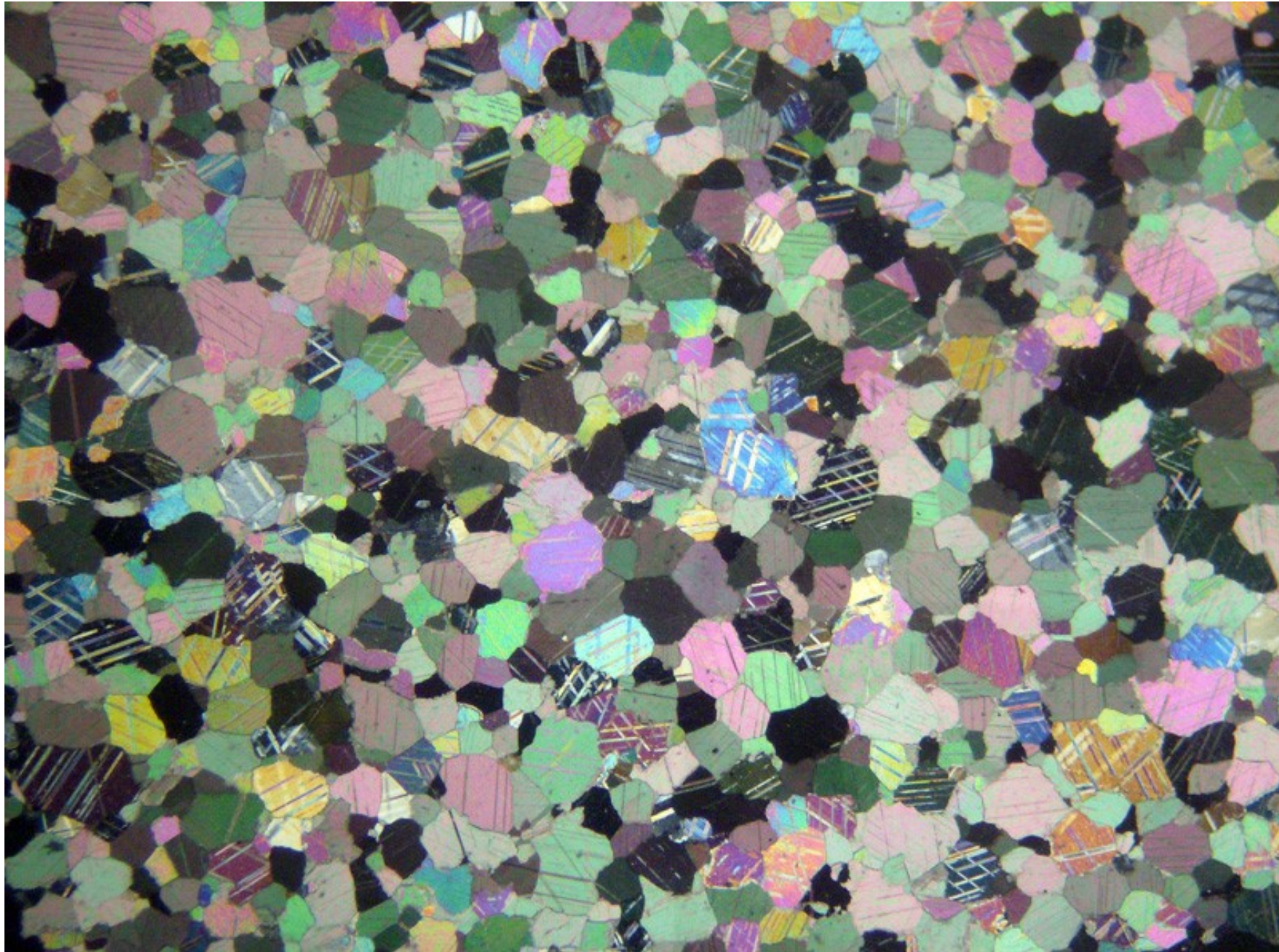
(агрегат изометрических зёрен)



granoblastic texture



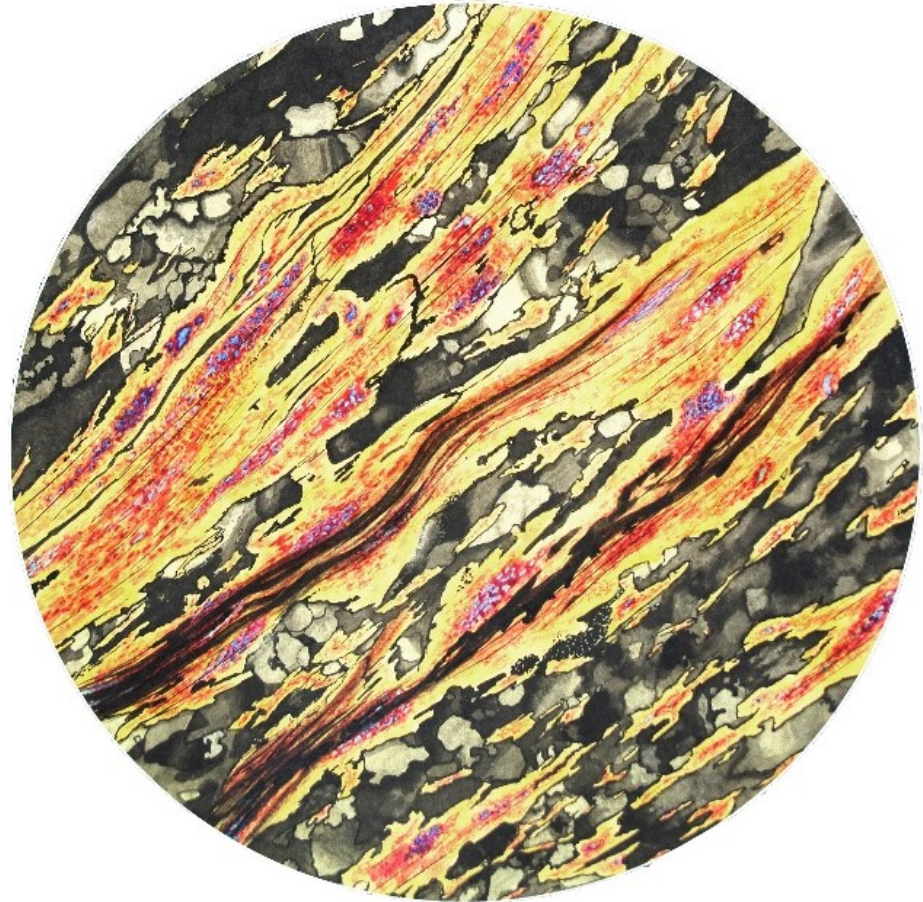
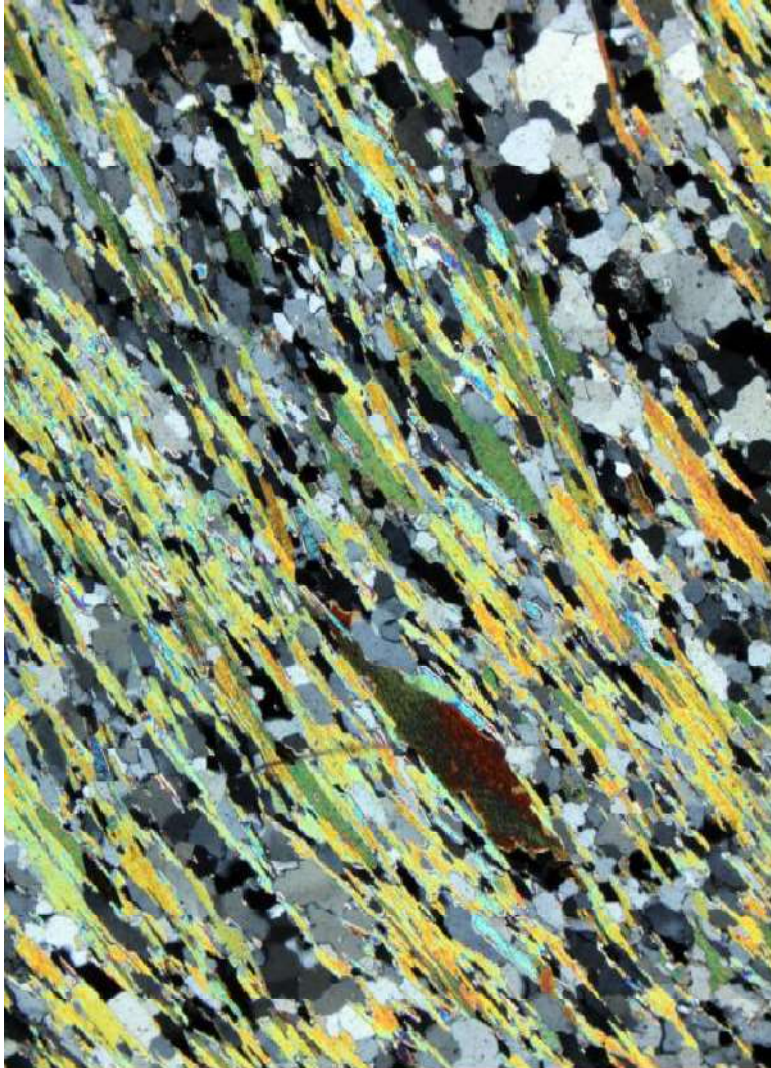




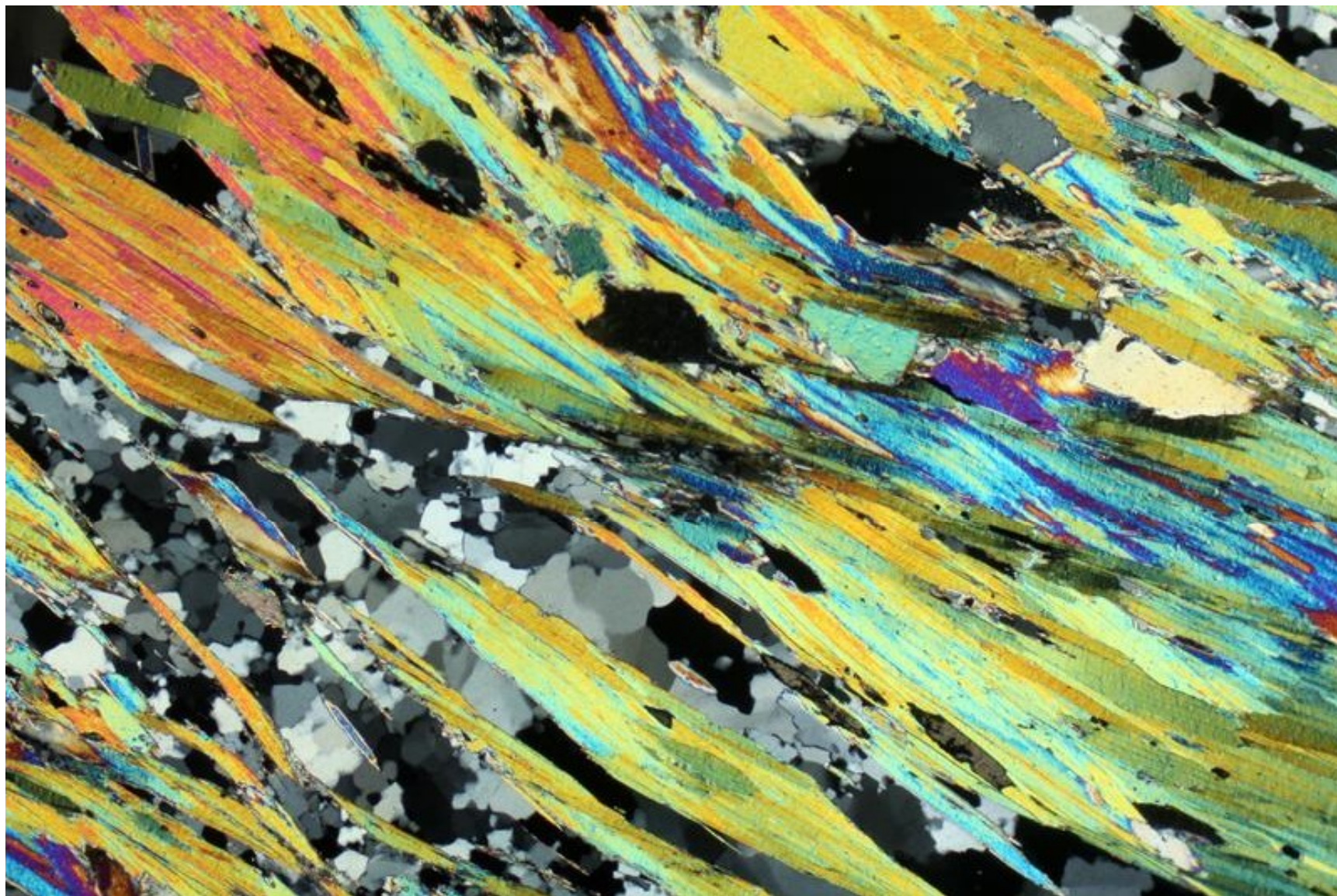
Гранобластовая структура



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



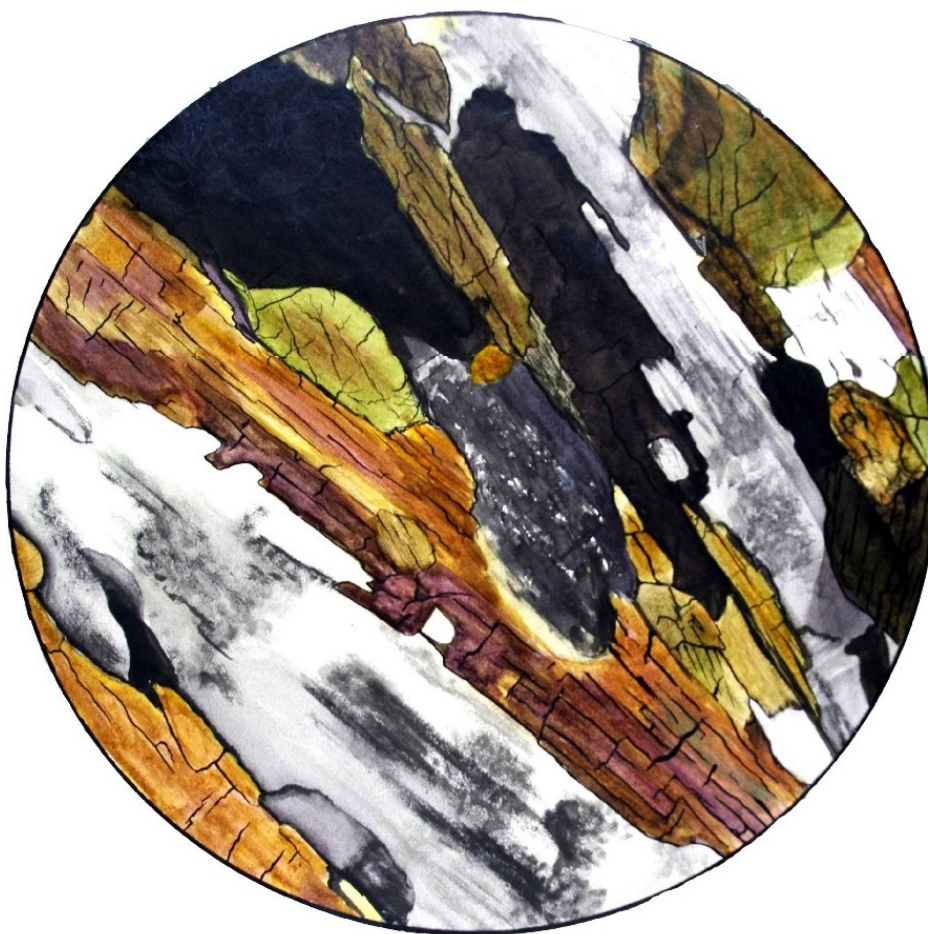
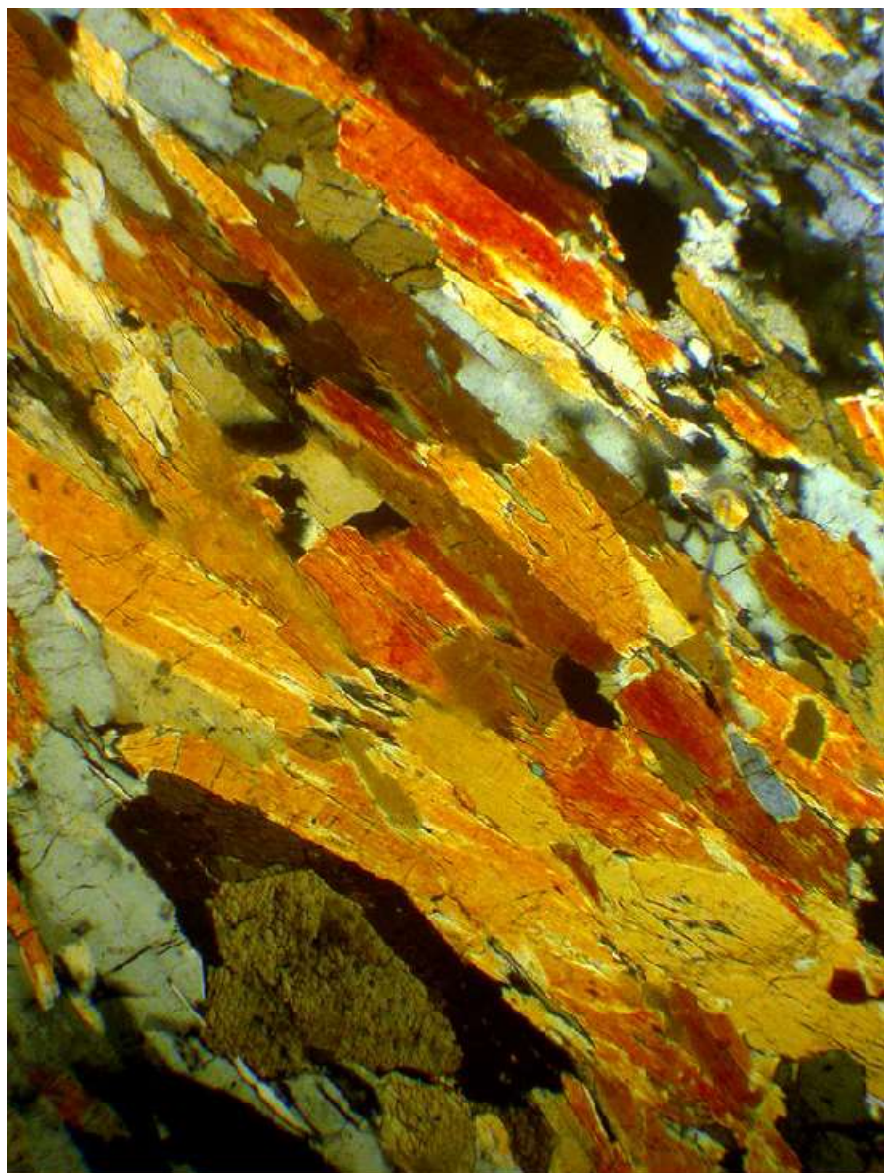




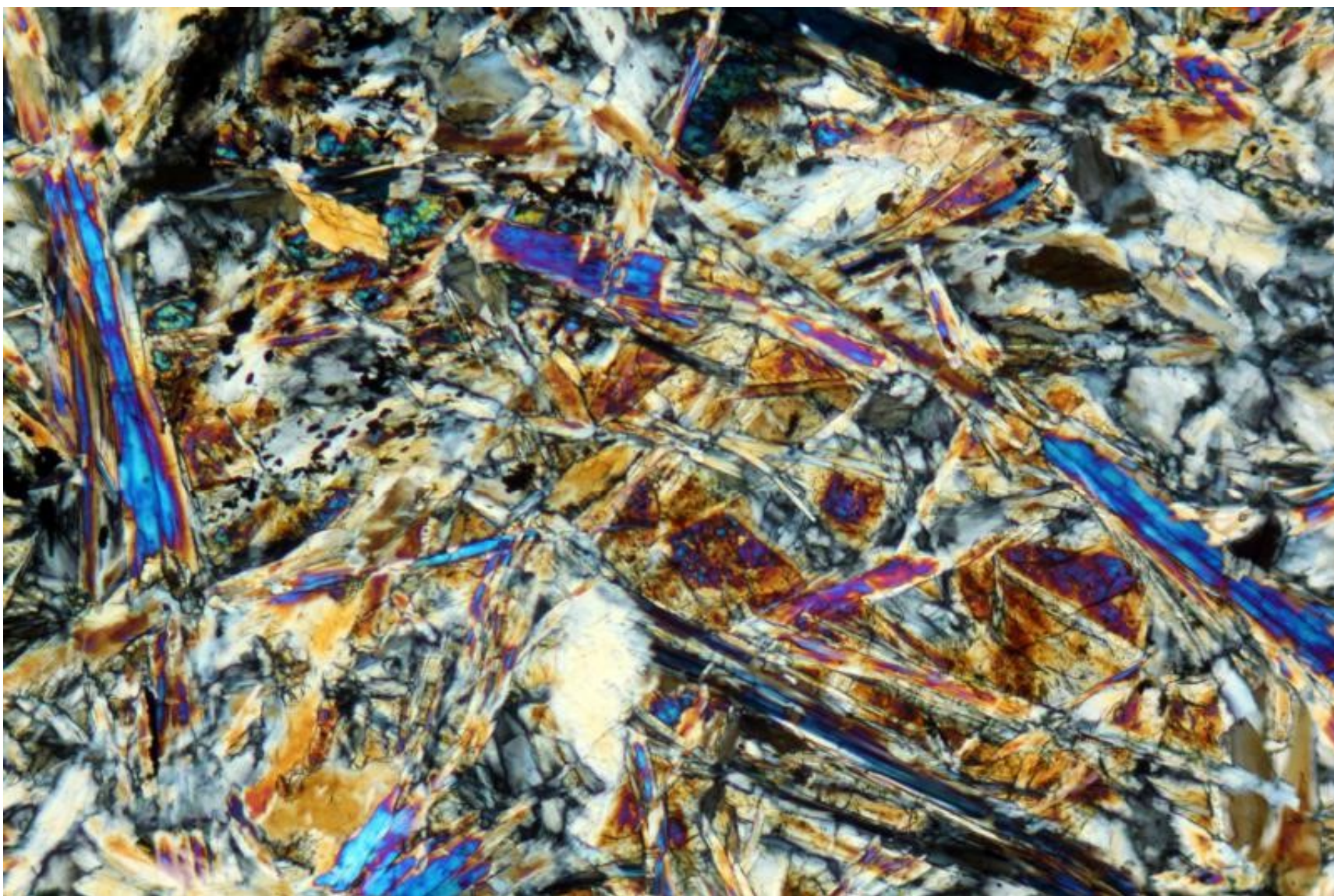
Лепидобластовая структура



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







Нематобластовая структура

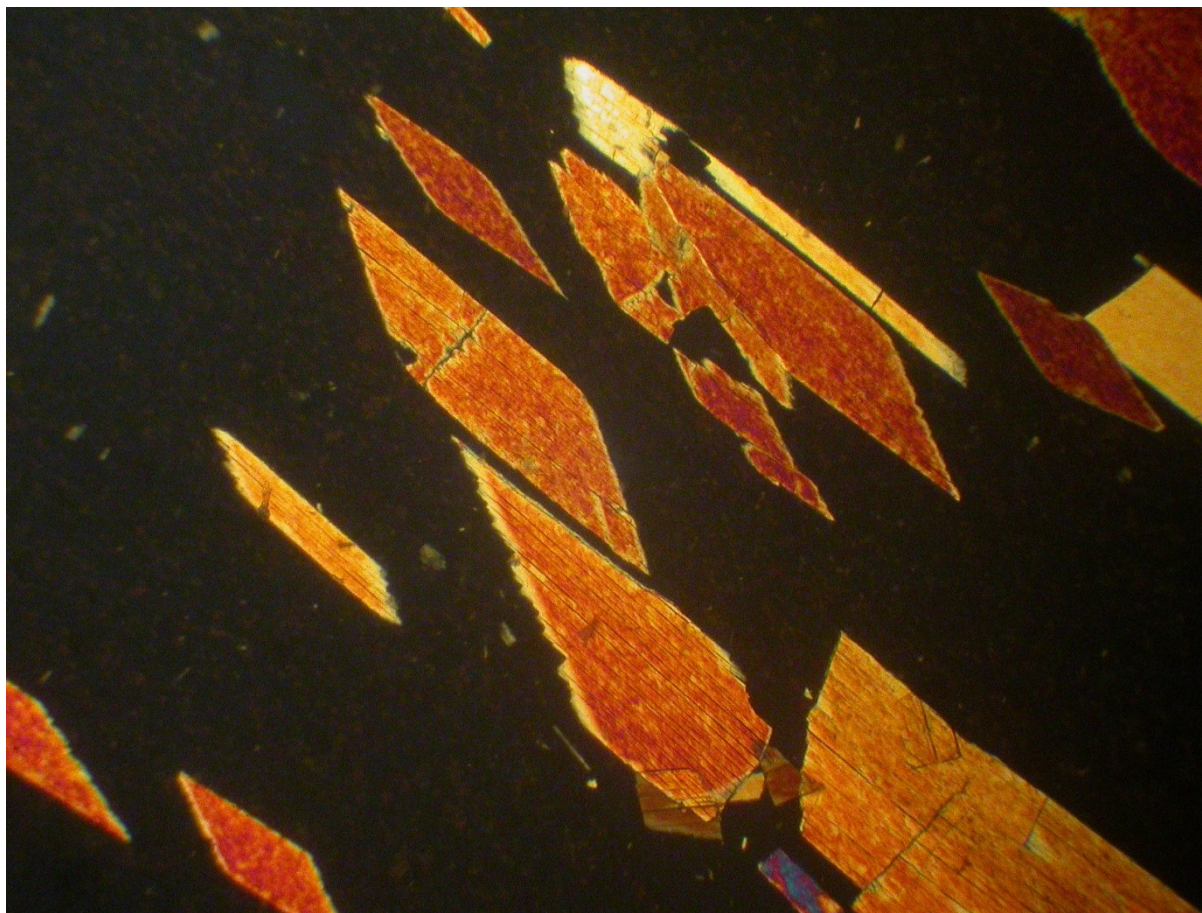


**фибробластовая** (агрегат волокнистых кристаллов).



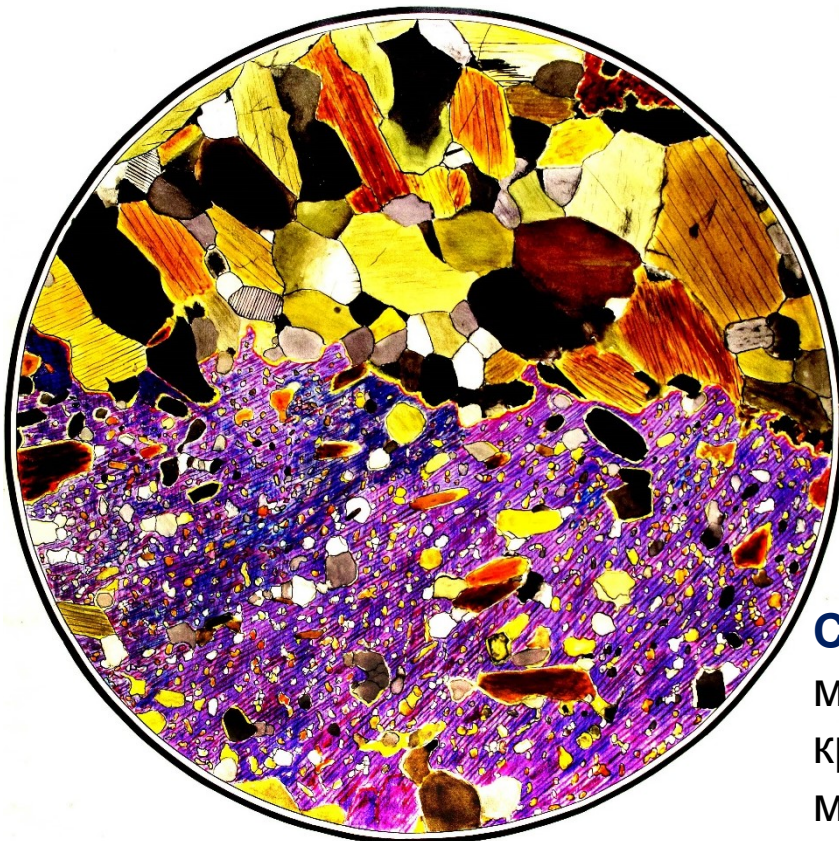
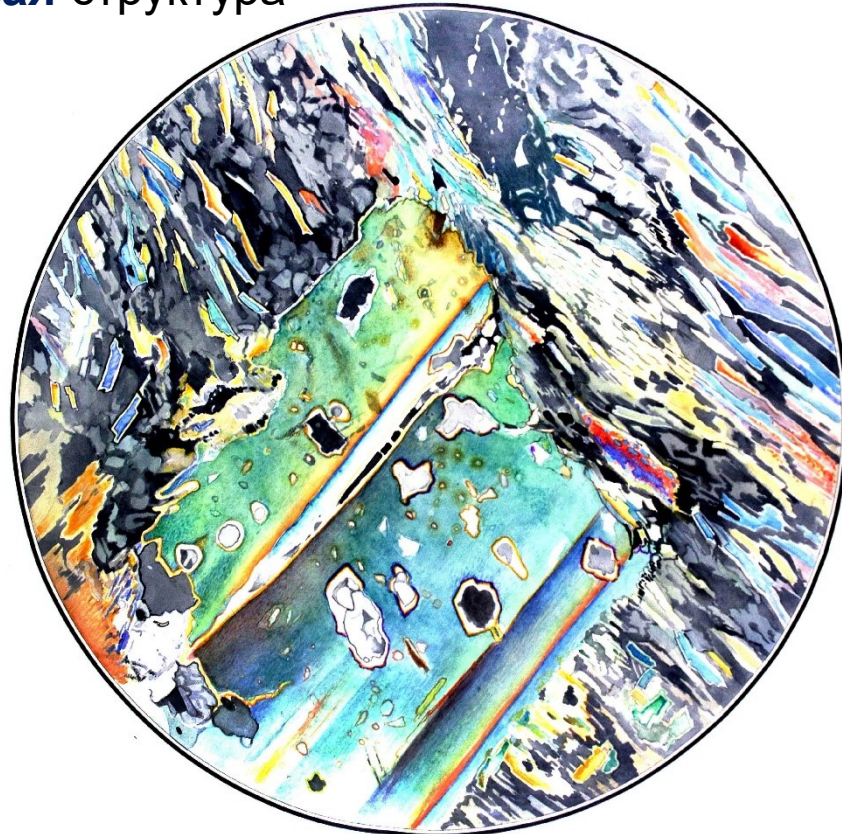
По *относительным размерам* различают структуры:

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





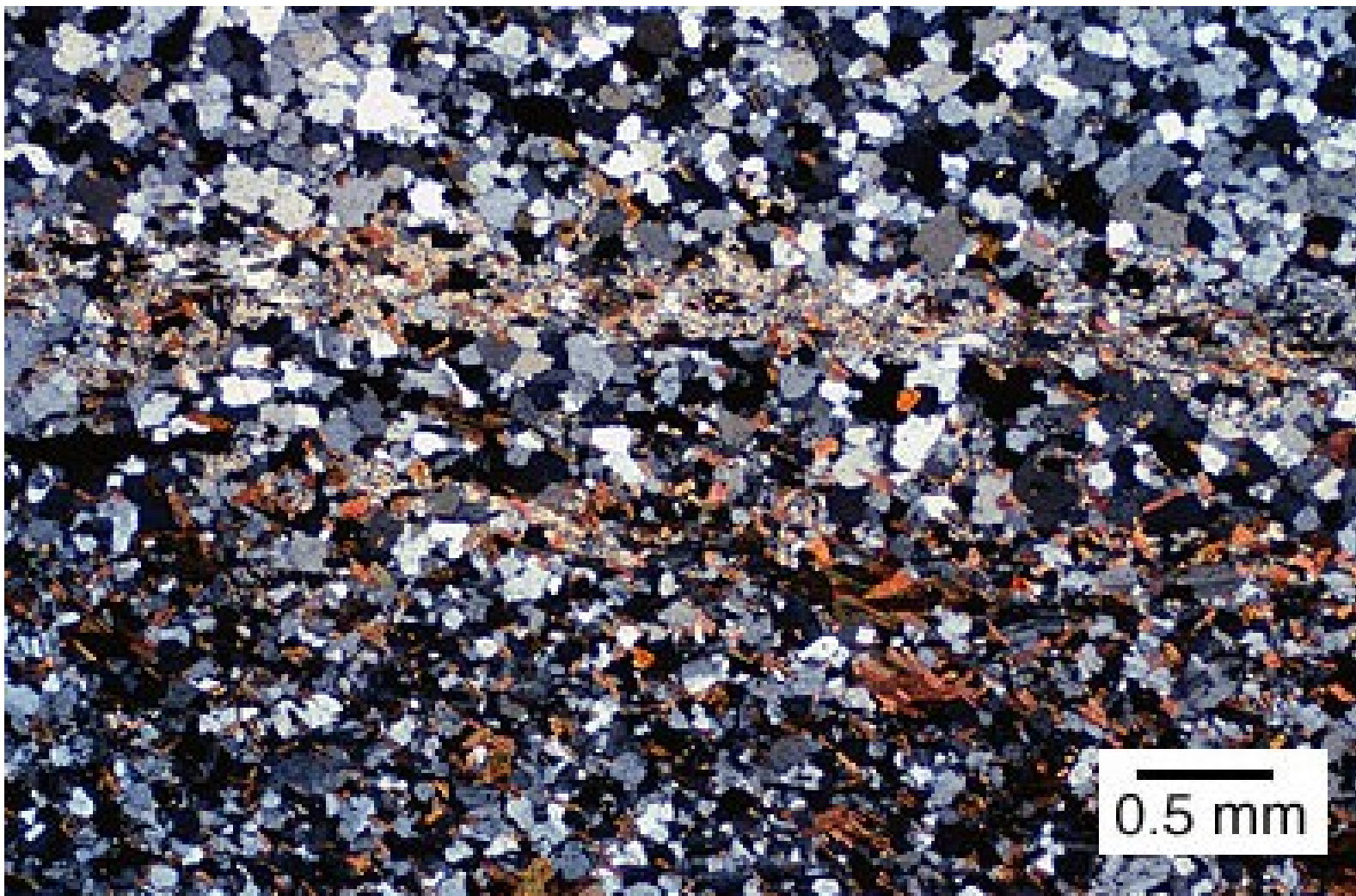
## Пойкилобластовая структура



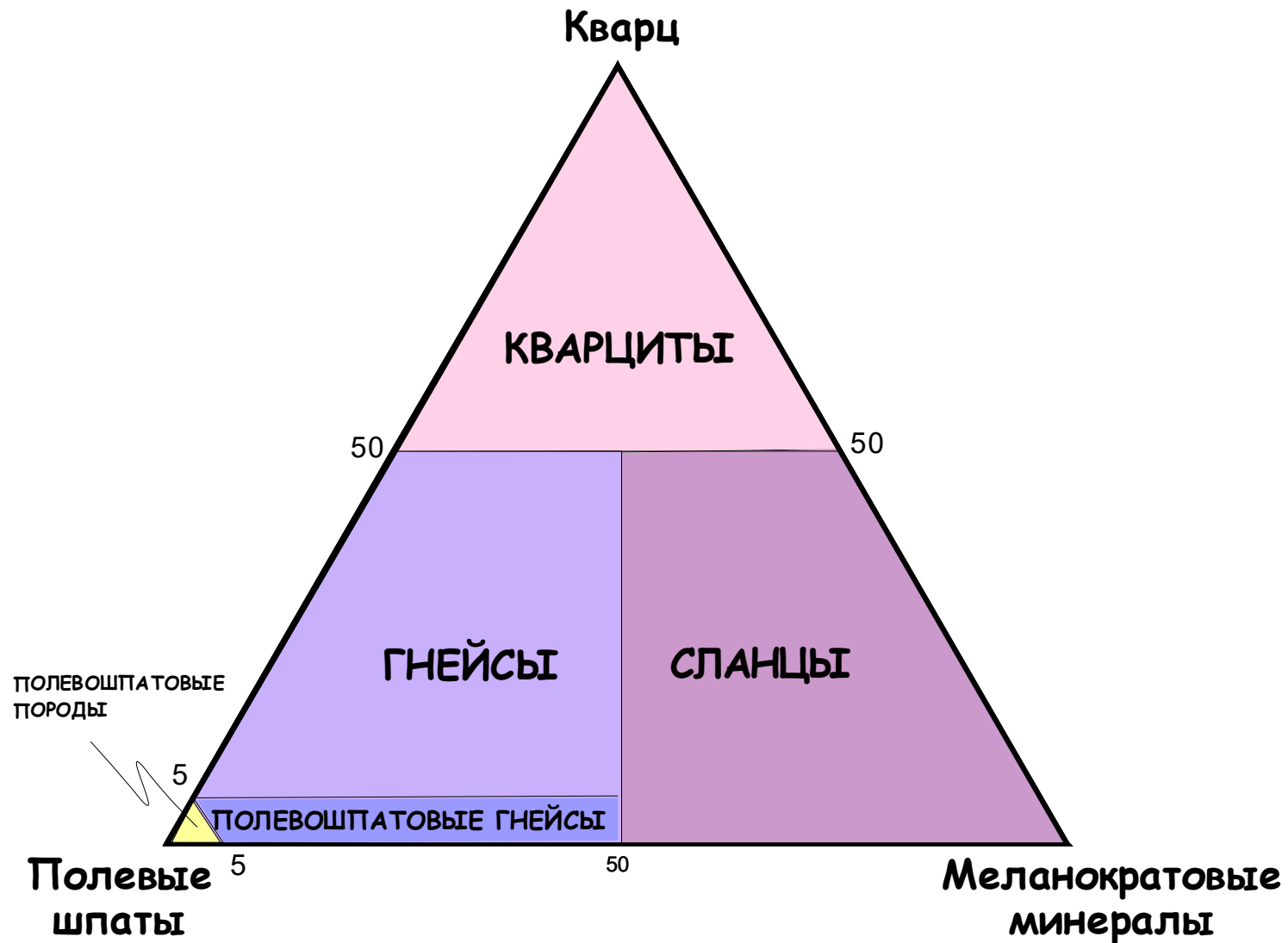
**Ситовидная** структура (обилие мелких вростков одного минерала в крупных кристаллах другого минерала)

## Роговиковая структура

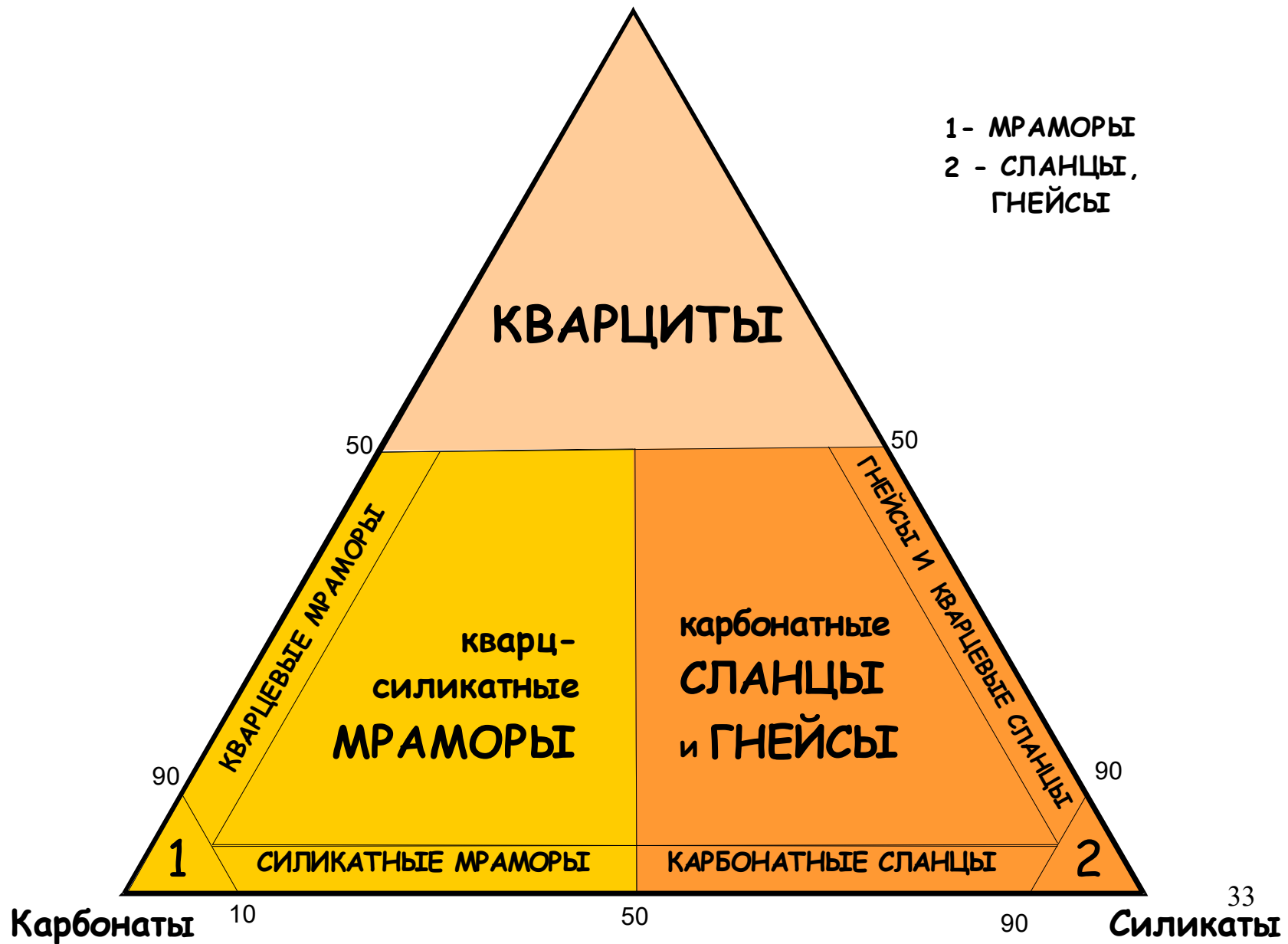
Структура, свойственная контактовым роговикам. Мелкозернистая мозаичная структура, с простыми полигональными или зазубренными неправильными очертаниями зерен,



# Номенклатура силикатных пород



# Номенклатура карбонатно-силикатных пород



1.Значение приставок **«орто-»** (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 амфибола (роговой обманки) и плагиоклаза (андезина или лабрадора)

**Эклогит** — безплагиоклазовая метаморфическая порода, состоящая из граната (пироп-альмандина) и клинопироксена (омфацита).

3.Представление о существовании классификации карбонатных пород:

Мраморы

Силикатные мраморы

(Кальцифиры)

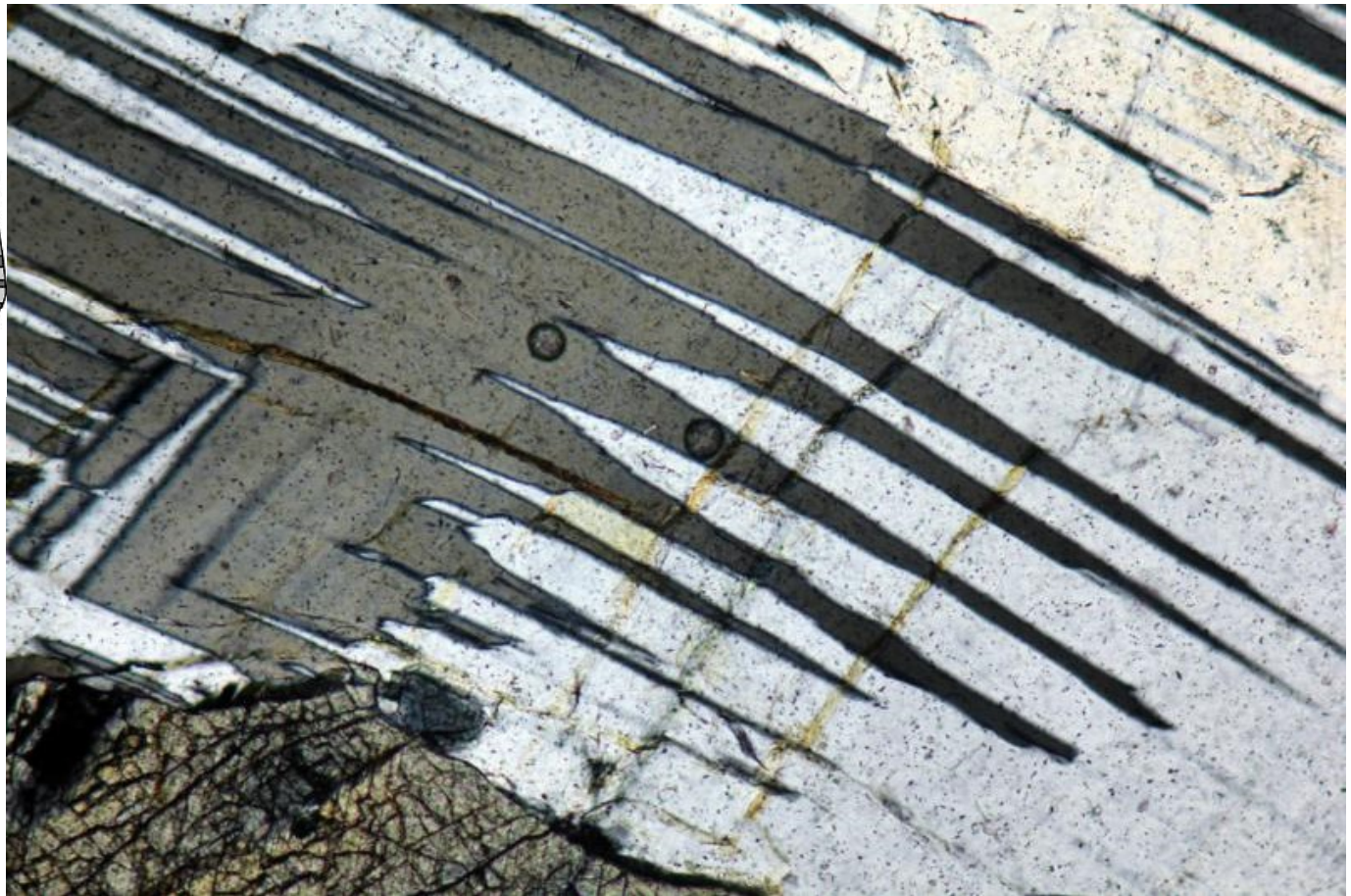
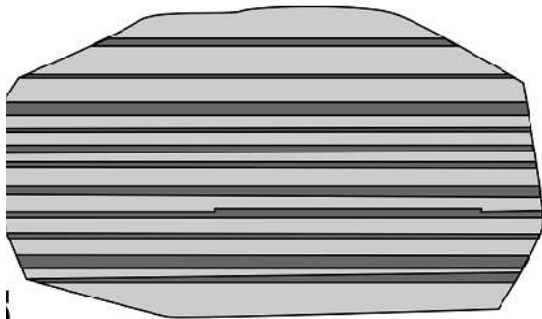
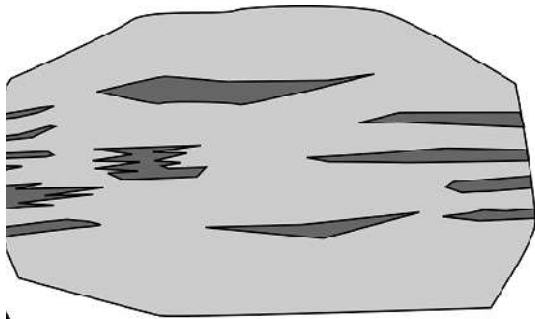
5. Представление о существовании классификации железистых кварцитов и гематитовых и магнетитовых руд

Джеспилиты



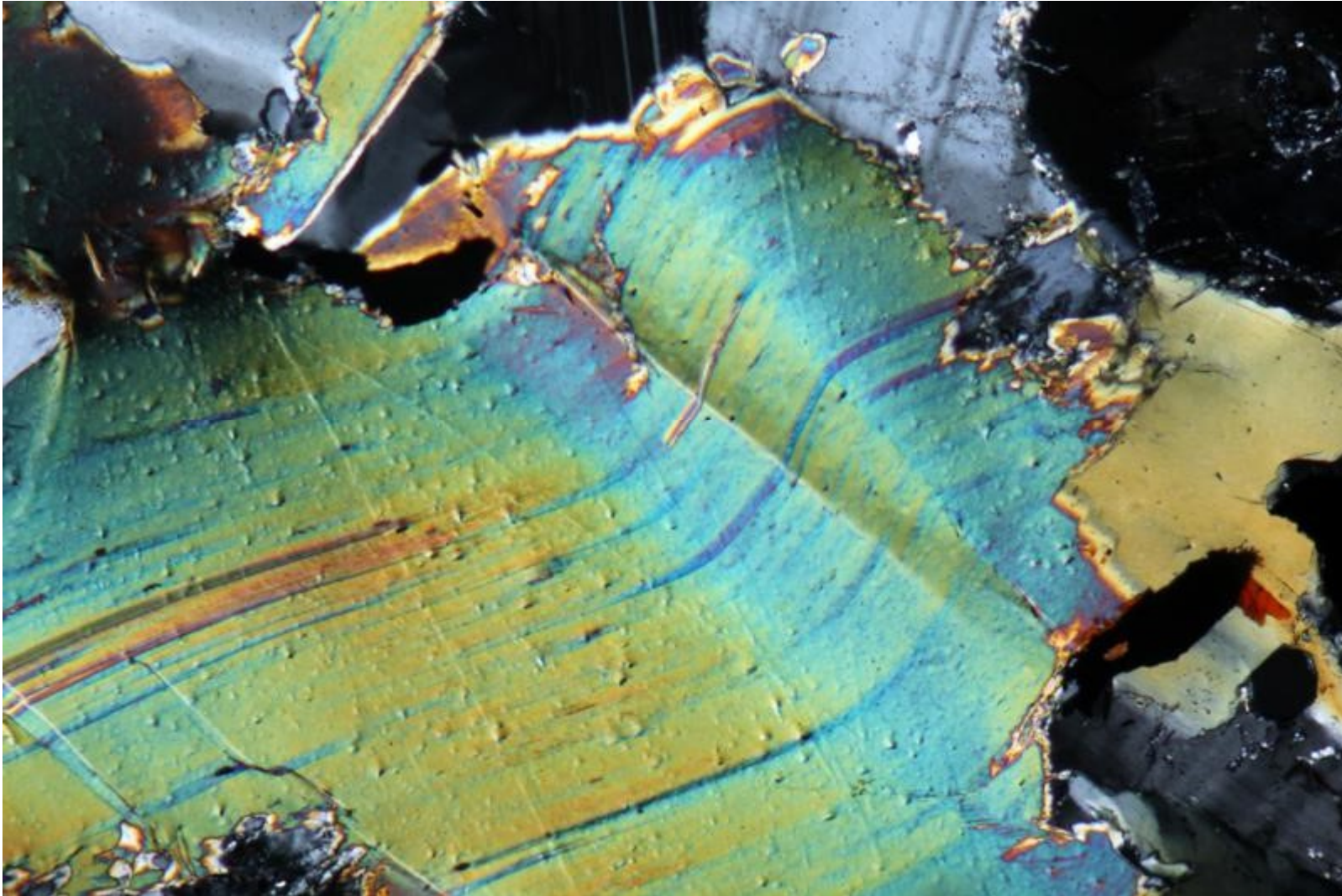
## Некоторые особенности метаморфических пород:

- Деформационные двойники в плагиоклазе



## Некоторые особенности метаморфических пород:

«Волнистое» погасание слюд





## Некоторые особенности метаморфических пород:

Блочное погасание кварца









