

# Лекция 7

Метаморфические горные породы.  
Текстура и структура метаморфических  
пород.

**ПЕТРОГРАФИЯ**

СТ. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КАФЕДРЫ ГРМП И

ЛИ ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА

# Вещественный состав метаморфических пород

- ▶ Вещественный состав метаморфических пород определяется их химическим и минеральным составом и зависит от состава исходных пород и действующих факторов метаморфизма.

# Химический состав

- ▶ Сопоставление химических анализов магматических, осадочных и метаморфических пород показывает, что каждая генетическая группа пород состоит из одних и тех же главных окислов:  $\text{Si}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ . Однако количественные соотношения окислов в исходных породах различны, поэтому для удобства все исходные породы объединяют по признаку химического состава в группы.

# Химический состав

- ▶ исходные породы объединены в четыре группы:
- ▶ 1. глинистые и кварц-полевошпатовые породы (метапелиты);
- ▶ 2. основные и средние магматические породы, туфогенные породы, грауваки, мергели (метабазиты);
- ▶ 3. карбонатные породы;
- ▶ 4. редкие породы магнезиальные (ультраосновные), щелочные, железистые, марганцевые.

# Минеральный состав

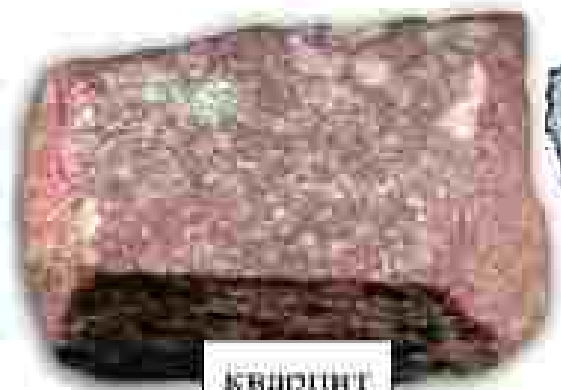
- ▶ Разнообразии химического состава исходных пород и различные термодинамические условия метаморфизма приводят к исключительному разнообразию минерального состава метаморфических пород.

# Минералы, слагающие метаморфические породы, можно разделить на следующие группы:

- ▶ 1) минералы, широко распространенные как в метаморфических, так и в магматических породах (полевые шпаты, кварц, слюды, роговая обманка, большинство пироксенов, оливин и др.);
- ▶ 2) минералы, типичные как для метаморфических, так и для осадочных пород (кальцит, доломит);
- ▶ 3) минералы, которые могут находиться в магматических породах в качестве вторичных, а также слагать типичные метаморфические породы (серпентин, хлорит, актинолит, серицит и др.);
- ▶ 4) специфические метаморфические минералы, присутствие которых возможно только в глубоко-преобразованных метаморфических породах: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, кордиерит, некоторые гранаты, везувиян, волластонит, глаукофан и др.

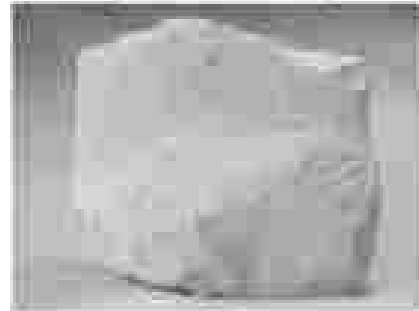
Метаморфические – породы образовавшиеся из других пород при высокой температуре и давлении.

песчаник



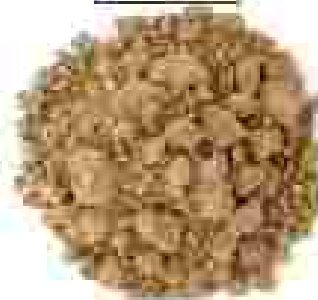
кварцит

известняк



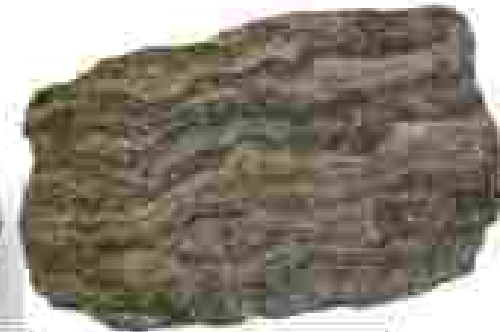
мрамор

глина



глинистый сланец

гранит

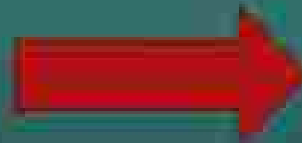


гнейс

# Метаморфизм



Гранит



Гнейс



# Метаморфизм

Известняк



Мрамор



# Метаморфизм

Песчаник

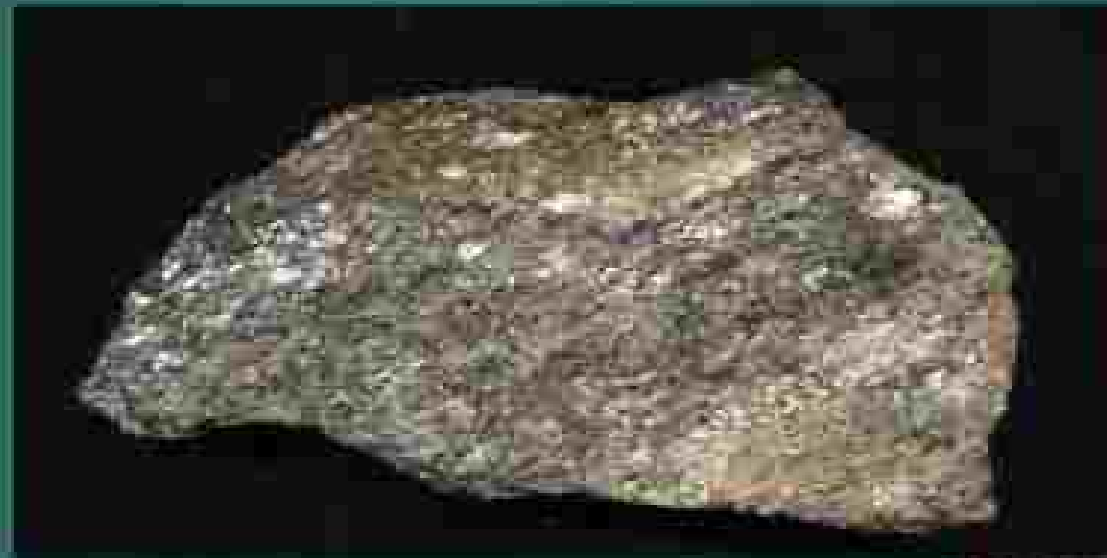


Кварцит



Продуктами регионального метаморфизма являются в зависимости от термодинамических условий и состава исходных пород

- ▶ сланцы,
- ▶ мраморы,
- ▶ кварциты,
- ▶ амфиболиты,
- ▶ гнейсы.



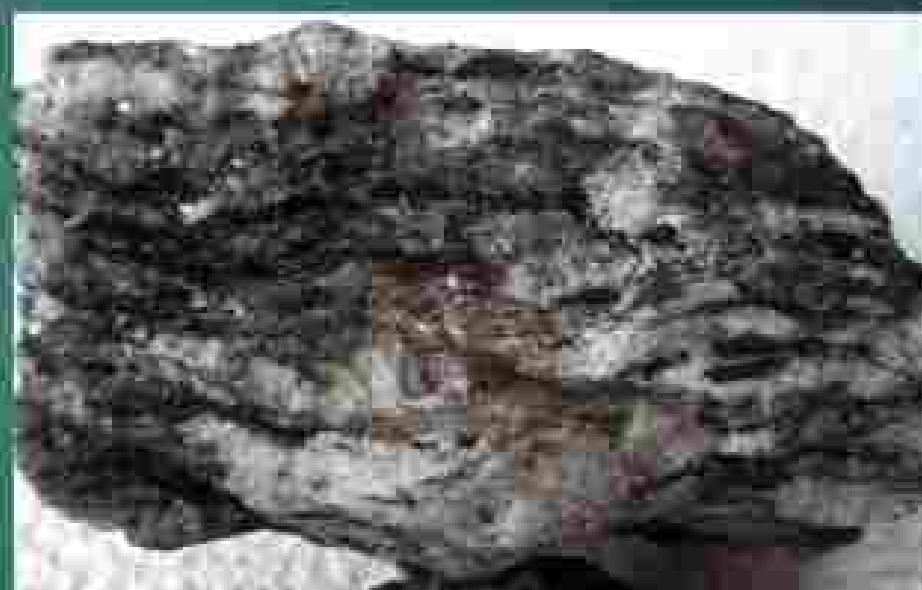
# Сланцы

- ▶ Хорошо раскалывающиеся на тонкие ровные плитки, называются кровельными сланцами. Они плотные. Вязкие и водонепроницаемые, поэтому служат хорошим материалом для покрытия крыши.

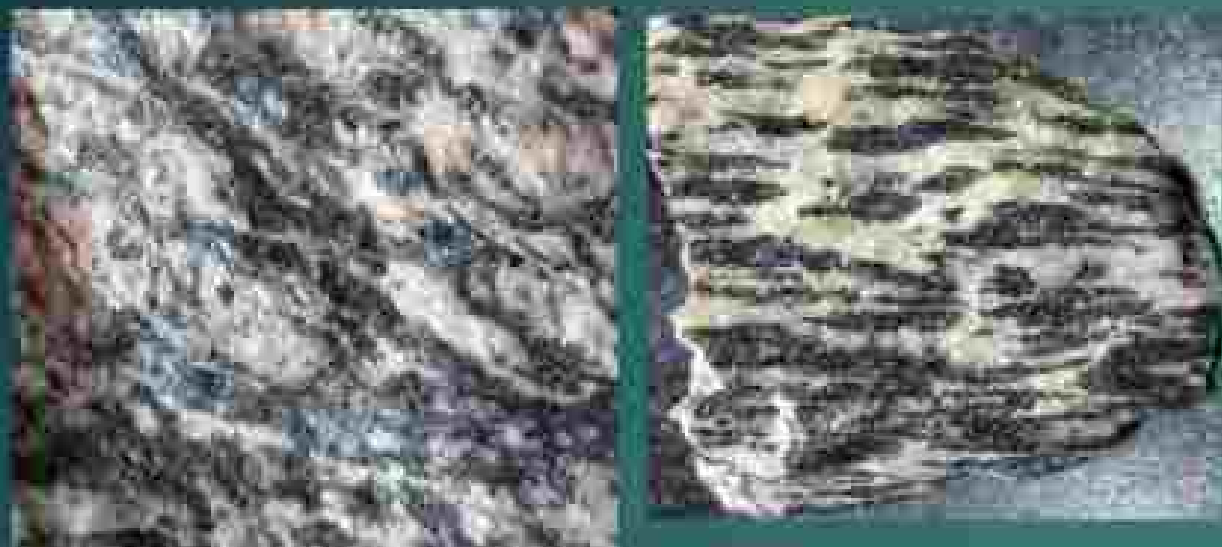


# Кристаллические сланцы

13



# Гнейсы

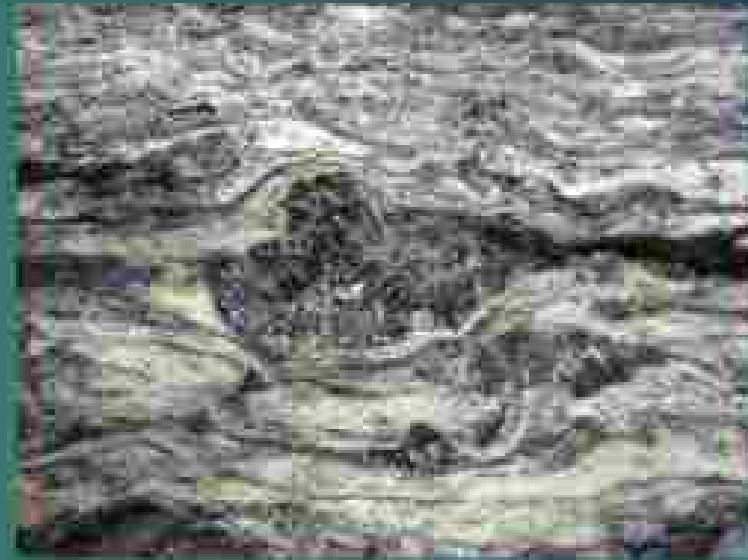


- ▶ **Гнейсы** – очень похожи на граниты по химическому и минеральному составу, но отличаются от них текстурой – гнейсовой или полосчатой, обусловленной чередованием полос светлых (кварц, полевые шпаты) и темных (биотит, роговая обманка и др.) минералов, по которой легко определяются.

# Амфиболиты

15

- ▶ **Амфиболиты** - породы, темно-зеленого, черного, серо-зеленого цветов. В минеральном составе резко преобладают амфиболы (роговая обманка, актинолит) и плагиоклаз; По составу похожи на габбро, отличаются по текстуре.



Кроме того, продуктами регионального метаморфизма, образующимися в широком диапазоне температур и давлений, и, соответственно, очень широко распространенными в земной коре, являются **мраморы, кварциты и яшмы.**





# Мрамор



- ▶ **Мрамор** представляет собой отчетливо зернистую метаморфическую породу, состоящую из одного минерала – кальцита. По структуре выделяют мелко-, средне- и крупнозернистые мраморы. Цвет разнообразный: белый, голубой, серый, розовый, черный и т.д. Нередко встречаются полосчатые, пятнистые и др. окраски.
- ▶ Отличаются невысокой твердостью (не оставляют царапины на стекле, т.к. твердость кальцита=3) и бурно реагируют с разбавленной HCl. Образуются при метаморфизме известняков.

# Кварциты

18

- ▶ **Кварциты** – массивные плотные зернистые породы (внешне очень похожи на мрамор), состоящие главным образом из кварца. Цвет обычно светлый – белый, серый, желтоватый, буроватый, розовый. От мраморов отличаются высокой твердостью (кварц легко царапает стекло) и отсутствием реакции с соляной кислотой.
- ▶ Они являются прекрасным строительным, облицовочным и поделочным материалом. Кварциты образуются при метаморфизме кварцевых песчаников и кремнистых пород.




# Яшма

19

- ▶ Название «яшма» в течение длительного времени оставалось собирательным понятием. Этим именем называли различные кремнистые пестроокрашенные породы. В средние века к яшмам относили нефрит, кремль, роговики и т.д. С начала девятнадцатого века яшмой стали называть только плотные кремнистые породы красивого цвета, хорошо принимающие полировку. Яшмы могли образоваться различными путями, но значительная часть из них возникла в результате **метаморфического преобразования осадочных кремнистых пород.**
- ▶ Яшма является великолегким облицовочным и поделочным камнем. Благодаря своей высокой твердости и прочности яшмы широко используются для изготовления химических ступок, валов для кожевенной промышленности, волоочильных досок и т.д.





# Текстуры и структуры метаморфических горных пород

- ▶ Структуры и текстуры метаморфических пород имеют как черты сходства со структурами и текстурами осадочных и магматических пород, так и существенные отличия.
- ▶ **Текстура** метаморфических пород нередко **сланцеватая** (типична для регионального метаморфизма), которая отличается тем, что при легком ударе порода легко распадается на отдельные плитки или пластинки, что является следствием параллельной ориентировки пластинчатых минералов (для сравнения: эта текстура чем-то напоминает весьма совершенную спайность в минералах или плитчатую отдельность в осадочных породах).

# Текстуры метаморфических пород

# Массивная (однородная) текстура



характеризуется отсутствием закономерной ориентировки составных частей при равномерном их распределении. Эта текстура наиболее характерна для магматических пород и значительно реже встречается в метаморфических породах. Массивная текстура возникает в результате метаморфических процессов, при которых стресс не играет сколько-нибудь существенной роли.

# Сланцеватая текстура



является очень широко распространенной, особенно в породах динамотермального метаморфизма, возникших при участии сильного стресса. Она характеризуется более или менее параллельной ориентировкой некоторых минералов и наличием субпараллельных плоскостей сланцеватости, по которым порода легко разбивается на отдельные пластинки. Эта текстура наиболее ярко проявляется в тех породах, в которых присутствует значительное количество пластинчатых, чешуйчатых или столбчатых минералов. В зависимости от формы преобладающих минералов выделяют разновидности сланцеватых текстур:

**Сланцеватая текстура** отличается наличием в породе довольно совершенных субпараллельных плоскостей, вдоль которых располагаются пластинчатые и чешуйчатые минералы.

**Линейно-сланцеватая текстура** возникает в породах, сложенных удлиненными минералами, ориентированными субпараллельно. При таком типе текстуры плоскости сланцеватости выражены менее отчетливо.

**Волнисто-сланцеватая текстура** характеризуется волнистой поверхностью плоскостей сланцеватости, обусловленной наличием в породе субпараллельно ориентированных изгибающихся чешуйчатых минералов.



# Гнейсовидная (гнейсовая) текстура



- это весьма распространенный, но не совсем определенный термин. Обычно он используется для характеристики сланцеватых текстур в гнейсах, когда в породе кроме слюнистых и столбчатых минералов присутствует значительное количество кварца и полевых шпатов. Гнейсовая текстура обусловлена параллельной ориентировкой чешуйчатых и столбчатых минералов в массе породы.

# Полосчатая текстура



весьма широко распространенная у метаморфических пород, характеризуется присутствием в породе более или менее параллельных полосок, отличающихся или по составу, или по структуре, или по обоим признакам одновременно. Чаще всего, в этом случае, обособляются светлые полоски, сложенные силикатными минералами и полоски с преобладанием фемических минералов.

Полосчатая текстура иногда может иметь реликтовый характер, отражая полосатую или слоистую текстуру исходных пород



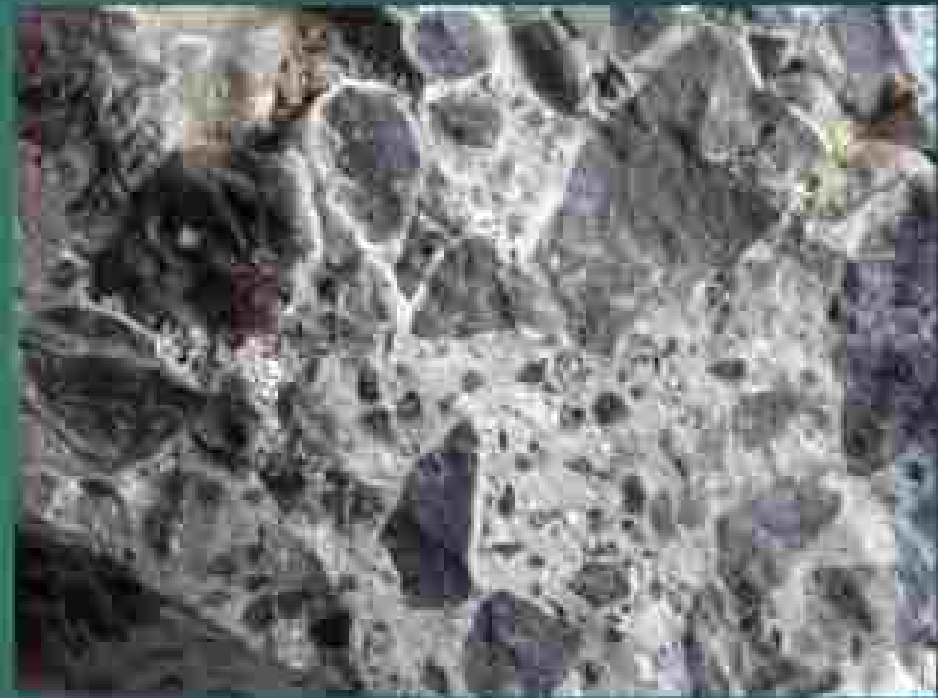
# Площчатая текстура



В процессе пластических деформаций полосы метаморфической породы часто оказываются собранными в мелкие складочки, и тогда текстура называется **плосчатой**.

# Пятнистая текстура

- ▶ Пятнистая текстура обусловлена наличием в породе участков (пятен), отличающихся по составу, цвету, устойчивости к выветриванию;



# Очковая текстура

- ▶ очковая текстура определяется наличием округлых или овальных агрегатов минералов среди более мелкозернистой, часто сланцеватой основной массы породы.



# Брекчиевая текстура

- ▶ Брекчиевая текстура (похожа на соответствующую текстуру осадочных горных пород) характеризуется присутствием достаточно крупных угловатых обломков среди более мелкораздробленной (иногда перекристаллизованной) основной массы.



# Структуры метаморфических пород



- ▶ Структуры метаморфических пород возникают в результате перекристаллизации исходных пород в твердом состоянии и, следовательно, они принципиально отличаются от структур магматических пород. Когда процесс перекристаллизации дошел до конца, и все особенности строения исходной породы оказались уничтоженными, структуры называются:

**рекристаллическими**

- ▶ Если процессы перекристаллизации не доходят до конца и в метаморфической породе сохраняются остатки структур исходных пород, структуры называются **реликтовыми**. Например, при метаморфизме пород с порфировой структурой порфировые включения длительное время сопротивляются перекристаллизации, в то время как основная тонкозернистая масса обычно быстро перекристаллизуется.

- ▶ Для обозначения **реликтовых структур** используется приставка **реликто-**. Таким образом, в приведенном примере структура породы должна быть названа **бластопорфировой**. Довольно часто в метаморфических породах встречаются **бластопесчаные, бластоофитовые, бластогранитовые** и некоторые другие реликтовые структуры.

Новообразованные структуры метаморфических пород, в зависимости от своего происхождения, подразделяются на **динамометаморфические**

(**контакто- и фациально-динамометаморфические**) и

**кратковременные**

(**динамометаморфические**)

(**термобарометаморфические**)

# Кристаллобластовые структуры

## Типы структур по размерам составных частей

По абсолютным размерам составных частей различают следующие разновидности структур:

**Грубозернистые** (размер зерен более 10 мм);

**Крупнозернистые** (5-10 мм);

**Среднезернистые** (2-5 мм);

**Мелкозернистые** (1-2 мм);

**Тонкозернистые** (менее 1 мм).

По относительным размерам составных частей среди метаморфических структур выделяются:

**равномернозернистые (гомеобластовые);**  
**неравномернозернистые (гетеробластовые).**

**Равномернозернистые  
(гомеобластовые)  
структуры**

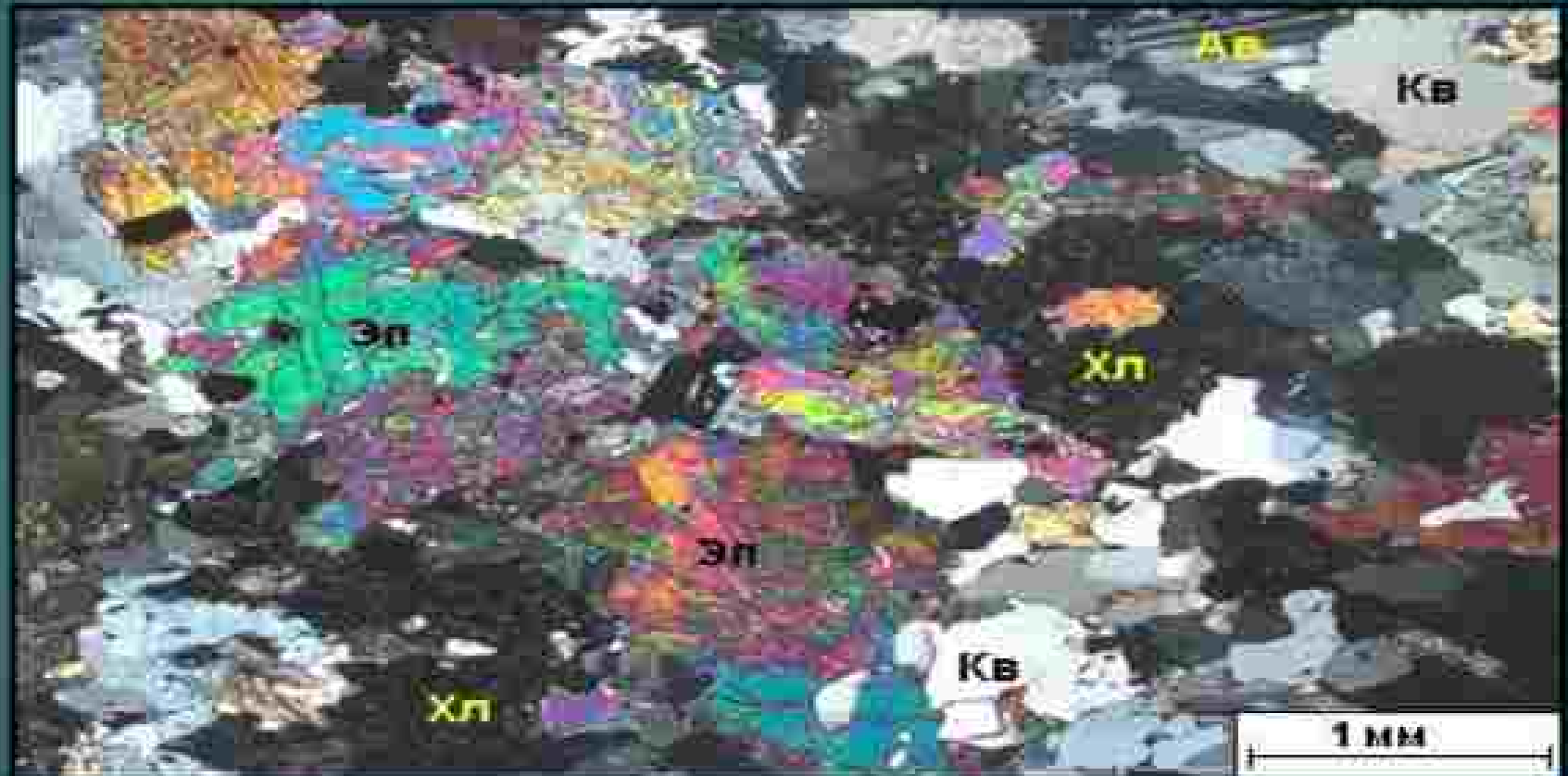
характеризуются тем, что зерна, слагающие породу, имеют близкие размеры, укладываемые в один класс размерности, например, тонкозернистый кварцит.



# Неравномернозернистые (гетеробластовые) структуры

отличаются от гомеобластовых присутствием зерен, резко отличающихся друг от друга по размерам и представляющие разные классы размерности. В качестве разновидности здесь выделяется

Метасоматит сложен эпидотом (Эп), кварцем (Кв), альбитом (Ав) и тонкозернистым хлоритовым агрегатом (Хл). Размер зерен постепенно изменяется от сотых долей мм до 1,5 мм.



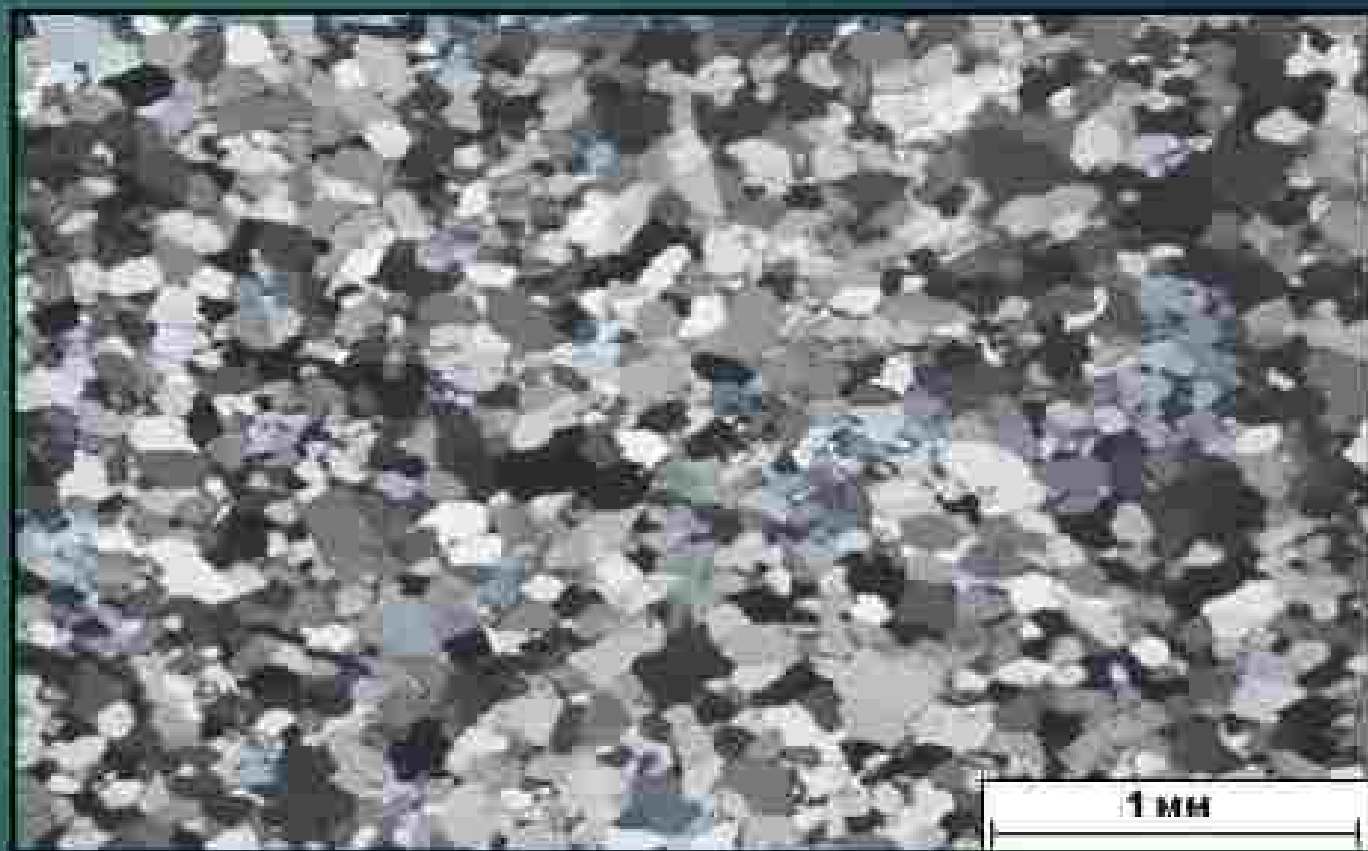
# Типы структур по форме составных частей

По форме зерен, слагающих метаморфические породы, выделяются многочисленные разновидности структур, которые могут быть объединены в три группы:

**гранобластовые,  
лепидобластовые,  
нематобластовые.**

# Гранобластовые структуры

характеризуются преобладанием в породе субизометричных минеральных зерен, часто с извилистыми очертаниями. Относительный идиоморфизм минералов отсутствует и по своему рисунку гранобластовая структура напоминает аллотриоморфнозернистую и панидиоморфнозернистую структуры магматических пород, например, кварцит с тонкозернистой гранобластовой структурой.



# Лепидобластовые структуры

характерны для пород, сложенных преимущественно чешуйчатыми и пластинчатыми минералами (биотитом, мусковитом, хлоритом, тальком и др.). По взаимному расположению чешуек различают ~~порфириобластовую чешуйчатую~~ и ~~порфириобластовую пластинчатую~~ структуры.

Порфириобластовый мусковитовый сланец с лепидобластовой структурой основной массы.  
Николи X.



# Нематобластовые структуры

отличаются преобладанием в породе минеральных зерен столбчатой формы. Взаиморасположение их может быть различным и по этому признаку различают **нематиобластовую** и **нематиобластовую структуру**.

Актинолитовая порода с нематиобластовой структурой, обусловленной присутствием в породе зерен актинолита таблитчатого и призматического габитуса. Николи X.





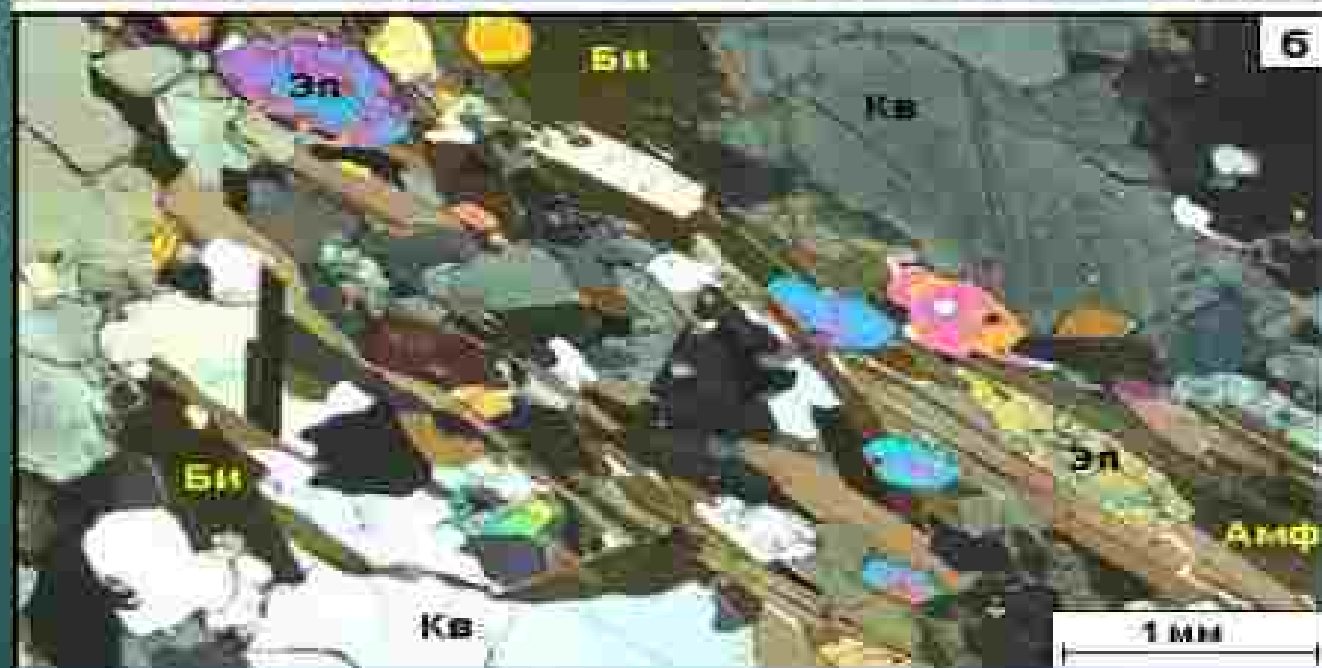
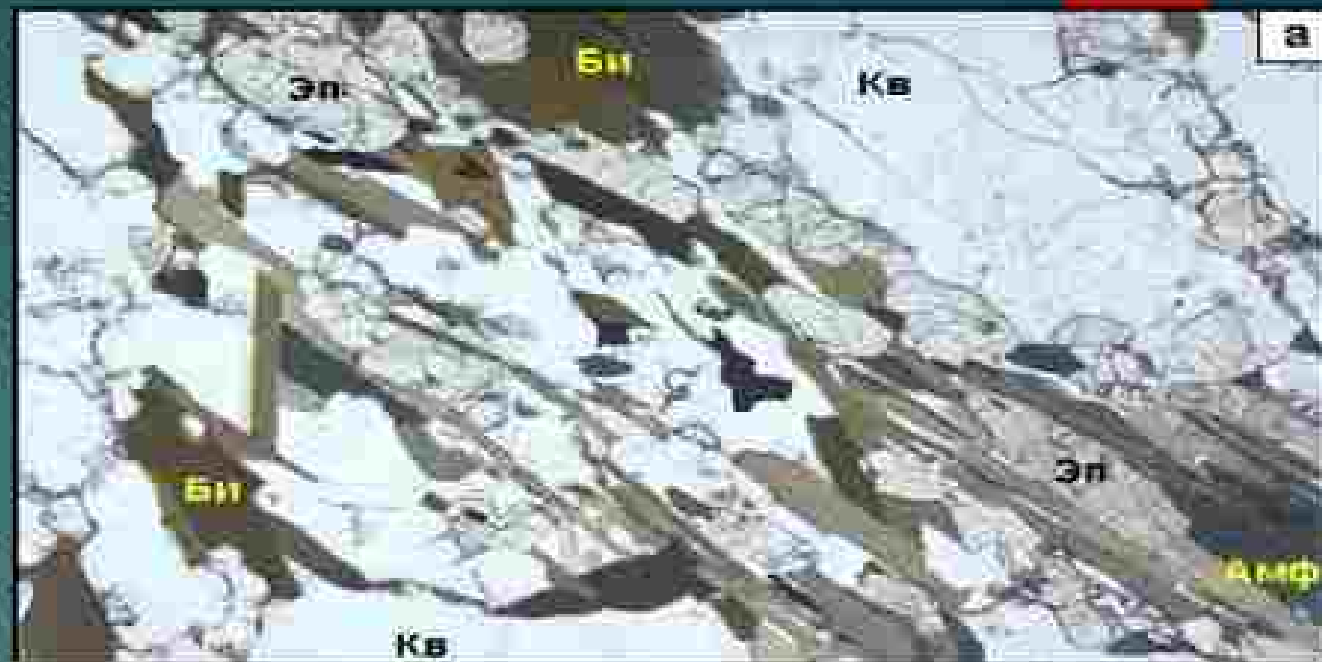
Между отмеченными типами структур, выделенными по форме составных частей, существуют постепенные переходы и поэтому структуры многих метаморфических пород получают двойные названия:

**Кварцевый биотитовый сланец**

**Слюдяной кварцевый сланец**

и другие, при этом название преобладающей структуры ставится в конце.

Кристаллический сланец с лепидоматагранобластовой структурой, которая обусловлена присутствием в породе чешуйчатых индивидов биотита (Би), удлиненных, призматических зерен роговой обманки (Рог.обм.) и эпидота (Эп), а также субизометричных зерен кварца (Кв). Минеральные индивиды удлиненной формы ориентируются преимущественно, субпараллельно, отражая сланцеватую текстуру породы. а) николи II, б) николи X.



# Типы структур по взаимоотношению составных частей

В этой группе выделяются следующие структуры:


**прорастания,**

**замещения,**

**друзитовые,**

**центрические,**

**гломеробластовые** и др.



**Структуры замещения** наиболее характерны для метасоматических пород. Они обусловлены замещением ранее образовавшихся минералов как в метаморфических, так и в магматических породах и связаны с привнесом и выносом химических элементов. Выделяют следующие разновидности: **замещение жилками, замещение агрегатом, замещение псевдоморфозами.**