

В зависимости от геологических  
условий проявления, масштабов  
распространения процесса и роли  
того или иного фактора

---

выделяются следующие типы  
метаморфизма:

1. *региональный,*
2. *динамометаморфизм,*
3. *контактовый,*
4. *ультраметаморфизм,*
5. *метасоматоз*
6. *ударный метаморфизм*

# 1. Региональный метаморфизм

– преобразование горных пород, происходящее на глубине без существенного плавления, сопровождается перекристаллизацией и развитием новых минералов в условиях расплющивания и пластического течения.

Главными факторами являются  $T$ ,  $P$ , а также воздействие воды и углекислоты, содержащихся в исходных породах и способствующих ходу химических реакций.

***Проявляется на обширных площадях в связи с крупными тектоническими событиями в развитии регионов***

Наиболее распространенными породами регионального метаморфизма являются:

***Сланцы*** – общее название для пород наиболее слабых степеней метаморфизма.

В зависимости от минерального состава выделяют глинистые, хлоритовые, кварц-серицитовые, тальковые, слюдяные и др.

## Особенности сланцев

- состоят из низкотемпературных минералов – хлорит, актинолит, серицит, серпентин, ~~эпидот, мусковит, альбит, кварц, ставролит~~
- обладают сланцеватой текстурой,
- часто сохраняются реликтовые структуры

***Гнейсы*** – породы с очковой или гнейсовой текстурой, внешне часто напоминают граниты, отличаясь от них параллельной ориентировкой слюды. Состоят из полевых шпатов, слюд, кварца, граната.

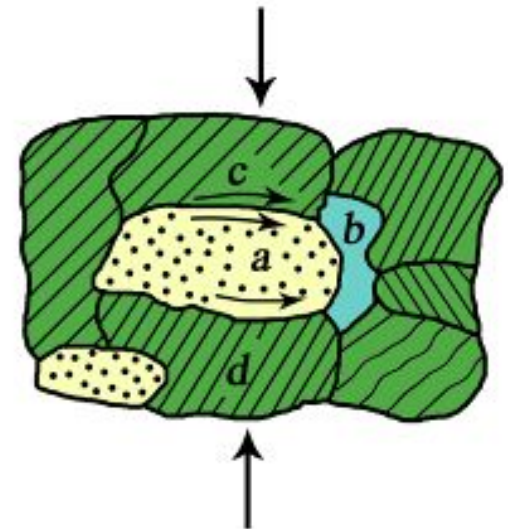
Структура породы мелко-среднезернистая.

## 2. Динамический метаморфизм (динамометаморфизм)

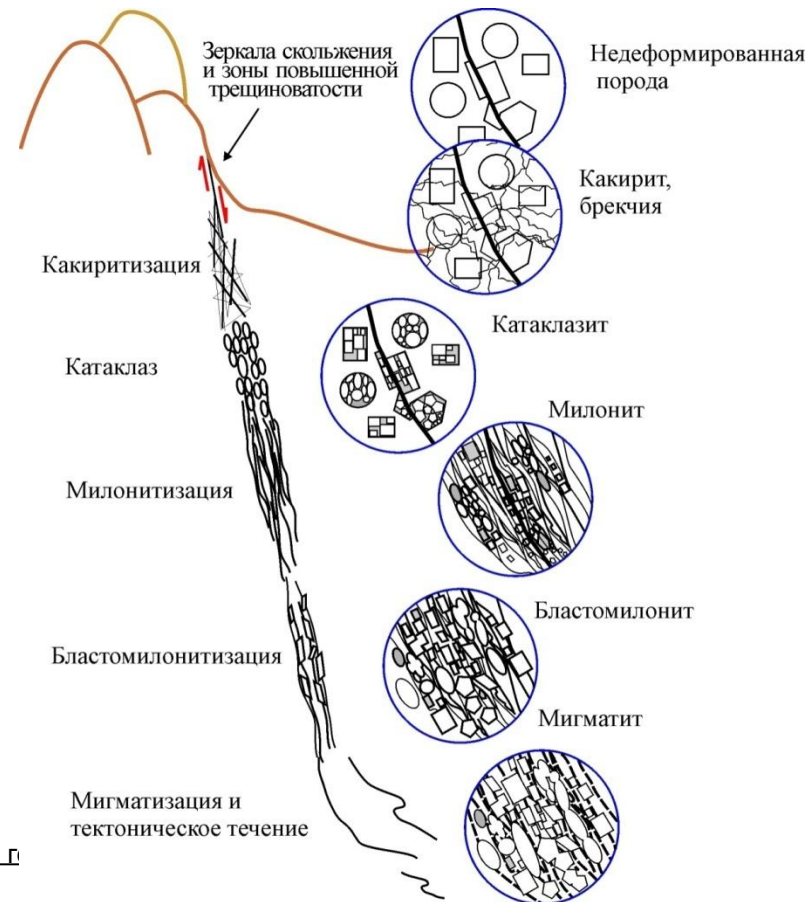
- заключается в дроблении горных пород, вследствие стресса, без существенной их перекристаллизации (связан с подвижками вдоль разрывных нарушений, его проявления приурочены к узким приразломным зонам).

Главный фактор –  $P$

Перекристаллизация минералов - перемещение атомов внутри самой решетки, вдоль поверхности минерала, обращенной в сторону наибольшего давления. При этом движение вещества происходит к торцам зерна, где кристалл наращивается за счет перемещающихся туда компонентов.



По степени раздробленности  
среди продуктов  
динамометаморфизма  
выделяют *тектонические  
брекчии, катаклазиты и  
милониты.*

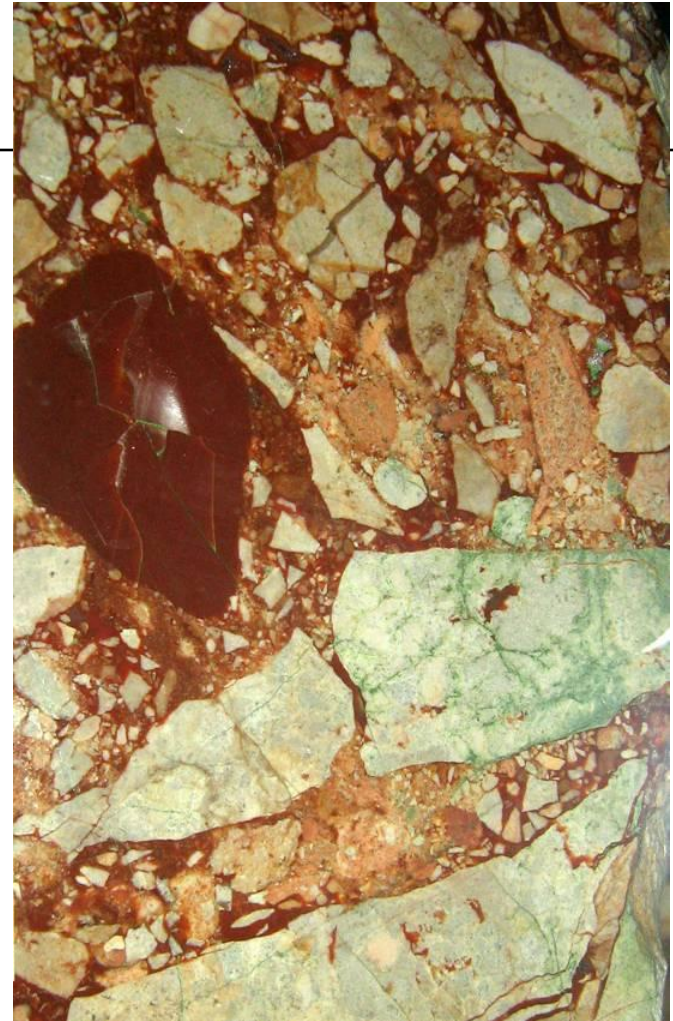


## *Тектоническая брекчия* –

образована угловатыми или линзовидными обломками пород различной величины, между которыми находится небольшое количество мелкораздробленного материала тех же пород.

*Структура* – брекчиевидная.

*Текстура* – беспорядочная.





**Катаклазит** – состоит из более мелких угловатых обломков, сцементированных тонкоперетертым материалом этой же породы. Текстура – катаклазитовая.

**Милонит** – перетертые и развальцованные породы с полосчатой текстурой, обусловленной наличием тонких слоев линзовидных обособлений менее раздробленного материала в тонкоперетертой массе первичных пород. Текстура – тонкополосчатая, очковая.

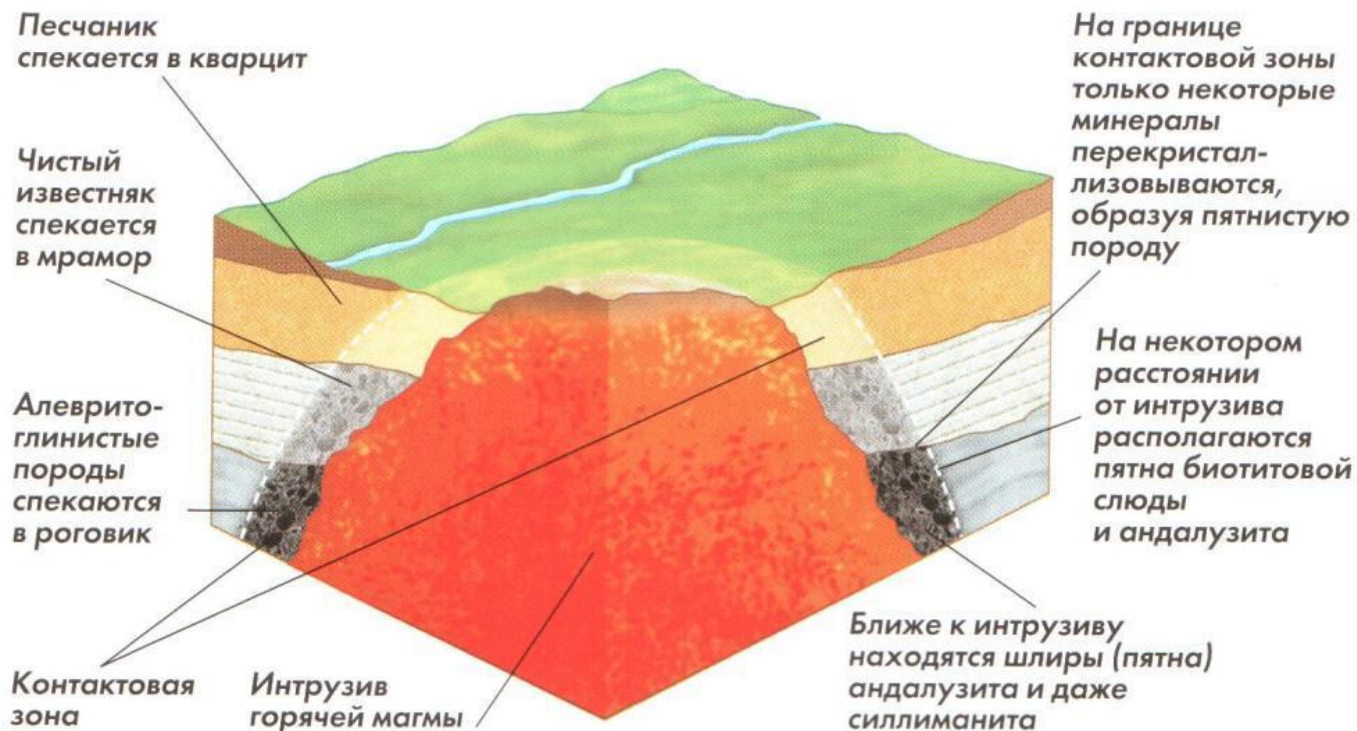


### 3. Контактный метаморфизм

- проявляется в связи с внедрением в относительно холодные горные породы горячих масс магматических расплавов.

Главный фактор – Т

Основными продуктами контактового метаморфизма являются роговики, мраморы и кварциты.



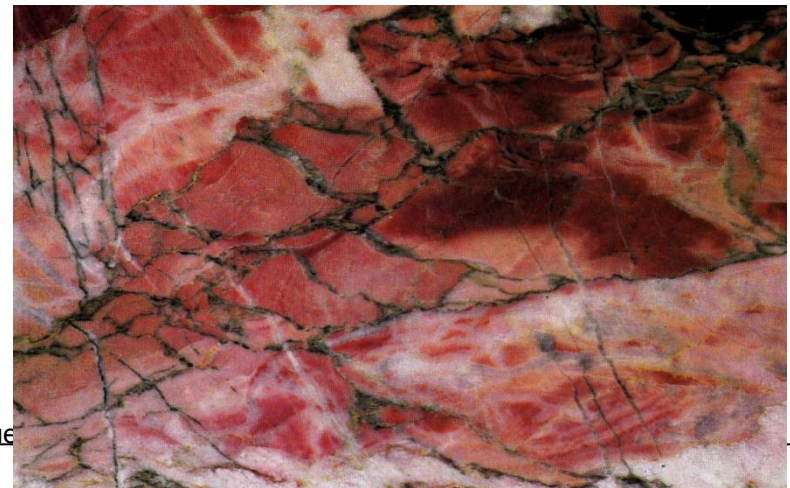


**Мраморы** – мономинеральные породы карбонатного состава, бурно реагируют с соляной кислотой.

Структура всегда гранобластовая.

Текстура массивная, пятнисто-полосчатая.

Окраска белая, серая, розовая, чёрная и др.



## *Кварциты* —

мономинеральные породы

кремнистого состава, плотные,  
твёрдые.

Структура гранобластовая.

Текстура массивная.

Преобладают светлые тона  
окраски.



## 4. Ультраметаморфизм

– высшая степень регионального метаморфизма. Характеризуется началом частичного плавления горных пород

---

Факторы – температура, давление, химическая активность воды, привнос и вынос веществ.

***Мигматиты*** – неоднородные по составу породы с полосчатой текстурой.

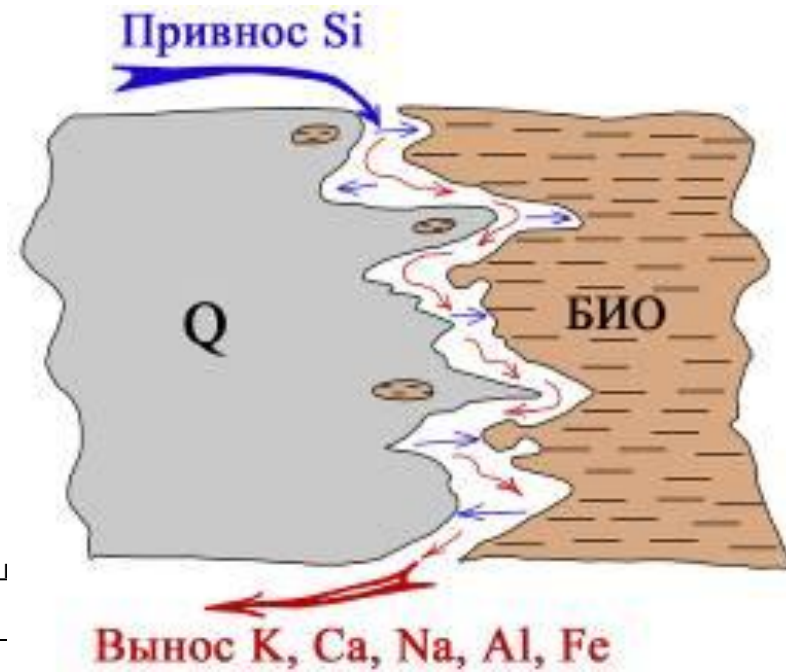
В зависимости от степени переработки субстрата и характера текстурного рисунка, выделяют морфологические типы мигматитов: полосчатые, ветвистые, сетчатые, глыбовые, плейчатые мигматиты.

# 5. Метасоматоз

– образование, в результате реакции замещения, минералов в твердом состоянии за счет флюидов, растворяющих и выносящих одни химические элементы и привносящих и отлагающих другие.

Классификация метасоматитов сложна, наиболее типичные породы:

- скарны
- грейзены
- серпентиниты.



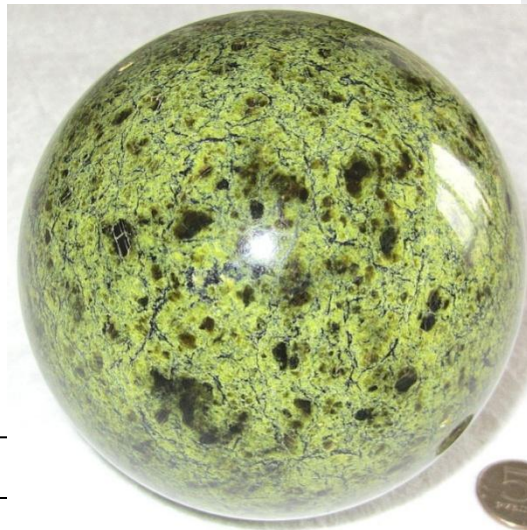
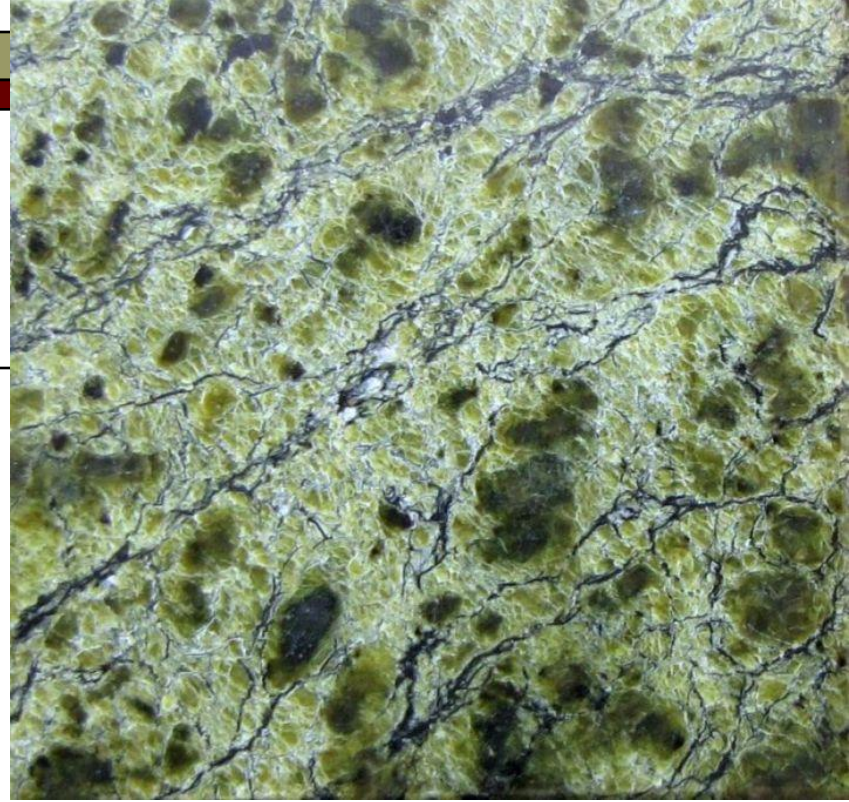


***Серпентиниты*** – образованы под влиянием флюидов на ультраосновные породы, содержащие оливин.

***Состав*** - серпентин с примесью магнетита и хлорита, часто с прожилками волокнистого хризотил-асбеста.

***Структура*** – лепидобластовая.

***Текстура*** – массивная, пятнистая.



## 6. Ударный метаморфизм

### *(импактный, коптогенный)*

Метаморфические преобразования, вызванные соударениями метеоритов с поверхностью земли, приводят к формированию особых горных пород, объединяемых под названием *импактиты*

**Факторы** - давление (момент удара достигает 600-900 кбар), температура (до 2500-3000°C)







Аризонский кратер Берринжера.



## *Катаклазиты и брекчии*

образуются при *дроблении пород* в момент удара.

Обломки разного размера цементируются мелкообломочным материалом, гидроксидами железа, реже глинисто-серицитовым субстратом.

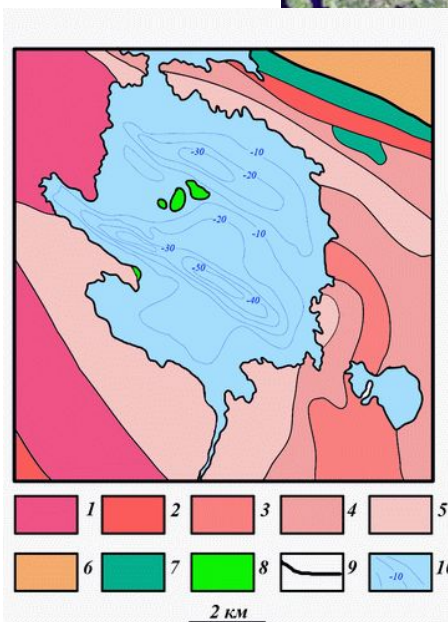
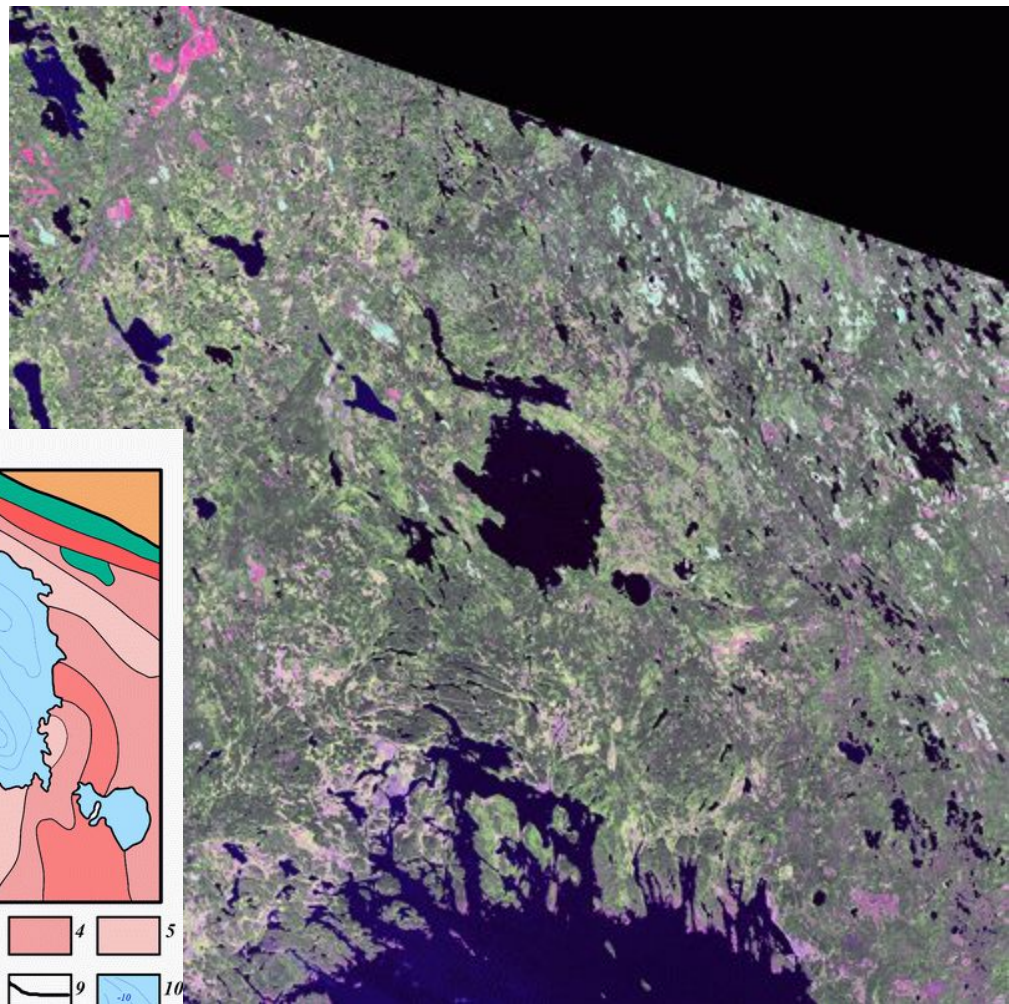
*Текстуры* – брекчиевые, линзовидно-полосчатые.



Кратер *Янисъярви* диаметром 14 километров в западной Карелии заполнен одноименным озером и легко достижим для его осмотра (к нему ведут проходимые дороги, а на берегу озера расположена железнодорожная станция).

Структура достаточно отчетливо проявлена на космических снимках.

Кратер Янисъярви – один из самых древних в России, его возраст оценен в 700 млн. лет.



Представляется, что аллогенная брекчия и зювиты перекрываются тагамитами. В зювитах присутствуют обломки сланцев и микросланцев только ладожской свиты, иногда с хорошо сформированными конусами сотрясения, обломки стекол, а также фрагменты ударно-метаморфизованных кварцевых и полевошпат-кварцевых жил.

**В зависимости от типов геосинклинальных подвижных зон и стадий их развития,  
метаморфизм горных пород  
происходит в условиях различных фаций.**

**Фация метаморфизма - область термодинамической устойчивости метаморфических пород, выделяемая относительно факторов метаморфизма: литостатического давления (P), температуры (T) и парциальных давлений, участвующих в реакциях флюидных компонентов ( $P_{H_2O}$ ,  $P_{CO_2}$  и др.).**

**Комплекс или парагенезис (сонахождение) минералов, устойчивых в Фации называются по типичным для них породам — метабазитам (фация зелёных сланцев, фация амфиболитов Фации называются по типичным для них породам — метабазитам (фация зелёных сланцев, фация амфиболитов, фация пироксен-плагиоклазовых роговиков Фации называются по типичным для них породам — метабазитам (фация зелёных сланцев, фация амфиболитов, фация пироксен-плагиоклазовых роговиков и др.), метапелитам (глинистых сланцев, филлитов Фации называются по типичным для них породам — метабазитам (фация зелёных сланцев, фация амфиболитов, фация пироксен-плагиоклазовых роговиков и др.)**



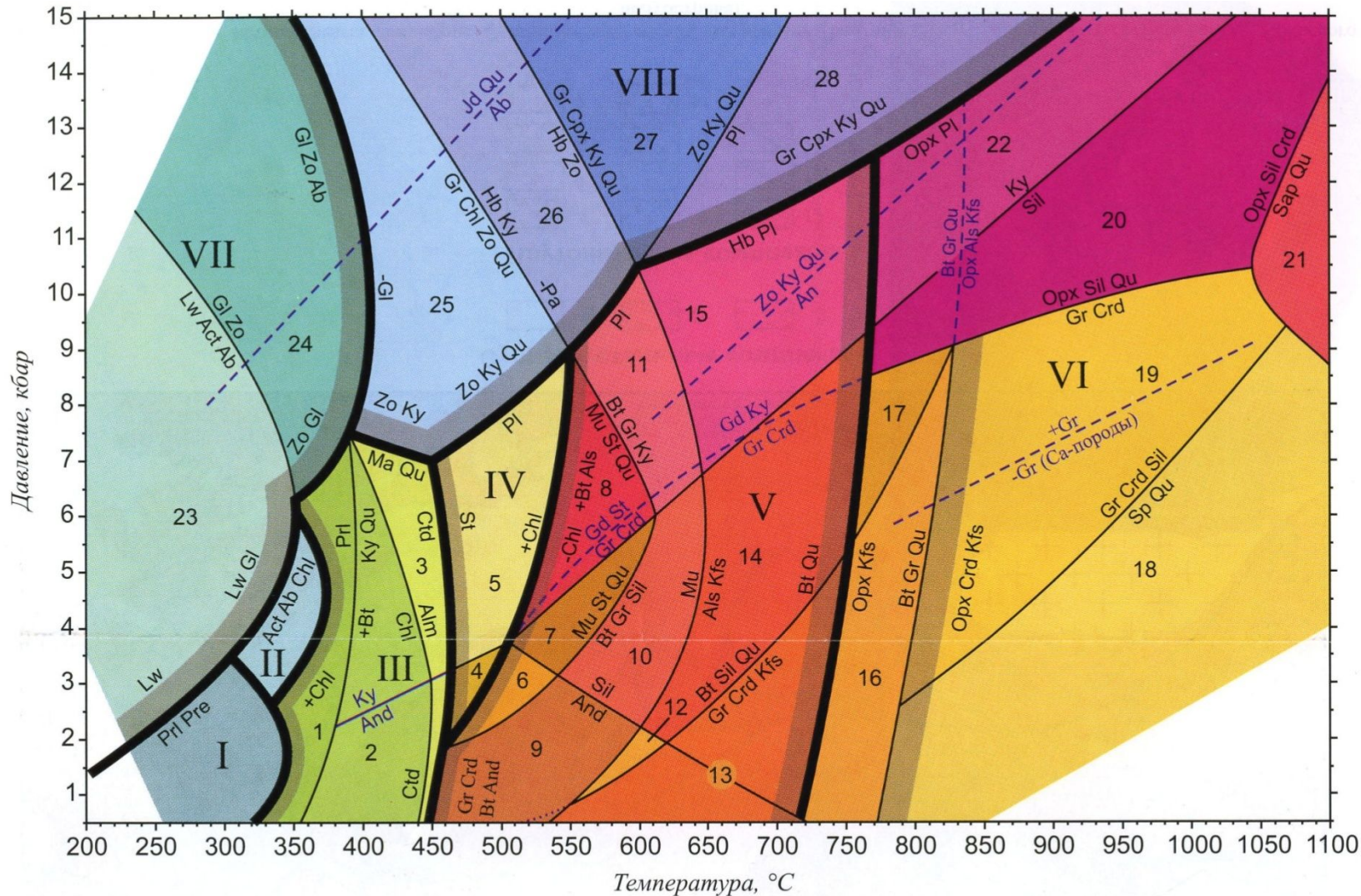


Рис. 1. *P-T* схема принципиальных соотношений между метаморфическими фациями и субфациями.

Римские цифры — фации; арабские цифры — субфации: I — цеолитовая или пумпеллиит-пренитовая, II — пумпеллиит-актинолитовая, III — зеленосланцевая: 1 — мусковит-стильпномелан-хлоритовая, 2 — мусковит-хлорит-биотитовая, 3 — хлорит-хлоритоид-гранатовая; IV — эпидот-амфиболитовая: 4 — андалузит-хлорит-ставролитовая, 5 — кианит-хлорит-ставролитовая; V — амфиболитовая: 6 — андалузит-мусковит-биотит-ставролитовая, 7 — силлиманит-мусковит-биотит-ставролитовая, 8 — кианит-мусковит-биотит-ставролитовая, 9 — кордиерит-андалузит-биотит-мусковитовая, 10 — гранат-силлиманит-биотит-мусковитовая, 11 — гранат-кианит-биотит-мусковитовая, 12 — кордиерит-биотит-андалузит-ортоклазовая, 13 — биотит-кордиерит-гранат-ортоклазовая, 14 — гранат-биотит-силлиманит-ортоклазовая, 15 — гранат-биотит-кианит-ортоклазовая; VI — гранулитовая: 16 — биотит-гранат-ортоклаз-гиперстеновая, 17 — ортоклаз-кордиерит-силлиманит-биотитовая, 18 — кварц-шпинелевая, 19 — гранат-ортоклаз-кордиерит-гиперстеновая, 20 — силлиманит-гиперстеновая, 21 — кварц-сапфириновая, 22 — кианит-гиперстеновая; VII — глаукофансланцевая: 23 — лавсонит-глаукофановая, 24 — цоизит-глаукофановая; VIII — эклогитовая: 25 — парагонит-кианит-цоизитовая, 26 — цоизит-кианит-каринитовая, 27 — гранат-кианит-омфацитовая, 28 — плагиоклаз-кианит-омфацитовая. Символы минералов см. в таблице.

Fig. 1. *P-T* grid of principal relationships between metamorphic facies and subfacies. Roman numerals — facies, Arabic numerals — subfacies; symbols of mineral are shown in Table.