

Горные породы



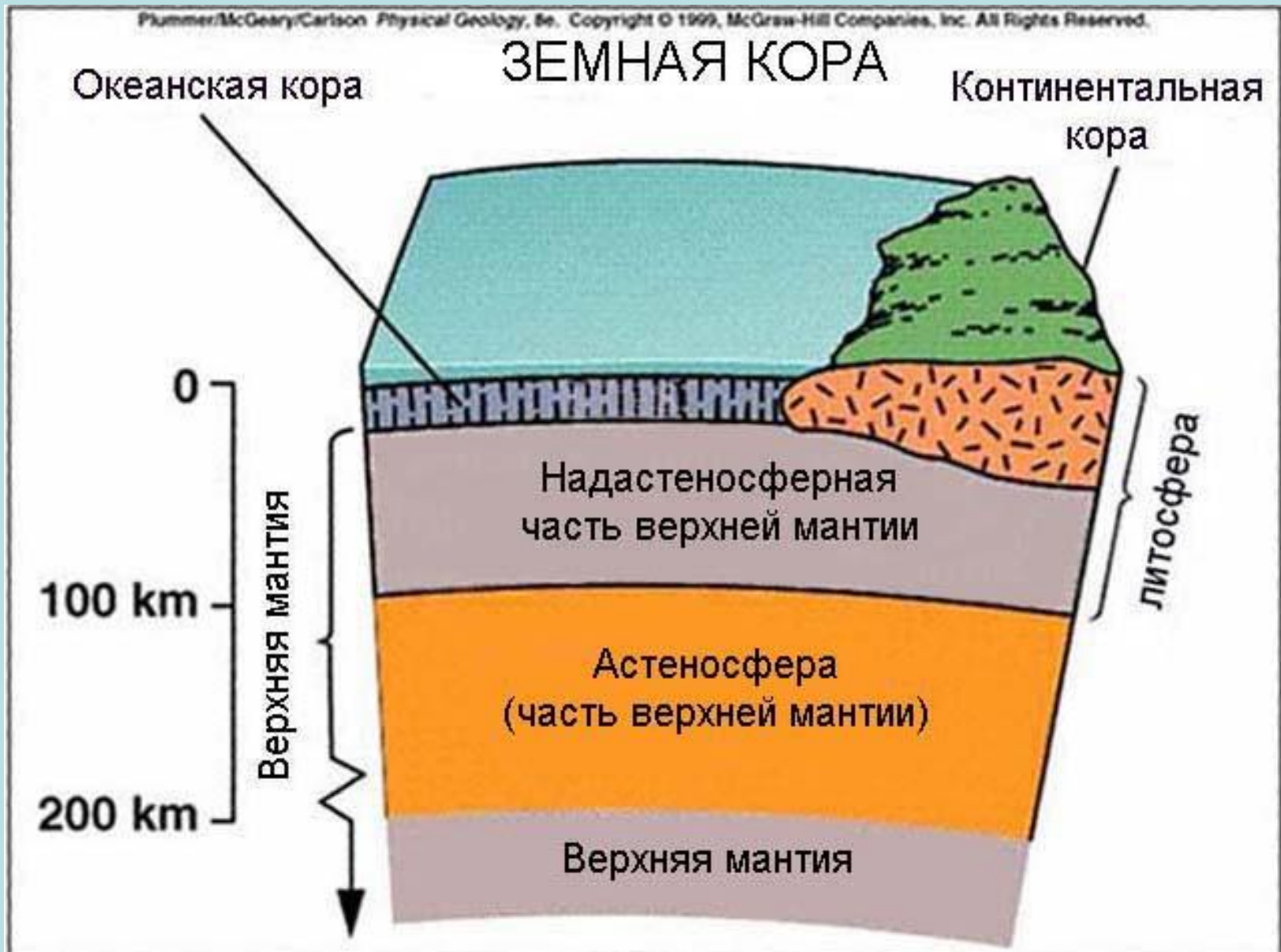
План лекции

- 1. Генетические классы горных пород**
- 2. Текстура и структура горных пород**
- 3. Магматические горные породы:** кислые, средние, основные и ультраосновные, их основные представители
- 4. Осадочные горные породы:** терригенные, хемогенные и биогенные, их основные представители
- 5. Метаморфические горные породы;** фации метаморфических пород, их основные представители



Литосфера

Plummer/McGeary/Carlson Physical Geology, 8e. Copyright © 1999, McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights Reserved.



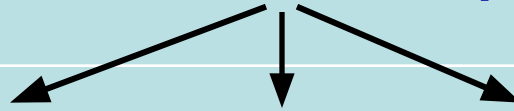
Горные породы

Литосфера Земли сложена различными горными породами, представляющими собой минеральные агрегаты.

Горные породы отличаются друг от друга генезисом, внешним видом, строением, химическим и минеральным составом.

По условиям образования выделяют породы магматического, осадочного и метаморфического происхождения

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ



МАГМАТИЧЕСКИЕ

Генетически подразделяются на **эффузивные и интрузивные**

По составу делятся на группы: **кислую, среднюю, основную и ультраосновную**; и ряды: нормальный, субщелочной и щелочной

ОСАДОЧНЫЕ

Генетически подразделяются на **терригенные, хемогенные и биохемогенные**

По составу: **обломочные, глинистые, глиноземистые, карбонатные, кремнистые, фосфатные, соляные и сульфатные (эвапориты), железистые, марганцевые, органические (каустобиолиты).**

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ

Генетически подразделяются по степени метаморфизма на **слабо-, средне, и глубоко метаморфизованные**

Состав метаморфических пород зависит от исходных пород

Магматические горные породы образуются на поверхности или в толще земной коры в результате охлаждения и затвердевания **магмы** (огненно-жидкого силикатного расплава вещества земной коры или мантии)



Осадочные горные породы образуются на поверхности земной коры в результате:

- 1) переотложения продуктов выветривания и разрушения различных горных пород,**
- 2) химического и механического выпадения осадка из воды,**
- 3) жизнедеятельности организмов**
- 4) или всех этих процессов одновременно**

Метаморфические горные породы возникают в недрах Земли в результате преобразования в твердом состоянии (метаморфизма) ранее сформированных пород под воздействием факторов метаморфизма: температуры, давления и флюидов (газово-жидких или жидких растворов)

2. Текстура и структура горных пород

При описании любой горной породы определяются ее цвет, структура, текстура, минеральный состав.

Текстура (от лат. *textus* – ткань, сплетение, соединение) внешний вид породы.

Текстура может быть рыхлой или сцементированной, пористой, плотной, полосчатой, пятнистой и т.д.

Структура (от лат. *structura* – строение, расположение, порядок) горной породы определяется взаимным расположением слагающих породу частиц – кристаллов, их абсолютным и относительным размером, формой

Например, структуры горных пород могут быть крупно-, средне- и мелкокристаллические, обломочные, глинистые, органогенные и т.д.

Текстура и структура несут важную информацию об условиях формирования горной породы



Магматические горные породы

Магма – это 3 компонентный расплав, состоящий из

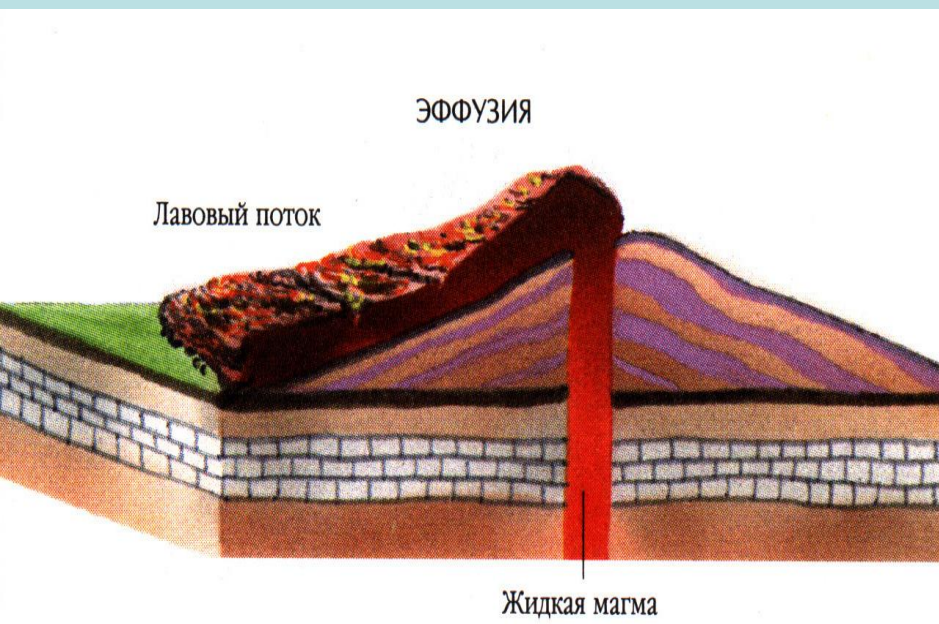
- жидкости, твёрдых кристаллов и летучих (газовых пузырьков).

Лава – это дегазированная магма

(магма без газа (как кола без газа))

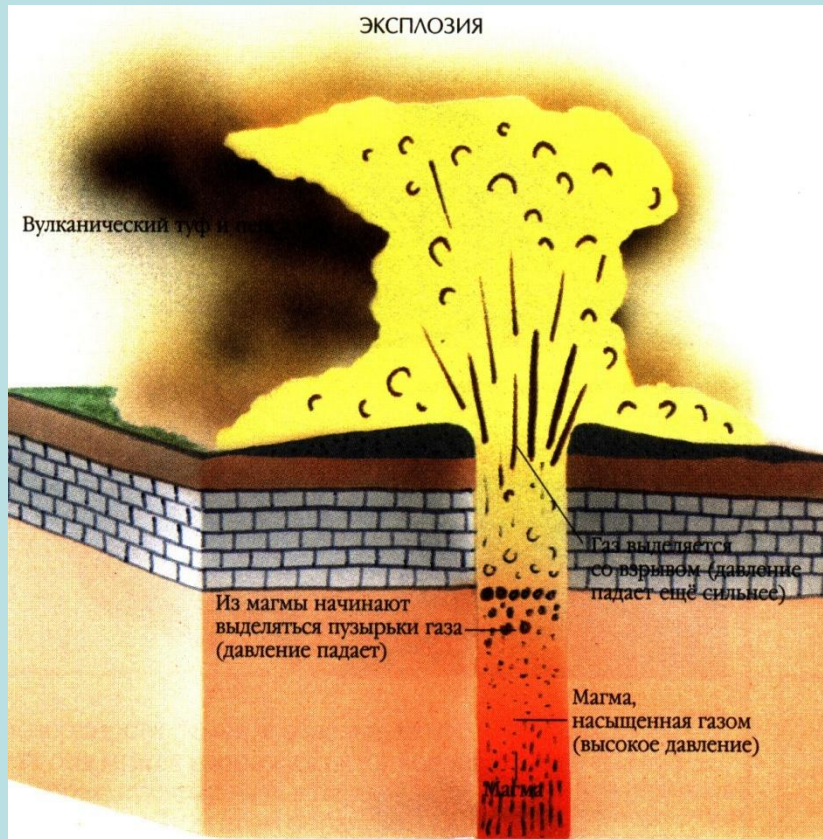
Способ и скорость движения магмы

1) Если магма жидкая, подвижная, летучие отделяются спокойно, происходит излияние лавы, **эффузия** (от лат. *effusion* – излияние), с образованием лавовых потоков и покровов.



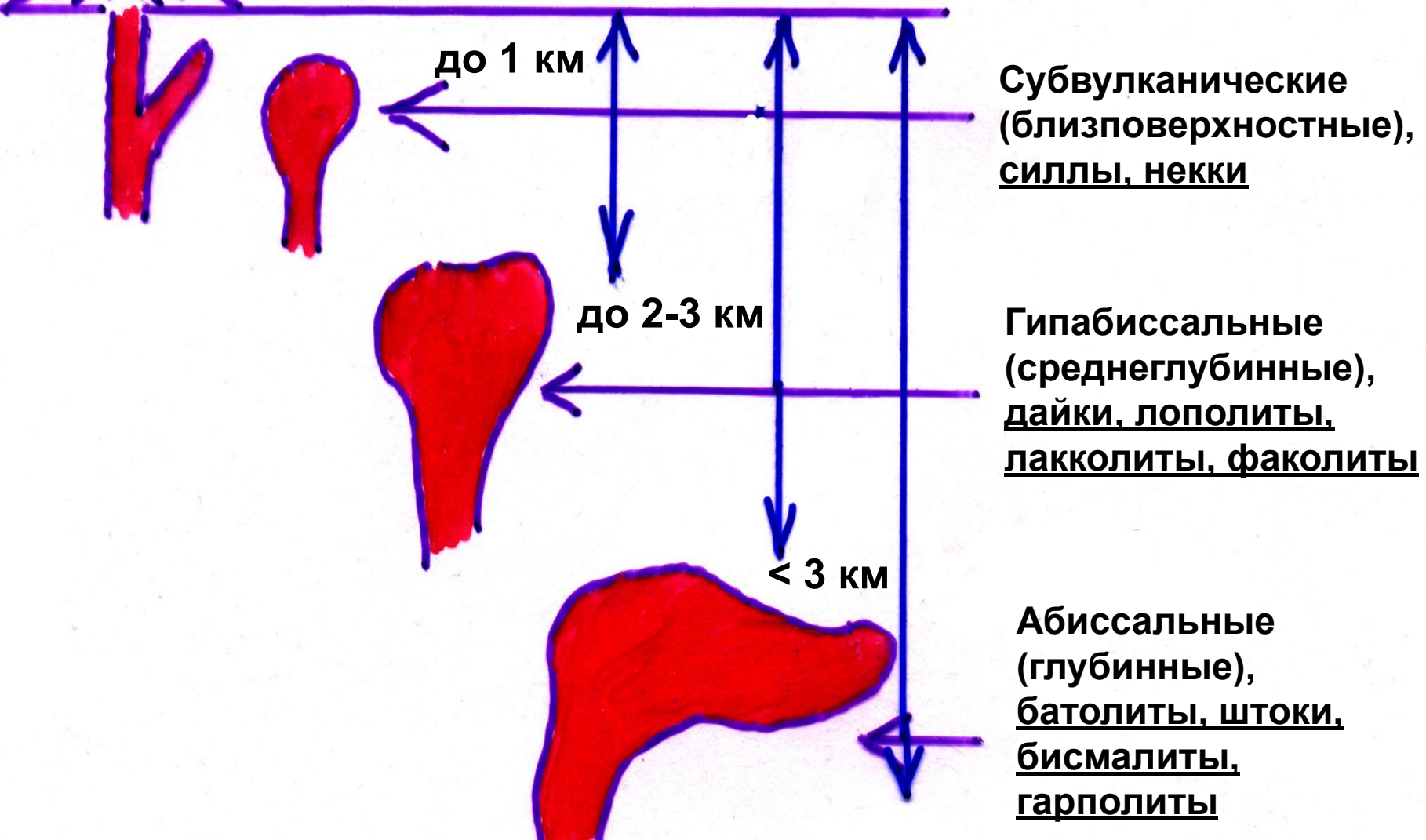
Лавы – это дегазированная магма

2) Если газы отделяются быстро, то происходит вскипание магматического расплава и он разрывается расширяющимися газовыми пузырьками. Происходит взрывное извержение – **ЭКСПЛОЗИЯ** (от лат. *explosio* — выталкивание, выстрел).



Преобразование магмы в магматическую горную породу может происходить на разных глубинах

Условное разделение интрузивов по глубине формирования



Наиболее распространенные магматические горные породы

geoglobus.ru

Группы пород по содержанию SiO_2

Типы пород	Кислые (более 65%)	Средние (65-52%)	Основные (52%-45%)	Ультраосновные (менее 45%)
Плутонические (интрузивные)	Граниты	Диориты	Габбро	Перидотиты
Вулканические (эффузивные)	Риолиты	Андезиты	Базальты	Пикриты

Классификация магматических горных пород

Условия образования	Характерные		Породы нормального (низкощелочного) ряда					
Интрузивные	Структуры	Текстуры	Кислые SiO ₂ >64%	Средние SiO ₂ 64-53%	Основные SiO ₂ 53-45%	Ультраосновные SiO ₂ <45%		
	Крупно- и среднекристаллическая Порфириовидная	Плотная массивная	Гранит	Диорит	Габбро	Ультрамафиты		
						Пироксенит	Перидотит	Дунит
Эффузивные	Скрытокристаллическая Порфириовая Афировая Стекловатая	Плотная Пористая Флюидальная Миндале- каменная	Риолит	Андезит	Базальт	Пикриты		
Преобладающий цвет пород Содержание цветных минералов (в %)			Светлые < 10	Серые < 40	Черные > 40	Темнозеленые или черные 90-100%		
Основной минеральный состав			С полевыми шпатами			Без полевых шпатов		
			С кварцем	Без кварца		Светлые минералы отсутствуют		
Светлые минералы			Кварц 25-40% КПШ 20-35% Кислый плагио- клаз 25-35%	Средние (гл. образом) плагио- клазы 60-80%	Основные плагио- клазы 35-65%			
Цветные минералы			Биотит (реже другие) 3-10%	Роговая обманка 0-40% пироксен 5-20%	Пироксен 35-65% (иногда оливин, роговая обманка)	Пироксен 50-100% Оливин 0-30% Роговая обманка 0-50%	Оливин 30-90% Пироксен 10-60% Роговая обманка < 10%	Оливин 90-100% Пироксен 0-10% Роговая обманка 0-10%

Особенности магматических горных пород

Структура – определяется степенью кристалличности породы, т.е. наличием или отсутствием вулканического стекла, абсолютными и относительными размерами кристаллов, их формой и взаимоотношением со стеклом.

Текстура - плотная, массивная. У эффузивных пород нередко пористая текстура, у пирокластических – рыхлая.

Минеральный состав определяется химическим составом магмы и зависит от условий образования породы. Главные породообразующие минералы магматических пород – **силикаты** (~99% массы пород). SiO_2 есть во всех магматических породах, слагая от 30 до 78% их массы.

Классификация магматических пород

По происхождению

- *интрузивные* (от позднелат. *Intrusio* — вталкиваю, внедряю), глубинные, или *плутонические* (по имени древнеримского бога подземного царства Плутона) – образовавшиеся при застывании магмы на глубине,
- *эффузивные*, излившиеся, или *вулканические* (по имени древнеримского бога огня Вулкана) сформировавшиеся из магмы, достигшей земной поверхности.

По вещественному составу.

кислые, средние, основные и *ультраосновные* (по количеству оксида кремнезема SiO_2)

Кислые (более 65%)	Средние (65-52%)	Основные (52%45%)	Ультра- основные (менее 45%)
--------------------------	---------------------	----------------------	---------------------------------------

Деление на ряды – *нормальные*, или *щелочно-земельные*, *субщелочной* и *щелочной*, основано на количестве в химическом анализе породы суммы оксидов щелочных металлов - K_2O и Na_2O .

ПРИМЕР Текстуры магматических горных пород

Для интрузивных (глубинных) пород характерна неориентированная, плотная, компактная, массивная текстура



Габбро



Диорит



Сиенит

ПРИМЕР У излившихся (вулканических, эффузивных) пород встречаются и плотные, и пористые текстуры



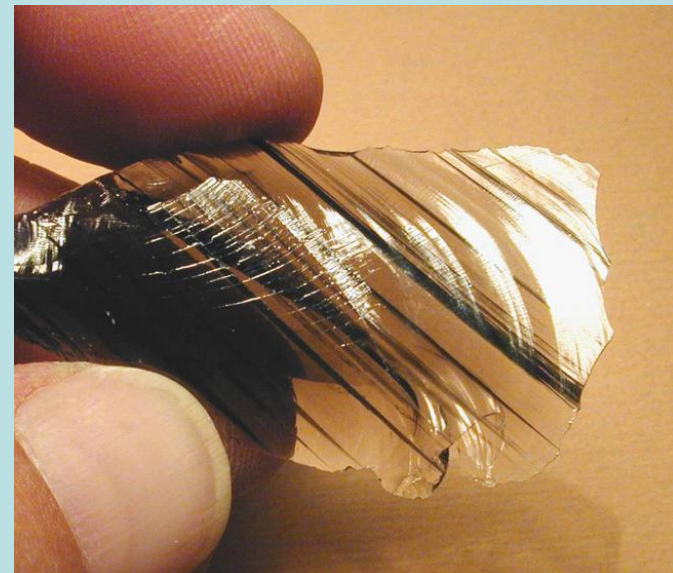
←Базальт и риолит→
с плотной текстурой



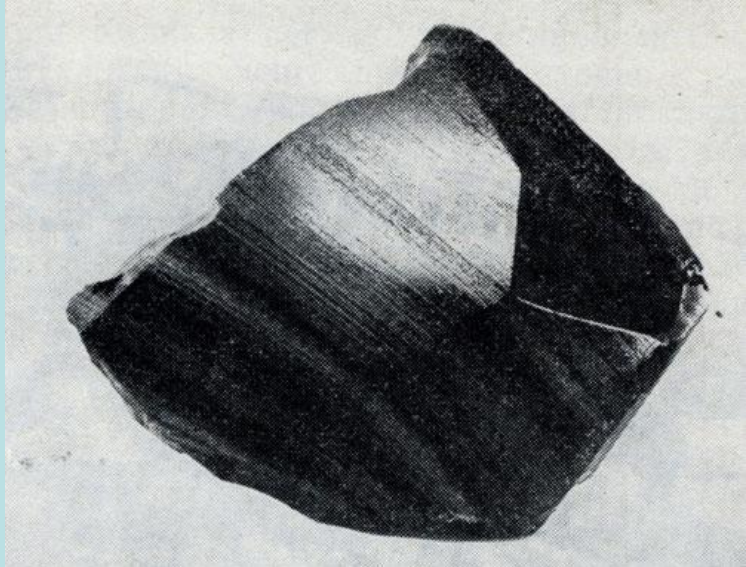
←Базальт и пемза→
с пористой текстурой



ПРИМЕР Вулканическое стекло - обсидиан



Флюидальная текстура
обсидиана



ПРИМЕР Структуры магматических горных пород

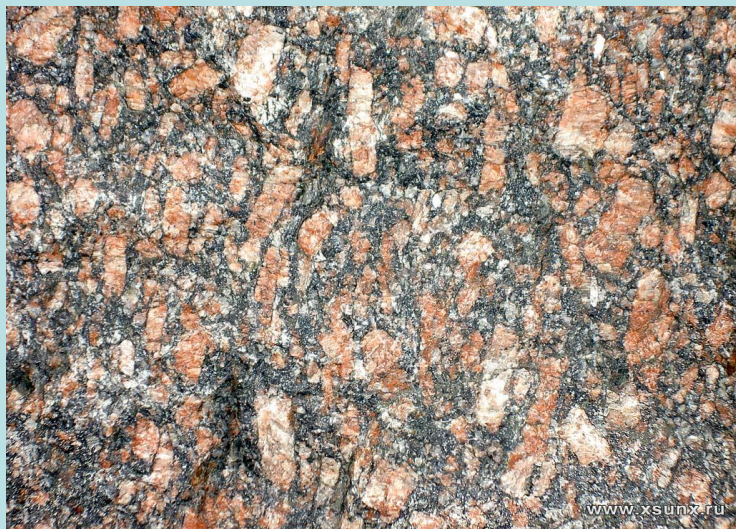
Для глубинных, интрузивных пород характерны **полнокристаллические** крупно- и средне- зернистые структуры



Диорит

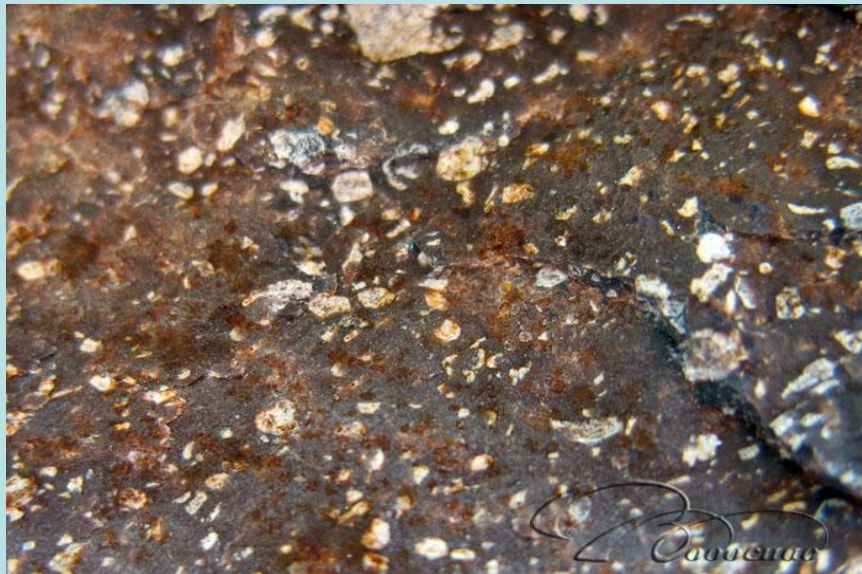


Лабрадоритовое габбро



Гранит с порфировидной структурой

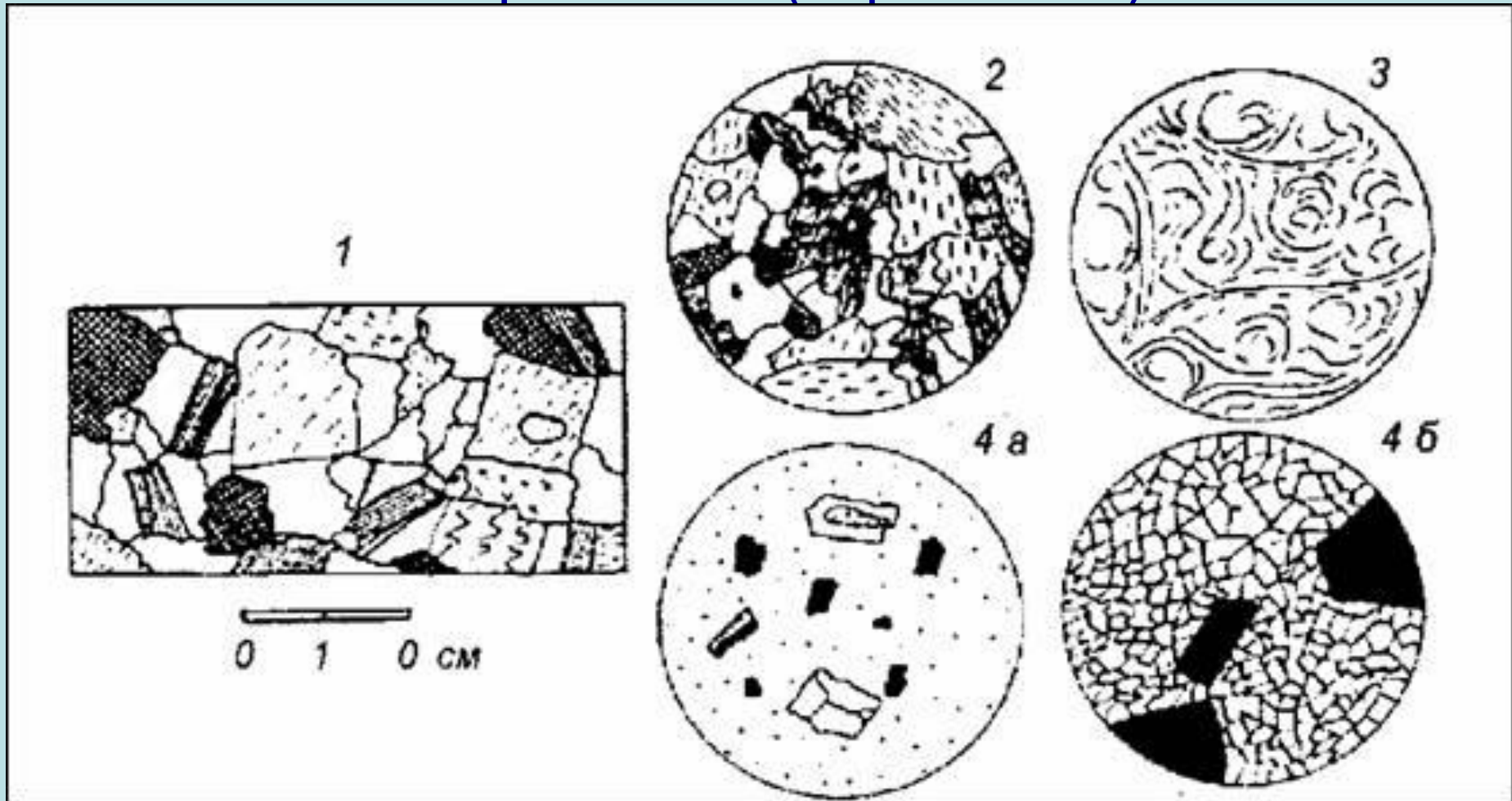
ПРИМЕР Для эффузивных пород характерны
неполнокристаллические структуры



Порфировая структура, андезит

Стекловатая структура, обсидиан

ПРИМЕР Структуры магматических пород под микроскопом (зарисовать)



Виды структур магматических пород: 1 – полно кристаллическая; 2 - неравномерно зернистая; 3 - стекловатая; 4а - порфировая; 4б - порфировидная

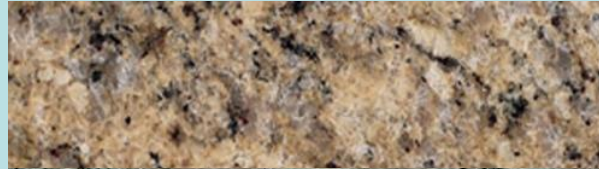
ПРИМЕР Кислые магматические породы (>64% SiO₂):

Интрузивный представитель кислых пород – гранит и его разновидность - пегматит

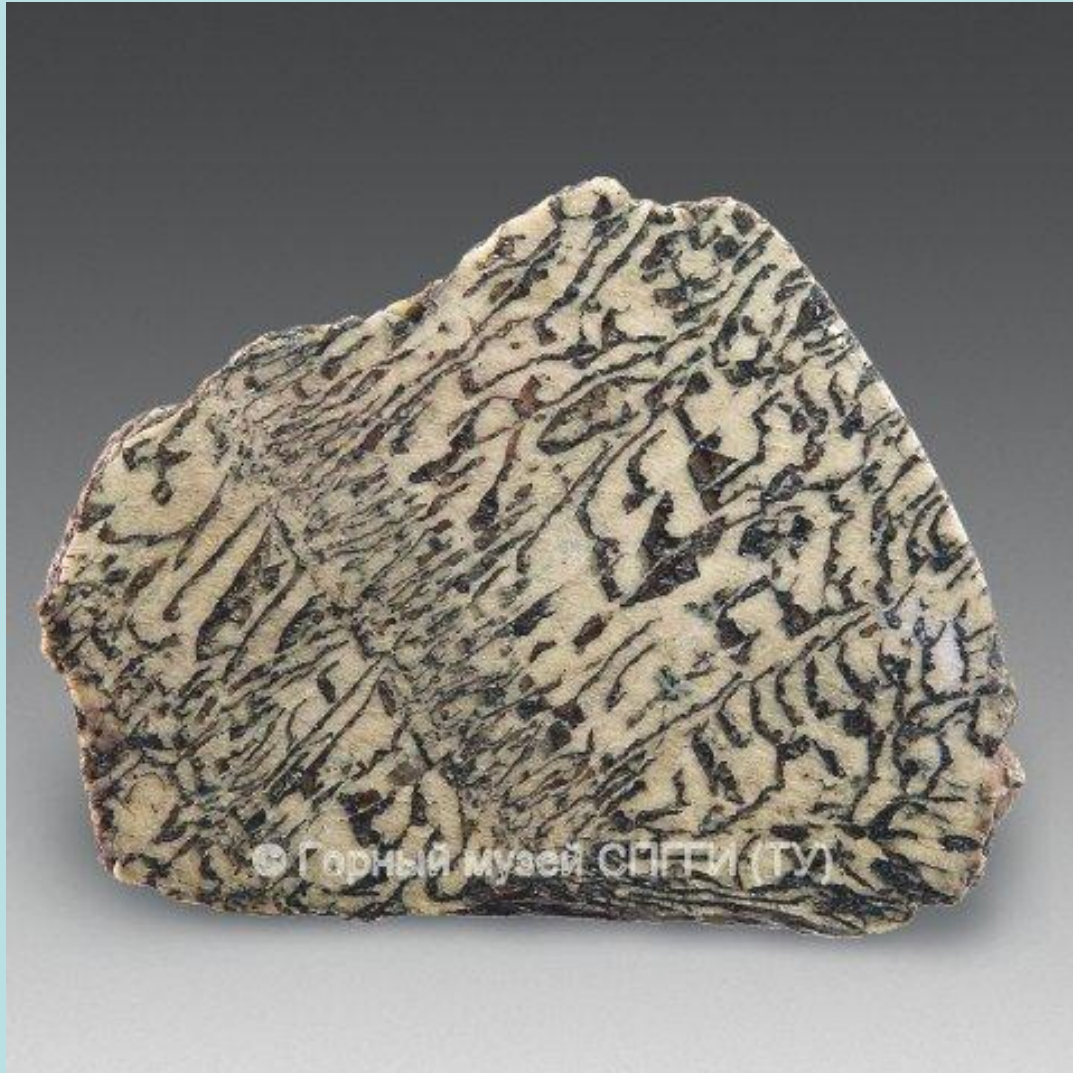


Гранит

Минеральный состав гранитов: кварц, кпш, кислые плагиоклазы, мусковит, иногда биотит и амфибол



Пегматит, письменный гранит, «еврейский камень» – разновидность гранита



Пегматит

ПРИМЕР Кислые магматические породы (>64% SiO₂)

эффузивные представители – риолиты и дациты



Риолит



Дацит

ПРИМЕР Средние породы (SiO_2 64-53%)

Интрузивный представитель средних пород - диорит

Минеральный состав средних пород: средние плагиоклазы, амфиболы, биотит, иногда пироксены



Диориты

ПРИМЕР Средние магматические породы (SiO_2 - 64-53%)

Эффузивная средняя порода - андезит



© geology.com



Андезиты

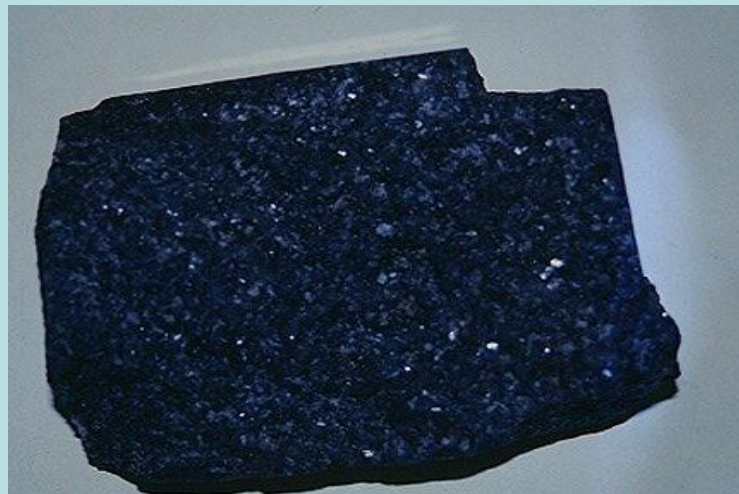
ПРИМЕР Основные породы (SiO_2 - 53-45%)

Основная интрузивная порода - **габбро**

Минеральный состав: пироксены – 35-65%, основные плагиоклазы – 35-65, до 100%, иногда оливин – 0-5%, амфибол и биотит – первые %



Габбро



Долерит –
мелкокристаллическая
разновидность габбро

ПРИМЕР Основная горная порода габбро
может целиком состоять только из основного
плагиоклаза



Анортозит –
габбро, состоящее из анортита



Лабрадорит –
габбро, состоящее из лабрадора

ПРИМЕР Основные породы (SiO_2 - 53-45%)

Эффузивный аналог габбро - базальт

Базальты - самые распространенные породы Солнечной системы



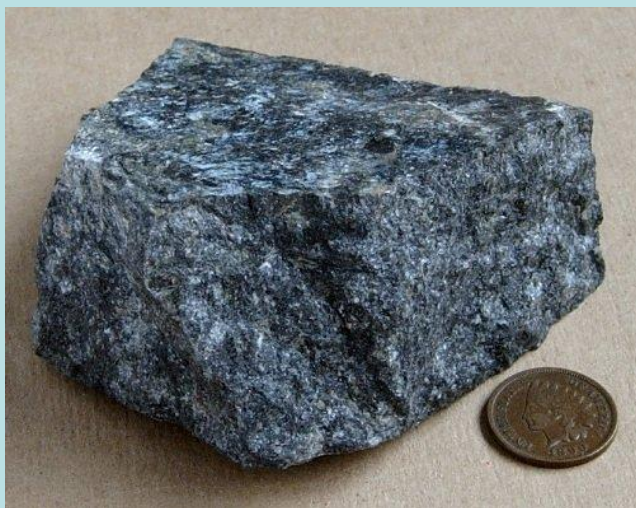
Базальты



ПРИМЕР Ультраосновные породы ($\text{SiO} < 45\%$)

представлены интрузивными **пироксенитами**,
перидотитами и **дунитами**; эффузивный аналог - **пикрит**

Минеральный состав: пироксены и оливин в разном соотношении



Пироксенит Pх-90% ОI-10%



Перидотит Pх-50% ОI-50%



Дунит ОI-90%, Pх-10%

Пикриты сейчас практически не встречаются, но довольно широко были распространены в докембрии

Вулканические бомбы

– самый грубый пирокластический материал

Размеры – от 5-6 см до нескольких метров и весят они нередко десятки тонн



Во время полёта лава охлаждается, затвердевает и принимает разнообразную форму



Грушевидная



Сферическая

Spherical bomb, Strawberry Crater, San Francisco Volcanic Field, Arizona



Ленточная

Ленточная, похожа на стручок гороха





Веретёнообразные
бомбы



Лапилли (от лат. *lapillus* – камешек)

Пузырчатые, угловатые или округлые обломки пемзы величиной от горошины до грецкого ореха (3-6 см).



Вулканический песок

Шлаковые частицы лавы величиной от 1-2 мм до горошины, перемешанные с мелкими кристаллами или обломками кристаллов различных минералов



Вулканический пепел



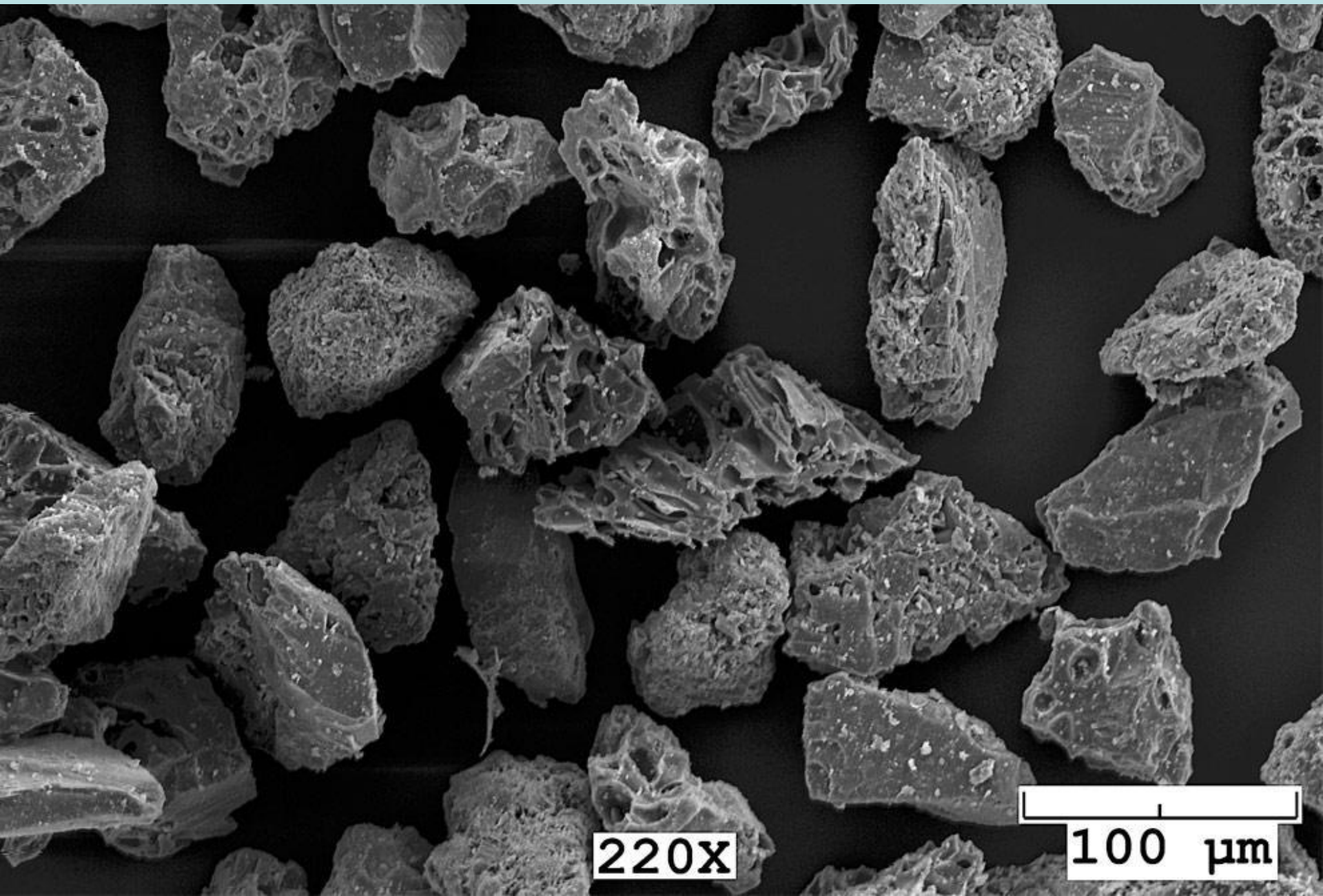
Пепловый поток вулкана Майон.

The Philippines' most committed newspaper.

Пепел – мелкая пыль (от долей до мм) белого, серого, бурого или чёрного цвета, состоящая из частиц лавы, вулканического стекла, осколков минералов, обломков стенок кратера.



Пепел под электронным микроскопом



Пирокластические породы



Вулканическая тефра



Пемза



Вулканические туфы



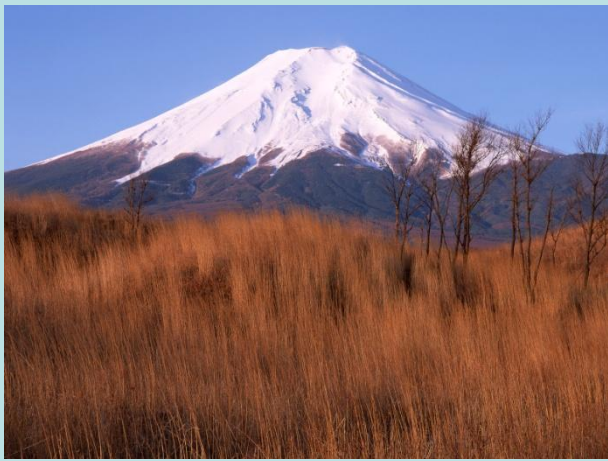
Бомбовый туф

Игнимбриты – отложения палящих туч

(от лат. *ignis* - огонь и *imber*, родительный падеж *imbris* - дождь)

Обломки игнимбритов оплавлены, пластично деформированы и растянуты – так наз. *фьямме* (от (итал. *fiamme*, мн.ч. от *fiamma* - пламя).





Осадочные горные породы



2-ая гряда Крымских гор

Осадочные горные породы

1. **Обломочные**, или **терригенные** (от греч. *terra* – земля и *genesis* – происхождение), образовались в результате разрушения (физического выветривания) ранее сформированных пород

2. **Хемогенные породы** – образовались в результате осаждения минералов из растворов или химического разрушения и изменения минералов ранее образовавшихся пород процессами химического выветривания

3. **Биогенные** породы образовались в результате жизнедеятельности, отмирания и преобразования (разложения, углефикации, перекристаллизации, замещения и др.) вещества растительных и животных организмов. Эти породы часто называют **биохемогенными**.

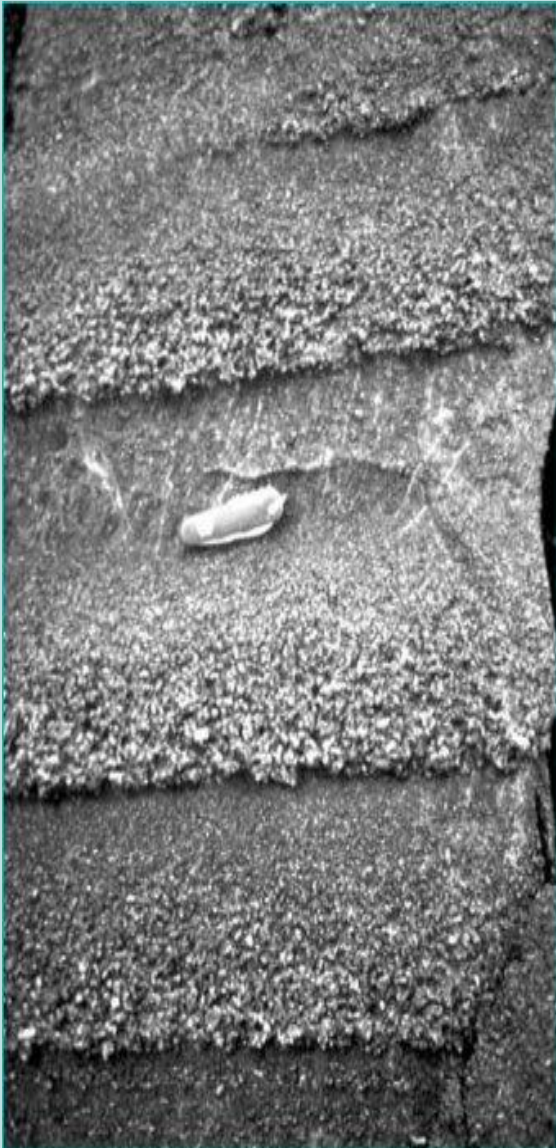
Текстуры осадочных пород

Текстура - *параллельно слоистая*. При активном движении среды осадконакопления (течение, волны, ветер) формируется *косая, диагональная, линзовидная, волнистая* слоистость.

Текстуры осадочных пород бывают *несцементированные, рыхлые, сыпучие* (песок, щебень) и *сцементированные, плотные, массивные* (песчаник).

Хемогенные и хемобиогенные осадочные породы иногда имеют *оолитовую (гороховую, бобовую)* текстуру.

Текстуры осадочных пород



Градационная слоистость

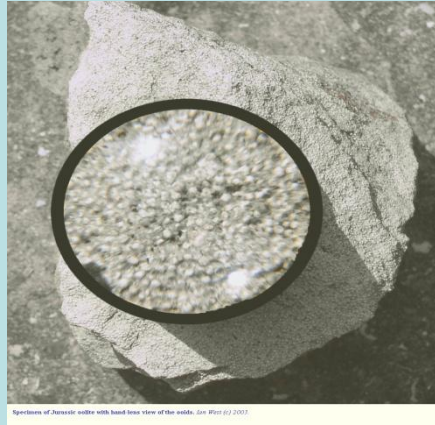
<http://www.plechov.ru/Education/OCEAN/lection6.htm>



Косослоистый песчаник



Волнистослоистый песчаник



Оолитовые известняк и боксит



Кавернозная известняк



Кембрий Сибирской платформы.



Колорадский каньон





Ernie B



Структуры осадочных пород

Обломочная - если в осадочной породе количество обломочных частиц превышает 50%.

Для некоторых пород (кремни, яшмы) характерны *скрытокристаллические* структуры.

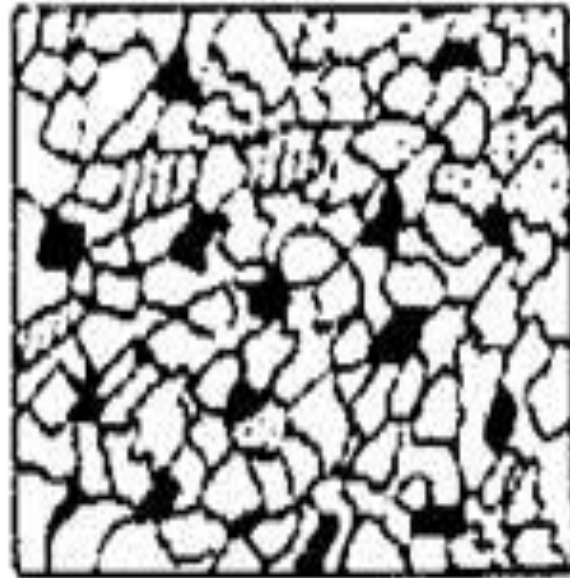
Глины обладают *пелитовой* (от греч. *pelos* – глина) структурой, характеризующейся очень мелкими размерами частиц – менее 0,005 или 0,001 мм.

Структуру пород, сложенных растительными или животными остатками, называют *органогенной* (известняки-ракушечники, диатомиты), если сохранность скелетов, слагающих породу, плохая, то – *органогенно-обломочной*, или *детритусовой* (от лат. *detritus* – истертый).

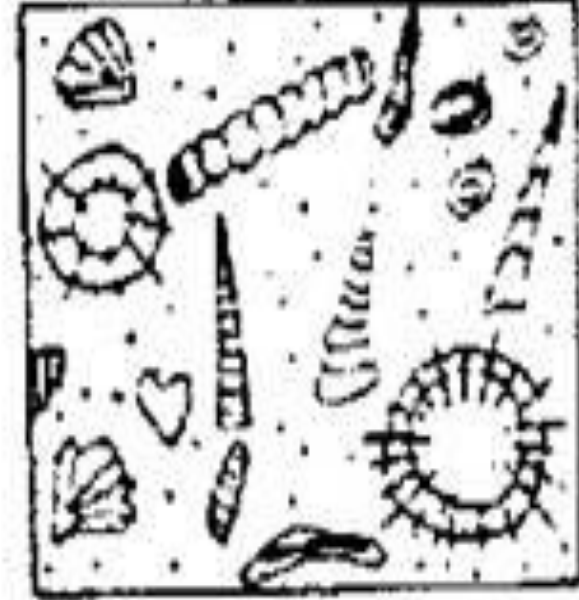
Структуры осадочных пород (зарисовать)



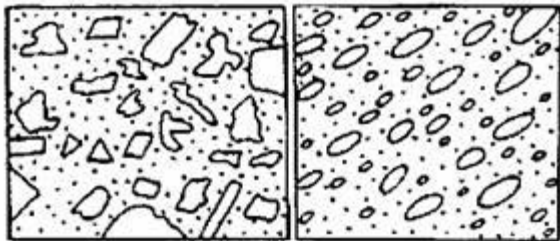
1



2



3



- Структуры осадочных пород
- 1 – обломочная: а - неокатанные обломки, б - окатанные обломки;
 - 2 – кристаллическая;
 - 3 - органическая

Основные структуры осадочных пород



Обломочная



Кристаллическая



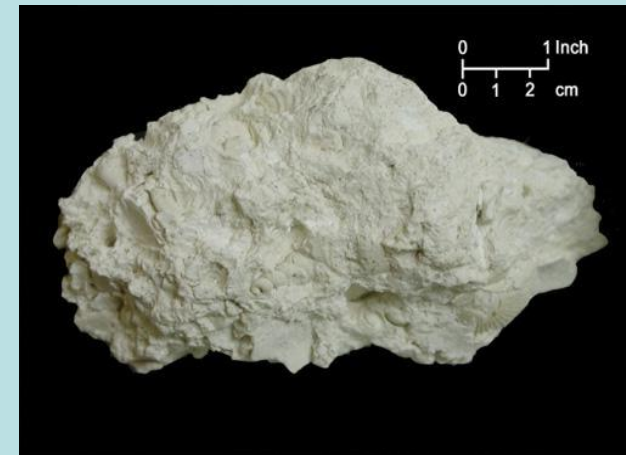
Органогенная



Пелитовая



Пелитоморфная



Детритусовая

Основные типы обломочных (терригенных) пород

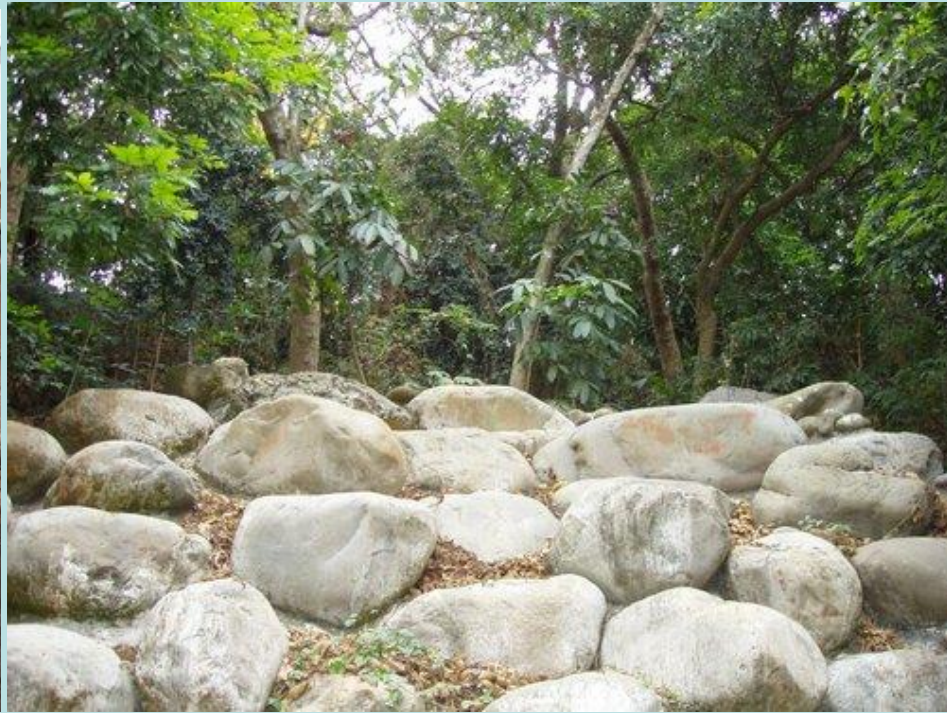
ЗАПИСАТЬ

Группа пород	Размеры обломков, мм	Рыхлые породы		Сцементированные породы	
		Окатанные	Неокатанные	Окатанные Обломки	Неокатанные обломки
Грубообломочные	>200	Валуны	Глыбы	Конгломераты: валунные	Глыбовые брекчии
	200-10	Галька, галечник	Щебень	Галечные	Брекчии
	10-2	Гравий	Дресва	Гравийные (гравелиты)	Дресвяник
Песчаные	2-1 1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1 0,1-0,05	Пески: грубозернистые крупнозернистые среднезернистые мелкозернистые тонкозернистые		Песчаники: грубозернистые крупнозернистые среднезернистые мелкозернистые тонкозернистые	
Алевритовые	0,05-0,005	Алевриты		Алевролиты Лессы	

Грубообломочные нецементированные породы



Неокатанные – глыбы



Окатанные - валуны

Неокатанные грубообломочные несцементированные породы



Щебень



Дресва

Окатанные грубообломочные несцементированные породы



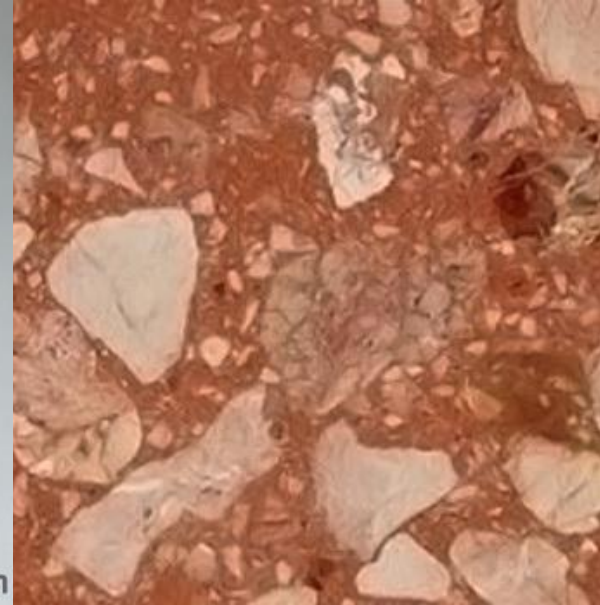
Галька



Гравий



Сцементированные грубообломочные породы



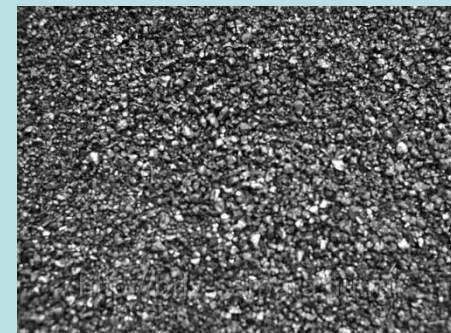
Брекчия (от нем. *brechen*, или англ. *break*- ломать)



Конгломерат (от лат. *conglomerato* собираю в тесную кучу)

Среднеобломочные породы песок и песчаник

Песок



Песок и песчаник могут быть, например, чисто кварцевый или карбонатный, и **ПОЛИМИКТОВЫМ**, смешанным, например, аркозовый и граувакковый

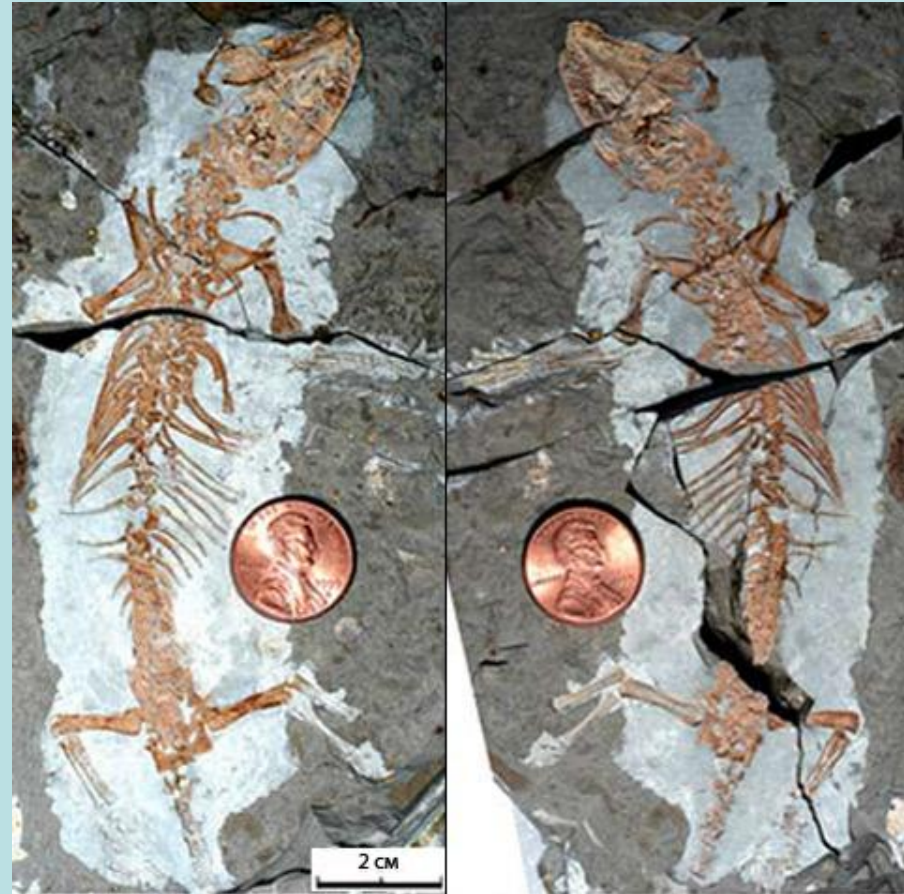
Песчаник



Кольца Лизеганга

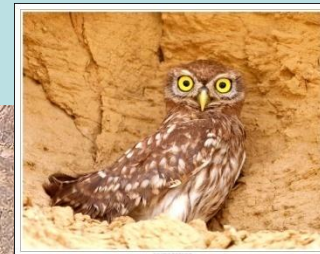
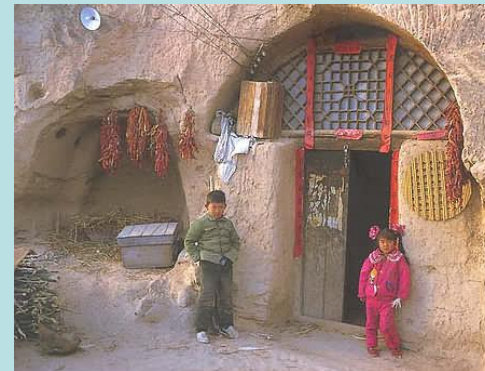
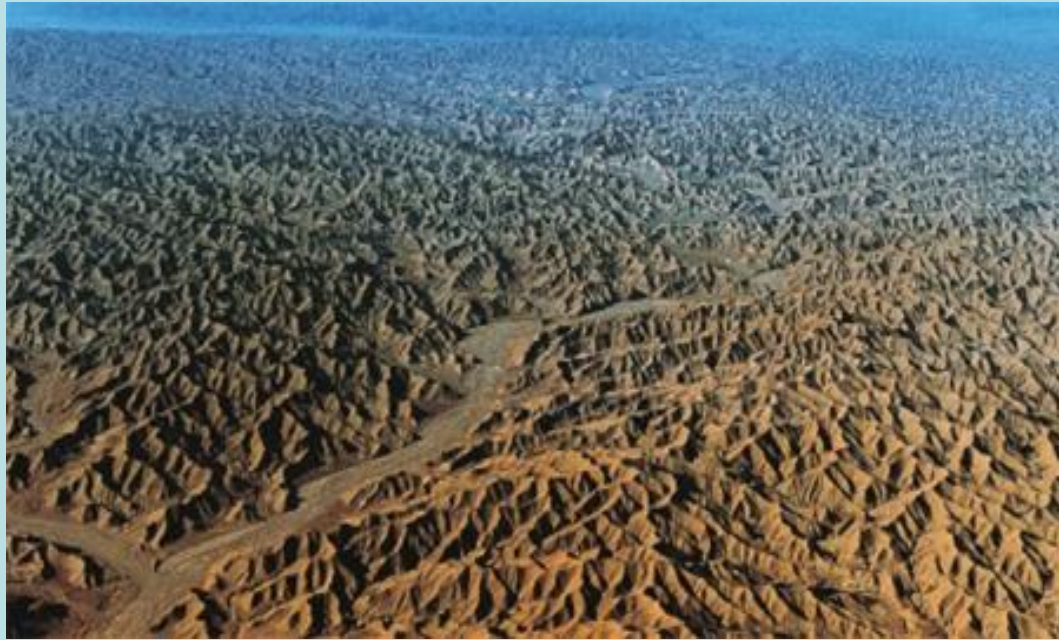
Алеврит и алевролит

(от гр. *aleuron* - мука + *lithos* - камень)



Yanosconodon allini, найденный между пластов алевролита в горах Янь. 2007(фото Zhe-Xi Luo/CMNH).

Мелкообломочная порода лесс



Хемогенные и хемобиогенные породы

- Глинистые – глины, суглинки, супеси
- Глиноземистые – бокситы, латериты
- Карбонатные – известняки, доломиты, сидериты, травертины, мергель
- Кремнистые – диатомит, трепел, опока, кремни и яшмы
- Соляные – каменная соль, сильвинит
- Сульфатные – гипс, ангидрит
- Железистые – озерная и болотная руда, лимонит
- Фосфатные – фосфориты
- Каустобиолиты – горючие сланцы, торф, бурый и каменный уголь

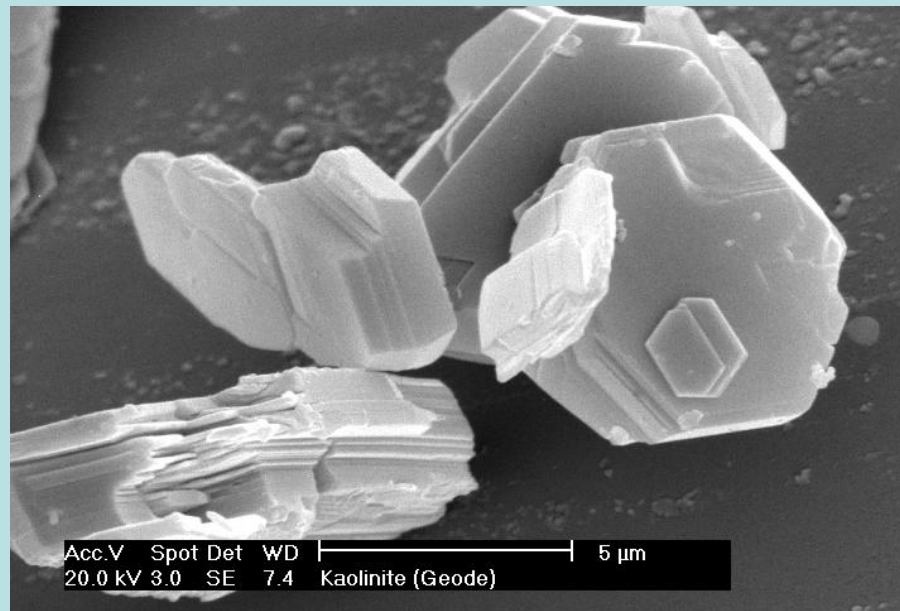
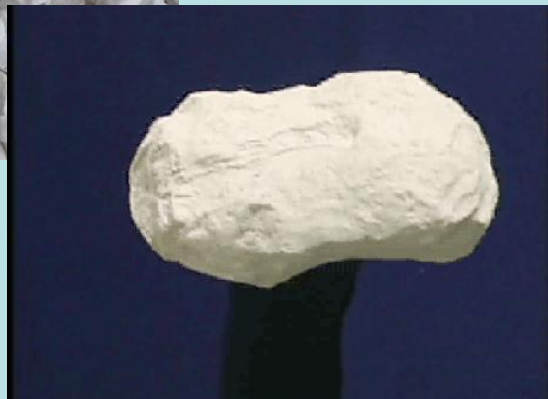
Глина



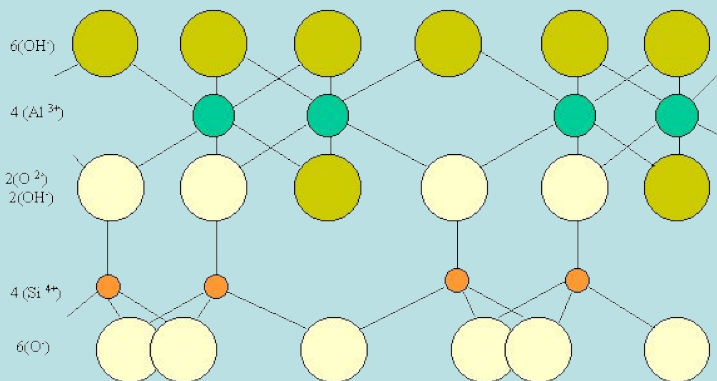
Текстура пористая, V пор - 40%, иногда до 60%. Состав – глинистые минералы: каолинит, нонтронит, монтмориллонит, бейделлит и др. Глины размокают в воде и становятся пластичными



Каолинитовые глины - каолины



Diagrammatic Representation of Kaolinite



http://www.ctahr.hawaii.edu/huen/clay_structures.htm



Китайский фарфор

Глиноземистые Бокситы и латериты

Бокситы (от фр. *bauxite*) название по местности Ле-Бо (*Les Baux*) на юге Франции, и **латериты** (от лат. *later* – кирпич)



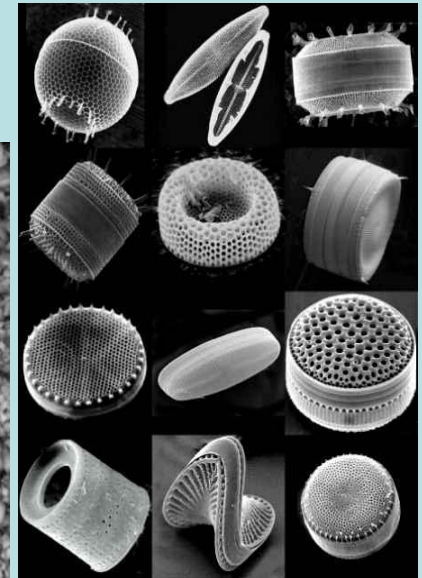
Минеральный состав: гидраргиллит, бемит, диаспор, оксиды и гидроксиды железа



Разработка бокситов в Венгрии

Карбонатные породы

Мел



15kV X1.000 10.0um 50 30R
фораминиферы

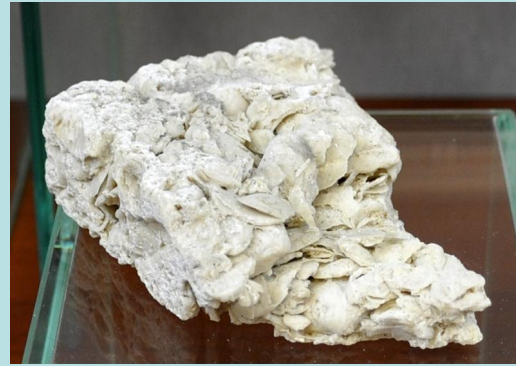
Фораминиферы
(Геккель, 2007)

<http://www.lithology.ru/node/107>

abukovski



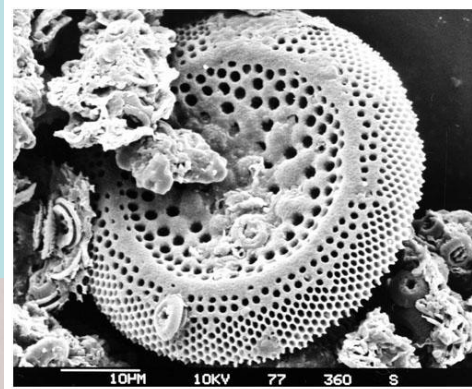
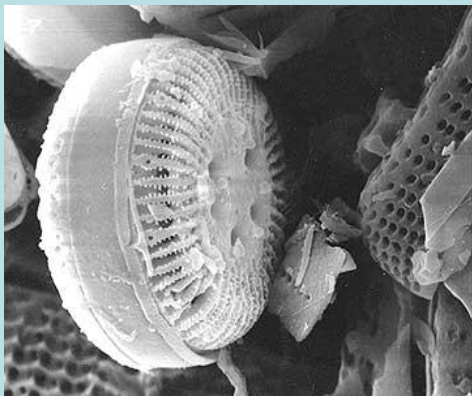
Известняк



Травертин

Кремнистые породы

Диатомит, трепел, опока



Трепел



Разнообразие панцирей диатомей (Геккель, 2007)



Диатомит

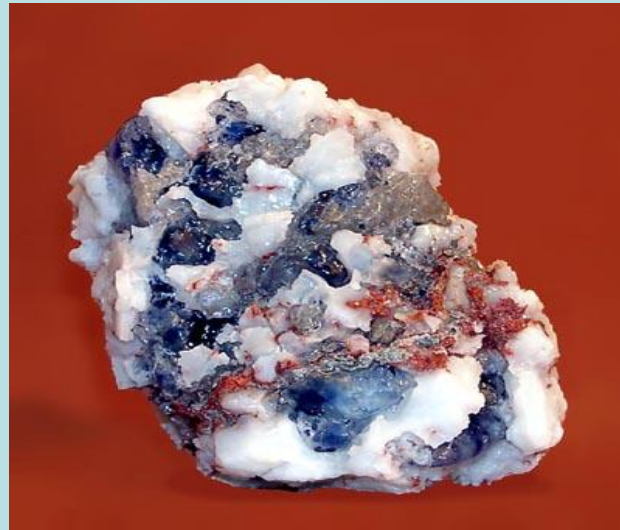


Опока



Кремень

Соли



Соляная пустыня Уюни, Боливия

<http://unusualplaces.agress.ru/?p=110>



Соляные выработки в Артемовске



Соляные копи в Величке, Польша

<http://unusualplaces.agress.ru/?p=110>



Сульфатные породы

Гипс



Алебастр



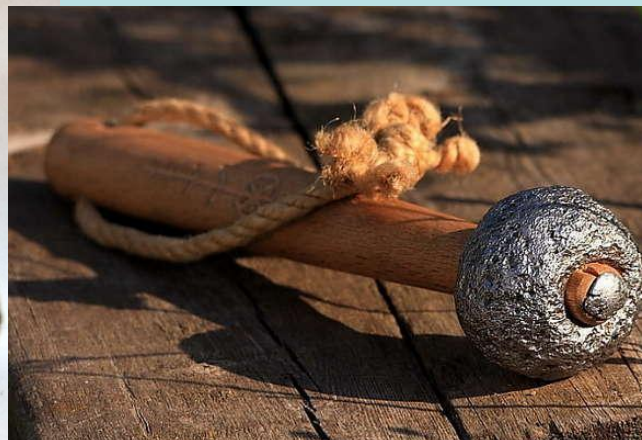
Ангидрит



ПРИМЕР Железистые породы

Болотные, озерные, луговые руды , или *бурые железняки*

Текстура пористая или кавернозная, оолитовая. Структура мелко- и скрыто кристаллическая или пелитоморфная. Минеральный состав: оксиды и гидроксидами железа (лимонит и сидерит).



Булава, подкова и нож (11-14 вв.)

ПРИМЕР Фосфатные породы, фосфориты

Встречаются в виде конкреций, псевдоморфоз по органическим остаткам, реже слагают самостоятельные пласты и комковатые образования. По минеральному составу: смесь апатита, глинистых частиц и полимиктового песка.



Породы смешанного состава и генезиса



Супеси и суглинки



Супеси http://masterwater.ru/index/kopka_kharakteristiki



Суглинки



Лессовидные суглинки

Мергель

Пелитоморфная порода, состоящая из 50% кальцита и 50% глины



Каустобиолиты

Торф (40- 60% С)



Бурый уголь (55 -75% С)



Каменный уголь (75 - 90% C)



Каменный уголь



<http://alfa-trade.tiu.ru/>

Антрацит (до 97-98% C)

The background of the slide is a complex, marbled pattern. It features a mix of muted blue, grey, and off-white tones, with prominent, irregular veins and patches of a rich, earthy reddish-brown color. The overall texture is organic and resembles natural stone or a high-quality paper pattern.

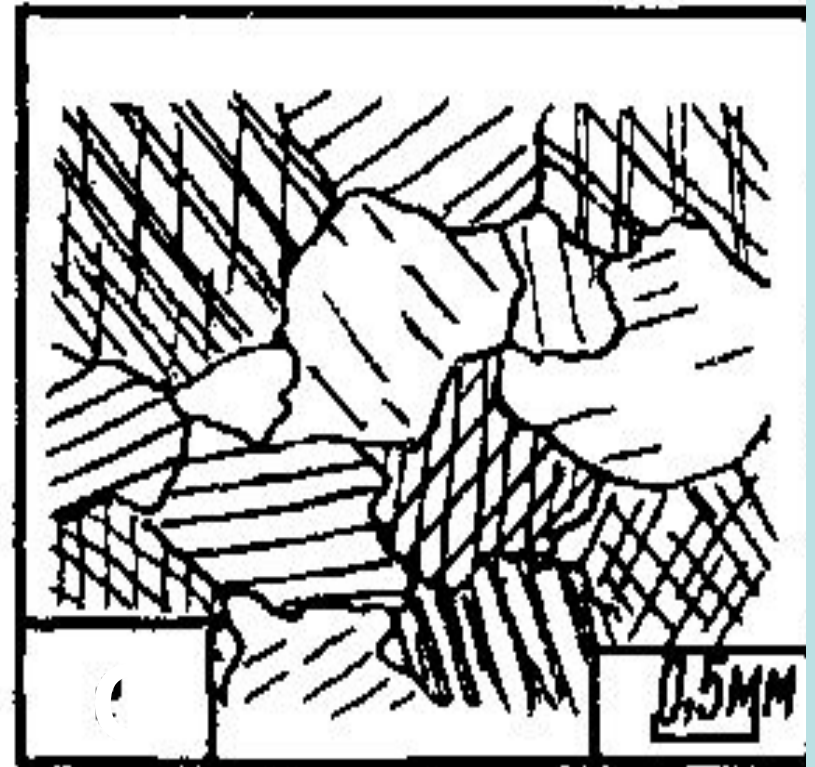
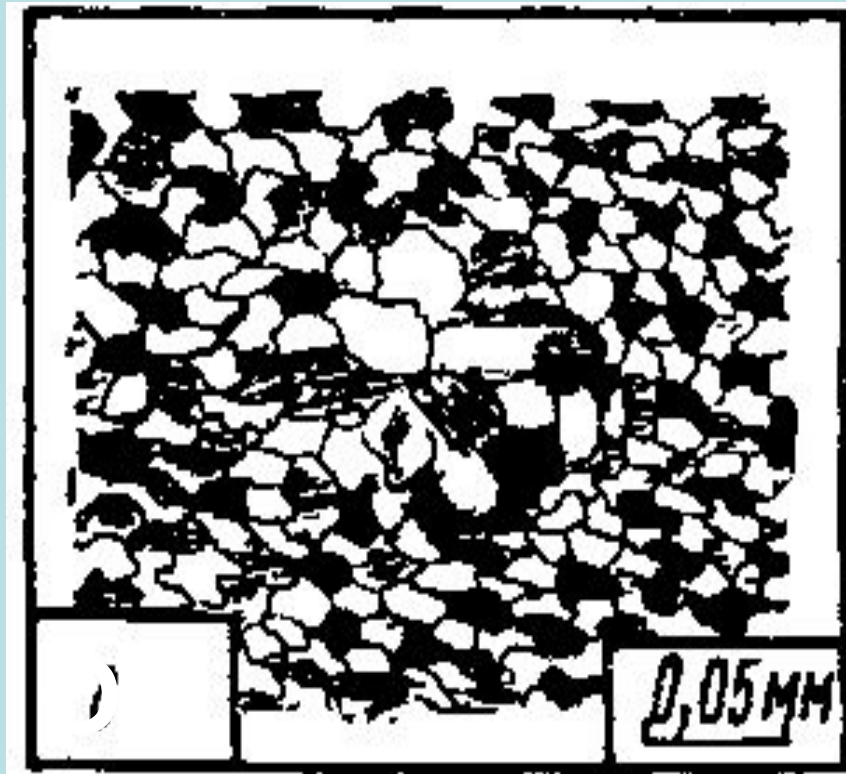
Метаморфические горные породы

Текстуры метаморфических пород

Основные текстуры: ориентированные, сланцеватые, полосчатые, гнейсовые, очковые, пятнисто-полосчатые, плотные массивные.



Структуры метаморфических пород (зарисовать)



Структуры метаморфических пород всегда ПОЛНО
кристаллические.

Разновидности: мостовая, гранобластовая, лепидобластовая,
лепидогранобластовая

Представители метаморфических пород

Сланцы



Филлит

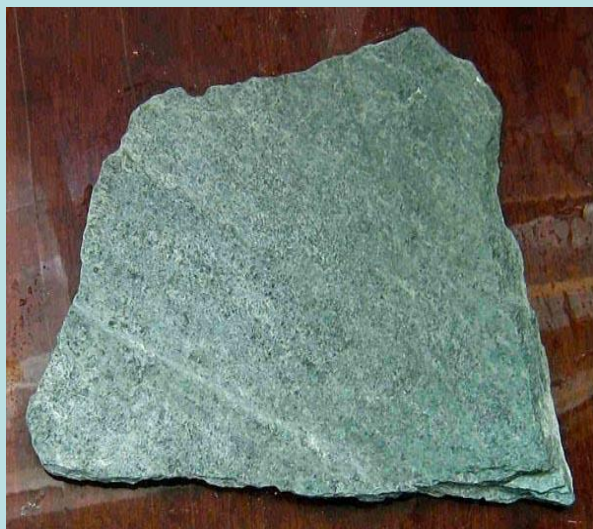


<http://daguralkamen.ru/>

Слюдяной сланец



Биотитовый сланец



Хлоритовый сланец



Тальковый сланец



Углисто-глинистый сланец

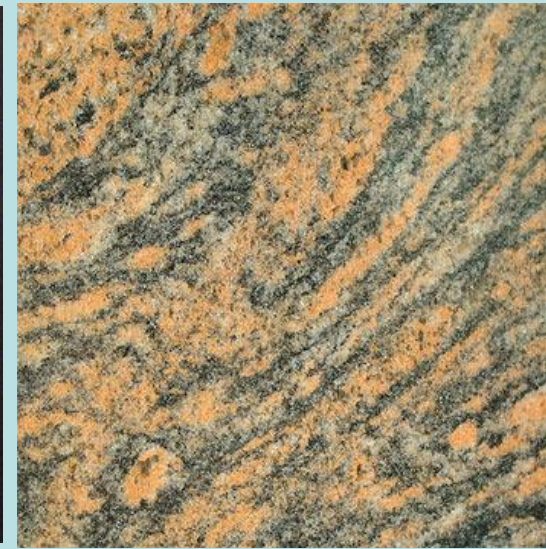
Амфиболиты

Текстура полосчатая, структура кристаллическая, гранобластовая. Состав: амфиболы, плагиоклазы, иногда гранат и пироксен



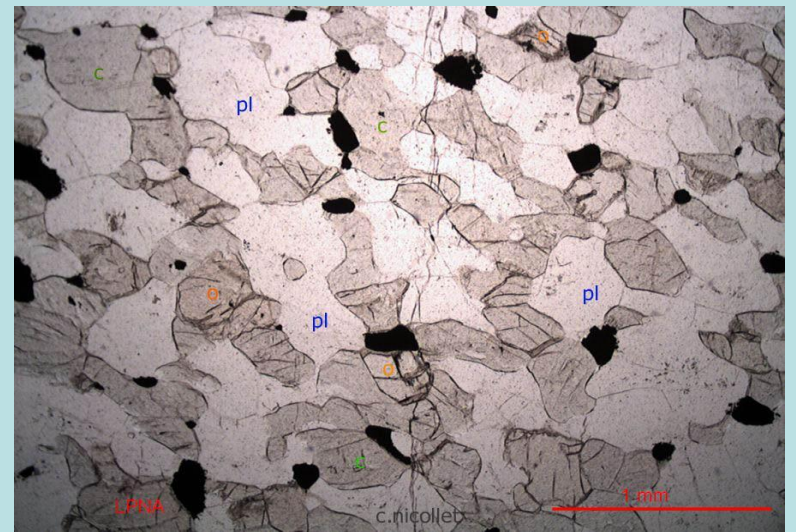
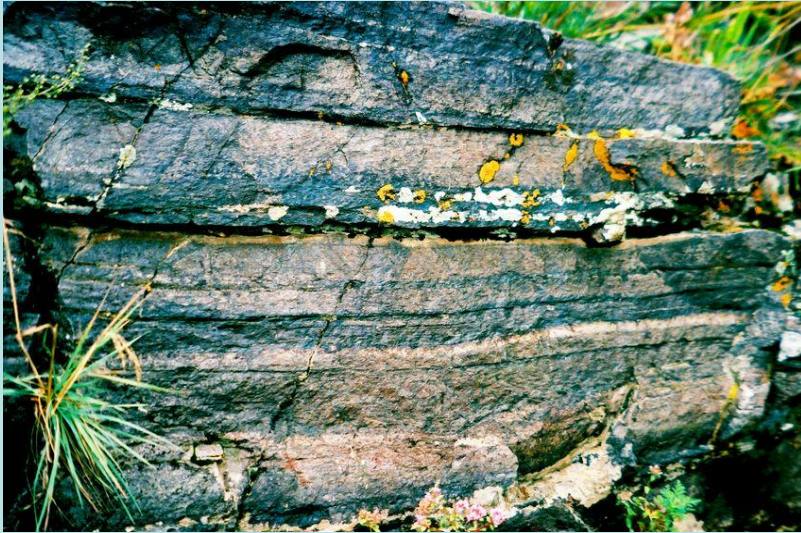
Гнейсы

Текстура гнейсовая, структура кристаллическая, гранобластовая. Состав: кварц, полевые шпаты, биотит, иногда гранат и амфибол.



Гранулиты

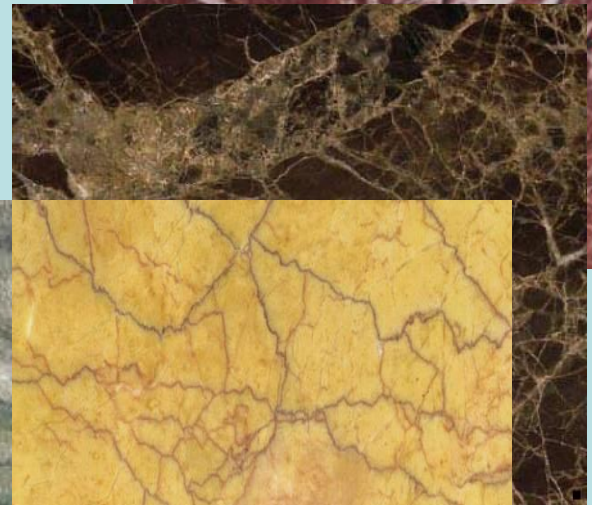
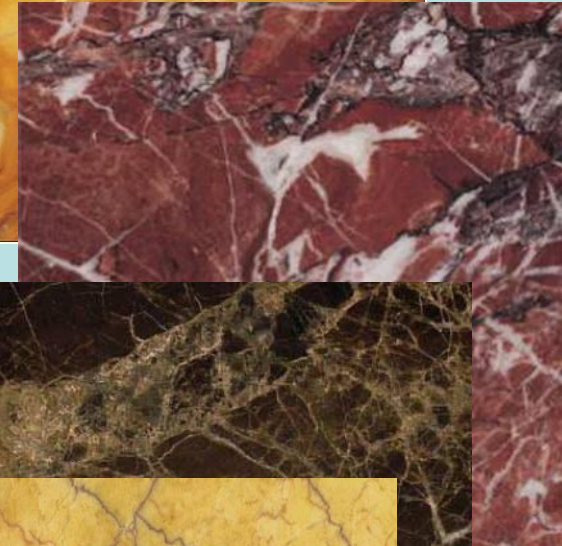
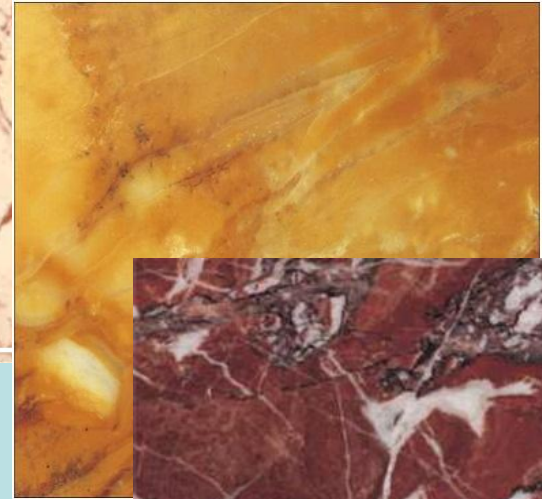
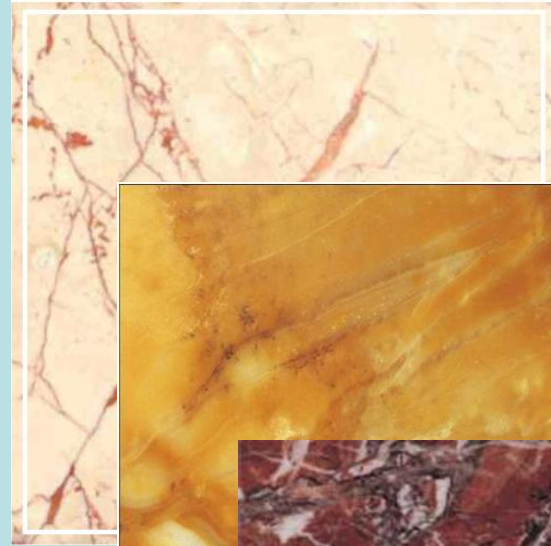
Порода гнейсоподобной или сланцеватой текстуры, гранобластовой структуры, минеральный состав: кварц, полевые шпаты, гранаты.



Кварцит

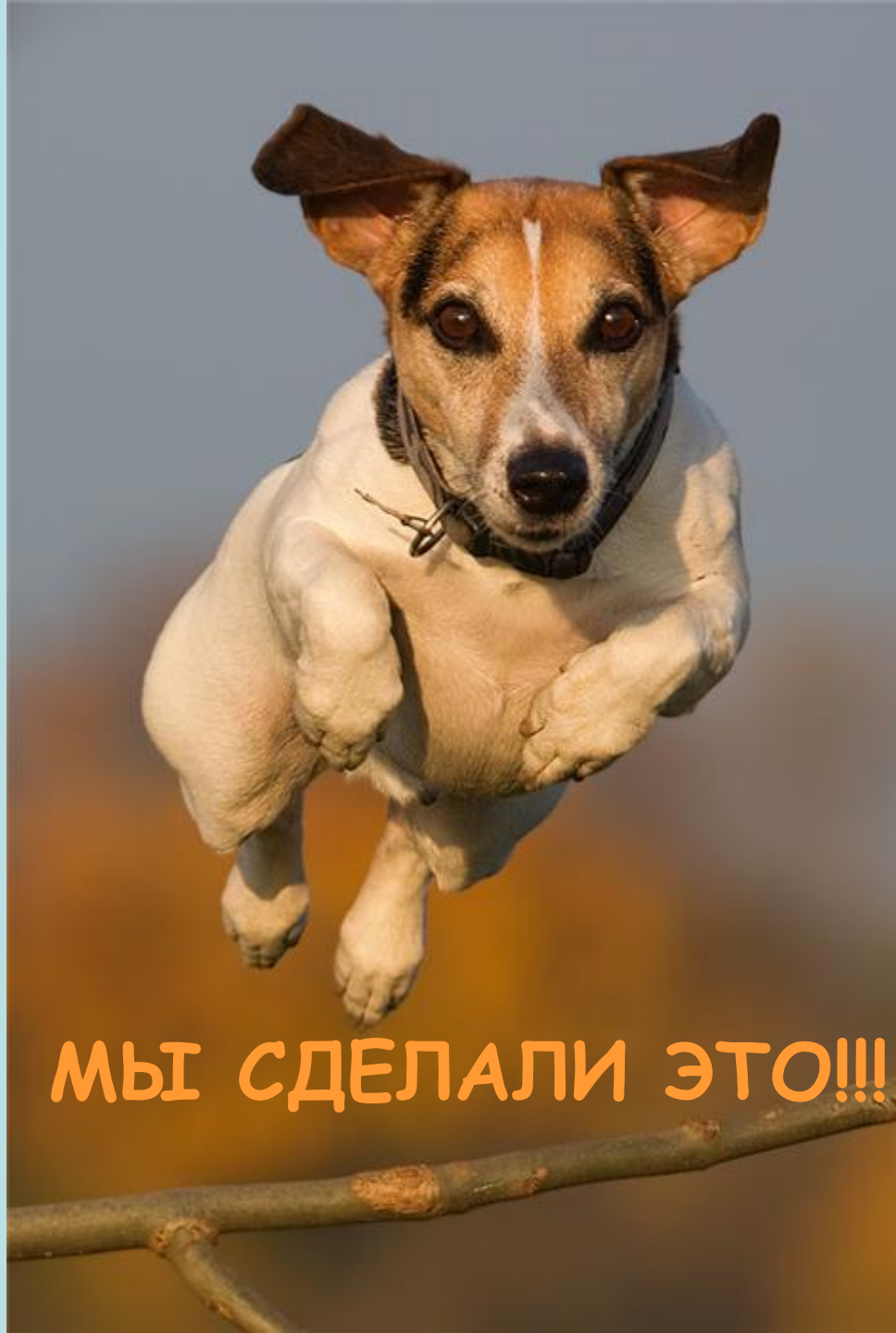


Мрамор



ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 1. Названия горных пород.**
- 2. Генезис (происхождение) горных пород:**
 - а) классы горных пород;**
 - б) группы горных пород по способу образования;**
 - в) подразделение по месту образования.**
- 3. Состав горных пород: химический; минеральный.**
- 4. Структуры горных пород.**
- 5. Текстуры горных пород.**
- 6. Окраска.**
- 7. Плотность.**
- 8. Водные свойства горных пород: водопроницаемость; влагоёмкость.**
- 9. Химические свойства: растворимость в воде; реакция с HCl (10%).**
- 10. Прочностные свойства: прочность, *МПа*; трещиноватость; устойчивость.**
- 11. Особые свойства горных пород.**
- 12. Формы залегания горных пород.**
- 13. МПИ (месторождения полезных ископаемых).**
- 14. Применение горных пород:**
 - а) основания сооружений;**
 - б) естественные строительные материалы;**
 - в) искусственные строительные материалы;**
 - г) другое применение.**



МЫ СДЕЛАЛИ ЭТО!!!