

Минералы

Минерал - однородное твёрдое тело, природное химическое соединение с определённой кристаллической структурой, возникшее в результате определённых физико-химических процессов, протекающих в земной коре и на её поверхности. Продукты жизнедеятельности организмов - янтарь, кораллы, жемчуг, нефть и каменный уголь - тоже можно назвать минералами или минеральными образованиями.

На Земле известно около пяти тысяч минералов и их разновидностей, от самых простых, химический состав которых определён только одним элементом, до очень сложных.

Большинство минералов представляет собой кристаллические тела. Кристаллическое строение минералов выражено в их геометрически правильной многогранной форме – кристаллах.

Происхождение минералов

Эндогенные (внутренние) минералы, связаны с процессами, происходящими внутри земной коры. К ним относят те, которые возникают:

- а) при кристаллизации магмы и лавы (магматические процессы) (гранит, кварц);
- б) минералы, которые связаны с газами, выделившиеся из магмы в разные стадии её эволюции (пневматолитовые процессы) (топаз, турмалин);
- в) минералы, которые возникли благодаря горячим растворам (гидротермальные процессы) (флюорит, тальк);
- г) минералы, возникшие в глубинных условиях под действием высоких температур и давлений (метаморфические процессы) (так гранит превращается в гнейсы).

Экзогенные (внешние) минералы, образующие в верхней части земной коры и на её поверхности.

- а) осадочного происхождения (гравий, песок);
- б) органического происхождения (в результате жизнедеятельности организмов) (различные известняки, торф, угли).

Физические свойства минералов

Цвет минералов является важным диагностическим признаком. Окраска минералов зависит главным образом от химического состава самого минерала и от примесей. Зависит от состава породы. По цвету различают:

- **сероцветные** (темно-серый, черный) – восстановительная среда;
- **пестроцветные** – нейтральная среда (близость окислительно-восстановительного барьера);
- **красноцветные** (белый, бежевый, красный) – окислительная среда.

Цвет черты. Многие минералы в растёртом состоянии имеют другой цвет, чем в куске.

Блеск минералов является результатом отражения света. Блеск минералов можно разделить на несколько групп:

- **металлический;**
- **полуметаллический;**
- **неметаллический.**

Физические свойства минералов

Спайность – это способность минералов раскалываться или расщепляться по блестящим параллельным плоскостям. Различают 5 видов спайности:

- а) весьма совершенная (слюда);
- б) совершенная (кальцит, галит);
- в) средняя (полевые шпаты);
- г) несовершенная (оливин);
- д) весьма несовершенная (кварц).

Излом характерен для минералов с несовершенной и весьма несовершенной спайностью. Он может быть раковистым (горный хрусталь), занозистым (гипс), неровный, землистым (лимонит), зернистым.

Плотность минералов находится в широких пределах от $0,4 \text{ г/см}^3$ до 22 г/см^3 . По плотности все минералы делятся на

- лёгкие до 3 г/см^3 ;
- средние $3-4 \text{ г/см}^3$;
- тяжёлые выше 4 г/см^3 .

Твёрдость - степень сопротивления минерала внешним механическим воздействиям (резание, царапание).

Шкала Мооса - Разумовского

Относительная твёрдость, балл	Минерал-эталон	Абсолютная твёрдость, кг/мм ²	Предметы-заменители
1	ТАЛЬК	2,4	Мягкий карандаш
2	ГИПС	36,0	Ноготь, алюминиевая проволока
3	КАЛЬЦИТ	109,0	Медная проволока
4	ФЛЮОРИТ	189,0	Гвоздь
5	АПАТИТ	536,0	Стекло оконное
6	ОРТОКЛАЗ	795,0	Нож стальной
7	КВАРЦ	1120,0	Напильник
8	ТОПАЗ	1427,0	Нет заменителя
9	КОРУНД	2060,0	Сплав победитовый
10	АЛМАЗ	10160,0	Нет заменителя

Специфические свойства минералов

Магнитность присуща немногим минералам. Эти минералы реагируют на магнит (магнетит, платина, пирротин).

Двойное лучепреломление характерно для некоторых прозрачных минералов и связано с различием показателей преломления по разным направлениям. Если через пластинку минерала рассматривать предмет, то возникает двойное его изображение (исландский шпат – это разновидность кальцита).

Способность карбонатов вступать в реакцию с соляной кислотой (5-10%).

Вкус. Сильвин (KCl) – горько-солёный вкус, галит (Na Cl) – солёный.

Горючесть – горит сера.

Ковкость и пластичность. Золото – самый пластичный и ковкий. Из 1 г золота выйдет нить длиной 3,5 км или пластинка площадью 27 м².

Классификация минералов

Самородные элементы - минералы, состоящие из одного элемента (сера, графит, алмаз, золото и др.)

Сульфиды. Соединения различных элементов с серой. (серный колчедан – FeS_2), халькопирит (CuFeS_2), галенит (PbS), сфалерит (ZnS).

Галоиды. Соли галоидно-водородных кислот: галит (поваренная соль – NaCl), сильвин KCl , карналит K-MgCl).

Окислы. Минералы, которые соединяются с кислородом и гидроокислами. Кварц - SiO_2 - самый распространённый минерал в земной коре, корунд – Al_2O_3 , гематит Fe_2O_3 , магнетит $\text{Fe}^*\text{Fe}_2\text{O}_4$).

Карбонаты. В класс карбонатов входят минералы: кальцит – CaCO_3 , доломит - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$, магнезит - MgCO_3 .

Сульфаты. Минералы, представляющие собой соли серной кислоты: гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ангидрит - CaSO_4 ,

Фосфаты. Апатит – $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})[\text{PO}_4]_3$.

Силикаты. Наиболее распространённые в земной коре породообразующие минералы. Они сложные по химическому составу и участвуют в строении всех типов горных пород (оливин, роговая обманка, биотит, каолин, тальк, серпентин, ортоклаз, лабрадор)

Горные породы

Горная порода - это природная совокупность минералов более или менее постоянного минералогического состава, образующая самостоятельное тело в земной коре.

Горные породы делятся на три группы:

Магматические, или изверженные породы, образующиеся из застывшего в различных условиях силикатного расплава – магмы или лавы.

Осадочные горные породы, образующиеся на поверхности Земли в результате деятельности экзогенных процессов (выветривания и др.).

Метаморфические горные породы, образующиеся в глубоких зонах земной коры путём преобразования магматических и осадочных горных пород под воздействием высоких температур, давлений и времени.

Магматические породы

По условиям образования магматические породы делятся на:

- **интрузивные (глубинные)**, образование которых происходило в недрах Земли. В силу этого они имеют зернистую структуру;
- **эффузивные (излившиеся)**, образовавшиеся на земной поверхности и представляющие продукты вулканических извержений. Структуры этих пород порфиоровые и стекловатые.

Классификация магматических пород

Магматические породы разбиваются на группы в зависимости от содержания кремнезёма (SiO_2).

Кислые породы с содержанием SiO_2 – 65-75%. Это группа гранита-липарита.

Средние – 52-65%. Группа диорита – андезита.

Основные – 45-52%. Группа габбро-базальта.

Ультраосновные – менее 45%. Группа перидотита - пикрита.

Кислые породы имеют светлую окраску, ультраосновные – тёмную.

Осадочные породы

Осадочные горные породы — горные породы, образующиеся в результате переотложения продуктов выветривания и разрушения различных горных пород, химического и механического выпадения осадка из воды, жизнедеятельности организмов или всех трёх процессов одновременно.

Главные составные части осадочных пород

- Минералы, существовавшие до образования данной осадочной породы (унаследованные минералы)
- Минералы образованные химическим путем на различных этапах формирования осадков и пород
- Остатки растений и животных, обитавших на месте образования осадка или принесенных извне.

Выветривание - совокупность процессов физического и химического разрушения горных пород на месте их залегания под влиянием колебания температур, химического воздействия воды, циркулирующей в верхних слоях литосферы, и газов, находящихся в атмосфере и растворенных в воде, а также в результате деятельности живых организмов и растений.



Физическое выветривание — процесс разрушения горных пород под влиянием движущейся воды, ветра и колебания температур.



Химическое выветривание — процесс разрушения горных пород в результате химического воздействия на них воды с растворенными в ней веществами, а также атмосферных газов.



Органическим (биогенным) выветриванием называют процесс разрушения горных пород под действием живых организмов и растений.



Главные признаки осадочных горных пород

Структура – это свойство, характеризующее размеры и формы компонентов, образующих породу.

Размер обломков – позволяет оценить динамику среды осадконакопления

Форма обломков (степень окатанности) – указывает на дальность переноса.

Сортировка обломков – отражает свойства транспортирующей среды.

Текстура – характеризует то, каким образом структурные элементы заполняют пространство в породе, как они распределены и ориентированы друг относительно друга. Возникновение текстуры связано с относительным движением компонентов породы в процессе ее образования и отражает динамику среды осадконакопления и характер движения придонных вод.

Классификации осадочных пород по структуре

По величине обломков выделяют основные группы:

- а) грубообломочные (псефитовые) – с частицами более 2 мм в поперечнике;
- б) песчаные (псаммитовые) – с частицами от 2 мм до 0,1 мм;
- в) алевритовые (алевриты) – с частицами от 0,1мм до 0,01мм;
- г) глинистые (пелитовые) - с частицами менее 0,01 мм.

По форме обломков различают породы:

- а) угловатыми (неокатанными);
- б) округло-угловатыми (полуокатанными);
- в) округло-полированными (окатанными).

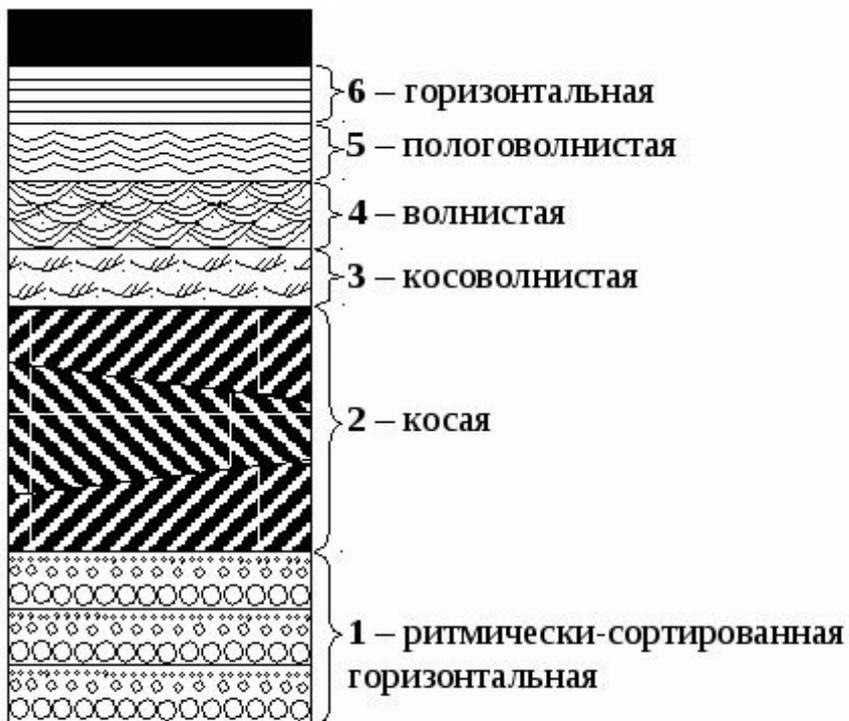
По величине зёрен среди песчаных пород выделяют:

- а) грубозернистые (величина зёрен 1-2 мм);
- б) крупнозернистые (0,5 – 1 мм);
- в) среднезернистые (0,25 – 0,5 мм);
- г) мелкозернистые (0,1 – 0,25мм).

Виды текстур

Массивная (неслоистая) текстура характеризуется беспорядочным равномерным (гомогенным) распределением в пространстве частиц, образующих породу.

Слоистые текстуры. Под слоистостью, в широком смысле, понимается неоднородность осадочных пород в разрезе по вертикали, при однородном сложении по горизонтали.



Генетические типы осадочных пород:

Терригенные (обломочные),

Карбонатные

Хемотрогенные,

Органогенные.

Терригенные породы (обломочного происхождения) представляют собой продукты механического разрушения горных пород, накапливающиеся и сохраняющиеся в рыхлом или сцементированном состоянии.



Классификация обломочных (терригенных) горных пород

Размер обломков, мм	Обломки		Обломочные породы		
	угловатые	окатанные	рыхлые	сцементированные из частиц	
				угловатых	окатанных
Более 200	Глыбы	Валуны	Грубообломочные	Брекчии	Конгломераты
200-40	Щебень	Галечник			
40-2	Дресва	Гравий			
2-0,1	Песчаные		Песчаные	Песчаники	
0,1-0,01	Алевриты		Алевриты	Алевролиты	
Менее 0,01	Глинистые		Глинистые	Аргиллиты	

Карбонатные породы - это осадочные образования, более чем на 50 % сложенные карбонатными минералами - солями угольной кислоты. Наиболее широко распространенными карбонатными породами являются известняки, доломиты и породы смешанного состава.

Классификация известково-доломитовых пород (по С. Г. Вишнякову)

Порода	Содержание, %	
	CaCO_3	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Известняк	95-100	0-5
Известняк доломитистый	75-95	5-25
Известняк доломитовый	50-75	25-50
Доломит известковый	25-50	50-75
Доломит известковистый	5-25	75-95
Доломит	0-5	95-100

По генезису различаются известняки обломочные, органогенные (биогенные) и хемогенные.

Обломочные известняки — широко распространённые механические образования, сложенные более, чем на 50 % карбонатными частицами, претерпевшими перед отложением перенос и большую или меньшую сортировку.

Органогенные известняки состоят из остатков организмов, не несущих следов механической обработки. В зависимости от характера материала и типов организмов различают известняки — ракушечники, состоящие из целых раковин, и известняки, состоящие из фрагментов раковин. К группе относятся также мел, водорослевые и рифовые известняки.

Хемогенные известняки возникают при осаждении карбоната кальция в водоёмах и образовании его на суше. К ним относятся пелитоморфные известняки, образовавшиеся при осаждении тончайшего известкового материала, находящегося в виде взвеси. Пелитоморфные известняки состоят из зёрен кальцита размером менее 0,01 мм.

Доломитами называются карбонатные породы, состоящие более, чем на 50 % из минерала доломита - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

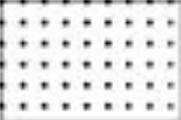
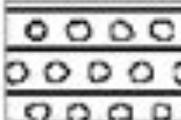
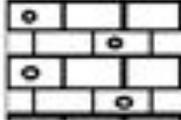
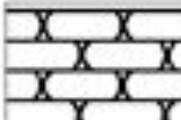
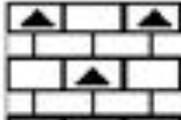
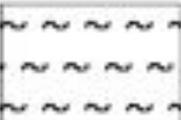
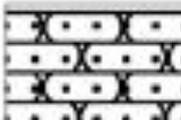
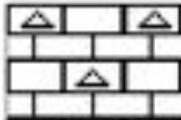
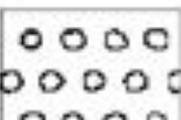
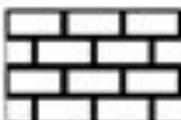
Породы смешанного типа

Мергели (глинистые известняки) — тонкозернистые мягкие породы, сложенные пелитоморфным или микрозернистым кальцитом и тонким глинистым материалом. Распределение глинистой примеси равномерное.

Хемогенные породы:

- Сульфатные
- Хлоридные
- Кремнистые
- Железистые.

Обозначение горных пород:

	пески		конгломераты		известняк оолитовый
	суглинки		песчаники		известняк битуминозный
	глины		кварциты		известняк окремненный
	аргиллиты		мергель		гипс
	суглинки щебнистые		доломиты		ангидрит
	галечники		известняк		каменная соль

Условия осадконакопления

Фа́ция – горная порода, возникшая в определенной обстановке.

Классификация фаций



Образование и изменение осадочных пород

Литогенез (греч. lithos — камень и genesis — рождение, происхождение) - совокупность природных процессов образования и дальнейших изменений осадочных горных пород до момента их превращения в метаморфические породы.

Различают следующие стадии литогенеза:

- Гипергенез (выветривание, денудация, вулканизм),
- Седиментация,
- Диагенез,
- Катагенез,
- Метагенез.

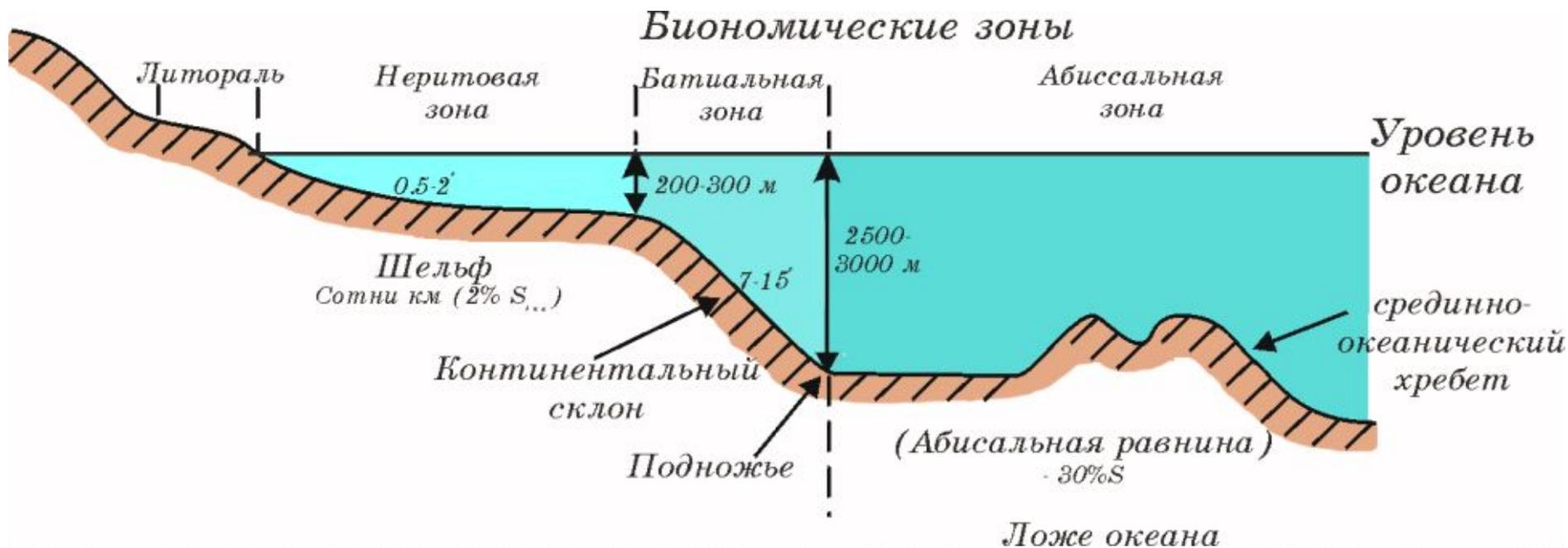
Распределение водных масс в гидросфере Земли

Части гидросферы	Объем, тыс. км ³	% от общего объема
Океаны	1 370 323	94,2
Подземные воды	60 000	4,12
Ледники	24 000	1,65
Озера	230	0,016
Почвенная влага	75	0,005
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1	0,0001
Вся гидросфера	1 454 643	100,0

Геологическая деятельность моря

Море – одна из главнейших геологических сил, преобразующих облик Земли.

Геологическая деятельность моря главным образом сводится к разрушению горных пород берегов и дна, переносу обломков материала и отложению осадков, из которых впоследствии образуются осадочные горные породы морского происхождения.



Деятельность поверхностных вод

Геологическая деятельность рек складывается из размыва (эрозии) плотных горных пород и рыхлых наносов, по которым протекает река, переноса продуктов эрозии и их осаднения.

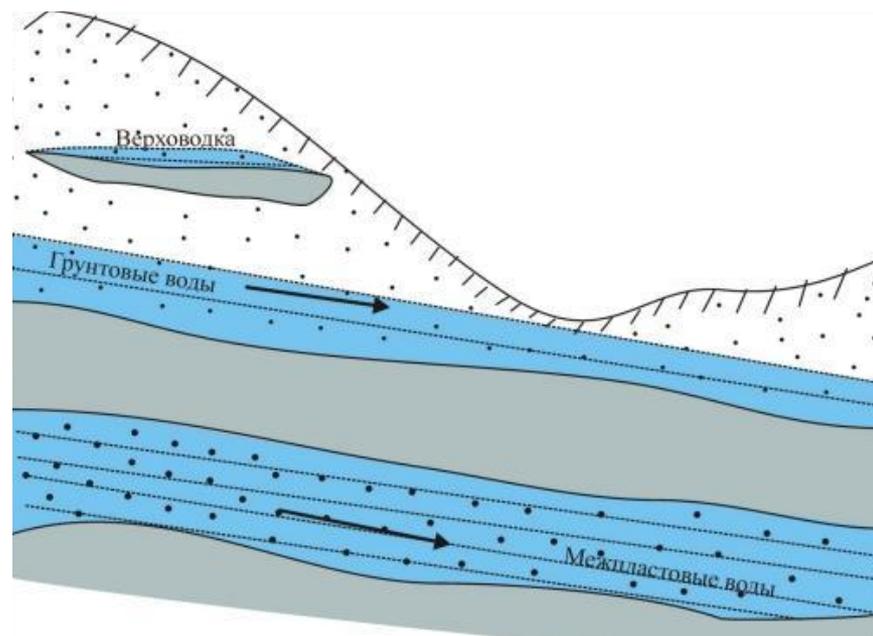
Формы действия поверхностных вод:

- Плоскостной смыв или дождевая денудация
- Линейный смыв или эрозия
- Сель.



Деятельность подземных вод

Заключается в растворении и механическом размыве горных пород. Также связана с отложением растворимых веществ, выделившихся при благоприятных условиях из подземных вод. С деятельностью подземных вод связано образование некоторых месторождений полезных ископаемых.

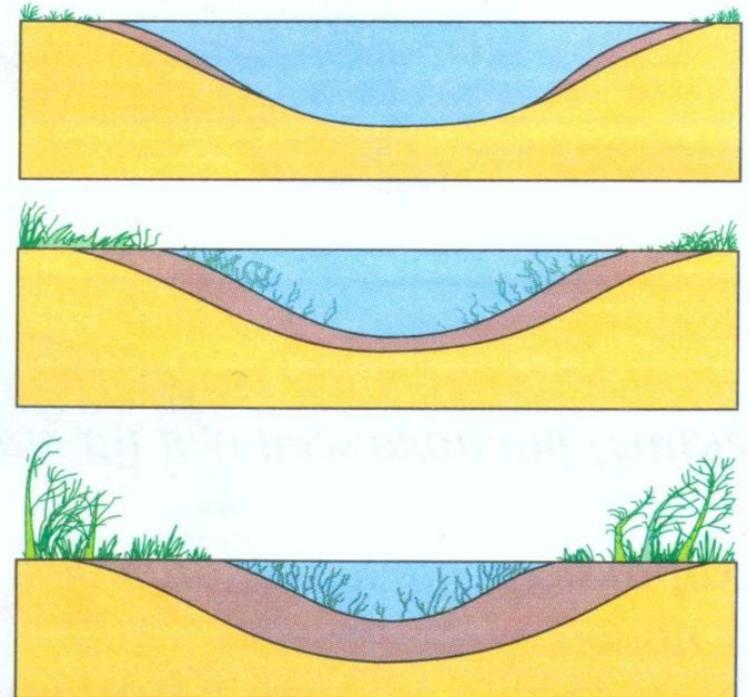


Деятельность озер и болот

Озера выполняют функции размыва (эрозии), а также аккумуляции осадочного материала (в том числе сапропелевых илов).

Болота являются главными источниками накопления углеводородных горючих соединений биогенного происхождения (торф, каменные угли).

Стадии зарастания озер

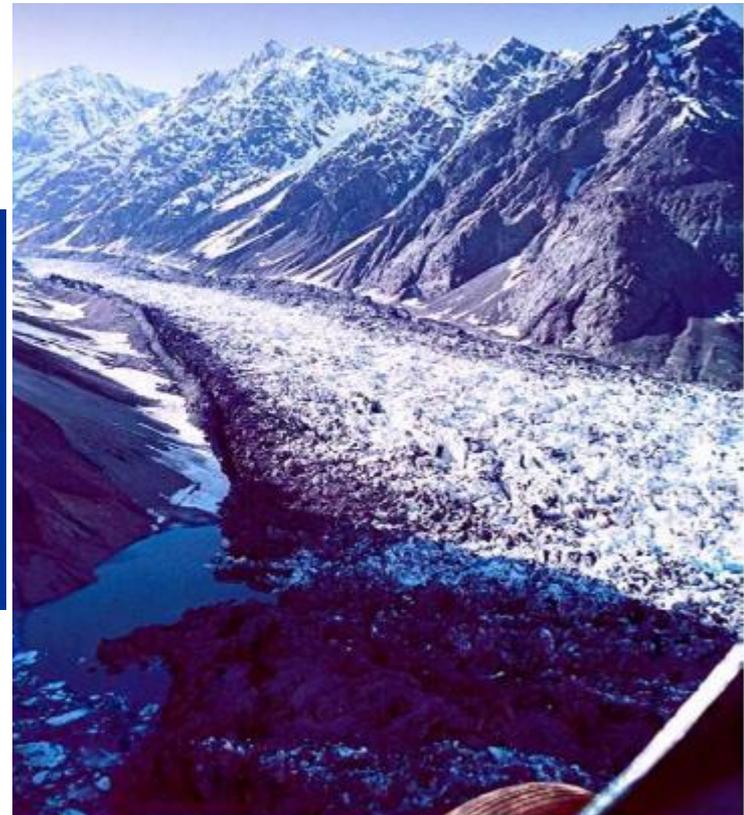


Геологическая деятельность ледников

Деятельность ледников называется **ледниковым выпахиванием** или **экзарацией**. Благодаря большой мощности и высокой плотности ледники при своем движении производят большую разрушительную работу.

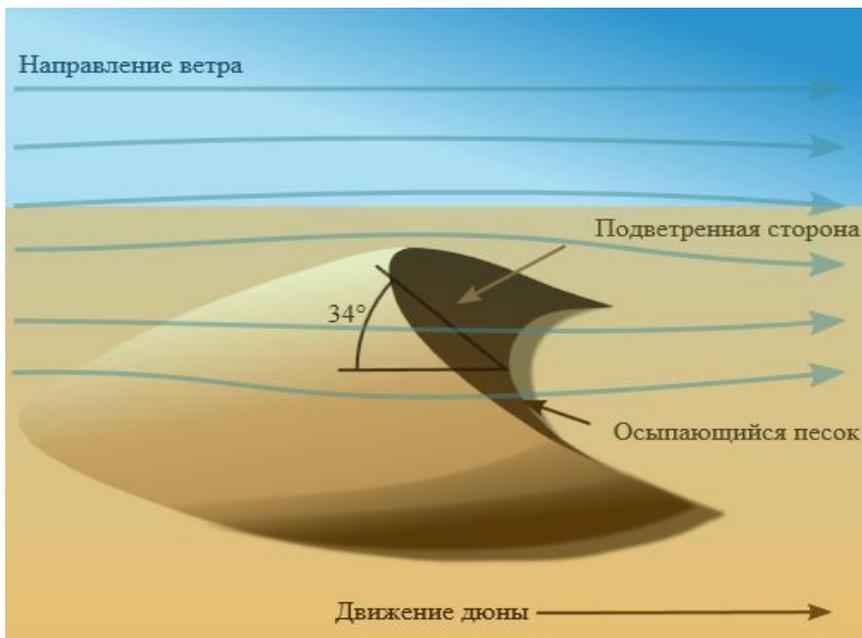
В процессе движения ледник переносит и отлагает обломочный материал, называемый **мореной**.

- Денудация
- Транспортировка
- Отложение перемещённого материала

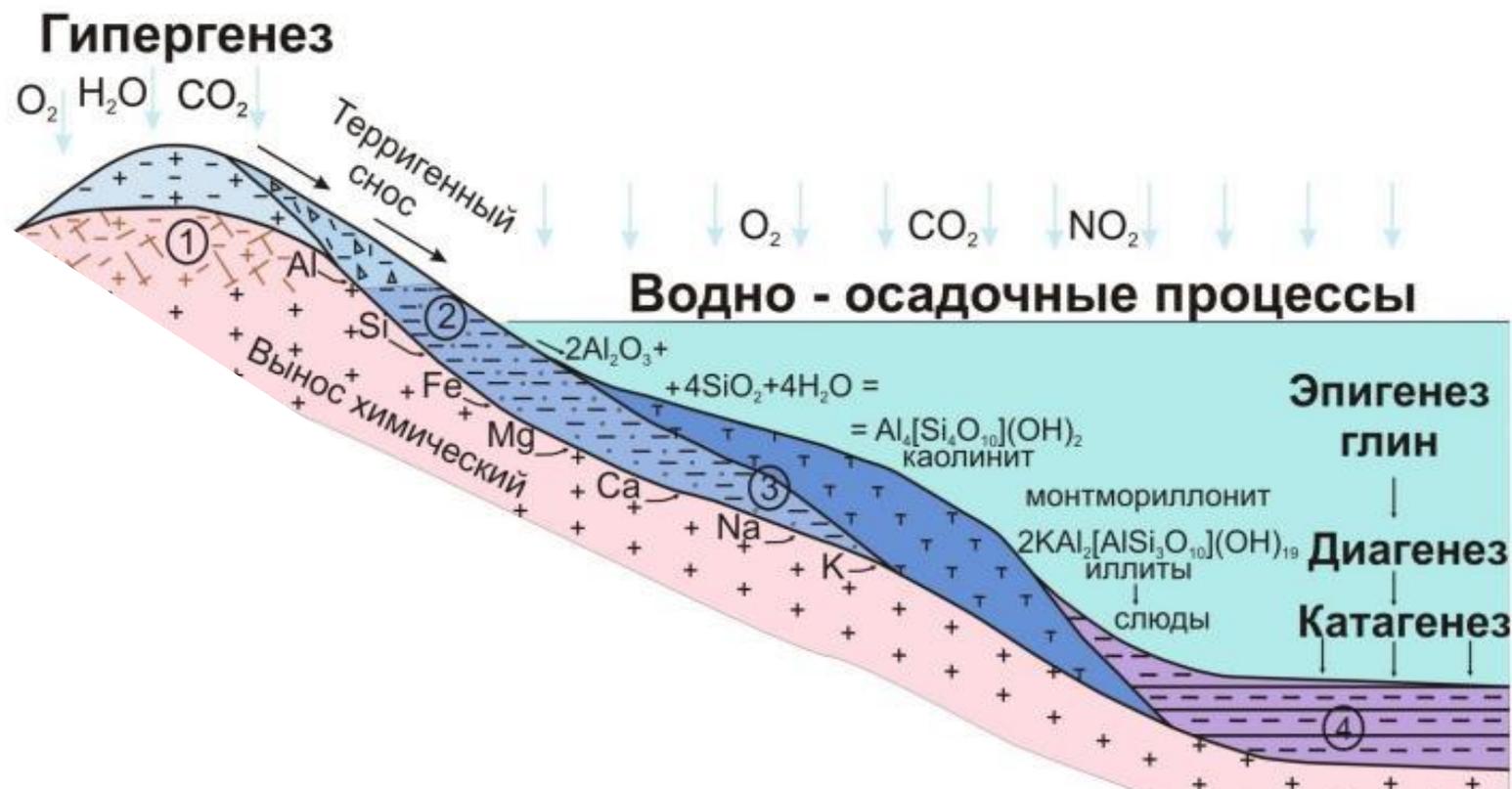


Геологическая деятельность ветра

Деятельность ветра также является одним из важных геологических и рельефообразующих факторов на поверхности суши. Все процессы, обусловленные деятельностью ветра, создаваемые ими отложения рельефа и формы называют **эоловыми**. Эоловые процессы протекают на всей территории суши, но наиболее активно проявляются в пустынях, полупустынях, на побережьях морей и океанов.



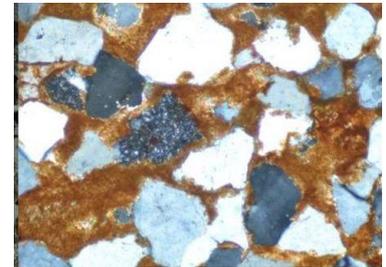
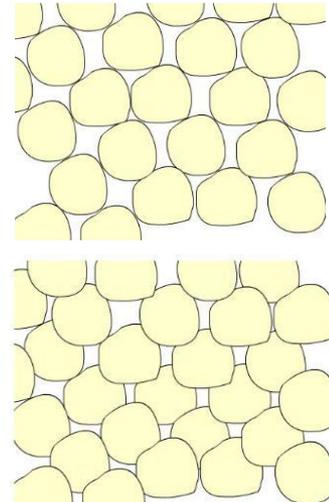
Стадии литогенеза



Диагенез

Изменения осадков при диагенезе:

- Обезвоживание и уплотнение, возникающие под давлением накопившихся новых слоев осадка.
- Переработка осадка микроорганизмами.
- Цементация, происходящая из-за наличия различных химических соединений, заполняющих поры и пустоты и цементирующих частицы осадка.
- Кристаллизация и перекристаллизация минералов.



Лимонитовый цемент в песчанике

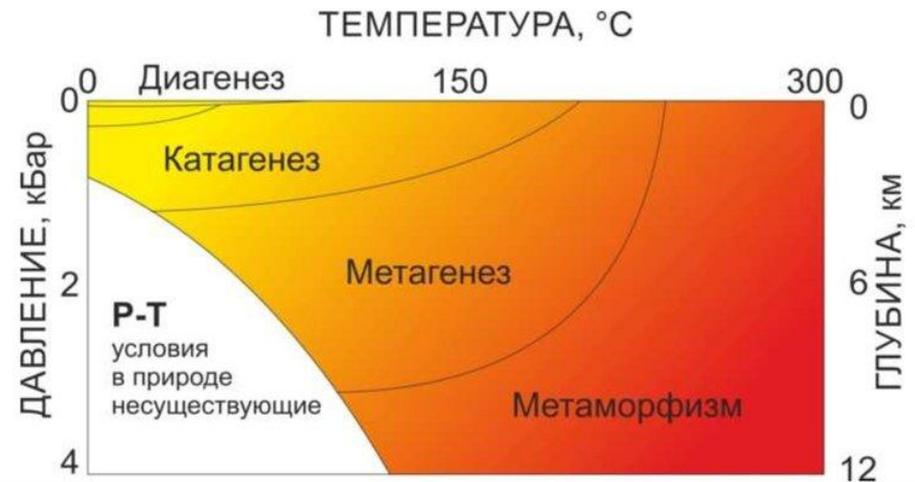
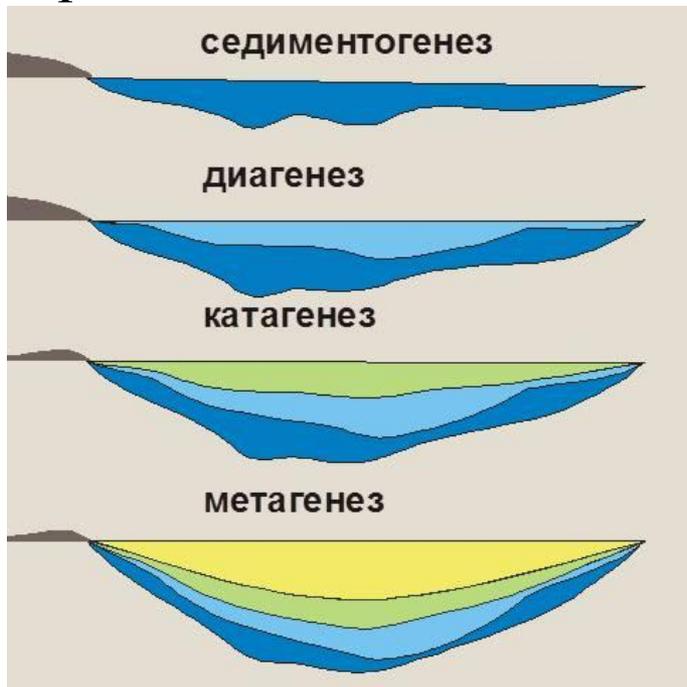


Пирит-марказитовые конкреции

Катагенез – процесс изменения осадочных пород: рассеянного органического вещества, минералов, флюидов и пустотного пространства.

Результат катагенеза:

- дальнейшее уплотнение пород (снижение пористости до 3-5%).
- значительный объем перекристаллизованных минералов.
- образование новых минералов. В т.числе за счет воздействия высокотемпературных минерализованных вод.
- образование полезных ископаемых (уголь, нефть, газ).



Метагенез

Стадия глубокого минералогического и структурного изменения осадочных пород в нижней части стратисферы, происходящая главным образом под влиянием повышенной температуры в условиях повышенного давления в присутствии минерализованных растворов.

Протекающие процессы:

- Происходит максимальное уплотнение осадочных пород
- Меняется минеральный состав и структура
- Происходит частичное растворение и перекристаллизация минералов
- Происходит процесс метасоматизма – замещение одних минералов другими.

Стадия метагенеза завершается переходом осадочных пород в метаморфические.

Метаморфические породы

Метаморфические породы — горные породы, образованные в толще земной коры в результате метаморфизма, то есть изменения осадочных и магматических горных пород вследствие изменения физико-химических условий.

Тип метаморфизма	Факторы метаморфизма
Метаморфизм погружения	Увеличение давления, циркуляция водных растворов
Метаморфизм нагревания	Рост температуры
Метаморфизм гидратации	Взаимодействие горных пород с водными растворами
Дислокационный метаморфизм	Тектонические деформации
Импактный (ударный) метаморфизм	Падение крупных метеоритов, мощные эндогенные взрывы

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

1. По минеральному составу метаморфические породы состоят лишь из минералов, устойчивых в условиях высоких температур и давления.
2. Структура. Метаморфические породы обладают кристаллической структурой. По величине зерен различают крупнокристаллическую структуру (диаметр частиц >1 мм), средне- (0,25-1 мм) и мелкокристаллическую ($<0,25$ мм).
3. Тектурные особенности относятся к важнейшим отличительным признакам метаморфических пород.



Текстуры метаморфических пород

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

