

A photograph of a sunset over a vast body of water. The sun is a bright red orb on the horizon, with a long, thin, golden streak of light extending from it across the sky. The sky is filled with soft, golden clouds, and the water below is dark and calm.

**ГЕОЛГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРЕЙ
И ВОДОХРАНИЛИЩ**

Геологическая деятельность морей и океанов

Мировой океан представляет собой главную часть водной оболочки Земли – гидросферы. Его воды занимают 70,8% поверхности земли. Понятие «Мировой океан» объединяет:

- 1) собственно океаны (Атлантический, Тихий, Индийский и Северный Ледовитый);
- 2) окраинные моря, имеющие относительно свободную связь с океаном и отделенные от него лишь островами, полуостровами или подводными возвышенностями (Охотское море, Японское море и т.д.);
- 3) средиземные или внутриконтинентальные моря, далеко вдающиеся в сушу и соединяющиеся с океаном через проливы.

Физико-химическая характеристика Мирового океана.

Морская вода содержит большое количество растворенных веществ, общее содержание которых определяет соленость морской воды. Соленость морской воды обычно выражается в промиллях (в тысячных долях весовых единиц) – ‰. За среднюю соленость вод океана принимают величину 35 ‰ или 3,5% (35 г/л).

В морских и океанических водах присутствуют все химические элементы периодической системы, но лишь немногие из них определяют солевой состав (таблица).

Катионы			Анионы		
Элемент	Кол-во, г/кг	Эквивалент, %	Элемент	Кол-во, г/кг	Эквивалент, %
Na ⁺	10,76	38,64	Cl ⁻	19,35	45,06
Mg ²⁺	1,29	8,81	SO ₄ ²⁻	2,71	4,66
Ca ²⁺	0,41	1,69	HCO ₃ ⁻	0,14	0,2
K ⁺	0,4	0,84	Br ⁻	0,07	0,07
Sr ²⁺	0,01	0,01			

Помимо химических элементов в морских и океанических водах растворены газы, из которых ведущими по концентрации являются кислород и углекислый газ.

Кислород и углекислый газ поступает в воду либо из атмосферы, либо в процессе фотосинтеза водных растений.

Источником углекислого газа также являются разложение органического вещества и извержение вулканов. Кислород находится в воде в свободном, либо растворенном состоянии.

Углекислый газ находится в воде частью в растворенном и свободном состоянии, частью в химически связанной форме в виде бикарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и карбонатов CaCO_3 .

Некоторые морские бассейны имеют аномальный газовый режим. Так, Черное море сильно обогащено сероводородом.

Температура поверхностных вод океана тесно связана с климатической зональностью. Среднегодовая температура в высоких широтах изменяется от 0 до -2°C , вблизи экватора температура достигает значений $25-28^{\circ}\text{C}$. Температура воды также изменяется с глубиной, достигая в придонной части $2-3^{\circ}\text{C}$.

Как изменяется температура вод Мирового океана с глубиной?

0 м	$+16,0^{\circ}$
200 м	$+15,5^{\circ}$
1000 м	$+3,8^{\circ}$
2000 м	$+3,1^{\circ}$
3000 м	$+2,8^{\circ}$
5 000 м	$+2,5^{\circ}$

Гидростатическое давление в океанах соответствует весу толщи воды. Плотность морской и океанической воды в среднем составляет $1,025 \text{ г/см}^3$.

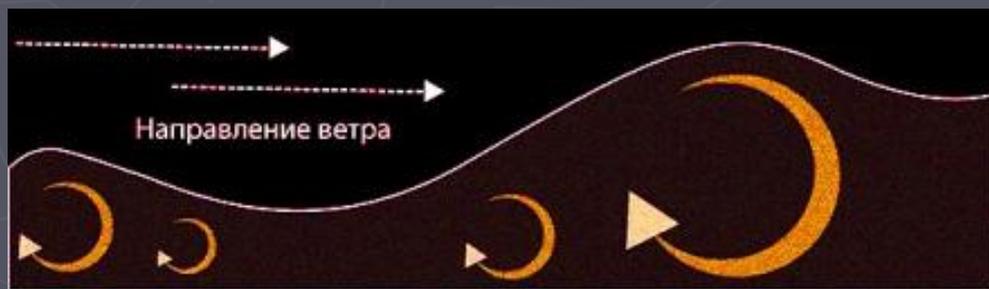
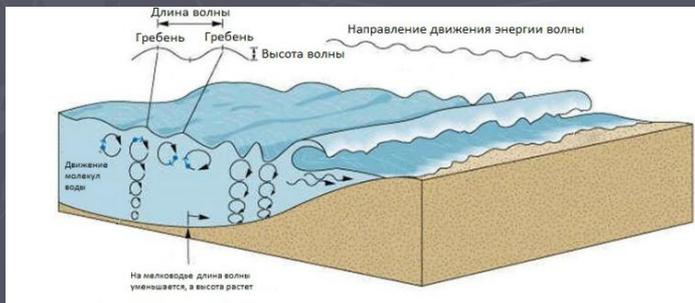
В холодных полярных водах плотность увеличивается до $1,028 \text{ г/см}^3$, а в теплых тропических уменьшается до $1,022 \text{ г/см}^3$.

Такие колебания обусловлены изменением солености, температуры и давления.

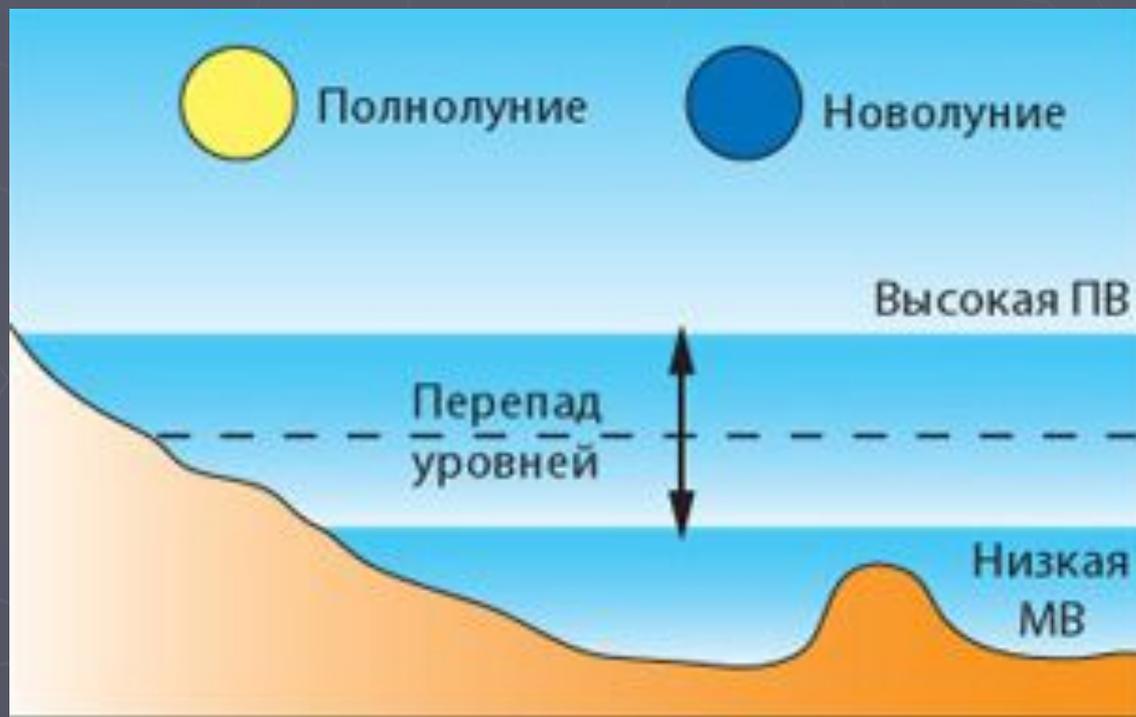
Движение морской воды.

Вся толща вод Мирового океана находится в непрерывном движении. Выделяют: 1) волновое движение; 2) приливно-отливные движения; 3) поверхностные и глубинные течения; 4) цунами.

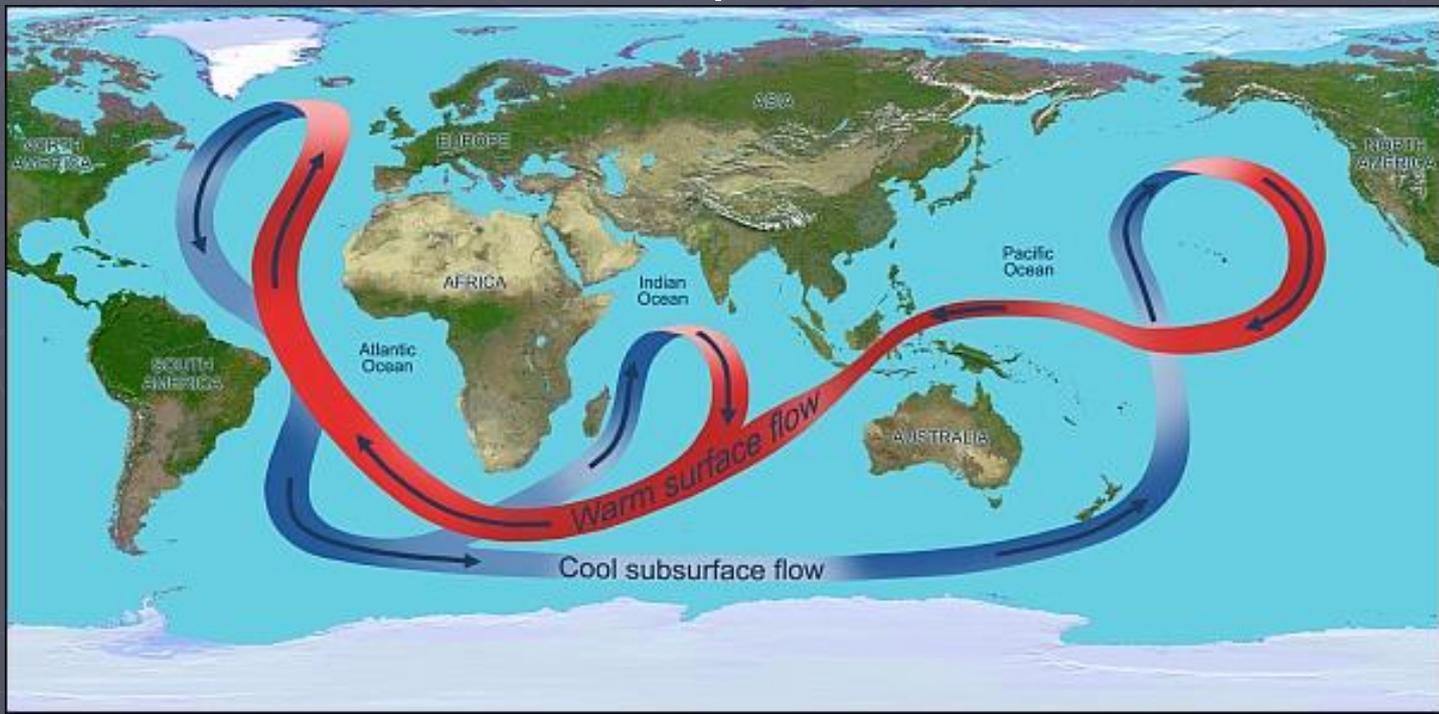
Волновые движения возникают в результате трения ветра о водную поверхность. При небольшом ветре возникает водная рябь. Усиление ветра вызывает перемешивание воды по замкнутым или почти замкнутым орбитам, которые имеют наибольшие размеры на мелководье, где круговое движение сменяется эллипсоидным. Деформация воды на мелководье обусловлена тем, что у дна вследствие трения вода движется медленнее, чем на гребне.



Приливно-отливные движения – периодические поднятия и опускания уровня воды, возникающие в результате того, что Земля испытывает притяжение Луны и Солнца. Приливно-отливные движения захватывают всю толщу воды и поэтому являются одним из важных факторов в динамике осадконакопления. Подобные движения размывают дно, переносят и перемешивают осадочный материал и т.д.



В океане существуют сложные приповерхностные постоянные системы циркуляции вод, обусловленные господствующими ветрами, температурой и соленостью воды, а также влиянием силы Кориолиса (центробежной силой вращения Земли). В последние десятилетия в океанах установлены и глубинные течения. Холодные арктические воды с большей плотностью опускаются на глубину и, достигая скорости 35 см/с, движутся в южном направлении. Имеет место и конвективное перемешивание вод.



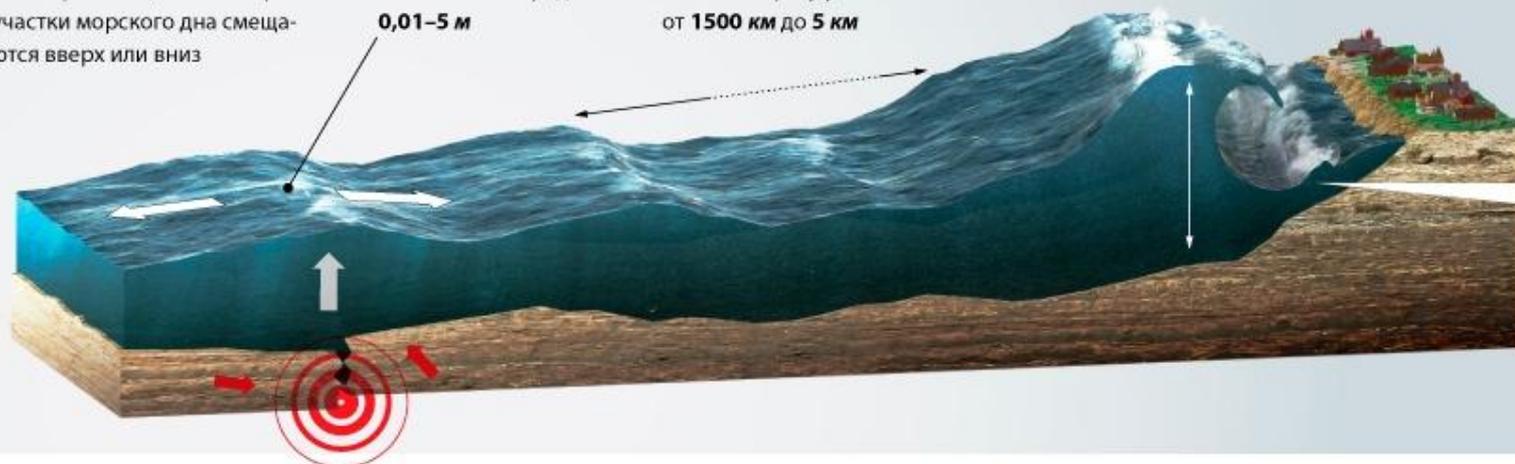
Цунами — это гигантские волны, возникающие при сильных землетрясениях, с эпицентром на дне океана, а также при извержениях вулканов. Скорость движения таких волн достигает 500-700 км/ч, а высота — 20-30 м и более.

Чаще всего цунами возникают в результате подводных землетрясений, из-за которых участки морского дна смещаются вверх или вниз

Высота волн в области их возникновения колеблется в пределах **0,01–5 м**

Расстояние между соседними гребнями волн по мере приближения к берегу уменьшается от **1500 км до 5 км**

У побережья высота волн может достигать **10 м**, а в участках со сложным рельефом (клинообразных бухтах, долинах рек и т.д.) — **свыше 50 м**



Во время цунами в движение приходит вся толща воды. «Упираясь» в прибрежное дно, обладающая большой кинетической энергией волна закручивается и высоко поднимается



РАЗРУШИТЕЛЬНАЯ РАБОТА МОРЯ И ВОДОХРАНИЛИЩА

Разрушение берегов и окраинной полосы морского дна осуществляется под действием нескольких факторов:

- 1) гидравлического удара волн;
- 2) ударов многочисленных обломков горных пород, захватываемых волнами;
- 3) химического воздействия морской воды на горные породы.

Разрушительная деятельность моря называется абразией.

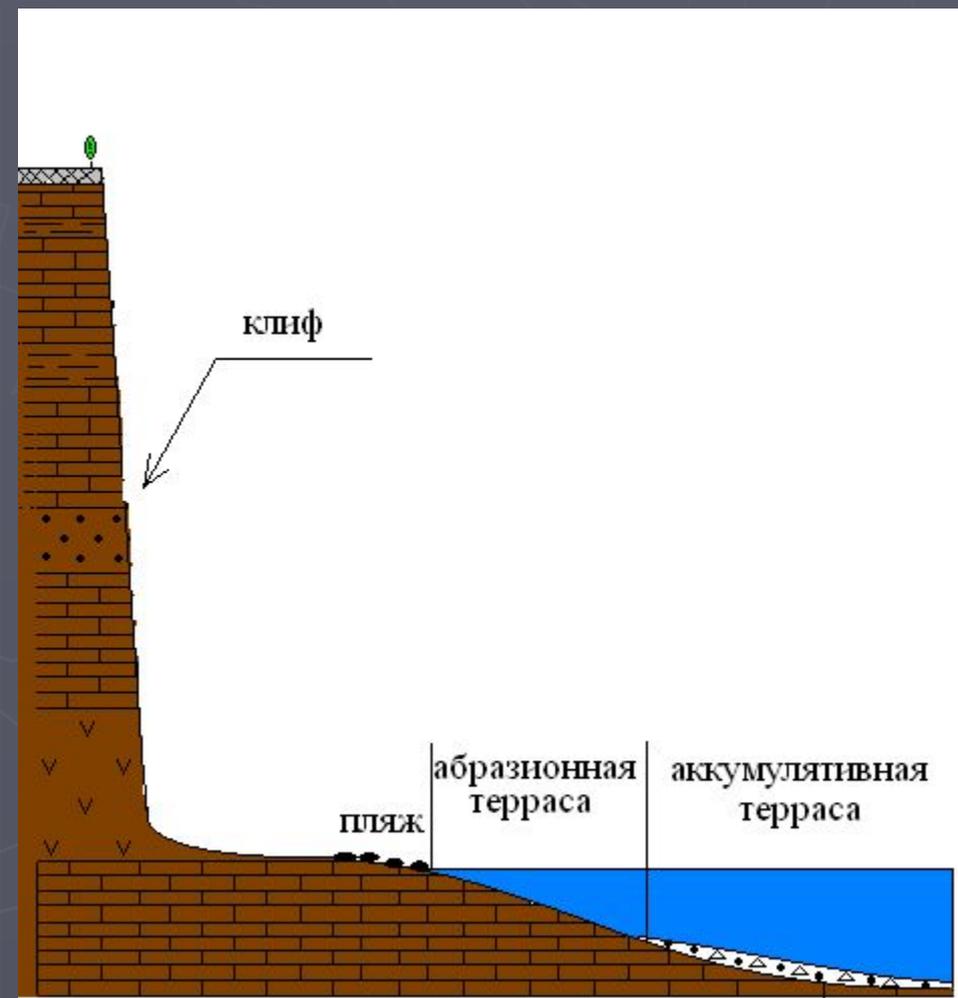
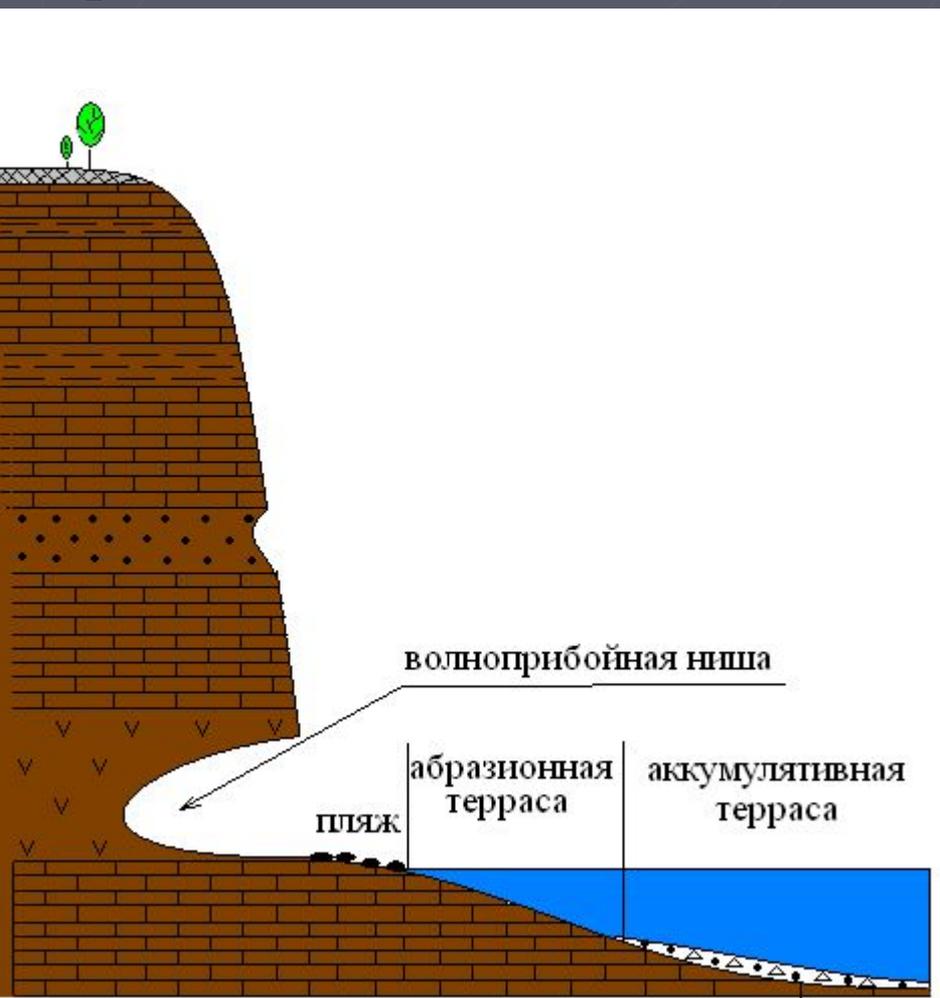
Грот в скалах Куйбышевского водохранилища



Гидравлический удар морских волн в основание крутого берега имеет наибольшую силу во время штормов. В это время сила удара океанских волн может достигать до 30-40 т/м². Это приводит к разрушению горных пород, слагающих береговую линию. Разрушительное действие волн усиливается при наличии в воде обломков горных пород. Совместные удары волн и обломков приводят к образованию в основании берегового склона волноприбойной ниши, над которой породы нависают в виде карниза. Увеличение ниши ведет к обрушению этого карниза. После обрушения берег вновь представляет собой отвесный обрыв, который называется клифом. В дальнейшем весь процесс повторяется.

Таким образом берег постепенно отступает, оставляя за собой слабо наклонную подводную абразионную террасу или бенч.

Часть обломочного материала выносится за пределы абразионной террасы и откладывается ниже по склону образуя **аккумулятивные террасы**. Между подводной абразионной террасой и клифом возникает **пляж** – полоса, покрытая галькой, гравием и песком.



Волноприбойные ниши по берегам Куйбышевского водохранилища



Начальная стадия
образования
волноприбойной ниши

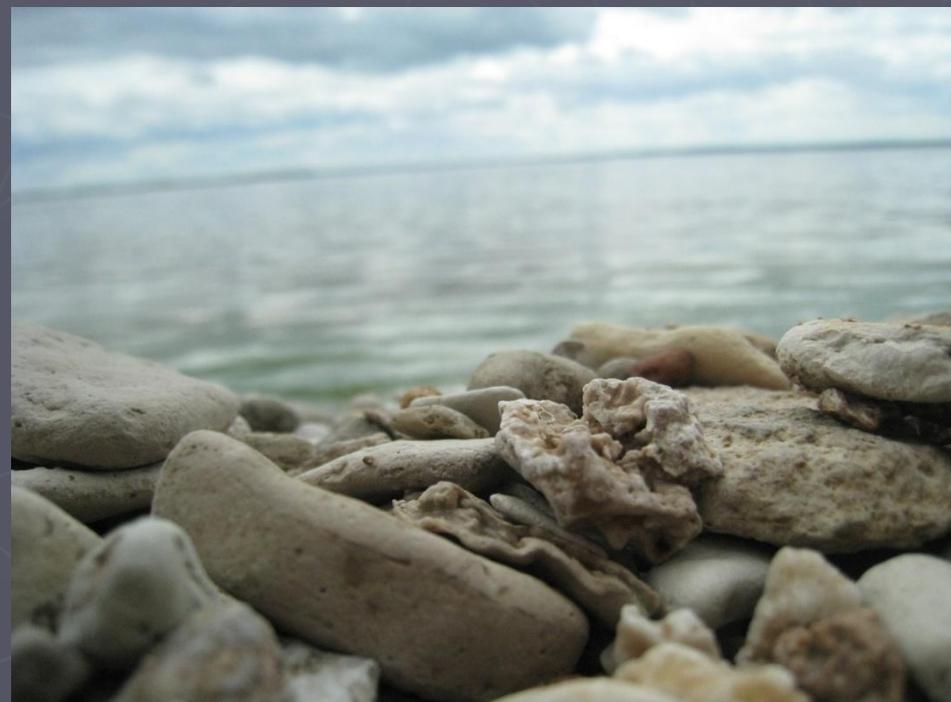
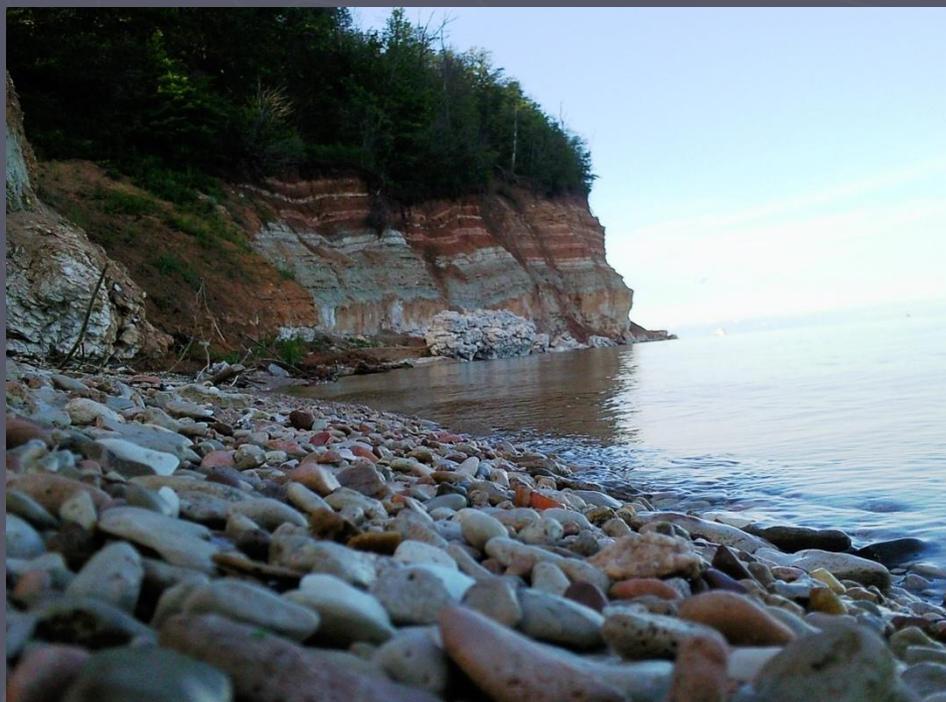


Полностью
сформированная
волноприбойная ниша

Оголенная абразионная терраса
по берегу Куйбышевского
водохранилища



АБРАЗИОННАЯ ТЕРРАСА ПОКРЫТАЯ ГРАВИЙНО-ГАЛЕЧНИКОВЫМ МАТЕРИАЛОМ



ВОЛНО-ПРИБОЙНЫЙ ВАЛИК СЛОЖЕННЫЙ ГРАВИЙНО-ГАЛЕЧНИКОВЫМ МАТЕРИАЛОМ



Волны, накатывая на берег, образуют волноприбойные валики. Их еще называют пляжевые фестоны – ряд валиков, параллельный береговой линии, который создаётся прибойным потоком у окраины пляжа

Фестоны на пляже Куйбышевского водохранилища



2006/10/10 10:38

КЛИФ В ПРАВОМ БОРТУ РЕКИ ВОЛГИ (КУЙБЫШЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ)



При активной волновой динамике на побережье остаются скальные останцы, вдающиеся в море.



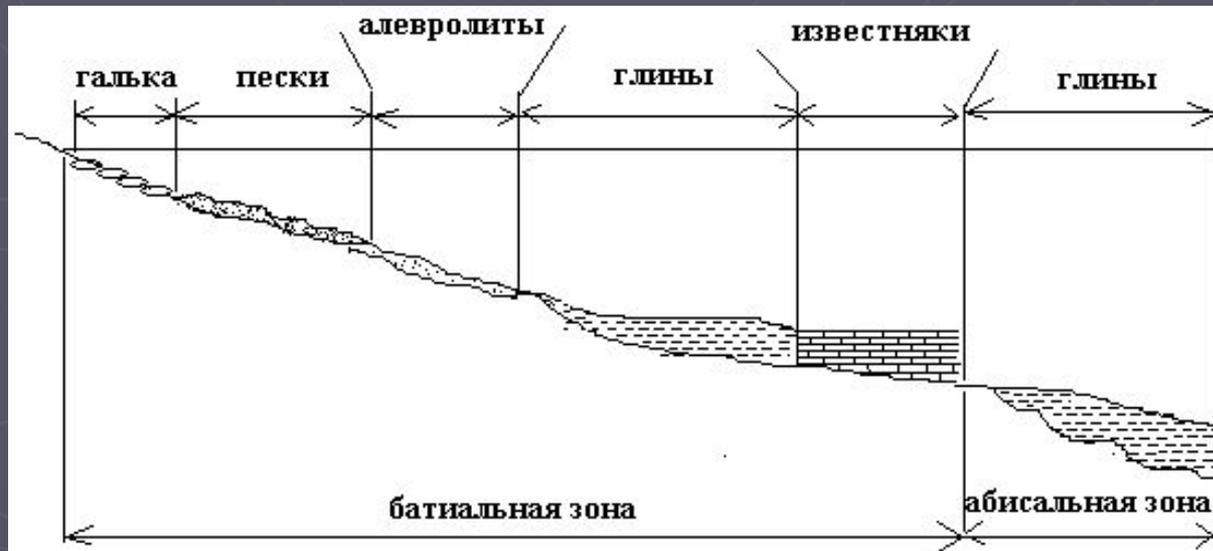
<http://motjavochka.ru/archives/408>

Аккумуляция осадков в различных зонах Мирового океана

Наиболее важным процессом в пределах Мирового океана является аккумуляция донных осадков. Этот процесс называется седиментацией. Основным источником осадочного материала является суша. По происхождению и вещественному составу морские осадки делятся на:

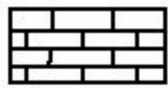
- 1. Терригенные или обломочные, образовавшиеся за счет разрушения горных пород суши и сноса их в морские водоемы;**
- 2. Хемогенные, осаждающиеся из морской воды химическим путем;**
- 3. Биогенные или органогенные, образующиеся на дне океанов в результате скопления остатков организмов;**
- 4. Вулканогенные – из продуктов извержения надводных и подводных вулканов;**
- 5. Полигенные, образовавшиеся в результате действия многих факторов.**

Терригенные осадки образуются из обломочного материала, сносимого с континентов. Основная часть терригенных осадков откладывается в области шельфа, континентального склона и его подножия. При поступлении обломочного материала в воды Мирового океана обычно наблюдается его механическая дифференциация, т.е. процесс разделения по размерам. Ближе к берегу, т.е. в мелководной части, откладываются гальки и пески. Далее в глубь океана, на шельфе, они сменяются песчано-алевритовыми осадками, а затем алевро-пелитовыми в батиальной зоне. В абиссальной зоне (ложе океана) осаждаются материал пелитовой размерности



Хемотрогенные отложения в лагунах и заливах. Хемотрогенные осадки осолоняющихся лагун и заливов образуются в засушливых областях Земли, где наблюдается интенсивное испарение морской воды, приводящее к выпадению солей. Все соли имеют различную растворимость. Поэтому сначала из раствора будут выпадать в осадок наименее растворимые соединения. В первую очередь выпадают карбонатные соединения – кальцит и доломит, затем – сульфаты кальция (гипс, ангидрит). С уменьшением концентрации иона Ca^{2+} в растворе в осадок начнут выпадать сульфаты натрия (мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, астраханит и т.д.). В последнюю очередь в осадок выпадают хлориды (галит и сильвин).

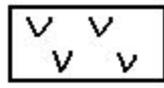
условные обозначения



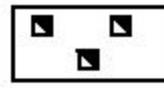
- известняк



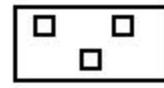
- доломит



- гипс

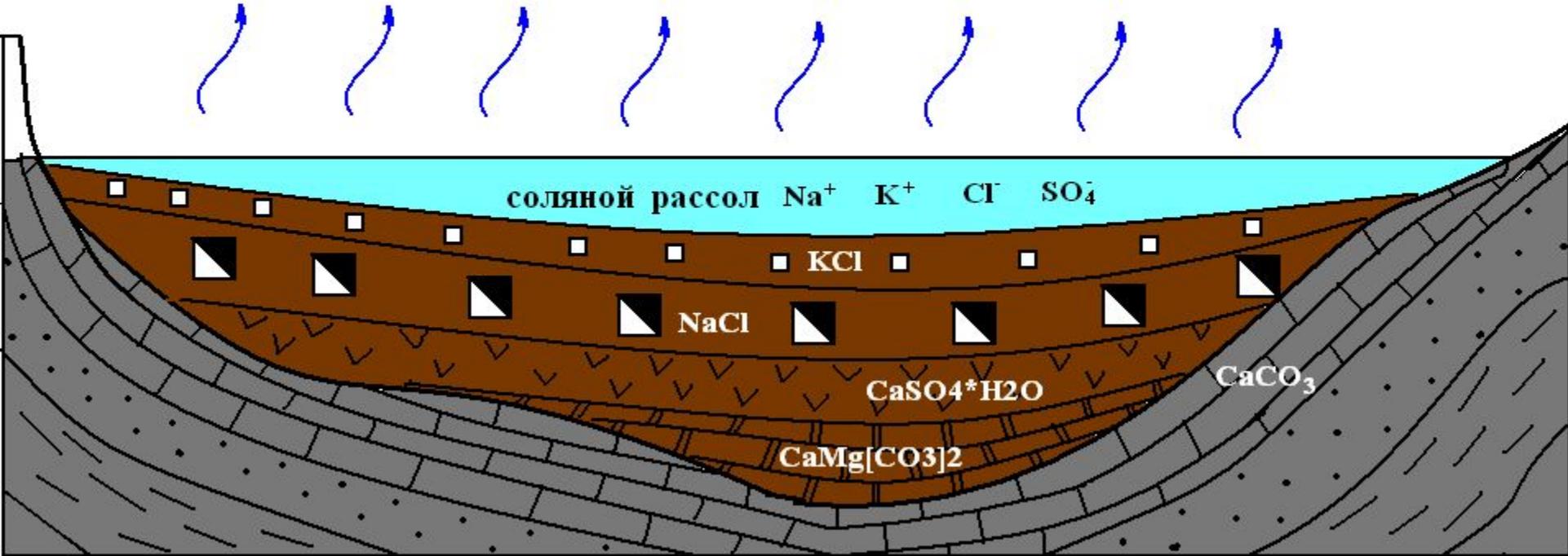


- галит

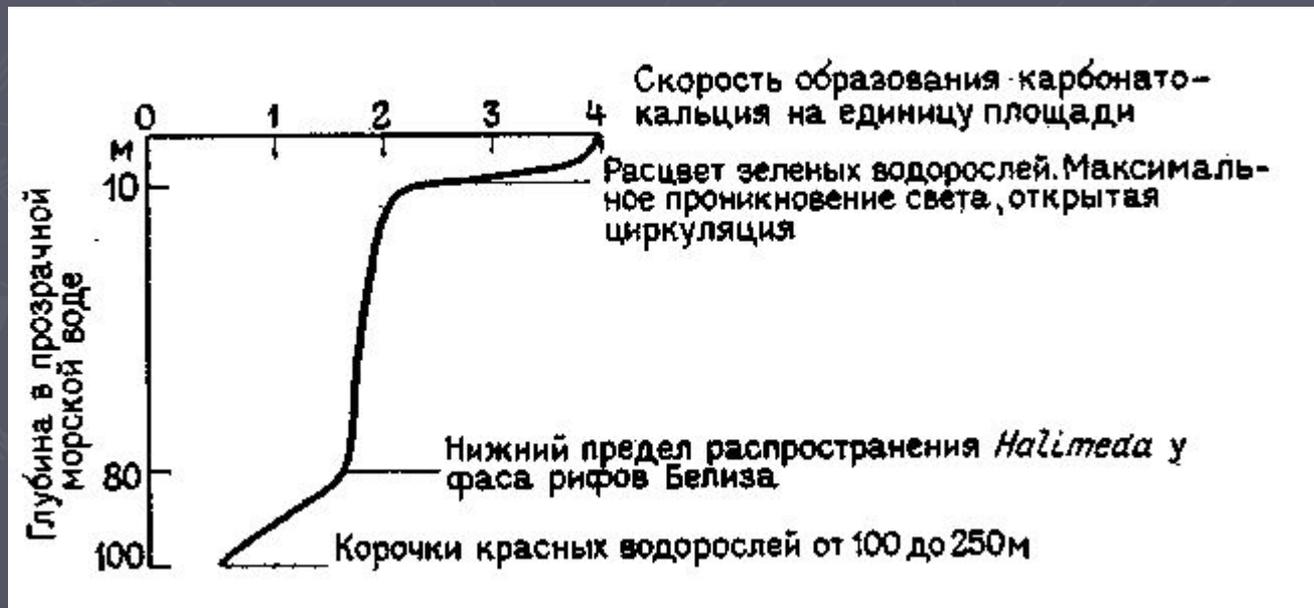


- сильвинит

испарение воды с поверхности эвапоритового бассейна



Биохемогенные известняки обычно образуются в мелководных зонах внутренних и окраинных морей. Необходимым условием их образования является высокая температура воды 25-30°C, небольшая глубина (первых десятки метров) и слабое поступление терригенного материала. В этих условиях водоросли интенсивно поглощают углекислый газ, растворенный в морской воде, что смещает карбонатное равновесие в сторону образования кальцита. Кальцит выпадает в виде мелких зерен.



Фосфориты образуются в виде конкреций на глубинах в зоне шельфа и прилегающей части континентального склона. В Калифорнии они встречаются на глубинах от 100 до 400 м, а у берегов Африки – на глубинах более 10000 м. Область их образования совпадает с местами подъема к поверхности глубинных вод, а также с областями смешения холодных и теплых течений. Считается, что восходящие глубинные воды обогащены CO_2 и P_2O_5 . В поверхностных условиях содержание CO_2 в водах уменьшается, что приводит к выпадению фосфоритов.

Глауконитовые осадки представляют собой зеленые мелко- и тонкопесчаные осадки с большим содержанием глауконита – водный алюмосиликат. Наибольшее количество подобных осадков образуется на шельфах и в верхней части континентального склона, на глубинах от 100 до 1000 м. Они образуются в результате подводного выветривания алюмосиликатных частиц, вулканического стекла или выпадает из морской воды в виде геля из коллоидных растворов, приносимых с суши.



Железомарганцевые конкреции встречаются главным образом в глубоководных частях океанов. Наибольшее их скопление наблюдается на дне Тихого океана. Они представляют неправильной формы стяжения от 2 до 10 см в диаметре. Предполагают два возможных механизма их образования.

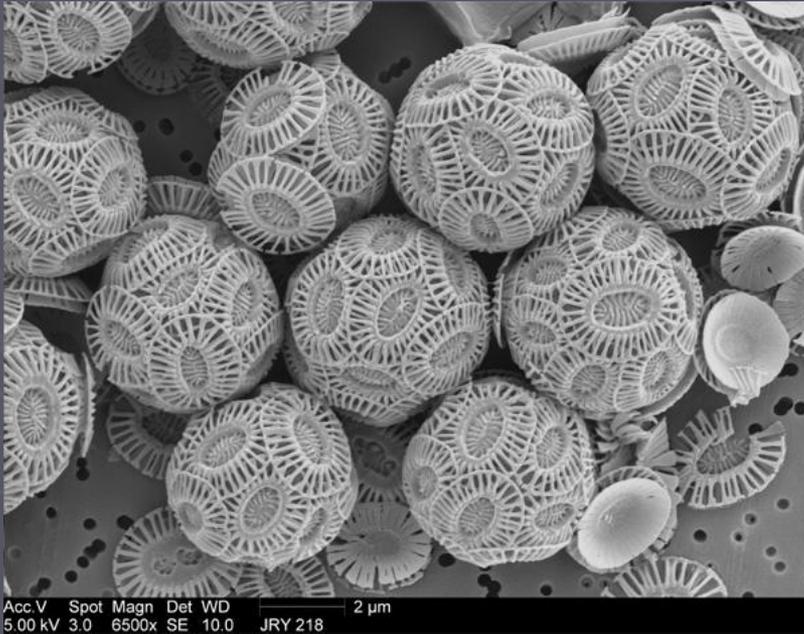
- 1) Поступающие в составе речного стока гидроокислы железа и марганца выпадают из взвесей на дно океанов, где за счет собирательной кристаллизации из них формируются железомарганцевые конкреции на стадии седиментогенеза.
- 2) За счет перемещения элементов Fe^{2+} и Mn^{2+} из более нижнего, восстановительного, слоя донных осадков в верхний, окисленный и связывания их в конкреции на границе «вода – осадок» на стадии диагенеза.

Органогенные или биогенные осадки являются наиболее распространенными в Мировом океане. Выделяют два основных типа биогенных осадков: 1) карбонатные, состоящие более чем на 30% из CaCO_3 ; 2) кремнистые, состоящие более чем на 30% из аморфного кремнезема.

Карбонатные органогенные осадки встречаются в теплых частях Мирового океана. В Тихом океане они составляют около 36% всех осадочных образований, в Индийском – около 54%, в Атлантическом – около 68%. По преобладанию тех или иных органических остатков карбонатные осадки делятся на фораминиферовые, кокколитофоридовые и птероподовые (по виду организмов).

Фораминиферовые осадки состоят преимущественно из известковых раковин простейших организмов – фораминифер. Планктонные виды фораминифер обитают в верхнем 50 – 100 м слое воды океанов. Отмирая фораминиферовые раковины и их обломки опускаются на дно, образуя карбонатные осадки.

Аналогичным образом накапливаются и кокколитофоридовые осадки. Птероподовые осадки состоят из остатков раковин планктонных моллюсков – птеропод, обитающих в теплых водах океанов. Птероподовые осадки накапливаются на меньших глубинах 200 – 2200 м.



Кокколитофориды



Кокколитофориды

Кремнистые осадки по составу, слагающих их организмов, делятся на диатомовые и радиоляриевые. **Диатомовые осадки** состоят из скоплений опаловых остатков диатомовых водорослей (диатомей). Диатомеи наиболее обильны в холодных водах. Вследствие этого диатомовые осадки образуют два четко выраженных пояса – южный и северный. Южный пояс расположен вокруг Антарктиды, шириной до 1200 км. Содержание кремнезема в нем доходит до 70%. По мере продвижения к северу кремнистая составляющая убывает, постепенно замещаясь карбонатной. Во втором, северном, поясе диатомовые осадки не образуют сплошного кольца. Они встречаются лишь в северной части Тихого океана, а также в Охотском и Беренговом морях. В северном поясе осадки содержат кремнезем в значительно меньших количествах – до 30%. Вследствие слабой растворимости остатки диатомей достигают любых глубин. Они встречаются на шельфе дальневосточных морей и Антарктиды, на континентальных склонах и в глубоких котловинах океанов. Наиболее типичная глубина их распространения от 1000 до 5000 м.

Радиоляриевые осадки состоят из кремнистых скелетных остатков одноклеточных планктонных животных — радиолярий. Это наиболее глубоководные осадки. Они образуются на дне абиссальных котловин, т.е. на глубинах от 4500 до 6000 м. Подобные осадки фиксируются в виде отдельных пятен в экваториальной зоне Тихого и Индийского океанов, в теплых водах которых создаются благоприятные условия для развития фито- и зоопланктона.



К органогенным известнякам относятся также бентогенные осадки, т.е. осадки, состоящие из скелетных фрагментов донных морских животных. К **бентогенным осадкам** относятся коралловые постройки - рифы. Современные коралловые постройки образуются исключительно в тропических и субтропических водах Тихого и Индийского океанов. Для их образования необходимы следующие условия: 1) средняя температура воды 23-25°C; 2) хорошая прозрачность; 3) нормальная соленость морской воды (30-38 ‰); 4) насыщенность воды кислородом и карбонатом кальция. Поэтому оптимальная глубина их образования не ниже 70 м.

Выделяют несколько типов коралловых рифов:

- 1) Окаймляющие или береговые рифы, формирующиеся у берегов. Они часто соединены с сушей материков или островов.
- 2) Барьерные рифы, протягивающиеся вдоль берега, но отделенные от него лагунами.
- 3) Атоллы – коралловые острова в виде кольца, внутри которого располагается лагуна.

По берегам в пределах шельфовой зоны теплых океанов местами встречаются ракушечные осадки, которые представляют собой скопления целых или разбитых раковин моллюсков. Основными условиями появления подобных осадков является: 1) малое количество, поступающего с берега обломочного вещества; 2) высокая температура воды; 3) спокойный гидродинамический режим водной толщи.

Вулканогенные осадки состоят из вулканического материала – лавы и пирокластики. Лавы образуются при извержении подводных и островных вулканов. Как правило, они занимают большие площади вокруг очагов вулканизма в тектонически активных зонах океанов. Пирокластический материал имеет более широкое пространственное распространение. Он образует отдельные прослой в различных генетических типах океанических осадков.

Полигенные осадки. К ним относится «красная» глубоководная глина, занимающая по некоторым данным 35-50% площади дна Тихого океана и около 25-30% дна Атлантического и Индийского океанов. Она состоит из наиболее тонких (менее 0,005 мм) глинистых частиц. Накопление красных глин осуществляется в наиболее глубоких частях океанов ниже критической глубины (4000 – 6500 м) карбонатного осадконакопления. Поэтому содержание в них кальцитов не превышает 1-2%. Красная глубоководная глина представляет собой сложный полигенный осадок. В его состав входят:

1) нерастворимые остатки раковин; 2) тонкие глинистые и коллоидные частицы, поставляемые речными водами и подводными океаническими течениями; 3) ветровая пыль; 4) вулканогенный материал дальнего переноса. Скорость накопления глубоководной «красной» глины весьма мала, около 1 мм/1000 лет.

Процессы диагенеза и катагенеза.

Под диагенезом понимается изменение осадков и их превращение в осадочные горные породы. К главным изменениям осадков при диагенезе относятся:

1. Обезвоживание и уплотнение осадков под давлением накопившихся на них новых осадочных слоев.
2. Цементация, происходящая из-за наличия различных химических соединений, заполняющих пустоты между твердыми частицами. Цементирующими веществами чаще всего являются аморфный SiO_2 , CaCO_3 , FeOOH , Fe_2O_3 .
3. Кристаллизация и перекристаллизация микро- и тонкозернистых хемогенных или органогенных легко растворимых минералов.
4. Формирование новообразований. В процессе диагенеза формируются всевозможные новообразованные фазы, отличающиеся между собой по составу и форме выделения. Одни из них, типа глауконита, рассеяны в осадках, другие - образуют конкреции.

Это только основа. Дополнительно прочитать в учебнике.

