

# **Модуль №1. «Общая и историческая геология»**

## **Тема №3. Экзогенные геологические процессы**

### **Лекция №8.**

**Распределение суши и воды на поверхности Земли,  
гипсографическая кривая.**

**Разрушительная деятельность моря.**

**Неритовые осадки.**

**Пелагические осадки.**

**Геологическая деятельность озер.**

**Геологическая деятельность болот.**

**Геологическая деятельность человека.**

Доцент, канд.техн.наук – А.Ю. Белоносов

Тюмень, 2020

# Распределение суши и воды на поверхности Земли, гипсографическая кривая.

**Гипсографическая кривая** (от др.-греч. ὕψος — «высота» и γράφω «пишу», также гипсометрическая кривая) — интегральная функция распределения глубин океана и высот земной поверхности. Обычно изображается на координатной плоскости, где по вертикальной оси откладывается высота рельефа, а по горизонтальной — доля поверхности, высота рельефа которой больше указанной. Часть кривой, расположенной ниже уровня моря, называется батиграфической кривой. Средняя высота суши всего 840-875 м (по разным источникам), тогда как средняя глубина океана 3800 м. Из этой же кривой следует, что почти 21% поверхности Земли занято сушей с высотами меньше 1000 м, а в океанах 53,5% площади - это глубины от 3000 до 6000 м. Средний уровень рельефа континентов находится на 4600 м выше среднего уровня рельефа дна океанов, что отражает особенности строения континентальной коры.



# Разрушительная деятельность моря.

Геологическая деятельность океанов и морей осуществляется различными процессами: 1) абразией (“абрадо” - соскабливать, лат.), разрушением береговых линий волнами, приливами, течениями; 2) переносом разнообразного материала, выносимого реками, образующимися за счет вулканизма, эоловой (ветровой) деятельности, разносимого льдом, а также растворенного вещества; 3) аккумуляция или отложения осадков: биогенных, гидрогенных, обломочных и космогенных; 4) преобразование осадков в породы или диагенез и переотложения осадков.

Мировой океан составляет основную часть гидросферы (около 94 %), которая наряду с литосферой участвует в строении поверхности нашей планеты. Из 510 млн км<sup>2</sup> поверхности Земли на долю морской поверхности приходится 361 млн км<sup>2</sup>, то есть более 70 %.

Объем воды в морях и океанах огромен и составляет 850 млн км<sup>3</sup> или 0,13 % от общего объема земного шара. Если бы материки опустились в воду и земной шар равномерно покрылся морем, то глубина океана и тогда составила бы приблизительно 3 км.

В рельефе дна океанов выделяют три крупные геоморфологические единицы: подводная окраина материков, ложе Мирового океана и срединно-океанские хребты (СОХ). Средняя глубина океанов — 3,8 км, максимальная глубина — 11,034 км.

Граница между континентальной и океанской корой не совпадает с береговой линией, а проходит у подножия подводной континентальной окраины. Таким образом, около 25% континентальной коры находится под уровнем моря. Самым крупным и глубоким является Тихий океан, он покрывает 1/3 поверхности Земли.

# Разрушительная деятельность моря.



Гипсографическая кривая (А) и обобщенный профиль дна океана (Б).

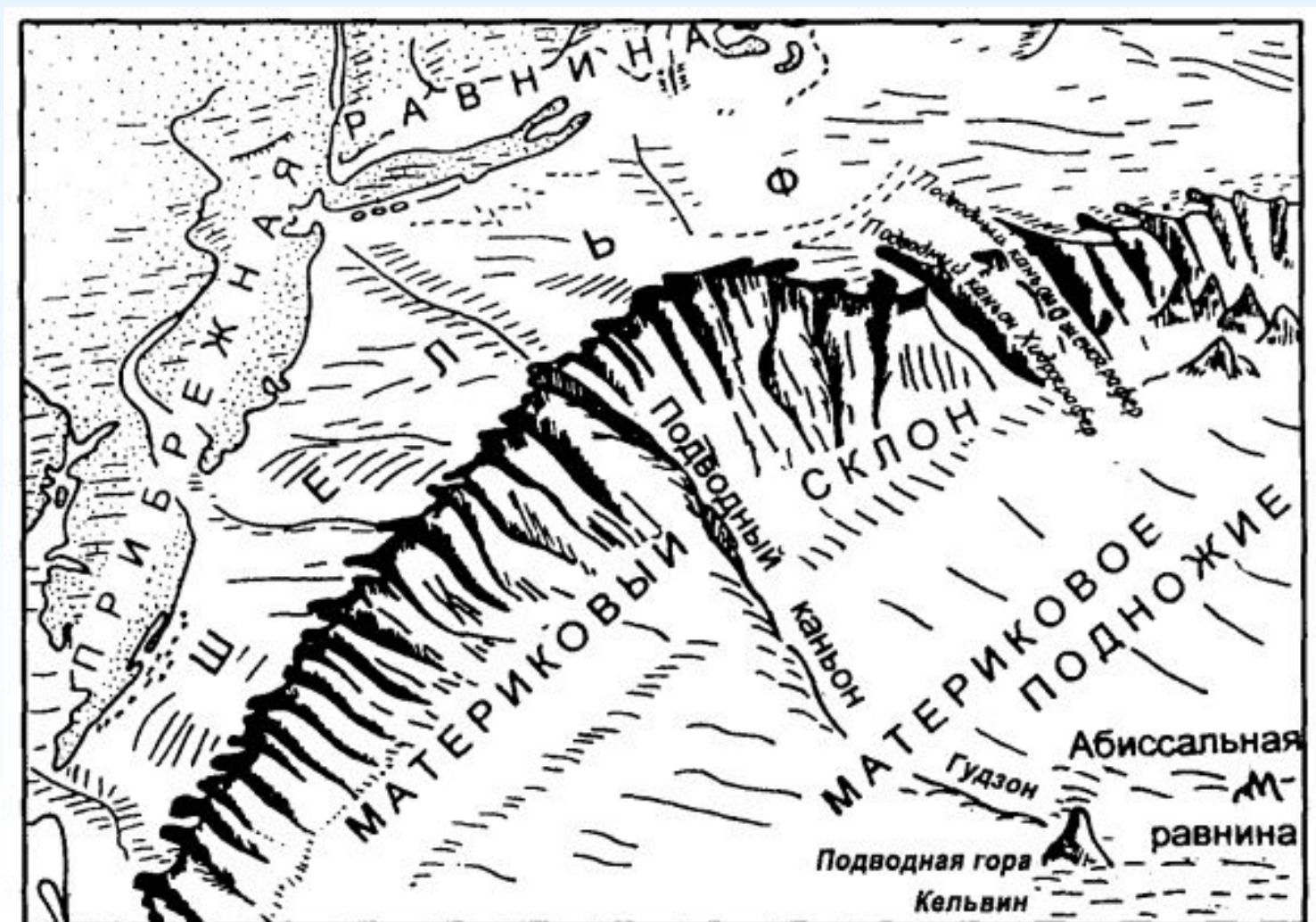


# Разрушительная деятельность моря.

## Подводные окраины материков

Подводные окраины материков, или континентальные окраины, представляют собой переходные зоны от континента к океану и делятся на три типа — пассивный (атлантический), активный (тихоокеанский) и трансформный.

Пассивные континентальные окраины атлантического типа окаймляют Северный Ледовитый океан, Норвежское море, Северное и Южное побережья Атлантического океана, значительную часть Индийского океана и в основном Антарктиду. В рельефе этих окраин выделяются: *шельф, континентальный (материковый склон), континентальное (материковое) подножие.*



# Разрушительная деятельность моря.

**Шельф** представляет собой продолжение материка под морем от береговой линии до крутого перелома профиля дна к континентальному склону, называемому **бровкой**, или внешним краем шельфа. Шельф занимает около 7 % площади дна Мирового океана. Является затопленной океаном частью континента и представляет собой в рельефе и геологическом отношении продолжение прилегающих к океану участков суши.

**Континентальный склон** располагается за внешней бровкой шельфа, после резкого перегиба, на глубине от 100-200 м до 2000-2500 м и более. Представляет собой неширокий, относительно крутой склон. Характерной формой рельефа континентального склона являются **подводные каньоны**, представляющие собой глубоковрезанные в континентальный склон от сотен метров до 1 км поперечные V-образные долины, шириной на уровне бровок от 1 до 10-15 км. Вдоль континентального склона про водят границу между *океанской* и *континентальной корой*.

**Континентальное (материковое) подножие** представляет собой полого-наклонную в сторону океана, обычно слабоволнистую равнину, окаймляющую основание континентального склона полосой шириной от 200 до 1000 км и более на глубинах от 2000-3000 м. В верхней части подножие имеет уклон 1-2°, а при переходе ко дну равнин уменьшается почти до горизонтального. Континентальное подножие сложено толщей осадков мощностью несколько километров, накопившихся за счет подводных оползней со склонов и главным образом за счет сноса большого количества обломочного материала по подводным каньонам мутьевыми потоками.

# Разрушительная деятельность моря.

**Активные** континентальные окраины тихоокеанского типа характеризуются более сложным переходом от континента к океану. Здесь океан отделяют от континента **глубоководные котловины окраинных морей, островные дуги и глубоководные желоба.**

**Котловины окраинных морей** — это обширные депрессии изометричной или овальной формы с плоским или холмистым рельефом дна. Глубина их достигает 3-5 км и более (до 6 км).

**Островные дуги** представляют собой крупные горные сооружения, подводные или выступающие над водой в виде островов часто дугообразной формы высотой от 4,5 до 6,5 км над дном глубоководных котловин. Протяженность их от 1-2 до 4 тыс. км.

Глубоководные желоба тесно связаны с островными дугами, сопряжены с ними, протягиваются вдоль внешних склонов дуг. Это узкие, местами почти ущелья, шириной 100-120 км, глубокие, большой протяженности впадины. Они напоминают «надрезы в теле Земли». Почти все желоба находятся в западной части Тихого океана.

Активные континентальные окраины тихоокеанского типа от пассивных окраин атлантического типа отличаются высокой тектонической активностью, проявляющейся в молодом вулканизме, землетрясениях, тектонических деформациях, резко расчлененном рельефе островных дуг и глубоководных желобов.

**Трансформные континентальные окраины** имеют небольшое распространение и связаны с разломами, простирающимися вдоль берега материка или островов.



# Разрушительная деятельность моря.

## Ложе Мирового океана

Располагается на глубине 3-4 до 6 км и занимает более 50 % площади океана. В его рельефе выделяются: абиссальные равнины, абиссальные подводные холмы и горы.

Абиссальные равнины занимают значительную часть площади океана и представляют собой обширные плоские или холмистые котловины глубиной 2- 3 км в Атлантическом и более глубоководные (6,5 - 6,9 км) в Тихом океане.

Подводные холмы встречаются между абиссальными котловинами, возвышаясь над ними не более чем на 1000 м. В большом количестве они распространены во всех океанах, особенно в Тихом океане, где занимают 80-85 % площади ложа.

Подводные горы высотой более 1000 м разбросаны поодиночке или вытянуты в виде рядов по ложу океана. Большинство из них представляют собой подводные вулканы конической формы. В Тихом океане таких гор тысячи. Они образуют подводные цепи, иногда поднимающиеся над водой в виде вулканических островов (Гавайские острова). Среди подводных вулканических хребтов встречаются горы с уплощенными вершинами — гайоты (гийоты), или столовые горы, находящиеся на глубине 2-2,5 км.

На поверхности гайотов встречаются коралловые рифы, мелководные осадки со следами деятельности волн.



# Разрушительная деятельность моря.

## Срединно-океанские хребты (СОХ)

Проходят через все океаны. Общая протяженность их (с ответвлениями) около 80 тыс. км. Они образуют пояс, который протягивается от азиатского шельфа через Северный Ледовитый океан, пересекает с севера на юг Атлантический океан, огибая Африку, заходит в Индийский океан, где разделяется на две ветви. Одна ветвь протягивается на северо-запад до Аденского залива (где соединяется с межконтинентальным и континентальным рифтами), другая, огибая с юга Австралию, продолжается в юго-восточной части Тихого океана, а далее вплотную примыкает к материку Северной Америки. Высота СОХ над дном океана 1-3, иногда до 4 км, ширина — до 2-3 тыс. км.

Срединно-Атлантический хребет простирается вдоль Атлантического океана и делит его на две почти равные части. Вдоль оси хребта протягивается четко выраженная срединная (или центральная) рифтовая долина, ограниченная от окаймляющих ее гребней и гряд разрывными нарушениями. Дно долины опущено на глубину 3-4 км и более, даже ниже дна океанского ложа. Ширина ее между окружающими хребтами 30-60 км. Отдельные участки хребта возвышаются над уровнем океана (Исландия).

Южно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский хребты значительно шире, отличаются менее расчлененным рельефом и называются обычно поднятиями. Южно-Тихоокеанское поднятие простирается почти широтно в Южной части Тихого океана, а Восточно-Тихоокеанское — смещено к юго-восточной части океана. Высота его относительно небольшая, 1-2,5 км, ширина достигает местами 4 тыс. км. В осевой части не наблюдается заметной рифтовой долины.

# Разрушительная деятельность моря.

## Срединно-океанские хребты (СОХ)

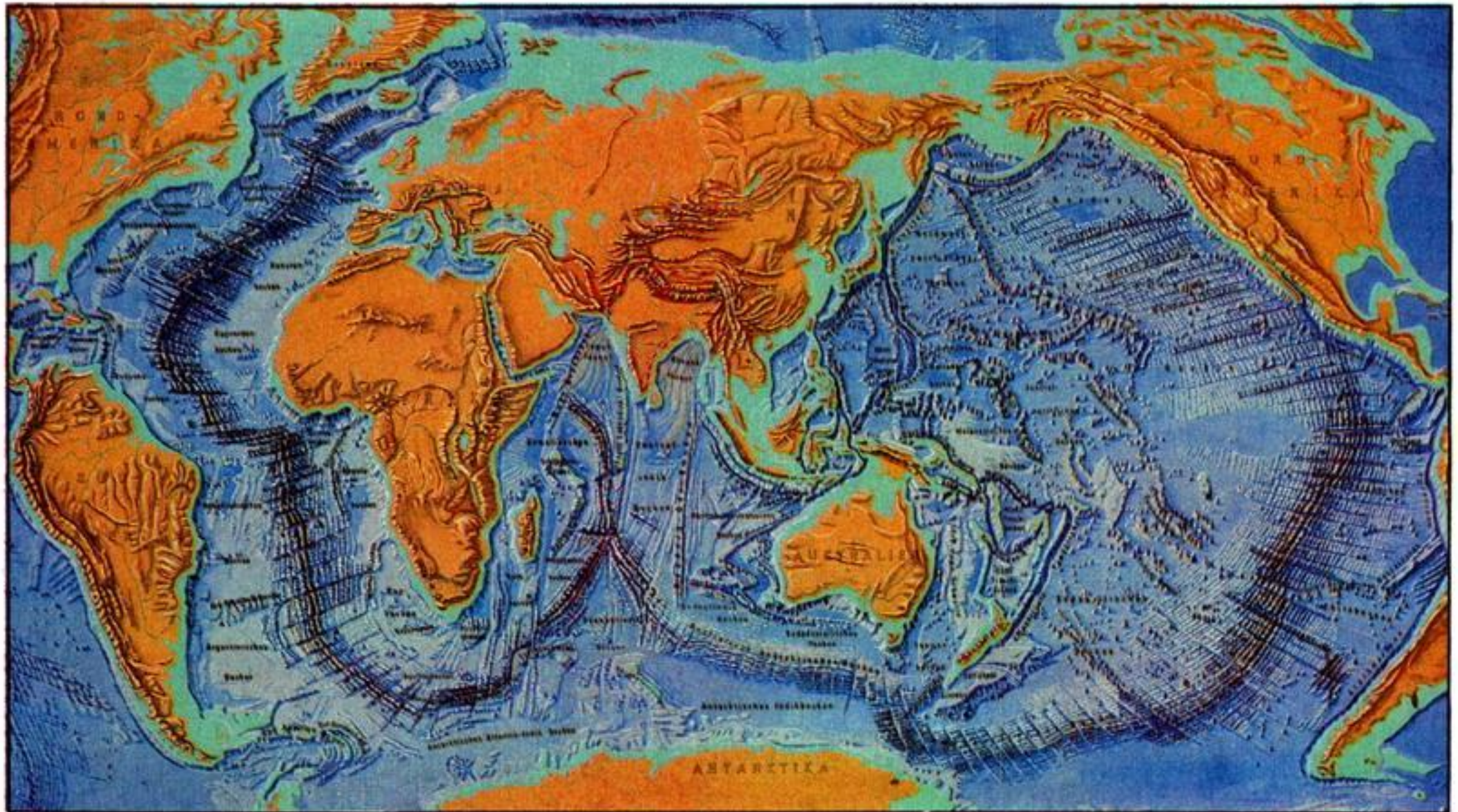
Срединно-океанские хребты вкрест их простирания пересекают (через 50-100 км) **трансформные разломы**. Иногда они выходят за пределы СОХ на дно океанских котловин, простираются до континентальных окраин и даже имеют свое продолжение на континентах. Некоторые разломы достигают длины 3,5 тыс. км, вертикальная амплитуда их от 100 до 4000 м. Вдоль трансформных разломов происходят, наряду со сдвигами, раздвиги и надвиги. В рельефе эти разломы выражены глубокими желобами (**океанские трого**).

Срединно-Атлантические хребты, особенно осевая рифтовая зона в трансформных разломах, отличаются высокой тектонической активностью, интенсивными землетрясениями, мощным молодым вулканизмом и гидротермальной деятельностью.



# Разрушительная деятельность моря.

## Срединно-океанские хребты (СОХ)

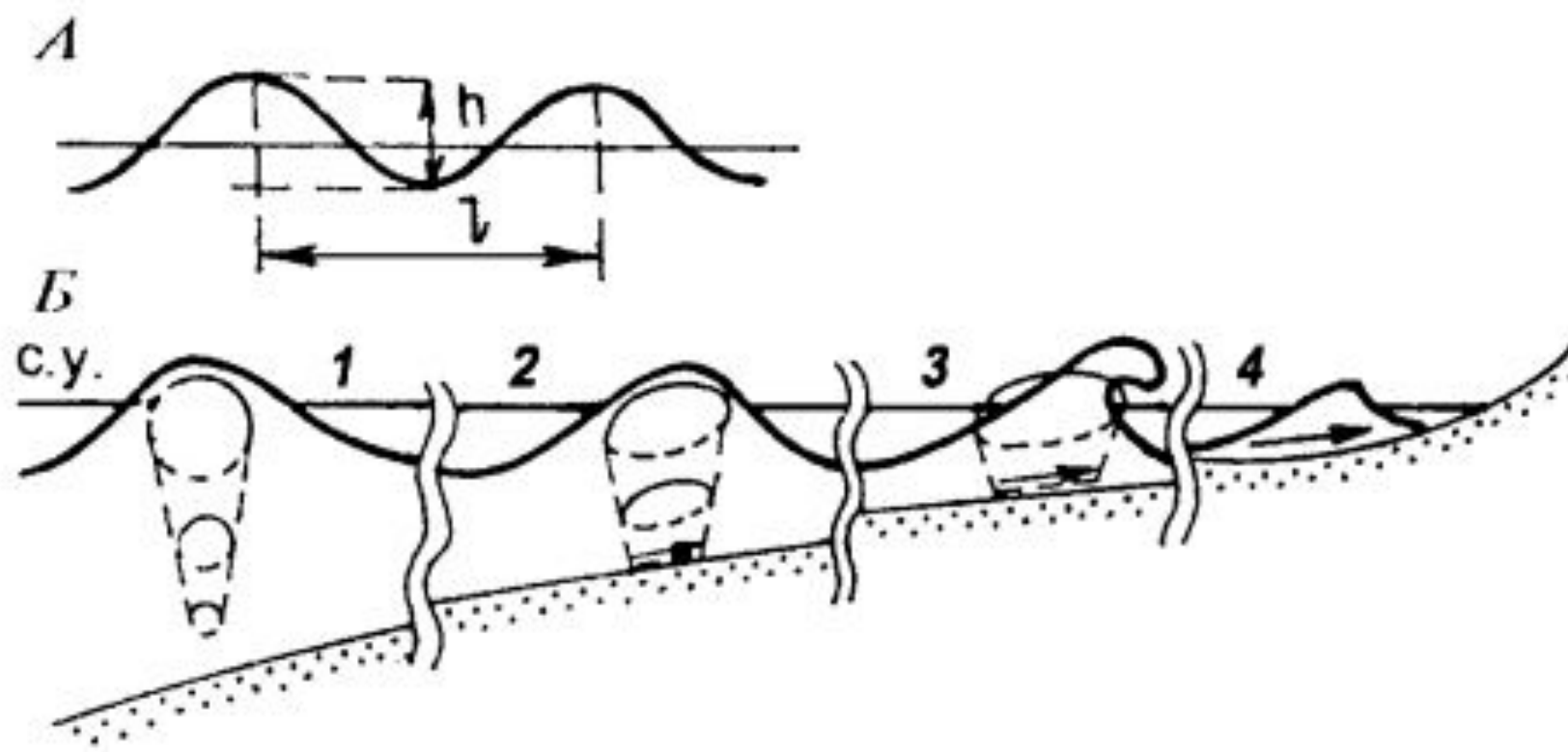




# Разрушительная деятельность моря.

Мировой океан представляет собой одну из наиболее динамичных сред на планете. Воды морей и океанов находятся в постоянном движении, которое разнообразно по своему происхождению: волновые движения под действием ветра, морские течения, приливы и отливы, гигантские волны — цунами.

Волновые движения развиваются на поверхности воды и возникают под действием и по направлению ветра. Частицы воды на поверхности глубокого моря под действием энергии ветра двигаются по замкнутым круговым орбитам, диаметр которых с глубиной быстро уменьшается.



Характеристика волн. А — профиль волны ( $l$  — длина волны,  $h$  — высота волны); Б — внутреннее строение волны: 1 — на глубоком открытом море; 2 — на мелководье; 3 — в момент разрушения (опрокидывания гребня волны на мелководье); 4 — прибойный поток; с. у. — средний уровень моря

# Разрушительная деятельность моря.

Наивысшее положение частиц воды на волне называется **гребнем**, или вершиной, волны, а низшее положение — **ложбиной**, или подошвой, волны. Расстояние между двумя гребнями (или подошвами) составляет **длину волны**, а расстояние от гребня до подошвы по вертикали — **высоту волны**. Высота волны при сильных штормах может достигать 15~20 м, а длина 200 м.

Волновые движения с глубиной затухают и уже на глубине, равной половине длины волны, волнение практически прекращается. При движении к прибрежным участкам моря, где глубина его меньше глубины волновых движений, ветровые волны преобразуются в **волны мелководья**. Вместо круговых, характерных для открытого моря, орбиты становятся эллипсоидальными и по мере удаления от поверхности становятся все более плоскими. Частицы воды в придонном слое совершают уже не вращательные, а возвратно-поступательные движения (к берегу и от него). Наряду с деформацией орбит происходит изменение и поперечного профиля волн — передний склон волны становится круче, а задний выполаживается. Когда волна достигает критической глубины, равной ее высоте, фронтальный склон волны на какой-то момент становится вертикальным, затем происходят нависание, закручивание и опрокидывание (обрушение) гребня. Такой тип разрушения волн называют **прибоем**. С прибойными волнами связана основная разрушительная деятельность моря, или **абразия** (от лат. *abradere* — соскабливаю). Продукты абразии поступательными движениями волн перемещаются к берегу, и при небольших углах его наклона происходит их накопление — **аккумуляция**.

# Разрушительная деятельность моря.

**Морские течения** представляют собой движения огромных масс воды, возникающие под влиянием нескольких факторов — господствующих ветров, различной плотности морской воды, зависящей главным образом от температуры и солености, а также центробежной силы и отклоняющей силы вращения Земли (сила Кориолиса). Различают группы **постоянных** и **временных течений**. Временные течения вызываются **пассатами** — сильными устойчивыми ветрами, круглый год дующими в тропиках вдоль экватора с востока на запад. Под действием пассатов образуются северное и южное пассатные течения по обе стороны от экватора в Тихом и Атлантическом океанах (в Индийском океане имеется только южное пассатное течение), совпадающие примерно с направлением пассатов.

Для компенсации переносимой пассатными течениями массы воды возникают **экваториальные противотечения**, направленные с запада на восток и разделяющие северную и южную ветви пассатных течений. Океанские воды, направляемые пассатными течениями, при столкновении на западе с континентами отклоняются на север и на юг и дают начало теплым течениям — **Гольфстрим** (северное полушарие) и **Бразильское** (южное полушарие) в Атлантике, **Курисио** и **Восточно-Австралийское** соответственно в Тихом океане.

На востоке возникают холодные компенсационные течения — **Канарское** и **Бенгельское** в Атлантическом океане, **Калифорнийское** и **Перуанское** — в Тихом.

Постоянные западные ветры умеренных широт вызывают образование постоянных течений с запада на восток — **Северо-Атлантическое** и **Северо-Тихоокеанское** в северном полушарии и гигантское **Антарктическое** циркумполярное течение.



# Разрушительная деятельность моря.

По глубине различаются морские течения поверхностные (250-750 м), промежуточные (до 2-2,5 км), глубинные (до 4- 5 км) и еще глубже — придонные.

В полярных областях охлажденная вода, особенно в осенне-зимнее время, опускается вниз, образует нисходящие вертикальные потоки. В экваториальной области интенсивно нагретая вода, наоборот, приводит к активному образованию восходящих потоков. В умеренных широтах глубинные конвективные течения направлены в сторону экватора, а поверхностные — к полюсам.

С периодическими ветрами (муссоны и бризы) связаны временные течения, которые меняют свое направление с сезонной и суточной периодичностью. Развитые главным образом в тропических областях муссонные течения зимой, когда барический максимум располагается над сушей, направлены в сторону моря, а летом — наоборот. Бризовые течения днем направлены к суше, которая разогревается сильнее, а ночью — к морю.

Постоянные и периодические поверхностные и придонные морские течения производят большую геологическую работу в океанах и морях. Они взмучивают и перемещают значительное количество обломочного материала, захватывают и перетранспортируют обитающих в водах различных животных и растительные организмы.

# Разрушительная деятельность моря.

**Приливы и отливы.** Периодические колебания уровня воды в море или океане, называемые приливами и отливами, вызваны притяжением Луны и в меньшей степени Солнца. Приливные волны достигают наибольшей высоты, когда Луна и Солнце находятся на одной прямой с Землей (в новолуние и полнолуние) и оказывают на нее совместное действие. Такие приливы называют **сизигийными**.

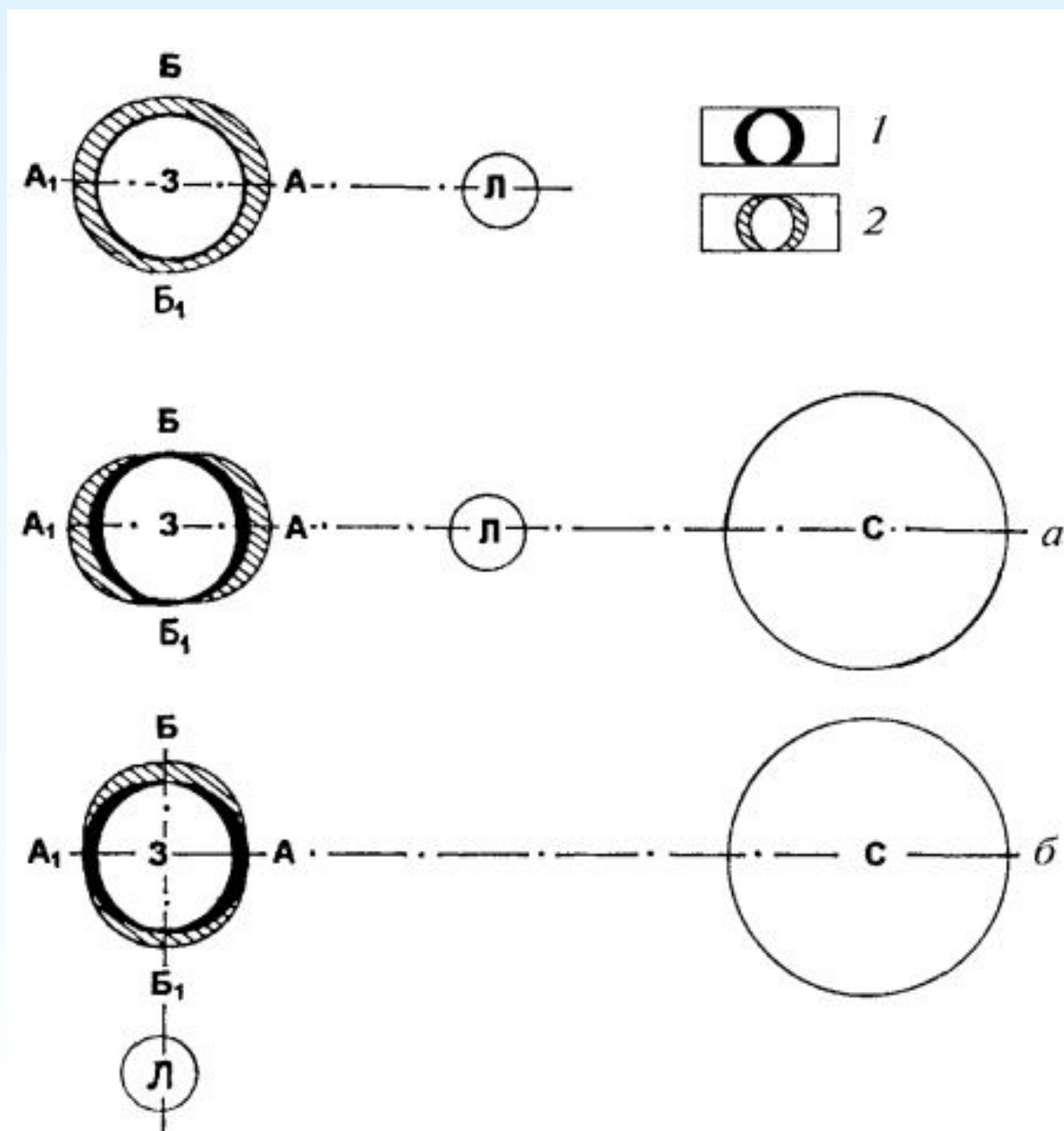


Схема возникновения приливов и отливов:

1 — солнечный прилив;

2 — лунный прилив;

С — Солнце;

Л — Луна;

З — Земля;

а — взаимное расположение Земли, Луны и Солнца в сизигии;

б — в квадратуре

# Разрушительная деятельность моря.

Высота волны становится минимальной, если Земля находится в вершине прямого угла, образуемого направлениями на Луну и Солнце (в первую и третью четверть Луны), и воздействие их на Землю компенсируется — это **квадратурные приливы**. Когда Луна находится непосредственно над экватором, то есть имеет нулевое склонение, возникают **полусуточные приливы**. Даже незначительное отклонение Луны от этого положения вызывает **суточные приливы**.

Приливно-отливные движения затрагивают всю толщу воды до глубоких придонных участков и поэтому играют важную роль в перемещении и распределении осадочного материала на дне морей и океанов.

**Цунами**. Это японское слово обозначает «большая волна в заливе», возникающая при больших подводных землетрясениях, крупных сбросовых явлениях на морском дне, извержениях вулканов под водой и оползневых явлениях. Эти гигантские волны могут проходить по океану огромные расстояния со скоростью 500-800 км/час, воздействуя на дно на глубине более 1000 м и близ берегов, вследствие торможения, могут достигать высоты 20 и даже 35-40 м и проникают вглубь суши на большие расстояния.

Цунами производят крупные разрушения береговых сооружений, взмучивание осадков, образование мутьевых потоков.



# Разрушительная деятельность моря.

В зависимости от величины уклона дна подводного берегового склона (полоса морского дна, примыкающая к берегу и подвергающаяся воздействию волн и прибрежных течений) морские берега отличаются своим развитием и образованием характерных форм рельефа. Выделяют абразионный и аккумулятивный типы берегов. Абразионные берега отличаются активной разрушительной деятельностью, аккумулятивные — значительным накоплением обломочного материала.

Абразионный тип берегов формируется при крутых уклонах ( $> 0,25$ ) подводного берегового склона (приглубый берег), когда ширина прибрежного мелководья мала и волны, проходя над ним, мало расходуют свою энергию на трение о дно. В результате волны, имея еще большой запас энергии, доносимой до берега, с большой силой обрушиваются на него и производят интенсивное разрушение. Берега, сложенные рыхлыми песчаными и гравийно-галечными отложениями, абрадируются наиболее интенсивно, что приводит к образованию значительных наносов.

На скальных крутых берегах, сложенных кристаллическими или крепкими осадочными породами, абразия протекает медленно, но в итоге приводит к образованию отчетливых абразионных форм. У линии уреза или выше, у уровня заплеска волн при прибое, в крепких породах вырабатывается волноприбойная ниша, над которой коренные породы нависают в виде карниза. По мере дальнейшей абразии ниша углубляется, нависающий карниз обрушивается и образуется отвесная стенка абразионного уступа, называемая клифом.

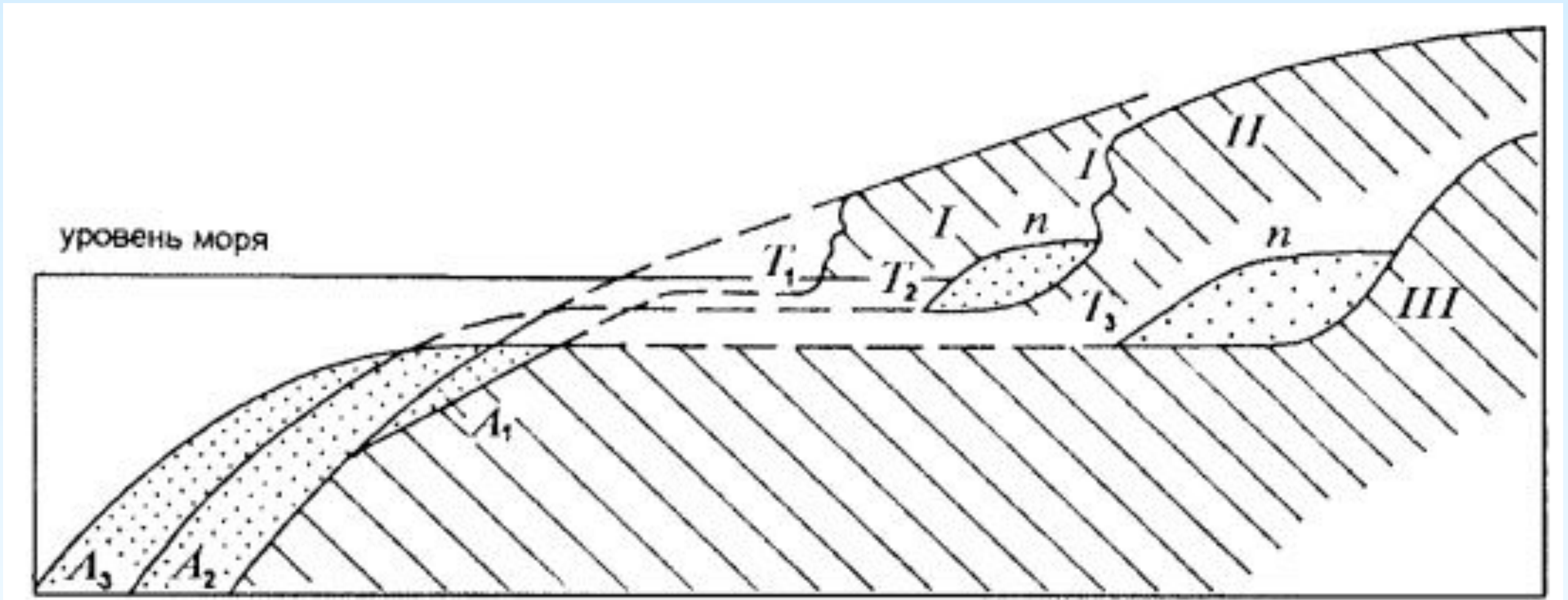
# Разрушительная деятельность моря.

При дальнейшем разрушении береговой обрыв отступает в сторону суши, а волны, ударная сила которых увеличивается за счет образовавшихся при абразии обломков горных пород, разрушают и подводный склон ниже береговой линии. Перед подножием отступающего клифа в коренных породах образуется все расширяющаяся в сторону суши и слабо наклоненная к морю абразионная прибрежная площадка — **абразионная терраса, или бенч.** Обломки горных пород под действием волн дробятся, окатываются и накапливаются в виде хорошо окатанной гальки, гравия и более крупных обломков, образуя между клифом и подводной абразионной террасой неширокую полосу **пляжа.** Пляж частично или полностью перекрывает надводную часть бенча. На абразионной площадке над водой иногда возвышаются остроконечные или столбообразные абразионные останцы крепких пород — **кекуры.**

Перемещаемый волнами обломочный материал не только окатывается, но и сортируется — более крупные обломки выносятся к берегу набегающими волнами, движущимися с большей скоростью, чем обратные волны, уносящие за нижний край бенча более мелкие обломки. Здесь формируется **подводная аккумулятивная терраса.**

Последующая деятельность моря приводит ко все большему отступанию клифа, расширению бенча и увеличению подводной аккумулятивной террасы, пологая поверхность которой продолжает поверхность абразионной террасы. Профиль береговой зоны приближается к состоянию **абразионного профиля равновесия,** при котором в любой точке берегового профиля уже не происходят ни абразия, ни аккумуляция материала.

# Разрушительная деятельность моря.



Стадии развития абразионного типа морских берегов: *I, II, III* — различные положения отступающего абрадируемого морем берега; *T1, T2, T3* — абразионные террасы (бенчи), соответствующие стадиям развития берега; *A1, A2, A3* — различные стадии развития прислоненных подводных аккумулятивных террас; *п* — пляж; *1* — клиф; *2* — волноприбойная ниша



# Разрушительная деятельность моря.

Оживление абразии может быть вызвано изменением уровня моря — повышением, связанным с наступлением моря на сушу, — трансгрессия моря, или понижением, отступлением моря — регрессия моря. При трансгрессии моря увеличивается глубина бенча и абразионная деятельность возобновляется на новом, более высоком положении береговой линии; в результате регрессии моря абразионная терраса оказывается выше уровня моря и возобновившаяся абразия приведет к выработке абразионной террасы на более низком уровне моря. Неоднократные регрессии моря формируют несколько уровней морских террас.

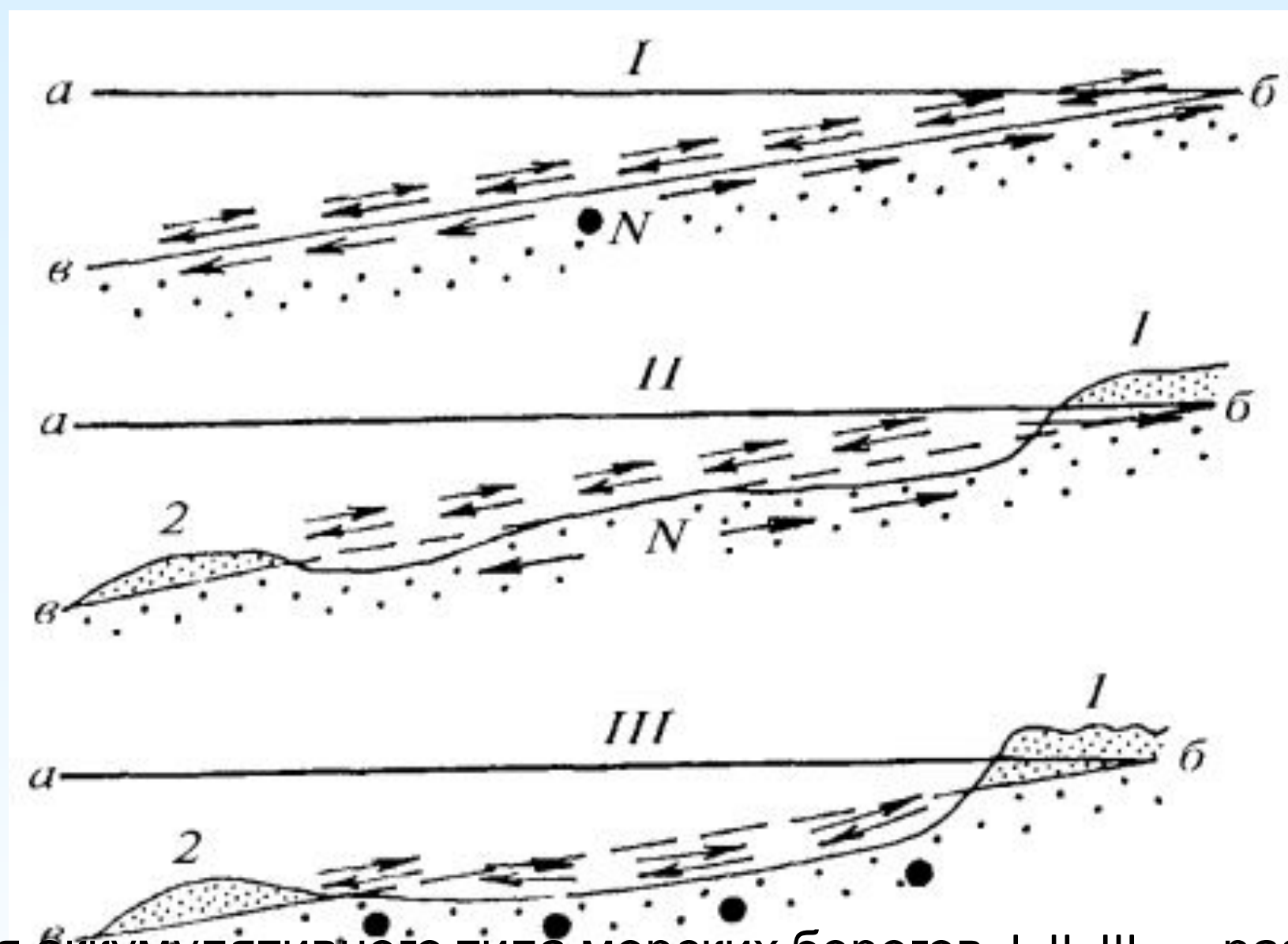
Интенсивность разрушительной деятельности моря и характер выработанного при этом рельефа (клифа, бенча и других форм) зависят главным образом от состава и условий залегания пород, слагающих берег, и ряда других факторов.

Аккумулятивный тип развивается на отмельных берегах, где подводный береговой склон пологий (уклон менее 0,25). В отличие от приглубых интенсивно размывающихся берегов здесь происходит активное накопление обломочного материала и образование аккумулятивных форм. Набегающая волна за счет трения о дно на широкой полосе мелководья пологого склона теряет свою энергию, не доходя до уреза воды. Поэтому не происходит разрушения берегов, а, напротив, волнами перемещается к берегу большое количество обломочного материала и формируется широкий пляж.

Волны могут подходить к берегу в зависимости от направления ветра под прямым углом, и увлекаемый ими обломочный материал испытывает поперечное по отношению к берегу перемещение, или волны подходят под некоторым (косым) углом, тогда происходит продольное или вдольбереговое перемещение обломков.

# Разрушительная деятельность моря.

При подходе волн к берегу в связи с их асимметричным строением отмечаются различные скорости прямых и обратных волновых движений и различные скорости поперечного перемещения обломков.



Стадии развития аккумулятивного типа морских берегов. I, II, III — различные положения наступающего аккумулятивного берега; аб — уровень моря; бв — пологий подводный береговой склон; прямые (—>) и обратные (<—) волновые скорости; N — нейтральная точка; 1 — береговые валы; 2 — подводные валы

# Разрушительная деятельность моря.

Характерными формами рельефа аккумулятивных берегов при поперечном перемещении обломочного материала являются пляжи, береговые и подводные валы, бары.

Пляжи на отмелях берегах, образованные прибойным потоком, обычно песчаные, нормального профиля, двусторонние, то есть имеют более пологий склон, обращенный к морю, и более крутой тыловой склон, разделенные гребнем.

При резком преобладании прямых волновых скоростей над обратными на пляже в полосе прибоя формируется береговой вал. Вследствие неоднократных штормов возникает несколько различных по величине береговых валов, что приводит к наращиванию аккумулятивного берега и продвижению его в сторону моря/

Подводные валы образуются в верхней части пологого подводного берегового склона и протягиваются в виде параллельных песчаных гряд на несколько десятков километров. Подводные валы формируются при забурунивании волны и извлечение песка. Волны при этом теряют значительную часть своей энергии, и перемещаемый вверх песок сгружается, образуя вал. Песчаный материал, переносимый волнами выше уровня высокой воды, наращивает вал, обнаженный при низкой волне, и превращает его в береговой бар. Это обычно поднятые над уровнем моря крупные аккумулятивные формы, протягивающиеся параллельно общему направлению берега на многие десятки километров. Высота их достигает 10-25 м, включая подводную часть. Сложены бары песчано-гравийным, местами ракушечным материалом. Бары часто отделяют от основного бассейна обширную мелководную часть моря, называемую лагуной.

# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

Накопление осадков в океанах контролируется разнообразными факторами, к которым относятся и поступление материала с суши, и климатическая зональность, характер течений, глубина бассейна, соленость, биопродуктивность поверхностных вод и другие.

По происхождению различают океанические осадки следующих типов:

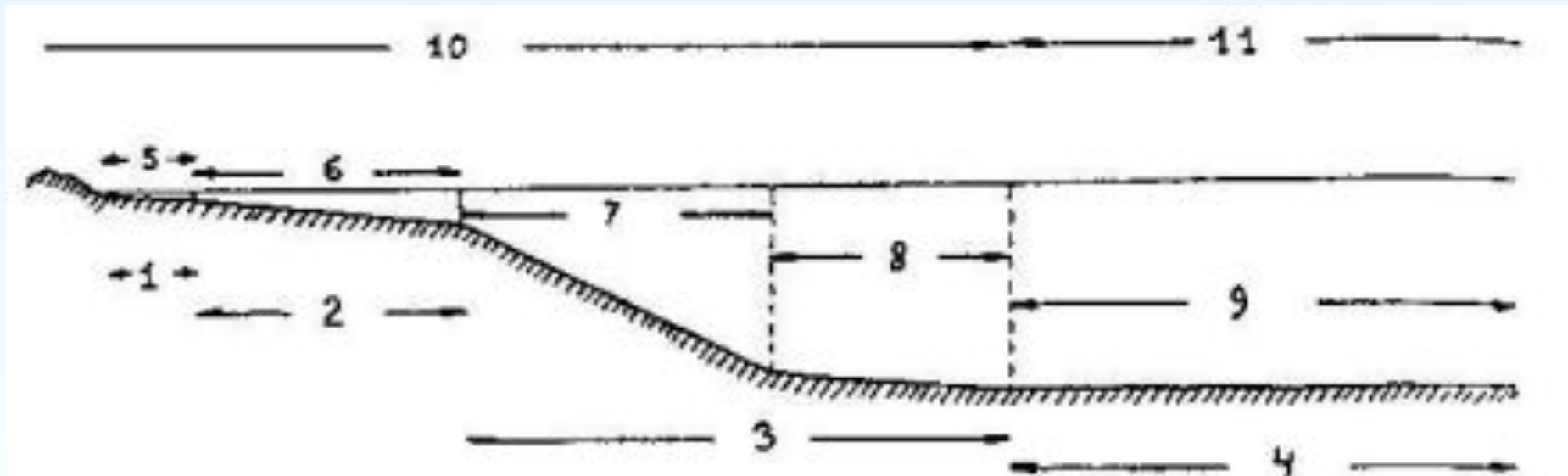
- 1) **Терригенные**, образующиеся за счет разрушения горных пород суши и последующего их сноса реками в океаны.
- 2) **Биогенные**, формирующиеся на океанском дне за счет отмерших организмов, главным образом, их скелетов.
- 3) **Хемогенные**, связанные с выпадением из морской воды некоторых химических элементов.
- 4) **Вулканогенные**, накапливающиеся в результате извержений как на самом океаническом дне, так и за счет тефры, приносимой ветрами после вулканических извержений на суше.
- 5) **Полигенные**, т.е. смешанные осадки разного происхождения.



# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

Существующие в современных океанах физико-географические обстановки, обусловленные глубиной и определяющие характер осадконакопления подразделяются на несколько типов:

1. **Литоральные** или **прибрежные** осадки (литоралис, лат. - берег) образуются в приливно-отливной и прибойной зонах.
2. **Неритовые** или **сублиторальные осадки** зоны шельфа (Nerita - моллюск, широко распространенный в этой зоне) до глубин в 200, редко 500 м.
3. **Батиальные осадки** (батис, греч. - глубина) приурочены ко всем элементам континентального склона, включая его подножие.
4. **Абиссальные** или **пелагические осадки** (абиссос, греч. - бездна) связаны с глубоководными котловинами океанов.



Области в океанах, отличающиеся разными условиями осадконакопления: 1 - литоральная, 2 - неритовая или сублиторальная, 3 - батиальная, 4 – абиссальная или пелагическая, 5 - литораль, 6 - шельф, 7 - континентальный склон, 8 - подножье континентального склона, 9 - абиссальная зона. Земная кора: 10 - континентальная,

# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

В прибрежной или литоральной зоне, покрывающейся водой во время приливов, формируются осадки непосредственно связанные с береговой зоной. Осадки литоральной зоны отличаются большим разнообразием и изменчивостью на относительно не больших расстояниях вследствие изменения условий осадконакопления суши и моря в этой зоне. Для этой зоны у приглубого берега характерны крупные глыбы, гравий, галька, валуны, разнозернистые пески. На отмеле берегу формируются песчаные и реже галечные пляжи. Если берега совсем низкие и затопляются высокими приливами, то образуются болотистые, заросшие травой равнины - марши, а илистые побережья - ваттами. В тропиках на низменных берегах, затопляемых приливами, образуются мангровые заросли.

В области шельфа или сублиторали, т.е. до глубин в 200 м, формируются разнообразные терригенные, органические и другие осадки. В неритовых осадках преобладают галечники, ракушечники, реже илистые и хемогенные осадки с органическими остатками. Вынос материала реками - главный источник поступления терригенного материала в область шельфа. Около 93% взвешенных частиц речного стока и 40% растворенных, накапливается на границе река – море. Материал, выносимый реками, как правило, сгруживается на шельфе в сублиторальной или неритовой области и редко выносится в более глубоководные батимальные области континентального склона и, тем более, абиссальных котловин. Однако, отложившийся на шельфе материал может перемещаться в более глубоководные части океана за счет сползания осадков с бровки шельфа, лавинной седиментации и, т.н. гравитационных потоков, которые возникают за счет действия силы тяжести.

# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

В настоящее время выделяются 4 типа гравитационных потоков: 1) турбидные, 2) грязекаменные, 3) зерновые и 4) разжиженного осадка, среди которых наибольшей известностью пользуется первый тип.

На внешнем крае открытых шельфов морей присутствуют **биогенно-кремнистые осадки** (диатомовые, кремнево-губковые). Резко возрастает количество планктона и создаются благоприятные условия для образования илов с обильными остатками кремневых скелетов планктонных фораминифер.

Другая группа организмов с известковым скелетом — **кораллы**, которые на шельфе создают органические карбонатные осадки, представляемые **коралловыми рифами** и продуктами их разрушения.

**Коралловые рифы**. Прикрепленные ко дну водоема колониальные организмы выделяют углекислую известь для образования своего скелета и строят коралловые, мшанковые, водорослевые и другие рифы. Они обитают на шельфе при слабом поступлении терригенного материала с суши.

Различают три основных типа коралловых рифов:

- береговые, или окаймляющие;
- барьерные;
- атоллы

**Береговые рифы** начинаются непосредственно от берега или на небольшом расстоянии, протягиваются вдоль берега материка или острова, постепенно понижаясь в сторону океана. Ширина их несколько сотен метров. На внешнем крае находятся постройки растущих кораллов и известковых водорослей, а внутренний край, обращенный к берегу, состоит из отмерших кораллов, среди которых живут иглокожие, моллюски, фораминиферы и др.



# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

**Барьерные рифы** в виде гряды или отдельных звеньев тянутся в удалении от берега, повторяя его очертания. Отделены от коренного берега широкой лагуной, имеющей ровное мелководное аккумулятивное дно, покрытое коралловыми песками и илом, накопившимися в результате абразии коралловых рифов, а близ суши — терригенными песками. Внешний край барьерных рифов, обращенный к океану, отличается значительной крутизной, достигающей  $45-60^\circ$ , прослеживается до глубины 1000-1100 м; иногда этот склон отвесный и даже нависающий над водой. На дне лагуны обычно располагаются **внутрилагунные рифы** столбовидной или конической формы; местами коралловые постройки так густо насажены, что создают вид нефтяного поля, усеянного вышками.

**Атоллы** образуются грядой, состоящей из цепи коралловых островов (атоллонов), замыкающих внутри кольца лагуну, которая может соединяться с океаном проливом. Ширина внутренней лагуны от сотни метров до 90 км, средняя глубина 40-45 м.

Внешний склон кольцевой гряды атолла крутой, близ внутреннего, более пологого края располагаются волноприбойный вал и песчаная отмель, окружающая подводное плато внутренней лагуны, покрытое обломками кораллов, коралловыми песками, а в углублениях — илами.

**Осадки континентального (материкового) склона (или батIALьные)** на 60 % площади представлены различными илами — глинистыми и алеврито-глинистыми; пески составляют около 25 %, и лишь 5 % — органогенные осадки. На остальной поверхности склонов выходят коренные породы. Мощность осадков в пределах материкового склона сильно меняется.



# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

Наиболее типичные для континентального склона - терригенные осадки, представлены тонкими илами; местами встречаются более грубые осадки — пески, гравий, галька, дресвяно-щебнистые и глыбовые скопления, принесенные айсбергами, мутьевыми потоками, морскими течениями, накопленные при оползнях и осыпях на крутых склонах. Терригенные илы батиальной зоны имеют различный состав и окраску и подразделяются на синий, красный, желтый и зеленый.

## Осадки континентальных (материковых) подножий

Формируются в результате активных геологических процессов, происходящих на континентальном склоне. Вследствие крутизны склонов, сейсмичности, цунами, придонных течений осадки находятся здесь в неустойчивом состоянии; часто у подножия склонов образуются осыпные и оползневые накопления (гравититы), а также отложения конусов выноса разнообразных потоков из подводных каньонов у их устьев, образующих мощные аккумулятивные тела. В области материкового подножия, как и на склоне, преобладают терригенные отложения и лишь местами встречаются смешанные терригенно-органогенные.

Накопление осадочного материала осуществляется мутьевыми потоками, оползнями и обвалами на материковом подножии и происходит с большой скоростью, это так называемая лавинная седиментация.

# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

Из мутьевых потоков происходит формирование толщ с характерной градационной слоистостью, где обломочный материал распределяется закономерно по крупности — в основании слоя накапливается сначала более крупнозернистый материал, а затем сверху постепенно более мелкий. Отложения мутьевых потоков, обладающие градационной слоистостью, называются **турбидитами**, а ритмичные толщи осадков, слагаемые турбидитами, — **флишем**.

## Осадки океанского ложа (абиссальные, пелагические)

Из всего огромного количества осадочного материала в океанах только 20% выносятся в пределы глубоководных равнин, на глубину 3 - 4 км, 80 % осаждаются в пределах континентальных окраин. С возрастанием глубины океана и удаленности от берегов уменьшается количество терригенного глинистого материала, наибольшее распространение имеют *органогенные (карбонатные и кремнистые)* и *полигенные осадки (красные глины)*.

*Органогенные осадки* состоят в основном из скопления известковых раковин или обломков планктонных фораминифер или нанопланктонных водорослей (кокколитофориды и др.) и в меньшей степени моллюсков — известковые осадки, а также из опаловых скелетных остатков диатомовых водорослей, радиолярий, иногда спикул губок — кремнистые осадки.

*Фораминиферовые известковые осадки* состоят преимущественно из мельчайших раковин планктонных (реже донных) фораминифер и их обломков и встречаются на глубинах от 2000-3000 м до 4500-4700 м.

# Неритовые осадки. Пелагические осадки.

Ниже этих глубин накапливаются кремнистые и полигенные осадки.

*Диатомовые кремнистые осадки* представлены в основном (70-75 %) диатомовыми илами (иелитовыми, реже алевритовыми), в составе которых преобладают опаловые панцири диатомовых водорослей и их детрит.

*Радиоляриевые кремнистые осадки* обогащены кремнистыми раковинами простейших планктонных организмов — радиолярий. Могут содержать в большом количестве панцири диатомовых водорослей (диатомово-радиоляриевые илы), вещество, сходное по составу с красной глубоководной глиной. Это алевритовые и алевритонелитовые илы.

*Полигенные осадки.* Это осадки сложного генезиса. К ним относятся глины красные глубоководные (пелагические), представляющие собой пелитовые бескарбонатные илы коричневого или красновато-коричневого цвета. Распространены на дне океанских котловин, значительно удаленных от берега, на глубине 4000-6000 м, где известковые скелетные остатки организмов растворяются, и поэтому глины отличаются низкой известковистостью.

Комплексный состав *красных глин* позволяет выделить их в особую полигенетическую группу осадков. В минералогическом составе красных глин преобладают глинистые минералы, тонкодисперсный кварц, полевые шпаты, слюды, вулканическое стекло. Обычно глина слабожелезистая (содержание Fe колеблется от 3 до 10 % и более) и слабомарганцовистая (Mn от 0,2 до 3 %).



# Геологическая деятельность озер.

**Озерами** называются впадины на поверхности суши, заполненные водой и не имеющие непосредственной связи с Мировым океаном. Их суммарная площадь составляет около 2,7 млн км<sup>2</sup>, или 1,8 % поверхности суши.

В зависимости от происхождения их впадин озера делят на **эндогенные**, **экзогенные** и **смешанного генезиса**.

Среди **эндогенных озер**, впадины которых сформировались в результате процессов внутренней геодинамики, выделяют две главные группы — *тектонические* и *вулканические*.

*Тектонические озера* обычно приурочены к крупным рифтовым структурам в зонах разломов земной коры. Они, как правило, линейно вытянуты и характеризуются большими глубинами. К этой группе относятся озера Байкал, Иссык-Куль, а также Мертвое море на Аравийском полуострове и озеро Танганьика в Африке.

*Вулканические озера* образуются в кратерах потухших вулканов и трубок взрыва, реже в результате подпруживания долин лавовыми потоками. Кратерные озера обычно имеют округлую в плане форму и сравнительно небольшие размеры.

**Экзогенные озера** более многообразны. В зависимости от экзогенных процессов, сформировавших их впадины, могут быть выделены *ледниковые*, *карстовые*, *пойменные* и *дельтовые*, *обвальные* и *техногенные озера*.

*Ледниковые озера* обычно заполняют впадины, образованные при эрозионной деятельности ледников (троговые долины, ванны выпахивания) или неравномерном накоплении морен. Реже — вследствие подпруживания конечно-моренными грядами водных потоков.

# Геологическая деятельность озер.

*Карстовые озера* представляют собой заполненные водой крупные воронки и котловины на поверхности растворимых пород — карбонатных, сульфатных, галоидных либо котловины, возникающие в результате провалов горных пород над подземными карстовыми пустотами. Такие озера обычно имеют сравнительно небольшие размеры.

В областях развития многолетнемерзлых пород встречаются *термокарстовые озера*, впадины которых образовались в связи с вытаяванием льда и последующими просадками и провалами над образовавшимися полостями.

*Пойменные и дельтовые озера* образуются в отшнурованных участках русла — старицах, расположенных в поймах рек, или представляют собой части многочисленных рукавов их дельт. В плане имеют обычно серповидную или удлиненную форму.

*Обвальные озера* распространены в основном в горных районах и возникают в результате запруживания долин рек обвалами. По механизму всего образования они являются плотинными, так как одной из стенок озерной впадины является плотина.

К **техногенным** относятся озера, созданные человеком с помощью искусственных плотин. Их также называют **водохранилищами**.

Многие озера по происхождению являются **смешанными**, так как их котлованы образовались в результате действия ряда причин.

Некоторые крупные озера (моря) являются остатками былых морских бассейнов. Это так называемые **реликтовые озера** — Каспийское, Аральское.

Большинство крупных озер на земном шаре имеет тектоническое или смешанное происхождение.

# Геологическая деятельность озер.

По гидрогеологическому режиму озера делят на проточные и бессточные.

Проточными считаются озера, связанные как с впадающими, так и с вытекающими из них водотоками.

Бессточные озера не имеют вытекающих из них водотоков, и вся их водная масса расходуется только на испарение.

Вода озерных водоемов всегда содержит то или иное количество растворенных минеральных компонентов.

В областях влажного (гумидного) климата распространены в основном проточные озера с содержанием солей, не превышающим 5 г/л, называемые пресными (Онежское, Ладожское, Селигер и др.).

В условиях сухого (аридного) климата развиваются солончатые (5 - 25 г/л) и соленые (более 25 г/л) озера.

В ряде случаев благодаря интенсивному испарению озерная вода превращается в рассол.

В зависимости от преобладающих компонентов озера с высокой степенью минерализации делятся на карбонатные (содовые), сульфатные и хлоридные.

Помимо растворенных компонентов в воде большинства озер, особенно пресных, содержатся тонкие механические взвеси, состоящие из пылеватых и глинистых частиц, а также планктонных организмов.



# Геологическая деятельность озер.

Геологическая деятельность озер близка к деятельности морских водоемов и отличается масштабами своего проявления. Она складывается из разрушения берегов и прибрежных частей дна, переноса и сортировки материала внутри водоема, накопления осадков.

Разрушительная работа (озерная абразия) происходит в прибрежной зоне и связана с воздействием ветровых волн. Под ударами волн берег разрушается и постепенно отступает. Интенсивность разрушения находится в прямой зависимости от величины водоема. У небольших озер с установившимся уровнем абразия минимальна.

В геологической работе озер разрушительная деятельность играет второстепенную роль.

Весь материал, поступающий в озера в результате их разрушительной деятельности, а также принесенный реками, ручьями, ветром, разносится волнами и течениями по всему водоему и в конечном итоге отлагается на его дне. Перенос происходит как в механической форме — перекачиванием по дну и в виде взвесей, так и в химической — в виде истинных и коллоидных растворов.

Осадконакопление, или аккумулятивная деятельность, играет наиболее важную роль в геологической работе озер.

В озерах образуются все генетические типы осадков: терригенные, органогенные и хемогенные. Преобладание типов осадков зависит от климатических условий, рельефа, проточности озер и их солености. Озерные отложения обладают тонкой горизонтальной слоистостью, что обусловлено сравнительно спокойным гидродинамическим режимом среды осадконакопления.

# Геологическая деятельность озер.

Терригенные (обломочные) осадки наиболее характерны для пресноводных проточных озер, расположенных в районах влажного климата, с которыми связан интенсивный поверхностный сток. Благоприятствует их образованию расчлененный гористый рельеф окружающей суши.

Представлены обломочные отложения терригенными илами, песками, иногда гравием и галечниками. В крупных озерах в их распределении наблюдается зональность. В прибрежной зоне, вблизи крутых размываемых берегов, устьев рек и ручьев, отлагается более грубообломочный песчано-гравийно-галечный материал. В центральные части водоемов выносятся более мелкие алевритовые и глинистые частицы, образуя здесь илистые отложения. В мелких озерах иловые осадки начинаются непосредственно у берегов.

Песчано-глинистые осадки озер с тонкой горизонтальной слоистостью часто называют ленточными глинами. Образование более светлых песчаных прослоев в них в умеренном и холодном климате происходит в весенне-летний период, когда благодаря дождям и массовому снеготаянию в озера сносится большое количество обломочного материала. Более темные глинистые прослои образуются зимой путем осаждения из тончайших глинистых взвесей. Таким образом, каждая пара слоев соответствует годовому циклу осадконакопления.

Сравнительно небольшая глубина озер, спокойные гидродинамические условия благоприятствуют развитию богатого органического мира, а следовательно, и формированию органогенных отложений.

# Геологическая деятельность озер.

Живые организмы представлены в основном высшими (осоки, тростники, камыши и др.) и низшими (сине-зеленые и диатомовые водоросли) растениями. Из животных организмов, имеющих значение для процессов осадконакопления, наиболее важны двустворчатые моллюски и гастроподы.

Наиболее широко органогенные осадки развиваются в пресных и солоноватых озерах гумидных областей. К ним относятся сапропели, диатомиты и известняки-ракушечники.

**Сапропель** (от греч. «сапрос» — гнилой, «пелес» — ил) образуется в результате разложения в анаэробных условиях (без доступа воздуха) остатков мельчайших растительных и животных организмов, среди которых ведущее место принадлежит сине-зеленым водорослям. Важную роль в этом процессе играют бактерии. По мере накопления сапропелевых осадков они уплотняются, обезвоживаются и в итоге превращаются в разновидность бурого угля, называемую **сапропелитом**. Сапропели чаще образуются в небольших и сравнительно мелких водоемах. В более крупных и глубоких озерах сапропелевая масса смешивается с глинистыми осадками, образуя **горючие глинистые сланцы**.

В пресноводных озерах встречаются также органогенные илистые осадки, состоящие из скоплений кремнистых панцирей диатомовых водорослей. Впоследствии они преобразуются в горные породы, называемые **диатомитами** и **диатомовыми трепелами**.



# Геологическая деятельность озер.

Известняки-ракушечники, состоящие преимущественно из раковин гастропод и двустворок, встречаются сравнительно редко. Обычно они формируют маломощные прослои и линзы в озерных отложениях.

**Хемогенные осадки** достаточно разнообразны и встречаются в различных типах озер. Преимущественным развитием они пользуются в озерах областей аридного климата, чаще всего бессточных. Усиленное испарение, свойственное этим водоемам, приводит к перенасыщению растворов и химическому осаждению (садке) солей.

Главными видами химических осадков являются поваренная соль, калийная соль, глауберова соль, или мирабилит, гипс, сода, реже бура. В зависимости от преобладания в осадке тех или иных солей и различают **хлоридные**, **сульфатные**, **содовые** и **боратные озера**.

В пресных и слабоминерализованных озерах гумидных областей встречаются и некоторые типы химических осадков.

В прибрежных зонах, где происходит коагуляция коллоидных растворов, обогащенных поступающими с континента продуктами химического выветривания и почвообразования, образуются **железистые осадки**. Чаще всего они представлены мелкими округлыми выделениями, состоящими преимущественно из гидроксидов железа и имеющими концентрическое скорлуповатое строение. Такие образования называют **озерными оолитами**, или **бобовыми железными рудами**. Иногда они образуют на дне озера сплошной слой.

# Геологическая деятельность озер.

В тропических и субтропических областях, для которых характерно развитие мощных кор выветривания, в озерах, помимо железистых, формируются и глиноземистые осадки оолитового строения. Они состоят преимущественно из гидроксидов алюминия и впоследствии превращаются в ценнейшие руды этого металла — **бокситы**.

За счет привноса подземными водами карбонатов кальция образуются маломощные прослойки и линзы карбонатных осадков: озерного мела, мергеля, известняковых конкреций.

Озера, особенно мелкие, сравнительно недолговечные водоемы, и часто, заполняясь осадками и зарастая, они превращаются в болота. Обзор аккумулятивной деятельности озер показывает, что в них накапливаются очень разнообразные типы осадков, многие из которых используются как полезные ископаемые. Это прежде всего **минеральные соли, сода, железные руды, бокситы, горючие сланцы, сапропели**, применяемые в качестве удобрений, лечебных грязей, а также для получения ряда органических соединений.

Гравийно-песчано-глинистые отложения озер зачастую используются как местные строительные материалы.

# Геологическая деятельность болот.

**Болотами** называются участки земной поверхности с избыточным увлажнением верхних горизонтов горных пород и развитием влаголюбивой болотной растительности. На земном шаре они занимают площадь около 2 млн км<sup>2</sup>.

Болота формируются на различных элементах рельефа, везде, где создаются условия для избыточного увлажнения. Причинами увлажнения могут быть обильные атмосферные осадки, поэтому болота располагаются в областях влажного гумидного климата, а также близкое к поверхности залегание водоупорных слоев, препятствующее дренажу грунтовых вод и обуславливающее их высокое стояние. Во многих районах нашей страны роль таких водоупоров играют многолетнемерзлые горные породы.

В зависимости от местоположения, особенностей питания и растительности выделяют **низинные**, **верховые**, **переходные** (располагаются внутри континентов) и **приморские** болота.

**Низинные болота** располагаются в пониженных участках рельефа, часто занимая заболоченные котловины бывших озер. В их питании главную роль играют грунтовые воды, обогащенные растворенными минеральными компонентами, что способствует развитию богатой растительности. Это зеленые *мхи*, *тростники*, *осоки*, а также *древесно-кустарниковая растительность*.

**Верховые болота** приурочены к слабовогнутым участкам водоразделов, пологим склонам возвышенностей, речным террасам. Основную роль в их питании играют атмосферные осадки, поскольку грунтовые воды обычно залегают здесь глубоко. В таких болотах развивается малотребовательная к содержанию питательных веществ растительность, среди которой преобладают *белые сфагновые мхи*.



# Геологическая деятельность болот.

**Болота переходного типа** имеют смешанное питание — атмосферными осадками и подземными водами.

**Приморские болота** располагаются на низменных морских побережьях и наиболее характерны для тропических и субтропических областей. Они могут занимать очень большие пространства и во время приливов периодически заливаются водой. Питание их главным образом атмосферное. Это так называемые лесные болота с преобладанием древесных растений, корневая система которых приспособлена к длительному существованию под водой. Примером могут служить мангровые заросли тропиков.

Плавни - особый тип болот часто развивается в дельтах крупных рек.

В природных условиях все типы болот могут быть связаны взаимными переходами.

**Геологическая деятельность болот** преимущественно сводится к процессам осадконакопления. Здесь накапливаются органогенные и в значительно меньшей степени хемогенные осадки. Терригенные осадки практически отсутствуют.

Среди **органогенных отложений** наиболее важным является **торф**. Исходным материалом для его образования являются остатки различной болотной растительности, мхов, трав, кустарников и деревьев, при этом важнейшую роль играет клетчатка растений, состоящая из углерода, водорода, кислорода и азота.

В болотах вследствие накопления значительных толщ органических остатков доступ воздуха ограничен. Поэтому преобразования органической массы происходят при ограниченном доступе или без доступа кислорода.

# Геологическая деятельность болот.

В верхних частях бассейнов, где имеется ограниченный доступ воздуха, происходит частичное преобразование растительного материала в перегной, или гумус (от лат. «хумус» — земля).

В нижних частях в условиях полного отсутствия кислорода и в среде деятельности анаэробных бактерий перегнивающая растительная масса преобразуется в торф.

Этот медленный процесс гниения, происходящий без доступа воздуха и ведущий к образованию торфа, называют гумификацией, или начальной стадией углефикации. В ходе него происходит постепенное возрастание в породе содержания углерода (до 57-59 %).

Торф представляет собой органогенную (фитогенную) осадочную породу коричневого, бурого или почти черного цвета, состоящую из растительных остатков.

В зависимости от преобладающего состава растений различают *моховой*, *травяной* и *древесный* виды торфа. Особенно большое разнообразие торфа наблюдается в торфяниках, образовавшихся на месте заболоченных озер. Залегают торф в виде линзообразных и пластообразных залежей, мощность которых достигает 20 м. На поверхности Земли торфяники занимают площадь около 1,75 млн км<sup>2</sup>.

Хемогенные осадки образуются в болотах в небольшом количестве и связаны с привнесением компонентов подземными водами. Так, в низинных болотах, питающихся жесткими грунтовыми водами с большим количеством карбонатов кальция, образуются линзы известняков (болотная известь). Из растворенных железистых соединений в восстановительной среде формируются *болотные железные руды* сидеритового состава, а в окислительной — *бурые железняки*.

# Геологическая деятельность болот.

Среди болотных отложений основное практическое значение имеет торф. Он используется в качестве топлива на электростанциях, в химической промышленности — для получения ряда органических соединений (аммиак, спирт, фенол, парафин и др.), в сельском хозяйстве — для удобрения почв, в строительстве — для изготовления теплоизоляционных плит.

В древних болотах достаточно часты **ископаемые угли**. Они образовались при дальнейшей углефикации торфяных осадков в результате процессов их диагенеза и метаморфизма. По возрастанию степени обуглероживания ископаемые угли образуют следующий ряд: бурый уголь (67-78 % углерода) — каменный уголь (75-97 %) — антрацит (92-97 %). Все угли торфяного происхождения принято называть гумусовыми в отличие от гораздо более редких сапропелевых, образовавшихся из сапропелита.

Угленосные бассейны, формирование которых происходило в условиях древних болот приморских равнин, называют **паралическими** (от греч. «паралиос» — приморский). А бассейны, образовавшиеся в древних болотах, расположенных внутри континентов, — **лимническими**.

В геологической истории сколько-нибудь заметное углеобразование стало возможным лишь начиная с девонского времени, когда появилась хорошо развитая растительность. Эпохи наиболее интенсивного угленакопления относятся к каменноугольному, пермскому, юрскому и палеогеновому периодам.



# Геологическая деятельность человека.

Поверхность Земли преобразуется не только эндогенными и экзогенными процессами, но и в значительной мере человеком. Антропогенное воздействие на геологическую среду является геологическим процессом, масштабы проявления которого соизмеримы с естественными экзогенными процессами, а его воздействие на географическую оболочку планеты более разнообразно. Антропогенные геологические процессы стремительно и интенсивно развились в последний исторический период, создав многие экологические проблемы.

Геологическая деятельность человека и антропогенное воздействие на геологическую среду, как любой процесс экзогенной геодинамики, включает техногенное разрушение и дезинтеграцию пород, их перемещение (денудацию) и накопление и создание новых горных пород (аккумуляцию осадков, диагенез и катагенез).

Разработка и добыча полезных ископаемых сопровождаются бурением скважин, проходкой открытых и подземных горных выработок. С этим связано не только уничтожение почвенного слоя и плодородных земель, сокращение площади лесов, но при извлечении минерального сырья и разрушение горных пород, их дробление и образование наземных и подземных пустот.

Сверхглубокое бурение уже достигло глубины более 12000 м, а глубина многочисленных нефтедобывающих скважин в среднем составляет 5-6 км. Рудники углубились внутрь Земли на 1500 м и более. Больших глубин достигли открытые разработки. В районах интенсивной горнодобывающей деятельности возникли грандиозные техногенные формы рельефа, созданные карьерами и отвалами.

# Геологическая деятельность человека.

Объем пород и руд, извлекаемый из недр Земли, сопоставим с годовым твердым стоком рек. Ежегодно извлекается более 20 млрд т горной массы. Еще больше транспортируется из недр жидких и газообразных продуктов.

При антропогенной деятельности перемещение дезинтегрированного материала идет не только вверх, но также внутрь Земли. Человеком созданы подземные резервуары пресной воды, особенно в засушливых районах; искусственные и естественные нефте- и газохранилища, хранилища для складирования твердых промышленных отходов некоторых производств, а также радиоактивных веществ.

В процессе антропогенной деятельности создаются новые горные породы. При добыче угля, отработке карьеров строительных материалов или железных рудников образуются отвалы из рыхлых пород, состоящие из обломков пустой породы и новых минеральных соединений. Новые породы возникают и при засыпке карьеров, оврагов, создании хвостохранилищ, плотин, насыпей. В местах поселений человека, образуется так называемый **культурный слой**, состоящий из бытовых и промышленных отходов, смешанных с почвой и рыхлыми отложениями, который залегает в виде пластов или линз мощностью в десятки метров.

В результате антропогенной деятельности происходит изменение рельефа, который был образован природными геологическими процессами, и создание нового, получившего название **культурного ландшафта**. Антропогенный ландшафт очень разный в зависимости от деятельности человека и подразделяется на ряд типов: городской (селитебный), горно-промышленный, ирригационно-техногенный, сельскохозяйственный и военный, каждый из которых имеет свои характерные черты.

# Геологическая деятельность человека.

Проявление и активизацию геологических процессов, обусловленных техногенными факторами (строительная и техническая деятельность человека с применением различных видов техники), называют **техногенезом**.

**Техногенез** по общему влиянию на природу ставят в один ряд с переломными этапами в истории Земли, такими как зарождение жизни или образование наземной растительности. В современной истории техногенез выступает как геологический фактор, преобразующий земную кору, модифицирующий физические поля, формирующий новые структуры. Дальнейшее хозяйственное развитие связано с возрастанием риска возникновения природных, техногенных и технологических аварий и катастроф.

Техногенные воздействия на окружающую среду и, в частности, на геологическую обуславливают активизацию существующих геологических процессов и развитие новых. Имеется немало примеров активизации геологических процессов при различных техногенных воздействиях. Так, в результате осушения горных выработок, в районе Миргалимсайского месторождения в Казахстане образовалась депрессионная воронка глубиной 500-600 м и площадью 1500 км<sup>2</sup>; активизировались карстово-суффозионные процессы и возникли провальные воронки.

Активизированные техногенной деятельностью геологические процессы, такие как оползневые, суффозионные, карстовые, абразионные, эрозионные и пр., нередко приводят к неблагоприятным и даже катастрофическим последствиям. Оползни, в том числе и антропогенные, приводят к уничтожению сельскохозяйственных угодий, мостов, дорог, построек и т.д..



# Геологическая деятельность человека.

С карстовыми, суффозионными и криогенными процессами связаны просадки и провалы жилых и хозяйственных зданий, их деформации и даже разрушения, деформации железнодорожных и автомобильных трасс.

Нарушение природного процесса формирования морских берегов также имеет негативные экологические последствия. Например, сокращение количества рыбы в Азовском море и даже исчезновение ее отдельных видов обусловлены увеличением солености моря, которое связывается с частичным разрушением Арабатской стрелки из-за добычи гальки и песка для строительных нужд и т.д.

Результатом антропогенной деятельности могут явиться также интенсивный рост оврагов, активизация обвально-осыпных процессов, боковой или глубинной эрозии в реках и пр.

При проходке горных выработок, отработке месторождений, добыче подземных вод возникают медленные тектонические движения, амплитуды которых могут достигать больших значений и приводить к возникновению современных техногенных деформаций и даже землетрясений. При эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, закачке и откачке жидкости в скважинах, заполнении крупных водохранилищ были зарегистрированы землетрясения магнитудой более 6. Такие землетрясения называют наведенными, искусственными, вызванными, индуцированными. В связи с интенсификацией инженерной деятельности человека увеличилось число таких искусственных землетрясений.

# Геологическая деятельность человека.

Средняя температура на Земле медленно, но неуклонно возрастает, что приводит к быстрой деградации ледников и повышению уровня океана. Только в 1989 г. в атмосферу было выброшено 5,8 млрд. т веществ, создающих парниковый эффект, а население Земли уже перевалило за 7 млрд. человек.

Перечень техногенного воздействия на геологическую и окружающую среды можно продолжать и продолжать.

Хозяйственная деятельность человека настолько разнообразна, что ее влияние на поверхностную часть земной коры с трудом поддается учету. В целом эти воздействия можно подразделить на:

- 1) физические,
- 2) физико-химические,
- 3) химические,
- 4) биологические.

Физическое воздействие определяется горно-технической, инженерно-строительной, сельскохозяйственной и военной деятельностью. Гигантские горно-обогатительные комбинаты (ГОК) или топливно-энергетические комплексы (ТЭК) способны в короткое время изменить геологическую среду так, что восстановлению она уже не подлежит. Большое воздействие на геологическую среду оказывали подземные и наземные ядерные взрывы, проводившиеся в различных местах земного шара.

# Геологическая деятельность человека.

Физико-химическое и химическое воздействие на земную кору оказывает организация свалок твердых бытовых отходов (ТБО), промышленные и коммунальные стоки вод, в результате которых оказываются загрязненными запасы питьевых вод. В настоящее время 1 человек обеспечивает в год около 1 тонны коммунальных отходов.

Большие площади отводятся под складирование разнообразных отходов, как от горного производства, так и от других видов хозяйственной деятельности человека. Сюда надо добавить и не утилизируемые токсичные отходы, которых только в России ежегодно образуется больше 20 млн. т. Все это разрушает верхнюю часть земной коры – геологическую среду и приводит к ее необратимым изменениям.

Современная биота приспособлена к тем особенностям природной среды, включая и климат, которые сегодня существуют на Земле. А человек стремится потреблять все больше энергии. В конце 20-го века антропогенное возмущение парникового эффекта уже в 10 раз превысило пороговое значение по сравнению с биологическим.

В первой половине 21-го века человечество приближается к опасной черте возмущения биосферы, если уровень потребления не изменится, а численность населения не уменьшится до такого уровня, при котором может сохраняться устойчивое, сбалансированное развитие.

Все больше природных ресурсов необходимо человечеству, чтобы выжить. Мы научились использовать громадное количество природного сырья, но нельзя отбирать у Земли одни из видов ресурсов, деля вид, что он независим от других. На протяжении истории человечества мы только потребляли во все возрастающих количествах, не думая о последствиях.