

# **3 лекция Экзогенные процессы. Выветривание, денудация и аккумуляция**

- 1. Классификация процессов**
- 2. Выветривание**  
физическое  
химическое  
органическое
- 3. Осадочные процессы**

# Экзогенные процессы

- цикл процессов, начинающийся с разрушения горных пород и завершающийся формированием новых горных пород из продуктов разрушения.

Экзогенные процессы происходят на земной поверхности.

# 1. Классификация процессов

1. **Выветривание** – разрушение горных пород под воздействием разнообразных экзогенных факторов.
2. **Денудация** – (от лат. “денудацио” – обнажение) – процессы удаления (сноса и переноса) продуктов выветривания с места их образования, приводящие к обнажению коренных пород внешними геологическими агентами. Эти геологические агенты называются агентами денудации и к ним относятся следующие: ветер, поверхностные и подземные воды, ледники, озера и моря.

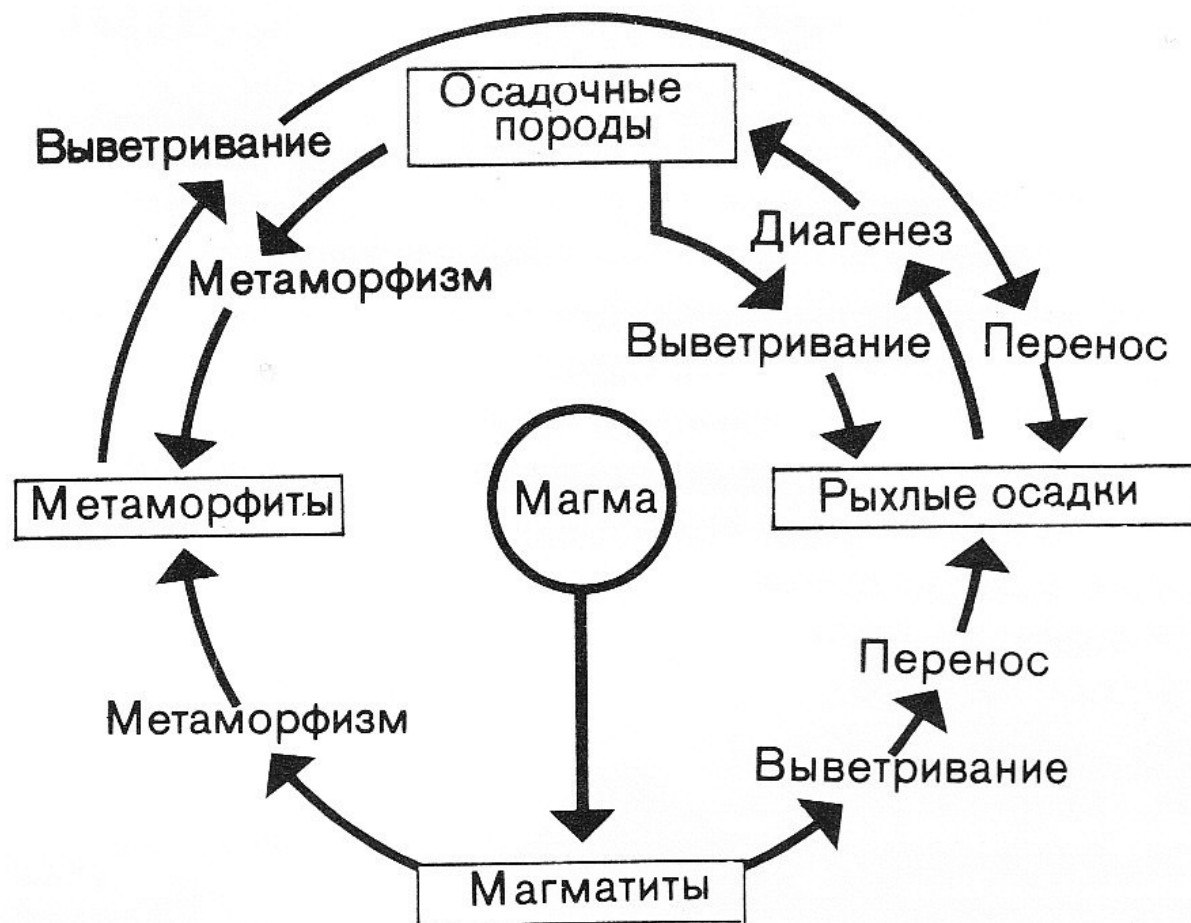
3. **Транспортировка** – перенос продуктов разрушения на другое место.
4. **Аккумуляция, седиментация** – геологические процессы, в результате которых рыхлые продукты выветривания горных пород накапливаются в понижениях рельефа – в речных долинах, озерах, болотах, морях и океанах. Накопление обломочного материала и осаждение растворенного вещества называются *аккумуляцией, седиментацией (осадконакоплением)*. Области накопления и осаждения материала называются *седиментационными бассейнами*. Процессы аккумуляции могут протекать как на дне водоемов в *водной (субаквальной)*, так и на суше в *воздушной (субаэральной)* среде.
5. **Литификация** – преобразование рыхлого осадка в прочную горную породу.



# Геологический горных пород

цикл

формирования



## 2. Выветривание

- процесс разрушения и изменения горных пород и минералов на земной поверхности и вблизи от неё под влиянием солнечной радиации, воды, воздуха и жизнедеятельности организмов.

**Агенты выветривания** - определённые вещества, объекты и явления, воздействие которых на горные породы приводит к разрушению последних:

- солнечная радиация;
- вода;
- атмосферные газы (в первую очередь свободный кислород);
- иные химические реагенты (кислоты, щелочи и т.д.);
- живые организмы;
- деятельность человека.

- Поверхностная часть земной коры непрерывно подвергается воздействию различных экзогенных факторов и в которой горные породы стремятся войти в равновесие с непрерывно изменяющейся окружающей геологической средой называется зоной гипергенеза.

- *Поверхностный* (континентальный) *гипергенез* происходит на поверхности суши и проникает вглубь с помощью нисходящей воды. К наиболее важным образованиям поверхностного гипергенеза относятся:

- **Элювий или кора выветривания** – геологическое тело, развитое на определенной площади или вдоль какой-либо зоны в горных породах, сложенное продуктами переработки поверхностных горных пород процессами физического, химического и биохимического выветривания. Элювий не перемещается, он остается на месте разрушенных пород.

В зависимости от набора агентов и характера воздействия, можно выделить три типа выветривания:

*А. физическое,*

*Б. химическое,*

*В. органическое (биогенное).*



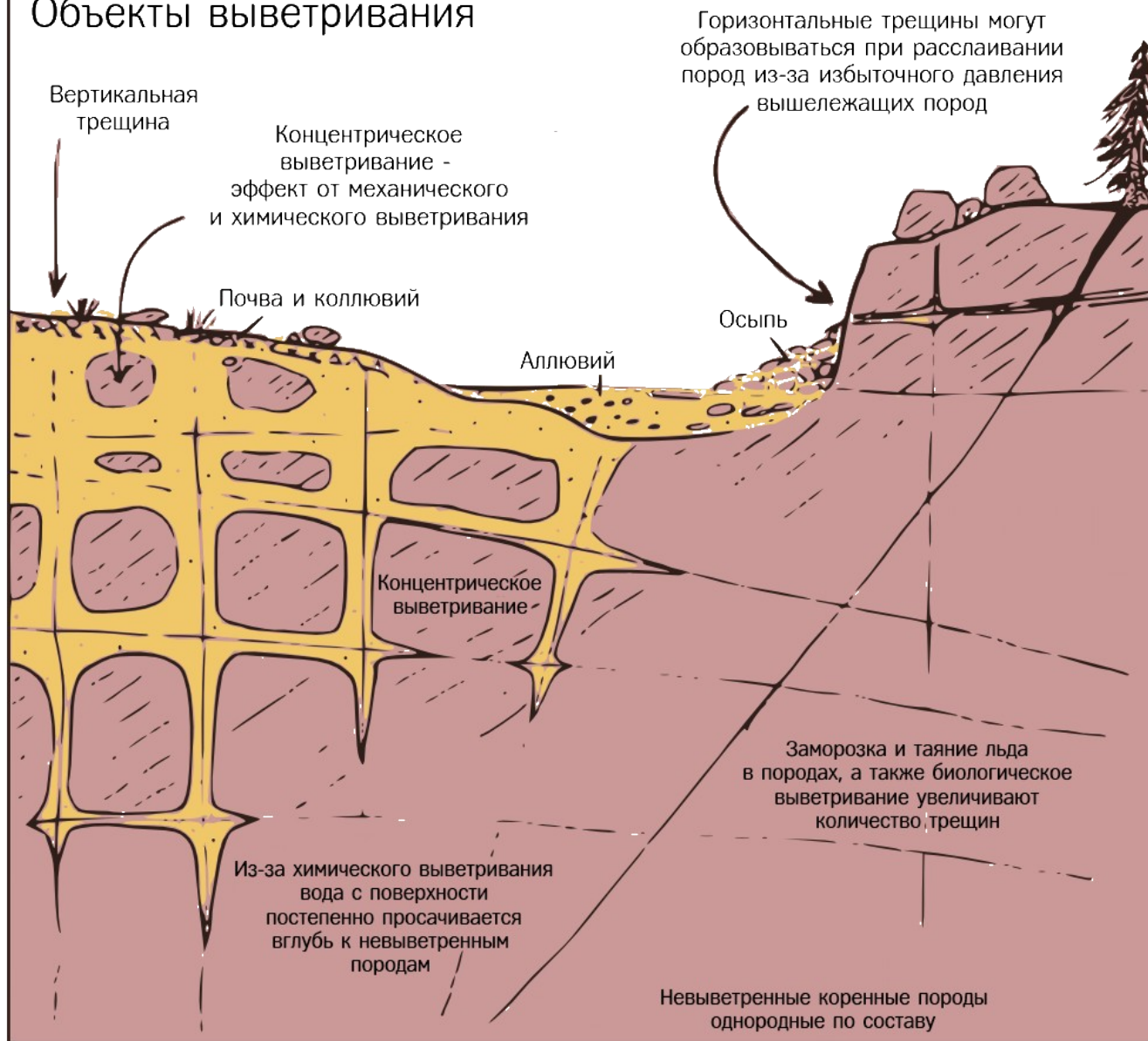
## *А. Физическое выветривание*

- разрушение горной породы под воздействием солнечной радиации и температурных колебаний.

При нагревании любая порода расширяется, при охлаждении — сжимается. Результатом является образование всё большего и большего числа трещин. В конце концов изначально монолитная горная порода дезинтегрируется — распадается на обломки.

Распространяются на небольшую глубину — до 20-30 метров.

# Объекты выветривания





*Из-за перепадов температуры  
трещина расширяется*

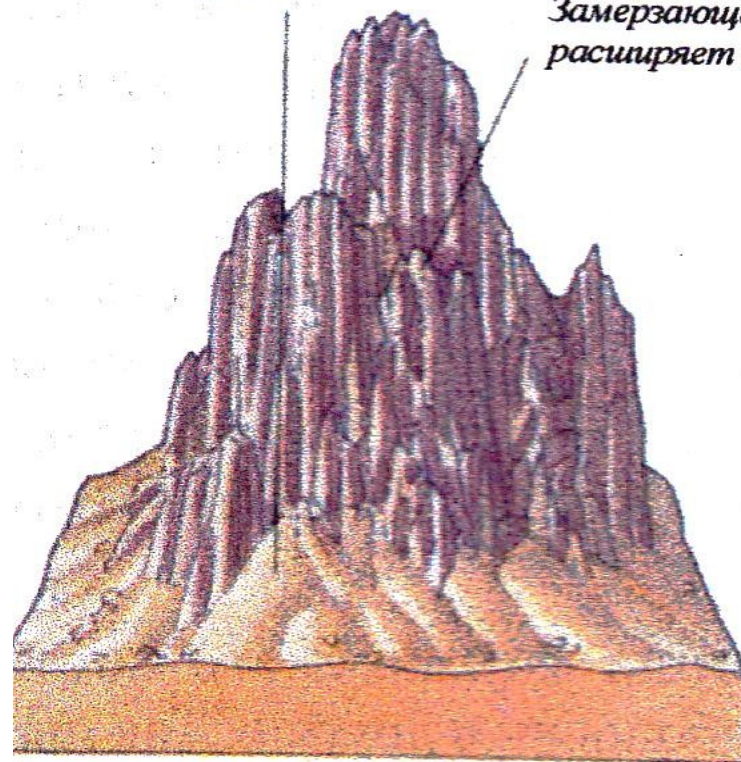
*Отделяются  
блоки породы*



**Выветривание  
по трещиноватости**

*Осыпь*

*Замерзающая вода  
расширяет трещины*



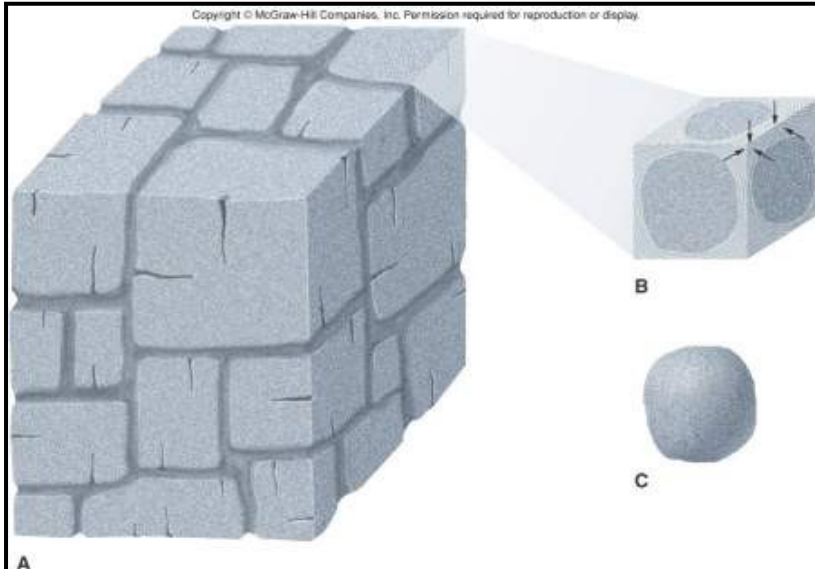
**Морозное выветривание  
(расклинивание)**














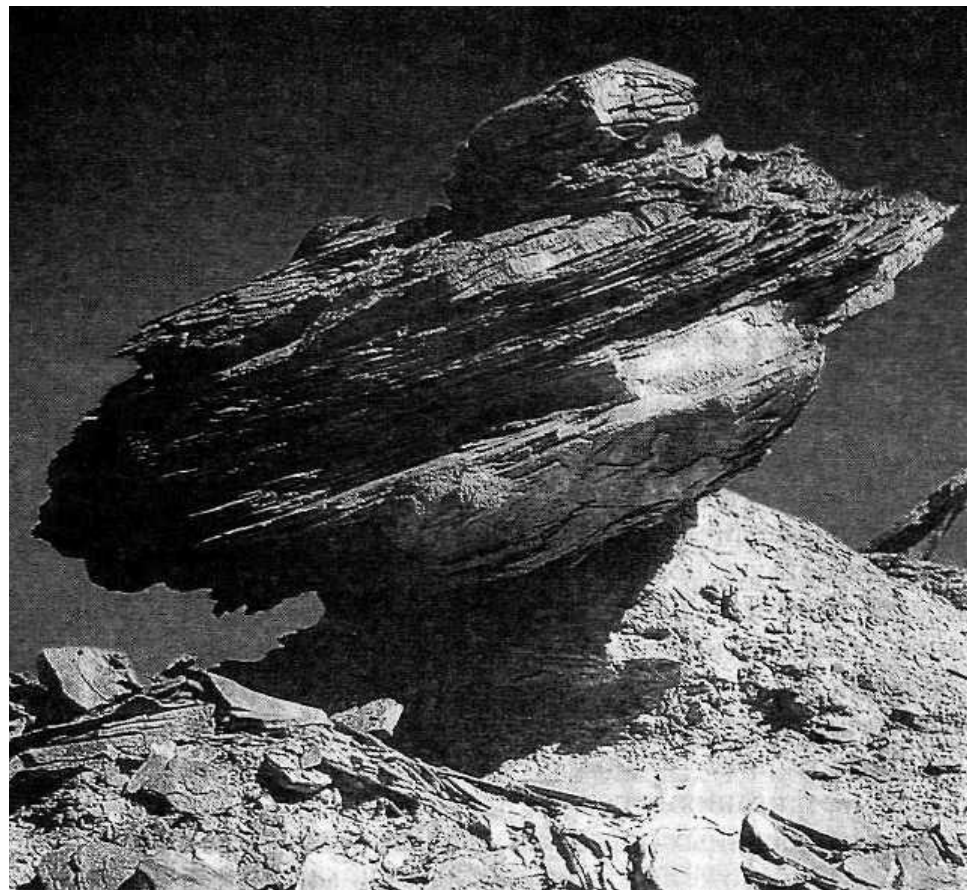
Процессы физического выветривания проявляются с различной интенсивностью в зависимости от сочетания *внешних* условий, к числу которых относятся:

- **Климат.**
- **Растительный покров.**
- **Рельеф.**



Наиболее благоприятен  
для развития  
физического  
выветривания климат с  
резкими  
температурными  
контрастами, в  
особенности с  
большими суточными  
перепадами  
температур.

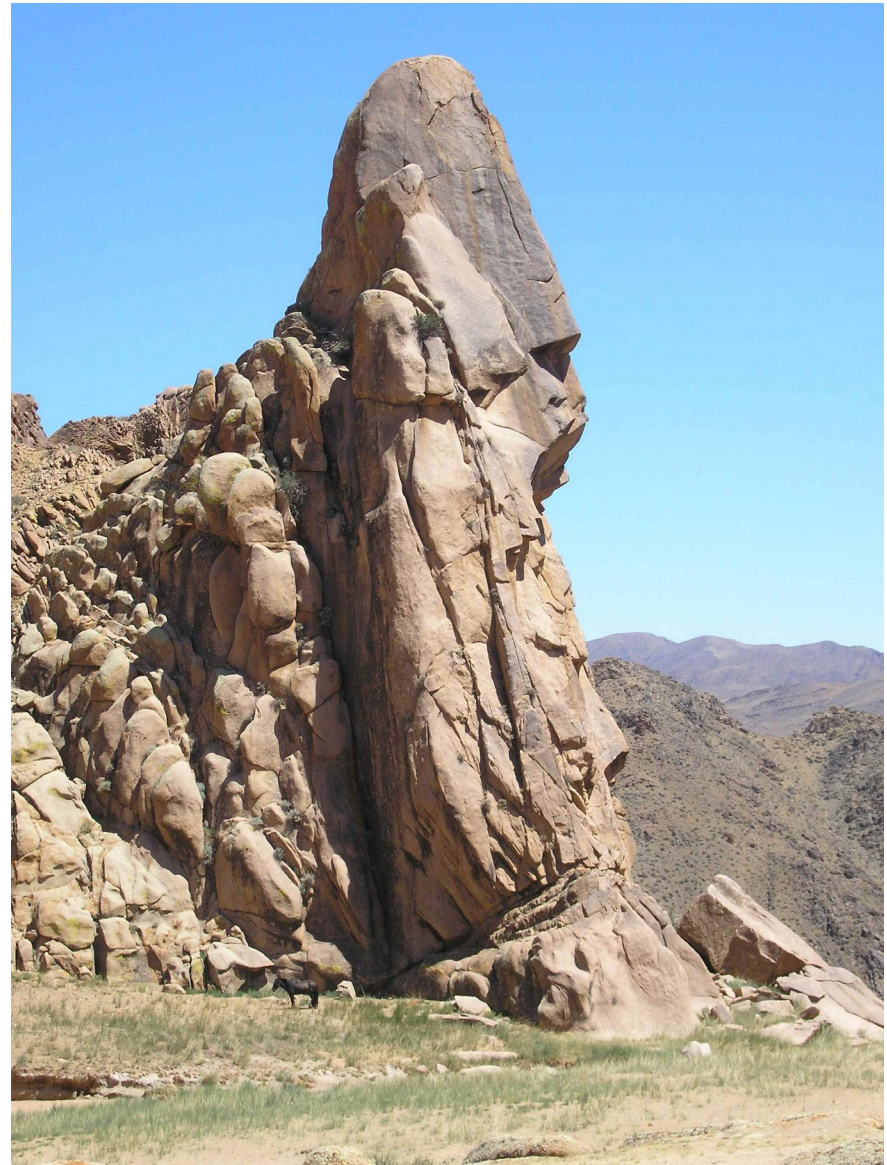








1. особенности  
структуры,
2. минеральный  
состав,
3. окраска.



Устойчивость к физическому  
выветриванию выше  
будет у более  
мелкозернистой,  
однородной по составу и  
более светлой горной  
породы





## ***Б. Химическое выветривание***

- является результатом химических взаимодействий горных пород с атмосферными газами, водой и растворёнными в ней веществами.

*Ведущий фактор* — поверхностные и подземные воды, содержащие растворённые кислород и другие химически активные вещества.

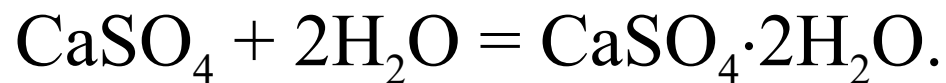
При химическом выветривании осуществляются разнообразные типы химических реакций:

- **Окисление** – образование кислородных соединений, переход низковалентных соединений в высоковалентные



- **Гидратация** – реакция присоединения молекулярной воды.

Пример: образование гипса за счёт его безводного аналога – ангидрита:



- ***Гидролиз*** – обменное разложение вещества с образованием гидроксилсодержащих минералов.

К числу более редких типов реакций, протекающих при химическом выветривании, относятся:

**Дегидратация** - потери молекулярной воды (в крайне сухом климате).

**Восстановление** - переход высоковалентных соединений в низковалентные (в условиях глеевой или сероводородной среды).

**Растворение** - происходит, когда в состав горных пород входят растворимые минералы — хлоридные, сульфатные, карбонатные.


**Карбонатизация** - реакция ионов карбоната и бикарбоната с минералами.

На ход процессов химического выветривания существенное влияние оказывают условия среды:

- *Параметры климата* – температура и влажность определяют интенсивность химического выветривания и степень разложения первичных минералов.
- *Химические параметры среды* (кислотность-щёлочность, окислительно-восстановительный потенциал).
- *Минеральный состав горных пород* и их проницаемость для водных растворов.

## Стадии химического выветривания:

1. **Обломочная** — образование тонкообломочных продуктов физического выветривания при незначительных химических изменениях.
2. **Обызвесткованного элювия** — начальная стадия разложения силикатов и обогащения пород карбонатными соединениями.

- 
3. **Глинистая** — полное разложение первичных силикатов и образование глинистых минералов (максимальная в условиях умеренного климата).
  4. **Латеритная** — разложение глинистых минералов (достигается лишь в жарком и влажном климате).



## ***В. Органическое (биогенное) выветривание***

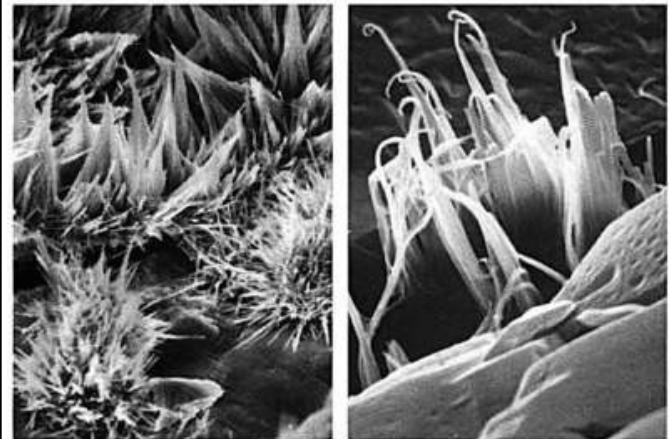
- разрушение горных пород под воздействием живых организмов.





## **Механизмы органического воздействия:**

- воздействие на горные породы выделяемых растениями органических кислот;
- влияние выделительной деятельности животных;
- поглощение минеральных соединений непосредственно из горной породы и формирование за их счёт новых минеральных веществ;
- жизнедеятельность микроорганизмов (включая анаэробные).









## Роль процессов выветривания

- Если бы на Земле не было процессов выветривания — не было бы и такого важнейшего компонента биосферы, как *почва*.
- Почва представляет собой самостоятельное, очень тонкое природное тело, созданное из почвообразующих пород при участии растительности, животного мира, климата и рельефа.

## **Ход формирования почв в скалистых пустынях:**

- Поверхность скал покрывается лишайниками;
- Минерализация отмирающих лишайников создаёт первичный мелкозём;
- Изменение мелкозёма при участии биогенных процессов создаёт первичную пустынную почву, на которой селятся высшие растения;
- Продукты разрушения первичных почв сносятся в понижения рельефа, в которых формируется полный почвенный профиль.



### 3. Осадочные процессы

1. Денудация - снос, удаление продуктов разрушения с места их образования
2. Транспортировка - перенос продуктов разрушения на другое место.
3. Аккумуляция, седиментация - осаждение, накопление перемещённого вещества



**Ведущие агенты, обеспечивающие денудацию, транспортировку и седиментацию рыхлых продуктов выветривания :**

*А. Ветер;*

*Б. Поверхностные воды;*

*В. Подземные воды;*

*Г. Временные водотоки;*

*Д. Склоновые процессы;*

*Е. Ледники.*

**А. *Ветер* – ведущий агент, удаляющий мелкообломочные продукты выветривания в местах отсутствия растительного покрова (пустыни, полупустыни, открытые берега крупных водоёмов).**



# Геологические процессы, связанные с деятельностью ветра, называются эоловыми:

- 



•





## ***Б. Поверхностные воды***



Эрозия – размыв рыхлого материала и скальных горных пород текучими водами. Наиболее значимую эрозионную работу осуществляют постоянно действующие водные потоки – *реки*.

**Донная эрозия**

развивается вглубь. В результате этого вида эрозии река врезается в подстилающие её отложения и горные породы, русло её углубляется.











Де  
за  
ра  
тр  
об  
с  
ре  
ма  
ос  
дн

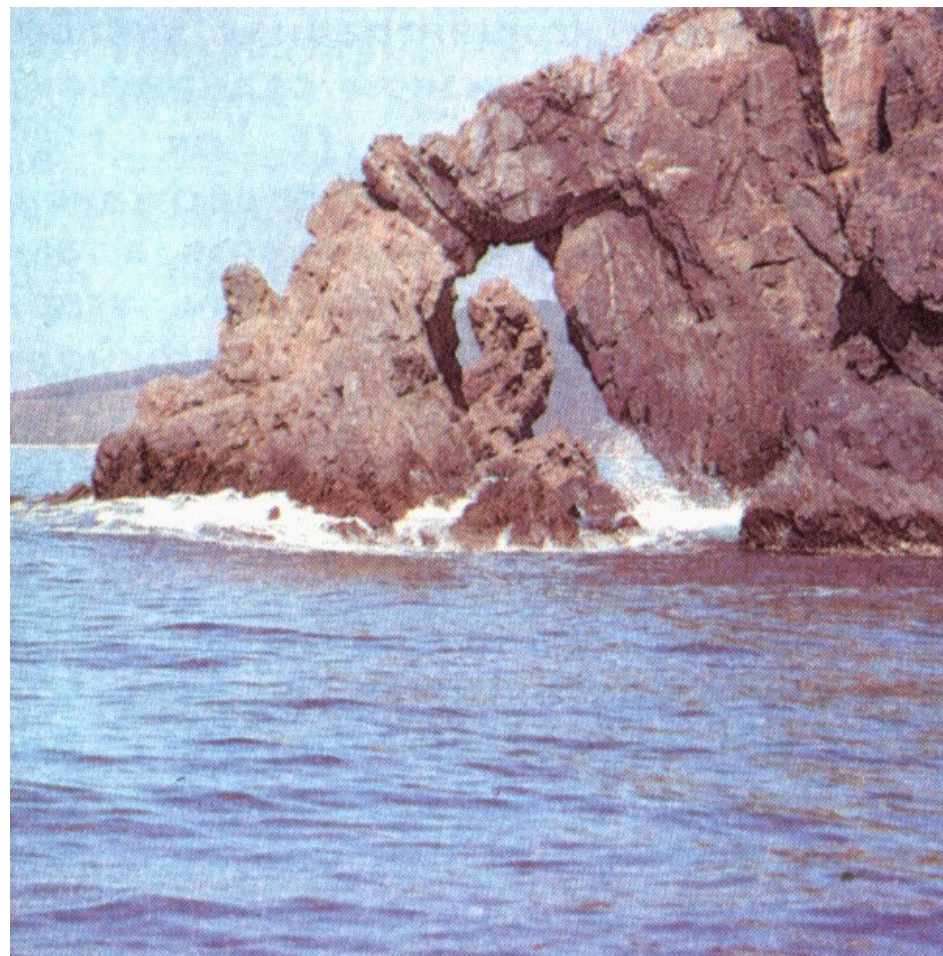






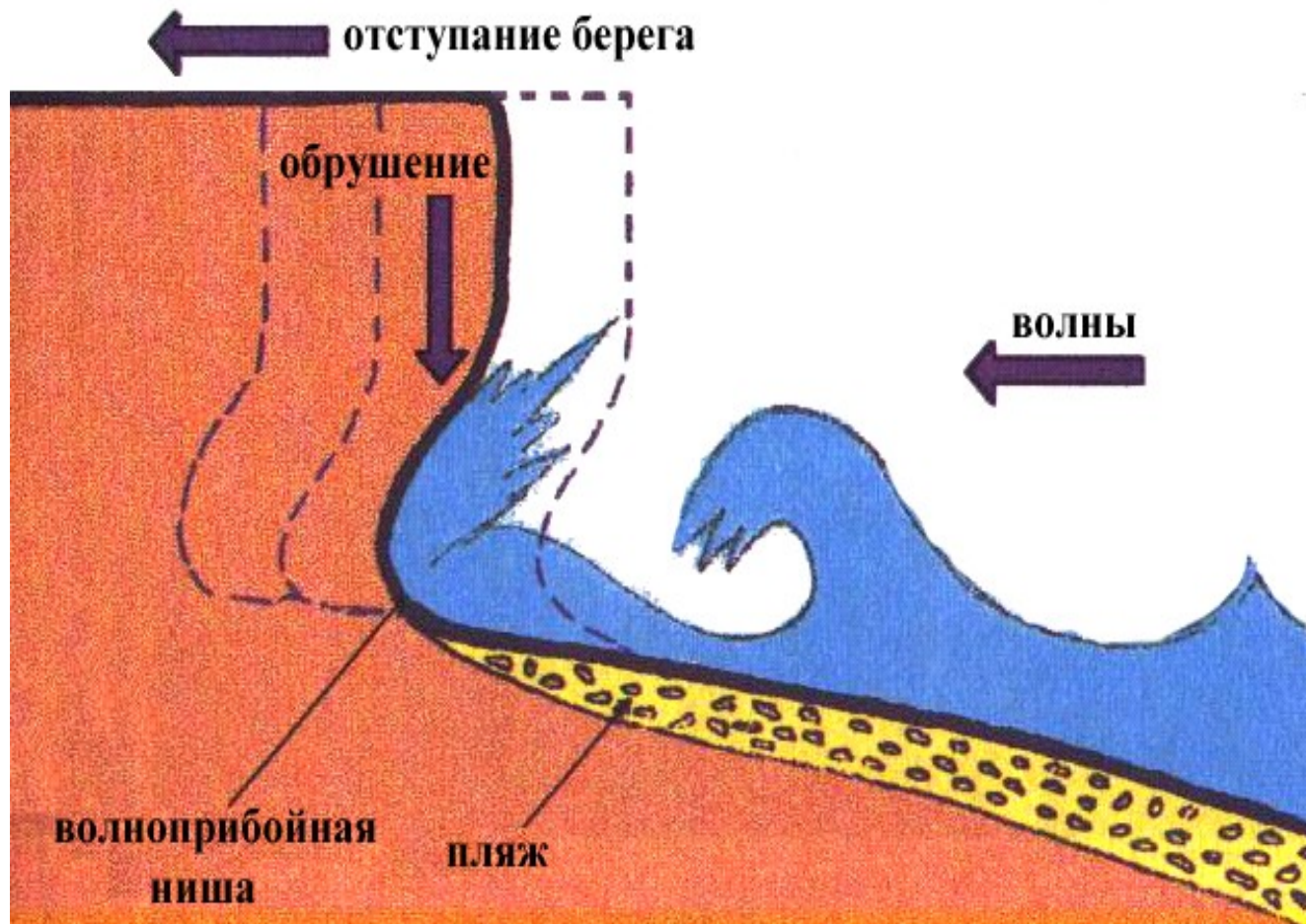
- **Торф** представляет собой продукт неполного разложения остатков болотных растений в условиях избыточной влажности и ограниченного доступа кислорода.



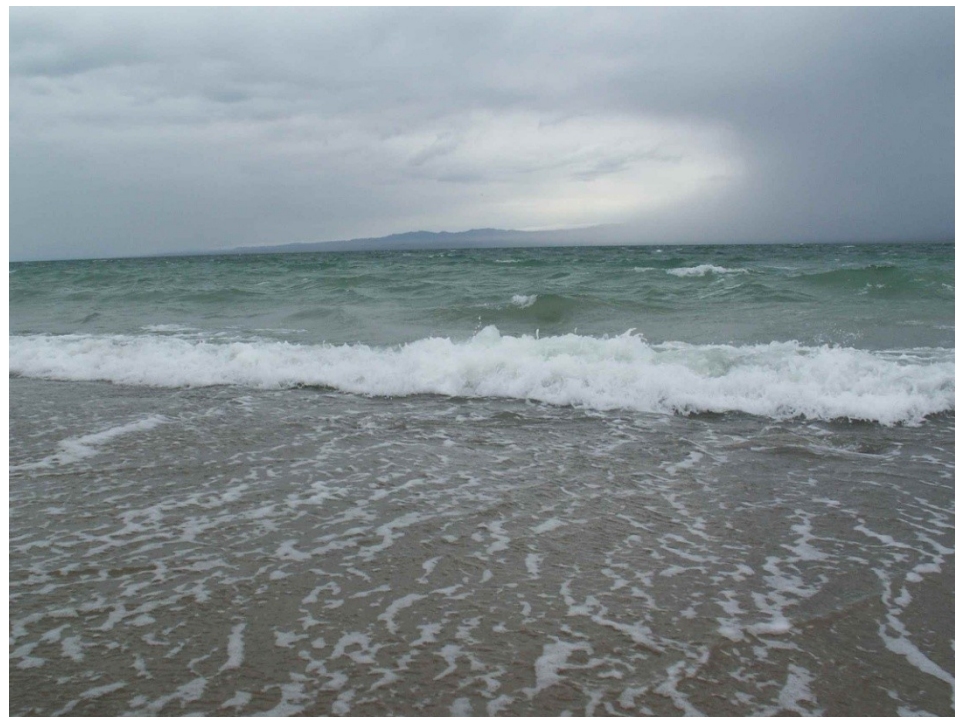




## Схема разрушения берега волнобоем



Обло  
обра  
абра  
в  
пере  
разл  
обра  
песч  
отло



## В. Подземные воды

- Геологическая деятельность *подземных вод* заключается в процессах растворения ими вещества минералов и горных пород, его переноса в растворённой форме и переотложения.
- Наиболее масштабные проявления геологической деятельности подземных вод связаны с *карстовыми* процессами.







ПОВ



## *Г. Временные водотоки*











## *Д. Склоновые процессы*

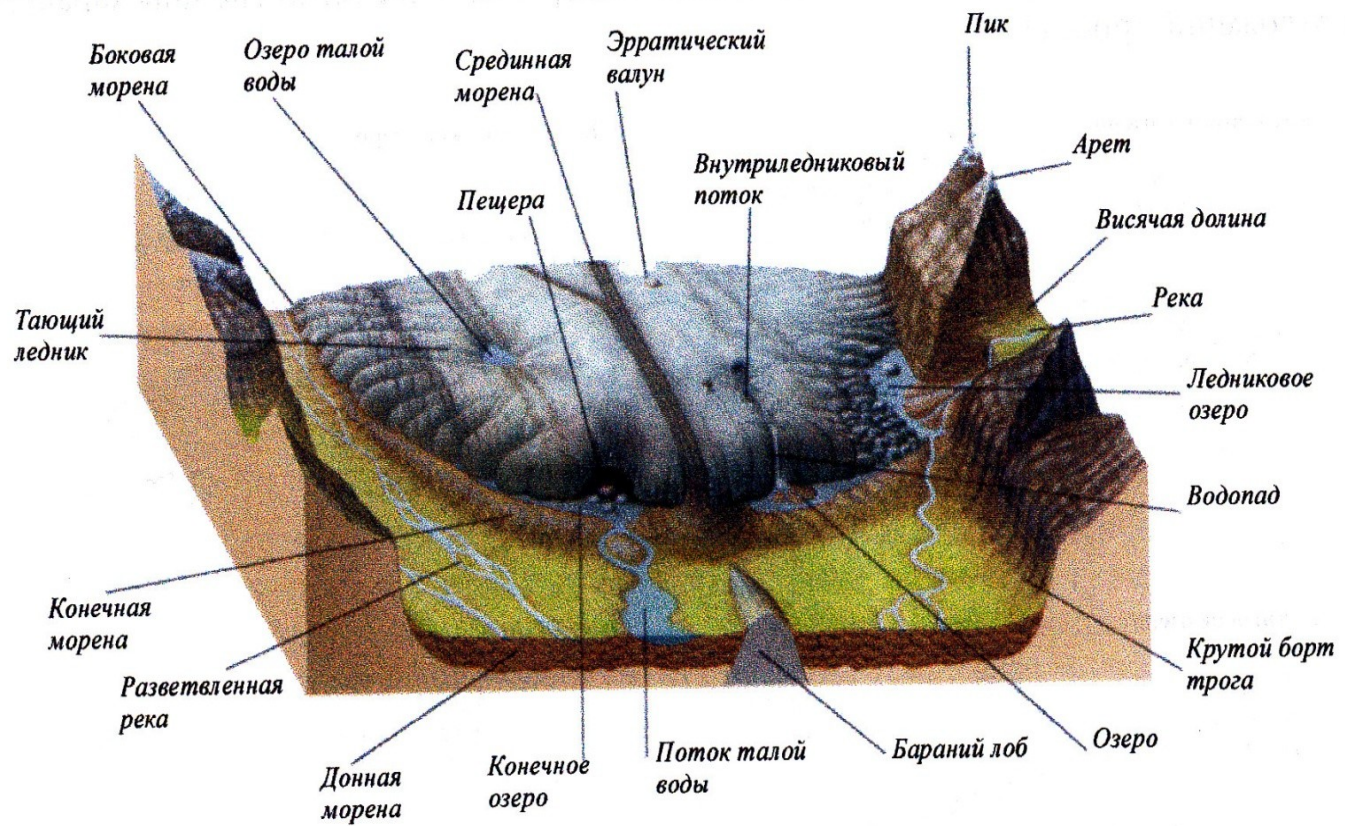




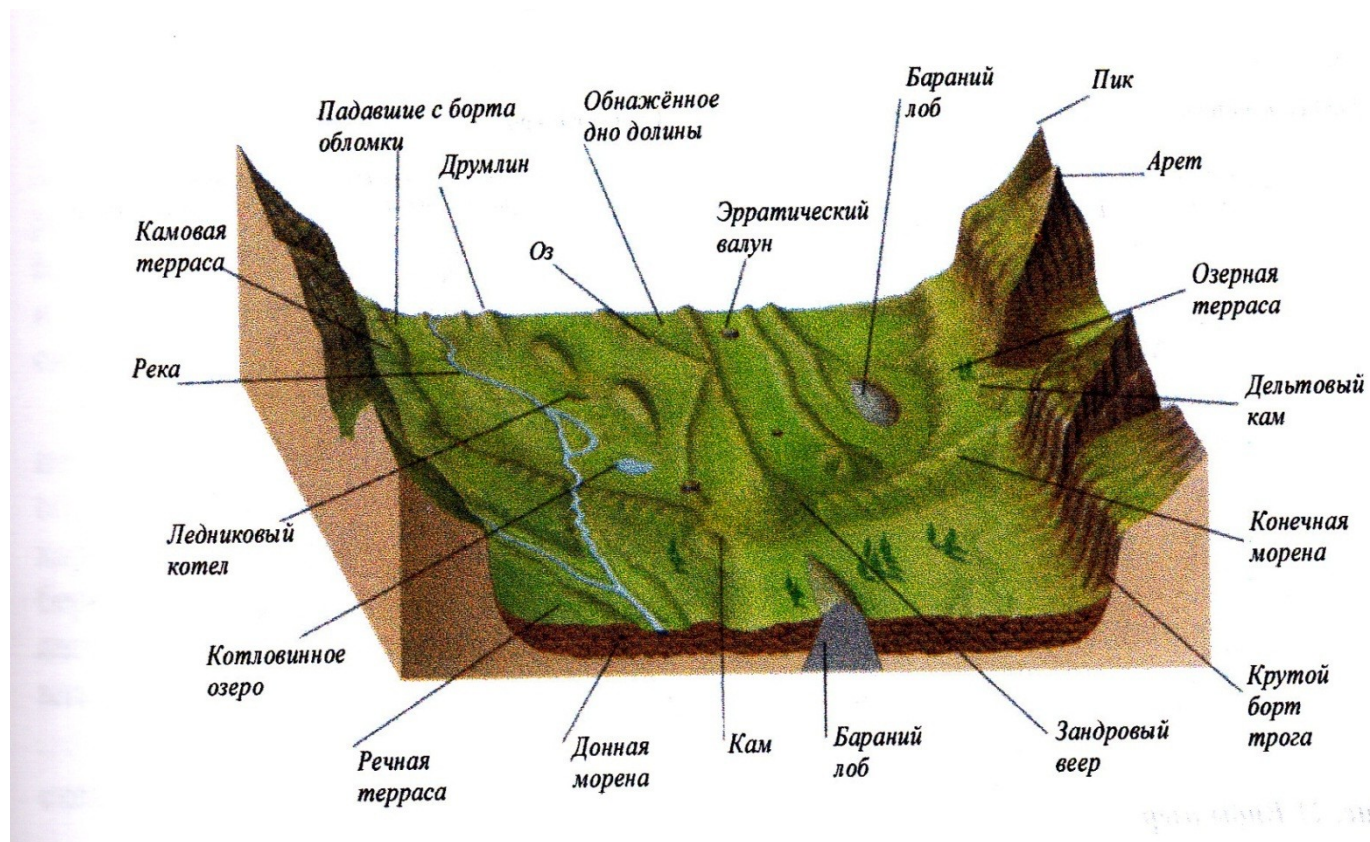












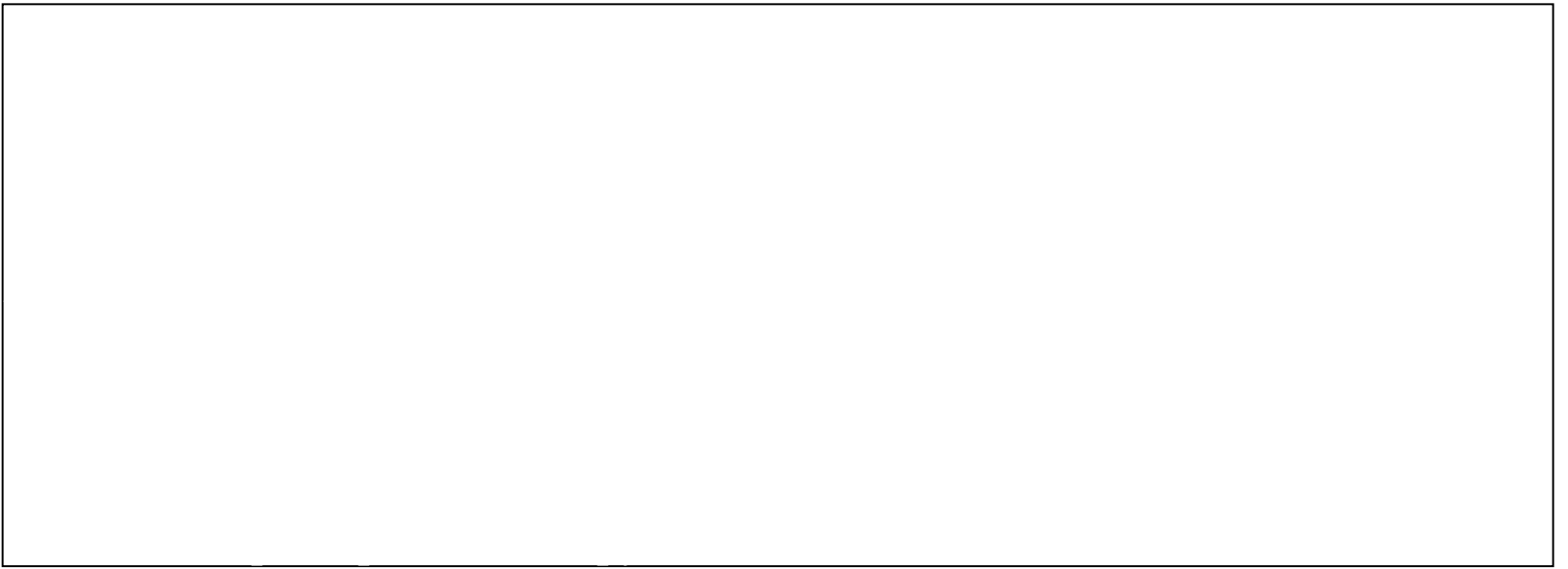








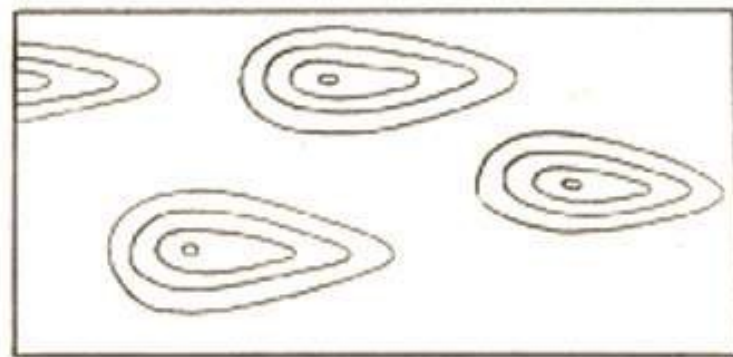
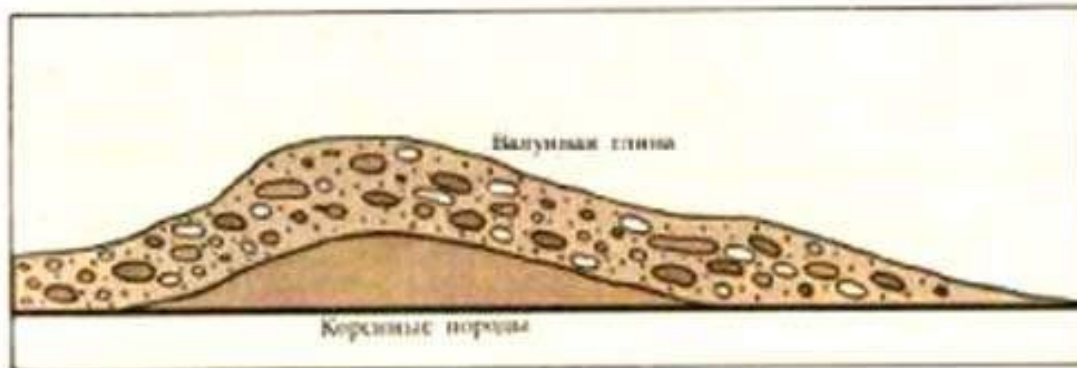
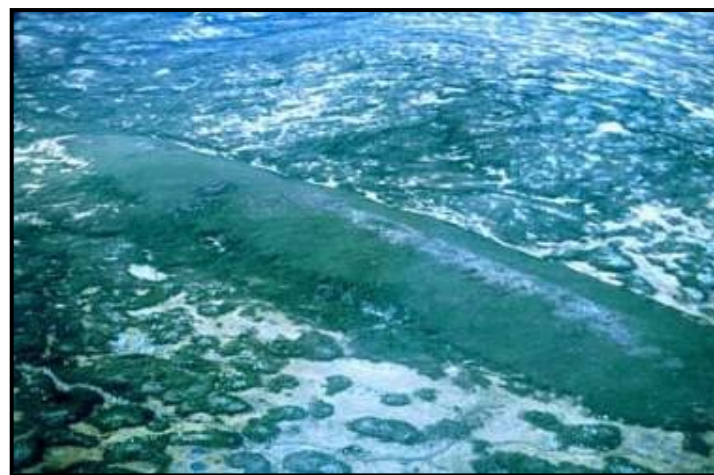
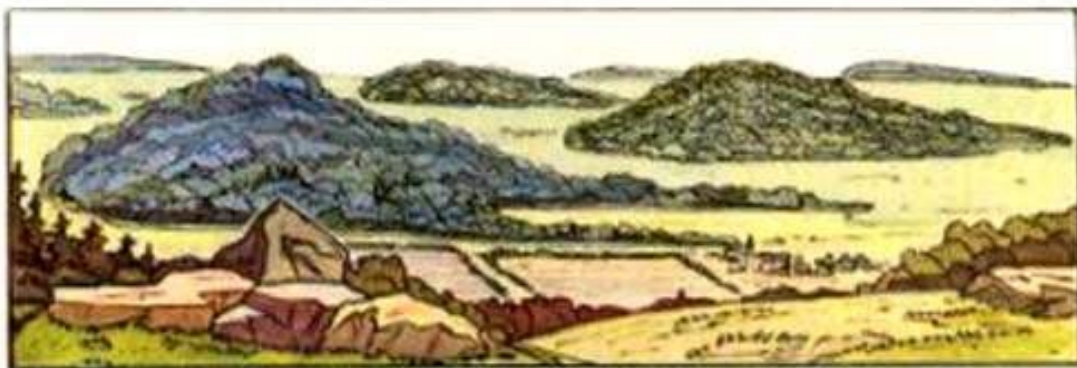




















Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Photo by David McGeary

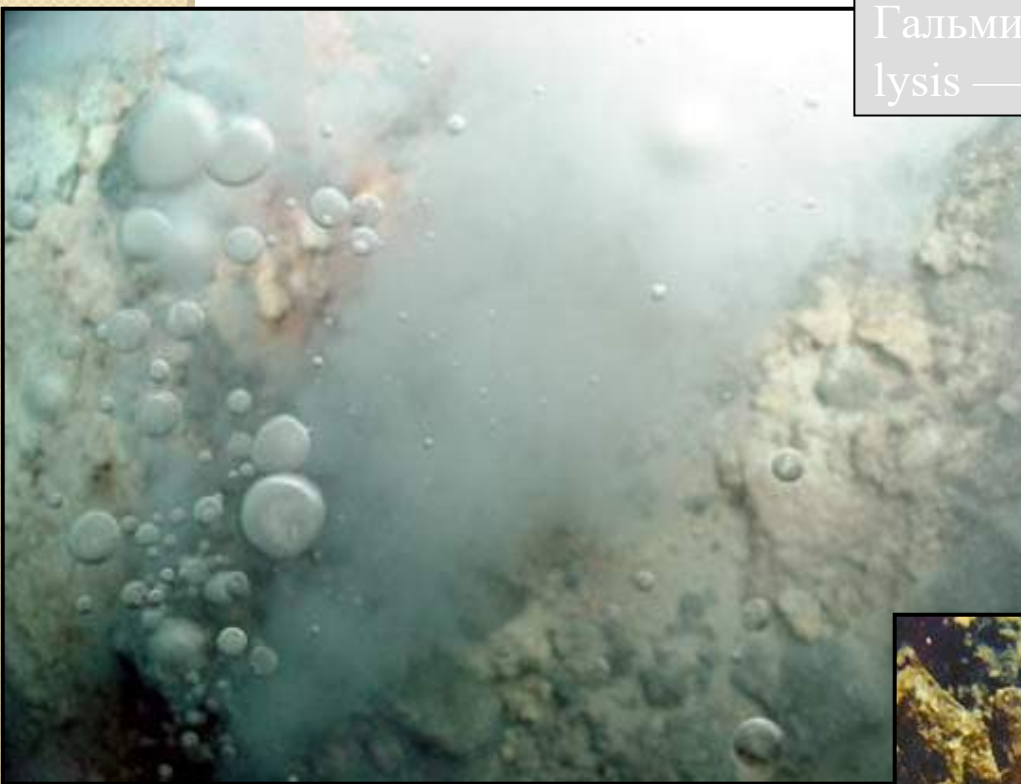


Photo by David McGeary



Гальмиролиз (от греч. Halmyros — солёный и lysis — распад), подводное выветривание

Наиболее энергично гальмиролиз протекает в зонах подводного высачивания и вулканической активности.



# Вулканическая деятельность



Photo by J. D. Griggs, U.S. Geological Survey



Photo by D. W. Peterson, U.S. Geological Survey



# Гейзеры и фумаролы







## Землетрясения



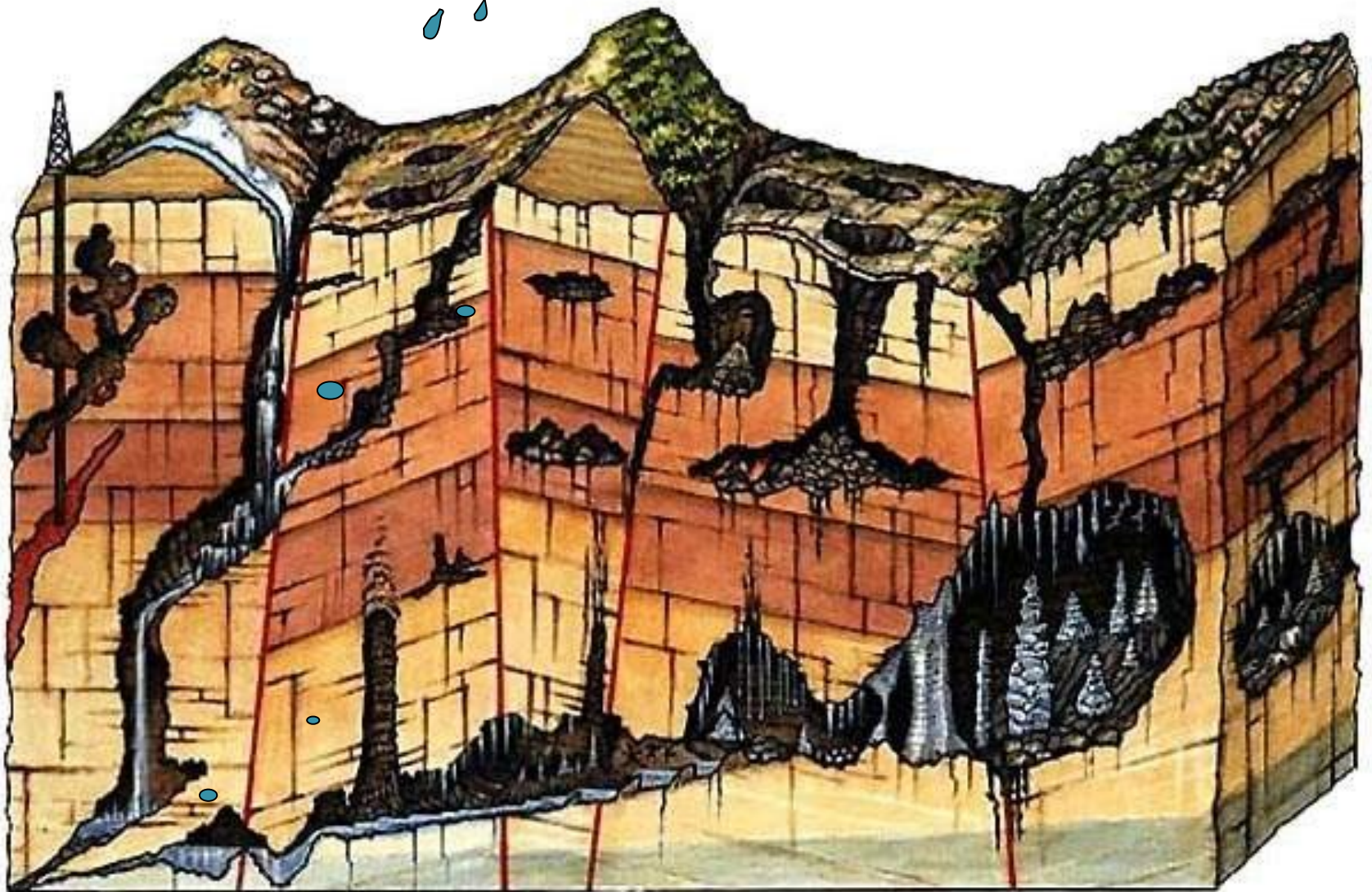
Цунами – следствие подводных землетрясений



Photo by Univ. of Colorado; courtesy National Geophysical Data Center, Boulder, CO



Карст



Карст.



Карстовые плато



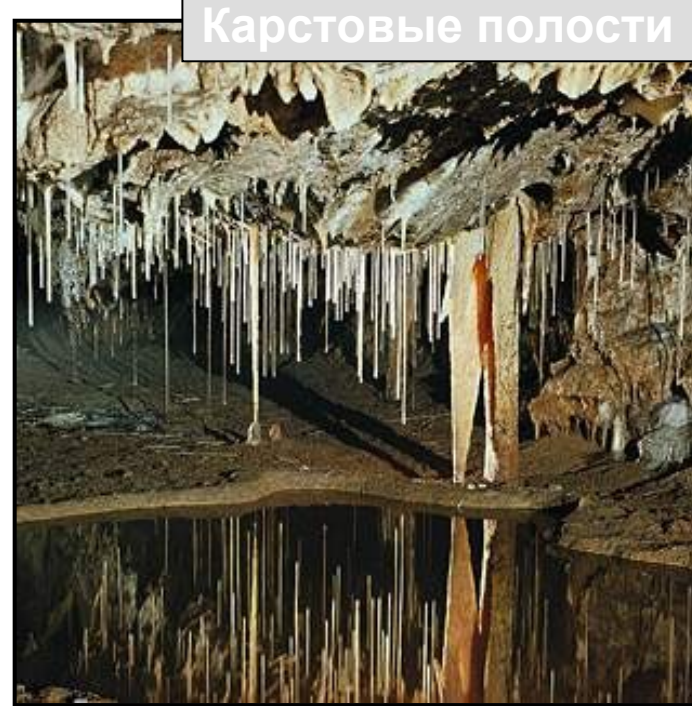
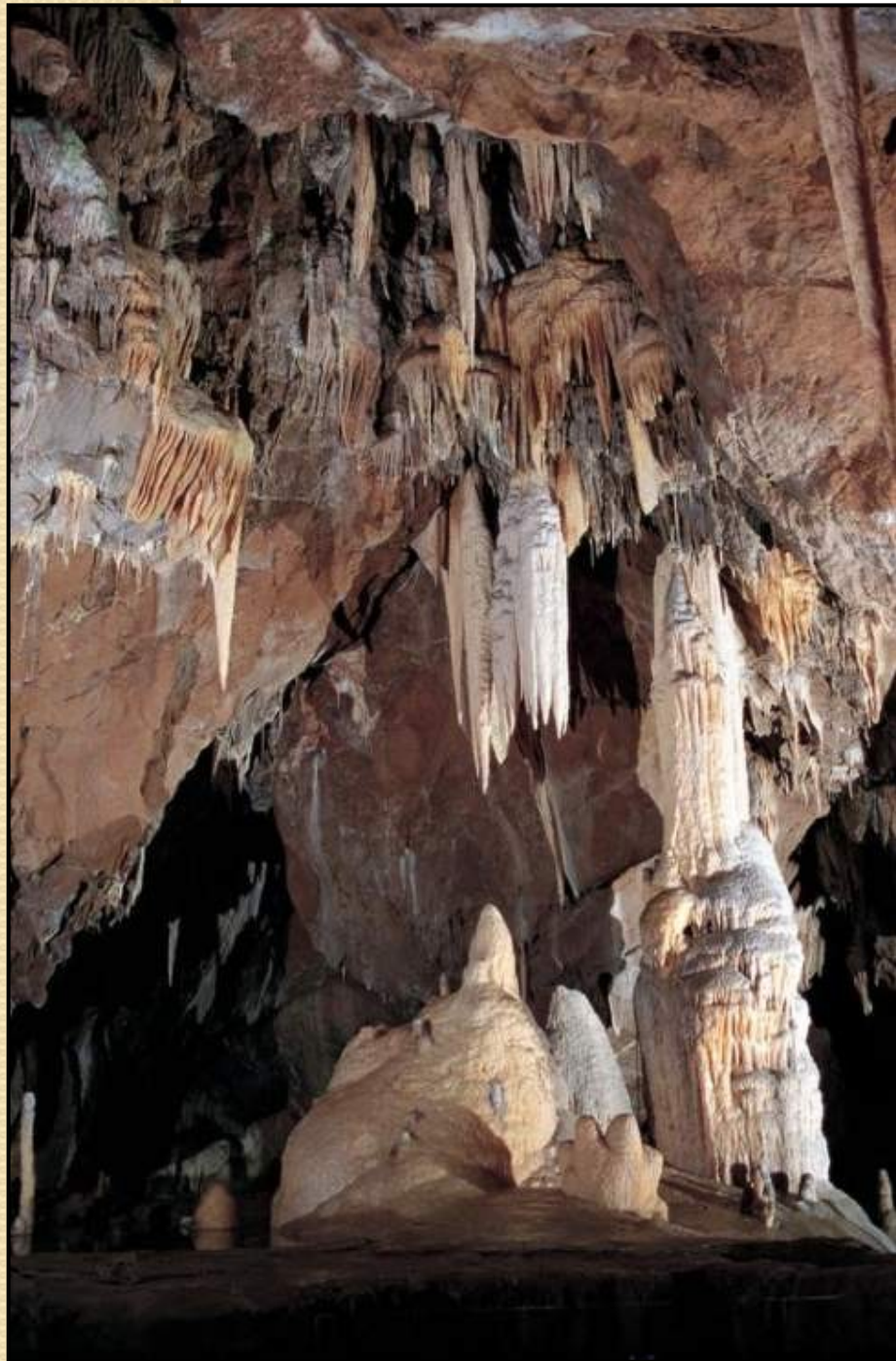
Карстовые воронки



## Карстовые провалы







Карстовые полости







Главные геохимические типы кор: латеритный, сиалитный, окисленных руд, обломочный .



## Кора выверивания по базальтам и кремнистым породам



## Кора выверивания по колчеданным породам





В результате рассмотренных экзогенных процессов (выветривания, переноса, отложения, перекристаллизации осадка, его обезвоживания, уплотнения, образования новых минералов и цементации) происходит образование осадочных пород.





