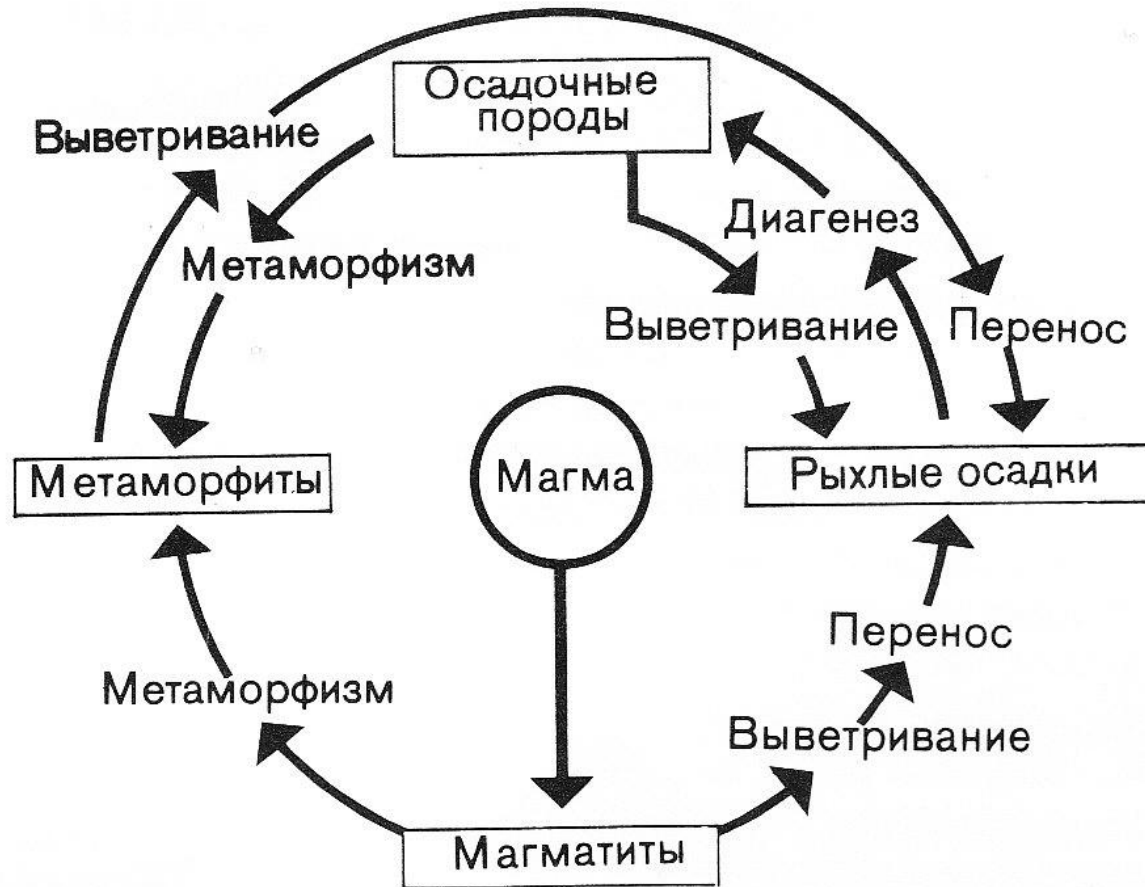


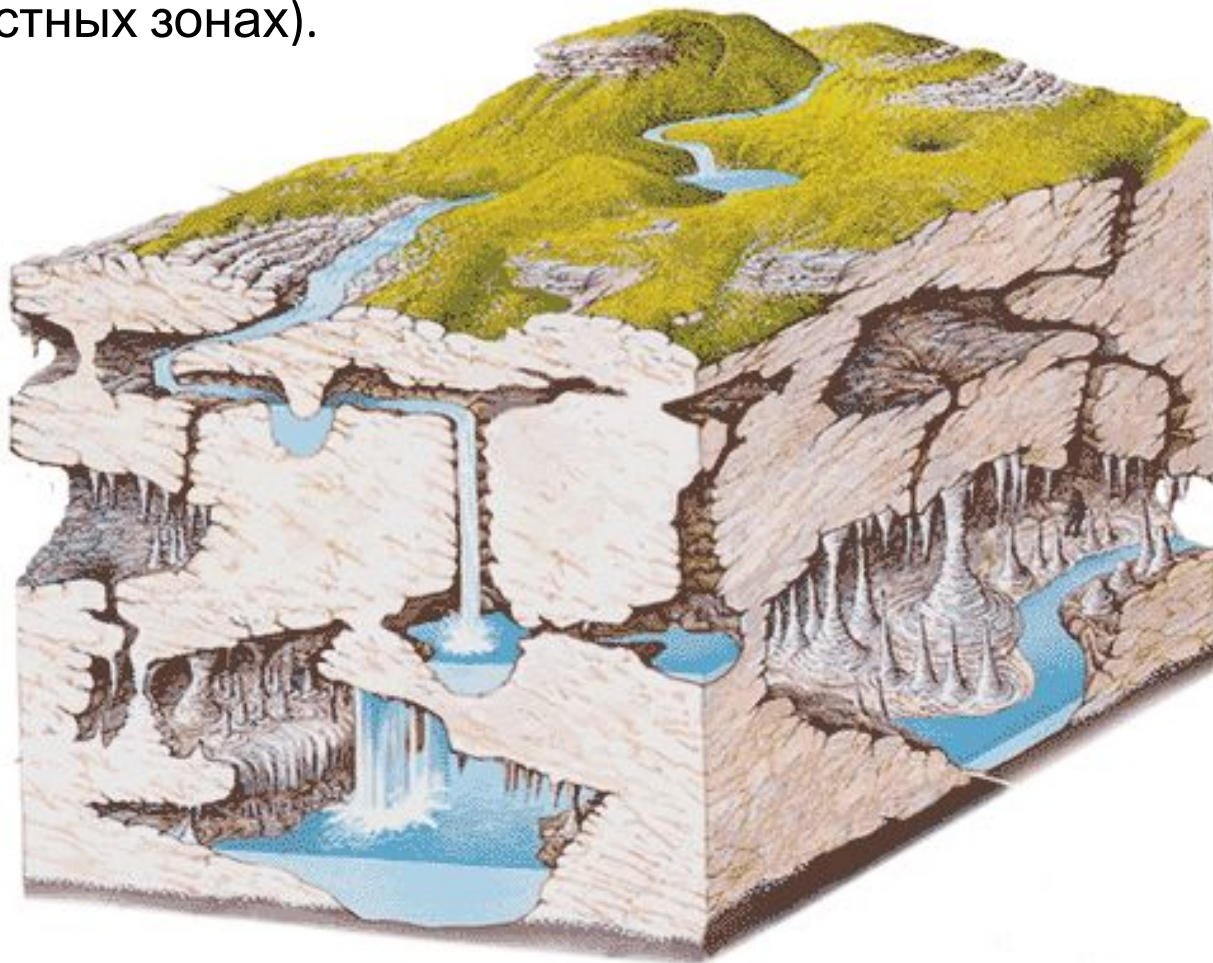
# Геологический цикл формирования



# ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

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

Экзогенные процессы происходят на земной поверхности (или в приповерхностных зонах).



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**

**Гипергенный процесс** — предложенный в 20-годы XX в. академиком Ферсманом термин «гипергенный» для экзогенных образований, генетически связанных с процессами выветривания, то есть сформировавшихся в обстановке низких температур (+25° С) и давлений (1 атм.) при активном участии воды, насыщенной атмосферными газами, прежде всего кислородом.

#### ***В зависимости от условий:***

- ***Поверхностный (континентальный) гипергенез*** - комплекс явлений и процессов, происходящих **непосредственно на поверхности** суши или связанных с проникающими в толщи пород инфильтрационными водами;
- ***Глубинный (подземный) гипергенез*** - комплекс явлений и процессов, происходящих **ниже земной поверхности** и связанных с воздействием подземных вод, движущихся по водоносным горизонтам или восходящих по проницаемым зонам (эти воды также имеют поверхностное происхождение);
- ***Подводный гипергенез (или гальмиролиз)*** - комплекс явлений и процессов, происходящих на дне морей и океанов при взаимодействии морских вод с горными породами.

# Классификация экзогенных процессов

I. **Выветривание** – разрушение горных пород под воздействием разнообразных экзогенных факторов.

## ОСАДОЧНЫЕ

II. **Денудация** – снос, удаление продуктов разрушения с места их образования.

III. **Транспортировка** – перенос продуктов разрушения на другое место.

IV. **Седиментация** – осаждение, накопление перемещённого вещества.

V. **Литификация** – преобразование рыхлого осадка в прочную горную породу.



# I. Выветривание

Продукты выветривания, залегающие на месте своего образования, называются **ЭЛЮВИЙ**.

иными словами - к элювию относят продукты выветривания, не смещённые за пределы площади развития материнских пород, за счёт которых они образовались



**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.

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

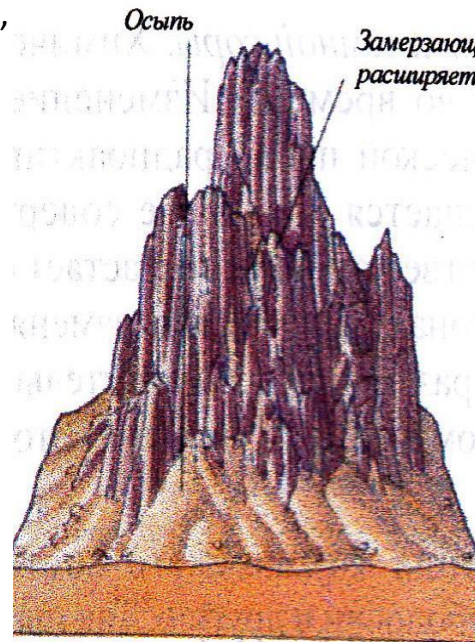
- 1. физическое,*
- 2. химическое,*
- 3. органическое (биогенное).*

# 1. Физическое выветривание

разрушение горной породы под воздействием солнечной радиации и температурных колебаний (нагревание или замерзание).

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.



Эк:

Морозное выветривание  
(расклинивание)

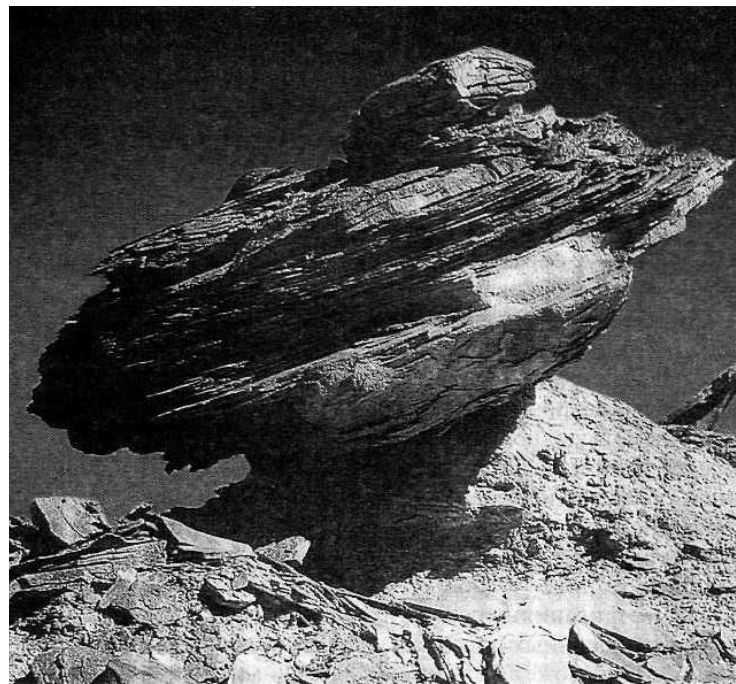


Выветривание  
по трещиноватости



В результате физического выветривания образуются **особые формы ландшафта**. Если выветривание происходит в горной области, где имеются плоские, горизонтальные поверхности, то продукты выветривания накапливаются на них в виде глыб и более мелкого дресвяного материала. В результате создаются элювиальные россыпи и ландшафты беспорядочного нагромождения глыб, получившие название «каменных морей». Характерным ландшафтом зон физического выветривания являются каменные пустыни, или, как их называют в Сахаре, гаммады.

Гаммады представляют собой нагромождения глыб и щебня, образующиеся за счёт выветривания горизонтально лежащих пластов горных пород и выноса ветром пылеватых и песчаных продуктов их разрушения. Края пластов часто расчленены на останцы конусовидной формы, понижения между которыми заполнены россыпями каменных глыб и щебнем.





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

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

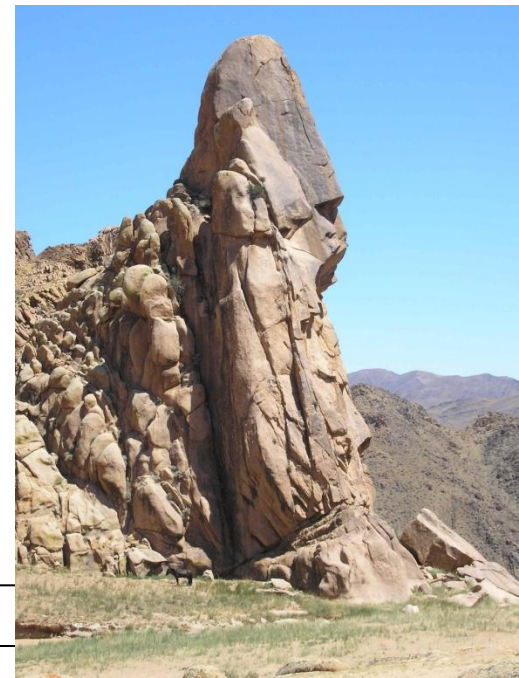
**Растительный покров.** Наличие растительного покрова предохраняет горные породы от воздействия прямых солнечных лучей и сглаживает температурные колебания. При отсутствии растительного покрова эрозионные процессы протекают интенсивнее.

**Рельеф.**  
*Свойства горных пород,*

влияющих на темпы

физического выветривания:

- особенности структуры,
- минеральный состав,
- окраска.



## 2. 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 др. химически активные вещества.

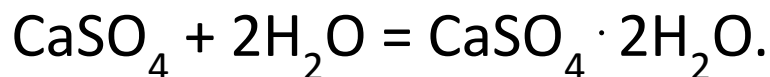


При химическом выветривании осуществляются разнообразные типы химических реакций:

**- 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. Обизвесткованного 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).



### 3. 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 - организмы, получающие энергию при отсутствии доступа кислорода).



# КОРА

## ПОВЕДЕНИЯ

Геологические тела, сложенные элювием, то есть продуктами глубокого поверхностного физического, химического, биохимического преобразования горных пород, оставшихся на месте своего образования, объединяют понятием ***кора выветривания***.

Кора выветривания магматических и метаморфических горных пород - **ортоэлювий**.

Эти породы формировались в условиях, резко отличных от земной поверхности, и поэтому они изменяются наиболее сильно. Соответственно, развивающиеся по ним коры выветривания резко отличаются от материнской породы.

Кора выветривания морских осадочных пород - **параэлювий**.

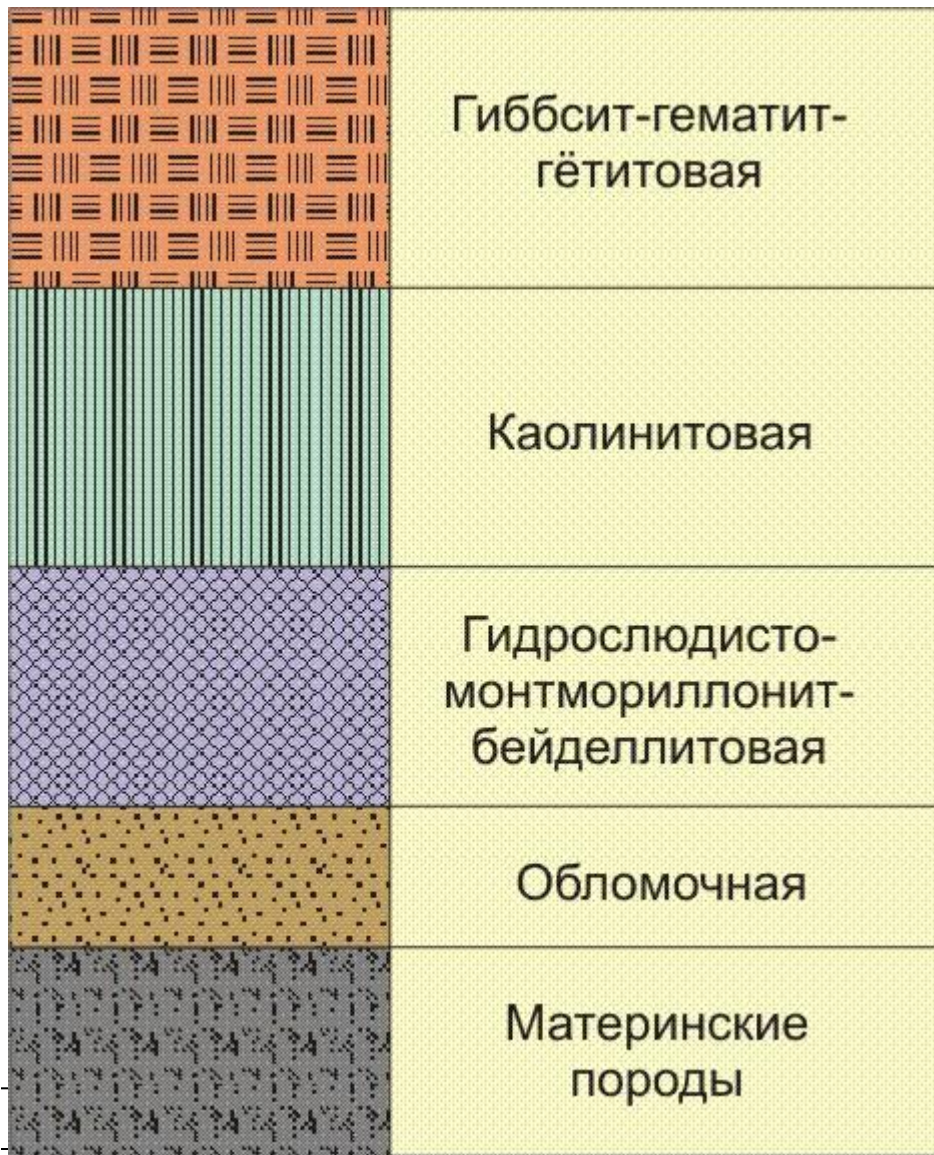
Изменение таких пород, по сравнению с магматическими и метаморфическими, часто менее значительно. Поэтому кора выветривания не всегда резко отличается от материнских пород (например, при выветривании глин).

Элювий континентальных отложений обозначается термином **неоэлювий**.

Материнские породы, за счёт которых происходит формирование такого элювия, сами являются переотложенными продуктами выветривания, и в поверхностных условиях уже слабо изменяются; в силу этого неоэлювий часто выражен неотчётливо.



Типичным компонентами кор выветривания служат *продукты дезинтеграции субстрата, глинистый элювий и латериты.*



В строении развитых кор выветривания выделяются ряд горизонтов, состав которых соответствует разным последовательным стадиям выветривания субстрата. В совокупности эти горизонты образуют профиль коры выветривания.

Например, кора выветривания на гранитах имеет следующее строение профиля (снизу вверх):

1 - горизонт щебенчатой, или обломочной, коры выветривания, образованный дезинтегрированным в ходе физического выветривания гранитом;

2 - гидрослюдистый горизонт, в породах которого, представляющих собой слабосцементированную массу, прослеживается структура исходного гранита, но значительная часть щелочей и щелочноземельных элементов из минералов вынесена, и большая часть полевых шпатов замещена агрегатом тонкочешуйчатых гидрослюдов;

3 - каолинитовый горизонт, представляющий собой светлую глинистую массу с отдельными участками рыхлого щебнистого материала и красно-бурые пятна от скопления гидрооксидов железа из этого горизонта полностью удалены все одно и двухвалентные катионы, гидрослюды здесь замещены каолинитом.



# 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.

## II. Осадочные процессы

- Денудация - совокупность процессов сноса и переноса (водой, ветром, льдом, непосредственным действием силы тяжести) продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности, где происходит их накопление.
- Транспортировка - перенос продуктов разрушения на другое место.
- Седиментация - осаждение, накопление перемещённого вещества

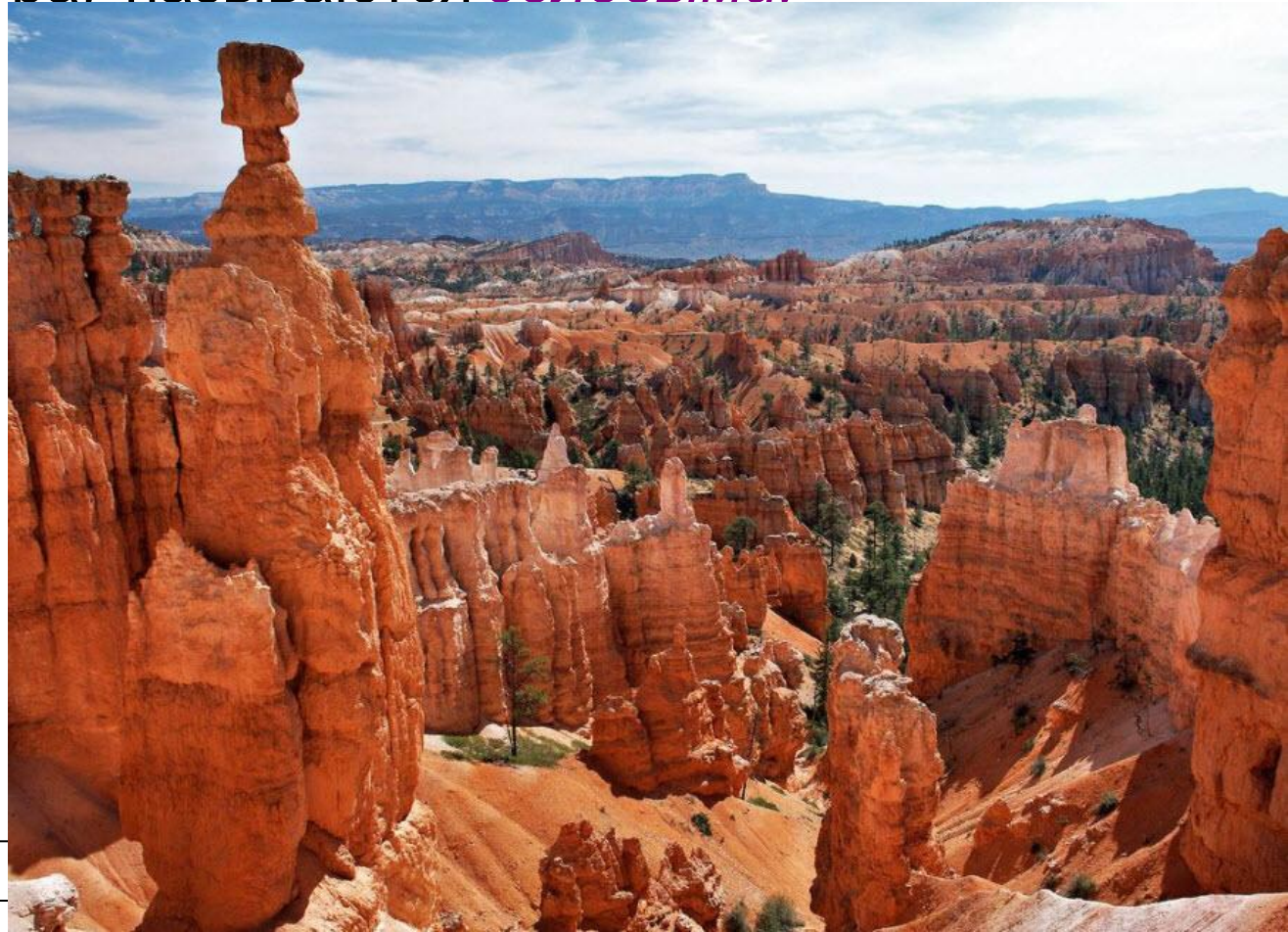
Ведущие агенты:

1. Ветер;
2. Поверхностные воды;
3. Подземные воды;
4. Временные водотоки;
5. Склоновые процессы;
6. Ледники.

**1. 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**:

корразия –  
разрушение  
скальных выходов  
переносимыми  
ветром песчинками





в результате переноса и аккумуляции переносимого ветром материала формируются ***барханы*** – *изогнутые в плане (подковообразные) песчаные холмы.*



## 2. Поверхностные воды

Любые поверхностные воды (*реки, озера, болота, моря*) производят работу по разрушению горных пород и продуктов их выветривания.





**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.



**Боковая эрозия** развивается из-за того, что река подмывает поочерёдно то правый, то левый берег. Формируются поперечные изгибы русла – *меандры*.





Отложения, накапливающиеся в речных долинах в результате деятельности речных потоков, называются *аллювием*.



Деятельность *озёр* заключается в разрушении берегов, транспортировке и обработке поступающего с берегов и приносимого реками обломочного материала и в накоплении осадочного материала на дне озёрных котловин.



Деятельность *болот* заключается, главным образом, в накоплении специфических болотных отложений — *торфа*.

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





Геологическая деятельность *моря* проявляется в разрушительной работе волн, цунами, приливно-отливных движений воды (*абразия*)



<http://popovgeo.professorjournal.ru/>  
Фото Ю. Попова  
Испания, побережье Коста-Брава



Обломочный материал, образующийся при абразии и доставляемый в море реками, перераспределяется в различных зонах моря с образованием морских песчано-глинистых отложений

### 3. 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

(растворение подземными водами горных пород приводящее к формированию крупных пустот в их толще).





## 4. *Временные водотоки*

формируются после сильных дождей или во время таяния снега, и быстро прекращают своё существование.

В результате деятельности временных водных потоков формируется *пролювий*.



В результате деятельности временных потоков образуются такие формы рельефа как *промоина, овраг, конус выноса.*





## 5. *Склоновые процессы*

Основным содержанием *склоновых* процессов является транспортировка материала вниз по склону под действием силы тяжести.





В результате деятельности склоновых процессов формируются:

- **делювий** – возникает за счет смывания частиц выветрелой породы струйками дождевой воды,
- **коллювий** – возникает за счет обвально-осыпных явлений на склонах.



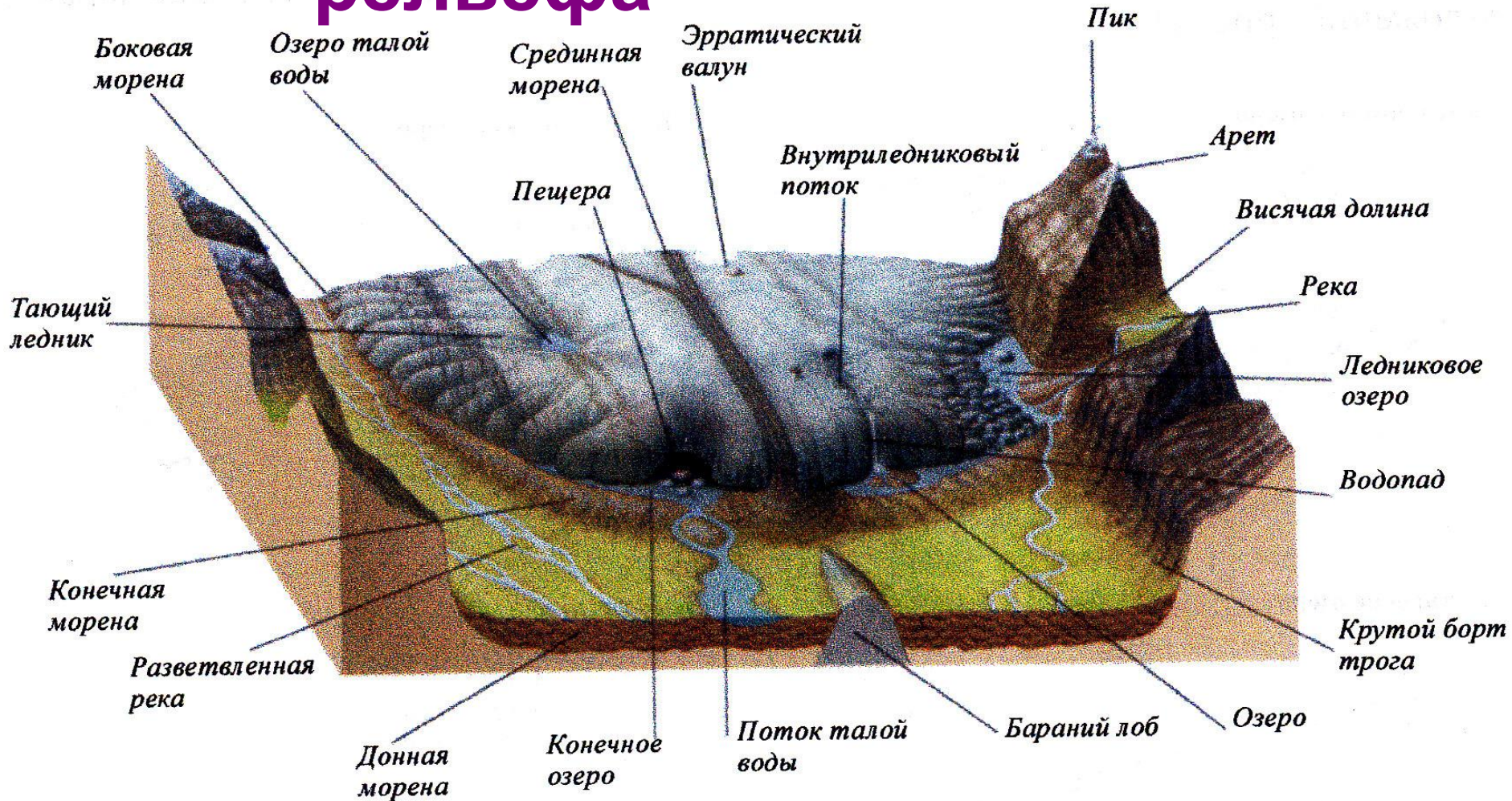


Деятельность *ледников* сводится к ледниковой денудации, транспортировке и отложению перемещённого материала.

Её основными результатами являются формирование характерных ледниковых отложений и форм рельефа.

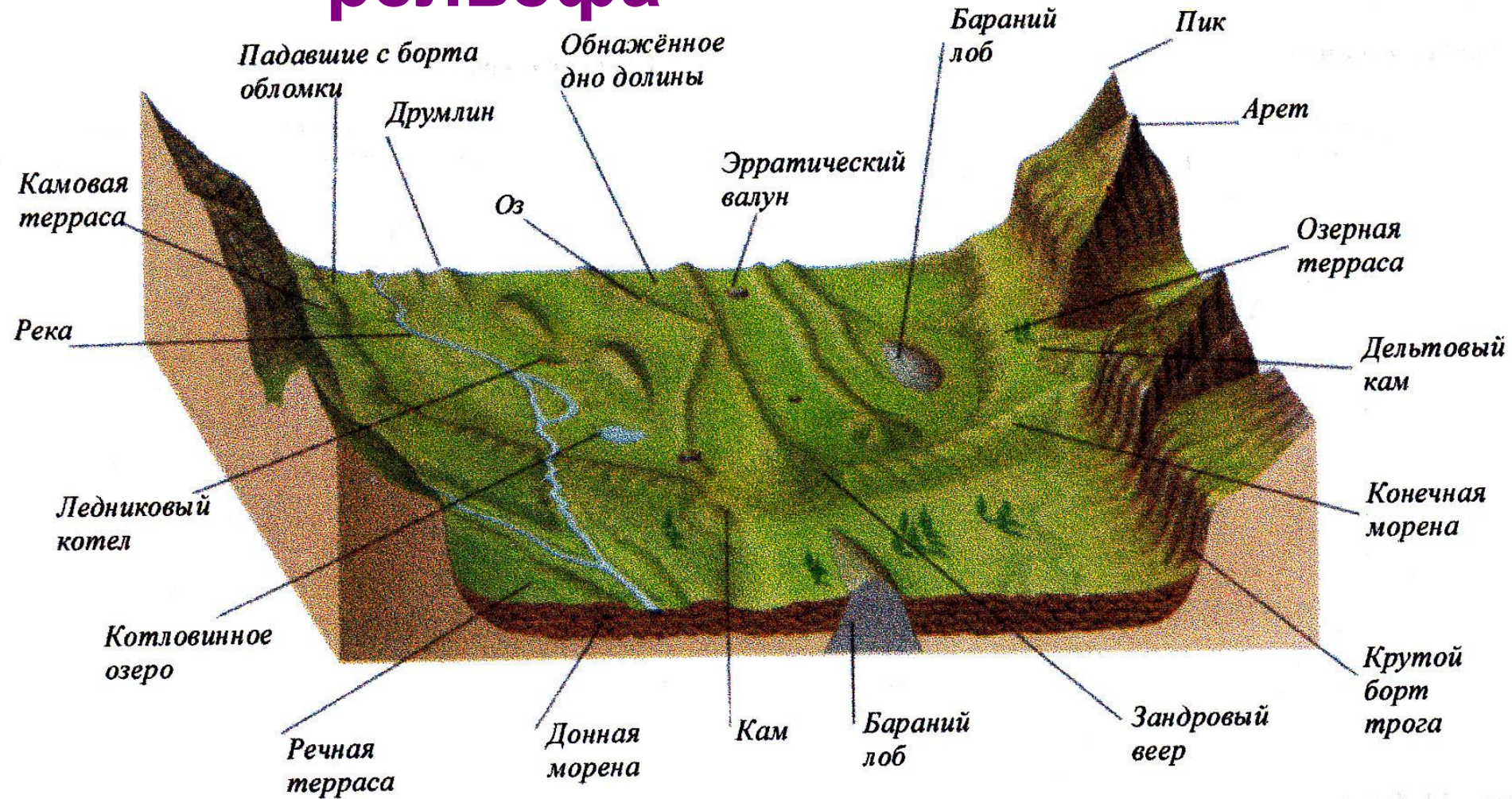


# Ледниковые формы рельефа





# Ледниковые формы рельефа





## Ледниковые формы рельефа





Морены – скопления обломочного материала, переносимого и отлагаемого ледником





Слово **ЛИТИФИКАЦИЯ** происходит от греческого слова lithos, означающего камень. Литифицированный грунт сложен песком, илом и органическим материалом.

Литификация может происходить сразу же после отложения осадка или намного позже.

Темп уплотнения и цементации также играет значительную роль в конечной литификация. Кроме того, тепло, необходимое для литификации, значительно меньше, чем то, которое обнаружено глубже в мантии, поэтому литификация возможна в верхних нескольких километрах земной коры.

---



Зерна, сдавленные вместе под тяжестью перекрывающих осадков во время уплотнения, превращены в породы, более плотные, чем первичные осадки. Эти плотные слои затем замуровываются вместе, за счет осаждения минералов в слоях и между ними.

Осадки становятся литифицированными породами благодаря комбинированному процессу, называемому диагенезом.

---

---



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

