

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



*Инженерная школа природных ресурсов*  
*Специальность 21.05.02. Прикладная геология*  
*Отделение геологии*

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЛИТОЛОГИЯ»

*ЛЕКЦИЯ 3*

*ЛИТОГЕНЕЗ. ТИПЫ ЛИТОГЕНЕЗА*

*Лектор: к.г.-м.н., доцент*  
*Отделения геологии*  
*Недоливко Н.М.*

Томск – 2022 г.

# СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

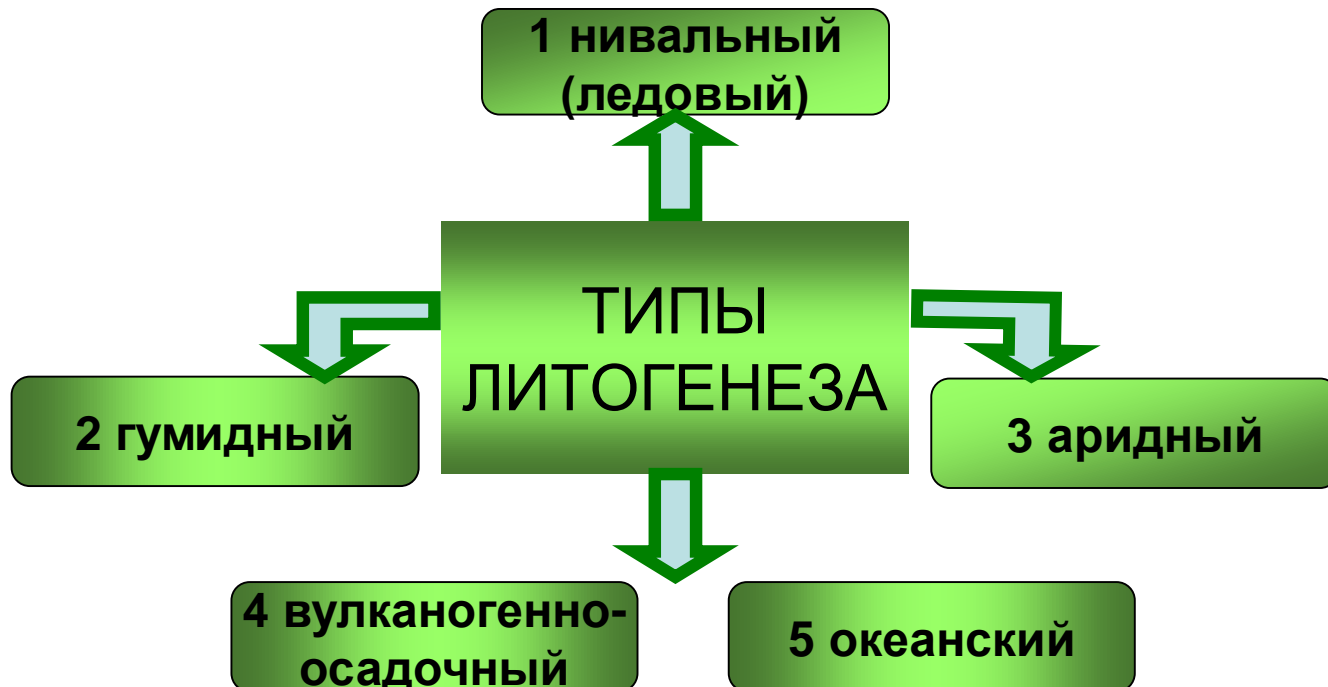
## Литогенез. Типы литогенеза

### 3. ТИПЫ ЛИТОГЕНЕЗА

- 3.1 Нивальный
- 3.2 Гумидный
- 3.3 Аридный
- 3.4 Вулканогенно-осадочный
- 3.5. Океанский

**Тип литогенеза – это совокупность факторов и процессов, определяемых особенностями климатической зональности на поверхности Земли и спецификой этих процессов в районах вулканической деятельности и на дне океанов**

*Типы литогенеза – это самые крупные естественные комплексы условий, которые определяют формирование осадков и пород, качественно отличающихся в различных комплексах*



# Нивальный тип литогенеза (от лат. nivalis – снежный, холодный)



Полярные области Земли



Высокогорные области Земли

## Условия

- **Расположение:** полярные зоны Земли и высокогорные области с ледовым покровом
- **Температурный режим:** господство отрицательных среднегодовых температур воздуха
- **Вода** в твердом состоянии
- **Органический мир** крайне бедный (мхи, лишайники, травянистые растения), скудная животная жизнь

# Нивальный тип литогенеза

## Гипергенез



Морозное выветривание



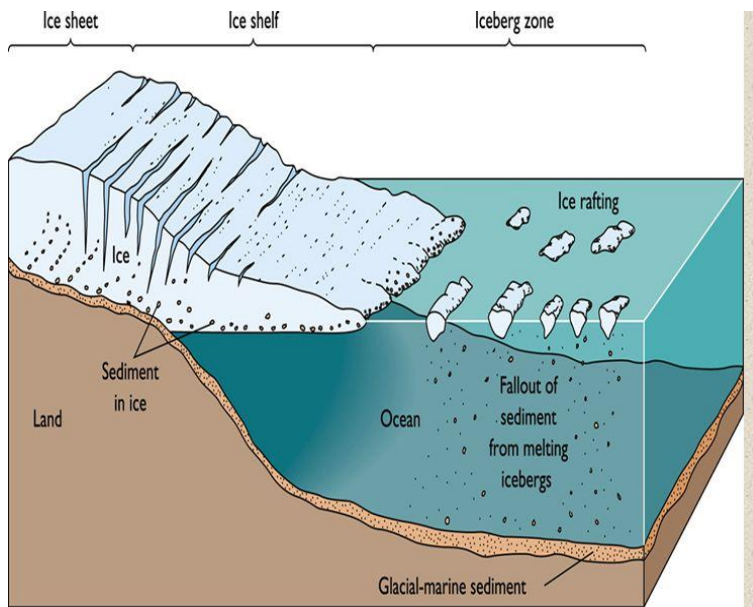
Морозное выветривание

- **Выветривание:**
  - преимущественно механическое (морозное)
  - химическое и биологическое подавлено
  
- **Продукты выветривания:**  
разноразмерные обломки пород и минералов:
  - на суше – продукты механического выветривания материнских пород
  - на море – продукты абразии берег
  
- **Свойства исходных продуктов:**
  - осадки весьма грубые,
  - несортированные,
  - химически незрелые: свежие, невыветрелые.



# Нивальный тип литогенеза

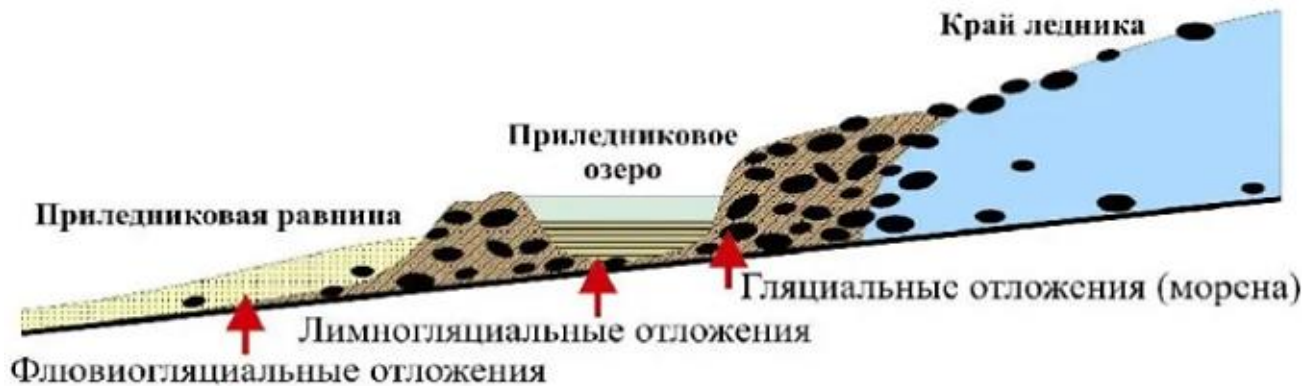
## Седиментогенез. Транспортировка материала



- **Агенты переноса:**
  - лёд – главный,
  - сила тяжести, вода, ветер – второстепенные
- **Транспортировка**
  - на суше – ледниками и талыми водами (временные потоки)
  - в море – айсбергами и припайными льдами
- **Переносимые осадки**
  - несортированный обломочный материал
- **Дифференциация**
  - только в периферических областях в отложениях:
    - талых потоков
    - ледниковых озер
    - морей

# Нивальный тип литогенеза

## Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала



- **Гляциальные:** морены – груды рыхлых несортированных разноразмерных (от грубо- до мелкозернистых и глинистых) неокатанных обломков
- **Флювиогляциальные:** пески с включением разноразмерного грубообломочного материала
- **Лимногляциальные:** тонкие илы, содержащие грубообломочный материал



Гляциальные отложения



Флювиогляциальные осадки



Лимногляциальные осадки

# Нивальный тип литогенеза

## Диагенез и полезные ископаемые

### Особенности диагенеза:

•отсутствует физико-химическое уравнивание осадка (в связи с подавленностью химических и биологических процессов)

### Процессы:

•основной – уплотнение

•слабо проявлено вторичное минералообразование: гидрослюдизация и кальцитизация

### Полезные ископаемые

○ строительные материалы:

- конгломераты,
- брекчии,
- пески,
- глины



# Гумидный тип литогенеза (от лат. Humidus – влажный)



Тропический пояс



Экваториальный пояс



Умеренный пояс

## Условия

- **Расположение:**
  - влажные зоны Земли: умеренный, тропический, субтропический пояса
- **Температурный режим:**
  - господство круглогодичных положительных температур воздуха
- **Вода:**
  - положительный баланс влаги; транзитный сток воды, участки переувлажнения
- **Органический мир:**
  - сплошной растительный покров,
  - богатый и разнообразный животный мир

# Гумидный тип литогенеза. Гипергенез



Почвенный слой – результат биологического выветривания



Химическая (ферраллитная) кора выветривания



Обломочная кора выветривания

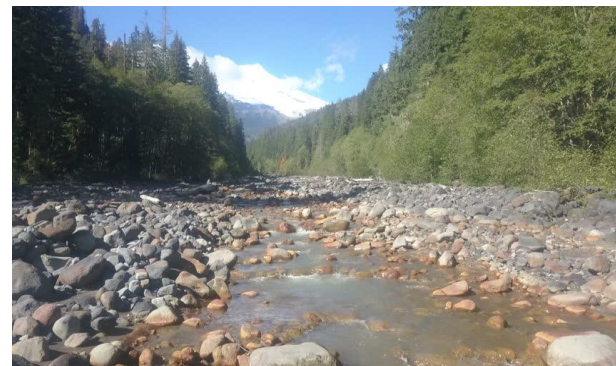
- **Выветривание:**
  - физическое
  - химическое
  - биологическое
- **Коры выветривания** мощные с зональным строением и остаточными продуктами (глинами, оксидами железа, марганца, алюминия), почвой
- **Продукты выветривания:**
  - обломочный материал
  - коллоидные и растворенные химические вещества
  - органические вещества и продукты жизнедеятельности
- **Осадочный процесс незавершенный:**
  - легко растворимые хлориды, сульфаты, карбонаты и др. выносятся



# Гумидный тип литогенеза. Седиментогенез. Перенос материала



Перенос силой тяжести



Перенос водой



Перенос ветром. Речные дюны

## ○ **Агенты переноса:**

- сила тяжести (гравитации)
- вода
- животные и растительные организмы
- ветер

## ○ **Транспортировка**

- под действием силы тяжести
- водой (временные и постоянные водотоки)
- растительными и животными организмами
- ветром

## ○ **Переносимые осадки**

- обломочный материал
- химические вещества в виде коллоидов и растворов
- органические вещества

## ○ **Дифференциация материала**

- по крупности, плотности, окатанности, химическим свойствам

## ○ **Интеграция (смешивание)**

- обломков, органических и химических веществ

# Гумидный тип литогенеза. Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала



Терригенные осадки. Конгломераты



Хемогенные осадки. Железные руды



Биогенные осадки. Торф

## ○ Осуществляются:

- **на суше** (коры выветривания, континентальные территории)
- **в водных системах:** бассейнах (озера, болота), речных системах

## ○ Тип осадков:

- **терригенные** – крупнообломочные, песчаные, алевритовые, глинистые, россыпи тяжелых минералов
- **хемогенные** – глиноземистые, железистые, марганцевые, глинистые: каолиновые, нонтронитовые и др.
- **хемобиогенные** – фосфатные
- **биогенные** – торф, сапропель

# Гумидный тип литогенеза. Диагенез



Кремневая конкреция



Конкреция пирита



Конкреции фосфатов

## ○ Особенности:

- **физико-химическое уравнивание** механических, химических и органических веществ в насыщенном водой осадке

## ○ Процессы:

- **аутигенез** — вторичное минералообразование (фосфаты, глауконит, каолинит, гидрослюда, монтмориллонит, цеолиты, кремнеземистые минералы, карбонаты, сульфаты, сульфиды и др.)
- **уплотнение**
- **Литификация** — переход рыхлых пород в твердые: песок — песчаник; алеврит — алевролит; ил — уплотненная глина



# Гумидный тип литогенеза. Полезные ископаемые

- **строительные материалы:** щебень, гравий, галька, песок, алеврит, глина, известняк
- **рудное сырье:** бокситы, железные и марганцевые руды; триада Al-Fe-Mn – является индикатором гумидного типа литогенеза
- **сырье для керамической и стекольной промышленности:** каолиновые глины, кварцевый песок и др.
- **сырье для химической промышленности:** фосфориты
- **россыпи:** касситерита (Sn), золота, платины, титанистых минералов, ильменита, циркона, алмазов, гранатов, янтаря и др.
- **горючие полезные ископаемые:** торф (на стадии катагенеза переходит в бурый, каменный уголь, антрациты), сапропель (а также образованные при катагенезе из органического вещества природные горючие газы и нефть)

# Аридный тип литогенеза (от лат. aridus – сухой, иссохший)



Жаркие годовые температуры



Разреженная растительность

## Условия

- **Расположение:**
  - сухие зоны Земли: пустыни, полупустыни
- **Температурный режим:**
  - господство жарких годовых температур воздуха
- **Ветер:**
  - энергичная деятельность
- **Вода:**
  - Баланс метеорных вод отрицательный: дефицит влаги, испарение намного превышает количество выпадающих осадков
- **Органический мир:**
  - разреженная растительность,
  - отсутствует сплошной растительный покров

# Аридный тип литогенеза. Гипергенез



Эоловые останцы и разноразмерный обломочный материал с железистыми пленками



Солончак

## ○ Выветривание:

- физическое преобладает
- химическое развито слабо
- биологическое развито слабо

## ○ Продукты выветривания:

- **обломочные:** от глыб до алевритов (реже глинистых пород) часто с железистыми пленками
- **химические:**
  - соляные,
  - железистые,
  - марганцевые,
  - кремнистые,
  - карбонатные,
  - гипсовые,
  - скопления тяжелых металлов и хлоридов

# Аридный тип литогенеза. Седиментогенез. Перенос материала на суше



Перенос материала ветром



Пыльные бури

- **Агенты переноса:**
  - ветер
  - сила тяжести
  - капиллярный подток близповерхностных выпаривающихся растворов
- **Транспортировка**
  - воздушный перенос
  - капиллярный перенос
- **Переносимые осадки**
  - преимущественно обломочный материал
  - химические вещества остаются на месте
- **Дифференциация материала**
  - по крупности, плотности, окатанности, шлифовке



# Аридный тип литогенеза. Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала на суше



Эоловые пески



Такыр

## ○ Образуются:

- **обломочные осадки:**

- эоловые пески
- лёссы (нем. Löß или Löss – однородные желтые известкостоглинисто-алевритовые и известково-песчано-глинистые тонкопористые породы
- такыры – глинистые засоленные осадки высохших озер

## ○ Форма тел:

- **песчаные поля** с ветровой рябью, валами, барханами, распространенные на огромные территории
- **лёссы** – покровы по периферии песчаных полей



# Аридный тип литогенеза. Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала в водоёмах



Соленое озеро. Египет

<https://pics.photographer.ru/nonstop/pics/pictures/940/940872.jpg>



Мертвое море. Израиль.

<https://ocean-media.su/wp-content/uploads/2017/03/Mertvov-more.jpg>

- **Источники осадочного материала:**
  - терригенный и карбонатный – зона гипергенеза аридного литогенеза
  - терригенный и химический (коллоиды и растворы) – соседние гумидные зоны
- **Участки осадконакопления:**
  - замкнутые (озера) или полузамкнутые (заливы, лагуны, лиманы) непроточные водоемы, изолированные или слабо сообщающиеся с морем
- **Условия осаждения:**
  - высокая испаряемость воды и увеличение концентрации химических веществ в бассейнах седиментации

# Аридный тип литогенеза. Седиментогенез.

## Осаждение и аккумуляция материала в водоёмах



Пласты каменной соли.

<https://checkintime.ru/wp-content/uploads/2020/01/d2e97eef3c464c0cd800569ffe10d5e6>.

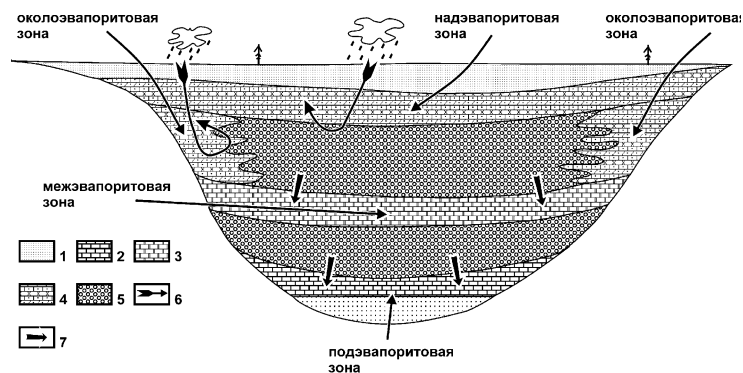
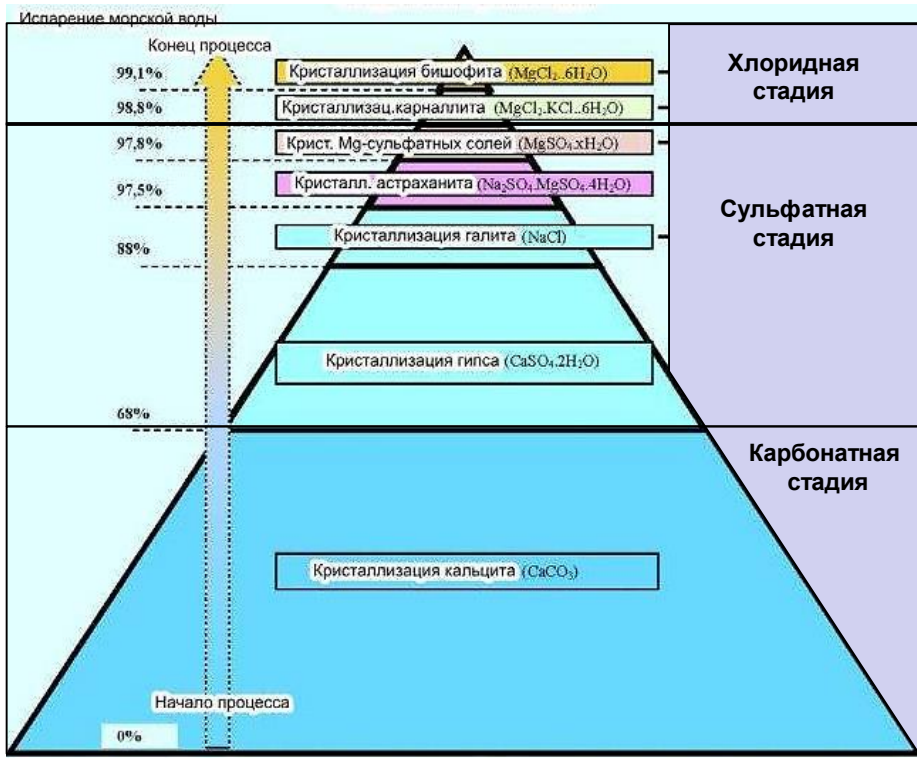


Схема эвапорит-содержащего осадочно-породного бассейна:

- 1 – глинисто-алевритовые породы; 2 – известняк; 3 – доломит;
- 4 – глинисто-мергельные породы с прослоями известняков;
- 5 – эвапориты; 6 – направление движения пресных инфильтрационных вод, превращающихся в рассолы выщелачивания; 7 – направление движения рапы, превращающейся в седиментогенные рассолы

- **Осадок:**
  - **рапа** – высокоминерализованный солевой раствор (карбонатов, сульфатов, хлоридов и др.)
  - терригенный алеврит-глинистый материал
- **Осаждение:**
  - **физико-химическим** путем (биологическая жизнь подавлена из-за высокой солености)
- **Цикл осадконакопления полный:**
  - **завершенная химическая седиментация:** осаждаются все вещества, привнесенные из аридной и гумидной зон
- **Образованные породы:**
  - **эвапориты** (лат. Evaporato – испаряю) – ассоциация хомогенных осадков:
    - **труднорастворимых** (кальцит, доломит, магнезит, гипс)
    - **легкорастворимых** (галит, сильвин, карналлит, глауберит, мирабиллит, сода и др.)

# Аридный тип литогенеза. Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала в водоёмах



Последовательность кристаллизации  
эвапоритовых осадков из морской воды.  
[https://mypresentation.ru/documents\\_6/8d62a1154e62a2b6b89702614d5ee0b3/img4.jpg](https://mypresentation.ru/documents_6/8d62a1154e62a2b6b89702614d5ee0b3/img4.jpg)

- **Химическая дифференциация:**
  - по степени растворимости: раньше осаждаются труднорастворимые соли, позднее – легкорастворимые
- **Стадийность седиментации:**
  - *1 стадия карбонатная:* осаждаются труднорастворимые соли – магнезит, доломит, кальцит,
  - *2 стадия сульфатная:* осаждаются легкорастворимые сульфаты – гипс, ангидрит, барит;
  - *3 стадия хлоридная:* осаждаются легко растворимые соли – галит, сильвин, карналлит, бишофит
- **Терригенные осадки:**
  - пески
  - алевриты
  - глины гидрослюдистые и монтмориллонитовые

# Аридный тип литогенеза.

## Диагенез. Полезные ископаемые

### ○ Диагенез:

- **обменные реакции** между выделившимися из раствора минералами и рапой;
- **дегидратация** – отщепление воды

### Полезные ископаемые

- **химическая промышленность и медицина:** соды, соли, гипс, фтор, бром, бор, йод;
- **производство удобрений:** калийные соли;
- **пищевая промышленность:** каменная соль – галит;
- **цветная металлургия** – полиметаллические руды: стратиформные месторождения меди, свинца и цинка, образующие *аридную рудную триаду Cu-Pb-Zn*; а также стронций, рубидий, цезий и др.;
- **энергетические ресурсы** – залежи концентрации урана;
- **строительные материалы** – песок, известняк, гипс;
- **россыпные месторождения.**



# Вулканогенно-осадочный тип литогенеза



Твердые выбросы вулкана.

<https://cdn.bielousov.com/wp-content/uploads/2020/01/castle-geyser-960x640.jpg>



Гейзер. Термальные воды

<https://cdn.bielousov.com/wp-content/uploads/2020/01/castle-geyser-960x640.jpg>

## ○ Расположение:

- районы вулканической деятельности

## ○ Особенности:

- аномален по отношению к широтной климатической зональности
- характерен для суши и океанов

## ○ Условия поступления материала:

- эксплозивная деятельность вулканов
- термальные минерализованные источники

## ○ Поставляемый материал:

- **твердые и рыхлые вещества:** (ювенильный материал)
- **растворы** – термальные минерализованные воды
- **газы и пары** (эксгаляции) – рассеиваются, в осадочном процессе практически не участвуют

## ○ Осадки:

- **пирокластика** (от греч. *pyr* – огонь и *klaos* – ломаю): вулканические бомбы, лапилли, вулканический песок, пепел, и др.
- **химические** – твердый (сера) и растворенный (карбонатные, кремнистые воды) материал



# Вулканогенно-осадочный тип литогенеза. Гипергенез. Седиментогенез. Транспортировка материала

## Гипергенез

*Гипергенез* практически отсутствует: осадочный материал практически сразу же вовлекается в перенос и осаждение, минуя выветривание.

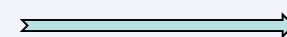
## Седиментогенез. Перенос материала

### •Агенты переноса:

- сила взрыва,
- сила тяжести,
- ветер,
- вода,
- лед;
- термальные растворы



вблизи вулканов



на удалении от вулканов

Механическая дифференциация

### •Интеграция:

смешивается  
вулканогенный и  
осадочный материал  
(нивального, гумидного и  
аридного литогенеза)

### •Дифференциация механическая:

*осуществляется уже в воздухе:*

- более крупные тяжелые обломки оседают  
вблизи вулканов,
- вулканический пепел переносится на огромные  
расстояния – сотни и тысячи км

# Вулканогенно-осадочный тип литогенеза. Седиментогенез. Осаждение и аккумуляция материала



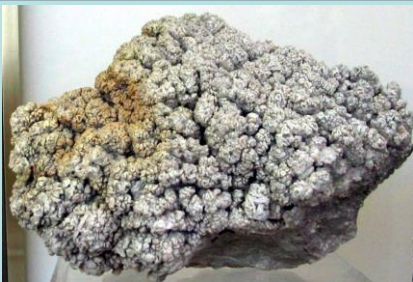
Вулканический туф

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Tuff\\_with\\_kaersutite.jpg/1200px-Tuff\\_with\\_kaersutite.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Tuff_with_kaersutite.jpg/1200px-Tuff_with_kaersutite.jpg)



Туфопесчаник

<http://paleostratmuseum.ru/files/402-18.jpg>



Кремнистый туф

[http://geo.web.ru/druza/m-geyz\\_11-1.JPG](http://geo.web.ru/druza/m-geyz_11-1.JPG)



Известковый туф

[http://paleostratmuseum.ru/files/389\\_13\\_02.jpg](http://paleostratmuseum.ru/files/389_13_02.jpg)



Сера

<http://www.masteraurala.net/files/img/big/1277697717mi.jpeg>



Опал

<http://insminerals.ru/Sale12/Sp581847.jpg>

## ○ Породы вулканогенно-осадочные:

- **обломочные смешанного состава:**
    - туфы (>90% пирокластики),
    - туффиты (от 50 до 90%),
    - туфогены (менее 50%)
- Цемент: пепловый, глинистый, карбонатный и др.

## • химические:

- карбонатные туфы
- кремнистые туфы

## • глинистые породы:

- каолиновые глины
- хлоритовые глины

## • минералы:

- сульфаты
- самородная сера
- сульфиды
- опал

# Вулканогенно-осадочный тип литогенеза. Диагенез

- **Особенность:**
  - протекает быстрее, чем диагенез нормально осадочных пород
- **Процессы:**
  - уплотнение осадка,
  - вторичное минералообразование,
  - перекристаллизация
  - литификация
- **Вторичное минералообразование:**
  - **вулканическое стекло** растрескивается, раскристаллизовывается, гидратируется, замещается хлоритом, карбонатами, опалом, халцедоном;
  - **обломки минералов** (кристаллокласты) и **вулканических пород** (литокласты) замещаются глинистыми (каолинитом, монтмориллонитом) и карбонатными минералами, цеолитами, хлоритом, оксидами и гидроксидами железа, марганца и др.

# Вулканогенно-осадочный тип литогенеза.

## Полезные ископаемые

- **строительные материалы** – туфы
- **минеральные удобрения** – пеплы
- **химическое сырье**: сульфиды (пирит и др.), арсенаты, соединения сурьмы, редкие и рассеянные элементы: Cu, V, Si, Pb, Zn, Be, Sn, Co, Ni и др.
- **нерудные**:
  - *связанные с термальными растворами*: самородная сера, сульфаты, каолиновые глины, опал, флюорит, гипс, оникс, алунит, бор
  - *связанные с подводным вулканизмом*: яшмы
- **рудные**: железа, марганца
- **термальные воды**.