

# Геология

Лекции – 2 часов

Лабораторные занятия – 4 часов

Зачет

## *Литература*

1. Геология с основами геоморфологии : < учебное пособие для бакалавров > / Н. Ф. Ганжара [и др.] ; ред. Н. Ф. Ганжара. - Москва : ИНФРА-М , 2015. – 206 с.
2. Короновский Н.В. Геология : <учебник> / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. - Москва. : Академия, 2014. - 447с.
3. Практическое руководство по общей геологии : <учебное пособие> / А. И. Гуцин [и др.] ; ред. Н. В. Короновский. - Москва : Академия, 2012. - 158с.

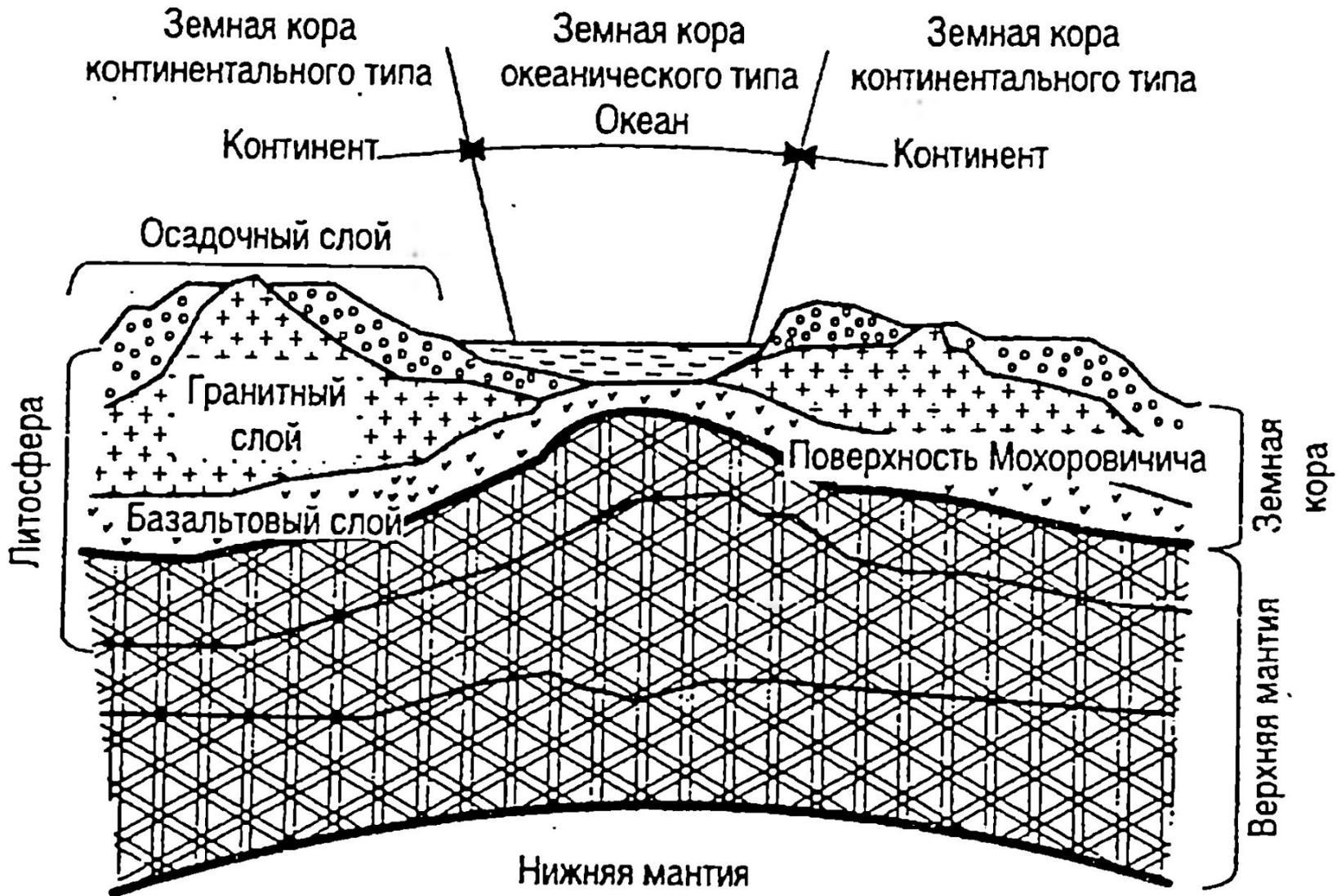
# ПРЕДМЕТ ГЕОЛОГИИ, ЕЕ ЗАДАЧИ

Геология – наука о земной коре, ее составе строении и истории развития. Геология опирается на комплекс наук: астрономию, геодезию, геофизику, географию и другие, изучающие Землю с различных точек Зрения. Одно из важных направление геологии – изучение вещественного состава земной коры, второе – изучение разнообразных геодинамических процессов, протекающих как внутри земли (эндогенные), так и на ее поверхности (экзогенные)

## *Задачи геологии:*

1. описание минералов, горных пород и их типов; изучение состава, формы, размеров, взаимоотношений, последовательности залегания.
2. изучение геологических процессов и их эволюции. К числу этих процессов относятся как внешние по отношению к земной коре и более глубоким геосферам (разрушение горных пород, перенос и переотложение ветром, ледниками, наземными и подземными водами; накопление осадков на дне рек, озёр, морей, океанов и др.), так и внутренние (движения земной коры, землетрясения, извержения вулканов и сопутствующие им явления).
3. изучение распространения и последовательности образования геологических напластований и других геологических тел, а также установление последовательности различных геологических процессов и событий, например процессов тектогенеза, метаморфизма, образования и разрушения залежей полезных ископаемых, трансгрессий и регрессий морей, смены эпох оледенений эпохами межледниковий и т.д.

# СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ



# Земная кора



## материковая

- толщина  
До 70 км в горах  
30-40 под равнинами
- 3 слоя (осадочный чехол, слой гранита, слой базальта)
- Более старая

## океаническая

- толщина  
5-10 км под океанами.
- 2 слоя ( осадочный чехол, слой базальта)
- Более молодая, формируется в районе вершин океанических хребтов

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Верхняя каменная оболочка Земли — земная кора — сложена различными по составу и происхождению горными породами. Любая горная порода представляет собой определенное сочетание минералов, являющихся, в свою очередь, химическими элементами или их природными соединениями. Таким образом, вещество земной коры в порядке усложнения степени его организации образует иерархический ряд: химический элемент — минерал — горная порода.

Наиболее достоверные сведения о *химическом составе* земной коры относятся к ее верхней части (до глубины 16-20 км), доступной для непосредственного изучения. Проблемами химического состава, закономерностями его изменения в пространстве и во времени занимается сравнительно молодая еще наука *геохимия*. По данным современной геохимии, в земной коре установлено 93 химических элемента. Большинство из них являются сложными, то есть представлены смесью различных изотопов. Лишь 22 химических элемента (например, натрий, марганец, фтор, фосфор, золото) не имеют изотопов и поэтому называются простыми. Распределены химические элементы в земной коре крайне неравномерно.

**Кларк** - среднее содержания химических элементов в земной коре, выражают в весовых, атомных или объемных процентах.

Главными элементами-строителями земной коры являются O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, составляющие более 98 % ее веса. Ведущее место среди них принадлежит кислороду, на долю которого приходится почти половина массы земной коры и около 92 % ее объема.

Химический состав земной коры изменяется в течение геологического времени, причем эта эволюция продолжается по сей день. Основными причинами изменения химического состава являются:

- процессы радиоактивного распада, приводящие к самопроизвольному превращению одних химических элементов в другие, более устойчивые в условиях земной коры.
- поступление метеорного вещества в виде метеоритов и космической пыли (16 тыс. т. ежегодно);
- продолжающиеся процессы дифференциации вещества Земли, приводящие к миграции химических элементов из одной геосферы в другую.

# ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

## Минералы

**Минерал** – это природное химическое соединение, реже самородный элемент.

Минералы могут быть твердыми, - жидкими и газообразными.

**Минералогия** — наука о минералах, т.е. о природных химических соединениях элементов, их образовании, свойствах и процессах разрушения (выветривания).

В настоящее время в земной коре установлено около 3000 минеральных видов, из которых только около 70 являются распространенными, входя в состав слагающих земную кору горных пород. Эти минералы называют **породообразующими**.

Образование минералов в условиях земной коры может происходить несколькими способами:

1. Путем кристаллизации природных силикатных расплавов — магм — при понижении их температуры ниже точки затвердевания; именно таким способом образуются породообразующие минералы глубинных магматических пород.

2. Посредством отложения минерального вещества из водных растворов, истинных или коллоидных. Такие растворы могут быть горячими, как так называемые гидротермальные растворы, из которых образуются многие рудные минералы.

3. В результате реакционного взаимодействия между растворами и горными породами, а также благодаря диффузионным процессам, протекающим в твердом состоянии.

4. Наконец, известны случаи кристаллизации минералов из газовой фазы; так образуются, например, из вулканических газов кристаллы самородной серы.

*Все минералы делятся на три основные группы:*

1. первичные минералы, оставшиеся неизмененными после разрушения массивно-кристаллических пород литосферы Земли;
2. вторичные глинистые минералы и окислы, образовавшиеся главным образом в результате комплекса процессов выветривания и почвообразования из первичных минералов и продуктов их разрушения;
3. минералы простых солей - соли, которые могут находиться в почвенном растворе и в сухих условиях переходить в твердую фазу почвы.

## *Первичные минералы почв*

Первичные минералы — основная группа веществ почвы и коры выветривания, являющихся исходным материалом для образования тонкодисперсных вторичных минералов. Эта потенциальная часть почвы неустойчива в условиях зоны гипергенеза. Первичные минералы почти целиком сосредоточены в гранулометрических фракциях размером более 0,001 мм.

В почвах и почвообразующих породах наиболее распространены следующие группы первичных минералов.

*Полевые шпаты* (алюмосиликаты) — большая группа широко распространенных и относительно устойчивых к выветриванию минералов. Они составляют около 60% массы земной коры, а в почвах их около 10—15%.

*Силикаты* в литосфере содержатся в количестве около 20%.

*Кварц* ( $\text{SiO}_2$ ) — один из наиболее распространенных минералов многих магматических пород, осадочных отложений и почв. Преобладание кварцевых минералов в почвах обуславливает их низкое плодородие.

*Слюды* (3% от общего объема пород) являются важнейшими источниками питания растений калием, так как разрушаются сравнительно быстро.

*Апатит* — очень прочный минерал изверженных пород, в состав которого входят фосфор, кальций, фтор, хлор. Апатит — главнейший первоисточник фосфора в биосфере.

Преобразование первичных минералов в почвах и корях выветривания сопровождается образованием различных растворов, золь и гелей кремнезема, силикатов, окислов железа, алюминия, а также формированием вторичных глинистых алюмосиликатов, поступление в почвенные растворы простых солей.

В природе (в почвах, почвообразующих породах, в литосфере) первичные минералы встречаются в составе массивно-кристаллических, метаморфических и осадочных пород и эти породы представляются как ассоциации минералов. Широкое распространение в почвах и осадочных рыхлых отложениях имеют индивидуальные кристаллы первичных минералов. Обломки пород приурочены к крупнопесчаным и гравелистым фракциям гранулометрического состава, а индивидуальные минералы входят в состав тонкого песка и пыли.

## *Вторичные минералы*

глинистые минералы,  
минералы оксидов кремния, железа, алюминия и марганца,  
минералы простых солей.

*Наиболее распространенные глинистые минералы групп:*

монтмориллонита,  
каолинита,  
гидрослюд,  
хлоритов,  
смешаннослоистых минералов.

*Свойства глинистых минералов:*

слоистое кристаллическое строение,  
высокая дисперсность,  
высокая поглотительная способность,  
наличие в них химически связанной воды.

## *Группы вторичных минералов*

### **1. Группа монтмориллонита.**

*Минералы:* монтмориллонит, бейделит, нонтронит — группа трехслойных минералов с набухающей решеткой.

*Свойства:* сильно набухают, высокая поглотительная способность в отношении обменных катионов и в отношении загрязняющих веществ. Средние величины катионного обмена 80-120 м.-экв. на 100 г. Жирность, липкость, вязкость, высокая пластичность и гигроскопичность.

### **2. Группа каолинита.**

*Минералы:* каолинит, диккит. Кристаллическая структура этих минералов состоит из двухслойных пакетов. *Свойства:* каолинит не набухает, емкость поглощения 10-20 м.-экв на 100 г. имеет небольшую липкость, связность и гидрофильность.

### **3. Группа гидрослюд.**

*Минералы:* гидробиотит, гидромусковит. Относятся к трехслойным минералам с многочисленными изоморфными замещениями. В отличие от монтмориллонита связь между пакетами прочная, и вода в них не проникает.

*Свойства:* не набухают. Емкость поглощения 40 м.-экв на 100 г. Гидрофильность, липкость, связность, набухание значительно меньше, чем у монтмориллонита.

### **4. Группа хлоритов.**

Кристаллическая решетка хлоритов состоит из четырех слоев. Решетка хлоритов не набухающая, стабильная.

## *Минералы простых солей*

Минералы простых солей образуются при выветривании первичных минералов, а также в результате почвообразовательного процесса.

Минералы:

кальцит  $\text{CaCO}_3$ ,

магнезит  $\text{MgCO}_3$ ,

доломит  $[\text{Ca}, \text{Mg}](\text{CO}_3)_2$ ,

сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $10\text{H}_2\text{O}$ ,

галит  $\text{NaCl}$  и др.

# Горные породы

**Горными породами** называются устойчивые парагенетические ассоциации минералов, образующиеся в результате различных геологических процессов и слагающие геологически самостоятельные тела в земной коре. Всестороннее изучение горных пород является предметом петрографии.

**Петрография** (от греч. *petros* — камень, *grdpho* — пишу; букв.: описание камней) — наука о горных породах: как и где образуются горные породы, какие формы залегания им присущи, каким процессам превращения они подвергаются, как скоро разрушаются и какие при этом новые породы образуются.

Вещественными составляющими горных пород различных генетических типов могут быть:

- зерна минералов;
- обломки ранее существовавших пород и минералов;
- органические остатки;
- вулканическое стекло

По минеральному составу горные породы бывают:

мономинеральными если они состоят преимущественно из одного минерала (кварцит, известняк, дунит, каменная соль и др.)

полиминеральными если состоят из нескольких минералов (гранит, гнейс, конгломерат и др.).

Строение горной породы определяется структурой и текстурой.

Под *структурой* понимается совокупность признаков горных пород, обусловленная формой, абсолютными и относительными размерами, способом сочетания минеральных составляющих, степенью кристалличности породы, а также характером самих ее минеральных составляющих.

*Полнокристаллическая* структура – если магматическая порода целиком состоит из кристаллических зерен минералов.

*Неполнокристаллическая* когда наряду с зернами минералов присутствует нераскристаллизованная минеральная масса (вулканическое стекло).

*Обломочная* когда в составе горной породы преобладают обломки других пород и минералов.

*Органогенную* структуру выделяют при большом количестве органических остатков

Для кристаллических и обломочных пород структурными будут и такие понятия, как крупнозернистая (крупнообломочная), среднезернистая (среднеобломочная), мелкозернистая (мелкообломочная), в основе их выделения лежит абсолютный размер минеральных составляющих.

По относительному размеру минеральных зерен выделяют структуры: *равномернозернистые*, если слагающие породу зерна обладают приблизительно одинаковыми размерами, *неравномернозернистые*, если их размеры сильно различаются.

*Текстурой* называется особенность строения горной породы, обусловленная пространственным расположением слагающих породу минеральных масс.

Выделяются текстуры:

*однородные*, характеризующиеся равномерным распределением минеральных агрегатов в пространстве,

*неоднородные*, ориентированные (слоистые, пятнистые, сланцеватые и др.).

В зависимости от плотности упаковки минеральных составляющих в объеме породы текстуры могут быть *плотными*, или массивными, и *пористыми*.

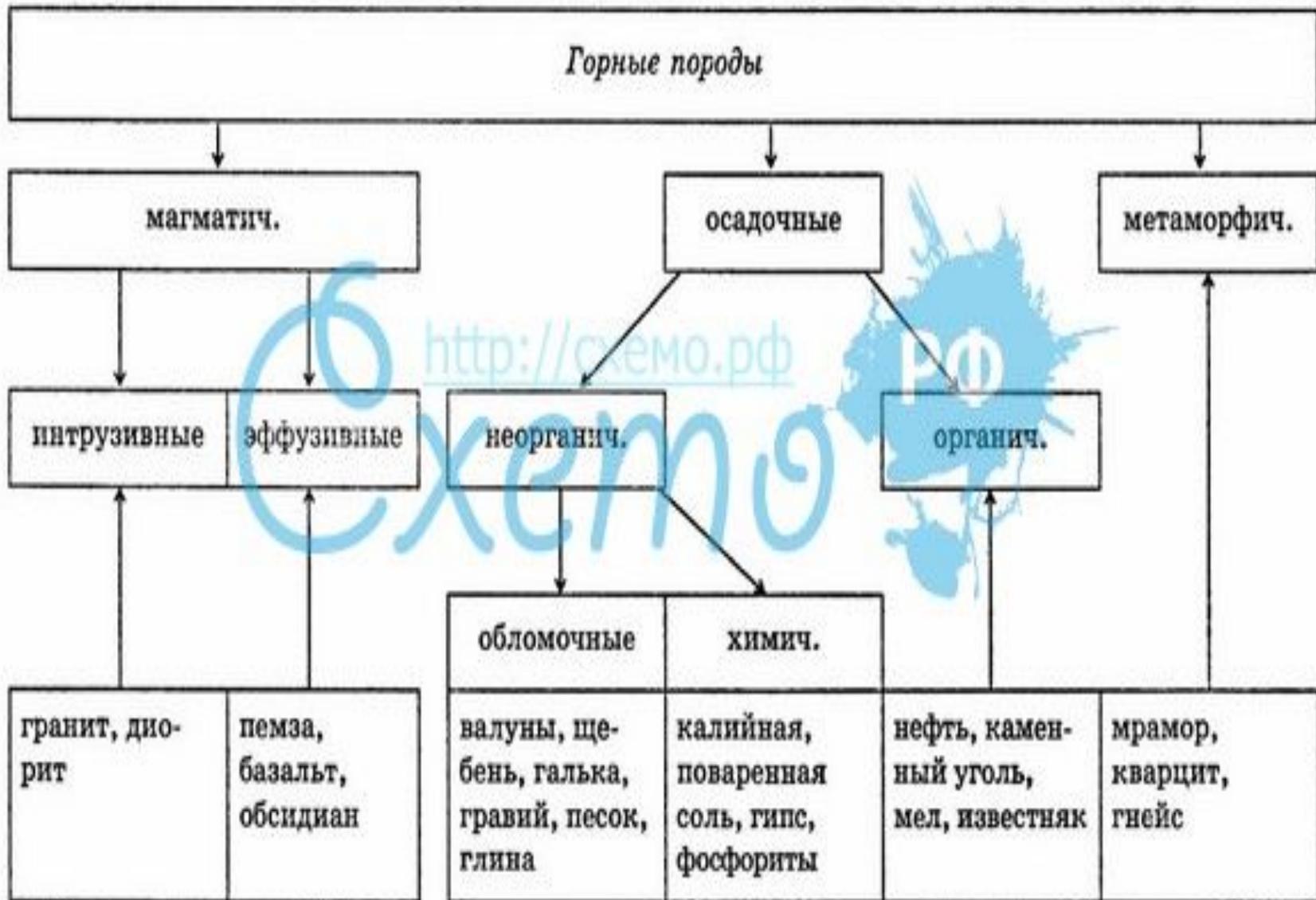
Геологические процессы, приводящие к образованию горных пород, называют процессами *петрогенеза*.

1. *Кристаллизация*, или *застывание*, природных силикатных расплавов (магм и лав), поступающих из недр Земли; этот процесс носит название *магматизма*.

2. *Разрушение* ранее существовавших горных пород в поверхностных условиях и последующее *отложение* продуктов разрушения в различного рода водоемах и на поверхности суши — *осадконакопление*.

3. *Перекристаллизация* горных пород любого происхождения в результате изменения физико-химических условий — повышения температуры и давления (*метаморфизм*).

# Классификация горных пород



**Магматические** горные породы наиболее распространены в земной коре. До глубины 16 км на их долю приходится около 95 вес. %.

По условиям образования магматические породы делятся на:

*интрузивные* (глубинные), сформировавшиеся при кристаллизации магмы на той или иной глубине,

*эффузивные* (излившиеся), возникающие при застывании лавы, излившейся на земную поверхность.

По химическому составу, в качестве основного показателя которого берется содержание кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ), среди них выделяют:

кислые, содержащие 78-64 %,

средние (64-53 %),

основные (53-42 %),

ультраосновные (менее 44 %).

**Осадочные** горные породы слагают только самую верхнюю оболочку земной коры — стратисферу. Все осадочные горные породы относятся к вторичным образованиям. На них в составе земной коры приходится около 1 %, однако на поверхности Земли доля осадочных пород возрастает до 75 %.

По условиям образования и особенностям состава среди осадочных пород выделяют:

*Обломочные* породы состоят в основном из продуктов механического разрушения ранее существовавших пород (обломков), которые могут быть сцементированы. По величине обломков они подразделяются на грубообломочные (более 2 мм), среднеобломочные (2-0,1 мм) и мелкообломочные (0,1-0,01 мм).

*Глинистые* породы являются промежуточными по составу, включая в себя продукты как механического, так и химического разрушения исходных пород. Важнейшей их особенностью является необычайно тонкий гранулометрический состав (размер частиц менее 0,01 мм). Из всех осадочных пород глинистые пользуются наибольшим распространением в земной коре.

*Химические* породы образованы продуктами химического разрушения ранее существовавших пород.

*Органогенные* осадочные горные породы образованы продуктами жизнедеятельности живых организмов.

По химическому и минеральному составу среди них выделяют: карбонатные, кремнистые, сульфатные, галоидные, фосфатные, железистые, углеродистые.

Также выделяют обломочные смешанные породы, которые для почвоведения имеют особенное значение, так как на них сформировались почвы. Они называются почвообразующими или материнскими.

Большинство почвообразующих пород образовались в последнее геологическое время – четвертичный период, поэтому они называются четвертичными отложениями. Более древние породы залегающие под четвертичными, относят к коренным породам, по при выходе на поверхность они тоже становятся почвообразующими.

**Метаморфические** горные породы в земной коре составляют около 4 вес. % и развиты в основном в пределах гранитно-метаморфической оболочки. По видам метаморфизма, их принято делить на породы регионального, контактового и динамо-метаморфизма.

Метаморфические породы образуются в результате структурно-текстурных и минеральных, а иногда и химических преобразований ранее существовавших пород (осадочных, магматических и метаморфических) в связи с изменением физико-химических условий под воздействием разнообразных эндогенных процессов. Эти преобразования протекают с сохранением твердого состояния системы и приводят к частичному или полному приспособлению породы к новым условиям.

Метаморфические изменения заключаются в распаде первичных минералов, в молекулярной перегруппировке и образовании новых, более устойчивых минеральных ассоциаций, то есть сводятся к частичной или полной перекристаллизации пород с образованием новых текстур, структур и минералов.

Основными факторами метаморфизма являются температура, давление (литостатическое и одностороннее) и химически активные вещества — растворы и газы. Изменениям подвергаются породы любого состава и генезиса.

# ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

**1. Эндогенные.** Связаны с магматическими очагами, в основном приуроченными к базальтовому слою земной коры. Здесь господствуют высокие температуры и давление.

- магматизм
- тектонические движения
- вторичное преобразование вещества горных пород в условиях повышенных температуры и давления

**2. Экзогенные.** Протекают на поверхности земной коры, а также в атмосфере, гидросфере и биосфере под влиянием солнечной энергии, ветра, текучих и подземных вод, деятельности ледников и т.д.

- выветривание: химическое, биологическое и физическое
- денудация
- аккумуляция

**3. Метаморфические.** Происходят в гранитном слое земной коры и ниже – в твердой массе глубинных пород под влиянием давления и высоких температур, но не достаточных для перевода минеральной массы в расплавленное состояние

# ВОЗРАСТ ЗЕМЛИ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Последовательность геологических событий в истории развития земной коры в основном зафиксирована в различных по происхождению горных породах.

В геологии существует понятие относительного и абсолютного летоисчисления (геохронологии).

*Абсолютная* геохронология предполагает определение возраста горных пород и длительности процессов их образования в годах, тысячах, миллионах лет.

*Относительная* геохронология определяет возраст горных пород относительно друг друга, какие слои образовались раньше и являются более древними, какие позднее, являясь молодыми.

Среди существующих методов определения относительного возраста широко используются стратиграфический, литолого-петрографический и палеонтологический методы, применяемые как отдельно, так и в совокупности.

## Геохронологическая шкала

Эон	Эра	Период	Наало млн . н.
<b>Ф А Н Е Р О З О Й</b>	<b>Кайнозой (KZ)</b>	Четвертичный (антропогенный)	<b>2</b>
		Неоген	<b>25</b>
		Палеоген	<b>67</b>
	<b>Мезозой (MZ)</b>	Меловой	<b>137</b>
		Юрский	<b>195</b>
		Триас	<b>230</b>
	<b>Палеозой поздний (PZ<sub>2</sub>)</b>	Пермь	<b>285</b>
		Карбон	<b>350</b>
		Девон	<b>405</b>
	<b>Палеозой ранний (PZ<sub>1</sub>)</b>	Силур	<b>440</b>
		Ордовик	<b>500</b>
		Кембрий	<b>570(540)</b>
<b>Криптозой</b>	Протерозой (PR)	--	
	Архей (AR)		

# МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА (А.С. Монин, 1980 г.)

ЭОН (эпоха- тема)	ЭРА (эпoтeма)	ПЕРИОДЫ (системы) и их индексы	ЭПОХИ (отделы) и их индексы	ЦВЕТ на геологических картах	Шкала абсолютного времени, млн лет		ТИПИЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ							
					Начало и конец	Продолж-ть периода									
ФАНАЕРОЗОЙ (южная жизнь)	КАЙНОЗОЙСКАЯ (эра новой жизни) <i>KZ</i>	Четвертичный или антропогенный <i>Q</i> (четвертичная)	Голоцен <i>Q<sub>1</sub></i>	Светло-желтый	2	23	Расцвет растений, птиц, человека	АЛЬПИЙСКАЯ							
			Плейстоцен						Поздняя <i>Q<sub>2</sub></i>						
									Средняя <i>Q<sub>3</sub></i>						
		Неогеновый (неогеновая) <i>N</i>	Плиоцен <i>N<sub>2</sub></i>	Желтый					25-2	42	Млекопитающие, попелковые растения	100			
			Миоцен <i>N</i>												
			Палеогеновый (палеогеновая) <i>P</i>										Олигоцен <i>P<sub>2</sub></i>	Оранжевый	
	Эоцен <i>P<sub>1</sub></i>														
	Меловой (меловая) <i>K</i>	Юрский (юрская) <i>J</i>	Поздняя <i>K<sub>2</sub></i>	Зеленый	67-25	70	Голозояные моллюски и пресмыкающиеся	КИММЕРИЙСКАЯ							
			Ранняя <i>K<sub>1</sub></i>												
			Поздняя <i>J<sub>2</sub></i>						Синий						
	Средняя <i>J<sub>2</sub></i>														
	Триасовый (триасовая) <i>T</i>	Пермский (пермская) <i>P</i>	Ранняя <i>J<sub>1</sub></i>	Фиолетовый					137-67	35	Амфибии и споровые	210			
			Поздняя <i>T<sub>2</sub></i>												
			Средняя <i>T<sub>2</sub></i>												
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ (эра древней жизни) <i>PZ</i>	Девонский (девонская) <i>D</i>	Ранняя <i>T<sub>1</sub></i>	Желто- коричневый	230-195	55	Рыбы, плеченогие	400							
			Поздняя <i>P<sub>2</sub></i>												
			Ранняя <i>P<sub>1</sub></i>												
			Силурийский (силурийская) <i>S</i>	Каменноугольный или карбоновый (каменноугольная) <i>C</i>					Поздняя <i>C<sub>2</sub></i>	Серый	285-230	65	Первые беспозвоночные	КАЛЕДОНСКАЯ	
Средняя <i>C<sub>1</sub></i>															
Ранняя <i>C<sub>1</sub></i>															
Ордовикский (ордовикская) <i>O</i>	Средняя <i>D<sub>2</sub></i>	Поздняя <i>D<sub>2</sub></i>	Коричневый	350-205	55	Бактерии, водоросли	БАЙКАЛЬСКАЯ								
		Средняя <i>D<sub>1</sub></i>													
		Ранняя <i>D<sub>1</sub></i>													
Кембрийский (кембрийская) <i>E</i>	Силурийский (силурийская) <i>S</i>	Поздняя <i>S<sub>2</sub></i>	Серо-зеленый					405-350	35	Редкие остатки Примитивных (дождевых) форм - археозоиты	1000				
		Средняя <i>O<sub>2</sub></i>													
		Ранняя <i>O<sub>1</sub></i>													
Венд <i>V</i>	Ордовикский (ордовикская) <i>O</i>	Поздняя <i>O<sub>2</sub></i>	Оливковый	440-405	60										
		Средняя <i>O<sub>1</sub></i>													
		Ранняя <i>O<sub>1</sub></i>													
Поздний <i>PR<sub>2</sub></i>	Кембрийский (кембрийская) <i>E</i>	Поздняя <i>E<sub>2</sub></i>	Сине-зеленый					500-440	70						
		Средняя <i>E<sub>2</sub></i>													
		Ранняя <i>E<sub>1</sub></i>													
Рифей <i>R</i>	Венд <i>V</i>	Поздний <i>R<sub>2</sub></i>	Розовый	570-500	530										
		Средний <i>R<sub>2</sub></i>													
		Ранний <i>R<sub>1</sub></i>													
АРХЕЙСКАЯ (эра древнейшей жизни) <i>AR</i>	Поздний <i>PR<sub>2</sub></i>	Ранний <i>PR<sub>1</sub></i>	Коричнево- розовый					1100-570	600						
		Поздний <i>AR<sub>2</sub></i>													
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													
КАТАРХЕЙСКАЯ <i>KA</i>	Формирование земной коры	Ранний <i>AR<sub>2</sub></i>	Малыновый	1700-1100	300										
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													
КРИТОВОЙ скрытая жизнь, докембрий)	Формирование земной коры	Ранний <i>AR<sub>2</sub></i>	Малыновый									2000-1700	300		
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													
КРИТОВОЙ скрытая жизнь, докембрий)	Формирование земной коры	Ранний <i>AR<sub>2</sub></i>	Малыновый					2700-2000	300						
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													
КРИТОВОЙ скрытая жизнь, докембрий)	Формирование земной коры	Ранний <i>AR<sub>2</sub></i>	Малыновый	3500-2700	800										
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													
КРИТОВОЙ скрытая жизнь, докембрий)	Формирование земной коры	Ранний <i>AR<sub>2</sub></i>	Малыновый									4600-3500	1100		
		Ранний <i>AR<sub>1</sub></i>													

# ПРОЦЕССЫ ВНУТРЕННЕЙ ДИНАМИКИ (ЭНДОГЕННЫЕ)

## *1. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ*

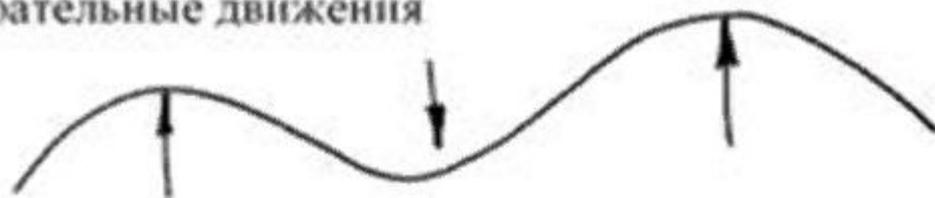
Под тектоническими движениями понимается перемещение вещества, отражающее развитие структуры земной коры и планеты в целом.

По характеру движения выделяют: вертикальные и горизонтальные, плавные и разрывные, направленные и колебательные, восходящие и нисходящие, интенсивные и слабые.

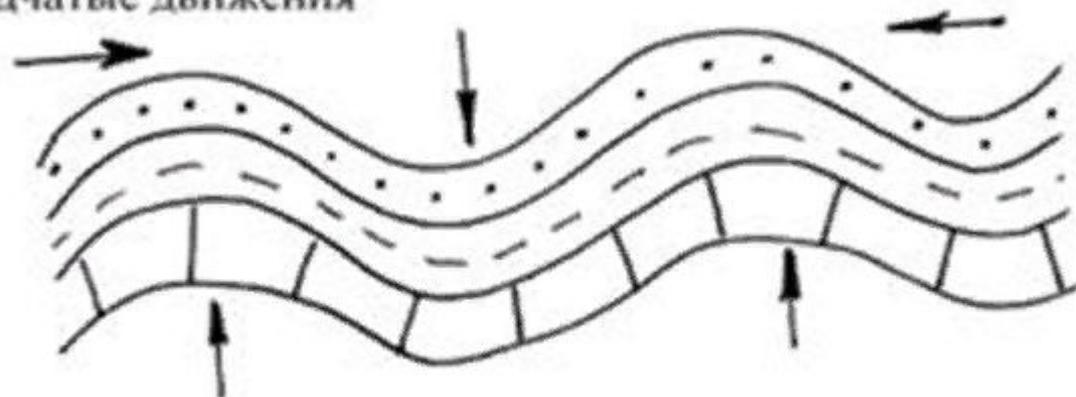
Различают следующие главнейшие тектонические движения земной коры:

- *колебательные;*
- *складчатые;*
- *разрывные.*

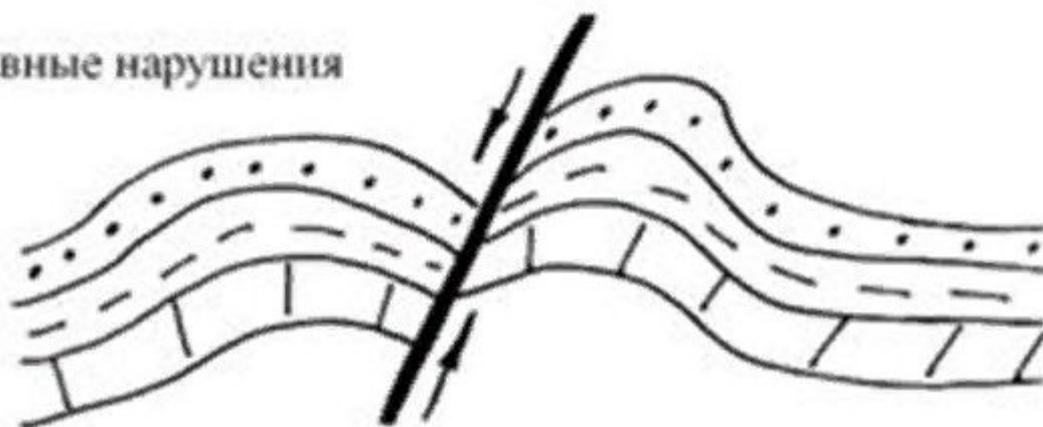
колебательные движения



складчатые движения



разрывные нарушения



***Колебательные*** тектонические движения проявляются в виде медленных неравномерных поднятий и опусканий отдельных участков земной коры. Тектонические движения происходят непрерывно и повсеместно. На земной поверхности нет тектонически неподвижных участков земной коры – одни поднимаются, другие опускаются. По времени их проявления колебательные движения подразделяются на современные (последние 5-7 тыс. лет), новейшие (неоген и четвертичный период) и движения прошлых геологических периодов.

Геологическое значение колебательных движений огромно. Они определяют условия осадконакопления, положение границ между сушей и морем, обмеление или усиление размывающей деятельности рек. Колебательные движения, происходившие в новейшее время (неоген-четвертичный период), оказали решающее влияние на формирование современного рельефа Земли.

*Складчатые* тектонические движения. В геосинклинальных областях тектонические движения могут существенно нарушать первоначальную форму залегания горных пород. Нарушение форм первичного залегания горных пород, вызванные тектоническим движением земной коры, называют дислокациями. Их подразделяют на складчатые и разрывные.

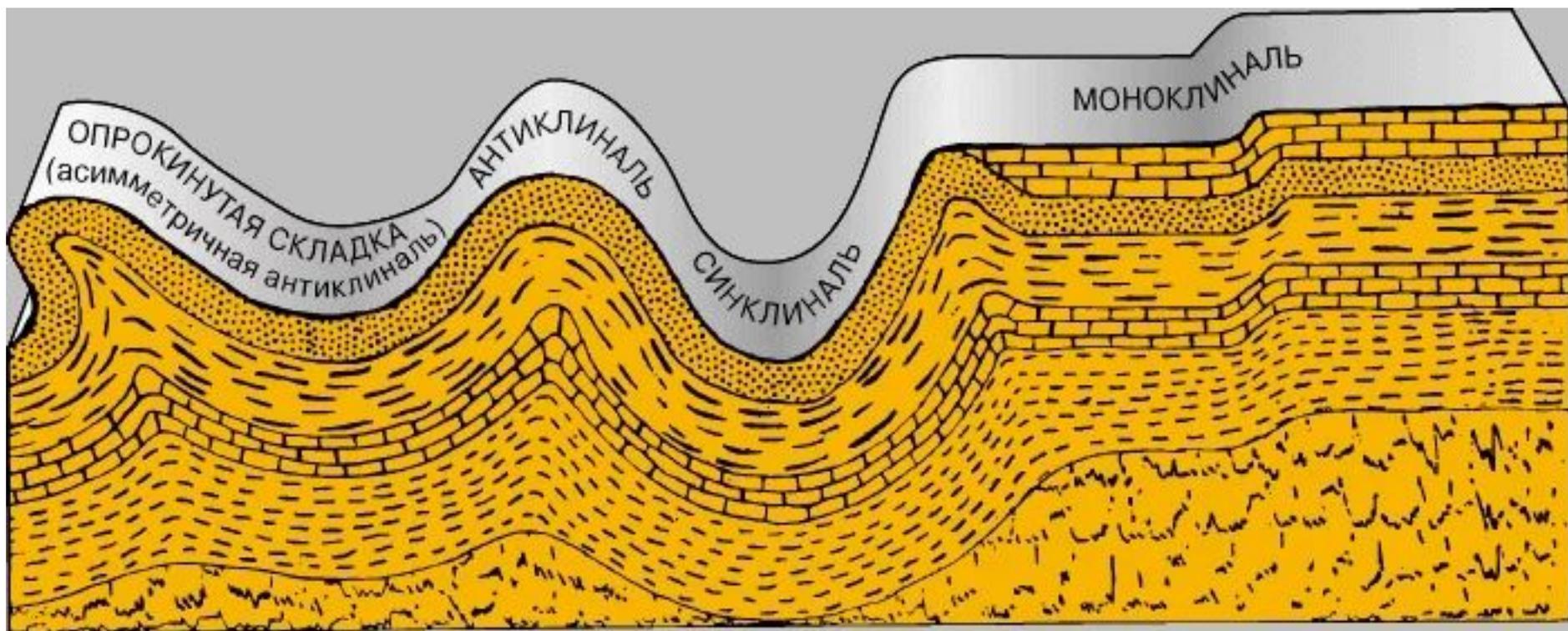
*Складчатые дислокации* могут быть в форме вытянутых линейных складок или выражаться в общем наклоне слоев в одну сторону.

Антиклиналь – вытянутая линейная складка, обращенная выпуклостью вверх. В ядре (центре) антиклинали залегают более древние слои, на крыльях складки более молодые.

Синклинали – складка, аналогичная антиклинали, но направленная выпуклостью вниз. В ядре синклинали залегают более молодые слои, чем на крыльях.

Моноклинали – представляет собой толщу слоев горных пород, наклоненных в одну сторону под одинаковым углом.

Флексура – коленообразная складка со ступенчатым изгибом слоев.



**Разрывные тектонические движения.** Приводят к нарушению сплошности горных пород и разрыву их по какой-либо поверхности. Разрывы в горных породах возникают в тех случаях, когда напряжения в земной коре превышают предел прочности горных пород.

К разрывным дислокациям относят сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги, грабены и горсты.

*Сброс* – образуется в результате опускания одной части толщи относительно другой.

Взброс – образуется при поднятии одной части толщи относительно другой.

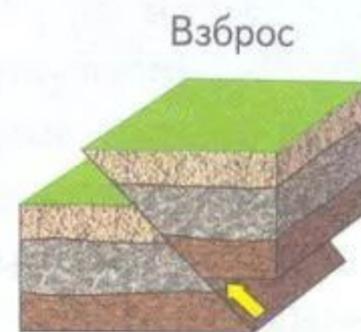
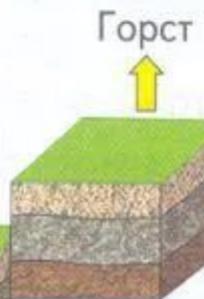
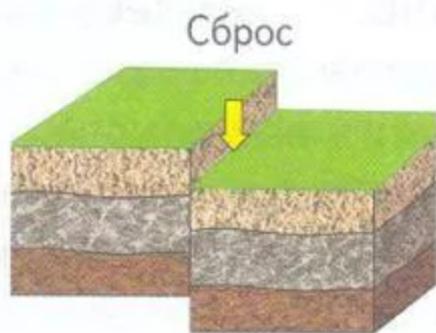
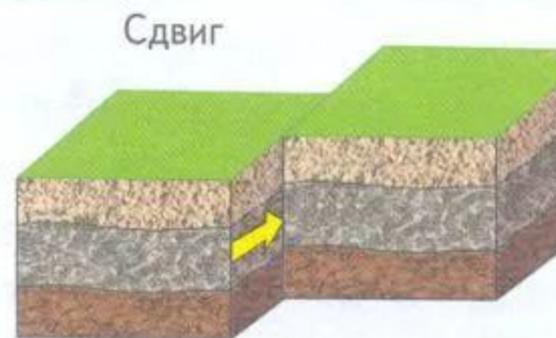
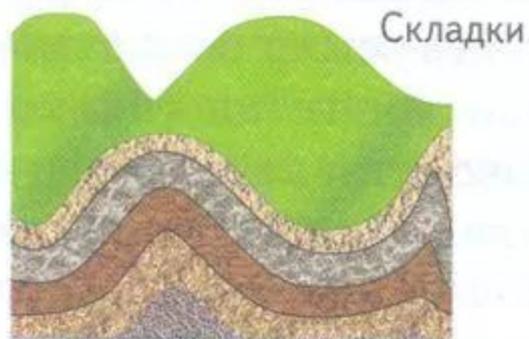
Надвиг – смещение блоков горных пород по наклонной поверхности разлома.

Сдвиг – смещение блоков горных пород в горизонтальном направлении.

Грабен – участок земной коры, ограниченный тектоническими разрывами (сбросами) и опущенный по ним относительно смежных участков. Примером крупных грабенов могут служить впадина озера Байкал и долина р. Рейн.

Горст – приподнятый участок земной коры, ограниченный сбросами или взбросами.

# Складки и разломы



## 2. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

**Землетрясение** – подземные толчки и колебания земной поверхности.

Это одно из сложных геологических явлений, приносящее неисчислимые беды человечеству на протяжении всей истории его существования. Они стирают с лица Земли здания и сооружения, прерывая жизнь тысяч людей.

При анализе землетрясения используются такие понятия, как *очаг* землетрясения, *гипоцентр*, *эпицентр*, *изосейста* и некоторые другие. *Очаг* землетрясения — это объем горных пород в недрах, подвергшихся мгновенному разрушению. *Гипоцентр* — центральная часть этого объема, *эпицентр* — его проекция на земную поверхность и, наконец, *изосейста* — линия равных сотрясений.

По глубине расположения очага землетрясения подразделяются на *мелкофокусные* ~ 0-70 км, *среднефокусные* — 70-300 км и *глубокофокусные* — 300-700 км

## Разлом

Нарушение сплошности горных пород

## Эпицентр

Точка на поверхности земли, непосредственно над очагом землетрясения

## Очаг

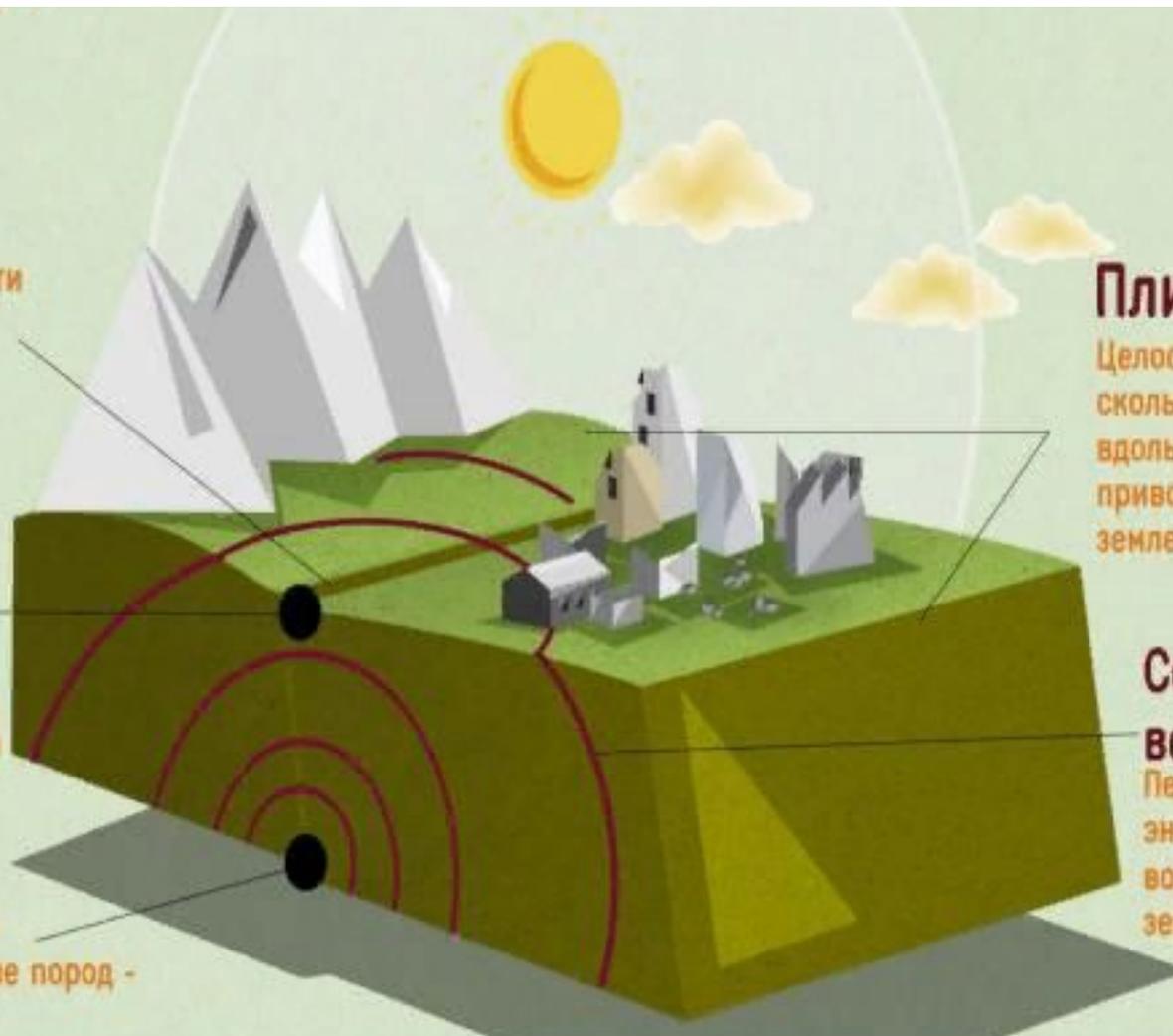
Точка, где начинается разрыв и перемещение пород - очаг землетрясения

## Плиты

Целостные блоки, скольжение которых вдоль разлома приводит к землетрясениям

## Сейсмические волны

Перемещают энергию, возникшую при землетрясениях



# Причины землетрясений



Two white arrows originate from the main title 'Причины землетрясений'. The left arrow points to the 'Природные' (Natural) category, and the right arrow points to the 'Техногенные' (Technogenic) category.

## Природные

1. Смещение горных пород.
2. Движение литосферных плит.
3. Вызваны обвалами и большими оползнями.
4. Вулканические землетрясения.

## Техногенные

1. В районах затопления при строительстве крупных водохранилищ.
  2. При добыче нефти и газа.
  3. При выемке больших количеств породы из шахт, карьеров, при строительстве крупных городов из привозных материалов.
- 

# Последствия землетрясений

- Опасные геологические явления.
- Цунами, наводнения.
- Пожары.
- Паника.
- Травмирование и гибель людей.
- Повреждение и разрушение зданий.
- Выбросы радиоактивных, аварийно химически опасных и других вредных веществ.
- Транспортные аварии и катастрофы.
- Нарушение функционирования систем жизнеобеспечения.



### 3. МАГМАТИЗМ

Под **магматизмом** понимают совокупность эндогенных процессов, движущей силой которых являются магма и ее производные.

*Магма* — расплавленная огненно-жидкая силикатная масса, возникающая внутри земной коры или верхней мантии и образующая при застывании *магматические горные породы*. Магма, изливающаяся на земную поверхность, называется *лавой*.

Магмы разных типов имеют различные *физические свойства*:

*Температура* силикатных магм в момент зарождения варьируется от 1800-1600 до 600-500 °С.

*Плотность* жидких магм равна 2,2-3 г/см<sup>3</sup> и примерно на 10 % ниже плотности твердых пород соответствующего состава.

*Вязкость* магм определяет их подвижность (текучесть).

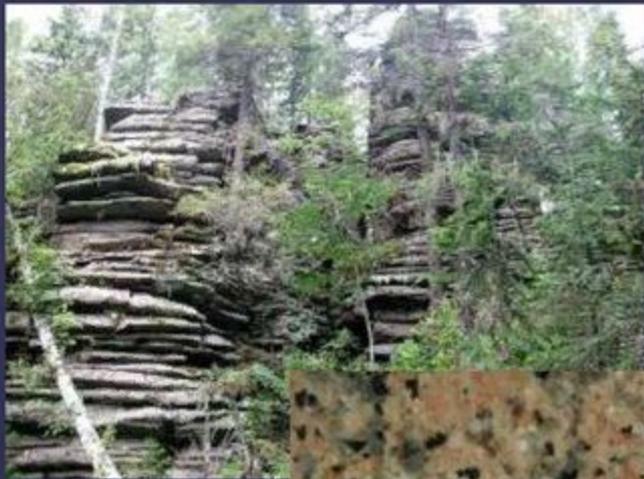
Существует несколько механизмов *зарождения магм*:

1. *нагревание* выше температуры плавления глубинного вещества,
2. *адиабатический подъем* нагретого вещества,
3. *дегидратация* гидроксилсодержащих минералов.

# Магматизм



интрузивный



эффузивный



## Эффузивный магматизм (вулканизм)

Под **вулканизмом** понимают совокупность процессов и явлений, связанных с перемещением магмы и сопутствующих ей газовой-водных компонентов из коры и мантии на поверхность Земли.

В результате формируются *вулканы* – геологические тела и формы рельефа, сложенные вулканическими горными породами и располагающиеся над подводным каналом, по которому поднимается магматический расплав.

По времени проявления вулканических процессов среди вулканов выделяют:

*действующие*, извержения которых происходят в настоящее время или происходили в течение исторического времени (3500 лет),

*потенциально действующие* (или *уснувшие*), извергавшиеся 3500-13 500 лет тому назад, активность которых может возобновиться,

*потухшие*, сохранившие свою форму, но не проявлявшие никаких признаков активности в течение голоцена.

В настоящее время насчитывается 947 действующих и 1343 уснувших вулкана.

В зависимости от размера обломочного материала выделяют:

*вулканические глыбы* – обломки угловатой формы (более 50 мм),

*вулканические бомбы* – обломки цилиндрической, шарообразной, веретенообразной, грушевидной формы того же размера;

*лапилли* — обломки размером 10-50 мм,

*вулканический песок*, или *грубый пепел* (0,1-2 мм),

*вулканическую пыль*, или *тонкий пепел* (менее 0,1 мм).

# СТРОЕНИЕ ВУЛКАНА

**Кратер** – вершина вулкана. Диаметр бывает от нескольких десятков метров, до двух и более километров.

**Жерло** – идет вглубь от кратера, по нему поднимается магма.

**Очаг вулкана** – расположен в глубине земли.

**Лава** – излившаяся на поверхность магма.

Температура 750 – 1250°C.  
Скорость течения 300 – 500 метров в час.



**Лавы и продукты их отвердевания.** Общей особенностью лав является их способность растекаться от кратера со скоростью от нескольких до 40-60 км/час на расстояния в сотни метров — несколько километров.

Среди лав наземных вулканических извержений выделяют *текучие* (волнистые) и *глыбовые лавы*.

К *текучим* относятся горячие, относительно жидкие и сильно дегазированные лавы, потоки которых обладают волнообразной поверхностью. При их движении на поверхности образуется вязкая стекловатая, гладкая пленка, которую движущаяся лава тащит за собой и легко скручивает в складки.

К *глыбовым* относят потоки вязкой лавы, разорванные на отдельные части (обломки). Глыбовая лава образуется при быстром остывании компактной или слабо пористой толстой корки потока, распадающейся на глыбы и более мелкие обломки под действием движущейся еще раскаленной лавы, находящейся под ней.

В результате отвердевания лав образуются эффузивные горные породы

## Интрузивный магматизм (плутонизм)

Под *интрузивным магматизмом* понимают процессы внедрения магматического расплава и последующей кристаллизации его на различных глубинах земной коры с образованием *магматических тел*.

По глубине кристаллизации магматического расплава интрузивы разделяют на *абиссальные* (или *глубинные*), сформированные на глубинах, достигающих нескольких километров и глубже, и *полуглубинные* (или *гипабиссальные*), кристаллизация которых происходит на относительно небольшой глубине.

Для абиссальных пород характерны полнокристаллические, разномзернистые структуры. Быстрая кристаллизация гипабиссальных тел приводит к образованию в слагающих их интрузивных породах мелко- и микромзернистых, порфировидных и порфировых структур.

Уменьшение объема интрузивных тел, происходящее при охлаждении магматического расплава, приводит к многочисленным трещинам охлаждения, разбивающих породы на блоки, более или менее выдержанные по размеру и форме, называемых *отдельностью*.

Формы магматических абиссальных интрузий различны; наиболее характерны следующие:

*Батолиты* (греч. глубокие) – огромные магматические тела, часто неправильной формы. Сложены они обычно гранитами, гранодиоритами

*Штоки* представляют собой интрузивные тела площадью до 100 км<sup>2</sup>, изометрической в плане формы, обычно вытянутые в вертикальном направлении.

*Этмолит* - неправильной формы тело, расширяющееся кверху наподобие огромной воронки, сложено, обычно, кислыми породами.

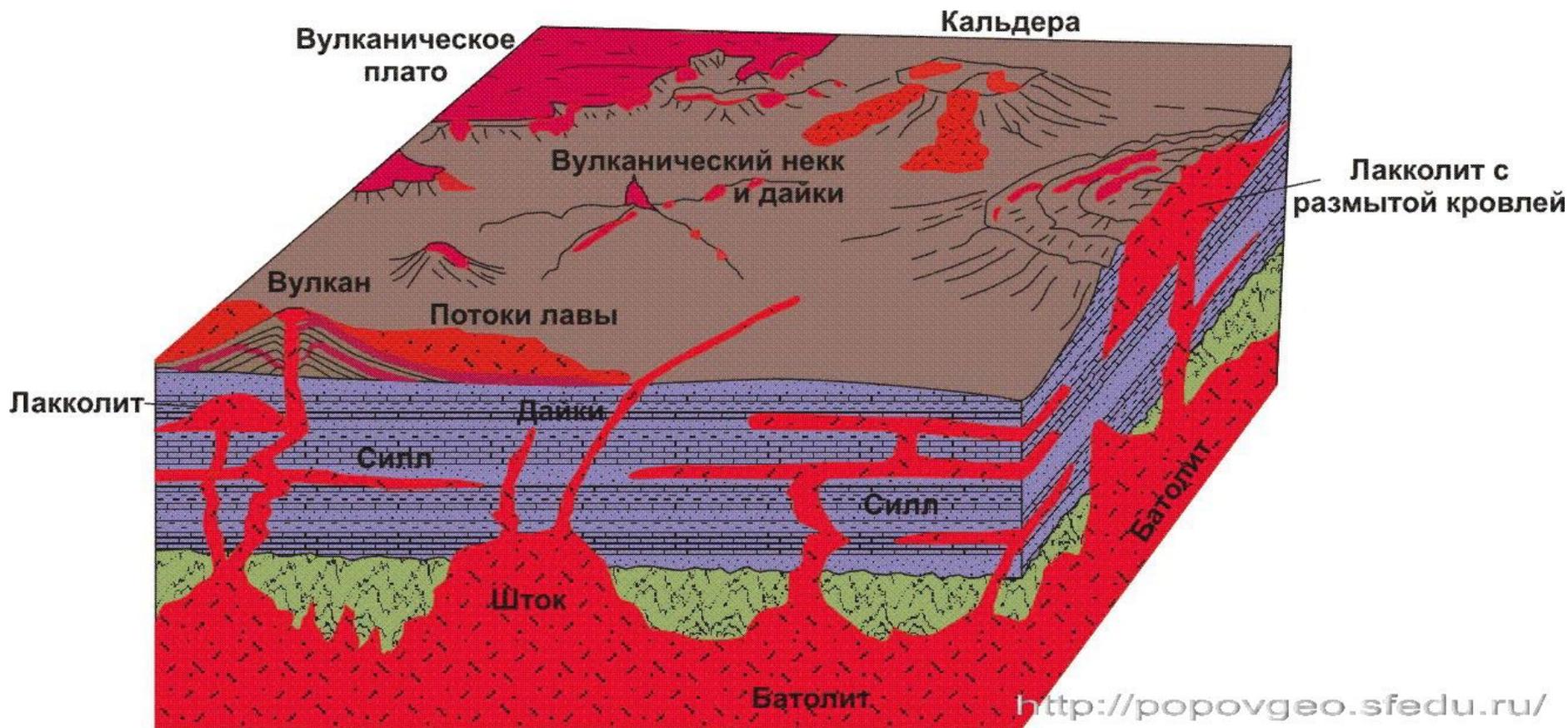
Тела, образующиеся на меньших глубинах:

*Дайки* – крутопадающие секущие плитообразные тела,

*Лакколиты* – относительно небольшие (100-200 м до нескольких км в поперечнике) магматические тела караваяобразной формы.

*Силлы* – это пластовые залежи, они бывают часто большими по протяжению и располагаются в несколько ярусов, иногда связанных друг с другом перемычками. Образуются они при внедрении магмы в межпластовые пространства горизонтально или наклоннолежащих пластов. Силлы слагаются чаще породами основного или среднего состава.

*Некк* – это интрузивные тела, являющиеся частью эруптивного аппарата вулкана. Они находятся в вулканических жерлах и могут иметь различную форму от трубообразной до более сложной.



# КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

**Кора выветривания** - это специфический продукт физического и химического процессов гипергенеза.

**Гипергенез** – это совокупность процессов физико-химической трансформации горных пород в верхних частях земной коры и на ее поверхности, протекающих под воздействием атмосферно-климатических факторов на протяжении всей геологической истории планеты.

Формирование коры выветривания проходит в несколько стадий:

- 1) стадия обломочной коры выветривания - продукты грубого механического разрушения;
- 2) стадия насыщенной сиаллитной коры выветривания, когда из пород удалены преимущественно соединения хлора и серы (реакция среды щелочная или нейтральная);
- 3) стадия остаточной кислой сиаллитной коры выветривания (сиаллитное или каолиновое выветривание), когда выщелачивание силикатов ведет к образованию остаточных глин типа каолинитовых;
- 4) стадия аллитная (аллитное выветривание), характеризующаяся накоплением полуторных окислов и остаточного кремнезема - кварца.

Коры выветривания **по времени своего образования** делятся на *современные и древние*.

*К современным* относится почва - представляет собой продукт биохимического процесса, в котором ведущую роль играют продукты биохимических реакций остатков растительности.

*Древние* коры выветривания формировались на разных геологических этапах развития земной коры, и их возраст достигает млн. и млрд. лет.

**По форме и условиям залегания** коры выветривания делятся на площадные и линейные.

*Площадная* кора развита на обширных поднятых простых континентов, на водоразделах, и она чехлов покрывает материнские породы, за счет которых она образовалась.

- пластообразная по форме
- зональная по строению
- по площади может быть до 100 км.
- по мощности до 60км.

*Линейная* кора выветривания формируется вдоль систем трещин и разломов или на контактах разных по составу горные породы.

-жилообразная по форме, такие коры протягиваются, иногда на десятки или сотни км, а на глубину до 200м.

## **Типы кор выветривания**

1. Кора латеритного типа развивается по ультраосновным, кислым и щелочным породам в условиях жаркого и влажного климата. Латериты характеризуются накоплением на месте выветрелых пород отложений обогащенных окислами и гидроокислами Fe, Al и глинистыми минералами: лимонит, гематит, диаспор, бемит и каолинит.

2. Кора силикатно-никелевого типа развивается при выветривании массивов ультраосновных пород, чаще предварительно серпентинизированных. Среди минералов в этом случае широко распространены силикаты, гидроокислы Fe, халцедон, кварц, магнезит, доломит, кальцит.

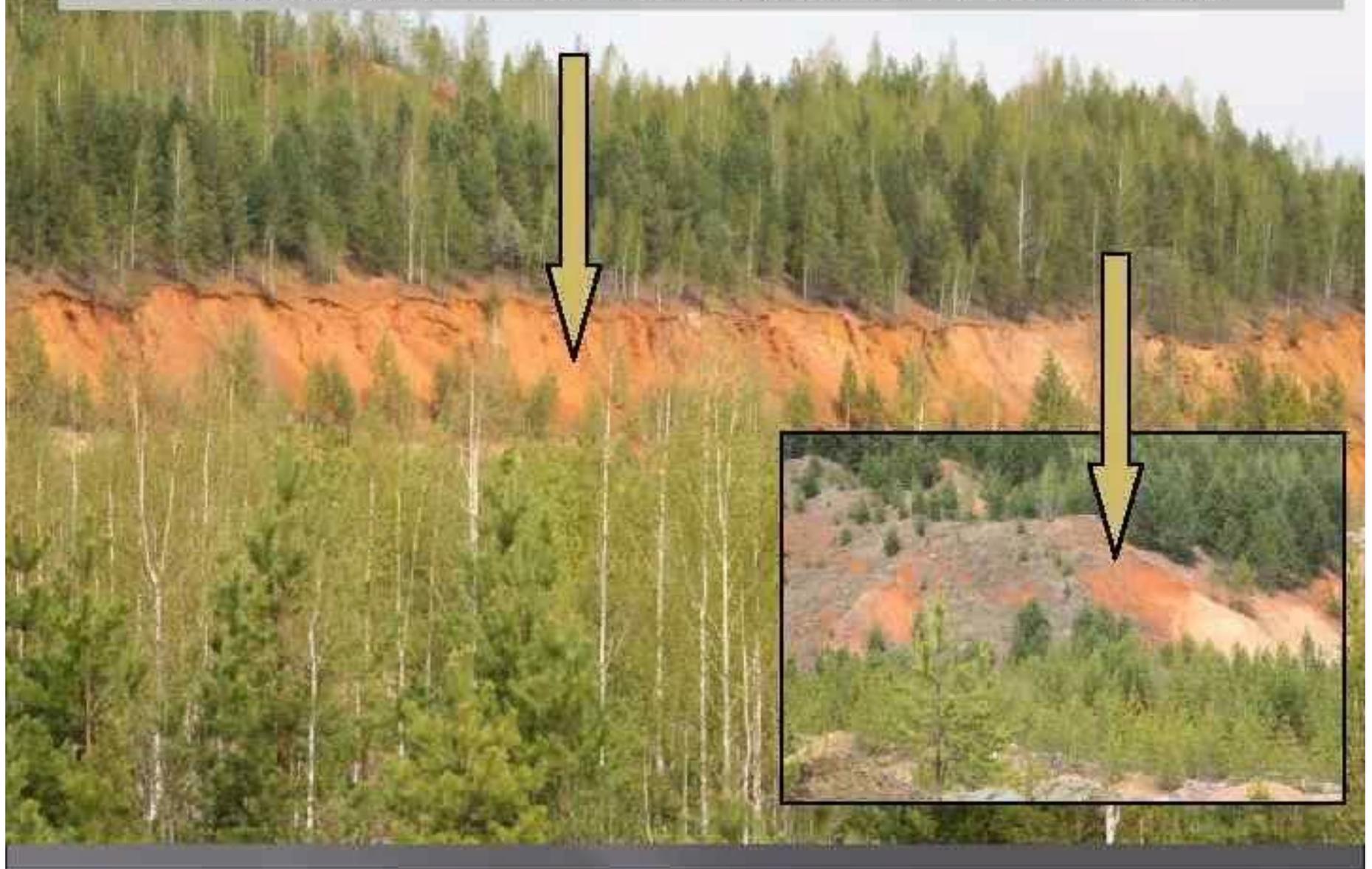
3. Кора Mn типа развивается в условиях жаркого, богатого влагой климата по осадочным отложениям карбоната Mn – родохрозита. Мощность ее достигает в несколько десятков метров, представлена чистейшим пиролюзитом (источник Mn и материал для производства электрических аккумуляторов).

4. Кора железистого типа развивается по сидериту и представлена гидроокислами Fe мощностью в десятки метров и может иметь промышленное значение .

5. Кора глинисто-каолинитового типа развивается по кислым интрузивным и метаморфическим породам (гранитам, гнейсам) в условиях умеренного климата она состоит в основном из кварца и каолинита и гидрослюда, типоморфный минерал - каолинит, мощность местами до 100 м и более.

6. Гипсовые шляпы развиваются при выветривании соляных залежей. В этом случае легкорастворимые соли (хлориды и сульфаты Na, K, Mg) вымываются, тогда как гипс, ангидрит остаются на месте. Иногда вместе с ними накапливаются бораты.

# КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ ПО УЛЬТРАОСНОВНЫМ МАГМАТИЧЕСКИМ ПОРОДАМ. СРЕДНИЙ УРАЛ



# Карстовые формы рельефа на карбонатной коре выветривания



# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТЕКУЧИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Водные потоки осуществляют огромную геологическую деятельность на поверхности суши. Реками в моря и океаны ежегодно выносятся наносов на порядок больше, чем, например, ледниками и ветром. Вода на поверхности Земли стремится к уровню Мирового океана. Это движение воды называется поверхностным стоком. К поверхностным текучим водам относят все стекающие по земной поверхности воды: от дождевых струй до мощных речных потоков.

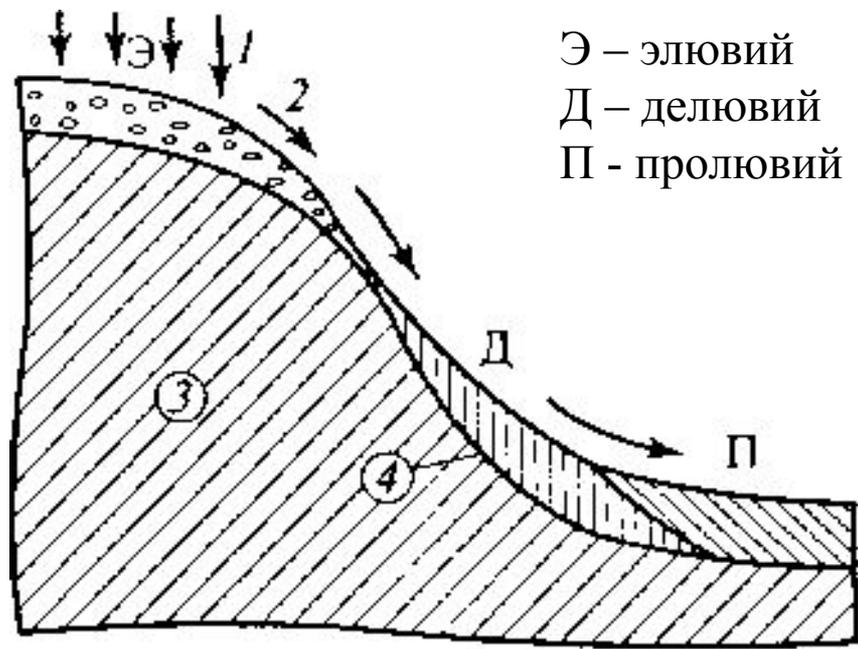
Геологическая деятельность поверхностных текучих вод может быть подразделена на три основных вида:

1. плоскостной смыв,
2. оврагообразование
3. речную эрозию.

## 1. Плоскостной склоновый смыв

Геологическая деятельность вод *временного безруслового стока* (дождевых и талых снеговых) называется *делювиальным процессом*, или *плоскостным склоновым смывом*.

Периодическое выпадение осадков и таяние снега приводят к образованию временных потоков на склонах возвышенностей. Вода стекает по поверхности склонов, производя эрозионную деятельность. Этот процесс вместе с ударами дождевых капель перемещает вниз по склонам большой объем поверхностного слоя. Наиболее интенсивно процесс протекает на лишенных растительности склонах. Перенесенный и накопленный у подножий возвышенностей материал называется *делювиум*. Мощность делювиальных отложений обычно составляет несколько метров, но может достигать 10-15 м. Делювиальный процесс ведет к выполаживанию склонов.



## 2. Оврагообразование

Овраг – крутосклонная долина, часто сильно разветвленная, образованная временными водными потоками. Геологический процесс, обуславливающий их развитие, называют оврагообразованием.

Стадии развития оврага: эрозионная борозда – рытвина – промоина – овраг.

Начало оврага называется истоком или верховьем, место впадения оврага в более глубокое понижение – устьем, боковые ответвления – отвертками.

Овраги затрудняют строительное освоение территории. Расчлняя местность, они представляют большую угрозу для населенных пунктов, дорожных и других инженерных сооружений.

Основные условия развития оврагов: 1) наличие легкоразмываемых пород (супеси, суглинки, особенно лессовые, пылеватые пески, глины, меловые отложения и др.); 2) ливневые осадки, быстрое весеннее снеготаяние, неорганизованный сброс техногенных и поливных вод; 3) крутизна склонов более 4-8°.



### 3. Геологическая деятельность рек

Реки — это непрерывно действующие русловые водотоки, собирающие атмосферные осадки и подземные воды с обширных территорий, называемых водосборными бассейнами. Около 68 % суши планеты дренируется реками, которые стекают в океаны и моря.

Место, где река начинается, называется *истоком*. Впадая в другую реку, озеро или море, река образует *устье*.

В течение года в реках чередуются периоды высокого (*паводок, половодье*) и низкого (*межень*) стояния воды.

**Эрозионно-аккумулятивная деятельность** . Эрозия реки включает в себя механическое разрушение, гидравлическое действие и растворение. В эрозионной работе водотоков различают *глубинную (донную)* и *боковую эрозии*. Глубинная эрозия направлена на углубление, а боковая — на подмыв берегов и расширение долины реки.

Эрозионная деятельность водотока ограничивается *базисом эрозии*, ниже которого река не может углублять свое русло. *Главным (планетарным) базисом эрозии* является уровень Мирового океана. Существуют также *местные (временные) базисы эрозии* (например, место слияния с главной рекой, озеро, в которое впадает река, или выступ прочных пород на дне русла).

Реки переносят продукты разрушения горных пород различными способами: волочением по дну, во взвешенном состоянии, а растворимые соединения — в растворе.

Отложения водных потоков, как постоянных, так и временных, которые текут в долинах в руслах с четко выраженными берегами, называются аллювиальными, или *аллювием* (от лат. *alluvio* — нанос, намыв).

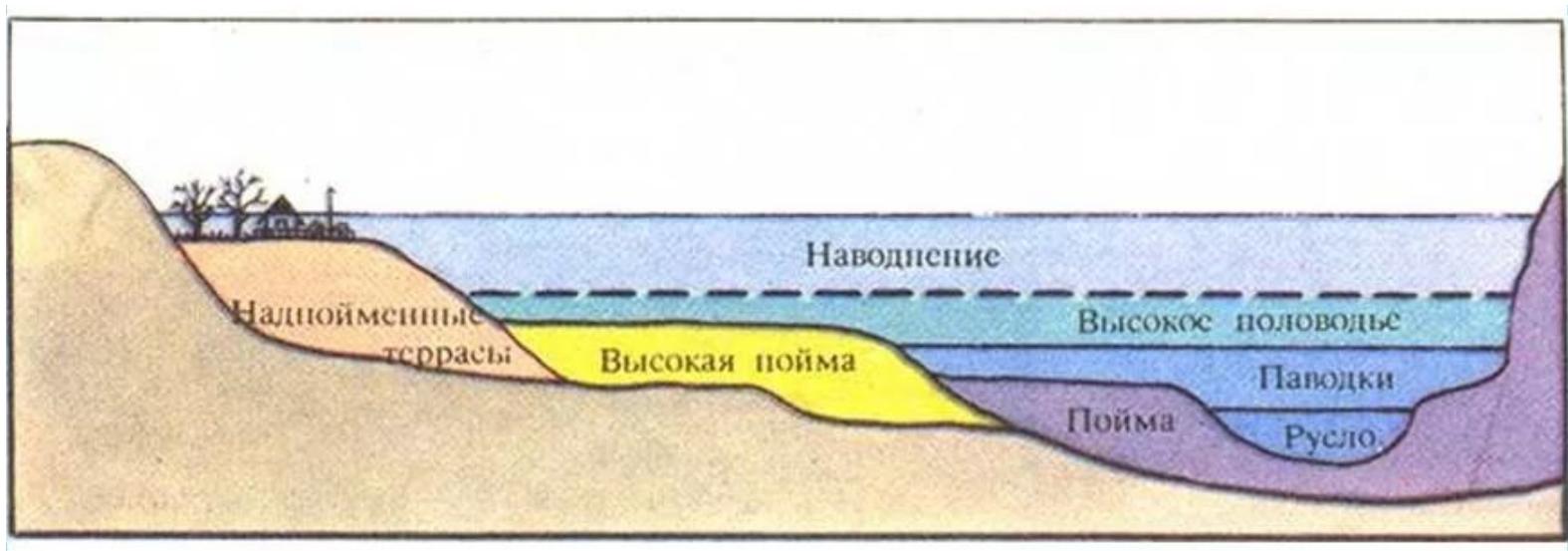
## Строение речных долин

В процессе своей деятельности русловые водные потоки формируют речные долины. Речные долины объединяются в системы, в которых присутствуют главная река и ее притоки, притоки ее притоков и т. д. Вся территория, с которой стекает вода к главной реке и ее притокам, называется *водосборным бассейном*. Речные системы отделяются друг от друга *водоразделами*.



Руслом называют наиболее глубокую часть речной долины, в которой протекает река в межень.

Поймой называют часть дна долины, приподнятую над меженным уровнем воды в реке и затопляемую в половодье. Пойма является продуктом деятельности самой реки.

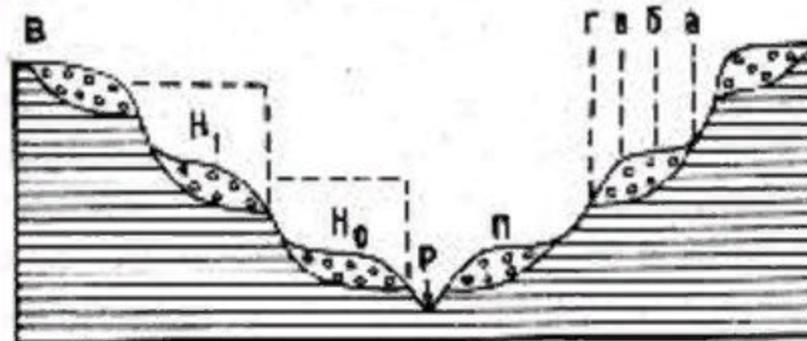
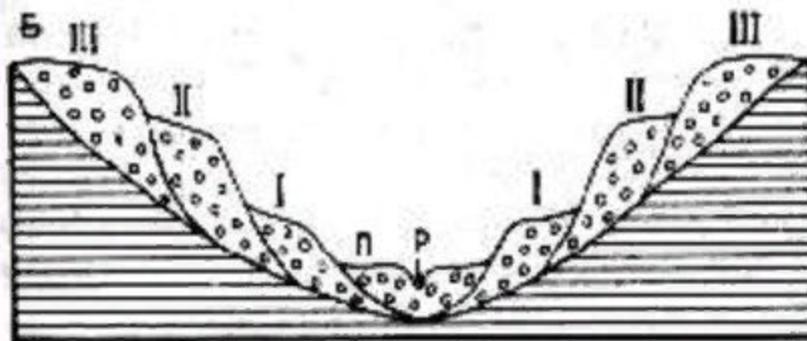
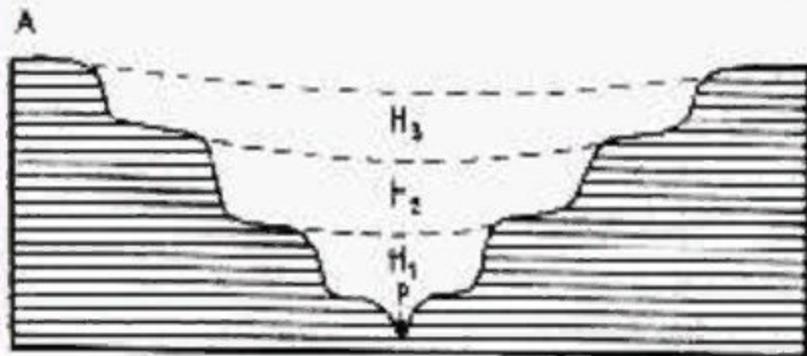


Речные террасы, сформированные рекой, представляют собой остатки прежних пойм. В течение эрозионно-аккумулятивного цикла образуются врез, заполненный осадками, и поверхность поймы. В процессе нового эрозионного цикла, начинающегося со стадии врезания, пойма постепенно превращается в террасу. Ее поверхность располагается вне зоны действия руслового потока. На ней накапливаются отложения неаллювиального генезиса — пролювий, коллювий, лёссы и др.

По соотношению мощности аллювия и подстилающих его пород различают три типа террас: аккумулятивные (террасы накопления), эрозионные (террасы размыва) и эрозионно-аккумулятивные (смешанные, или цокольные).

Самая высокая терраса является наиболее древней, а низкая – самой молодой. Нумеруются террасы снизу, от более молодой.

# Типы речных террас



А - эрозионные, или скульптурные;

Б - аккумулятивные;

В - цокольные;

Р - русло; П - пойма, I, II, III- надпойменные террасы; H1, H2, H3 - эрозионные циклы.

Элементы террасы:

а - тыловой шов;

б - террасовидная площадка;

в - бровка террасы;

г - уступ террасы;

1- аллювий;

## *Формирование аллювия*

Аллювий образуется в результате переноса обломочного материала русловыми водными потоками и потому связан в своем распространении с днищами современных и древних долин. Аллювий выстилает русла потоков, слагает пойму и террасы рек.

В составе аллювия равнинных рек преобладают пески, но также характерны галечники, супеси, суглинки, глины, торф. Различают русловую, пойменную и старинную фации аллювия.

*Русловая* фация представлена галечно-песчаным материалом. Русловой аллювий формируется во время паводка в русле реки.

*Пойменный* аллювий формируется при паводке в обстановке резкого спада скорости течения воды. Состоит он главным образом из пылеватых, алевритовых и глинистых частиц всегда с примесью песка и даже дресвы.

*Старинный* аллювий образуется в старицах - бывших участках русла, покинутых рекой и превращенных в замкнутые водоемы. Здесь образуются темно-серые илистые отложения с параллельной слоистостью, характерно обилие органического вещества, иногда торфа.

## Селевые потоки

Сели – это внезапные кратковременные горные потоки, состоящие из смеси твердого материала и воды.

Сели возникают в результате обильных и продолжительных ливней, в период бурного таяния снегов и ледников, а также при прорыве плотин, запруд и т. д.

Характерные особенности селей: внезапность и кратковременность действия, пульсирующий характер движения, очень большая скорость движения (до 10 м/с), высокая эродирующая и ударно-разрушительная способность, обусловленная наличием твердого материала.

В зоне действия селей существует постоянная угроза разрушения мостов, плотин, трубопроводов, зданий и сооружений в населенных пунктах, завала грязекаменной массой многолетних насаждений, посевов и т. д. Районы, подверженные селям, называют селеопасными.

Основными условиями развития селевых потоков являются:

- 1) большая площадь водосборного бассейна горной реки;
- 2) накопление на водосборной площади и в руслах водотоков достаточного количества рыхлых продуктов выветривания;
- 3) продолжительные обильные дожди после засушливого периода или бурное снеготаяние; реже — прорыв вод из естественных или искусственных водоемов (моренных озер, водохранилищ и др.).



# ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ. ТИПЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

К подземным водам относятся все воды, находящиеся в почвах и горных породах ниже поверхности Земли, которые являются частью водной оболочки Земли - гидросферы, тесно связаны с различными водохранилищами (реками, озерами, морями и океанами) и водами атмосферы. Подземные воды участвуют в общем круговороте воды в природе.

## Классификации подземных вод:

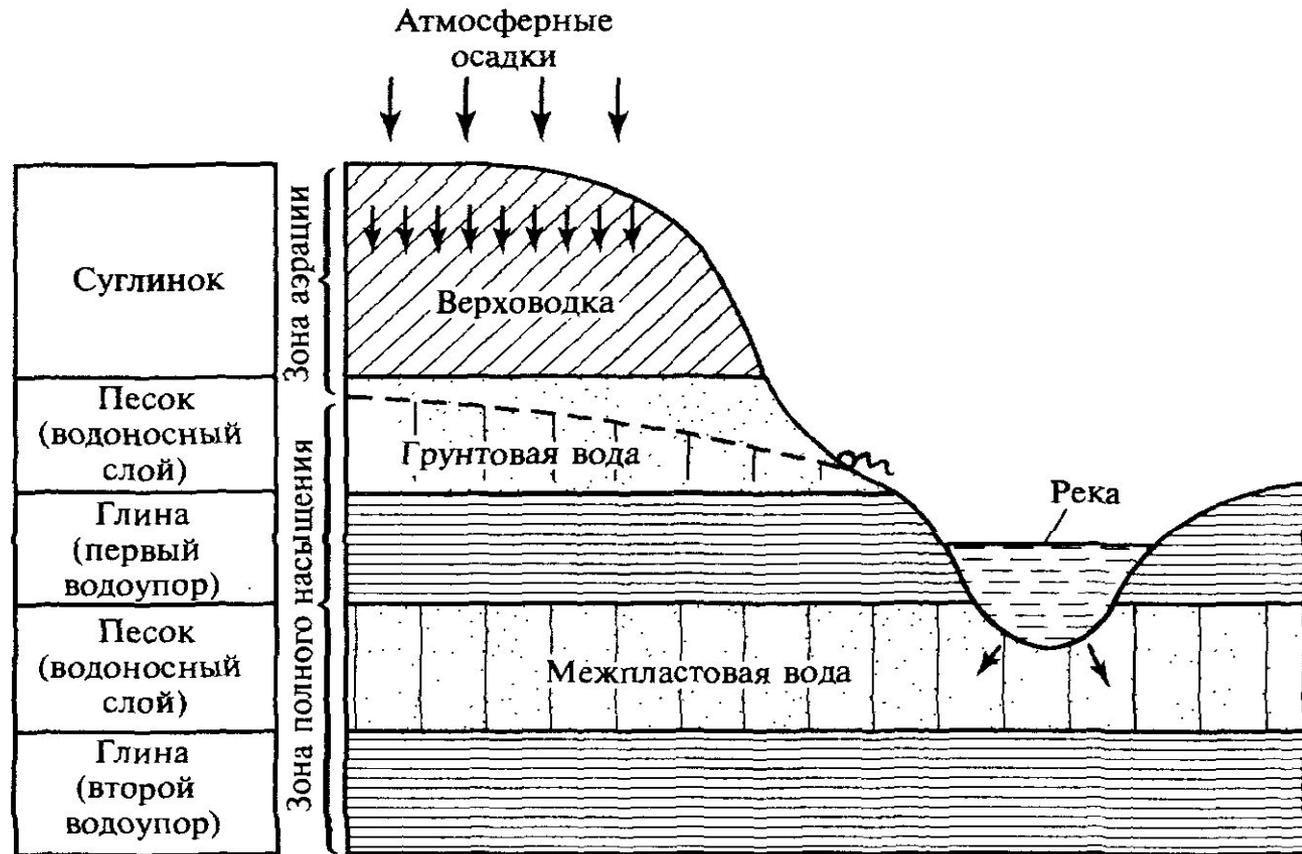
- 1) по условиям движения.
- 2) по температуре (холодные до +20 °С, теплые от 20 до 40 °С, горячие - свыше 40 °С);
- 3) по гидравлическому признаку - напорные и безнапорные.
- 4) по происхождению: типы подземных вод:
  - Инфильтрационные подземные воды*
  - Конденсационные подземные воды.*
  - Седиментогенные подземные воды* (лат. «седиментум» — осадок)
  - Ювенильные подземные воды* (лат. «ювенилис» - юный).

5) по условиям залегания подземные воды верхней зоны земной коры подразделяются на три типа:

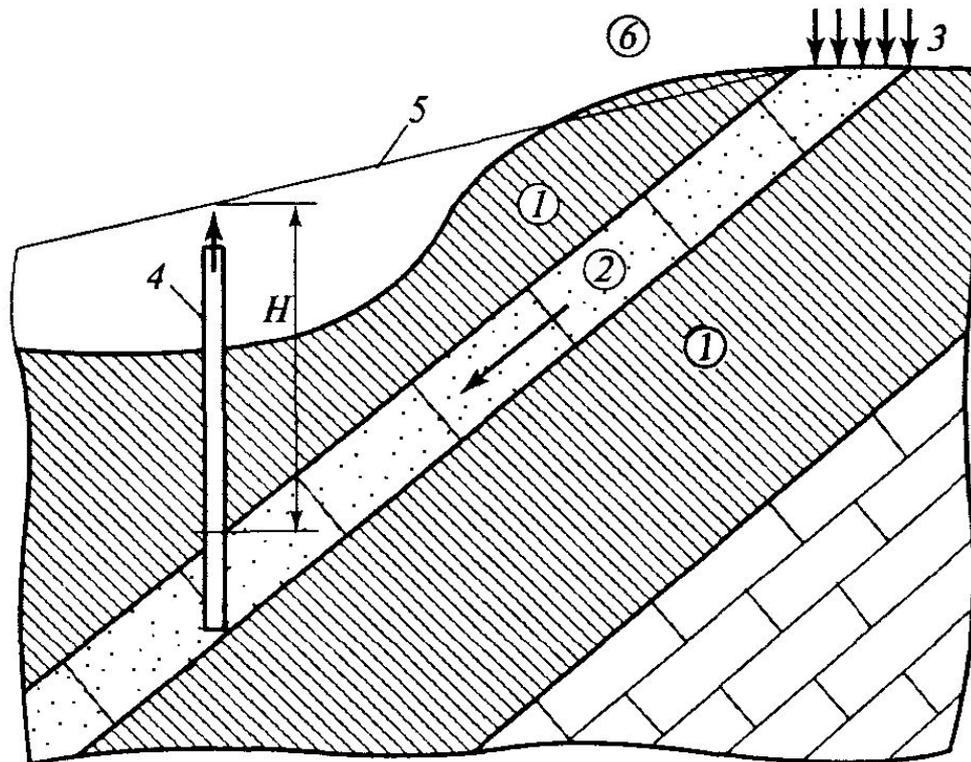
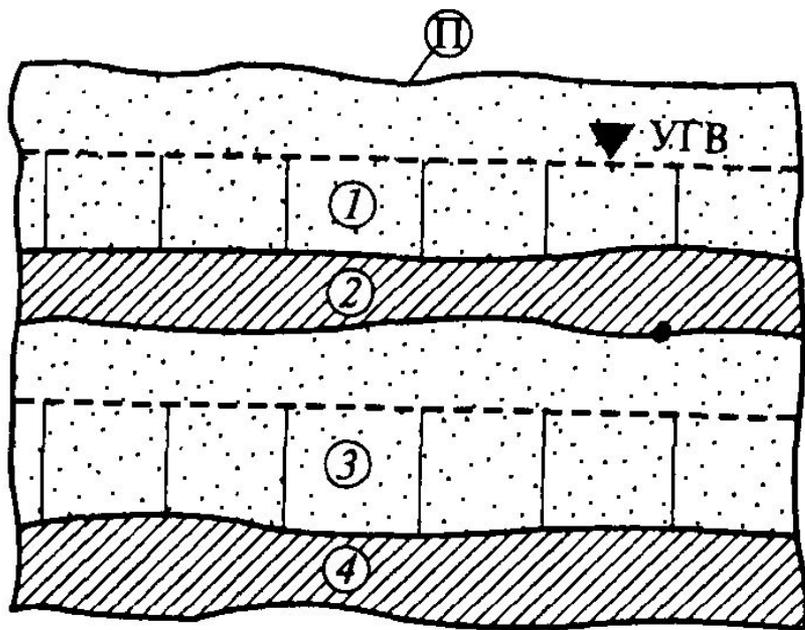
*Верховодка*

*Грунтовые воды*

*Межпластовые воды.*



**Классификация подземных вод по условиям в земной коре**



Межпластовая ненапорная вода:

1. Грунтовая вода,
2. Первый водоупор,
3. Межпластовая вода,
4. Водоупор,

П – поверхность земли

Артезианская вода:

1. Водоупоры,
  2. Водоносный слой,
  3. Область питания водой,
  4. Буровая скважина,
  5. Пьезометрический уровень,
  6. Поверхность земли,
- Н - высота напора воды

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

## *1. Карст*

Под *карстом* понимают совокупность процессов и явлений, связанных с растворением трещиноватых горных пород (известняков, гипса, каменной соли и др.) и образованием отрицательных форм рельефа на поверхности земли и различных полостей, каналов и пещер в глубине.

Нередко развитие карста сопровождается провалами и оседанием кровли, образованием воронок, озер и других впадин на земной поверхности.

Необходимыми условиями развития карста являются:

- 1) наличие растворимых горных пород;
- 2) трещиноватость пород, обеспечивающая проникновение воды;
- 3) растворяющая способность воды и ее активная циркуляция (движение) по трещинам.

По характеру растворимых пород различают три основных типа карста: *карбонатный* (известняк, доломит, мел, мергель), *сульфатный* (гипс, ангидрит) и *соляной* (каменная и калийная соли).

**Типы и формы карстового рельефа.** Существует два основных типа карстового рельефа: 1) *закрытый*, когда карстующиеся породы покрыты толщей нерастворимых пород различной мощности 2) *открытый* (поверхностный), при котором карстующиеся породы выходят непосредственно на дневную поверхность .

Формы карстового рельефа подразделяют на поверхностные и подземные.

*Поверхностные* карстовые формы представлены каррами, провальными воронками, понорами, карстовыми котловинами, полями и другими формами карстового рельефа. Примерами *подземных* карстовых форм могут служить пещеры, естественные шахты, колодцы, галереи, каналы, каверны и др.



## ***2. Механическая суффозия***

*Механическая суффозия* – процесс выноса мелких частиц из рыхлых обломочных пород фильтрующейся водой. Для развития механической суффозии необходимы значительная скорость движения подземной воды для отрыва и выноса тонких фракций грунта, а также наличие условий для разгрузки песчано-глинистого материала.

Механическая суффозия чаще всего наблюдается в тонко- и мелкозернистых песках, реже – в пылевато-глинистых и других породах. Суффозия сопровождается оседанием вышележащих пород, образованием пустот, воронок и провалов. Как правило, механическая суффозия развивается сравнительно медленно (годы, десятки лет) и проявляется в основном на локальных участках, реже – имеет региональное распространение (Нижнее Поволжье, южные районы Сибири и др.).

**Основными условиями развития механической суффозии являются:**

- 1) неоднородность гранулометрического состава песчаных грунтов, при которой возможен вынос мелких частиц из песчаной толщи;
- 2) критическая величина вымывающих скоростей фильтрационного потока;
- 3) наличие условий для выноса мелких частиц на дневную поверхность в основаниях склонов, строительных котлованах, различных выемках и т. д.



### *3. Подтопление*

В настоящее время под подтоплением понимают любое повышение уровня грунтовых вод выше некоторого критического положения, при котором отсутствуют необходимые условия для строительства и эксплуатации как отдельных зданий, так и территории в целом.

Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека.

В первую очередь, это — техногенные утечки воды из подземных водонесущих коммуникаций, прудов, отстойников, конденсация влаги под основаниями зданий и асфальтовыми покрытиями, засыпка естественных дренажей — оврагов, подпор грунтовых вод в прибрежных зонах водохранилищ, барражный эффект, т. е. задержка грунтовых вод при строительстве заглубленных подземных сооружений, неумеренный полив городских насаждений и др. Под влиянием искусственных (техногенных) факторов уровни грунтовых вод могут подниматься на 10-15 м и более.

В зависимости от характера развития подтопления по территории выделяют локальное подтопление (отдельные здания и сооружения) и площадное.

# ПОДТОПЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ



## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕТРА

Под геологической деятельностью ветра понимают изменение поверхности Земли, связанное с *механическим воздействием* на горные породы движущихся воздушных масс атмосферы. Ветер может разрушать горные породы, переносить обломочный материал на расстояние и отлагать его на земной поверхности.

Геологическая *работа ветра зависит от его скорости*: чем больше скорость, тем значительнее производимая им работа. Ветер 10 м/с — качает толстые ветви, переносит мелкий песок и пыль; буря со скоростью до 30 м/с может срывать крыши с домов, ломать деревья, передвигать и переносить мелкие обломки, ураган со скоростью более 30 м/с способен разрушать дома, вырывать с корнем крупные деревья.

Геологическая работа ветра состоит из процессов дефляции (выдувание и развевание), корразии (обтачивание), переноса и аккумуляции (накопление).

**Дефляция** (от лат «дефляцио» — выдувание) — выдувание и развевание ветром тонких песчаных и пылеватых частиц.

Интенсивность ветровой дефляции зависит от скорости ветра, устойчивости почвы и верхней части толщи горных пород, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Наиболее резко дефляция проявляется в пустынных районах. С дефляцией связано образование отрицательных форм рельефа — котловин выдувания, борозд, траншей, «ярдангов» — желобов глубиной от 1-2 до 6 м и др.



**Корразия** (от лат. *conasio* — обтачивание) представляет собой процесс механической обработки не защищенных растительностью горных пород ветром при помощи переносимых им *твердых частиц*, главным образом песчинок. Миллионы гонимых ветром мелких песчинок, постоянно ударяясь в стенки или выступы горных пород, постепенно обтачивают, сглаживают, высверливают различные пустоты и разрушают их. Ветер разрушает в первую очередь наименее прочные породы. Эта сторона разрушительной работы ветра происходит одновременно с выдуванием и развеиванием, а также теснейшим образом связана с выветриванием.

Корразия может быть точечной, царапающей (бороздящей) и сверлящей. В результате корразии в породах возникают углубления, ниши, борозды, царапины.

Корразии подвергаются не только склоны и скалы, но и горизонтальные поверхности. В пустынях устойчивые ветры одного направления на выровненных глинистых поверхностях образуют узкие параллельные желоба (глубиной от 1-2 до 6 м), разделенные гребнями неправильной формы.



**Транспортировка рыхлого материала.** Ветер производит огромную работу по транспортировке рыхлого обломочного материала. Он может поднимать в воздух и перемещать обломки разного размера. Основную массу переносимого ветром материала составляют песчаные, пылеватые и глинистые частицы. При скорости 4-7 м/с ветер переносит частицы диаметром до 0,25 мм, при 10 м/с — до 1 мм, при 11-13 м/с — до 1,5 мм. Во время бурь и ураганов, когда скорость ветра составляет 30-40 м/сек (а во время смерчей может достигать 50-60 м/сек), в воздух поднимаются и более крупные обломки.



***Эоловая аккумуляция и эоловые отложения.*** Переносимый ветром материал образуется главным образом при разрушении горных пород, залегающих на поверхности Земли.

Источником являются продукты выветривания горных пород, и особенно песчаные и более тонкозернистые отложения различного происхождения (морские, речные, озерные, пролювиальные, ледниковые и др.).

Состав переносимых ветром частиц разнообразен, преобладают зерна кварца и полевого шпата, реже гипса, соли, глинистые, известковистые и другие частицы.

При уменьшении скорости ветра происходит выпадение частиц из воздушного потока и аккумуляция. Большая их часть выпадает на поверхности морей и океанов и примешивается к морским осадкам, меньшая часть оседает на суше и образует особый тип континентальных отложений — *эоловые отложения*.

Среди эоловых отложений резко преобладает тонкозернистый обломочный материал с частицами не более 1 мм. Зерна от 1 до 10 мм могут присутствовать в небольшом количестве.

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ЛЕДНИКОВ

**Ледники** — это многолетние массы природного льда, образовавшиеся за счет накопления и преобразования снега; под действием силы тяжести они испытывают вязкопластичное течение и принимают форму потоков, систем потоков, выпуклых щитов (куполов) или плавучих плит (шельфовых ледников). Возникновение ледников обусловлено климатически — оно требует обильных снегопадов и низких температур.

По размерам, форме и соотношению с рельефом выделяются ледники *горного* и *покровного* типов.

## Деятельность ледника



**Геологическая работа ледников.** В ходе движения ледники выполняют огромную разрушающую, транспортирующую и аккумулирующую работу; в результате они коренным образом изменяют рельеф территорий, испытавших оледенение.

Комплекс процессов, осуществляемых движущимся ледником, которые приводят к разрушению и сносу горных пород ложа, снижению, углублению и расчленению его поверхности, называется *ледниковой эрозией*. Ледниковая эрозия связана с двумя механизмами: отщеплением, или выламыванием, обломков (*плакинг*) и истиранием пород ложа (*абразия*).

*Плакинг* состоит в том, что скользящий по ложу лед в отдельные моменты примерзает к нему, вырывает и увлекает за собой куски породы;

*Абразия* сводится к стачиванию ложа с помощью обломков прочных пород, включенных в подошву ледника.

*Выделяют три типа ледниковых отложений:*

1. Ледниковые отложения моренных аккумуляций,
2. Ледниковые отложения стоячих вод – озерные,
3. Ледниковые отложения текучих вод – флювиогляциальные.

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

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.

Особенно активно проявляется разрушительная работа моря в береговой зоне: берег и прибрежная полоса морского дна. Большое значение в разрушении имеют волнения, возникающие при сильных ветрах, в меньшей степени приливы и отливы. Разрушительная работа моря называется *абразией*.



Волнами осуществляется перенос обломочного материала, с последующей их аккумуляцией. Сложный процесс осадконакопления называется седиментогенезом.

Типы морских осадков по происхождению:

1. Терригенные, образовавшиеся за счет разрушения горных пород суши и сноса их в морские водоемы;
2. Хемогенные, осаждающиеся из морской воды химическим путем;
3. Органогенные, образовавшиеся на счет накопления на дне моря скелетных и покровных остатков организмов, среди них выделяются известковые и кремнистые;
4. Полигенные, которые образовались в результате действия многих факторов;
5. Вулканогенные, связанные с деятельностью наводных и подводных вулканов.



# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕР И БОЛОТ

*Работа озер* складывается из разрушения берегов и прибрежных частей дна, переноса и сортировки материала внутри водоема, накопления осадков. *Разрушительная работа (озерная абразия)* происходит в основном 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 относительно небольших озер с установившимся уровнем абразия минимальна.



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.

В озерах образуются все генетические типы осадков: терригенные, органогенные и хемогенные. Озерные отложения часто обладают тонкой горизонтальной слоистостью.

*Сапрпель* (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.

**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.

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

*Хемогенные осадки* образуются в болотах в очень небольшом количестве и связаны с привнесением соответствующих 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*, а в окислительной — бурые железняки

В древних болотах достаточно часты *ископаемые угли*. Они образовались при дальнейшей углефикации торфяных осадков в результате процессов их диагенеза и метаморфизма.



# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Антропогенная деятельность включает *техногенное разрушение* и *дезинтеграцию пород* (аналогичное выветриванию в естественных природных процессах), *их перемещение* (денудацию) и *накопление и создание новых горных пород* (аккумуляцию осадков).

Разработка и добыча полезных ископаемых сопровождаются бурением скважин, проходкой открытых и подземных горных выработок. В районах интенсивной горнодобывающей деятельности возникли грандиозные техногенные формы рельефа, созданные карьерами и отвалами.

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 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.

Проявление и активизацию геологических процессов, обусловленных техногенными факторами (строительная и техническая деятельность человека с применением различных видов техники), называют *техногенезом*. Техногенные воздействия на окружающую среду и, в частности, на геологическую обуславливают активизацию существующих геологических процессов и развитие новых.

*Активизированные* техногенной деятельностью *геологические процессы*, такие как оползневые, суффозионные, карстовые, абразионные, эрозионные, нередко приводят к *неблагоприятным* и даже *катастрофическим* последствиям.

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

Известно, что современные геодинамические процессы (такие как сейсмичность, вулканизм и газовые выбросы, которые с ним связаны) оказывают прямое влияние на изменение окружающей среды и нередко сопровождаются огромными жертвами и разрушениями. Но *землетрясения* могут быть *спровоцированы* и *антропогенной* деятельностью. При эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, закачке и откачке жидкости в скважинах, заполнении крупных водохранилищ были зарегистрированы землетрясения магнитудой более 6.