

**Геология** – наука о Земле (греч. Ge - Земля, logos –учение).

Громадный интерес к Земле, связанный с необходимостью поисков сырья для бурно развивающейся промышленности, привёл к быстрому росту геологических знаний. Временем возникновения геологии как науки принято считать вторую половину 18 века.

До конца 19 века геология представляла единую науку о происхождении Земли и её твердых наружных оболочек, их составе, историческом развитии, внутреннем строении и об органическом мире.

В геологии стали обособляться, а затем превратились в самостоятельные науки разделы о составе Земли, её истории, рельефе, органическом мире и другие.

**Литология, Геохимия, Минералогия, Кристаллография, Петрография, Геофизика, Инженерная геология, Геология полезных ископаемых, Гидрогеология, Геотектоника, Структурная геология, Палеонтология.**

Все перечисленные геологические науки теснейшим образом связаны с

## **Направления во взглядах на развитие Земли:**

- 1. Катастрофизм** – система взглядов, по которым развитие Земли представляет ряд катастроф. Это извержение вулканов, землетрясения, падение метеоритов, наводнения – всё это главные события, которые меняют облик Земли.
- 2. Нептунизм** – (Нептун – бог моря древних греков) – учение, по которому всё на Земле образовалось из воды.
- 3. Плутонизм** – (Плутон в греческой мифологии – бог подземного царства) - направление во взглядах на развитие Земли, связанное исключительно с её недрами.

Основоположником обобщения геологических знаний в России стал М. Ломоносов, а в Западной Европе – Д. Геттон и А.Г. Вернер.

М. Ломоносов, обобщая разрозненные знания по минералогии, горному делу, физики и химии природных явлений выдвинул идеи формирования земной поверхности за счёт взаимодействия внутренних и внешних сил, рассчитал мощность земной коры, объяснил происхождение минералов и горных пород.

Наблюдения за палеонтологическими остатками в коллекциях, поступивших с территории Европейской России позволили М. Ломоносову в работе «О слоях земных» заложить основы метода **актуализма** (все явления прошлого протекали так же, как протекают аналогичные явления сейчас). В этой работе он заложил основные идеи эволюционной теории, которые позднее были развиты английским учёным Ч. Лайелем.

В 1875 году была создана международная организация геологов – Международный геологический конгресс (МГК), где на сессиях обсуждались итоги геологического исследования, разрабатывались принципы международного сотрудничества по унификации геологических карт, номенклатуре горных пород, стратиграфических подразделений и др.

В России в 1882 году был создан Геологический комитет, планирующий и руководивший геологическими исследованиями на территории России. Возглавлял этот комитет А.П. Карпинский.

Вселенная возникла около 18-20 млрд. лет назад. До этого времени всё её вещество находилось в условиях больших температур и плотностей, которые современная физика не в состоянии описать. Такое состояние вещества называется «сингулярным». Теория расширяющейся Вселенной, или «Большого Взрыва», впервые была создана в России А. А. Фридманом в 1922 году. Суть теории: вещество, находящееся в сингулярном состоянии, подверглось внезапному расширению, которое в общих чертах можно уподобить взрыву.



# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВСЕЛЕННОЙ

Химический состав Вселенной составляет по массе  $\frac{3}{4}$  водорода и  $\frac{1}{4}$  гелия. Все остальные элементы не превышают в составе Вселенной даже 1%. Тяжёлые элементы возникли во Вселенной гораздо позже, когда в результате термоядерных реакций «зажглись» звёзды, а при взрывах сверхновых звёзд они оказались выброшены в космическое пространство.

Современное значение плотности Вселенной равно  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, что составляет  $10^{-5}$  атомных единиц массы в 1 см<sup>3</sup>. Чтобы представить такую плотность, надо 1 г вещества распределить по кубу со стороной 40 тыс. км.

Если средняя плотность будет равна или несколько ниже *критической плотности*, Вселенная будет только расширяться, если же средняя плотность будет выше критической, то расширение Вселенной со временем прекратится и она начнёт сжиматься, возвращаясь к сингулярному состоянию.

Вопросы происхождения Солнечной системы и Земли в процессе развития геологической мысли оставались в центре внимания ученых.

Согласно воззрениям немецкого философа **И.Канта** образование звезд и Солнца произошло под воздействием сил притяжения.

**П.Лаплас** развил его теорию, обогатив ее вращательным движением частиц материи в разреженной и раскаленной газообразной туманности.

Гипотеза **О.Ю.Шмидта** предполагала образование планетарной системы путем прохождения Солнца через рой метеоров и космической пыли. Радиоактивный распад, гравитационные, магнитные и другие процессы способствовали консолидации, разогреванию и в дальнейшем охлаждению планет – спутников.

Советский астроном **В.Г. Фесенков** предложил, что Солнечная система образовалась в результате уплотнения газо–пылевой материи.

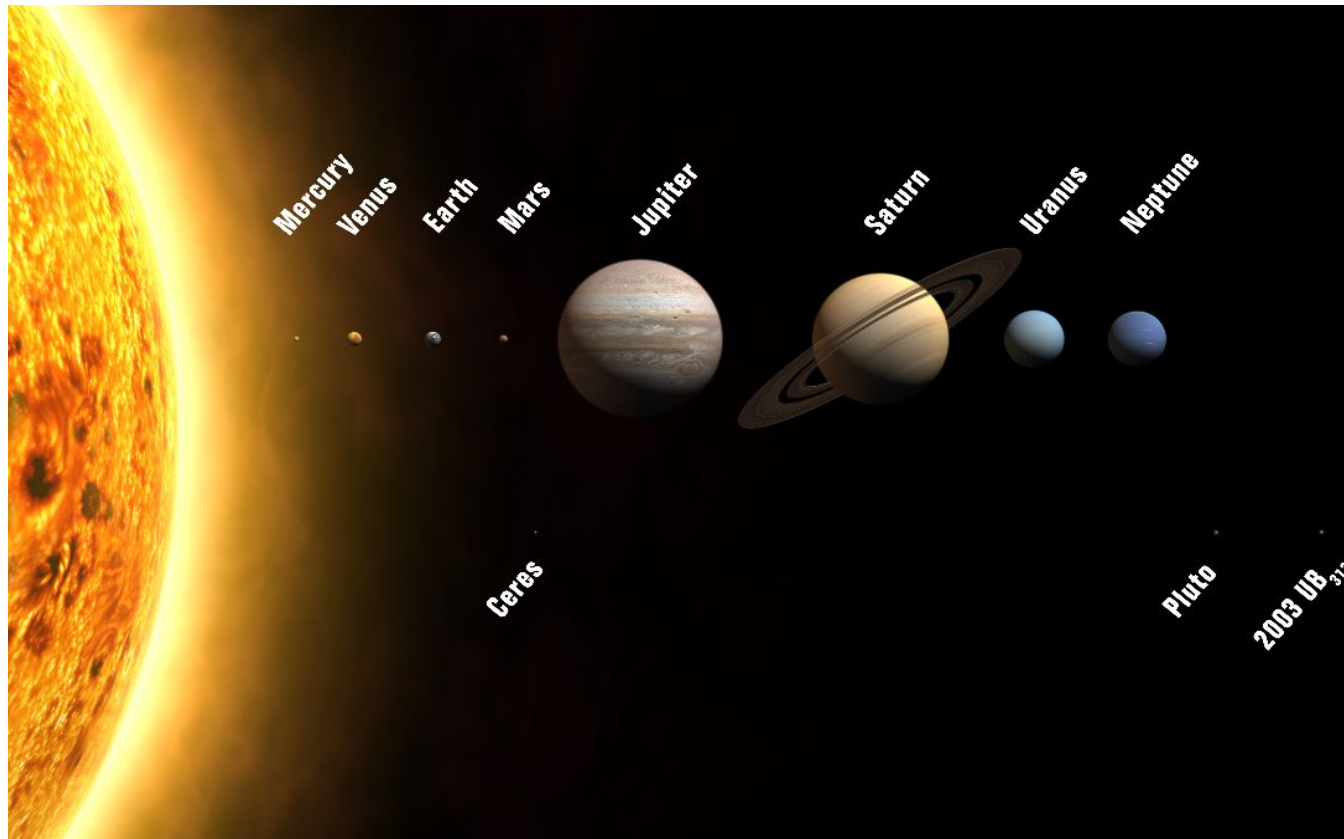
Все гипотезы сходятся в одном: формирование современного оболочечного строения звезд, Земли и других планет связывается с **процессами гравитационной дифференциации первоначально однородного вещества.**

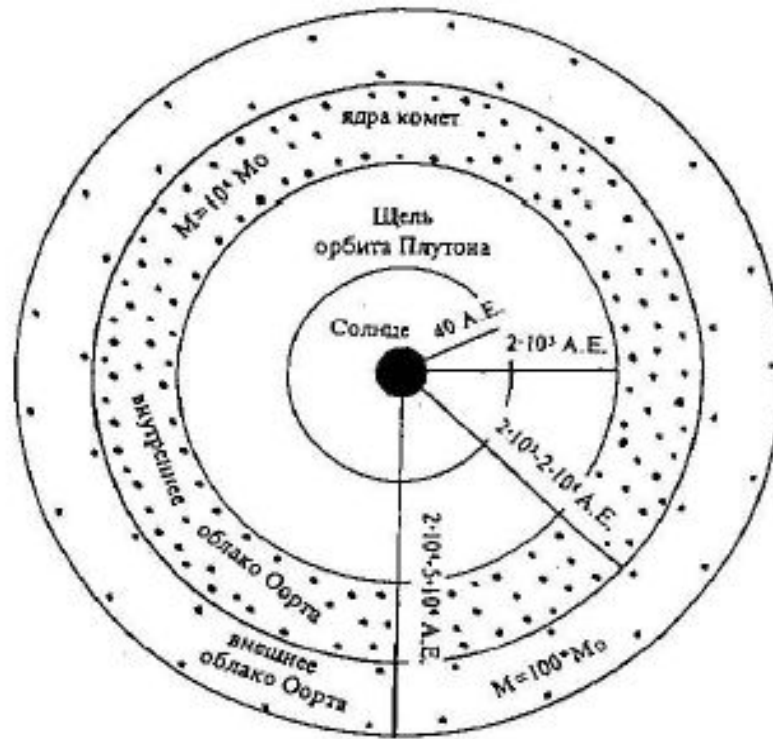




Принято считать, что планет в солнечной системе девять. К планетам **земного типа** относятся Меркурий, Венера, Земля и Марс, к **внешним планетам** – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон.

Планеты земного типа относительно плотные, но обладают сравнительно небольшими размерами и массой. Внешние планеты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) имеют огромные размеры и массу, но отличаются сравнительно небольшой плотностью.





Расстояние от Солнца до Плутона равняется 40 астрономическим единицам (1 А.Е. = 150 млн. км, расстояние от Земли до Солнца). За Плутоном находится “щель” - кольцо с радиусом  $2 \cdot 10^3$  А.Е., где практически нет вещества.

Далее, в интервале  $2 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$  А.Е. располагается кольцо с огромным количеством материи в виде ядер комет с массой равной  $10^4$  масс Солнца и угловым моментом в 100 раз превышающим современный угловой момент всей Солнечной системы. Это, так называемое, внутреннее облако Оорта.

## **ЗЕМЛЯ, КАК ПЛАНЕТА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

**Солнце.** Его масса 99.87% от массы системы. Крупнейшая из планет Юпитер имеет массу 0,1% от массы системы. Солнце – плазменный шар (водород 90% и гелий 10%) с температурой поверхности около  $5600^{\circ}$ . Радиус Солнечной системы 5,917 млрд. км (от Земли до Солнца 149, 509 млн. км). Все тела Системы связаны с Солнцем силой гравитационного притяжения и поэтому оказывают влияние друг на друга. Громадная масса Солнца и лучистая энергия его оказывает большое влияние на многие геологические процессы как на внутреннее ядро, так и на каменную оболочку Земли.

**Земля** – часть Вселенной и наше Солнце - одно из 100 млрд. звезд в звездной Галактике, имеющей возраст около 12 млрд. лет. Возраст Солнечной системы, к которой принадлежит Земля около 6 млрд. лет.

Наибольшая глубина (Марианская впадина) – 11521 (11022) м; наибольшая высота (г. Эверест) – 8848 м. На 70,8 % поверхность занята водами и только 29,2 % - сушей.

Размеры Земли можно охарактеризовать следующими цифрами:

Полярный радиус ~ 6 357 км. Экваториальный радиус ~ 6 378 км.

Сплюснутость -  $1/298,3$ . Окружность по экватору ~ 40 076 км.

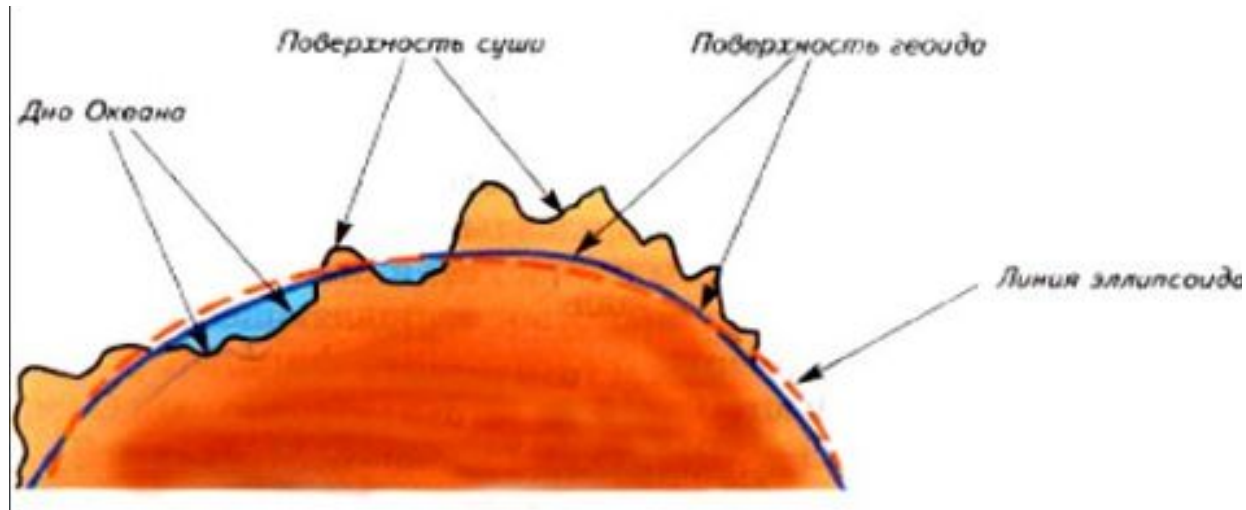
Поверхность Земли - 510 млн. км<sup>2</sup>. Объем Земли - 1 083 млрд. км<sup>3</sup>.

Масса Земли -  $5,98 \cdot 10^{27}$  т Плотность – 5,52 см<sup>3</sup>.

Плотность увеличивается с глубиной: на поверхности – 2,66; 500 км – 3,33; 800 км – 3,76; 1300 км – 5,00; 2500 км – 7,40; 500 км – 10,70; в центре – до 14,00 г/см<sup>3</sup>.

# Форма и размер Земли

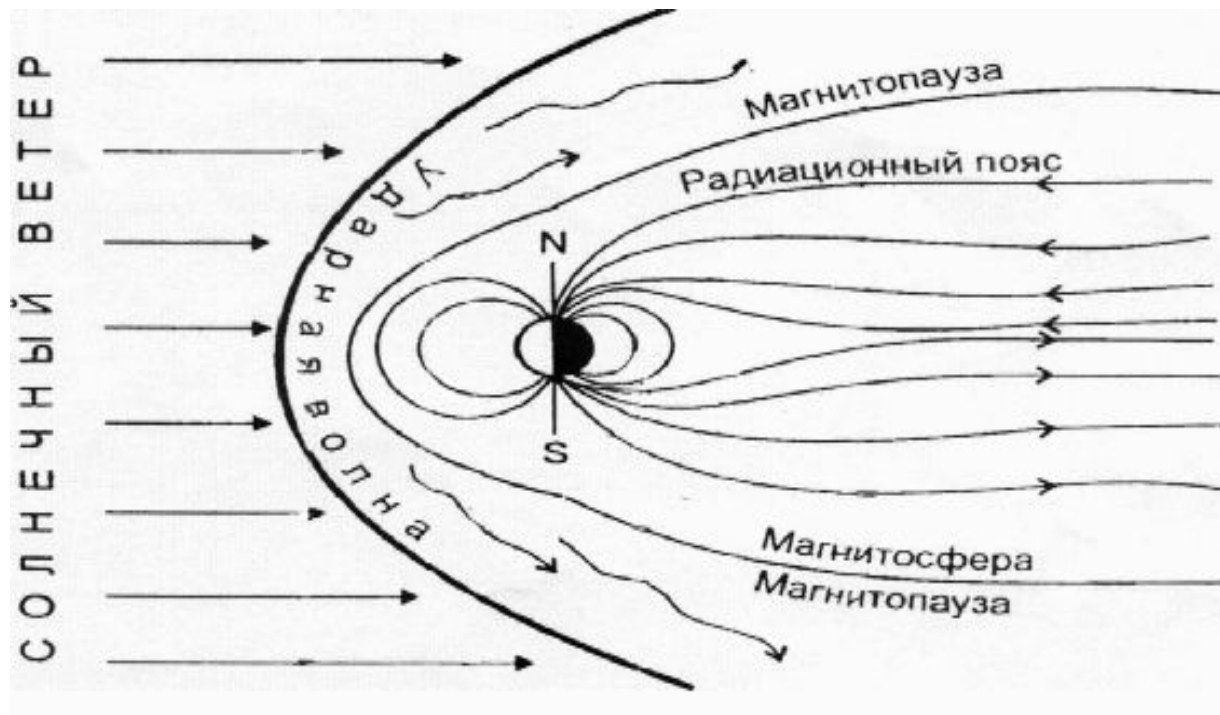
Под фигурой или формой Земли понимают форму его твердого тела, образованную поверхность материков и дном морей и океанов. Упрощенная форма Земли - это **эллипсоид вращения** или **сфероид**, с разницей радиусов 21,4 км. Более сложная форма Земли, полученная мысленным продолжением поверхности Мирового океана под континенты, получила название **геоид**.



Поверхность геоида принимается базовой при отсчете высот в топографии, геодезии, маркшейдерии. Расхождение между геоидом и сфероидом достигают  $\pm 160$  м. Полярный радиус Земли 6356,8 км; экваториальный – 6378,2 км. Такое небольшое отличие формы Земли от шара позволяет считать Землю со средним радиусом 6371 км.

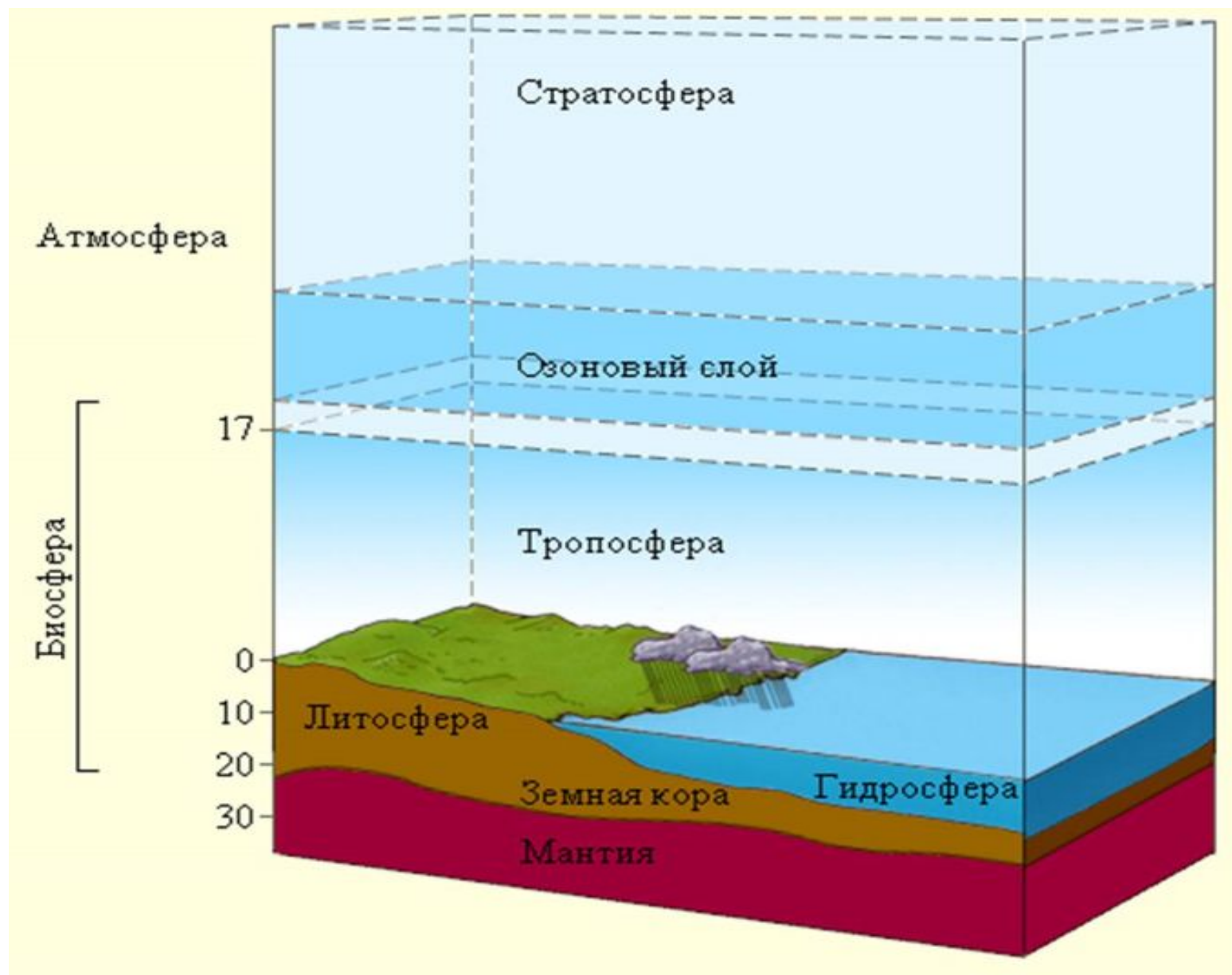
## Внешние геосферы

- **Атмосфера** – располагается от поверхности Земли на высоту до 1300 км. Главные компоненты, слагающие атмосферу- азот, кислород, аргон, углекислота и пары воды. В небольшом количестве в атмосфере присутствуют другие газы, которые имеют большое значение в её жизни. Так, промышленные газы создают парниковый эффект, приводящий к разогреву атмосферы. Озон, концентрируясь на высоте 10-15 км образует **озоновый слой**, предохраняющий всё живое от вредного ультрафиолетового излучения Солнца.
- Атмосфера состоит из нескольких слоёв:
  - - тропосфера до высоты 8 км над полюсом и 17 км над экватором;
  - - стратосферы до высоты 55 км;
  - - ионосферы, в которой разряжённый воздух ионизирован ультрафиолетовым излучением Солнца и способен проводить электрический ток.
- **Гидросфера**, или водная оболочка Земли, включает воду морей и океанов, рек, озёр, болот, а также льды ледников. К гидросфере относятся и подземные воды.
- **Биосфера** образует зону на границе атмосферы и литосферы, которая включает и гидросферу, и характеризуется тем, что в ней есть органическая жизнь. Органическая жизнь в биосфере распространена практически везде, но больше всего её в морях и океанах.



**Магнитосфера** Земли – самая внешняя и протяженная оболочка Земли, представляющая собой околоземное пространство, где напряженность земного электромагнитного поля превышает напряженность внешних электромагнитных полей.

Магнитосфера имеет сложную, непостоянную по конфигурации форму и магнитный шлейф. Внешняя граница (магнитопауза) установлена на расстоянии  $\sim 100 \dots 200$  тыс. км от Земли, где магнитное поле ослабевает и становится соизмеримой с космическим магнитным полем





**Атмосфера.** Верхней ее границей является высота (3 тыс. км), где плотность почти уравнивается с плотностью межпланетного пространства.

Химически, физически и механически воздействует на литосферу, регулируя распределение тепла и влаги.

Атмосфера имеет сложное строение.

От поверхности Земли вверх она подразделяется на

**тропосферу** (до 18 км),

**стратосферу**(до 55 км),

**мезосферу** (до 80 км),**термосферу**(до 1000 км)

**экзосферу** (сфера рассеивания).

**Гидросфера** покрывает земную поверхность на 70,8 %. Средняя мощность ее около 3,8 км, наибольшая – > 11 км.

Образование гидросферы связано с дегазацией воды из мантии Земли.

Она находится в тесной взаимосвязи с литосферой, атмосферой и биосферой.

Общий объем гидросферы по отношению к объему земного шара не превышает 0,13 %.

Более 98 % всех водных ресурсов Земли составляют соленые воды океанов, морей и др.

Общий объем пресных вод равен 28,25 млн. км<sup>3</sup> или около 2 % всей гидросферы.

**Биосфера** (сфера жизнедеятельности организмов) связана с поверхностью Земли.

Она находится в постоянном взаимодействии с литосферой, гидросферой и атмосферой.

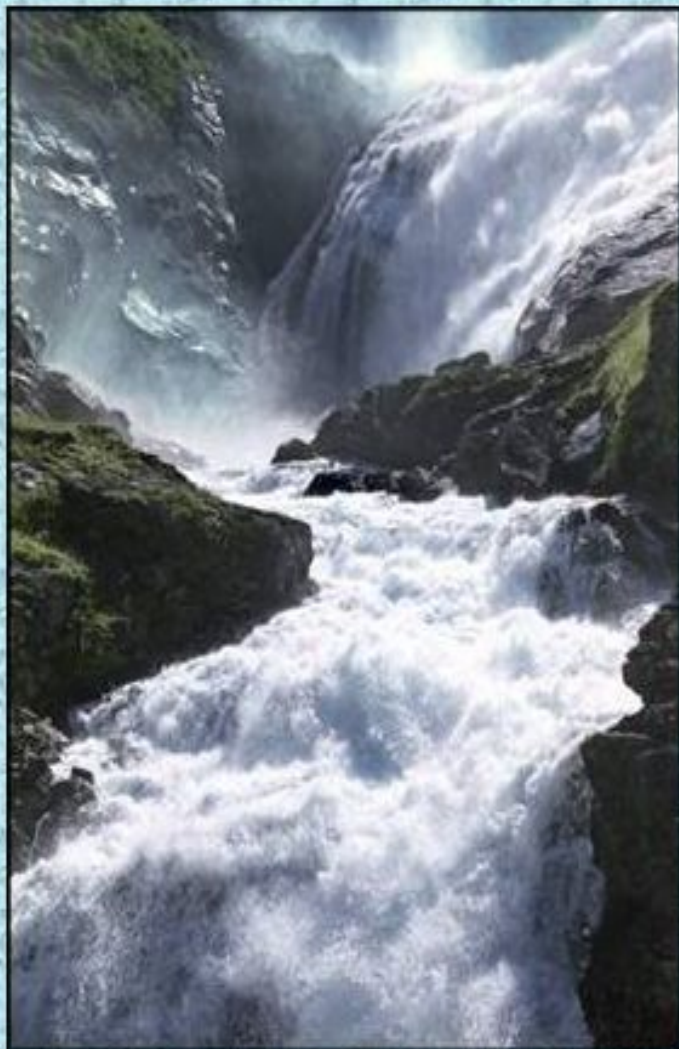
Тропосфера занимает около 80 % общей атмосферы. Ее мощность 8...10 км над полюсами, 16...18 км – над экватором.

При средней для Земли годовой температуре + 14°C на уровне моря у верхней границы тропосферы она падает до – 55° С.

У поверхности Земли наиболее высокая температура достигает 58°C (в тени), а наиболее низкая падает до – 87°C.

В тропосфере происходят вертикальные и горизонтальные перемещения воздушных масс, во многом определяющие *круговорот* воды, *теплообмен*, *перенос* пылеватых частиц.

# Гидросфера



*Гидросфера – водная среда, которая включает поверхностные и подземные воды. Поверхностные воды в основном сосредоточены в Мировом океане, содержащем около 91% всей воды на Земле. Поверхность Мирового океана (акватория) составляет 361 млн/км квадратных. Она примерно в 2,04 раза больше площади суши – территории, занимающей 149 млн/км квадратных. Если распределить воду ровным слоем, то она покроет Землю толщиной в 3000 метров.*

*Вода в океане (94%) и под землей – соленая. Количество пресной воды составляет 6% общего объема воды на Земле, причем очень малая ее доля всего 0,36% имеется в легкодоступных для добычи местах.*

# Гидросфера

Части гидросферы	Объем всей воды, тыс.м <sup>3</sup>	Объем пресной воды, тыс.м <sup>3</sup>	Интенсивность водообмена, лет
Мировой океан	1 270 000	-	3000
Подземные воды	60 000	4 000*	5000
Ледники	24 000	24 000	8600
Озера	280	155	10
Почвенная влага	85	83	1
Пары атмосферы	14	14	0,027
Речные воды	1,2	1,2	0,032
Вода в живых организмах (биологическая)	1,12	1,12	-

# Методы изучения внутреннего строения Земли

- К методам непосредственных наблюдений относится изучение глубин Земли с помощью горных выработок – шахт, тоннелей и скважин. Глубина скважин обычно не превышает 5 км. Глубина сверхглубоких скважин находится в пределах современных технических возможностей и пока не превышает 12,262 км (Кольская сверхглубокая СГ-3).
- Данные о том, что находится внутри Земли, также получают, изучая извержения вулканов и лаву, изливающуюся из недр. Но и здесь, даже если принять глубину очагов некоторых извержений в 100 км, данных оказывается крайне недостаточно.
- Геофизические методы, изучая физические параметры Земли могут судить о внутреннем состоянии Земли, практически не ограничивая глубины исследования. Геофизические методы пока единственные, приносящие научно обоснованные сведения о том, что делается внутри Земли. Особенно много данных было получено при изучении скоростей распространения в Земле упругих колебаний, которые называют сейсмическими волнами. Раздел науки, который изучает эти волны, называется сейсмологией.

## Типы сейсмических волн.

А – объёмные волны: а – продольные, б – поперечные.

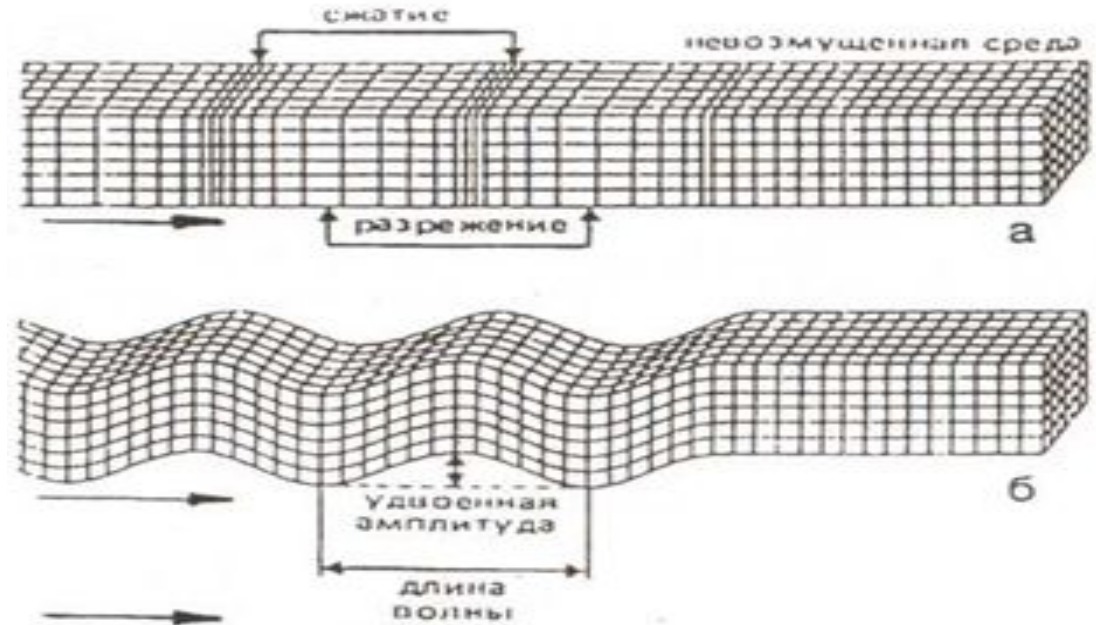
**Продольные** колебания представляют собой чередования сжатия и растяжения вещества в направлении

распространения волны.

**Поперечные** колебания можно представить как чередующиеся сдвиги в направлении,

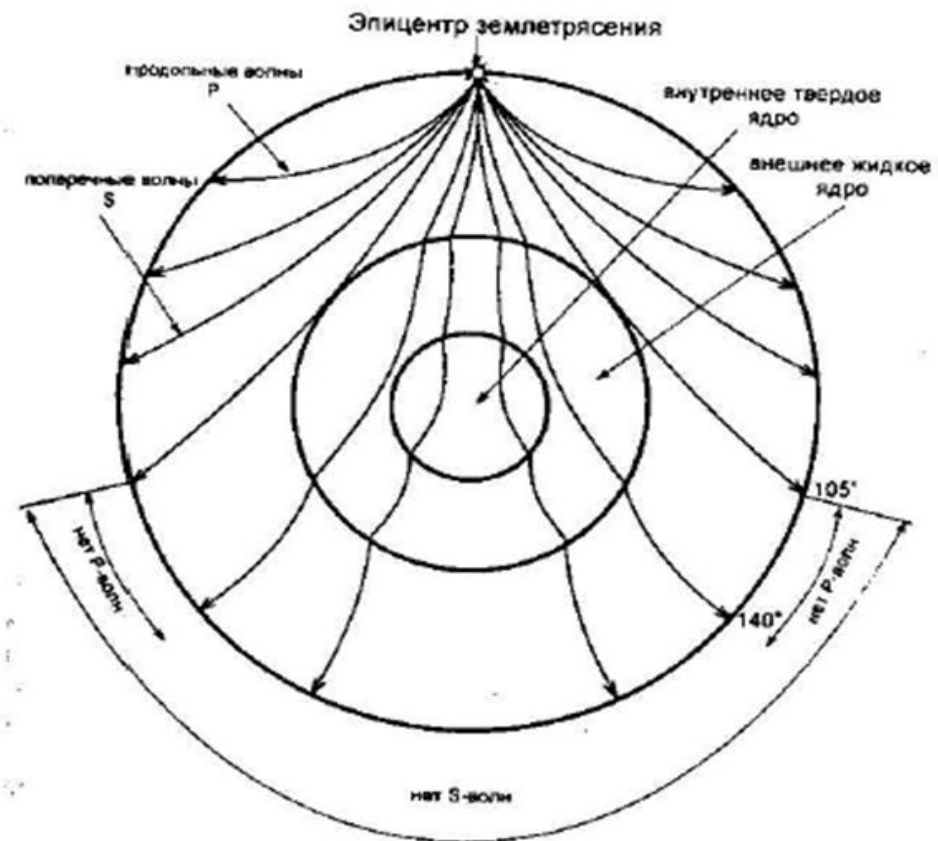
перпендикулярном распространению волны.

Волны продольных колебаний, или, как принято говорить, продольные волны, распространяются в твердом веществе с большей скоростью, чем поперечные.



**Продольные волны** распространяются как в твердом, так и в жидком веществе, **поперечные** — только в твердом. Следовательно, если при прохождении сейсмических волн через какое-либо тело будет обнаружено, что оно не пропускает поперечные волны, то можно считать, что это вещество находится в жидком состоянии. Если через тело проходят оба типа сейсмических волн, то это — свидетельство твердого состояния вещества.

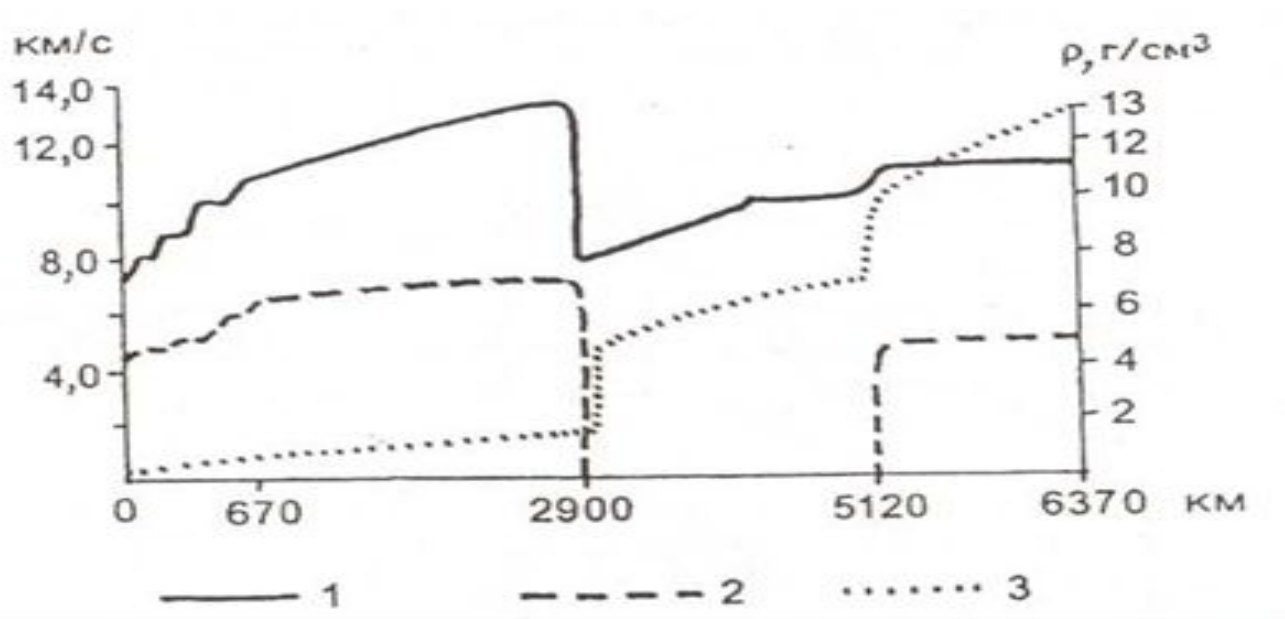
Происхождение продольных (P) и поперечных (S) волн через Землю. Поперечные волны не проходят через жидкое внешнее ядро, а у продольных есть «зона тени» в  $35^\circ$ , так как в жидком ядре волны преломляются. Сейсмограммы фиксируют время пробега внутри Земли сейсмических волн. А нам необходимо знать скорость волн. Для этого решается обратная задача на основе системы уравнений, полученных Адамсоном и Вильямсом. Сейсмические методы непрерывно совершенствуются и по современным данным внутренняя структура Земли выглядит следующим образом:



# Внутренние геосферы.

Скорость волн увеличивается с возрастанием плотности вещества или его фазового состояния. При резком изменении плотности вещества скорость волн будет скачкообразно меняться. В результате изучения распространения сейсмических волн через Землю обнаружено, что имеется несколько определенных границ скачкообразного изменения скоростей волн. Поэтому предполагается, что Земля состоит из нескольких концентрических оболочек (геосфер).

Поверхности разделов ограничивают внутри Земли сфероподобные оболочки и её ядро. Такие оболочки получили названия **внутренних** геосфер.



Скорости сейсмических волн и плотность внутри Земли.

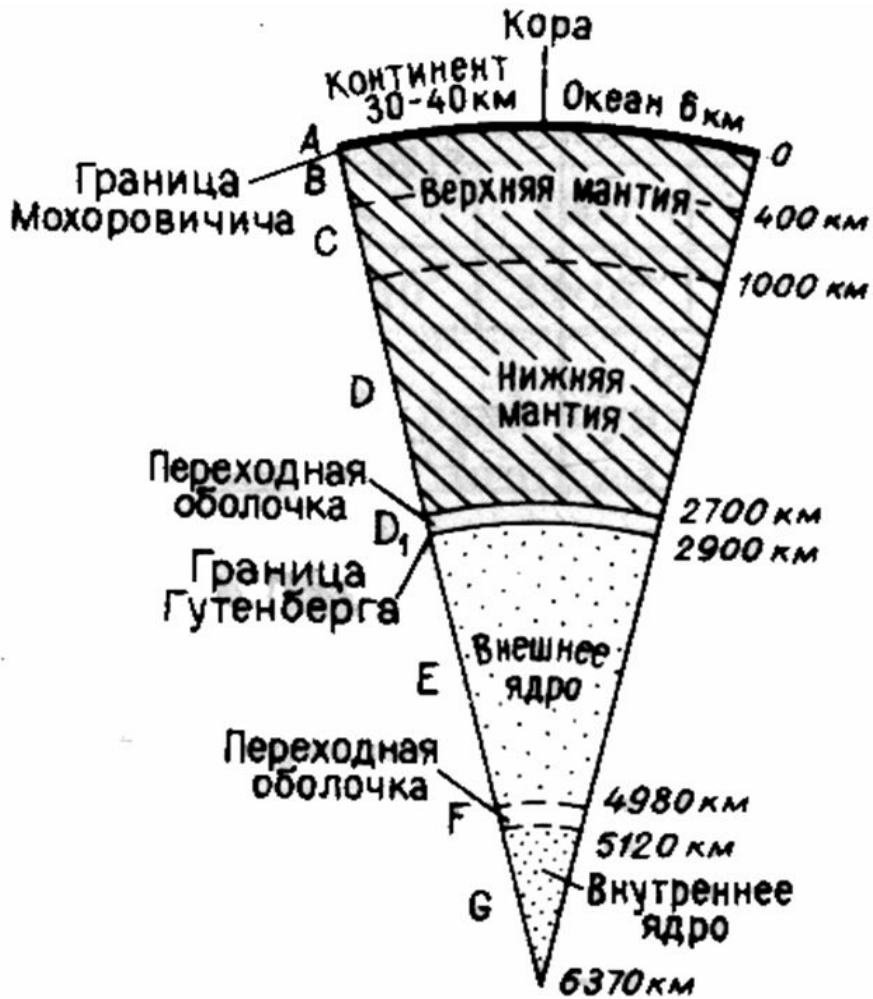
Сейсмические волны: 1 – продольные, 2 – поперечные, 3 – плотность.



## Характеристика оболочек твердой Земли

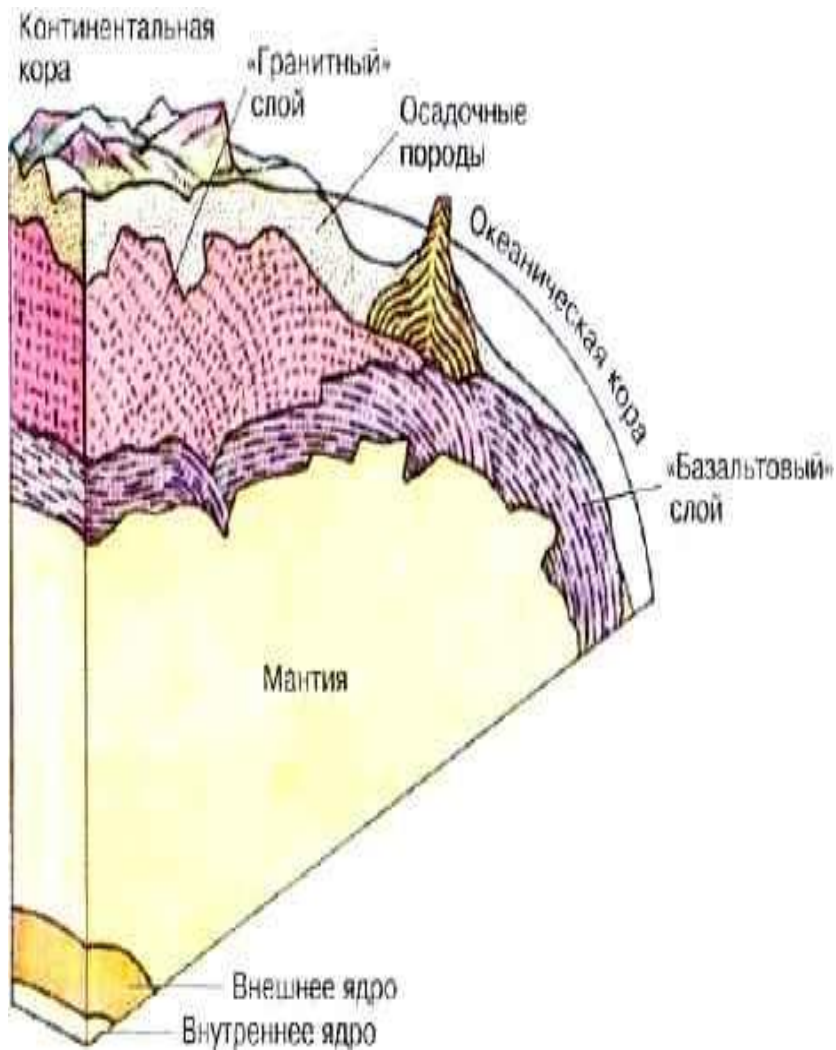
Геосфера	Интервал глубин, км	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Доля от объема, %	Масса, 10 <sup>25</sup> т	Доля от массы Земли, %
Земная кора	0-33	2,7-3,0	1,55	5	0,8
Раздел Мохоровичича					
Мантия					
Внешняя В	33-410	3,32-3,65	16,67	62	10,4
Переходный слой С	410-1000	3,65-4,68	21,31	98	16,4
Нижняя D	1000-2900	4,68-5,69	44,28	245	41,0
Раздел Вихерта-Гутенберга					
Ядро					
Внешнее E	2900-4980	9,4-11,5	15,16	188	31,4

# Внутренние геосферы.



**Мантия** – самая крупная промежуточная оболочка Земли. Масса Земли, заключенной в этом слое около  $2/3$  массы планеты.

**Ядро** - центральная, внутренняя, наиболее плотная часть Земли. По геофизическим данным **внешнее ядро** находится в состоянии, приближенном к жидкому с температурой  $2500 - 3000^{\circ}\text{C}$ . Плотность вещества достигает  $13 \text{ г/см}^3$ . **Внутреннее ядро**, по современным представлениям – твердое, с температурой  $5000^{\circ}\text{C}$ .



**Земная кора.** Мощность земной коры в различных районах Земного шара неодинакова. Под океанами она изменяется от 4 до 20 км, а под континентами – от 20 до 75 км. В среднем же для океанов ее мощность составляет 7...10 км, для континентов – 37...47 км. Средняя толщина (мощность) составляет всего 33 км. Нижняя граница земной коры определяется резким увеличением скорости распространения сейсмических волн и называется разделом **Мохоровичича** (югославский сейсмограф), где отмечено скачкообразное увеличение скорости распространения упругих (сейсмических) волн с 6,8 до 8,2 км/с. Синоним –  **подошва земной коры**. Кора имеет слоистое строение. В ней выделяют три слоя: **осадочный** (самый верхний), **гранитный** и **базальтовый**.

Мощность гранитного слоя увеличивается в молодых горах (Альпы, Кавказ) и достигает 25...30 км. В районах древней складчатости (Урал, Алтай) наблюдается уменьшение мощности гранитного слоя.

Базальтовый слой распространен повсеместно. Чаще базальты встречаются уже на глубине 10 км. В виде отдельных пятен они внедряются в мантию на глубине 70...75 км (Гималаи).

Границу раздела между гранитным и базальтовым слоем называют поверхностью **Конрада** (австр. геофизик Конрад В.), также характеризующаяся скачкообразным увеличением скорости прохождения сейсмических волн.

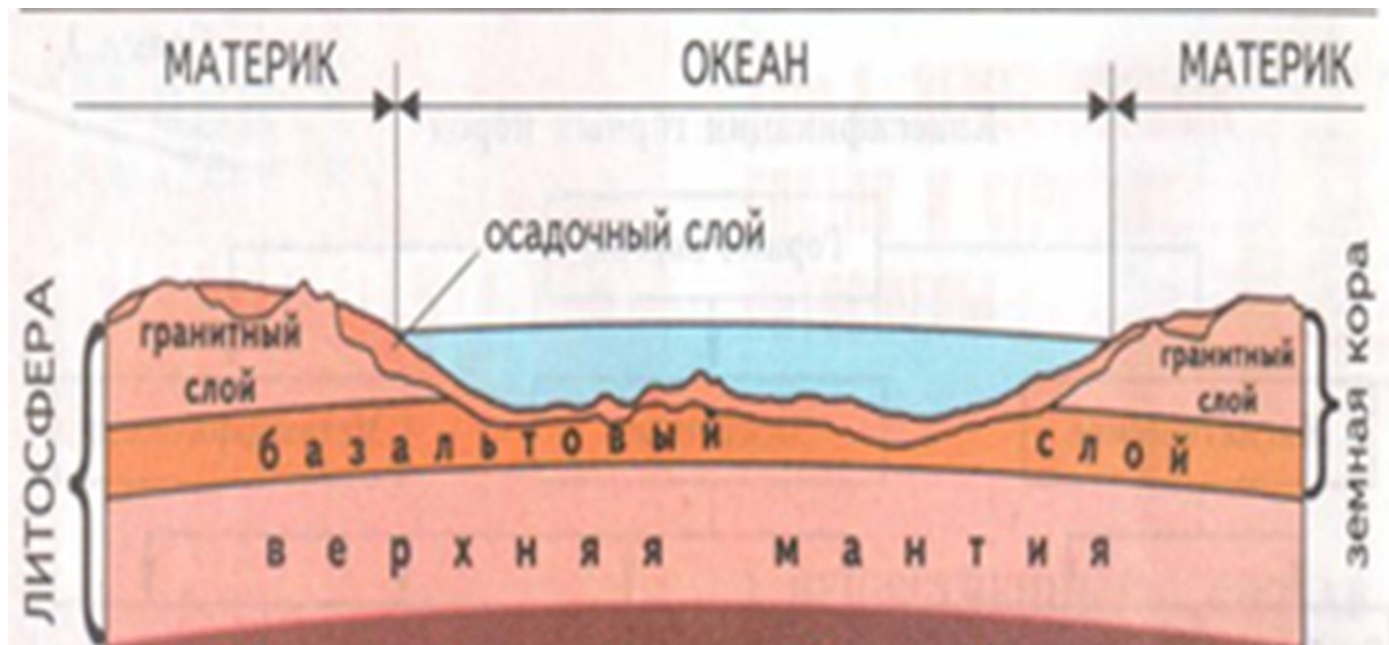
Выделяют два типа земной коры: континентальную (трехслойную) и океаническую (двухслойную). Граница между ними не совпадает с границей материков и океанов и проходит по дну океанов на глубинах 2,0...2,5 км.

- **Континентальный тип коры** состоит из осадочного, гранитного и базальтового слоев. Мощность зависит от геологического строения района. На высоко поднятых участках кристаллических пород осадочный слой практически отсутствует. Во впадинах же его мощность достигает иногда 15...20 км.
- **Океанический тип коры** состоит из осадочного и базальтового слоев. Осадочный слой покрывает практически все дно океанов. Мощность его колеблется в пределах сотен и даже тысяч метров. Базальтовый слой распространен также повсеместно под дном океанов. Мощность земной коры в океанических бассейнах неодинаковая: в Тихом океане она составляет 5...6 км, в Атлантическом – 5...7 км, в Северном Ледовитом – 5...12 км, в Индийском – 5...10 км.
- **Литосфера** – каменная оболочка Земли, объединяющая земную кору, подкорковую часть верхней мантии и подстилаемая **астеносферой** (слой пониженной твердости, прочности и вязкости).

- **2. Мантия**(греч. покрывало, плащ) располагается на глубине 30...2900 км. Ее масса составляет 67,8 % массы Земли и более чем в 2 раза превышает массу ядра и коры, вместе взятых. Объем составляет 82,26 %. Температура поверхности мантии колеблется в интервале 150...1000 °С.
- Мантия состоит из двух частей – нижней (слой D) с подошвой ~ 2900 км и верхней (слой B) до глубины 400 км. Нижняя мантия – Mn,Fe,Ni. В ней распространены ультраосновные породы, поэтому оболочку нередко называют перидотитовой или каменной. Верхняя мантия –Si,Mg. Она активна, содержит очаги расплавленных масс. Здесь зарождаются сейсмические и вулканические явления, горообразовательные процессы. Существует и переходной слой **Голицына**(слой C) на глубине 400...1000 км.
- В верхней части мантии, подстилающей литосферу, находится **астеносфера**. Верхняя граница глубиной около 100 км под материками и около 50 км под дном океана; нижняя – на глубине 250...350 км. Астеносфера играет большую роль в происхождении эндогенных процессов, протекающих в земной коре (магматизм, метаморфизм и т.д.). По поверхности астеносферы происходит перемещение литосферных плит, создающих структуру поверхности нашей планеты.
- **3. Ядро** Земли начинается с глубины 2900 км. Внутреннее ядро – твердое тело, внешнее ядро – жидкость. Масса ядра до 32 % массы Земли, а объем – до 16 %. Земное ядро почти на 90 % состоит из железа с примесью кислорода, серы, углерода и водорода. Радиус внутреннего ядра (слой G), состоящего из железо-никелевого сплава ~ 1200...1250 км, переходный слой (слой F) ~ 300...400 км, радиус внешнего ядра (слой E) ~ 3450...3500 км. Давление - около 3,6 млн. атм., температура - 5000 °С.
- В отношении химического состава ядра существуют две точки зрения. Одни исследователи считают, что ядро, подобно железным метеоритам, состоит из Fe и Ni. Другие предполагают, что, аналогично мантии, ядро сложено силикатами Fe и Mg. Причем вещество находится в особом металлизированном состоянии (электронные оболочки частично разрушены).

# Внутренние геосферы.

**Земная кора** – верхняя каменная оболочка Земли от 7 до 70-80 км, сложена магматическими, метаморфическими и осадочными породами. Земная кора ограничивается снизу очень чёткой поверхностью скачка скоростей волн Р и S, установленной югославским геофизиком А. Мохоровичичем в 1909 г. Это наиболее активный слой твердой Земли. Здесь особенно отчетливо проявляется вертикальная и горизонтальная неоднородность, создаваемая разнообразными осадочными, метаморфическими, интрузивными породами.



# Вещественный состав земной коры

Верхняя твердая оболочка Земли - земная кора - состоит из горных пород, а горные породы состоят из минералов. Толщина земной коры изменяется от 5 до 10 км в океанах и от 30 до 80 км на материках.

## Классификация горных пород



# Наиболее распространённые химические элементы в земной коре

Элемент	Символ	Ионы	%
Кислород	O	$O^{2-}$	46,50
Кремний	Si	$Si^{4+}$	25,70
Алюминий	Al	$Al^{3+}$	7,65
Железо	Fe	$Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$	6,24
Кальций	Ca	$Ca^{2+}$	5,79
Магний	Mg	$Mg^{2+}$	3,23
Натрий	Na	$Na^{1+}$	1,81
Калий	K	$K^{1+}$	1,34



**Самые распространённые элементы образуют соединения друг с другом: кислород - кремний, кислород – металлы, т.е. окислы, они же в соединении с водородом образуют гидроокислы, затем по цепочке кислород – металлы – кремний образуются силикаты, а они же с алюминием – алюмосиликаты. Силикаты и алюмосиликаты – это главные породообразующие минералы.**

# Минералы

Минералом считается обособленное твёрдое тело, природное химическое соединение с определённой кристаллической структурой, возникшее в результате определённых физико-химических процессов, протекающих в земной коре и на её поверхности. Продукты жизнедеятельности организмов - янтарь, кораллы, жемчуг, нефть и каменный уголь - тоже можно назвать минералами или минеральными образованиями.

На Земле известно около пяти тысяч минералов и их разновидностей, от самых простых, химический состав которых определён только одним элементом, до очень сложных.

Большинство минералов представляет собой кристаллические тела. Кристаллическое строение минералов выражено в их геометрически правильной многогранной форме – кристаллах.

# Кристаллы

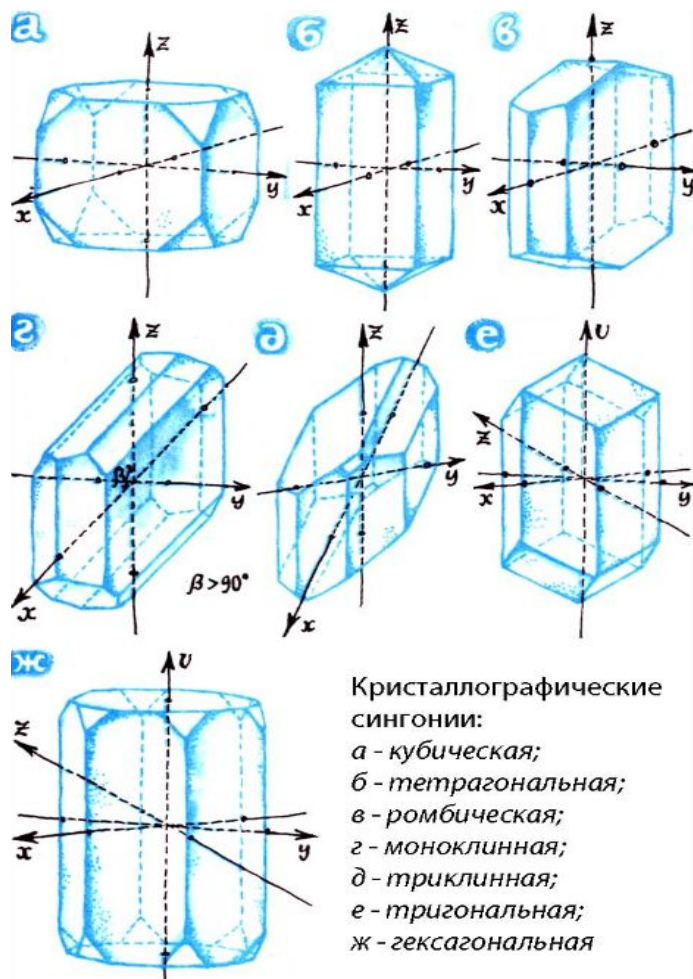
Форма кристаллов минералов определяется их внутренней структурой и поэтому является важным диагностическим признаком.

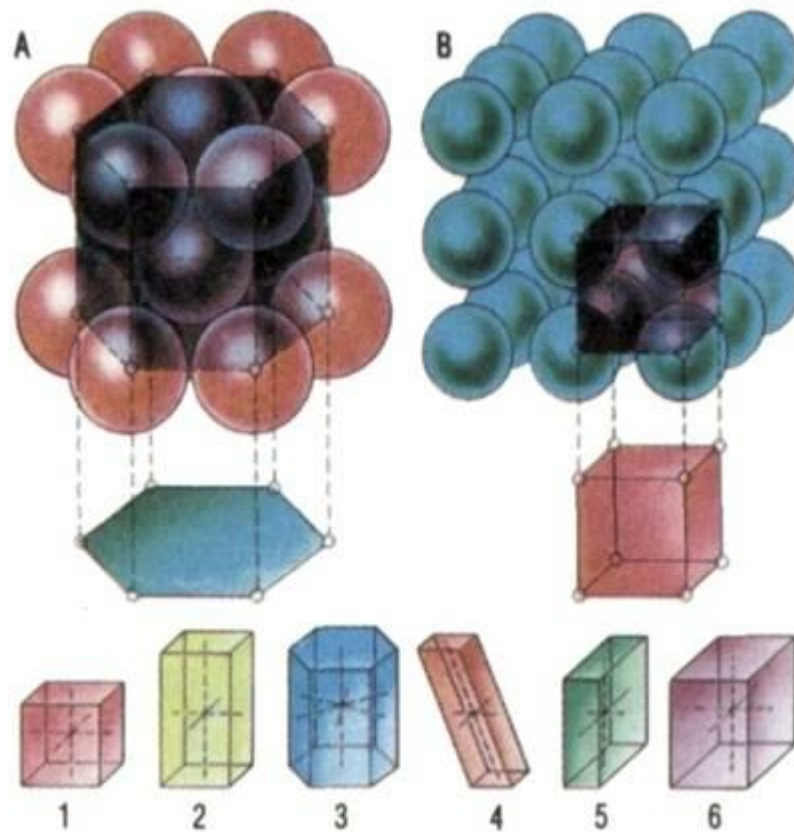
У кристаллов выделяют следующие морфологические элементы:

1. Грани, ограничивающие его плоскости.
2. Рёбра – это линии, образуемые пересечением граней.
3. Вершины – это точки пересечения рёбер.

У многих минералов встречаются самые разнообразные кристаллы. Некоторые грани хорошо выражены в одних кристаллах, но плохо в других. Количество и форма граней, их размеры в разных кристаллах могут меняться в зависимости от условий образования. Но характерной особенностью роста кристалла является то, что при этом его грани перемещаются параллельно самим себе.

Сингония - это одинаковая совокупность характерных углов и наличие одного или нескольких одинаковых элементов симметрии.





**Схематичное изображение элементарной ячейки:  
 А - гексагональной, В - кубической.**

**Симметрии (сингонии) кристаллов:**

**1 - кубическая, 2 - тетрагональная и тригональная, 3 - гексагональная,  
 4 - триклинная, 5 - моноклинная, 6 - ромбическая.**

# Происхождение минералов

**Эндогенные** (внутренние) минералы, связаны с процессами, происходящими внутри земной коры. К ним относят те, которые возникают:

- а) при кристаллизации магмы и лавы (магматические процессы) (гранит, кварц);
- б) минералы, которые связаны с газами, выделившиеся из магмы в разные стадии её эволюции (пневматолитовые процессы) (топаз, турмалин);
- в) минералы, которые возникли благодаря горячим растворам (гидротермальные процессы) (флюорит, тальк);
- г) минералы, возникшие в глубинных условиях под действием высоких температур и давлений (метаморфические процессы) (так гранит превращается в гнейсы).

**Экзогенные** (внешние) минералы, образующие в верхней части земной коры и на её поверхности.

- а) осадочного происхождения (гравий, песок);
- б) органического происхождения (в результате жизнедеятельности организмов) (различные известняки, торф, угли).

# Физические свойства минералов

К ним относятся: цвет, цвет черты, блеск, прозрачность, спайность, излом, твёрдость, магнитность, двойное лучепреломление, вкус, ковкость и пластичность. Очень важным химическим свойством некоторых минералов является их отношение к соляной кислоте.

# Специфические свойства минералов

1. **Магнитность** присуща немногим минералам. Эти минералы реагируют на магнит (магнетит, платина, пирротин).
2. **Двойное лучепреломление** характерно для некоторых прозрачных минералов и связано с различием показателей преломления по разным направлениям. Если через пластинку минерала рассматривать предмет, то возникает двойное его изображение (исландский шпат – это разновидность кальцита).
3. **Способность карбонатов вступать в реакцию с соляной кислотой (5-10%).**
4. **Вкус.** Сильвин (KCl)– горько-солёный вкус, галит (Na Cl) – солёный.
5. **Горючесть** – горит сера.
6. **Ковкость и пластичность.** Золото – самый пластичный и ковкий. Из 1 г золота выйдет нить длиной 3,5 км или пластинка площадью 27 м<sup>2</sup>.



# Классификация минералов

Основана на их химическом составе и кристаллической структуре.

- 1. Самородные элементы** - минералы, состоящие из одного элемента (сера, графит, алмаз и др. )
- 2. Сульфиды.** Соединения различных элементов с серой. (серный колчедан –  $\text{FeS}_2$ ), халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ), галенит ( $\text{PbS}$ ), сфалерит ( $\text{ZnS}$ ).
- 3. Галоиды.** Соли галоидно-водородных кислот: галит (поваренная соль –  $\text{NaCl}$ ), сильвин  $\text{KCl}$ .)
- 4. Окислы.** Минералы, которые соединяются с кислородом и гидроокислами. Кварц -  $\text{SiO}_2$  - самый распространённый минерал в земной коре, корунд –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , магнетит  $\text{Fe}^*\text{Fe}_2\text{O}_4$ ).
- 5. Карбонаты.** В класс карбонатов входят минералы: кальцит –  $\text{CaCO}_3$ , доломит -  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , магнезит -  $\text{MgCO}_3$ .
- 6. Сульфаты.** Минералы, представляющие собой соли серной кислоты: гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ангидрит -  $\text{CaSO}_4$ ,
- 7. Фосфаты.** Апатит –  $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})[\text{PO}_4]_3$ .
- 8. Силикаты.** Наиболее распространённые в земной коре породообразующие минералы. Они сложные по химическому составу и участвуют в строении всех типов горных пород, особенно магматических и метаморфических. (оливин, роговая обманка, биотит, каолин, тальк, серпентин, ортоклаз, лабрадор)

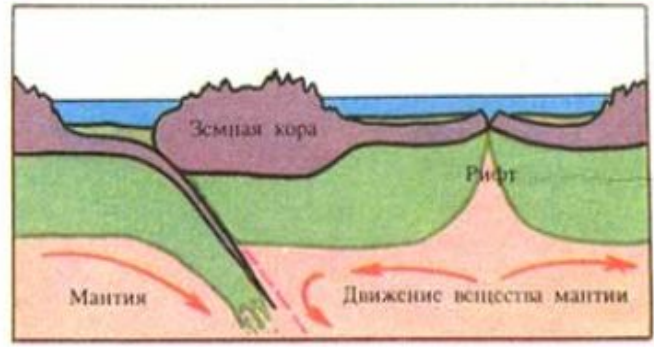
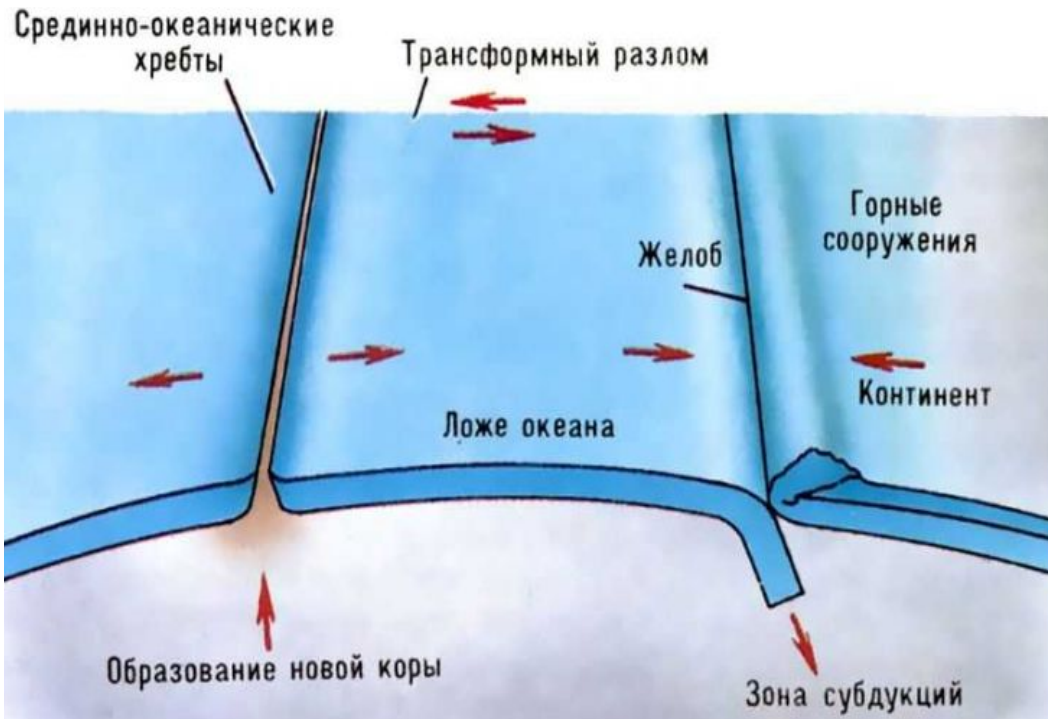
# Горные породы

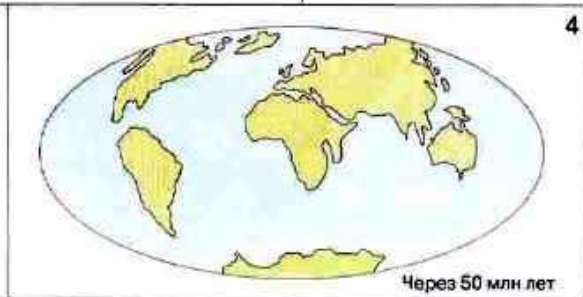
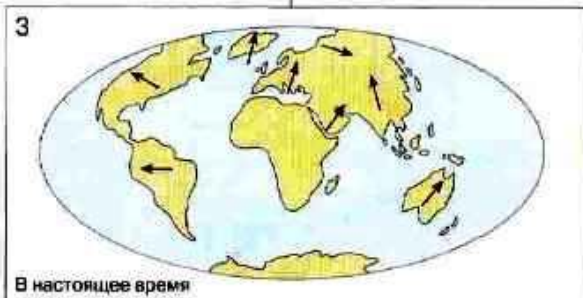
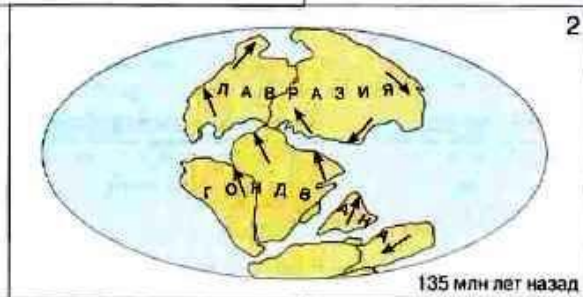
Горные породы делятся на три группы.

- 1. Магматические**, или изверженные породы, образующиеся из застывшего в различных условиях силикатного расплава — магмы или лавы.
- 2. Осадочные** горные породы, образующиеся на поверхности Земли в результате деятельности экзогенных процессов (выветривания и др.).
- 3. Метаморфические** горные породы, образующиеся в глубоких зонах земной коры путём преобразования магматических и осадочных горных пород под воздействием высоких температур, давлений и времени.

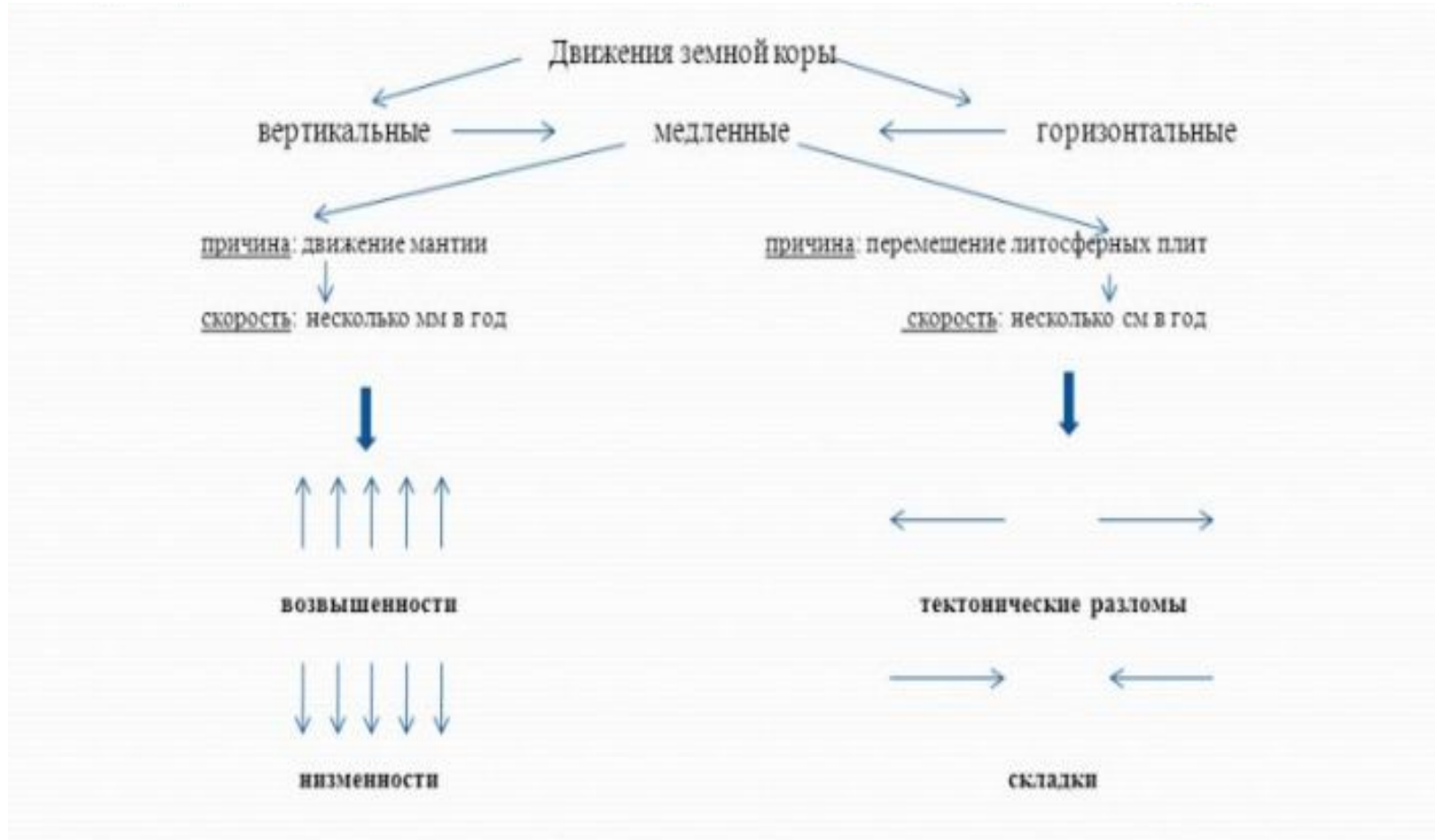
# Литосферные плиты







# Эндогенные причины происхождения и развития форм рельефа



# Влияние тектоники плит на рельеф Земли

Складчатые горы. Гималаи



Вулканы. Камчатка.



Серединно-Атлантический хребет, о.Исландия



Рифтовая зона, Мёртвое море



Рифтовая зона, Оз.Байкал



# Выветривание

## Физическое

- разрушение горных пород под действием движущейся воды, ветра, изменения температур

## Химическое

- разрушение растворимых горных пород водой

## Биогенное

- разрушение горных пород деятельностью растений и животных



# Физическое выветривание



# Химическое выветривание



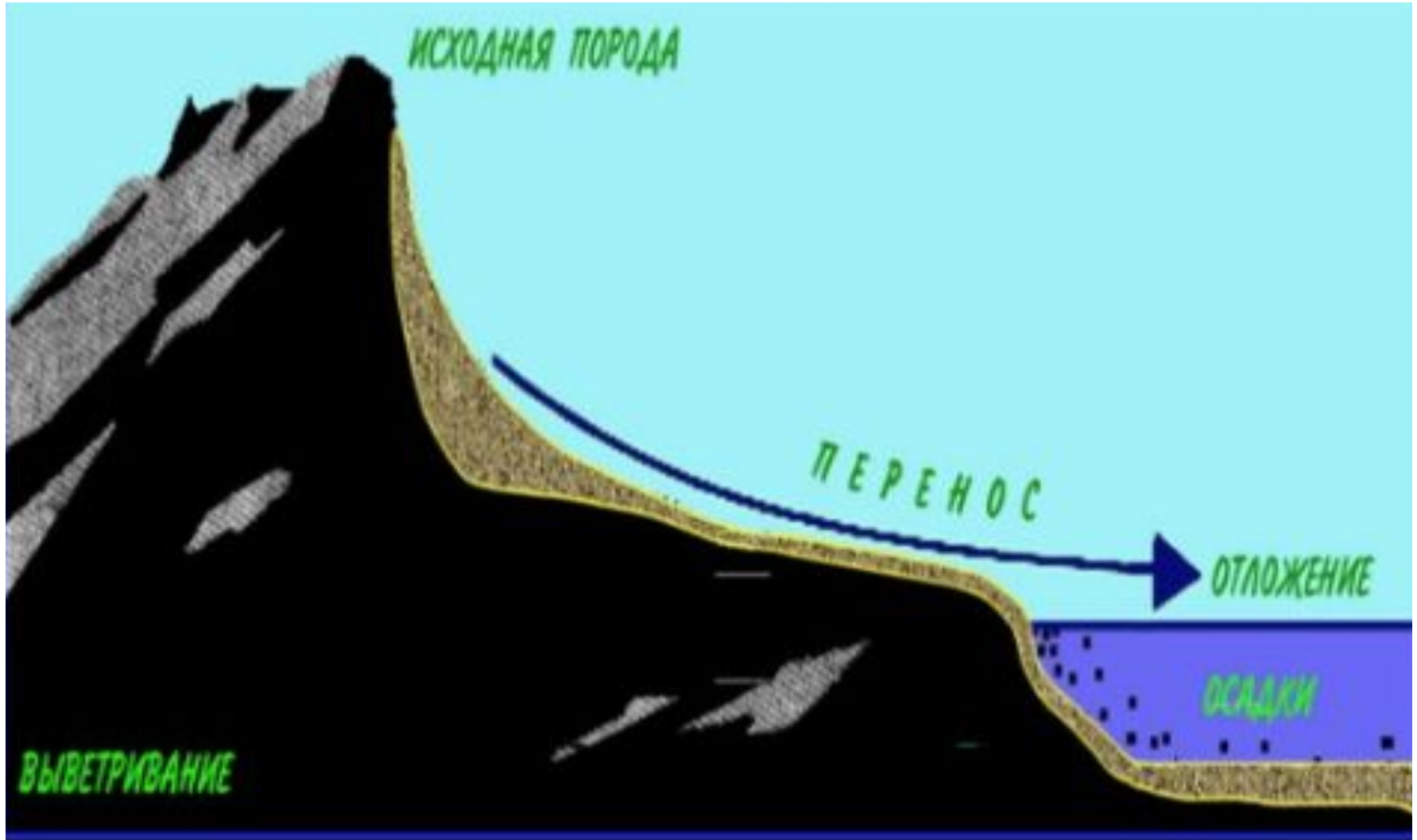
При химическом выветривании работают воздух и вода с растворенными в ней веществами



# Биогенное выветривание



# Образование осадочных пород





# Литогенез

(греч. lithos — камень и genesis — рождение, происхождение)

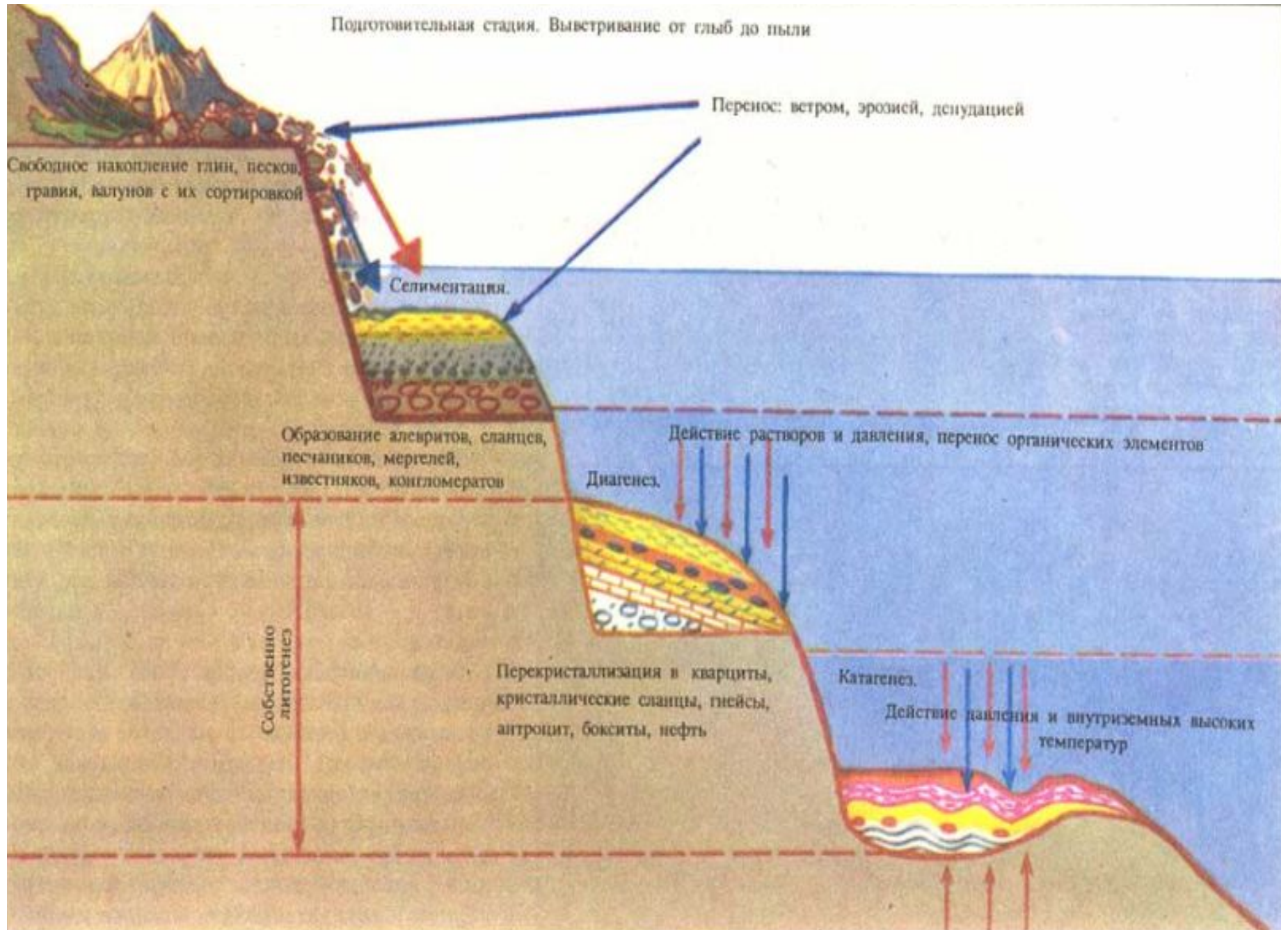
Это первые звенья в большом геологическом круговороте веществ, когда осадочная горная порода в процессе сложных преобразований проходит путь от выветривания до метаморфизации и превращения в метаморфическую породу.

Вначале из кристаллических (любых коренных) горных пород путем выветривания образуется рыхлый материал. Эрозией и денудацией он переносится во впадины или на дно водоемов, где осаждается с естественным распределением по крупности зерен (седиментация). Воздействие водных растворов и естественного давления завершает образование осадочной породы (диагенез).

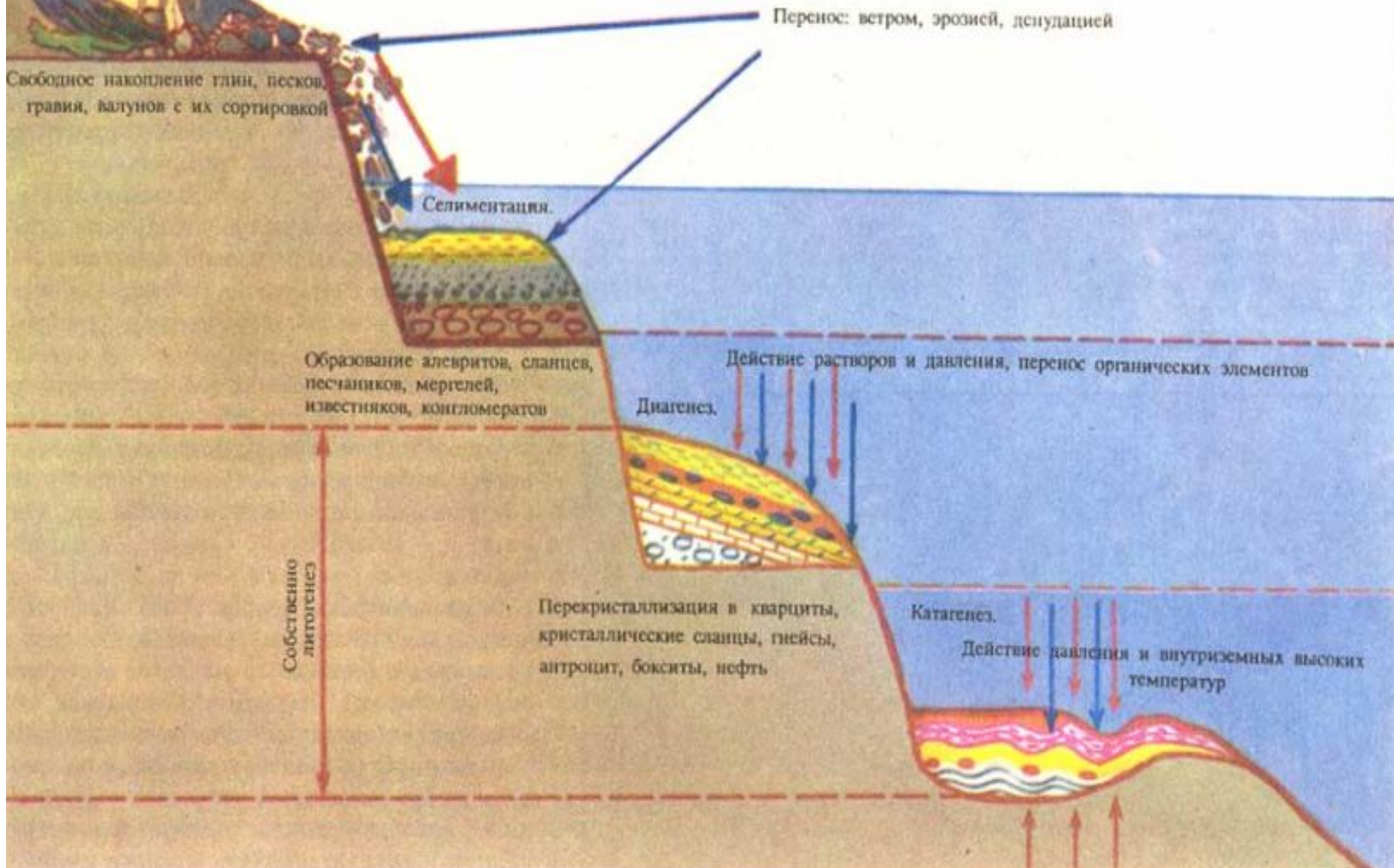
Постепенное нарастание осадков заставляет нижние слои под давлением погружаться в зону внутриземных высоких температур — идет метаморфизация (катагенез). В результате бывшая осадочная горная порода превращается в метаморфическую: илы и глины — в алевролиты, а затем в сланцы; пески и супеси — в аргиллиты, потом в песчаники; известняки — в мрамора и тому подобное.

Литогенез — важнейший процесс образования многочисленных полезных ископаемых: каменных углей; нефти, бокситов, осадочных железных руд, фосфоритов, мраморов и других.

Подготовительная стадия. Выветривание от глыб до пыли



Подготовительная стадия. Выветривание от глыб до пыли





2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ  
2.1 Генетическая классификация горных пород

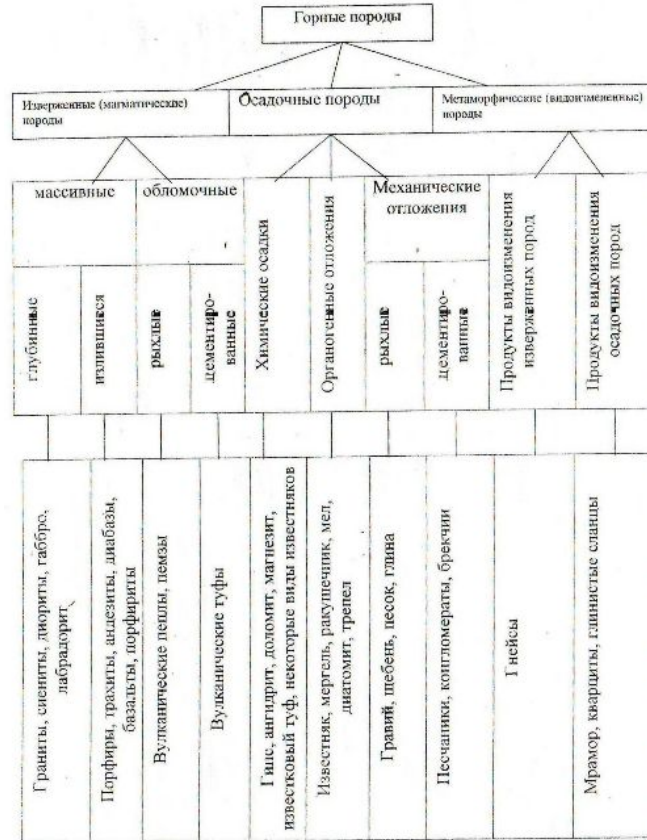
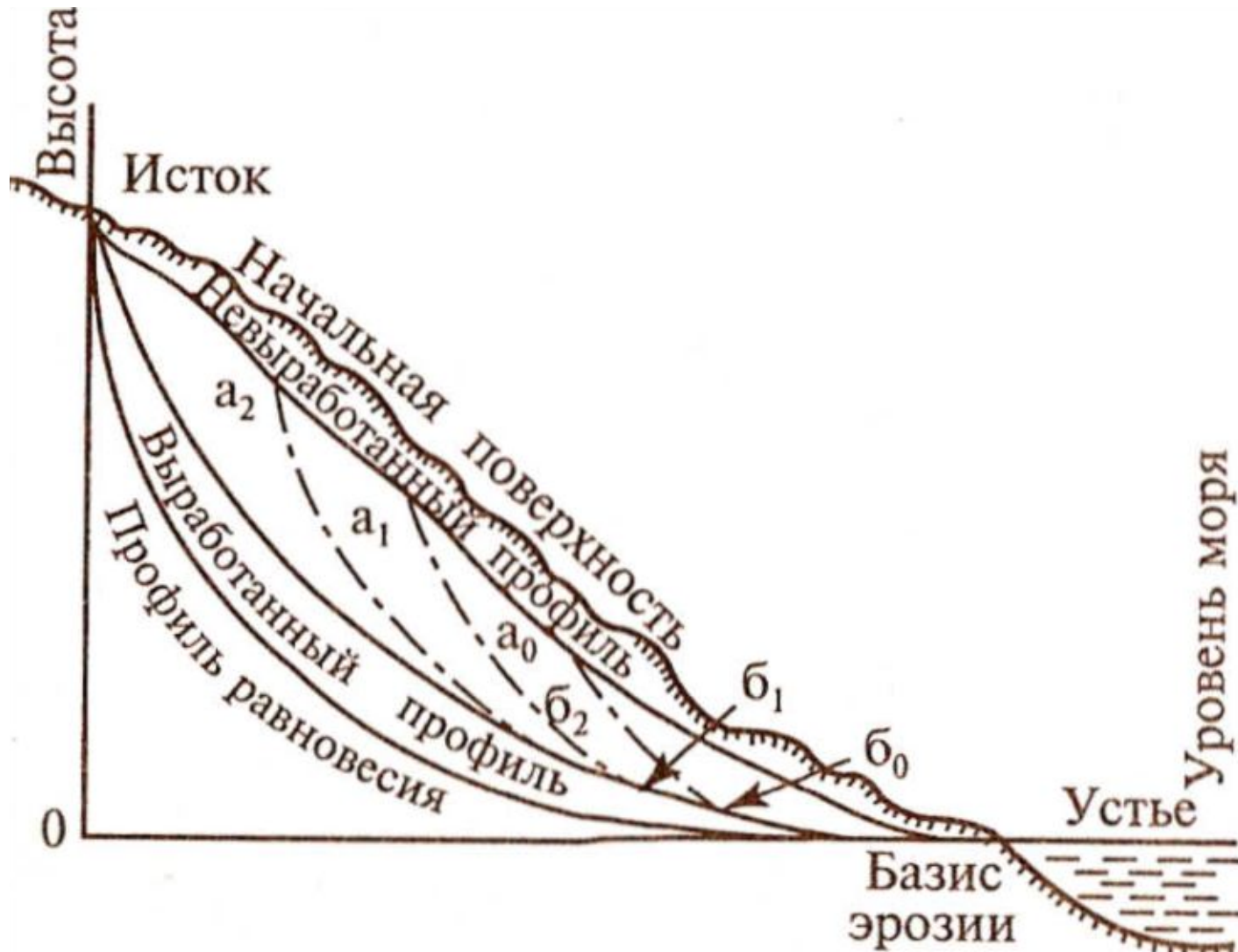
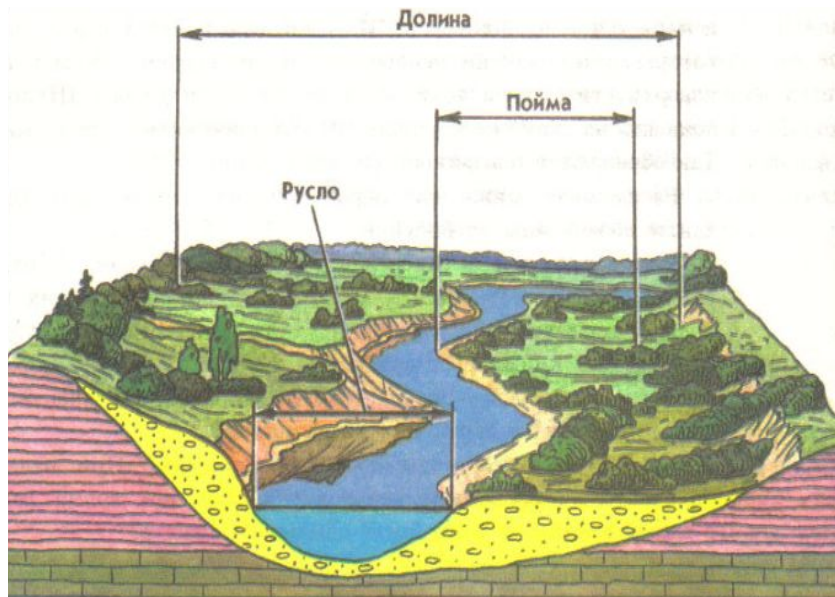


Рис 2.1 Классификация горных пород

# Деятельность поверхностных вод



# Реки



# Ледники

Различают:

а) область питания ледников- зона активной разрушительной деятельности ледников.

б) область их стаивания(абляция) – зона ледниковой аккумуляции. Граница между ними – снеговая линия.

Разрушительная деятельность ледников называется- **экзарацией**:

а) царапание и истирание ложа при движении льда, впаянным в лед обломочным материалом – **ледниковая корразия**.

б) отрыв и унос льдом блоков г. пород, ограниченные трещинами.

в) не зависят от базиса эрозии, поэтому вырабатывают крупные глубокие и замкнутые котловины при наличии сильно трещиноватых и рыхлых пород.

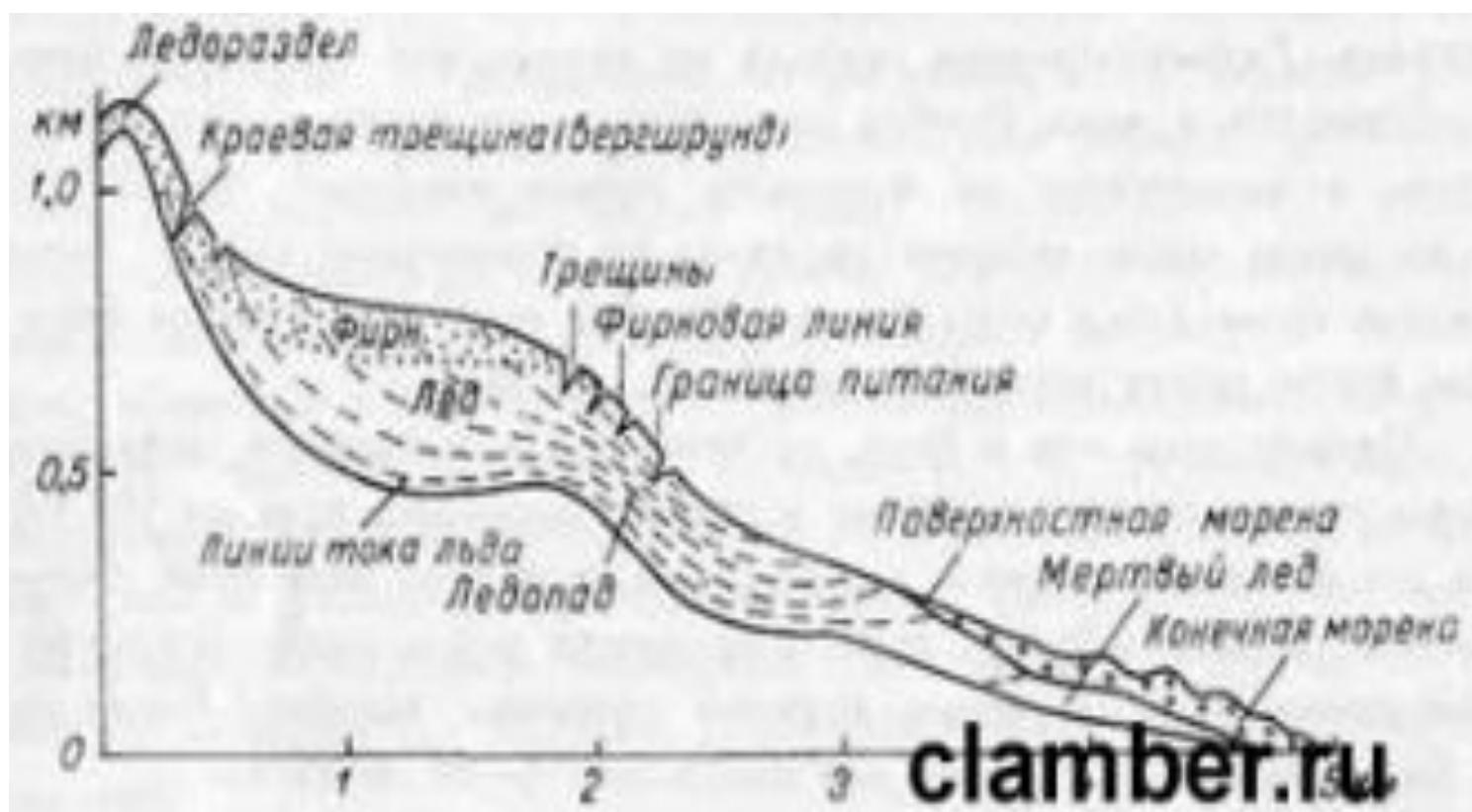
Обломочный материал, переносимый и откладываемый льдом образует **морены**.

**Проксимальная область** – область накопления обломочного материала на месте тела ледника.

**Дистальная область** – за пределами.

В плейстоцене ледники покрывали Сев.Америку до 46° с.ш., Европу до 50°с.ш., Зап. Сибирь до 60°с.ш. Ледники сохранились в Гренландии, в островах Арктики.

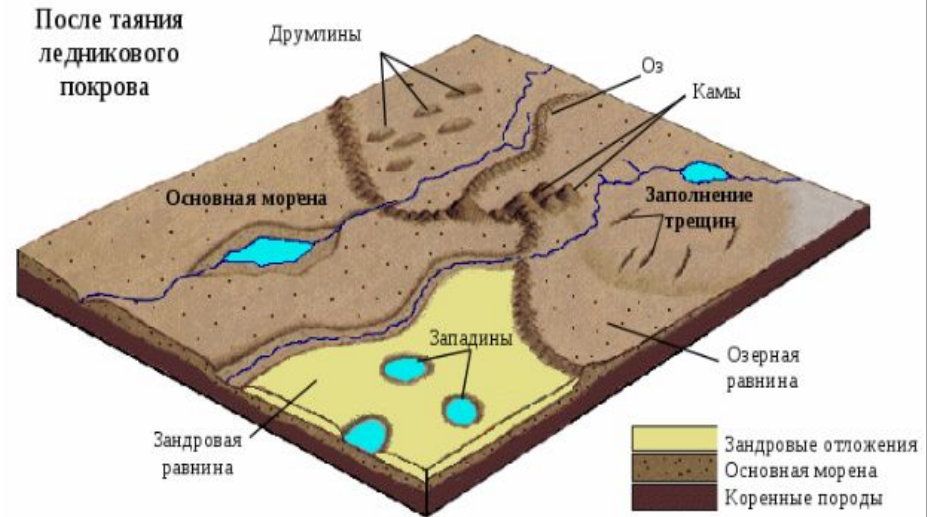
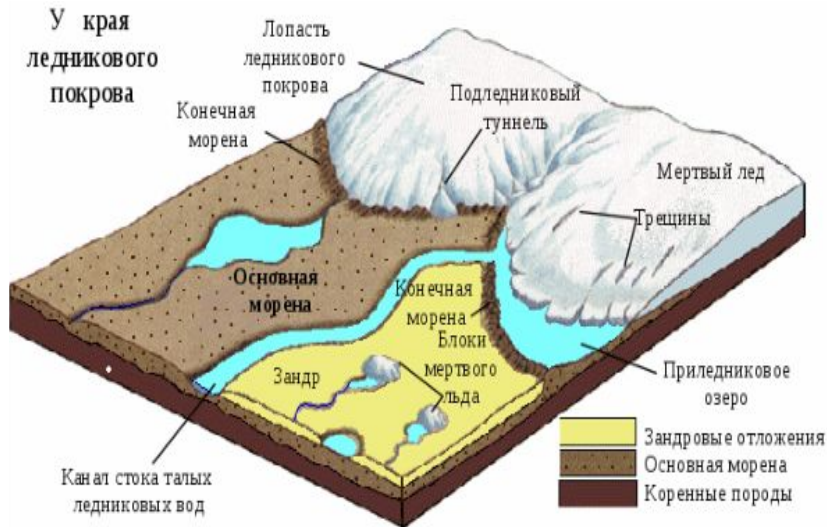
Оледенение бывает: **материковое и горное**.



clamber.ru

Схематический продольный разрез горно-долинного ледника.

# Деятельность ледников



## Перигляциальный рельеф.

Совокупность специфических форм рельефа была создана, когда край ледникового покрова или конец ледника находились в стационарном положении или при разрушении мертвого льда.

## Ледниковый рельеф.

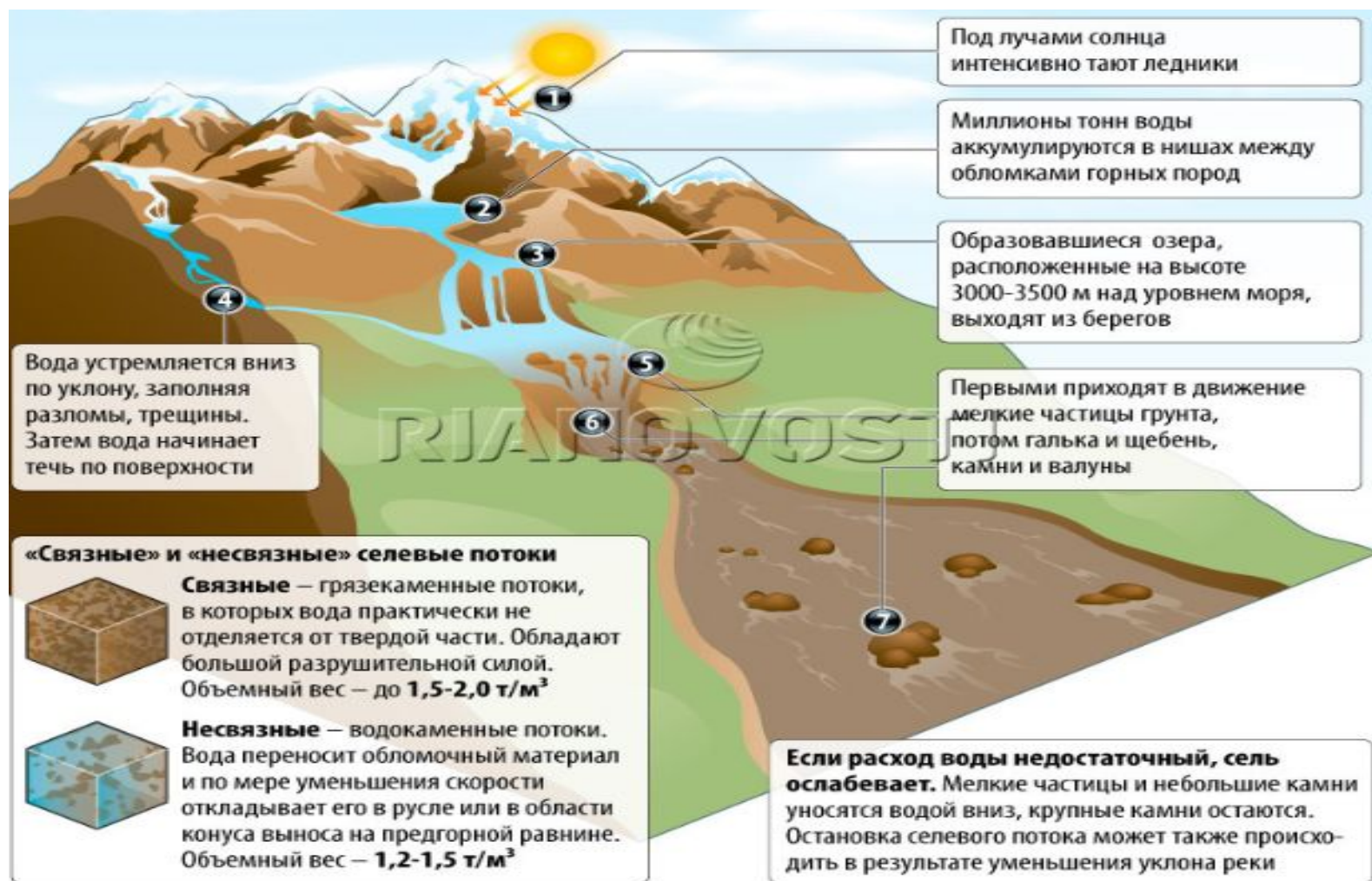
Под ледниковым покровом отложилась морена, на поверхности которой созданы разные формы рельефа.



долинный ледник (вид в разрезе)

# Как образуются селевые потоки

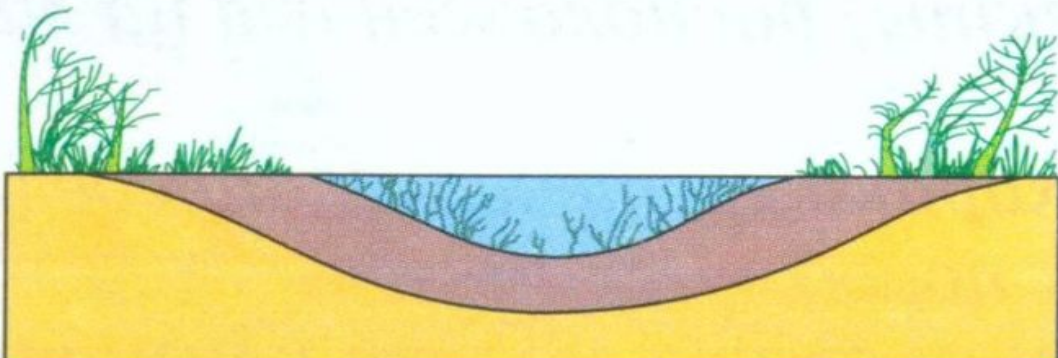
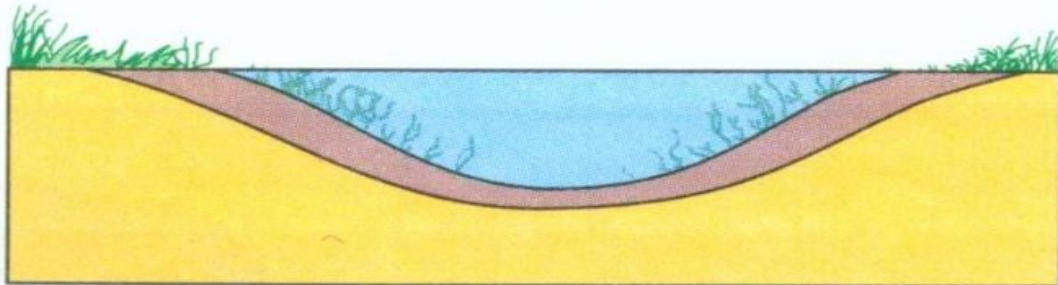
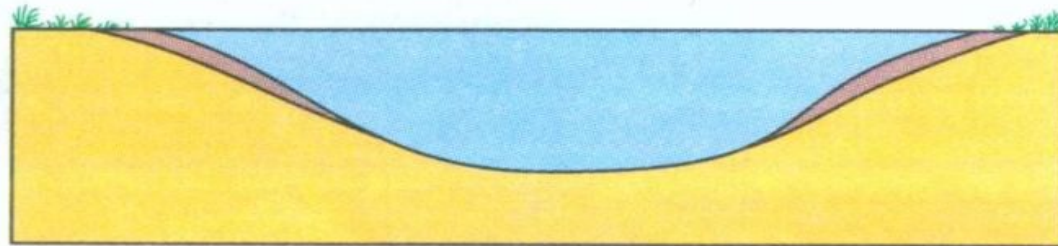
Поток с большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород, возникающий в бассейнах небольших горных рек и сухих логов, длится обычно 1-3 часа





# Озера

## Стадии зарастания озер

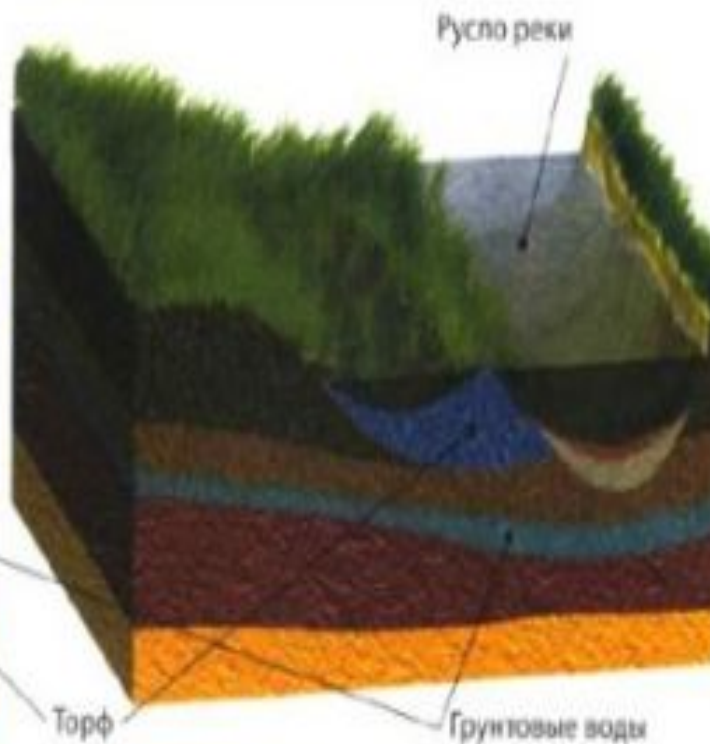


Если круговорот веществ замкнут не полностью, условия в экосистеме постоянно меняются, поэтому на месте озера рано или поздно появляется **БОЛОТО**.

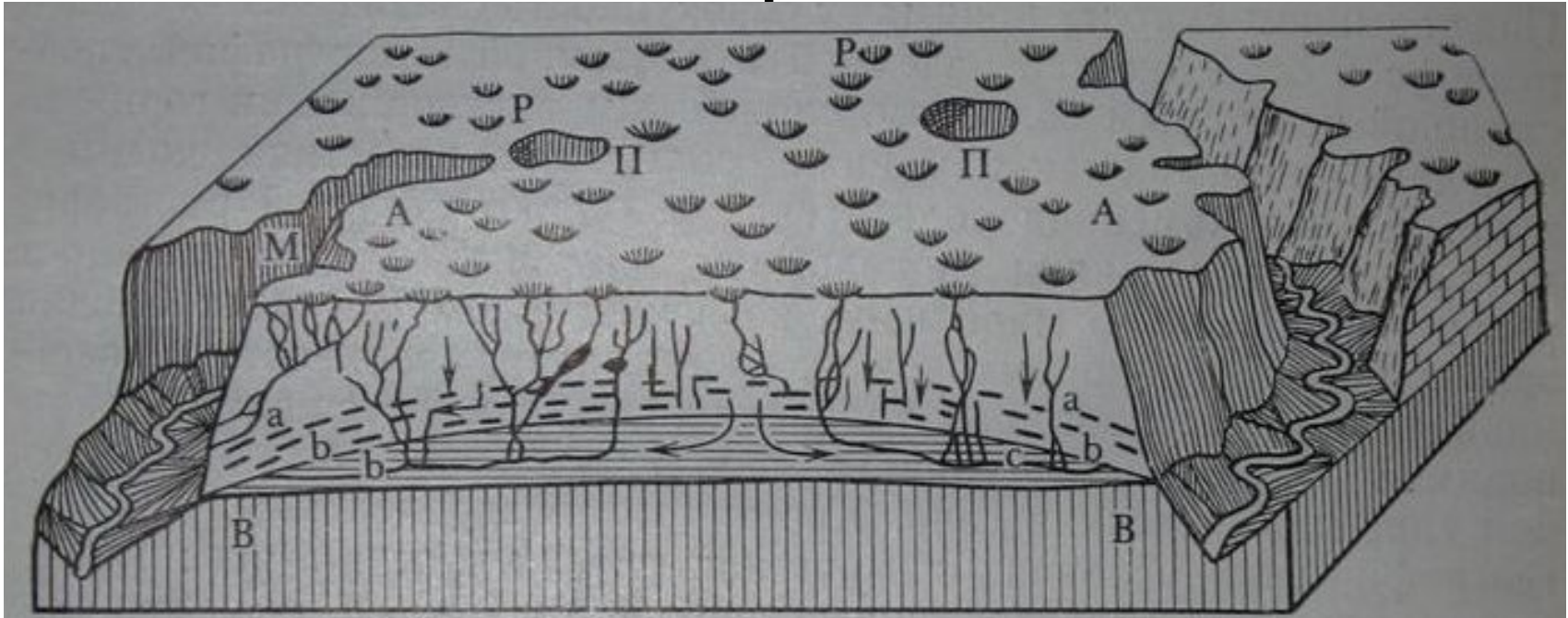
*Верховое болото на водоразделе*



*Низинное болото в речной долине*

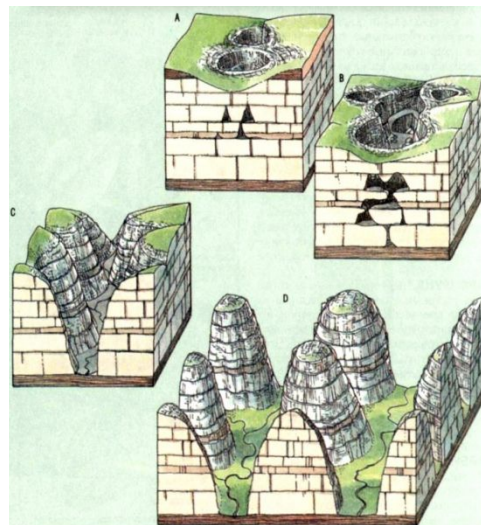
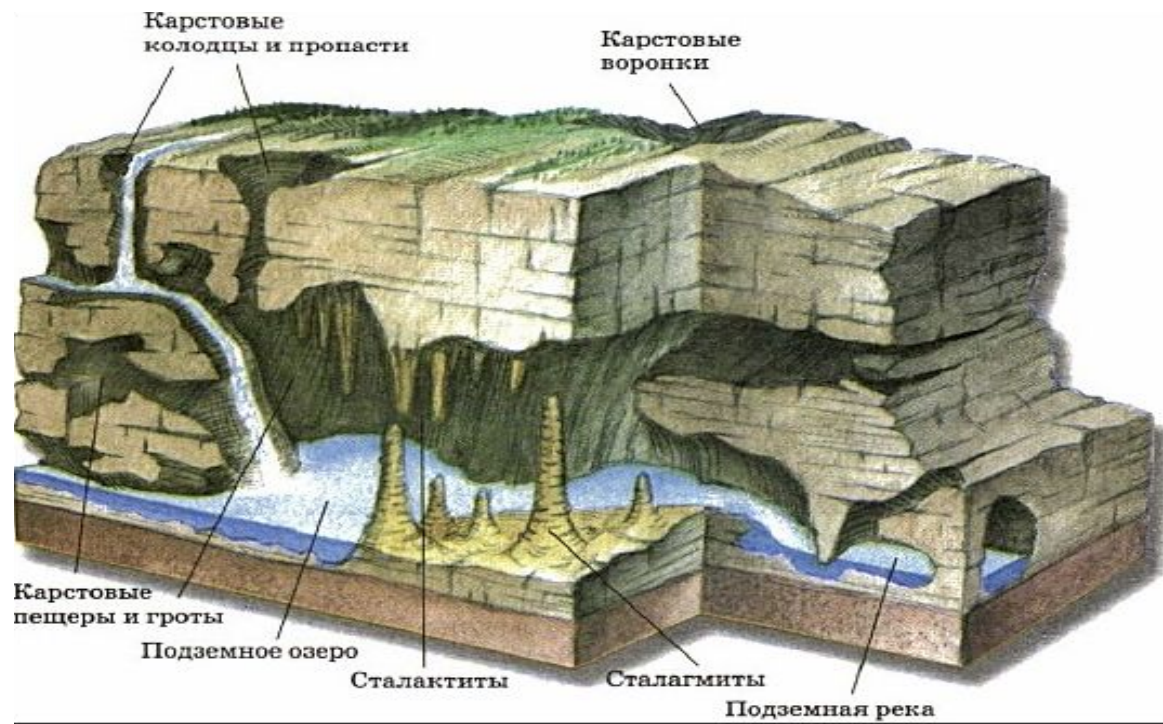


# Карст

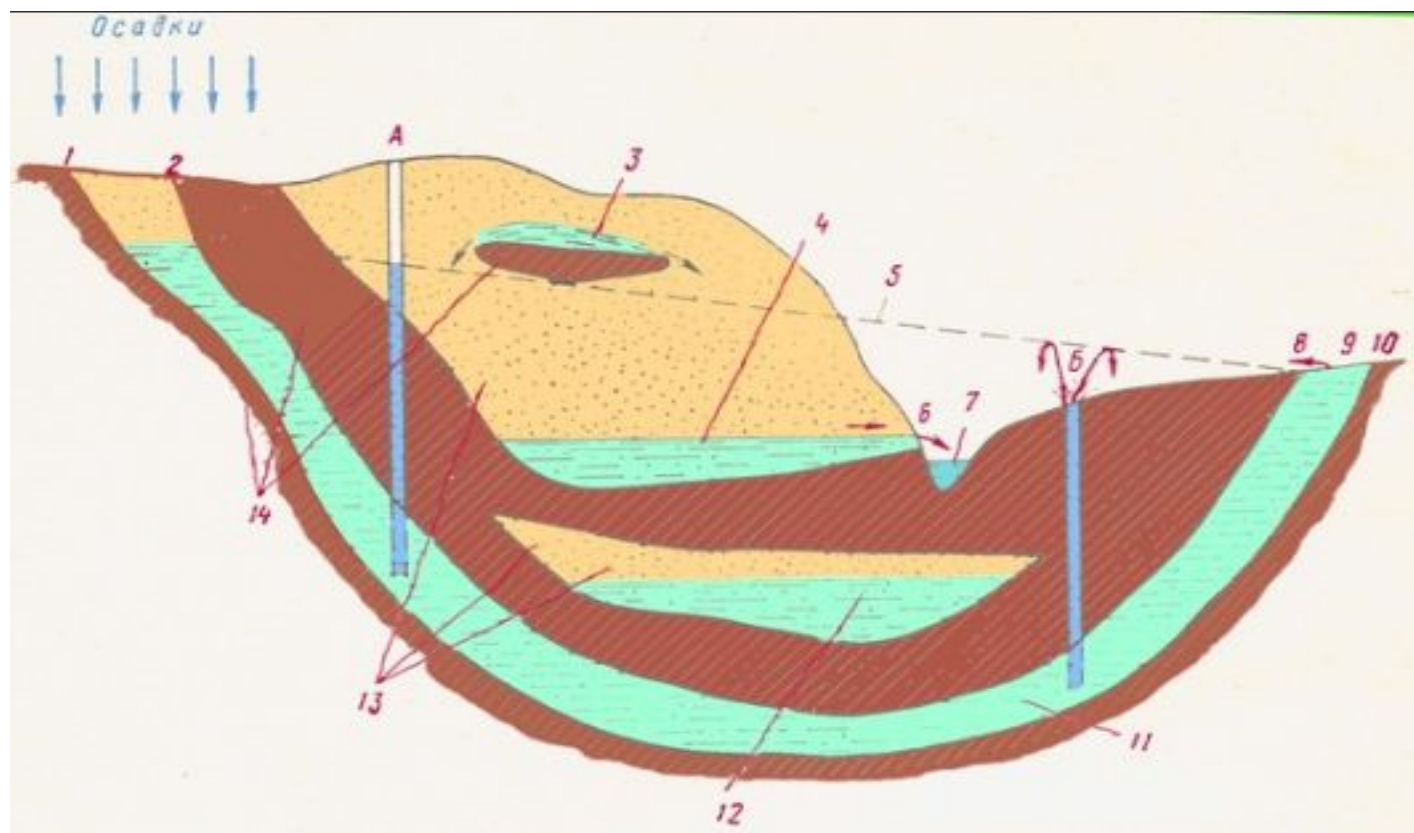


## Карстовый массив (по И.С.Щукину)

А – известняк, В – водоупор, Р – воронки, П – провалы над подземными пустотами, М – мешкообразная долина, а-а – зона аэрации, б-б – зона периодического полного насыщения с периодическими источниками, б-с – зона постоянного полного насыщения с постоянными источниками.



# Подземные воды



1, 2 – область питания артезианских вод, 3 – верховодка, 4 – грунтовые воды, 5 – пьезометрическая линия, 6 – нисходящий источник, 7 – река, 8, 10 – область разгрузки, 9 – восходящий источник, 11 – артезианские воды, 12 – межпластовые безнапорные воды, 13 – водопроницаемые грунты, 14 – водоупоры, А, Б – артезианские скважины.