

# УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ



- **Биосфера** - это совокупность всех экосистем планеты в пределах атмосферы, гидросферы и литосферы, охватывающая все биомы Земли.
- Понятие «биосфера» - французский натуралист Ж.Б. Ламарком в начале XIX века
- Термин - австрийский ученый Эдуард Зюсс в 1875 г.



**Э.Зюсс**

Биосфера - это особая оболочка Земли, включающая в себя все живые организмы.



# В. И. Вернадский

( 1863 - 1945)

Выдающийся русский ученый  
Академик, основоположник науки геохимии ,  
создал учение о биосфере Земли

Вся масса организмов всех видов - **живое вещество** Земли.

Биосфера – это не только область распространения жизни, но и  
ее **производное**, т.к. она в своих основных свойствах  
преобразована живыми организмами и определенным образом  
**организована ими.**



На ранних этапах геологической истории наша планета была безжизненной.

Эволюция земной коры определялась факторами неживой природы.

С возникновением жизни на Земле живые организмы стали активно изменять, преобразовывать земную кору.

Образовалась новая комплексная геологическая оболочка Земли — биосфера, переработанная жизнью и заселенная живыми организмами.

Появление на Земле человека ознаменовало переход нашей планеты в новую стадию, когда роль основного фактора всех изменений, происходящих на поверхности Земли, начало играть человеческое общество.

# НООСФЕРА

- Неизбежен переход биосферы в ноосферу, как высшую стадию развития биосферы.
- Термин «ноосфера» - в 20-е годы (французский ученый Е. Леруа).
- Распространение - французский палеонтолог, философ и теолог Тейяр де Шарден.

*От клеток (эмбрионального мыслящего покрова), опоясавших земную поверхность, через человека, активизировавшего мыслительные возможности вещества и реализовавшего возможность самовоспроизводства мыслящего слоя, сфера разума переходит в охватывающие всю планету «пласты ноосферы».*



*Пьер Тейяр де Шарден*

# НООСФЕРА

- Ноосфера – новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность людей становится определяющим фактором ее устойчивого развития.
- Необходимые предпосылки для создания ноосферы:
  - Человечество должно быть единым целым;
  - Наличие реального равенства людей;
  - Рост общего уровня жизни;
  - Исключение войн из жизни общества.

# Важнейшие компоненты биосферы

- **Живое вещество** – совокупность всех живых организмов, населяющих биосферу и связанных с другими веществами биогенной миграцией элементов.
- **Косное вещество** – твердое, жидкое, газообразное вещество, в образовании которого живое вещество не участвует (горные породы, минералы и др.).
- **Биогенное вещество** – вещество, создаваемое и перерабатываемое живыми организмами на протяжении геологической истории (каменный уголь, нефть и др.).
- **Биокосное вещество** – вещество, которое создается одновременно в процессах жизнедеятельности живых организмов и в процессах неорганической природы, причем организмы играют ведущую роль (почвы, илы).

# Важнейшие компоненты биосферы

- **Вещество в радиоактивном распаде** - радиоактивные элементы, рассеянные в биосфере.
- **Рассеянные атомы** постоянно образуются в атмосфере под действием космического излучения и не связываются химическими реакциями.
- **Вещество космического происхождения** поступает из ионосферы в виде метеоритов, небольших космических тел и космической пыли.



**«Живое вещество охватывает и перестраивает химические процессы биосферы.**

**Живое вещество есть самая мощная геологическая сила, растущая с ходом времени».**



**В. И. Вернадский**

# Живое вещество

- **Масса 2420 млрд. т.** или  $1/6\ 000\ 000$  массы биосферы и  $1/11\ 000\ 000$  массы земной коры
- Слой в 2 см – при равномерном распределении
- **Чистая продукция земного шара – 170 млрд. т. сухого органического вещества** (суша – 115, Мировой океан – 55)

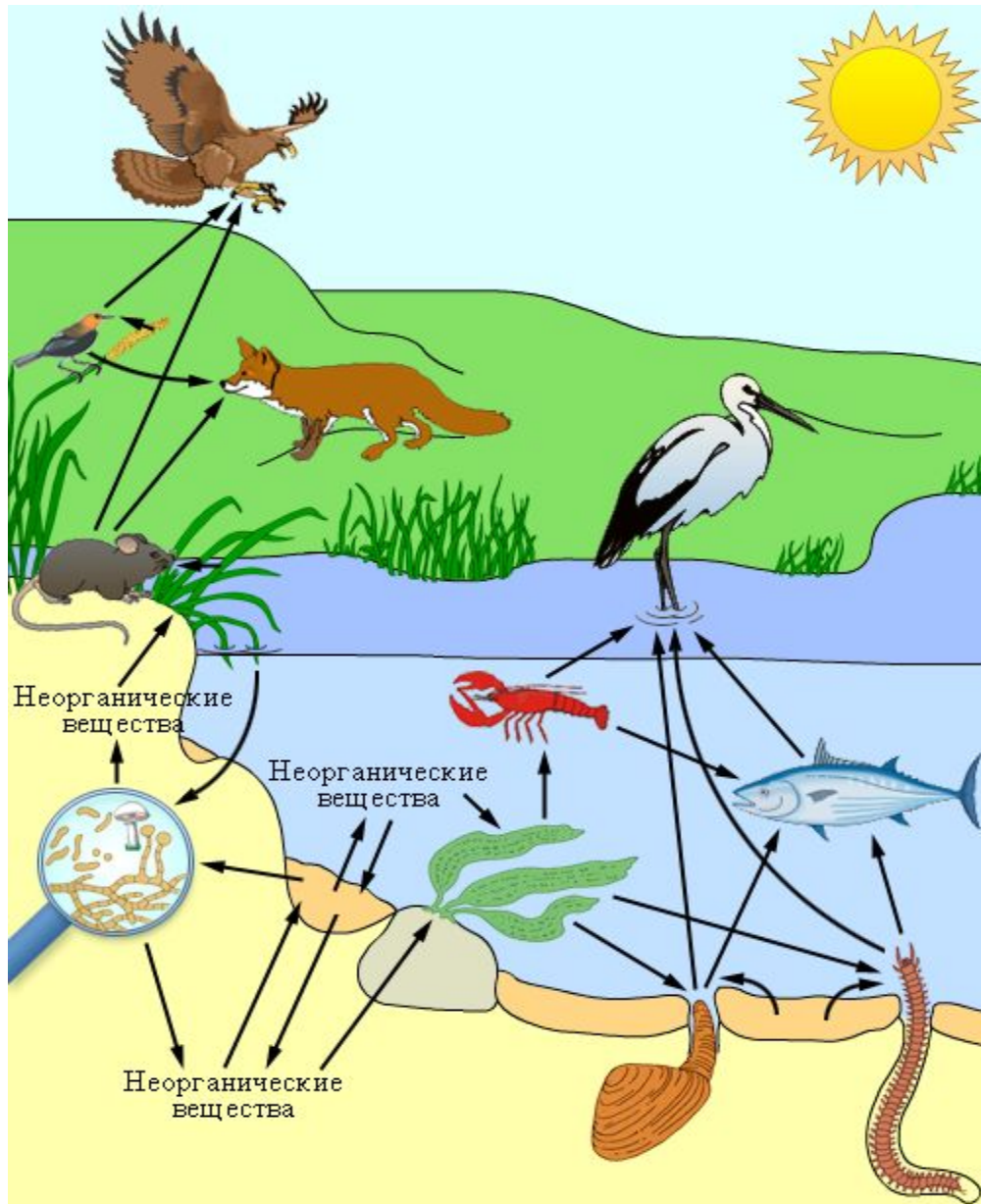
# Важнейшие свойства живого вещества

- Соподчиненность структурной организации
- **O** (~70%), **C**(~18%), **H** (~10,5%)
- + **N, P, S** = 98,5%
- **14 элементов** = 99,9%
- Наличие специфических химических соединений (углеводы, белки, липиды)

# Важнейшие свойства живого вещества

- Обмен веществом, энергией и информацией.
- Стремление заполнить собой все окружающее пространство или «давление жизни» по Н.Ф. Реймерсу.
- Возможность произвольного перемещения в пространстве.
- Эволюционный процесс присущ только живому веществу.

# Закон физико-химического единства живого: качественно жизнь едина и подчиняется единым законам.



Общее видовое разнообразие в биосфере (при отсутствии антропогенного вмешательства) **есть константа** – число рождающихся видов в среднем равно числу вымирающих.

# Биосферные функции ЖИВОГО

Функции	Краткая характеристика процесса
Энергетическая	Поглощение солнечной энергии при фотосинтезе. Запасание энергии в химических связях и передача ее по цепям питания и разложения
Геохимическая	Вовлечение химических элементов Земли в живые организмы и возвращение их путем биогенной миграции снова в среду. Создание осадочных пород, углей, горючих сланцев и др.
Концентрационная	Избирательное накопление в ходе жизнедеятельности организмов вещества для построения тела и вовлечения их в биологический круговорот веществ

# Биосферные функции ЖИВОГО

Газовая	Создание свободного кислорода и переход его в озон, выделение свободного азота при разложении живого вещества, выделение углекислого газа и др.
Деструктивная	Разложение минеральных веществ неживой природы, минерализация биогенного и небιοгенного органического вещества
Средообразующая	Преобразование физико-химических параметров среды. Создание среды благоприятной для жизни
Транспортная	Перенос вещества против силы тяжести в горизонтальном направлении путем «растека-ния»

# Биосферные функции ЖИВОГО

Функции	Краткая характеристика процесса
Историческая	Эволюционное развитие жизни, эволюция организмов, экосистем и биосферы
Самовоспроизводящая	Живое только от живого



# Атмосфера

## • *Воздушная оболочка*

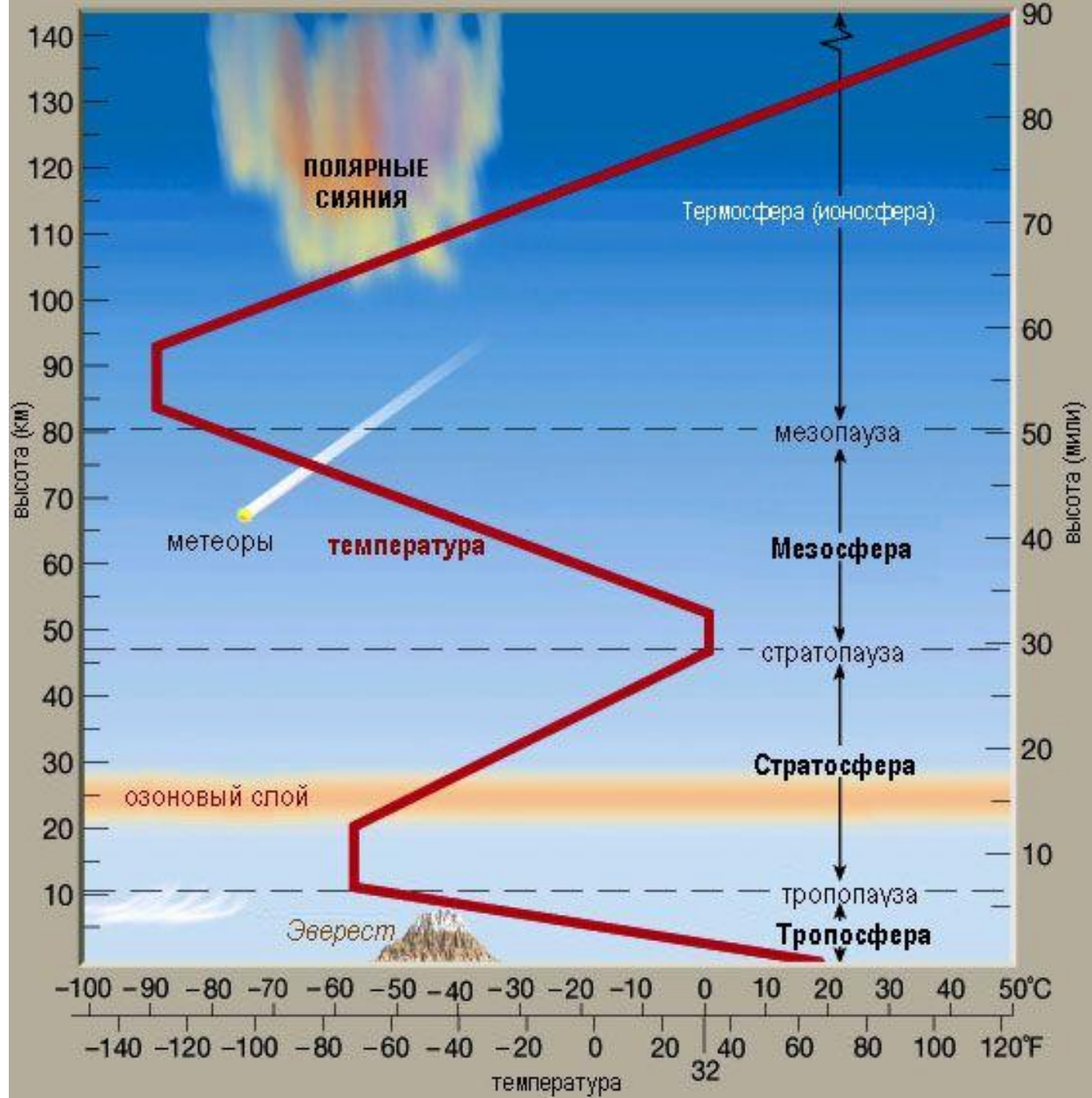
*(от греч. «атмос» – воздух, «сфера» – шар)*

**Наибольшее значение имеют:**

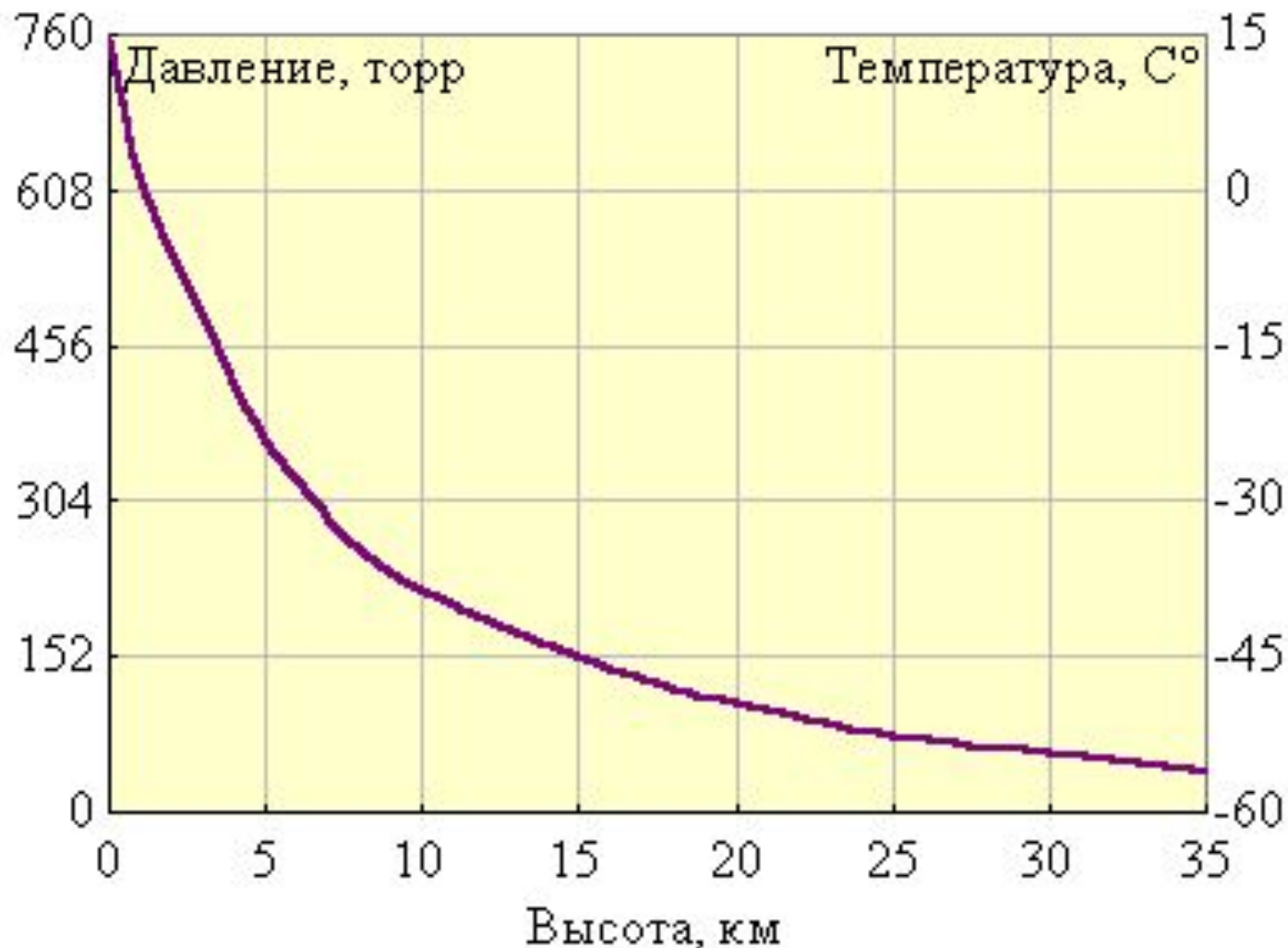
- **Кислород атмосферы, который используется в процессах дыхания и минерализации органического вещества**
- **Углекислый газ, необходимый для нормального протекания процесса фотосинтеза**
- **Озон, задерживающий губительное для всего живого ультрафиолетовое излучение Солнца.**
- **Атмосфера предохраняет планету от метеоритной бомбардировки.**

# Средний химический состав атмосферы

Элемент	Объемные %	Весовые %
N <sub>2</sub>	78,08	75,51
O <sub>2</sub>	20,95	23,15
Ar	0,93	1,28
CO <sub>2</sub>	0,03	0,046
Ne	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$
He	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$0,72 \cdot 10^{-4}$
CH <sub>4</sub>	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Kr	$1 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
N <sub>2</sub> O	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
H <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-5}$	$0,3 \cdot 10^{-5}$
Xe	$8 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
O <sub>3</sub>	$1 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$



# Зависимость температуры атмосферы от высоты



**Торр**, внесистемная единица давления, равная  $101325:760 = 133,322$  (н/м<sup>2</sup>, или паскаля). Названа в честь Э. Торричелли. В научной литературе чаще применяется равная ей единица - миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.).

# Гидросфера

- *Водная оболочка*

*(от греч. «гидро» – вода, «сфера» – шар)*

- *Возникновение жизни*

- *Поддержание климата на планете*

- *Круговорот воды*



# Распределение водных масс в гидросфере

Формы нахождения	Объем воды в $10^3 \text{ км}^3$	% от объема
Мировой океан	1370000	94,0
Подземные воды	60000	4,0
Подземные воды активного обмена	4000	0,3
Ледники	24000	1,7
Озера	280	0,02
Почвенная влага	80	0,01
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Всего	1454000	100,00

# Главные ионы морской ВОДЫ

Ионы	Концентрация	
	г/кг	%
Катионы		
Натрий $\text{Na}^+$	10,47	30,4
Магний $\text{Mg}^{2+}$	1,28	3,7
Кальций $\text{Ca}^{2+}$	0,41	1,2
Калий $\text{K}^+$	0,38	1,1
Анионы:		
Хлорид $\text{Cl}^-$	18,97	55,2
Сульфат $\text{SO}_4^{2-}$	2,65	7,7
Бикарбонат $\text{HCO}_3^-$	0,14	0,4

# Химический состав вод

## В морской воде



## В континентальных водах





# Литосфера

## • *Каменная оболочка*

*(от греч. «литос» – камень, «сфера» – шар)*

- **Природные ресурсы**
- **Минеральные грязи**
- **Размещение зданий, сооружений, транспортных коммуникаций и др.**



# Литосфера

- Э. Зюсс – синоним «земная кора»
- Земная кора (0,4% массы Земли) + верхняя часть мантии Земли (до 200 км).
- Толщина земной коры в среднем 17 км (4-70 км)
- Самая глубокая скважина – 7,7 км
- Самая глубокая шахта – 3,4 км

# Наиболее распространенные элементы земной коры

Элемент	Содержание, %	Элемент	Содержание, %
Кислород	50	Калий	2,4
Кремний	26	Магний	1,9
Алюминий	7,5	Титан	0,6
Железо	4,7	Водород	0,14
Кальций	3,4	Фтор	0,1
Натрий	2,6	Фосфор	0,1

# Ежегодное потребление элементов в мировом масштабе

Элементы	Уровень ежегодного потребления, кг
C	$10^{12}$ - $10^{13}$
Na, Fe	$10^{11}$ - $10^{12}$
N, O, S, K, Ca	$10^{10}$ - $10^{11}$
H, F, Mg, Al, P, Cl, Cr, Mn, Cu, Zn, Ba, Pb	$10^9$ - $10^{10}$
B, Ti, Ni, Zr, Sn	$10^8$ - $10^9$
Ar, Co, As, Mo, Sb, W, U	$10^7$ - $10^8$
Li, V, Se, Sr, Nb, Ag, Cd, I, Au, Hg, Bi, редкоземельные	$10^6$ - $10^7$
He, Be, Te, Ta	$10^5$ - $10^6$

# Минералы

- Силикаты (90%)
- Несиликаты
- Свободные элементы

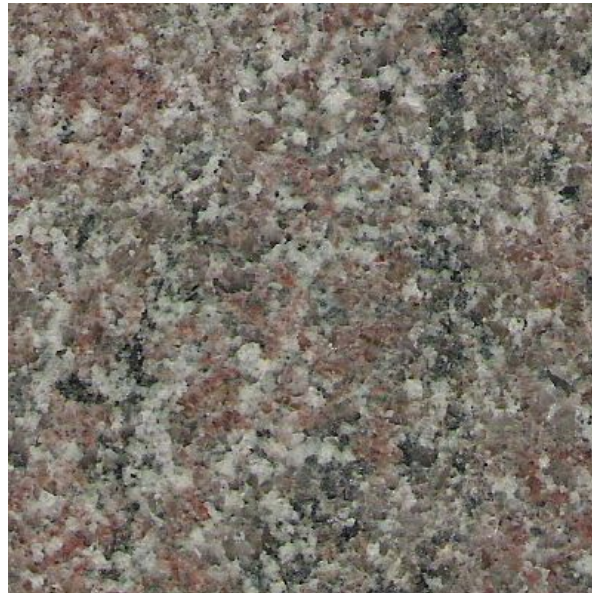
## Наиболее распространенные минералы

Название минерала	Химическая формула
Кальцит	$\text{CaCO}_3$
Халькопирит	$\text{CuFeS}_2$
Киноварь	$\text{HgS}$
Корунд	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Флюорит	$\text{CaF}_2$
Галенит	$\text{PbS}$
Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Галит	$\text{NaCl}$

# Горные породы

## *Гранит:*

$\text{SiO}_2$  -70.18%,  $\text{TiO}_2$  – 0.39%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 14.47%,  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1.57%,  $\text{FeO}$  -1.78%,  $\text{MnO}$  – 0.12%,  
 $\text{MgO}$  – 0.88%,  $\text{CaO}$  – 1.99%,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 3.48%,  
 $\text{K}_2\text{O}$  – 4.11%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 0.84%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0.19%



- **Кларк** — константа распространенности химического элемента в крупной геохимической системе (земной коре, биосфере, почве, растительности и т. п.), которая представляет собой среднее содержание элемента в этой системе (в весовых или атомных процентах).
- **Литотоксичность, гидротоксичность, атмотоксичность** (зависит от степени подвижности элемента и времени присутствия в конкретной среде).
- **Геоэкологичность** (характеризует относительное потенциальное экологическое неблагополучие территории, где встречаются те или иные вещества).

# Литотоксичность элементов

Классы опасности	T <sub>л</sub>	Элементы		
		халькофильные	литофильные	сидерофильные
Супертоксичные	15	Hg, Cd, Tl	Be, U, Ra, Rn	-
I	10	Pb, As, Se	B, Th	V, Cr, Ru
II – III	5	Cu, Zn, Ag	Al, Mn, Li	Os
Общетоксичные	1	-	Nb, La	Ir
IV			Ti, Ca, Si	

## Литоэкологичность минералов

$$ЛЭ_M = 1/Y \sum (ЛЭ_i)$$

ЛЭ<sub>i</sub> (литоэкологичность элемента) = T<sub>л</sub>/Кларк

**Y** — показатель устойчивости минерала, учитывающий химическую, механическую и гидроаэродинамическую устойчивость и имеющий три градации: высокую (Y = 10), среднюю (Y = 5) и низкую (Y = 1)

**Самый высокий для ртути самородной — ~10<sup>8</sup>, для кальцита — 5**



# Педосфера

- Синоним «почва», «эдафосфера»
- Функция поддержания жизни на Земле
- Обеспечение взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ.
- Регулирование состава атмосферы и природных вод.
- Регулирование интенсивности биосферных процессов, в частности плотности и продуктивности населяющих поверхность почвы организмов.
- Накопление на земной поверхности органического вещества – гумуса и связанных с ним энергии и плодородия.
- Защита литосферы от интенсивного воздействия экзогенных факторов, вызывающих разрушение горных пород.
- Незаменимый природный ресурс.

# Положение биосферы среди других сфер Земли

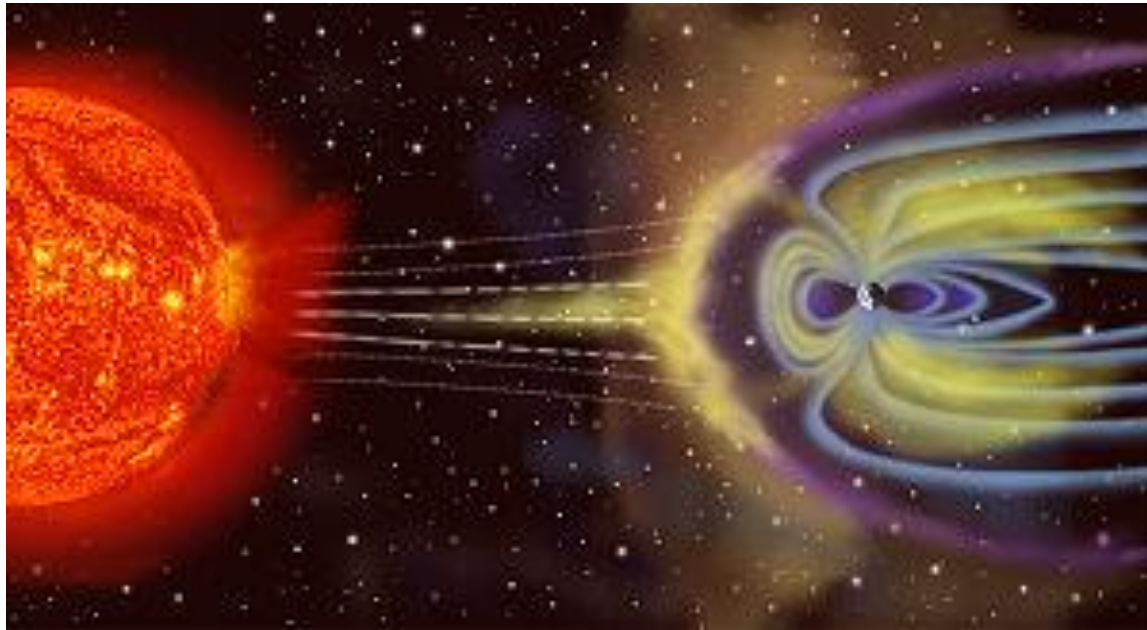


# Границы биосферы

- Естественная верхняя граница биосферы - озоновый слой.
- Верхняя граница жизни расположена не выше 5-6 км над твердой оболочкой.
- Нижняя граница биосферы не превышает около 3 км на суше и 5,5 км в области океана.

# Устойчивость биосферы

## 1. Магнитное поле Земли



2. Энергия Солнца

3. Кислород и озон

# 4. Разнообразие живых организмов

- **Организмы-автотрофы**  
фотоавтотрофы и хемоавтотрофы
- **Организмы-гетеротрофы**  
консументы и редуценты
- **Организмы-автогетеротрофы**

# 5. Круговорот веществ

- Многократное, циклическое, неравномерное во времени перераспределение вещества между компонентами биосферы.
- Большой (геологический, биосферный) и малый (биологический).
- **Круговорота энергии не бывает**

- Биосфера функционирует как гигантская слаженная экосистема, где **организмы** не только приспосабливаются к среде, но и сами **создают и поддерживают на Земле условия, благоприятные для жизни.**
- Совершая гигантский **биологический круговорот веществ** в биосфере, **жизнь поддерживает стабильные условия для своего существования и существования в ней человека.**

