

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)

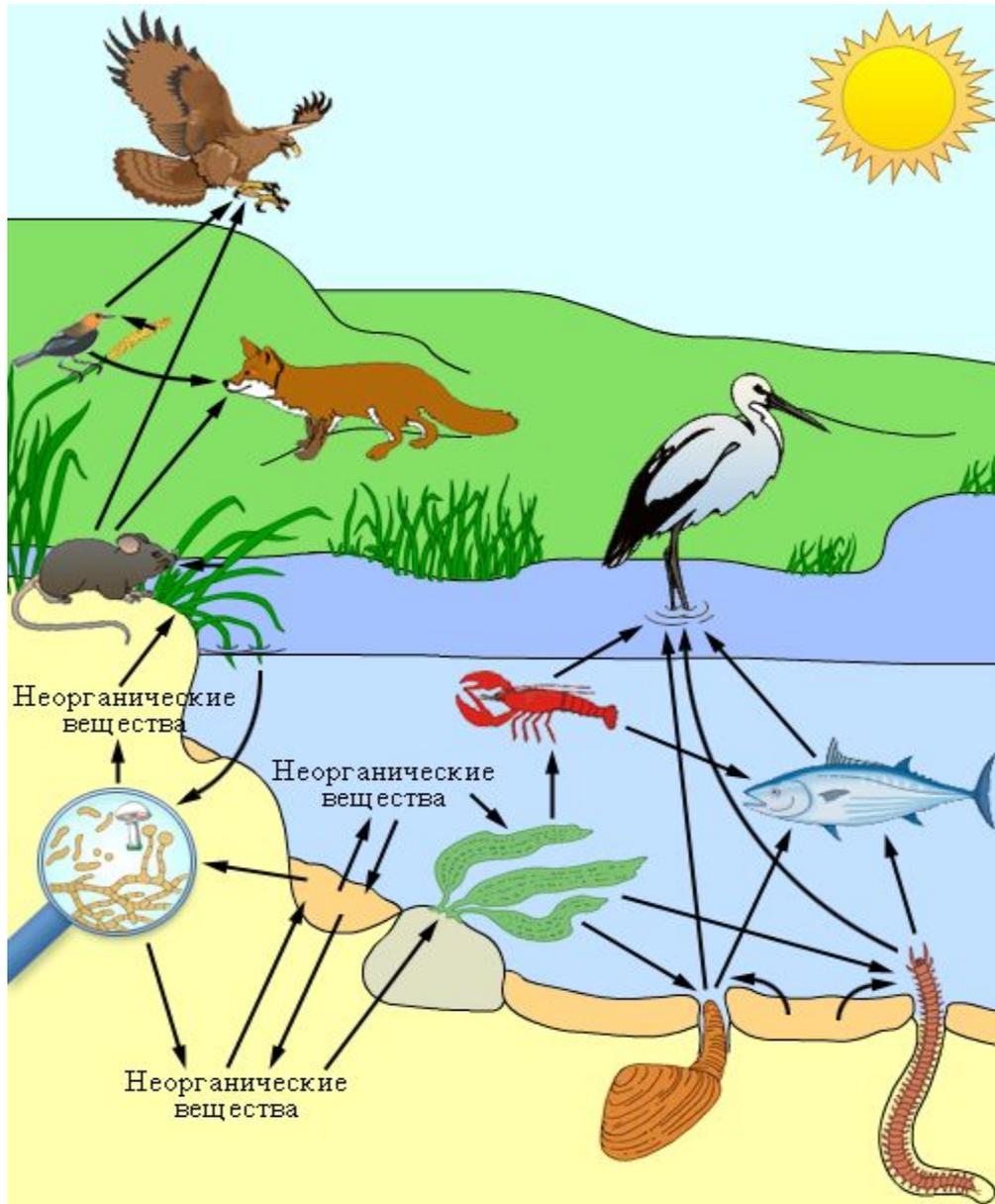
Важнейшие свойства живого вещества

- 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*

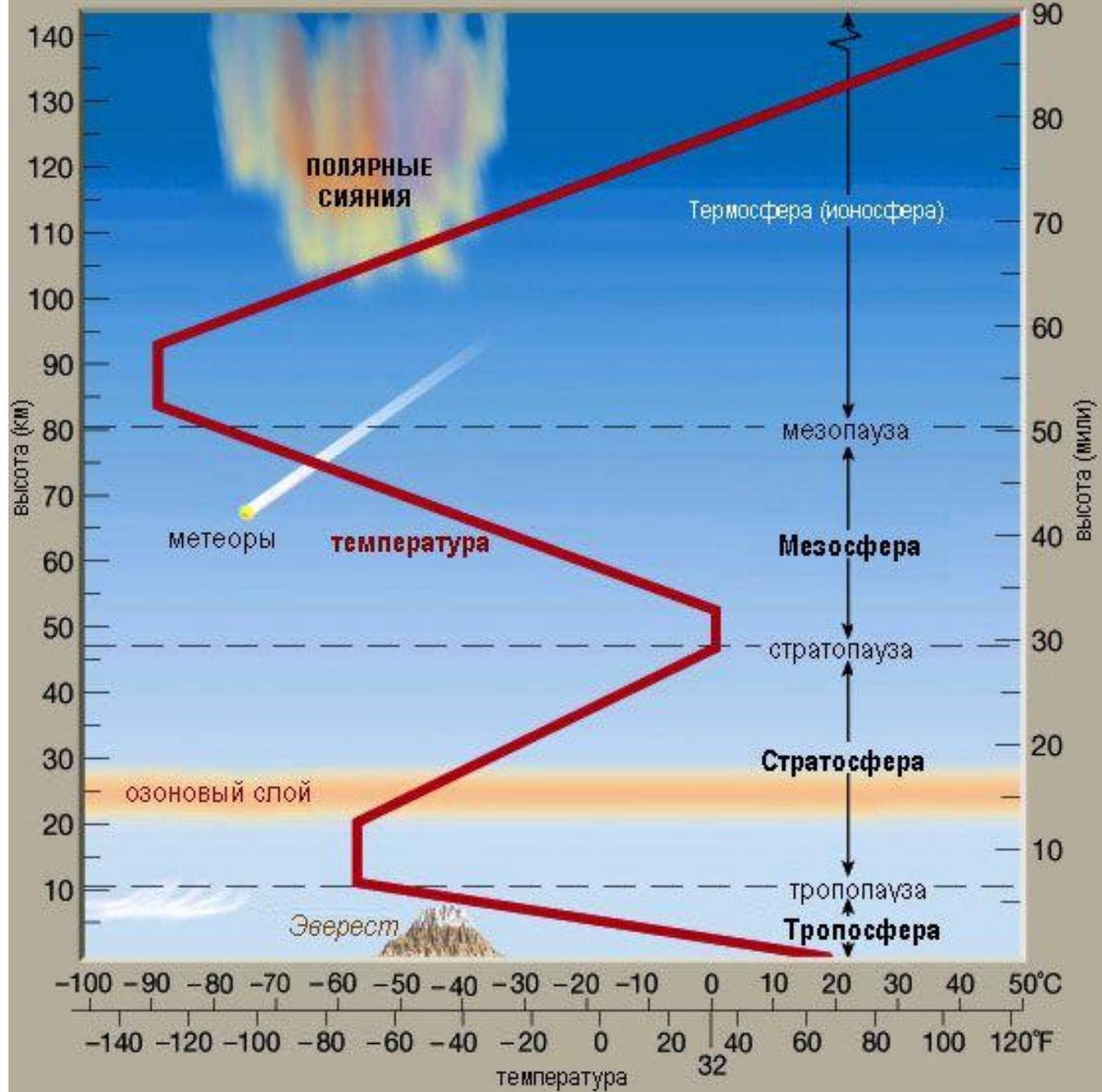
(от греч. «атмос» – воздух, «сфера» – шар)

Наибольшее значение имеют:

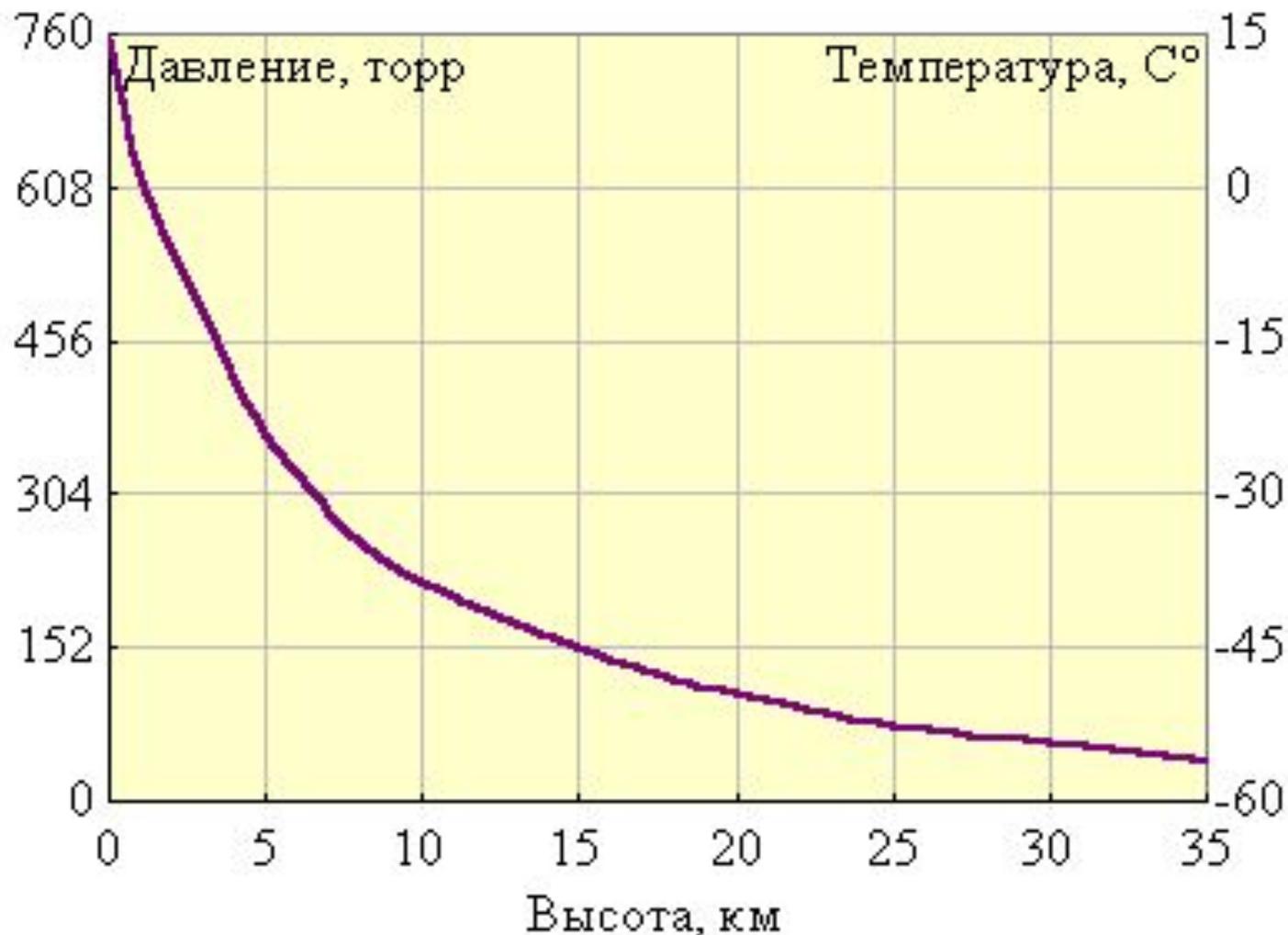
- **Кислород атмосферы, который используется в процессах дыхания и минерализации органического вещества**
- **Углекислый газ, необходимый для нормального протекания процесса фотосинтеза**
- **Озон, задерживающий губительное для всего живого ультрафиолетовое излучение Солнца.**
- **Атмосфера предохраняет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

Средний химический состав атмосферы

| Элемент | Объемные % | Весовые % |
|------------------|---------------------|----------------------|
| N ₂ | 78,08 | 75,51 |
| O ₂ | 20,95 | 23,15 |
| Ar | 0,93 | 1,28 |
| CO ₂ | 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 ₄ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$ |
| Kr | $1 \cdot 10^{-4}$ | $2,9 \cdot 10^{-4}$ |
| N ₂ O | $1 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-4}$ |
| H ₂ | $5 \cdot 10^{-5}$ | $0,3 \cdot 10^{-5}$ |
| Xe | $8 \cdot 10^{-6}$ | $3,6 \cdot 10^{-5}$ |
| O ₃ | $1 \cdot 10^{-6}$ | $3,6 \cdot 10^{-5}$ |



Зависимость температуры атмосферы от высоты



Торр, внесистемная единица давления, равная $101325:760 = 133,322$ (н/м², 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 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 Na^+ | 10,47 | 30,4 |
| Магний Mg^{2+} | 1,28 | 3,7 |
| Кальций Ca^{2+} | 0,41 | 1,2 |
| Калий K^+ | 0,38 | 1,1 |
| Анионы: | | |
| Хлорид Cl^- | 18,97 | 55,2 |
| Сульфат SO_4^{2-} | 2,65 | 7,7 |
| Бикарбонат 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

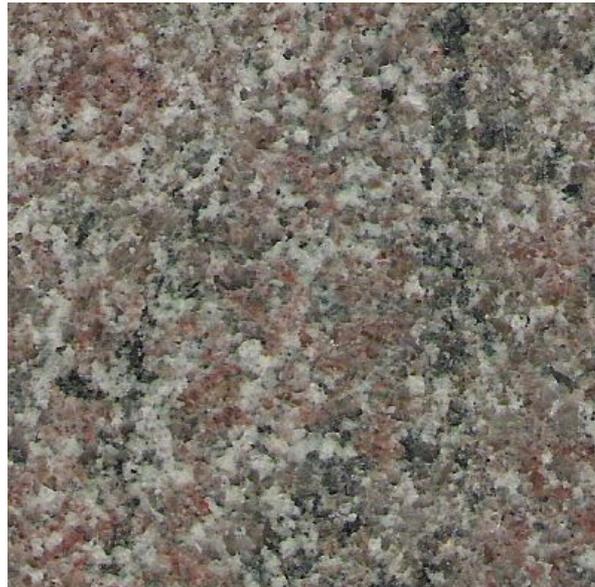
Наиболее распространенные минералы

| Название минерала | Химическая формула |
|-------------------|---|
| Кальцит | CaCO_3 |
| Халькопирит | CuFeS_2 |
| Киноварь | HgS |
| Корунд | Al_2O_3 |
| Флюорит | CaF_2 |
| Галенит | PbS |
| Гипс | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Галит | NaCl |

Горные породы

Гранит:

SiO_2 -70.18%, TiO_2 – 0.39%, Al_2O_3 – 14.47%,
 Fe_2O_3 – 1.57%, FeO -1.78%, MnO – 0.12%,
 MgO – 0.88%, CaO – 1.99%, Na_2O – 3.48%,
 K_2O – 4.11%, H_2O – 0.84%, P_2O_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 _л | 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_i (литоэкологичность элемента) = T_л/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 — ~10⁸, 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

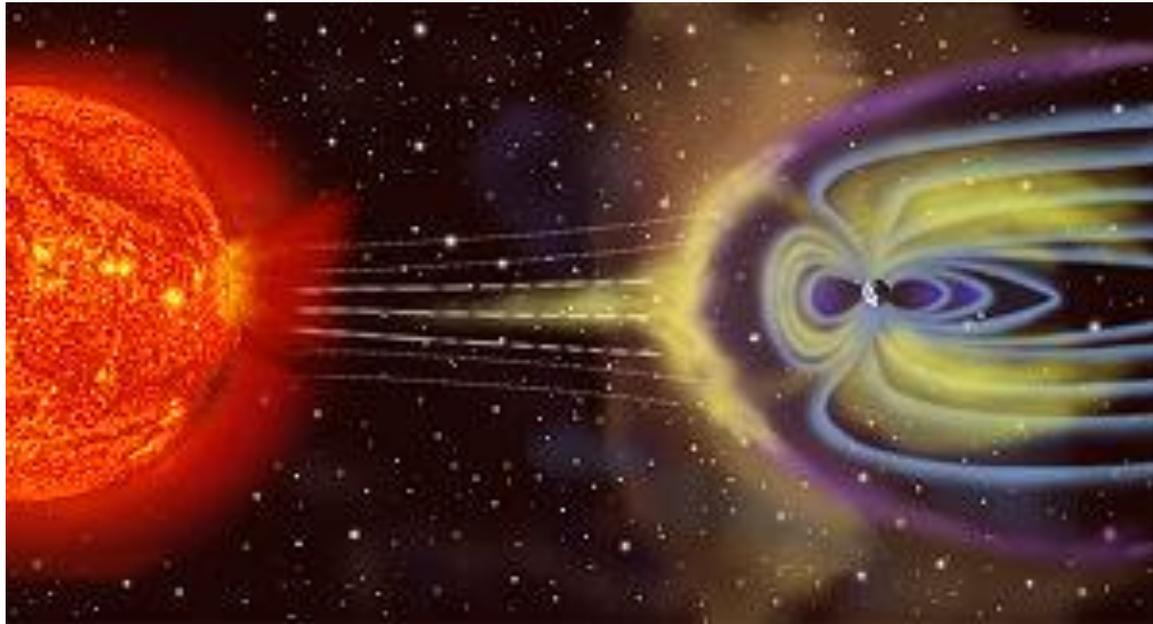


Границы биосферы

- 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.**

