

**Самарский государственный технический университет
Институт экологии Волжского бассейна РАН**



Лекция № 1, 2.

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

доцент, кандидат биологических наук О.В. Козловская

Зовут: Ольга Викторовна Козловская

Кафедра: «Химическая технология и промышленная экология»

Где найти: ауд.124/1 корп.

Почта: savenkoov@mail.ru

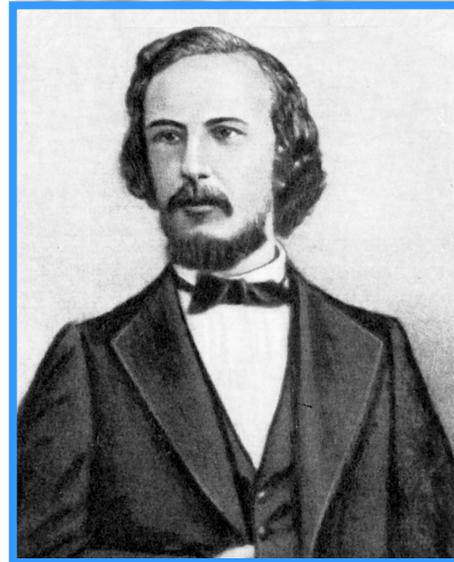
Телефон 89272165448

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- **Васюков В.М., Иванова А.В.** Экология: курс лекций. Тольятти, 2008.
- **Колесников С.И.** Экология. М.; Ростов н/Д, 2007.
- **Передельский Л.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е.** Экология. М., 2007.
- **Саксонов С.В., Васюков В.М., Иванова А.В., Савенко О.В.** Экология: задачи и упражнения. Тольятти, 2007.
- **Саксонов С.В., Иванова А.В., Савенко О.В.** Экология (биология с основами экологии). Тольятти, 2006.
- **Шилов И.А.** Экология. М., 1997.
- **Христофорова Н.К.** Основы экологии. Владивосток, 1999.
- **Чернова Н.М., Галушин В.М., Константинов В.М.** Основы экологии. 10(11) кл. М., 2007.

Экология (от греч. «oikos» - дом, жилище и «logos» - учение, наука) – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и окружающей их средой.

Термин экология ввел Э. Геккель (1866).



- **Общая экология (биоэкология)** – изучение всей живой природы в целом:
 - **аутэкология** – экология организмов
 - **демэкология** – экология популяций
 - **синэкология** – экология сообществ
- **Прикладная экология** – изучение и разработка принципов рационального природопользования и сохранения среды жизни.
- **Экология человека и социальная экология** – изучение взаимосвязи человеческого общества с природой.

Методы экологических исследований

- *Метод наблюдения и описания*
- *Сравнительный метод*
- *Исторический метод*
- *Метод эксперимента*
- *Метод моделирования*

Значение экологии

Экология является теоретическим фундаментом рационального природопользования и охраны природы.

Достижения экологии применяются при решении глобальных проблем современности.

Часть 1. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ (глобальная экология)

Глава 1. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ ЗЕМЛИ

Возраст Земли около 5 млрд. лет, образовалась из газо-пылевого космического облака.

Вещество Земли постепенно дифференцировалось на ядро, мантию и верхние слои – литосферу, атмосферу, гидросферу.

В составе древней атмосферы полностью отсутствовал свободной O_2 , около 60% CO_2 , около 35% H_2S , SO_2 , NH_3 , HCl и HF , некоторое количество N_2 и инертных газов.

Возникшая на Земле жизнь постепенно преобразовала химию верхних оболочек планеты.

1.1. Атмосфера

Атмосфера – сплошная воздушная оболочка Земли.

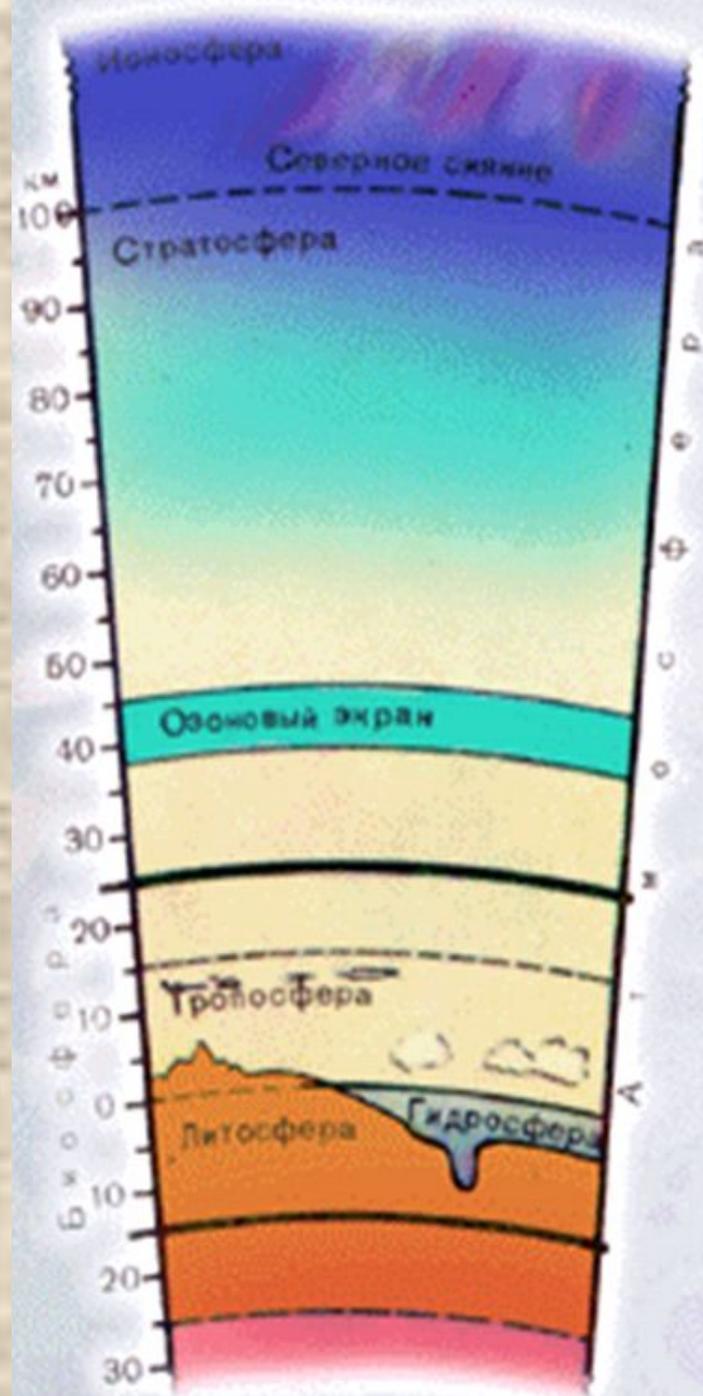
78% N_2 , 21% O_2 , 0,9% аргона, 0,03% CO_2 и 0,003% смесь др. газов.

- **Тропосфера** (от 0 до 7-18 км). $t <$ до $-55^\circ C$.
- **Стратосфера** (до 40 км). $t >$ до $0^\circ C$.

На высоте 22-24 км - **озоновый слой** (~350 Добсон; 1 DU = 0,01 мм) - поглощает УФ-излучение.

O_3 больше в высоких широтах, меньше в средних и низких; весной больше, чем осенью.

- **Мезосфера** (до 80 км). $t <$ до $-80^\circ C$.
- **Термосфера** (до 800 км). $t >$
- **Экзосфера** (до 1500-3000 км).



1.2. Гидросфера

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли.

- **Поверхностная гидросфера**
- **Подземная гидросфера**

**Более 98% всех водных ресурсов Земли – соленые воды океанов, морей и др.;
пресных вод – около 2% (основная часть в ледниках).**

Доля пресных вод, пригодных для водоснабжения - 0,3% объема гидросферы.

1.3. Литосфера и внутреннее строение Земли

Литосфера – твердая оболочка земного шара (земная кора с верхним твердым слоем мантии).

- **Земная кора** (до 5–15 км под океанами и до 35–70 км под континентами), в ее состав входят все химические элементы, но преобладают O (49,1%), Si (26%), Al (7,4%), Fe (4,2%), Ca (3,3%), Na, K, Mg (по 2,4%).
- **Мантия** (до глубины 2900 км), преобладают O, Si, Fe, Mg, Ni. Внутри мантии с глубины 50–100 км под океанами и 100–250 км - **астеносфера**.
- **Ядро** располагается ниже мантии на глубине от 2900 км до 6371 км, состоит из Fe и Ni.

Земная кора сложена из горных пород, их делят на магматические (гранит, базальт), метаморфические (сланцы, мрамор) и осадочные (песчаные, глинистые породы, известняк, мел, торф, нефть, уголь).

1.4. Почвенный покров (педосфера)

Педосфера – оболочка Земли, образуемая почвенным покровом.

Почва – это поверхностный горизонт земной коры, образующий небольшой по мощности слой, сформированный в результате взаимодействия факторов почвообразования: климата, организмов, почвообразующих пород, рельефа местности, хозяйственной деятельности человека.

В.И. Вернадский назвал почву *«благородной ржавчиной Земли»*.

Мощность (толщина) почв около 80–150 см (с колебаниями от нескольких сантиметров до 2,5–3,0 м).

Основные типы почв: *арктические, тундровые, подзолистые, дерновые, дерново-подзолистые, мерзлотно-таежные, серые лесные, черноземные, каштановые, сероземы, желтоземы, красноземы, солончаки, солонцы, болотные, пойменные, песчаные и горные почвы и др.*

Глава 2. ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО

2.1. Признаки живой материи

Живые тела, существующие на Земле – открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот (М.В. Волькенштейн).

- определенный химический состав
- **клеточное строение**
- обмен веществ (метаболизм) и энергозависимость
- **саморегуляция (гомеостаз)**
- раздражимость
- **наследственность**
- изменчивость
- **самовоспроизведение (размножение)**
- онтогенез (индивидуальное развитие)
- **филогенез (эволюционное развитие)**
- целостность и дискретность и др.

Потенциальные возможности размножения организмов

Жизнь на Земле существует около 4 млрд лет.
Фактически во всех живых организмах заложена способность беспредельно размножаться.

Если дать видам возможность свободно размножаться, то численность любого из них росла бы в *геометрической прогрессии*, на графике выражается *экспоненциальной кривой*.

Однако ни один вид не в состоянии реализовать безграничную способность к размножению по причинам:

- *Нехватка ресурсов*
- *Неблагоприятные условия*
- *Гибель особей от врагов и болезней*

2.2. Уровни организации живой природы

1. Молекулярный (молекулярно-генетический)
2. Субклеточный (надмолекулярный)
3. Клеточный
4. Органно-тканевой
5. Организменный
6. Популяционно-видовой
7. Биоценотический
8. Биогеоценотический
9. Биосферный

Эмерджентность - наличие у системы особых, качественно новых свойств, не присущих сумме свойств ее отдельных элементов.

2.3. Химический состав живого вещества

- **Макроэлементы** – **O, C, H, N** (в сумме около 98-99%, их еще называют *основные*), **Ca, K, Mg, P, S, Na, Cl, Fe** (в сумме около 1–2%).
- **Микроэлементы** – **Mn, Co, Zn, Cu, B, I, F** и др. (в сумме около 0,1 %).
- **Ультрамикроэлементы** – **Se, U, Ra, Au, Ag** и др. (менее 0,01%).

Химические элементы, входящие в состав живых организмов и выполняющие биологические функции, называются *биогенными*.

Важнейшие неорганические вещества в клетке – *вода* (75–85 % от сырой массы живых организмов) и *минеральные соли* (1–1,5 %).

Важнейшие органические вещества – *углеводы* (0,2–2,0 %), *липиды* (1–5 %), *белки* (10–15 %) и *нуклеиновые кислоты* (1–2 %).

2.4. Систематика и экологическая характеристика живых организмов

В настоящее время на Земле известно **более 2,5 млн. видов** живых организмов.

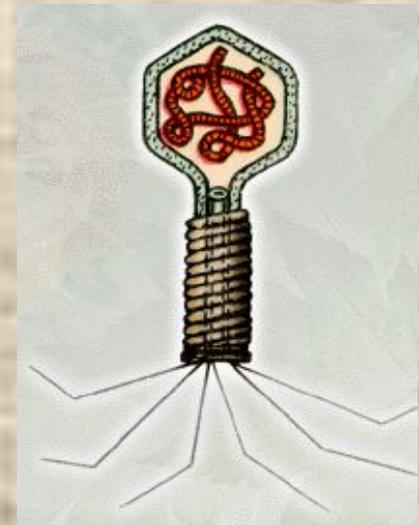
Иерархия таксонов:

- *царство*
- *отдел* (*тип* в систематике животных)
- *класс*
- *порядок* (*отряд* в систематике животных)
- *семейство*
- *род*
- *вид*

Неклеточные формы

- **Царство ВИРУСЫ**

Вирусы – внутриклеточные облигатные паразиты. Простые вирусы состоят из молекулы нуклеиновой кислоты и белковой оболочки – *капсида*.



Клеточные формы

Надцарство Прокариоты

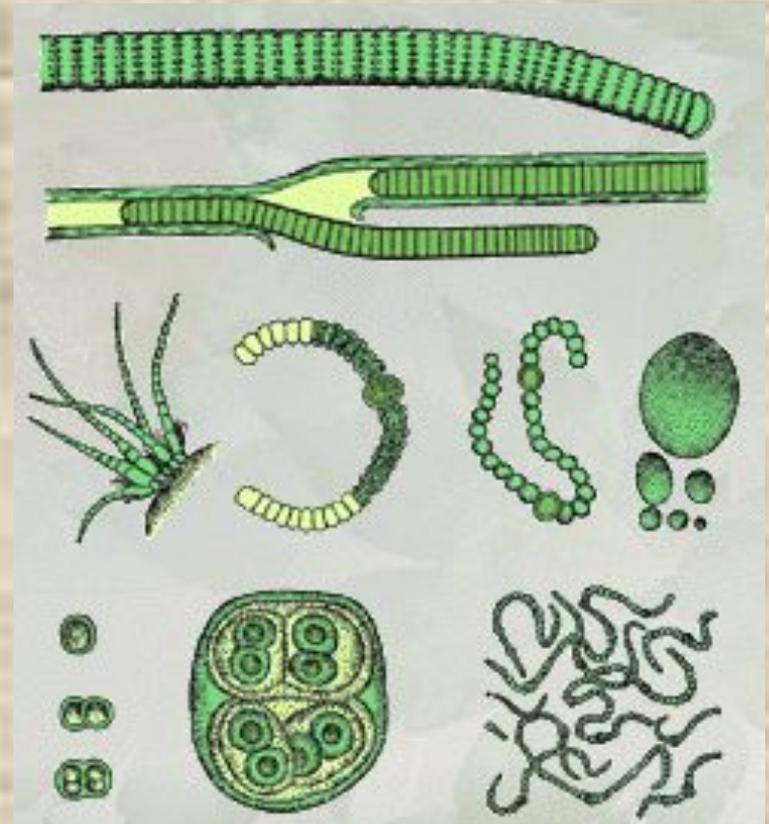
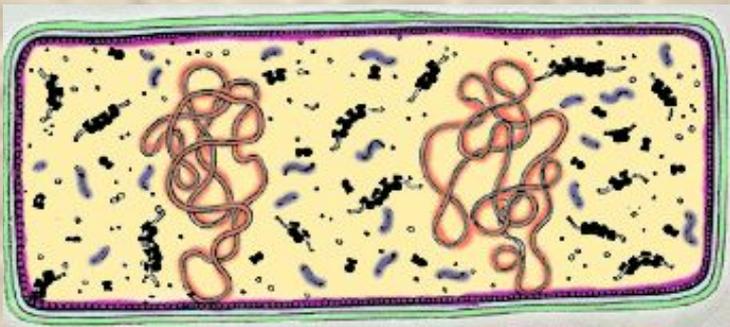
– *одноклеточные организмы, не имеют ядра*

- Царство АРХЕБАКТЕРИИ (Древние бактерии)
- Царство ЭУБАКТЕРИИ (Настоящие бактерии)
- Царство ПРОКАРИОТИЧЕСКИЕ ВОДОРОСЛИ

По способу питания:

фототрофы, хемотрофы,
сапрофиты, паразиты.

Вместе с грибами бактерии являются редуцентами.



Надцарство Эукариоты

– **одноклеточные и многоклеточные организмы, имеющие оформленное ядро**

• **Царство ГРИБЫ (более 100 тыс. видов).**

Грибы – гетеротрофы. Сапротрофы
паразиты. Редуценты.



– подцарство Слизевики:

отдел **Миксомицеты**

– подцарство Грибы:

отдел **Хитридиомицеты**

отдел **Оомицеты**

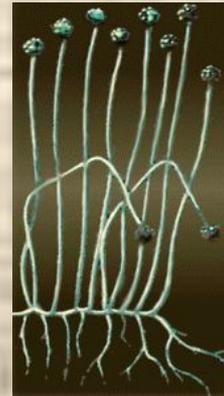
отдел **Зигомицеты**

отдел **Аскомицеты (Сумчатые грибы)**

отдел **Базидиомицеты**

отдел **Дейтеромицеты**

– **Лишайники**



- Царство РАСТЕНИЯ (около 500 тыс. видов)

Фотоавтотрофы. Продуценты органических веществ и основной источник энергии и кислорода для других живых организмов.

Флора – совокупность видов растений, обитающих на определенной территории.

- подцарство Багрянки
- подцарство Настоящие водоросли
- подцарство Высшие растения:
 - отдел **Моховидные**
 - отдел **Риниовидные**
 - отдел **Плауновидные**
 - отдел **Хвощевидные**
 - отдел **Папоротниковидные**
 - отдел **Голосемянные**
 - отдел **Покрытосемянные**



• Царство ЖИВОТНЫЕ (более 2,0 млн. видов).

Гетеротрофы. Большинство – голозои.

Консументы.

Фауна – совокупность видов животных, обитающих на определенной территории.

– подцарство Одноклеточные:

тип **Саркомастигофоры**

тип **Споровики**

тип **Инфузории**

– подцарство Многоклеточные:

тип **Губки**

тип **Кишечнополостные**

тип **Плоские черви**

тип **Круглые черви**

тип **Кольчатые черви**

тип **Членистоногие**

тип **Моллюски**

тип **Иглокожие**

тип **Хордовые**

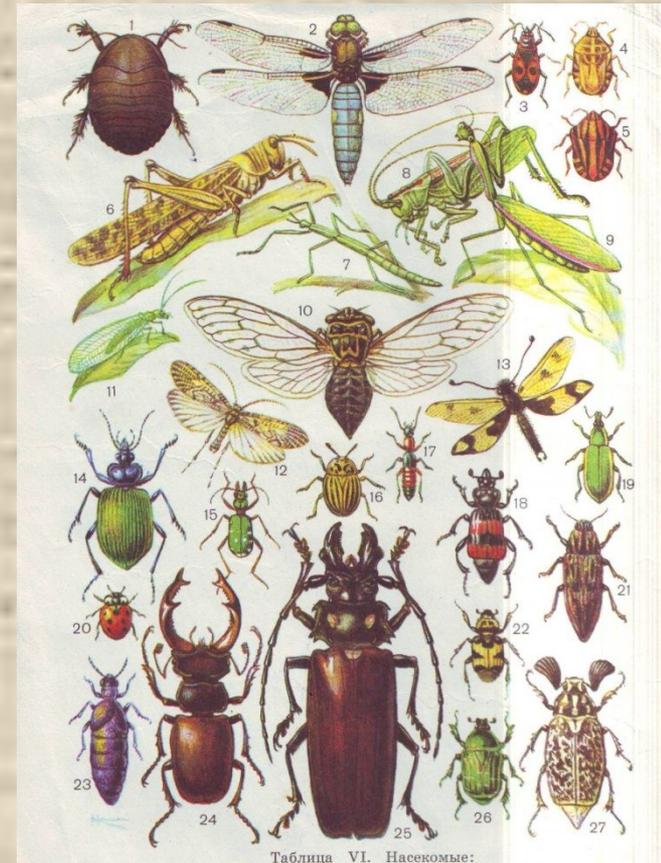
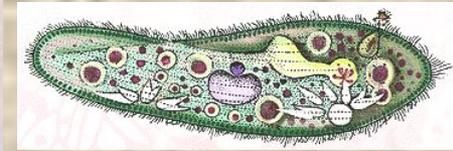


Таблица VI. Насекомые:

2.5. Типы питания живых организмов

Существует два типа питания живых организмов: автотрофное и гетеротрофное.

Автотрофы – организмы, способные создавать органические вещества из неорганических – углекислого газа, воды, минеральных солей (растения и некоторые бактерии).

В зависимости от источника энергии:

Фототрофы – организмы, использующие для биосинтеза световую энергию (растения, цианобактерии).

Хемотрофы – организмы, использующие для биосинтеза энергию химических реакций окисления неорганических соединений (хемотрофные бактерии).

Гетеротрофы – организмы, использующие в качестве источника углерода готовые органические соединения (животные, грибы и большинство бактерий).

По способу получения пищи:

Фаготрофы (голозои) заглатывают твердые куски пищи (животные).

Осмотротрофы поглощают органические вещества из растворов через клеточные стенки (грибы, большинство бактерий).

По состоянию источника пищи:

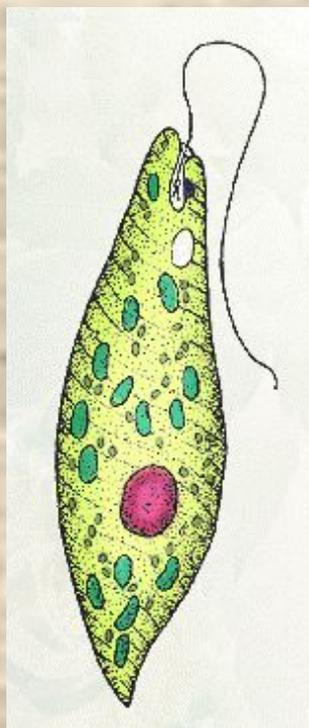
Биотрофы питаются живыми организмами: **зоофаги** (питаются животными) и **фитофаги** (питаются растениями).

Сапротрофы используют в качестве пищи органические вещества мертвых тел или выделения животных: **сапрофиты** (сапротрофные бактерии, грибы и растения), **сапрофаги** (сапротрофные животные). Среди них встречаются **детритофаги** (питаются детритом), **некрофаги** (питаются трупами животных), **копрофаги** (питаются экскрементами).

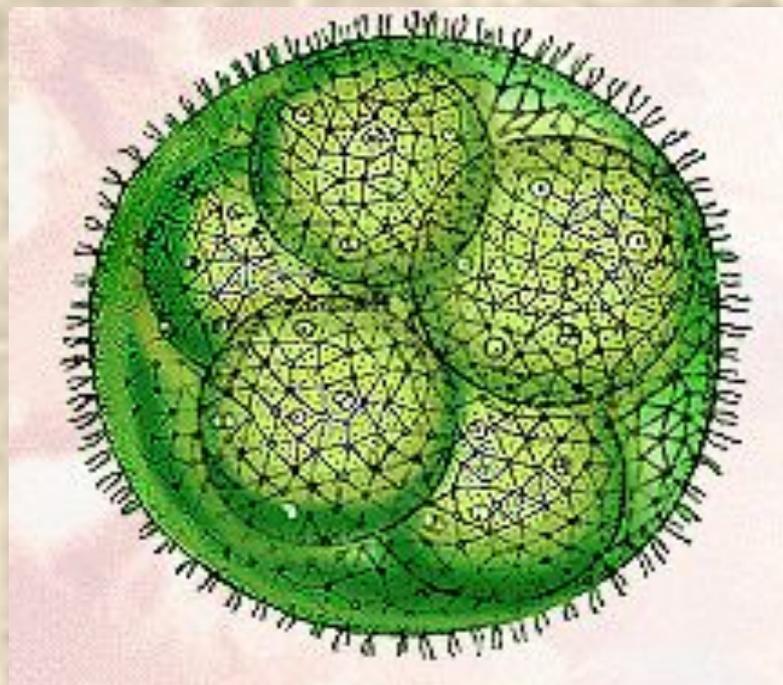
Миксотрофы – организмы, которые могут как синтезировать органические вещества из неорганических, так и питаться готовыми органическими соединениями (насекомоядные растения, эвгленовые водоросли и др.).



росянка



эвглена зеленая



вольвокс

2.6. Метаболизм (обмен веществ) живых организмов

Метаболизм – совокупность всех химических реакций, протекающих в живом организме.

Значение метаболизма: создание необходимых организму веществ и обеспечении его энергией.

Метаболизм включает два процесса:

- **Катаболизм** (энергетический обмен, диссимиляция) – совокупность реакций, приводящих к образованию простых веществ из более сложных.

У облигатных аэробов и факультативных анаэробов в присутствии кислорода катаболизм протекает в три этапа: подготовительный, бескислородный и кислородный.

- **Анаболизм** (пластический обмен, ассимиляция) – совокупность реакций синтеза сложных веществ из более простых.

Наиболее важные метаболические процессы пластического обмена – фотосинтез, хемосинтез, синтез белков, липидов, нуклеиновых кислот и др.

Глава 3. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА БИОСФЕРЫ

3.1. Структура и границы биосферы

Термин «биосфера» предложил **Э. Зюсс** для обозначения оболочки Земли, населенной живыми организмами.

В 20-х гг. XX в. в трудах В.И. Вернадского было разработано представление о биосфере как глобальной единой системе Земли.

По В.И. Вернадскому: **биосфера** – та область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов.

Границы жизни в литосфере – 3 км, в гидросфере жизнь распространена на всех глубинах (до 11 км), верхняя граница жизни в атмосфере – 25-27 км.

3.2. Вещество биосферы

По В.И. Вернадскому, в состав биосферы входят следующие типы веществ.

- **Живое вещество** – живые организмы, населяющие нашу планету (масса живого вещества составляет лишь 0,01% от массы всей биосферы).
- **Косное вещество** – неживые тела, образующиеся в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов (породы магматического и метаморфического происхождения).
- **Биогенное вещество** – неживые тела, образующиеся в результате деятельности живых организмов (известняки, мел, нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы и др.).
- **Биокосное вещество** – биокосные тела, представляющие собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почвы, илы, кора выветривания).
- **Радиоактивное вещество.**
- **Рассеянные атомы.**
- **Вещество космического происхождения.**

3.3. Распределение живого вещества в биосфере

В.И. Вернадский указывал на «всюдность» жизни в биосфере.

Распределение жизни в биосфере отличается крайней неравномерностью.

Она слабо развита в пустынях, тундрах, глубинах океана, высоко в горах, тогда как в других участках биосферы чрезвычайно обильна и разнообразна.

Наиболее высока концентрация живого вещества на границах раздела основных сред – в почве, в поверхностных слоях океана, на дне водоемов и, особенно, на литорали, в лиманах и эстуариях рек.

Места наибольшей концентрации организмов в биосфере В. И. Вернадский назвал «пленками жизни».

По видовому составу на Земле преобладают животные (более 2 млн. видов) над растениями (0,5 млн.).

В то же время запасы фитомассы составляют 99% запасов живой биомассы Земли. Биомасса суши в 1000 раз превышает биомассу океана.

На суше биомасса и количество видов организмов в целом увеличиваются от полюсов к экватору.

3.4. Функции живого вещества

Живое вещество обеспечивает биогеохимический круговорот веществ и превращение энергии в биосфере.

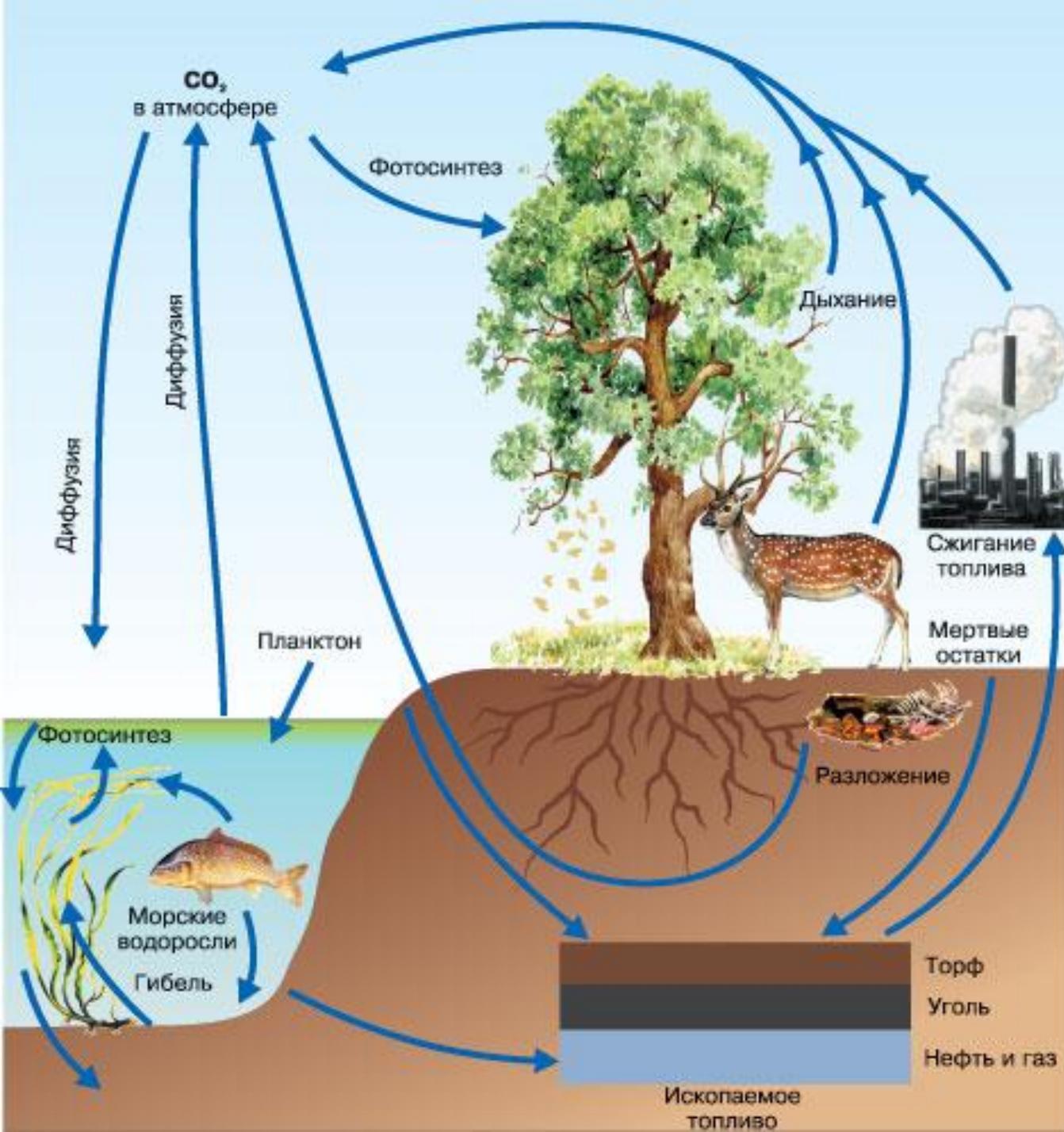
- 1. Энергетическая (биохимическая)** – связывание и запасание солнечной энергии в органическом веществе.
- 2. Газовая** – способность живых организмов изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.
- 3. Концентрационная** – «захват» из окружающей среды живыми организмами и накопление в них атомов биогенных химических элементов.

- 4. Окислительно-восстановительная** – окисление и восстановление различных веществ с участием живых организмов.
- 5. Деструктивная** – разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности как остатков органического вещества, так и косных веществ.
- 6. Транспортная** – перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов.
- 7. Средообразующая** – преобразование физико-химических параметров среды.
- 8. Рассеивающая** – рассеивание веществ в окружающей среде.
- 9. Информационная** – накопление живыми организмами определенной информации, закрепление ее в наследственных структурах и передача последующим поколениям.
- 10. Биогеохимическая деятельность человека** – превращение и перемещение веществ биосферы в результате человеческой деятельности.

3.5. **Круговорот веществ в биосфере**

Основой самоподдержания жизни на Земле являются **биогеохимические круговороты**.

- 1. Геологический круговорот (большой круговорот веществ в природе)** – круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы.
- 2. Биологический (биогеохимический) круговорот (малый круговорот веществ в биосфере)** – круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность живых организмов.
 - **круговороты газового типа** с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота).
 - **круговороты осадочного типа** с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа и др.).
- 3. Антропогенный круговорот (обмен)** – круговорот (обмен) веществ, движущей силой которого является деятельность человека.



Круговорот углерода в биосфере

3.7. Ноосфера как высшая стадия эволюции биосферы

В.И. Вернадский развил представление о переходе биосферы в ноосферу.

Ноосфера – сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным фактором ее развития.

Признаки превращения биосферы в ноосферу:

1. Возрастание количества механически извлекаемого материала земной коры (полезных ископаемых).
2. Массовое потребление продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох (нефти, газа и пр.).
3. Рассеивание энергии, в отличие от ее накопления в биосфере до появления человека.
4. Образование в больших количествах веществ, ранее в биосфере отсутствовавших (пластмассы и др.).
5. Создание, хотя и в ничтожно малых количествах, трансурановых химических элементов (Pu и др.).
6. Расширение границ ноосферы за пределы Земли в связи с НТР.