

Глава 4

Круговороты веществ в экосистемах

- **Круговорот веществ в биосфере.**
- **Большой геологический круговорот веществ. Гидрологический круговорот в геограммах.**
- **Малый биологический круговорот веществ.**
- **Синтез органических веществ.**
- **Разложение органических веществ. Метаболизм, катаболизм, анаболизм.**
- **Дыхание. Аэробное дыхание. Анаэробное дыхание.**
- **Биогеохимические циклы в экосистемах.**
- **Закон глобального замыкания биогеохимического круговорота веществ.**

- В БИОСФЕРЕ, на протяжении всего времени ее существования, постоянно протекают два взаимосвязанных непрерывных процесса преобразования веществ в природе:
- БОЛЬШОЙ или геологический (абиотический)
- МАЛЫЙ или биологический (биотический) круговороты веществ.

Существование этих круговоротов веществ, производящих все известные нам химические вещества, обеспечивает
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ.

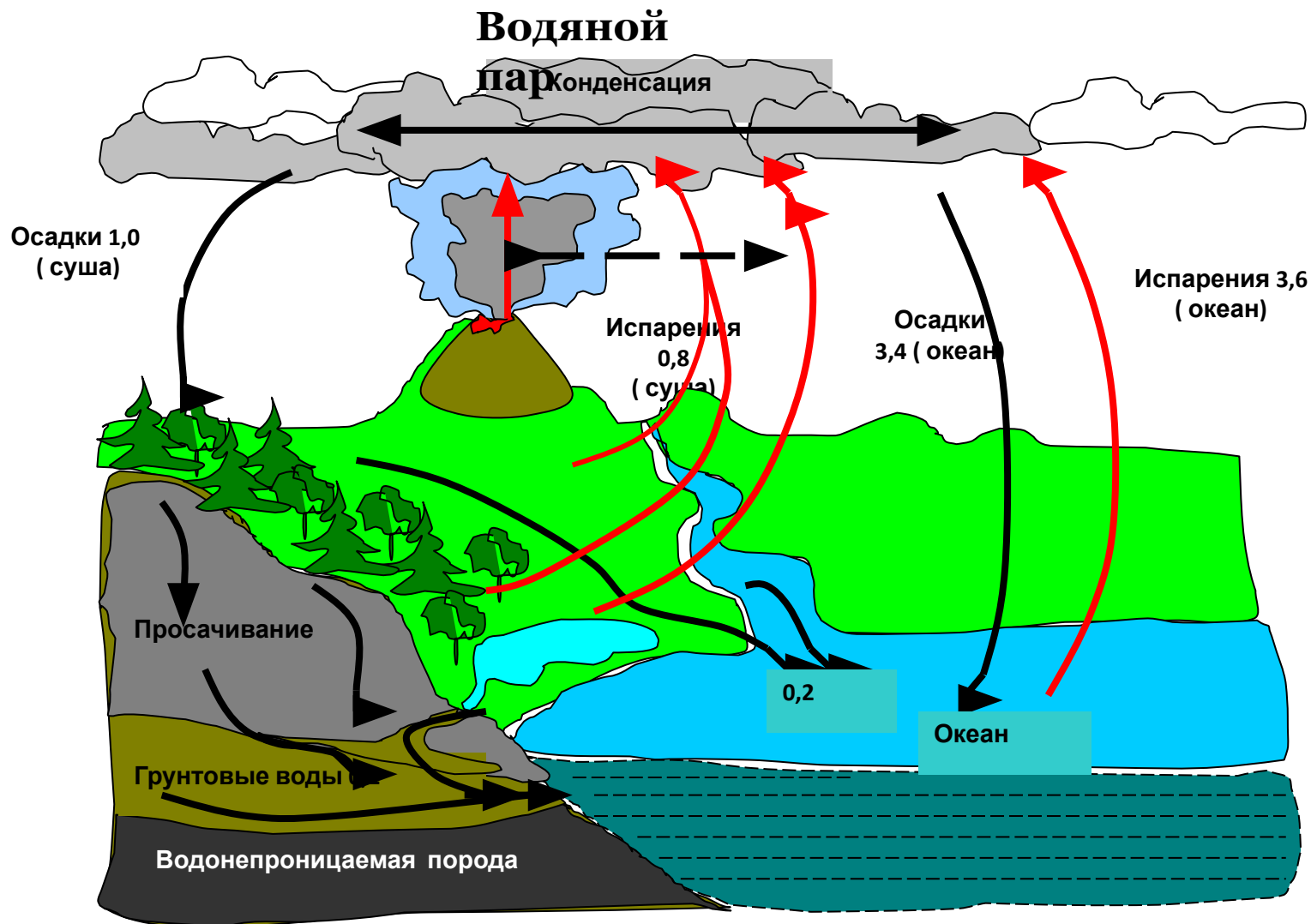
БОЛЬШОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АБИОТИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ

- **ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ (большой) круговорот** – обмен элементов между океаном и сушей в результате разрушения изверженных горных пород, растворения их в воде, физико-химических превращений и образования минералов при испарении от энергии солнца.
- В основе большого геологического круговорота веществ лежит процесс переноса веществ минерального происхождения из одного места в другое в масштабе планеты. Наиболее явно проявляется в циркуляции воздушных масс и воды.

На осуществление ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, большого круговорота веществ, тратится 30% падающей на землю лучистой энергии Солнца.

КРУГОВОРОТ ВОДЫ В БИОСФЕРЕ

(годовой объем испарения и осадков указан в геограммах)



Круговорот воды, включающий ее переход из жидкого в газообразное и твердое состояние и обратно, - главный компонент абиотической циркуляции веществ.

В процессе гидрологического цикла происходит перераспределение и очистка планетарного запаса воды.

Вода - наиважнейший компонент (универсальный растворитель) в большом и малом круговороте веществ.

Объемы воды, участвующие в гидрологическом цикле, исчисляются в специальных единицах объема – геограммах, соответствующих грандиозным масштабам Большого геологического круговорота веществ.

(1геограмм = 10^{20} гр. = 100 триллионов т.)

Особенность круговорота воды в том, что из океана испаряется воды больше - 3,8 геограмма в год, чем возвращается с осадками 3,6 геограммов.

Разница над океаном - 0,2 г.г.

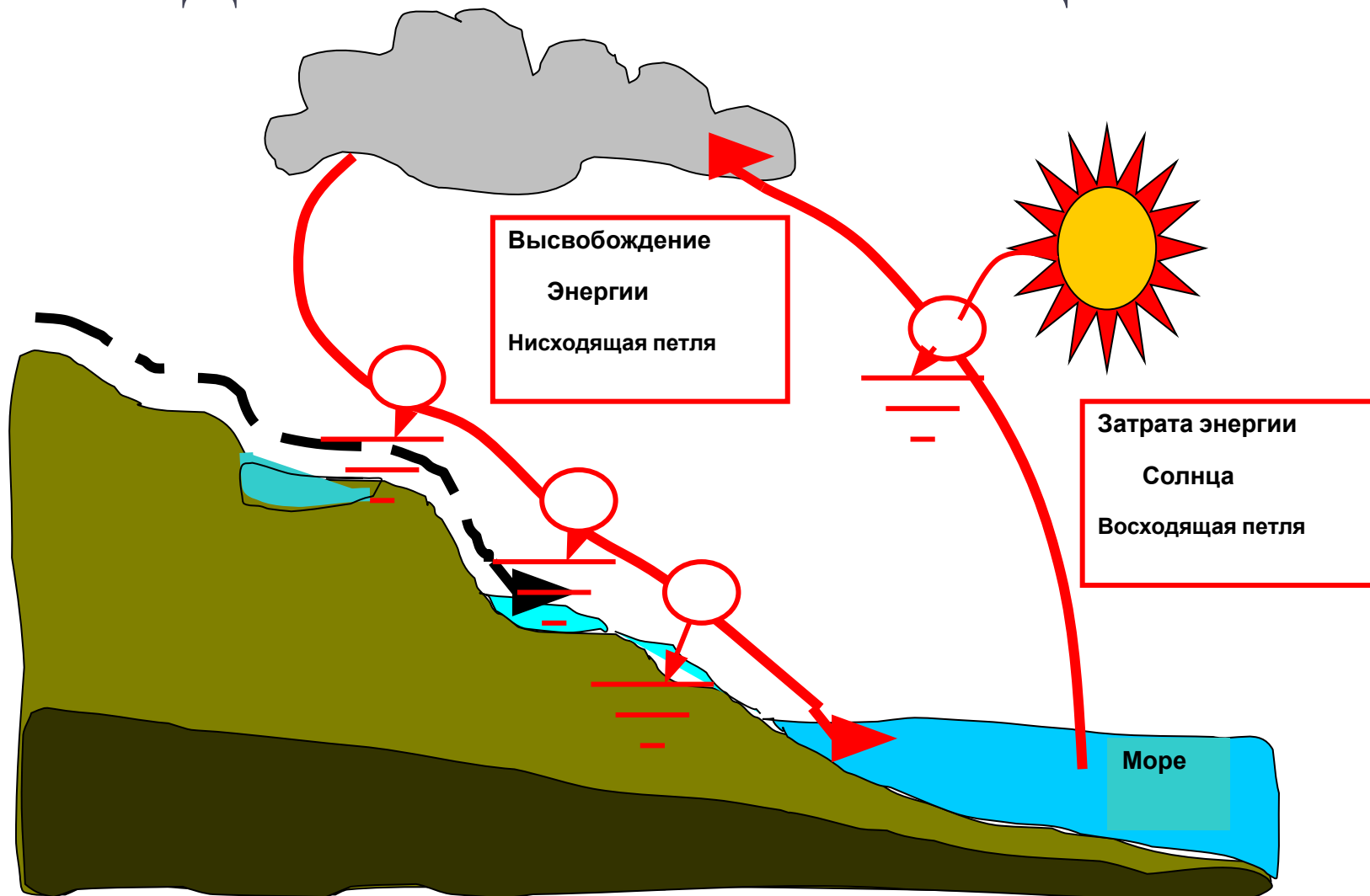
На суше наоборот осадков выпадает больше - 1,0 геограмм в год, а испаряется 0,8 геограммов, 0,2 г.г. поступают в подпочвенные водоносные горизонты.

Разница над сушей + 0,2 г.г.

Гидрологический цикл, приведенный выше представлен с округлением, не учитывающим биотический компонент биосферы.

Округление происходит за счет малых величин биологического испарения, связанного с жизнедеятельностью живого вещества (организмов и растений) – **транспирации**.

ЭНЕРГЕТИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

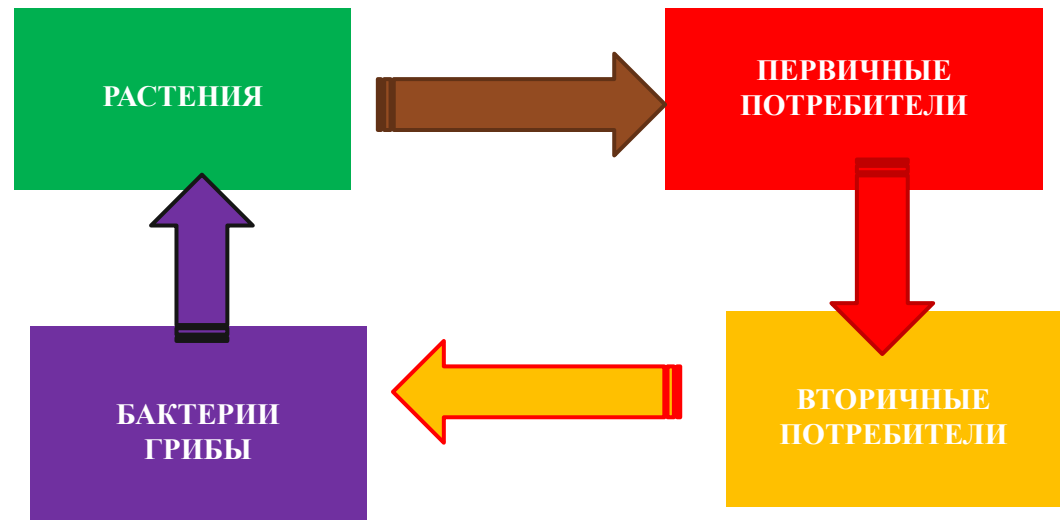


МАЛЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ БИОТИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ

БИОЛОГИЧЕСКИЙ или малый круговорот – это циркуляция химических элементов (веществ) по различными трофическим цепям: между растениями, животным миром, микроорганизмами и почвой.

Трофические цепи – это цепи питания, пищевые цепи (трофус – питание).

Основа биологического круговорота – фотосинтез, т.е. превращение зелёными растениями, специальными микроорганизмами лучистой энергии солнца в энергию химических связей органических веществ.

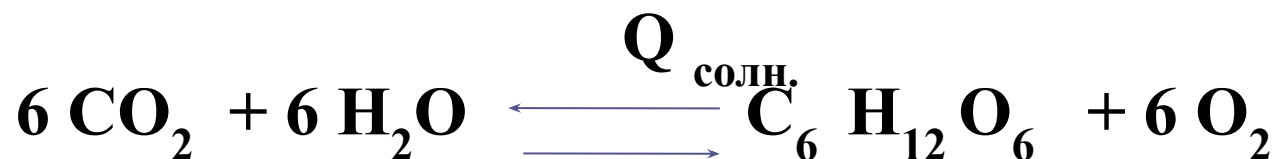


В основе малого круговорота веществ лежат процессы синтеза и разрушения органических соединений. Эти два процесса обеспечивают жизнь и составляют одну из главных ее особенностей.

Простейший углевод – глюкоза имеет формулу:



Суммарное уравнение фотосинтеза стали записывать так:



Сформированные фотосинтезом органические вещества углеводы (глюкоза, сахароза, крахмал и пр.) — являются главным источником энергии для большинства гетеротрофных организмов нашей планеты.

Разложение органических веществ.

Разложение органических веществ происходит в процессе **метаболизма** в живых клетках. (греч. - metabol – изменение)

МЕТАБОЛИЗМ – это совокупность биохимических реакций и превращения энергии в клетках живых организмов, сопровождающихся обменом веществ между организмом и средой.

Сумма реакций, ведущих к распаду или деградации молекул и выделению энергии, называется **КАТАБОЛИЗМОМ**.

Сумма реакций, ведущих к образованию новых молекул и поглощением энергии, называется **АНАБОЛИЗМОМ**.

Превращение энергии в биохимических реакциях осуществляется путем переноса электронов с одного энергетического уровня на другой или от одного атома или молекулы – к другим. Вещество отдающее электроны называется **ДОНОРОМ**, а принимающее электроны **-АКЦЕПТОРОМ**.

- **Энергия органических веществ выделяется в метаболических процессах при ДЫХАНИИ организма.**

ДЫХАНИЕ – это процесс в результате которого энергия, выделенная при распаде органических веществ, передается на универсальную энергонесущую молекулу аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), где она хранится в виде высоко энергетических фосфатных связей.

Сложные механизмы живых систем позволяют регулировать химические реакции, замедляя или ускоряя их ход.

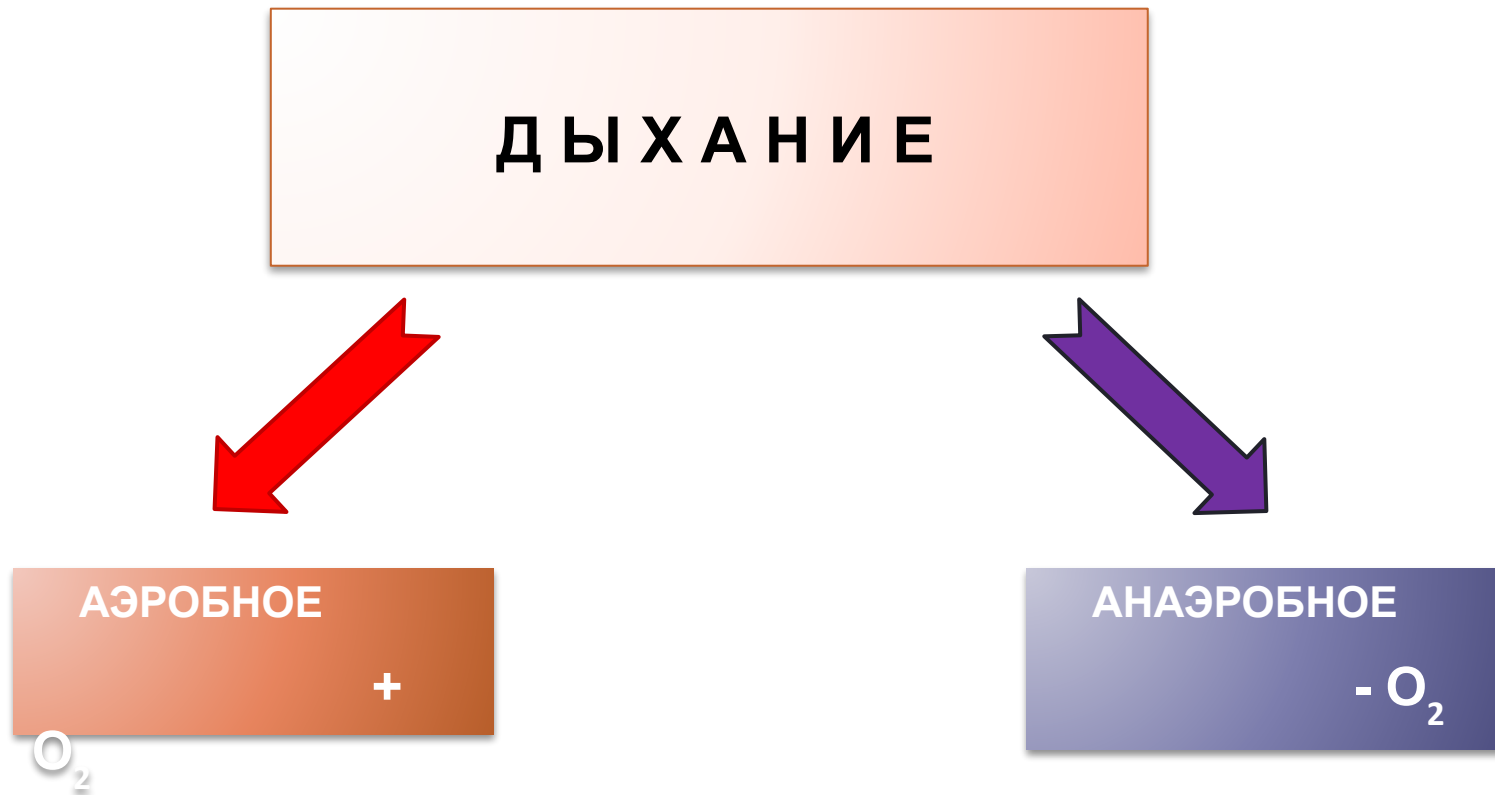
Энергия как бы «консервируется» и хранится для постепенного выделения, расходования и питания клетки, по мере необходимости.

Теплота выделяемая при дыхании у большинства млекопитающих, птиц и других позвоночных позволяет поддерживать оптимальную температуру тела млекопитающих .

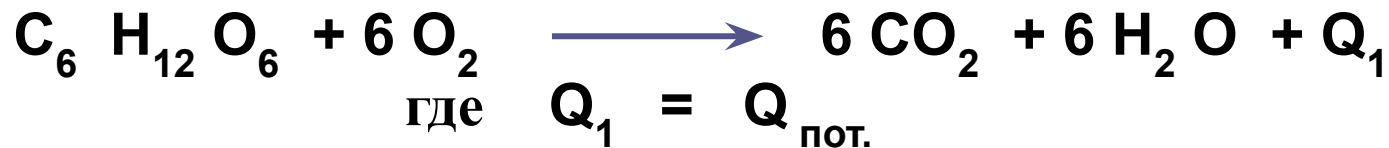
У растений скорость дыхания невелика и выделяемая теплота обычно не накапливается.

ДЫХАНИЕ может происходить:

- в **АЭРОБНЫХ** (в присутствии кислорода);
- в **АНАЭРОБНЫХ** (бескислородных) условиях.



АЭРОБНОЕ дыхание процесс обратный **ФОТОСИНТЕЗУ**, акцептором служит кислород:



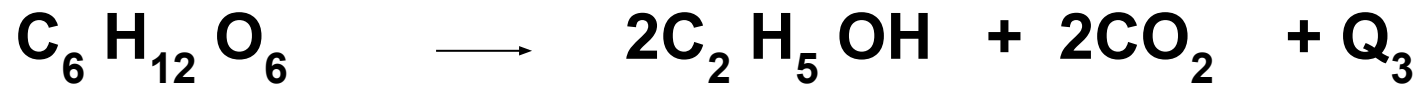
В отсутствии кислорода процесс может происходить не до конца. **Незавершенное дыхание** образует в результате органические вещества, содержащие некоторое **остаточное количество энергии**. Которое может потом быть выделено из них другими организмами или при горении.

АНАЭРОБНОЕ дыхание, где акцептором электронов служит не кислород а другое вещество, например уксусная кислота:



(образовавшийся метан содержит остаточную энергию)

БРОЖЕНИЕ – анаэробное дыхание где само вещество служит и донором и акцептором.



$$Q_3 < Q_{\text{пот.}}$$

(образовавшийся спирт содержит остаточную энергию)

При разложении органических веществ организмы получают необходимые химические элементы и энергию при преобразовании пищи внутри клеток их тела.

Процессы образования органических веществ и их распад еще называют процесса **ПРОДУКЦИИ** и **ДЕСТРУКЦИИ**.

Преобладание **ПРОДУКЦИИ** над **ДЕСТРУКЦИЕЙ** в **БИОСФЕРЕ** позволило накопить в атмосфере кислород, уменьшив содержание углекислого газа.

Именно отставание разложения органики от процессов синтеза, позволило накопить в недрах планеты горючие ископаемые, а в атмосфере кислород.

Соотношение CO_2 и O_2 в атмосфере характеризует и баланс автотрофных и гетеротрофных процессов в атмосфере.

Продукция экосистем

Одно из важнейших свойств живых организмов и экосистем в целом – способность создавать органическое вещество, которое называется **ПРОДУКЦИЕЙ**.

Продукцию растений называют первичной, а продукцию животных – вторичной.

Виды продукции:

- **Валовая первичная продукция** – органическое вещество, которое синтезируется растениями в единицу времени на единице площади или объема, включая ту ее часть, которая расходуется на дыхание.
- **Чистая первичная продукция** - органическое вещество, накопленное в растительных тканях, в единицу времени, на единице площади или объема, за вычетом части израсходованной на дыхание растений за то же время.
- **Чистая первичная продукция экосистемы** - это чистая первичная продукция органического вещества в экосистеме за вычетом той части, которая была ассимилирована консументами в единицу времени на единице площади или объема.
- **Вторичная продукция экосистемы** - органическое вещество, синтезированное на уровне консументов в единицу времени на единицу площади или объема.

Чистая первичная продукция считается главным источником питания и является основным показателем потенциала пищевых ресурсов для животных и человека.

Образование продукции в единицу времени на единице площади или объема характеризует **ПРОДУКТИВНОСТЬ экосистем**.

Продуктивность экосистем характеризует их способность концентрировать солнечную энергию в продукцию органических веществ биомассы различных организмов.

ТИПЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ:



Биогеохимические круговороты

Все химические элементы и их соединения участвуют в большом и малом круговоротах веществ, перемещаясь из неживой среды в живую и обратно, образуют БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ элементов и веществ осуществляются за счет саморегулирующихся процессов, в которых участвуют.

Эти процессы являются безотходными и обеспечивают неисчерпаемость химических элементов в биосфере.

В природе нет ничего бесполезного или вредного.

На всех этапах эволюции БИОСФЕРЫ действует закон ГЛОБАЛЬНОГО ЗАМЫКАНИЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА веществ в БИОСФЕРЕ.

Размыкание биогеохимических процессов в экосистеме приводит к утере ее устойчивости.

В процессе эволюции Биосферы биологический компонент играет все более важную роль в замкнутости биогеохимического круговорота веществ и особая роль в этом принадлежит человеку.

Человек нарушает сложившиеся круговороты веществ и в этом проявляется его геологическая сила, разрушительная для Биосферы на сегодняшний день.

Спасибо за внимание!