

ЭКОСИСТЕМЫ.

1. Понятия об экосистемах
2. Классификация экосистем
3. Зональность макроэкосистем
4. Структура экосистем
5. Солнце как источник энергии
6. Круговорот веществ
7. Потoki энергии в экосистемах
8. Продуктивность экосистем
9. Динамика экосистем
10. Биосфера как глобальная экосистема
11. Деятельность человека в эволюции биосферы
12. Развитие биосферы в ноосферу – сферу разума

# 1. Понятия об экосистемах

Термин «экосистема» впервые была предложена **в 1935 году английским экологом Тенсли.**



**Экосистема** – это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может существовать круговорот веществ.

Следует подчеркнуть, что специфического физико-химического окружения (биотопа) с сообществом живых организмов (биоценозом) и образуют экосистему.

Тенсли предложил следующее соотношение:

**Экосистема = Биотоп + Биоценоз.**

В отечественной литературе широко применяется термин «биоценоз», предложенный **в 1940 г. В.Н. Сукачевым.**

**Биоценоз** – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, почвы и гидрологических условий), и имеющая свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов, и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой, и другими явлениями природы, и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении и развитии.

# 2. Классификация экосистем

Выделяют следующие экосистемы:

1. микроэкосистемы (ствол гниющего дерева)
2. мезоэкосистема (лес, пруд и т.д.)
3. макроэкосистема (континент, океан и др.)
4. глобальная экосистема – биосфера.

Крупные наземные экосистемы называют биомами. Каждый биом включает в себя целый ряд экосистем.

В 1986 г. Ю. Одум выделил следующие типы экосистем и биомов

## I. Наземные биомы:

1. вечнозеленый тропический дождевой лес
2. полувечнозеленый тропический лес – выраженный влажный воздух и сухой сезон
3. пустыня – травянистая и кустарниковая
4. чапараль – районы с дождливой зимой и засушливым летом
5. тропические грасленд и саванна
6. степь умеренной зоны
7. листопадный лес умеренной зоны
8. бореальные хвойные леса
9. тундра арктическая и альпийская

## II. Типы пресноводных экосистем:

1. ленточные (стоячие воды): озера, пруды и т.д.
2. лотические (текучие воды): реки, ручьи и т.д.
3. заболоченные угодья: болота и болотистые леса

## III. Типы морских экосистем:

1. открытый океан (пелагическая)
2. воды континентального шельфа (прибрежные воды)
3. районы анвеллинга – подъем воды из глубины к поверхности (плодородные районы с продуктивным рыболовством)
4. эстуарии (прибрежные бухты, проливы, устья рек, соленые марши и тд.)

# 3. Зональность макроэкосистем

Экосистемы не разбросаны в беспорядке, а наоборот, сгруппированы в достаточно регулярных зонах как по горизонтали (широте), так и по вертикали (высоте).

Два абиотических факторов – **температура и количество осадков** – определяют размещение по земной поверхности основных наземных биомов.

Режим температуры и осадков на какой-либо территории в течение достаточного долгого периода времени называется **климатом**.

Климат в разных районах земного шара неодинаков.





От экватора к полюсам видна определенная симметрия в распределении биомов различных полушарии.

1. **Дождевые тропические леса** (север южной Америки, центральная Америка, западная и центральная части экваториальной Африки, юго-восточная Азия, прибрежные зоны северо-запада Австралии, острова Индийского и Тихого океанов). Климат без смены сезонов  $t^{\circ}$ - выше  $17^{\circ}\text{C}$  (обычно  $28^{\circ}\text{C}$ ) осадки – 2400 мм и более.



**Растительность** – господствуют леса- сотни видов деревьев до 60 м высотой. На стволах и ветвях располагаются Эпифиды и Лианы – образуют густой полог.

**Животный мир** - видовой состав богаче, чем во всех биомах вместе взятых. Особенно многочисленны земноводные, пресмыкающиеся и птицы.

**Почва** - маломощная бедная, большая часть питательных веществ содержится в биомассе растительности.



**2.Саванны** (субэкваториальная Африка, Южная Америка, значительная часть южной Индии). Климат сухой и жаркий большую часть года. Обильные дожди в течение влажного сезона. Температура высокая, осадки 760- 1650 мм в год – во время сезона дождей.

**Растительность** – мятликовые растения с редкими листопадными деревьями.

**Животный мир** – крупные растительноядные млекопитающие (антилопы, зебры, жирафы, носороги) и хищники (львы, леопарды, гепарды).



**3. Пустыни** – (некоторые районы Африки (Сахара), Ближнего Востока и центральной Азии, Большой Бассейн, Юго-Запад США и Северной Мексики и др.)

**Климат** очень сухой. Жаркие дни и холодные ночи.

**Осадки** не более 250 мм в год

**Растительность** – редкослойные кустарники, кактусы, низкие травы.

**Животный мир** – разнообразные грызуны, жабы, ящерицы, змеи, совы, орлы, грифы, мелкие птицы и насекомые.



**4. Степи** (центр Северной Америки, Россия, отдаленные районы Африки и Австралии, юго-восток Южной Америки).

**Климат** – сезонный. **Температура** – летом от умеренной до жаркой, зимой ниже  $0^{\circ}$ .

**Осадки** от 300 до 2000 мм/год.

**Растительность** – мятликовые, отдельные деревья и кустарники на влажных участках.

**Животный мир** – крупные растительноядные млекопитающие – бизоны, вилорогие антилопы, дикие лошади, кенгуру, жирафы, зебры, антилопы, из хищников – койоты, львы. Млекопитающие – кролик, суслик, сурок и т.д.



## **5. Леса умеренного пояса** (Западная Европа,

Восточная Азия, восток США).

**Климат** – сезонный с зимними температурами ниже 0°C.

**Осадки** – 750-2000 мм/год.

**Растительность:** господствуют леса из широколиственных листопадных пород деревьев до 35-45 м (дуб, клен и др.), кустарниковый подлесок, мхи, лишайники.

**Животный мир:** млекопитающие (белохвостый олень, дикобраз, енот, белка, кролик, землеройки и др.). птицы (дятлы, дрозды, соколы, совы и др.), обильная почвенная микрофауна.

**Биомы адаптированы к сезонному климату:**

спячка, миграция, состояние покоя в зимние месяцы.



**6. Хвойные леса, тайга** (северные районы Северной Америки, Европы и Азии).

**Климат** – долгая холодная зима, много осадков выпадает в виде снега.

**Растительность:** господствуют вечнозеленые хвойные леса, большей частью еловые, сосновые, пихтовые.

**Животный мир:** крупные травоядные копытные (олень-мул, северный олень, мелкие растительноядные млекопитающие (заяц-беляк, белка, грызуны), волк, рысь, лисица, черный медведь, гризли, росомаха, норки и др. хищники, многочисленные кровососущие насекомые во время короткого лета.

Множество болот и озер. Толстая лесная подстилка.



## 7. Тундра (в Северном полушарии к северу от тайги).

**Климат** – очень холодный с полярным днем и полярной ночью. **Среднегодовая температура** ниже  $5^{\circ}\text{C}$ . За несколько недель короткого лета земля оттаивает не более 1 м в глубину.

**Осадки** – менее 250 мм в год.

**Растительность:** господствуют медленно растущие лишайники, мхи, злаки и осоки, карликовые кустарники.

**Животный мир:** крупные травоядные копытные (северные олени, мускусный бык), мелкие млекопитающие – лемминги и др., хищники – песец, рысь, горностай, совы и др. В тундре коротким летом гнездится большое число перелетных птиц, особенно водоплавающих.



## **М.Ф. Реймерс в 1994 г. сформулировал принцип экологической комплементарности (дополнительности):**

никакая функциональная часть экосистемы (экологический компонент, элемент и т.д.) не может существовать без других функционально дополняющих частей.

Близок к принципу экологической комплементарности и расширяющей его **принцип экологической конгруэнтности (соответствия):**

функционально дополняя друг друга, живые составляющие экосистемы вырабатывают для этого соответствующие приспособления, скоординированные с условиями абиотической среды, в значительной мере преобразуемой теми же организмами, т.е. наблюдается двойной ряд соответствия между организмами и средой их обитания – внешней и создаваемой ценозом.



# 4. Структура экосистем

В каждой экосистеме два основных компонента: организмы и факторы окружающей их неживой среды.

Совокупность организмов (растений, животных, микроорганизмов) называют **биотой экосистемы**, а пути взаимодействия разных категорий организмов – это ее **биотическая структура**.



С точки зрения трофической структуры экосистему делят на два яруса:

Верхний – **автотрофный** (самостоятельно питающийся) ярус или зеленый пояс, включающий растения и их части.

Нижний – **гетеротрофный** (питаемый другими) ярус, или коричневый пояс почв и остатков разлагающихся веществ, корней и т.д.



С биологической точки зрения в составе экосистемы выделяют следующие компоненты:

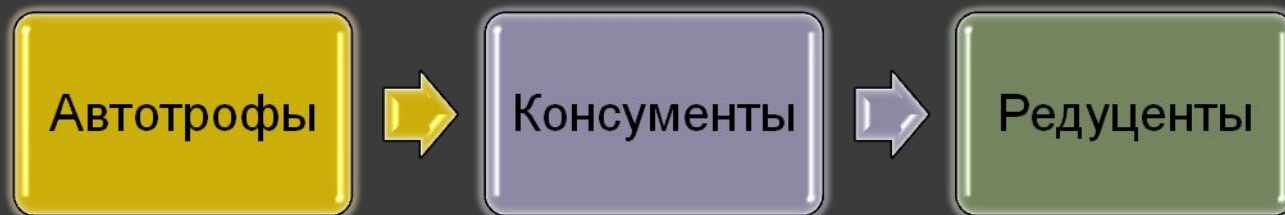
- 1. Неорганические вещества** (C, N, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и т.д.) включающиеся в круговорот
- 2. Органические соединения** (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и др.) связывающие биотическую и абиотическую части
- 3. Воздушную, водную и субстратную среду**, включающую климатический режим и другие физические факторы.
- 4. Продуцентов, автотрофных организмов** (зеленые растения, сине-зеленые водоросли, фото и хемосинтезирующие бактерии), производящих пищу из простых неорганических веществ.
- 5. Консументов или фаготрофов** – гетеротрофных организмов, главным образом животных питающихся другими организмами, или частицами органического вещества.
- 6. Редуцентов и детритофагов** – гетеротрофных организмов, в основном бактерий и грибов, получающих энергию либо путем разложение мертвых тканей, либо путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно или извлеченного сапрофитами из растений и других организмов.

Консументы питаются живыми (**биофаги**) или мертвыми (**сапрофит**) органическим материалом.

Среди биофагов выделяют:

- а) растительоядные организмы или фитофаги** (первичные консументы – это повреждающие растения вирусы, грибы и паразитические сосудистые растения),
- б) хищники** (вторичные консументы, в том числе и паразиты первичных консументов),
- в) конечные потребители** - верхние хищники (третичные консументы).

В экосистеме пищевые и энергетические связи идут в направлении:

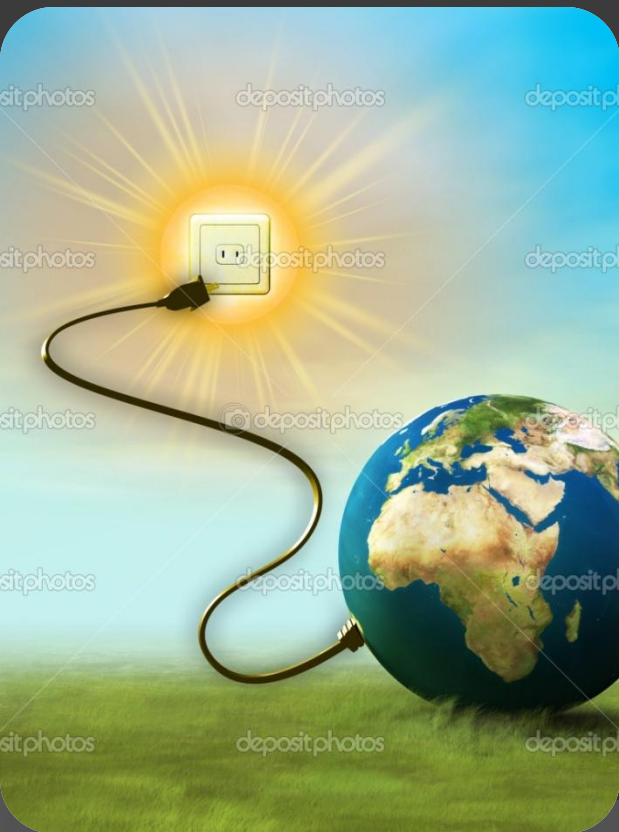


# 5. Солнце как источник энергии

Первоисточником энергии для экосистем служит Солнце.

Поток энергии по данным **Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина (1994)**, посылаемый Солнцем планете Земля, превышает 20 млн. ЭДж в год, однако лишь 25% этого потока доходит до границ атмосферы.

При этом 70% из дошедшей энергии, отражается, поглощается атмосферой, излучается в виде длинноволнового инфракрасного излучения и в результате достигает земной поверхности 1,54 млн. ЭДж в год.



## Основные характеристики солнечной энергии:

- 1. Избыток:** растение использует лишь 0,5 % солнечной энергии, достигшей Земли.
- 2. Чистота:** солнечная энергия – «чистая», хотя ядерные реакции, идущие в недрах Солнца и служащие источником его энергии сопровождающиеся радиоактивным загрязнением, оно остается в 150 млн. км от Земли.
- 3. Постоянство:** солнечная энергия всегда будет доступна в одинаковом, безграничном количестве.
- 4. Вечность:** ученые считают, что Солнце через несколько млрд. лет погаснет. Однако для нас это не имеет практического значения т.к. люди по современным данным существуют около 3 млн. лет, а это лишь 0,3 млрд.



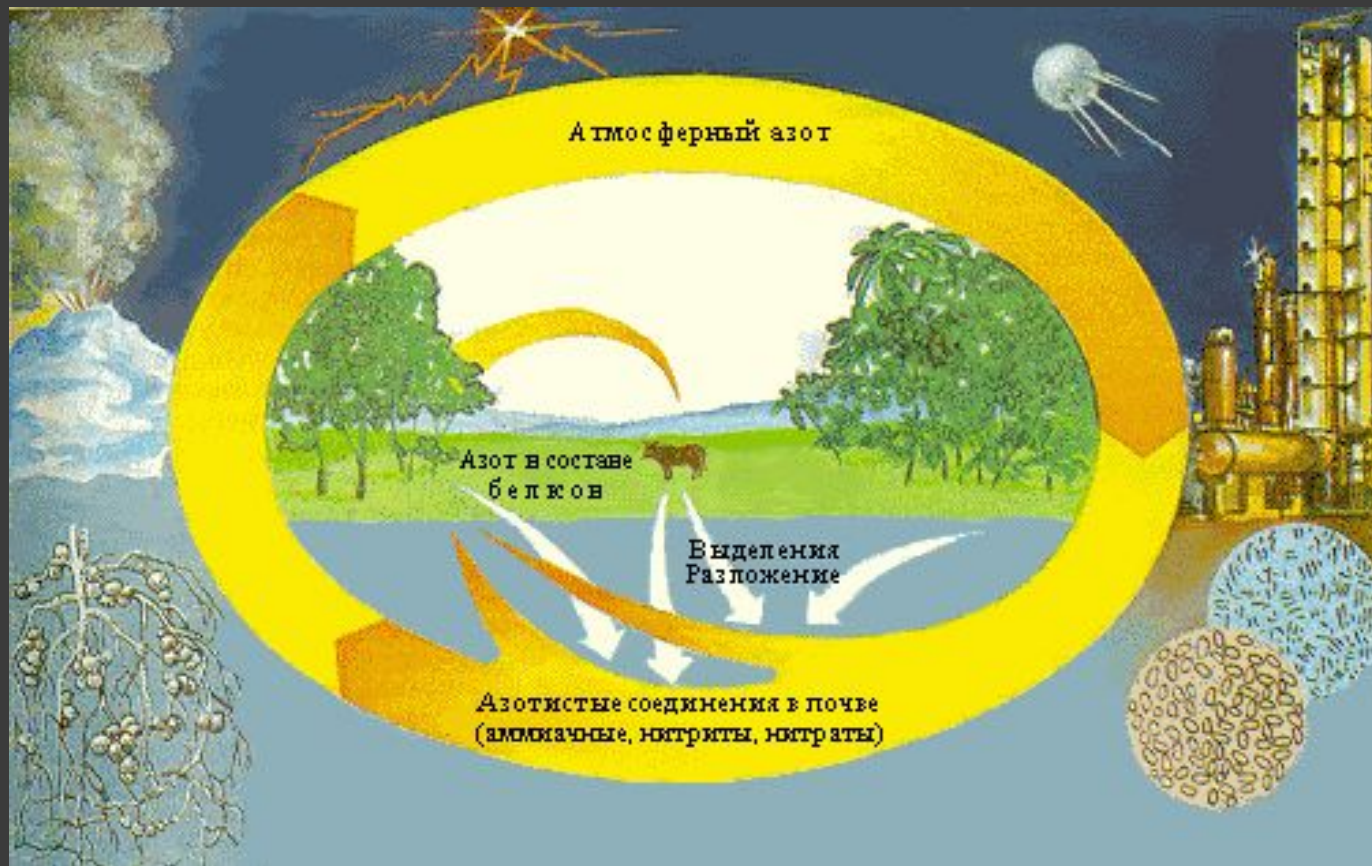
# « 6 »

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота:

- а) большой или геологический**, проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы
- б) малый, биологический**, развивающийся на основе большого и состоящей в непрерывном, циклическом, неравномерном во времени и пространстве распределении энергии, и сопровождающийся более или менее значительными потерями перераспределения веществ, энергии и информации в пределах экологических систем различного уровня организации.



Обмен химическими элементами между живыми организмами и неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют **биогеохимическим круговоротом или биогеохимическим циклом.**





# Основные биохимические круговороты.

**1.Круговорот воды** – это самый значительный по переносимым массам и затратам круговорот на Земле, - каждую секунду в него вовлекается 16,5 млн.м<sup>3</sup> воды и тратится более 40 млрд. МВт солнечной энергии. Данный круговорот включает не только перенос водных масс, но и фазовые превращения, образование растворов и взвесей, выпадение осадков, кристаллизация, процесс фотосинтеза, а также разнообразные химические реакции.

**Вода непрерывно переходит из одного состояния в другое, совершает большой и малый круговороты.**

- а)** испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образует малый круговорот.
- б)** когда водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот становится значительно сложнее. при этом часть осадков испаряется и поступает обратно в атмосферу, другая питает реки и водоем, но в итоге вновь возвращается в океан речным и подземным стоками, завершая тем самым большой круговорот.

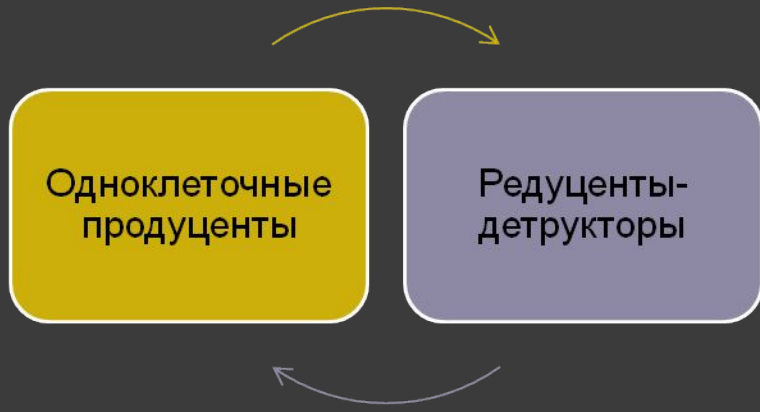
## Биотический (биологический) круговорот.

Под **биотическим круговоротом** понимается циркуляция веществ между почвой, растениями, животными и микроорганизмами.

По определению **Н.П. Ремезова, Л.В. Родина и Н.И. Вазилевич:**

**Биотический круговорот** — это поступление химических элементов из почвы, воды и атмосферы в живые организмы, превращение в них поступающих элементов в новые сложные соединения и возвращение их обратно в процессе жизнедеятельности с ежегодным опадом части органического вещества или с полностью отмершими организмами, входящими в состав экосистемы.

Первичный биотический круговорот по Т.А. Акимовой, В.В. Хаскину (1994):



Голотический круговорот суши идет по следующей схеме:



## Основные особенности биотического круговорота:

**Фотосинтез** – процесс образования органического вещества с выделением свободного кислорода за счет углекислого газа, воды, при участии солнечной энергии и хлорофилла зеленых растений.

При гибели организма происходит обратный процесс – разложение органического вещества путем окисления, гниения и т.д. с образованием конечных продуктов разложения.

Следовательно, общую реакцию фотосинтеза можно выразить в глобальном масштабе следующим образом:



## Закон биогенной миграции атомов Вернадского гласит:



миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде геохимические особенности которой ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  и т.д.) обусловленное живым веществом, как тем которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории.

## Основные биогеохимические функции живого вещества:

**Первая функция – газовая.** Большинство газов верхних горизонтов планеты порождено жизнью. Подземные горючие газы являются продуктами разложения органических веществ растительного происхождения, захороненных ранее в осадочных толщах. Наиболее распространенный – это болотный газ – метан.

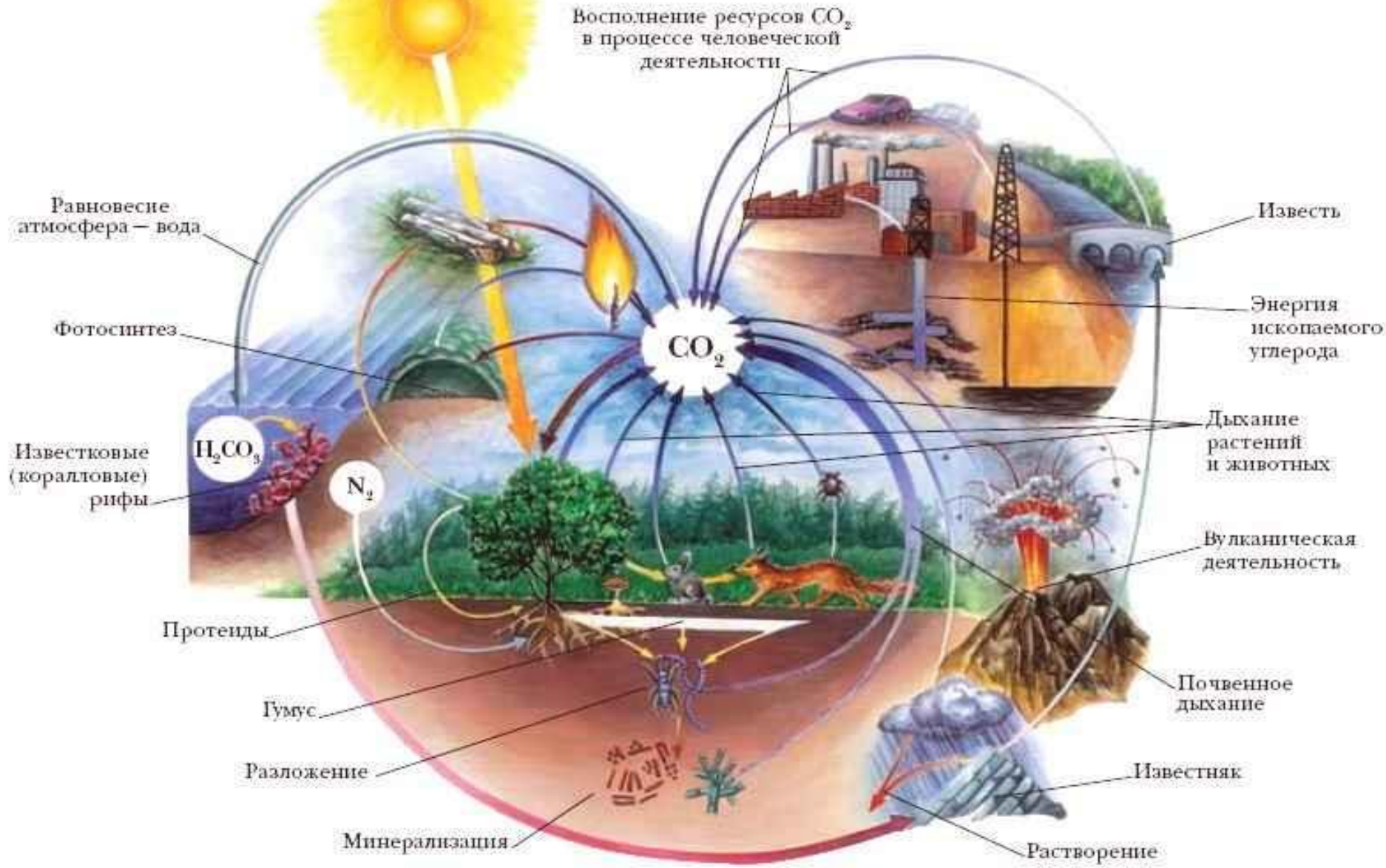
**Вторая функция – концентрационная.** Организмы накапливают в своих телах многие химические элементы. Среди них на первом месте стоит углерод. Содержание углерода в углях по степени концентрации, в тысячи раз больше, чем для земной коры. Среди металлов по концентрации первое место занимает кальций.

**Третья функция** – окислительно-восстановительная. Организмы, обитающие в разных водоемах, в процессе своей жизнедеятельности и после гибели регулируют кислородный режим и тем самым создают условия, благоприятные для растворения или осаждения ряда металлов переменной валентностью (V, Mn, Fe).

**Четвертая функция** – биохимическая. Она связана с ростом, размножения и перемещением живых организмов в пространстве. Размножение приводит к быстрому распространению живых организмов «расползанию» живого вещества в разные географические области.

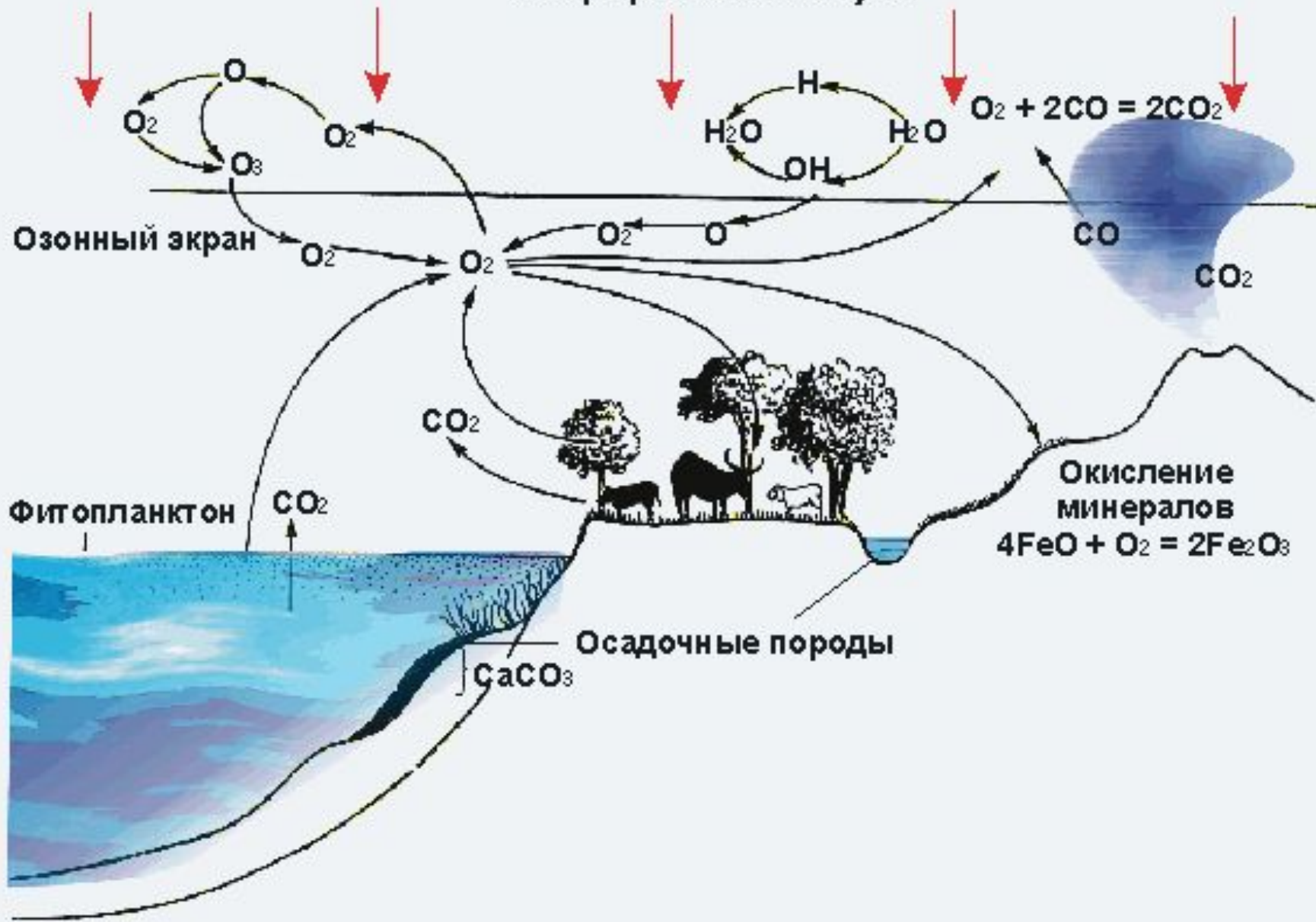
**Пятая функция** – это биогеохимическая деятельность человека, охватывающая все возрастающее количество вещества земной коры для нужд промышленности, транспорта, сельского хозяйства.

# Круговорот углерода





Ультрафиолетовые лучи



Озонный экран

Фитопланктон

$CO_2$

Осадочные породы

$CaCO_3$

Окисление минералов  
 $4FeO + O_2 = 2Fe_2O_3$

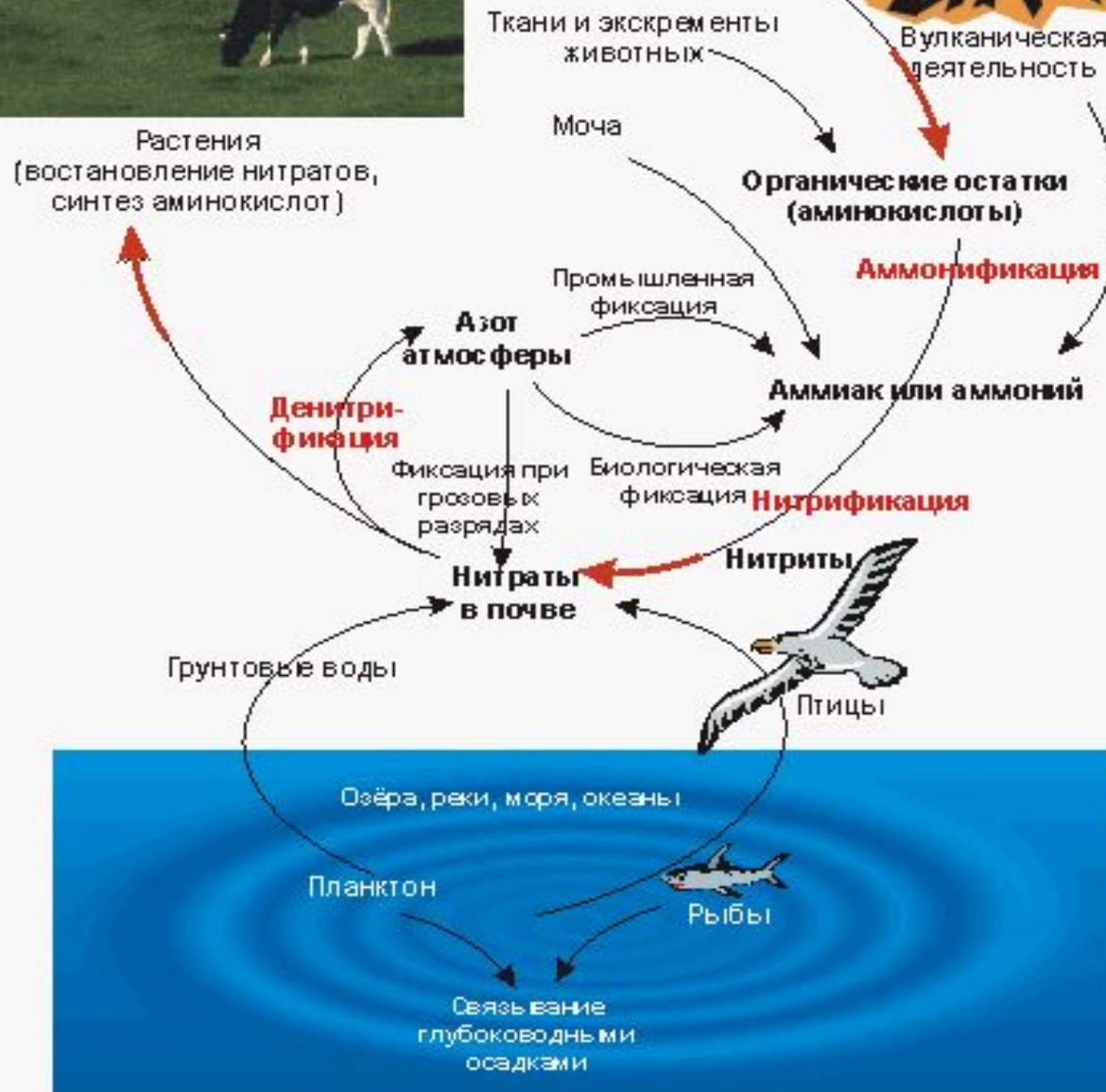
$CO$

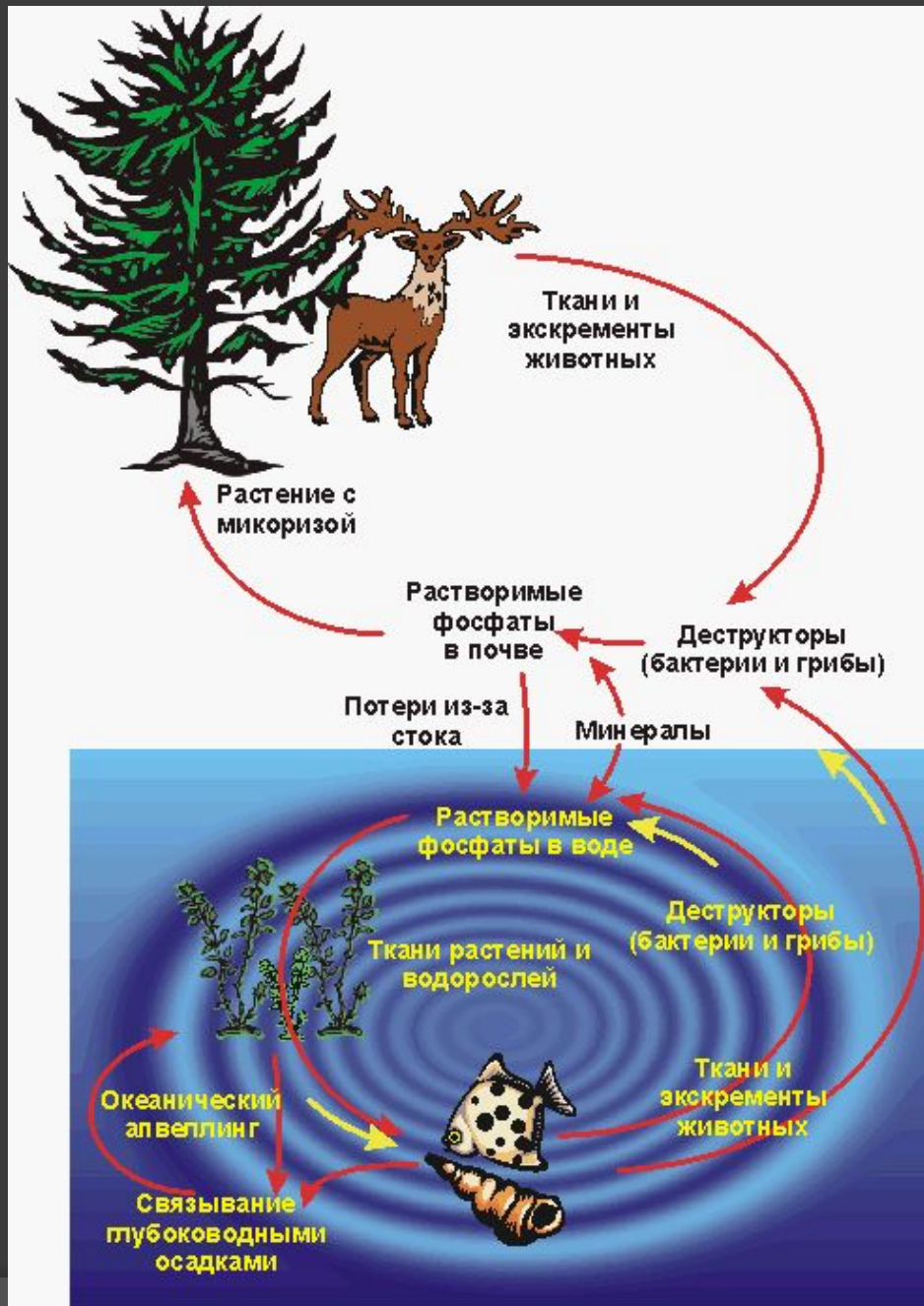
$CO_2$

$O_2 + 2CO = 2CO_2$

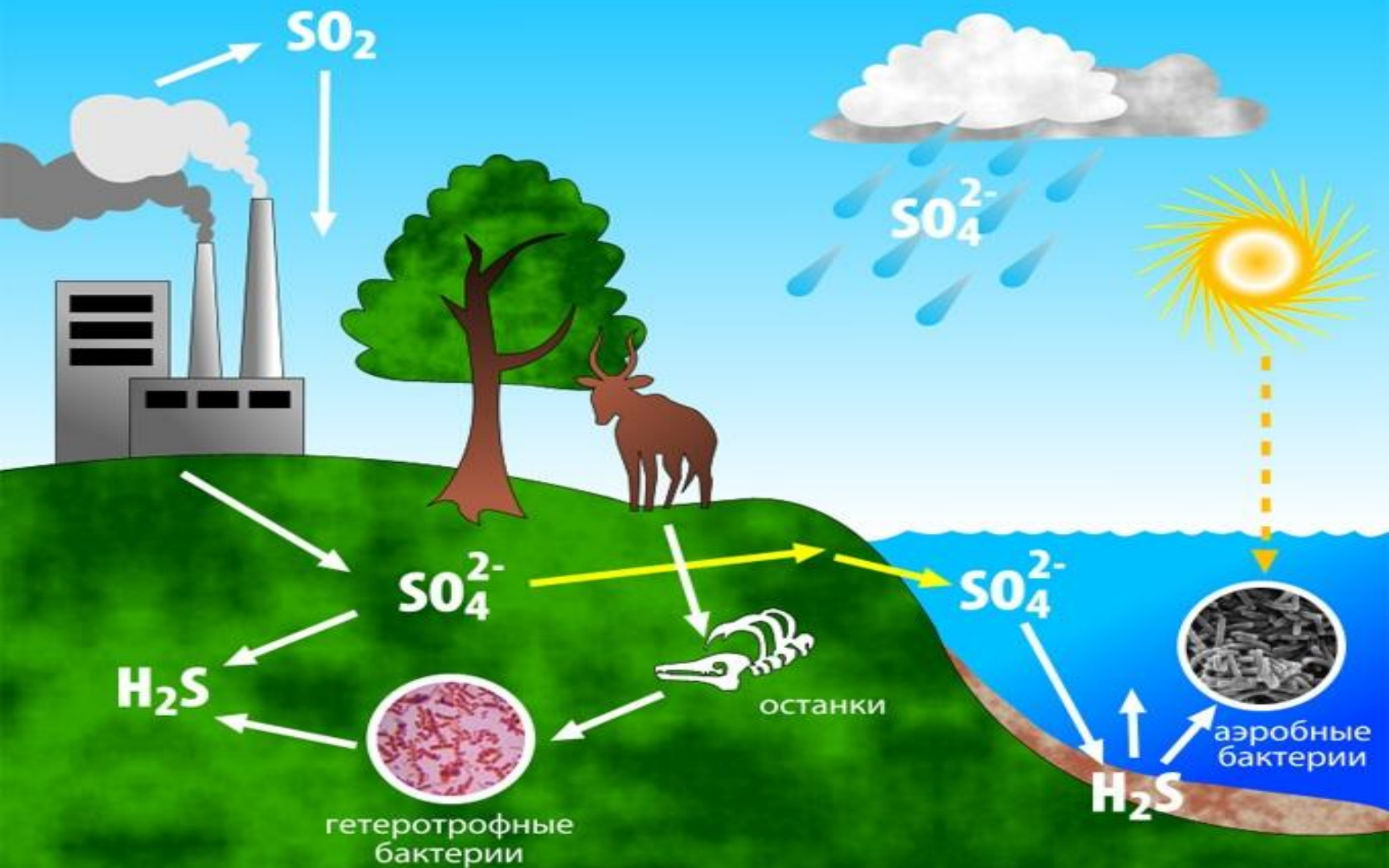
$H_2O$   
 $OH$   
 $H_2O$

$O$   
 $O_2$   
 $O_3$   
 $O_2$





# Цикл серы в природе



# « 7 »

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот вещества в экосистемах, т.е. существование экосистем, зависит от постоянного притока энергии, необходим всем организмам для их жизнедеятельности и самовоспроизведения.

В отличие от веществ, непрерывно циркулирующих по разным блокам экосистемы, которые всегда могут повторно использоваться, входить в круговорот, энергия может быть использована только раз, т.е. имеет место линейный поток энергии через экосистему, который происходит в результате действия законов термодинамики:

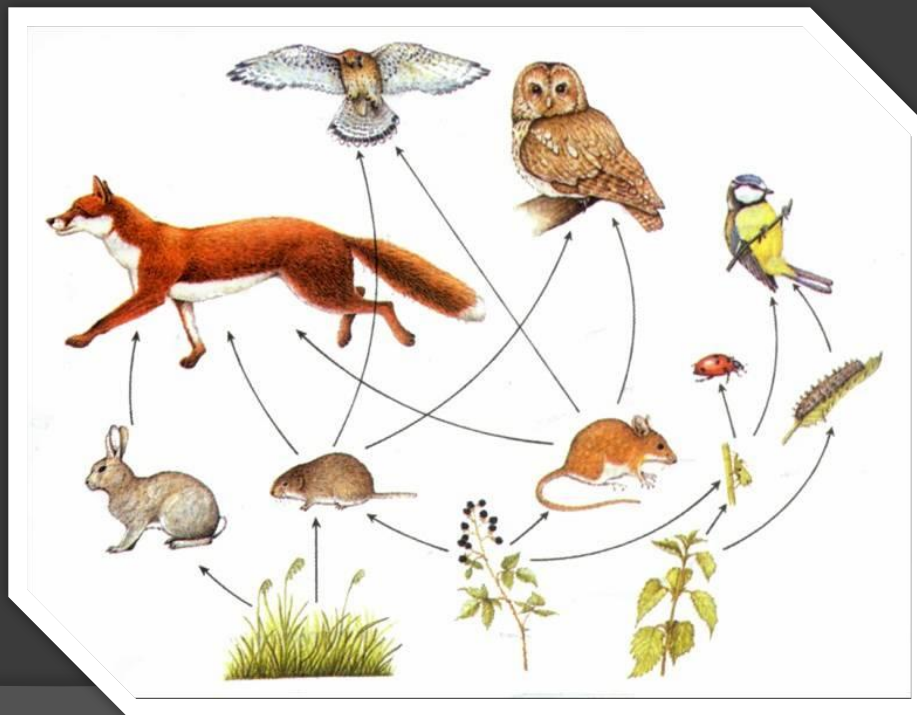
**1-ый закон** гласит, что энергия может превращаться из одной формы (например, света) в другую (например, потенциальную энергию пищи), но может быть создана или уничтожена

**2-ой закон** утверждает, что не может быть ни одного процесса, связанного с превращением энергии, без потерь некоторой ее части.

## Пищевые цепи и сети, трофические уровни.

**Пищевые связи** – это механизмы передачи энергии от одного организма к другому – животное поедает растение, это животное может быть съедено другим животным, т.е. каждый последующий организм питается предыдущим, поставившим ему сырье и энергию.

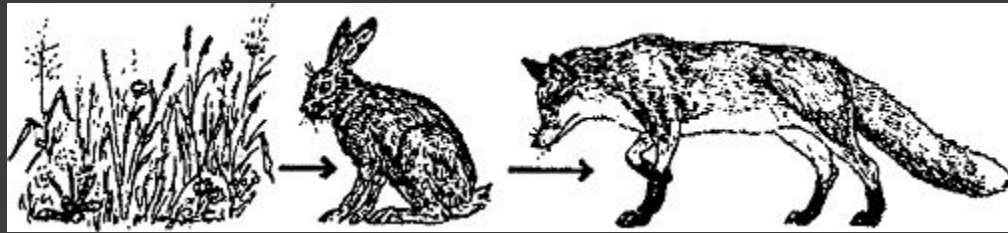
Такая последовательность переноса энергии называется **пищевой (трофической) цепью, или цепью питания**. Место каждого звена в цепи питания является трофическим уровнем.



Первый трофический уровень занимают автотрофы – первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т.д.

Одна из простейших пищевых цепей имеет вид:

Растение – заяц – лиса



В водных и, в частности морских экосистемах, пищевые цепи хищников, как правило, длиннее, чем в наземных – фитопланктон - зоопланктон – рыбы – (микрофаги) – птицы (ихтофаги).

У насекомых гиперпаразитизм очень сильно развит, и пищевая цепь имеет следующий вид:



Типы пищевых цепей начинающие с фотосинтезирующих организмов носят название **пастбищных (или цепи выедания или цепи потребления)**.

Третий тип пищевых, который начинается с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, относят **к детритным (сапрофитным) пищевым цепям или к детритным цепям разложения**.



Детритные цепи выглядят следующим образом:

Листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд →  
ястреб – перепелятник



Мертвое животное → личинка падальных мух → травяная лягушка →  
обыкновенный уж.



## Экологические пирамиды.

Экологические пирамиды выражают трофическую структуру экосистемы в виде прямоугольников одинаковой ширины, но длина прямоугольников должна быть пропорциональна значению измеряемого объекта. В результате можно получить пирамиды численности, биомассы и энергии.

Экологические пирамиды отражают фундаментальные характеристики любого биоценоза и показывают его трофическую структуру:

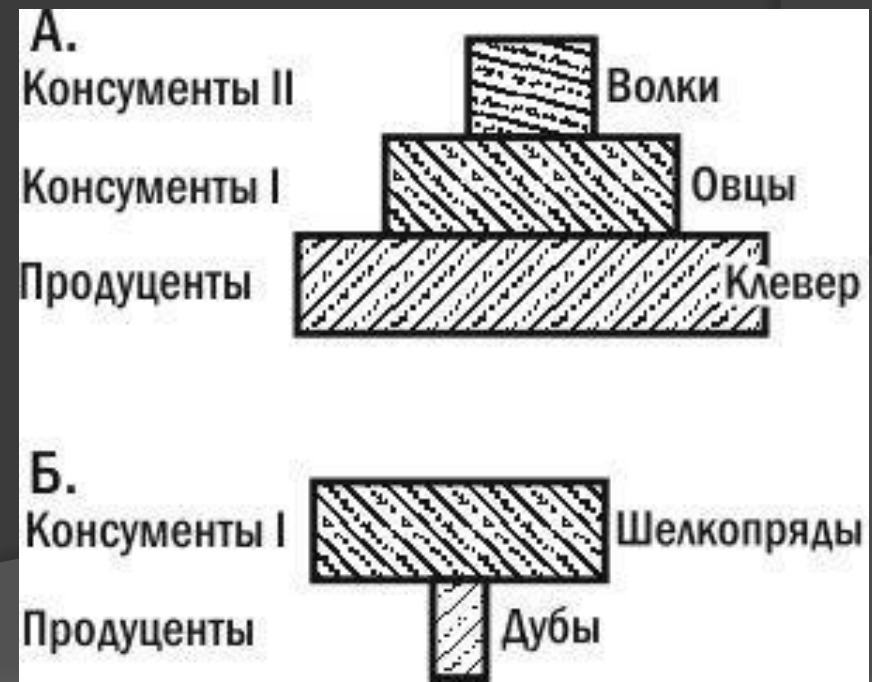
- их высота пропорциональна длине рассматриваемой пищевой цепи – т.е. числу содержащихся в ней трофических уровней.
- их форма отражает эффективность превращений энергии при переходе с одного уровня на другой.

## Виды пирамид.

**1. Пирамиды численности.** В начале подсчитывается число организмов на данной территории и их группировка по трофическим уровням, а затем выражают в виде прямоугольника, длина или площадь которого пропорциональна числу организмов, обитающих на данной площади (или в данном объеме, если это водная экосистема). Установлено, что в любой среде растений больше чем животных, травоядных больше чем плотоядных, насекомых больше, чем птиц и т.д.

А – прямая

Б – перевернутая



**2. Пирамида биомассы** отражает более полно пищевые взаимоотношения в экосистеме, т.к. в ней учитывается суммарная масса организмов (биомасса) каждого трофического уровня. Прямоугольники в пирамидах биомассы отражают массу организмов каждого трофического уровня, отнесенную к единице площади или объема. Форма пирамиды биомассы нередко сходна с формой пирамиды численности



**3. Пирамида энергии.** Они представляют эффективность преобразования энергии и продуктивность пищевых цепей, строятся подсчетом количества энергии (Ккал) аккумулируются единицей поверхности за единицу времени и используемой организмами на каждом трофическом уровне.



**Р.Линдеман в 1942 году впервые сформулировал закон пирамиды энергий, который часто называют «законом 10%»**

Согласно этому закону, с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10% энергии.

Последующим гетеротрофам передается только 10-20% исходной энергии.

Используя закон пирамиды энергий, подсчитано, что количество энергии, достигающее до третичных плотоядных (V трофический уровень), составляет около 0,0001 энергии, поглощенной продуцентами.

Отсюда следует, что передача энергии с одного уровня на другой происходит с очень малым КПД.



# « 8 »

Безостановочное производство биомассы (живой материи) – один из фундаментальных процессов биосферы.

Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют **первичной продукцией экосистемы**.

Количество выражают в сырой или сухой массе растений или в энергетических единицах – **эквивалентом числа Ккал или джоулей**.

Скорость, с которой растение накапливает химическую энергию, называют **валовой первичной продуктивностью (ВВП)**.

Скорость накопления органического вещества за вычетом этого расхода называется **чистотой первичной продуктивностью (ЧПП)** – это энергия которую могут использовать организмы на следующих трофических уровнях. Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется **вторичной продукцией**.

## **В 1980 году Р. Уиттекер подразделил по продуктивности все сообщества на 4 класса:**

1. сообщества высшей продуктивности, 3000-2000 г/м<sup>2</sup> год. (тропические леса, посевы риса и сахарного тростника), запас биомассы составляет более 50 кг/м<sup>2</sup>;
2. сообщества высокой продуктивности, 2000-1000 г/м<sup>2</sup>/год (листопадные леса умеренной полосы, луга при применении удобрений, посевы кукурузы. максимальная биомасса около 50 кг/м<sup>2</sup> ;
3. сообщества умеренной продуктивности, 1000-250 г/м<sup>2</sup>/год (с/х культуры, кустарники, степи), из биомасса составляет 0,2-5 кг/м<sup>2</sup> ;
4. сообщества низкой продуктивности, ниже 250 г/м<sup>2</sup>/год – пустыни, полупустыни, тундры, их биомасса составляет 0,1-0,5 кг/м<sup>2</sup>.



# « 9 »

Данные смены одного биоценоза другим называются **экзогенетическими**.

Последовательная смена одного биоценоза другим называется **экологической сукцессией**.

Последовательный ряд постепенно и закономерно сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется **сукцессионной серией**.

В стабильных экосистемах с отрегулированным круговоротом веществ так же постоянно осуществляется локальные сукцессионные смены, поддерживающие сложную внутреннюю структуру сообществ.

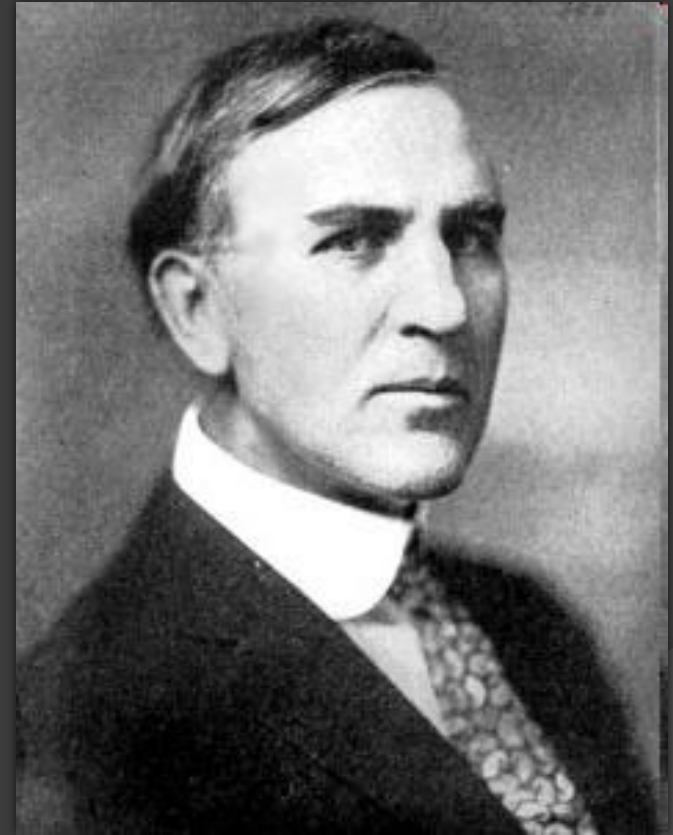
## Выделяют следующие типы сукцессионных смен:

- ❖ с участием автотрофного и гетеротрофного населения;
- ❖ с участием только гетеротрофов.

Сукцессии второго типа совершаются лишь в таких условиях, когда создается предварительный запас или постоянное поступление органических соединений, за счет которых и существует сообщество (в кучках навоза, в разлагающейся растительной массе, в загрязненных органическими веществами водоемах)

## По Клементсу (1916) процесс сукцессии состоит из следующих этапов:

1. возникновение не занятого жизнью участка;
2. миграция на него различных организмов или их зачатков;
3. проживание их на данном участке
4. конкуренция их между собой и вытеснение отдельных видов;
5. преобразование живыми организмами местообитания, постепенная стабилизация условий и соотношений.



**Сукцессии со сменной растительности могут быть первичными и вторичными.**

**Первичный сукцессией** называется процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающихся с их колонизации.



**Вторичная сукцессия** — это восстановление экосистемы когда-то уже существовавшей на данной территории. Она начинается в том случае, если уже в сложившемся биоценозе нарушены установившиеся взаимосвязи организмов в результате извержения вулкана, пожара, вырубки, вспашки и т.д.

**Смены, ведущие к восстановлению прежнего биоценоза, называют демулационными.**



Сохранение относительной постоянной численности и состава экосистемы называется **климатом экосистемы**.

### **Сукцессионные изменения.**

1. В процессе сукцессии виды растений и животных непрерывно сменяются.
2. Сукцессионные изменения всегда сопровождаются повышением видового разнообразия организмов.
3. Биомасса органического вещества увеличивается по ходу сукцессии.
4. Снижение чистой продукции сообщества и повышение интенсивности дыхания – важнейшее явления сукцессии.

**Правила Ю. Одума и Р. Пинкертон:** сукцессия идёт в направлении фундаментального сдвига потока энергии в сторону увеличения её количества, направленного на поддержание системы.

**Р. Маргалер и Ю. Одум** разработали **принцип «нулевого максимума» или минимального прироста в зрелой экосистеме:** экосистема в сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности.

## Основные причины падения продуктивности:

- ❑ Накопление питательных веществ в растущей биомассе леса ведет к уменьшению их круговорота, а снижение общей продуктивности является результатом уменьшения жизненности особей по мере увеличения их среднего возраста в обществе;
- ❑ По мере происхождения сукцессии основная доля достигнутых питательных веществ накапливается в биомассе сообщества, что приводит к уменьшению их содержания в абиотическом компоненте экосистемы (почвы, воде и т.д.);
- ❑ Возрастает количество детрита. Главным первичными консументами становятся на травоядные, а детритовые организмы, детрит становится основным источником питательных веществ;
- ❑ В ходе сукцессии увеличивается замкнутость биогеохимических круговоротов веществ. Примерно за 10 лет с момента начала восстановления растительного покрова разомкнутость круговоротов уменьшается со 100 до 10%, затем далее снижается и достигает максимума в климаксовой фазе.

*При изменении любого абиотического фактора (например, резкое похолодание) или интродукции нового вида, вид который плохо приспособлен к новым условиям ожидает:*

1. **Миграция.** Часть популяции может мигрировать, найти местообитания с подходящими условиями и продолжить там свое существование.
2. **Адаптация.** В генофонде могут присутствовать аллели (гены) которые позволяют отдельным особям выжить в новых условиях и производить потомство. Через несколько поколений под действием естественного отбора возникает популяция, хорошо приспособленная к изменившимся условиям среды.
3. **Вымирание.** Если ни одна особь в популяции не может мигрировать, опасаясь воздействия неблагоприятных факторов, то популяция вымрет, а ее генофонд исчезает. Если одни виды вымирают, а выжившие особи других размножаются, адаптируются и изменяются под действием естественного отбора, можно говорить об эволюционной сукцессии.



## **Закон эволюционно-экологической необратимости гласит:**

экосистема, потерявшая часть своих элементов или сменившая другой в результате дисбаланса экологических компонентов, не может вернуться к первоначальному своему состоянию в ходе сукцессии, если в ходе изменений произошли эволюционные (микроэволюционные) перемены в экологических элементах (сохранившихся или временно утерянных). В том случае, когда какие-то виды утеряны в промежуточных фазах функционально скомпенсирована, но не полностью. При снижении разнообразия за критический уровень, ход сукцессии искажается, и фактически климакс, идентичный прошлому, не может быть достигнут.

# « 10 »

Биосфера является глобальной экосистемой и расчленена на геобиосферу, гидробиосферу и аэробIOSферу.

**Геобиосфера** в свою очередь подразделяется на подсферы - **террабиосферу** и **литобиосферу**, гидросфера - на **маринобиосферу (океанобиосферу)** и **аквабиосферу**.

Ведущим средообразующим фактором в их образовании является **физическая фаза среды жизни**: воздушно-водяная в аэробIOSфере, водная (пресноводная и соленоводная) в гидробиосфере, твердо-воздушная в террабиосфере и твердководная в литобиосфере.

В свою очередь распадаются на слои: **аэробIOSфера** – на **тропосферу** и **альтобиосферу**; гидробиосфера – на **фотосферу**, **дисфотосферу** и **афотосферу**.

## *Общие закономерности организации биосферы:*

- I. Биосферу формируют в большей степени не внешние факторы, а внутренние закономерности.
- II. Важнейшим свойством биосферы является взаимодействие живого и неживого, нашедшего отражение в законе биогенной миграции атомов.

Количество живого вещества в биосфере не подвержено замкнутым изменениям, что сформулировано в **законе константности количества живого вещества В.Н. Вернадского**: количество живого вещества биосфер для данного геологического периода есть константа.

***В 1981г Голдсмит сформулировал закон сохранения информационной и соматической структуры биосферы или первого закона экодинамики.***

Помимо константности и постоянства количества живого вещества в живой природе наблюдается постоянное сохранение соматической и информационной структуры, не смотря на то, что и она несколько меняется в ходе эволюции.

***2-ой закон экодинамики Ю. Голдсмита или закон стремления к климаксу:***

Для сохранения структуры биосферы живое стремится к достижению состояния зрелости или экологического равновесия.

***3-ий закон:***

Принцип экологического порядка или экологического мутуализма, указывающий на глобальное свойство, обусловленное влиянием целого на его части, обратного воздействия дифференциальных частей на развитие целого и т.д., которое в сумме ведет к сохранению стабильности биосферы в целом.

***4-ый закон Ю. Голдсмита или закон самоконтроля и саморегуляции живого:***

Живые системы под управляющим воздействием живого способны к самоконтролю и саморегулированию в процессе их адаптации к изменениям в окружающей среде.

**Э.И. Колчанский (1988) в эволюции биосферы выделил следующие тенденции:**

- а)** постепенное увеличение общей биомассы и продуктивности.
- б)** прогрессивное накопление аккумулированной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли.
- в)** увеличение информационной емкости биосферы, проявляющейся в нарастающем росте органических форм, увеличение числа геохимических барьеров и возрастании дифференцированности физико-географической структуры биосферы.
- г)** усиление некоторых биогеохимических функций живого вещества и появление новых функций.
- д)** усиление преобразующего воздействия жизни на атмосферу, гидросферу, литосферу и увеличение роли живого вещества, продуктов его жизнедеятельности в геологических, геохимических и физико-географических процессах.
- е)** расширение сферы действия биологического (биотического) круговорота и усложнение его структуры.

Как известно эволюция жизни началась с возникновения форм преджизни, а в дальнейшем праорганизмов с этого геологического времени начал действовать **принцип Реди:**

живое происходит только от живого, между живым и не живым веществом существует не проходимая граница, несмотря на то, что имеется постоянное взаимодействие.

**Принцип максимума внешней работы (Э. Гхауэр, 1935г.) :**

развитие биологических систем является результатом увеличения их внешней работы – воздействия этих систем на окружающую среду.

## **Правило (принцип) катастрофического толчка:**

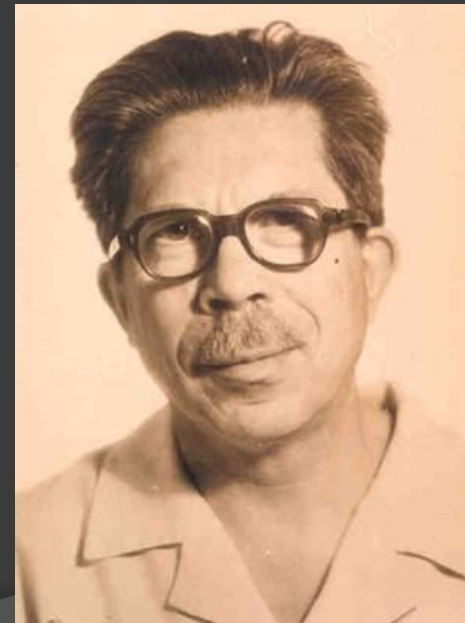
глобальная природная катастрофа всегда приводит к существенным эволюционным перестройкам, которые относительно прогрессивны для природы (адаптирующиеся системы к новым условиям среды), но необязательно полезны для вида или иной систематической категории в том числе для человека и его хозяйственной деятельности.

*И.И. Шмальгаузен разработал правила усиления интеграции биологических систем*, согласно которым биологические системы в процессе эволюции становятся все более интегрированными.

Со все более развитыми регуляторными механизмами, обеспечивающими такую интеграцию **Н.Ф. Реймерс** также отмечал, что разрушение более трех уровней иерархии экосистем абсолютно необратимо и катастрофично. Для поддержания надежности биосферы обязательна множественность конкурентно взаимодействующих экосистем.



*И.И. Шмальгаузен*



*Н.Ф. Реймерс*



# « 12 »

Под **ноосферой** понимают сферу взаимодействия природы и общества в котором разумная деятельность людей становится главным, определяющим фактором развития.

Название **«ноосфера»** происходит от греческого «ноос»- разум и таким образом обозначает сферу разума.

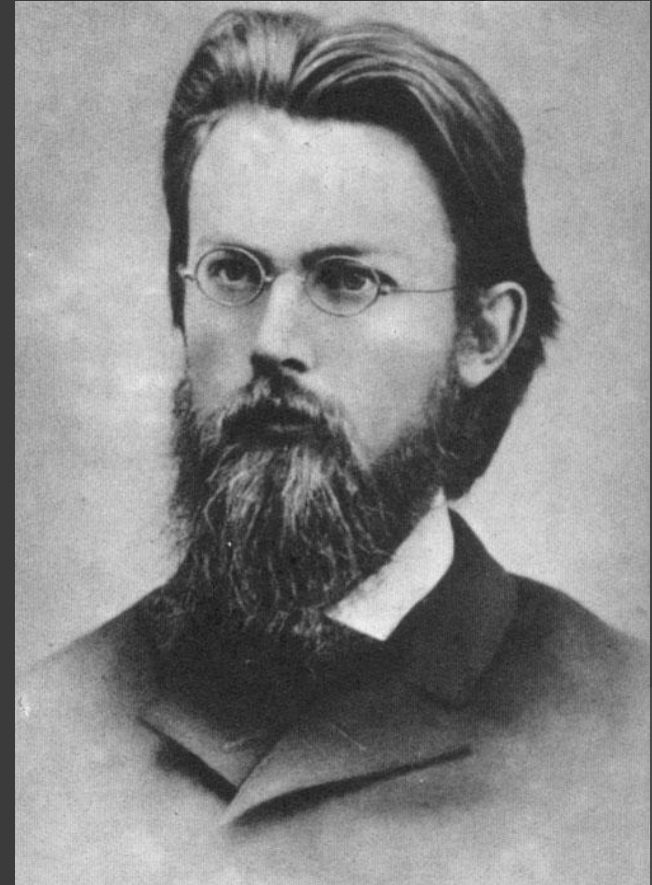
Понятие ноосферы ввел в **1927 г. Французский ученый-математик Э. Лерца**, подразумевая под ним современную геологическую стадию развития биосферы.



**Основателем же учения о ноосфере считается В.И. Вернадский**, так как он впервые глубоко обосновал «единство человека и биосферы».

Сама живая материя как носитель разума, отмечал Вернадский, составляет небольшую часть биосферы по массе. Возникновение человеческого общества явилось результатом длительного развития живого вещества в пределах биосферы.

Появление человека на Земле предопределило неизбежность возникновения нового состояния биосферы переход ее в ноосферу, оболочку разума, охваченную целенаправленной деятельностью самого человека. При этом периоду сознательной деятельности человека предшествовал длительный период его дикого, полудикого и в целом стихийного существования.

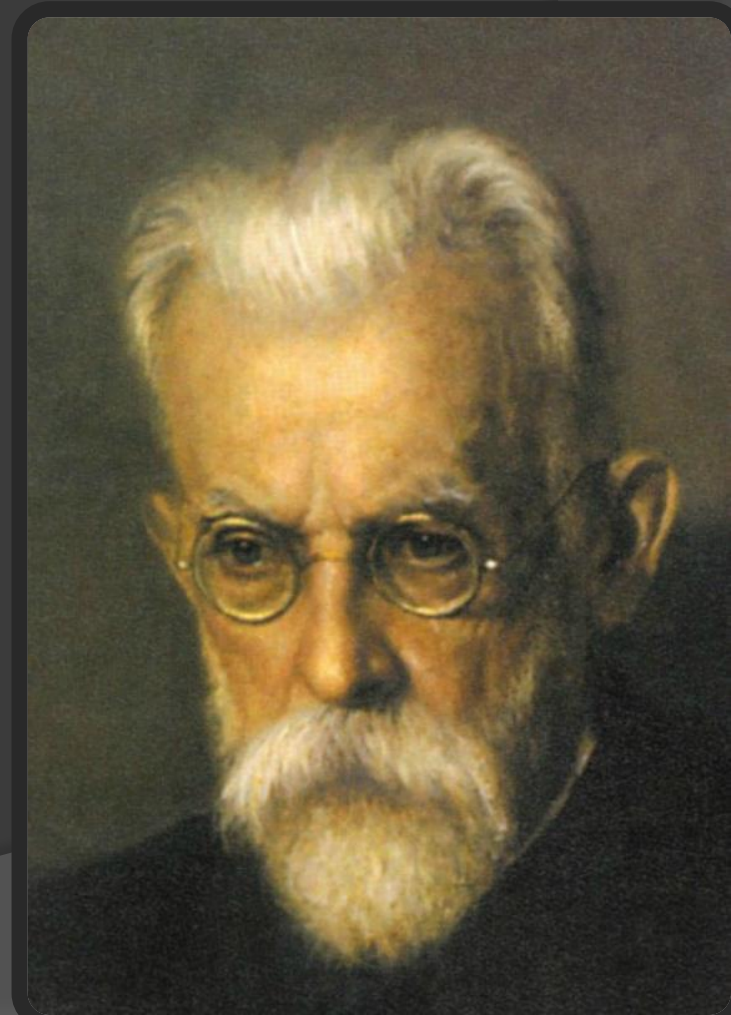


*Вернадский, изучая роль человеческого разума в развитии биосферы, сделал следующие выводы:*

1. Ход научного творчества является той силой, которой человек меняет биосферу, в которой он живет
2. Это проявление изменения биосферы есть неизбежное явление, сопутствующее росту научной мысли.
3. Это изменение биосферы происходит независимо от человеческой воли, стихийно, как природный естественный процесс.
4. А так как среда жизни есть организованная оболочка планеты – биосфера, то вхождение в нее в ходе геологически длительного существования нового фактора ее изменения научной работы человечества – есть природный процесс перехода биосферы в новую фазу, в новое состояние – ноосферу.
5. В переживаемый нами исторический момент мы видим, это наиболее ясно, чем могли видеть раньше. Здесь вскрываются перед нами «законы природы». Новые науки – геохимия и биохимия – дают возможность впервые выразить некоторые важные черты процесса математически.

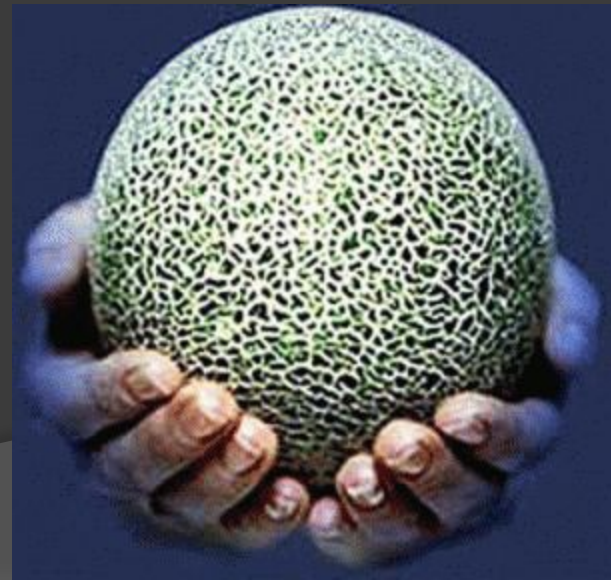
## **Вернадский сформулировал закон ноосферы:**

«биосфера неизбежно превратится в ноосферу,  
т.е. сферу где разум человека  
будет играть доминирующую  
роль в развитии системы  
человек-природа»



*М.М. Кашмилов (1974) рассматривал эволюцию биосферы в ноосферу:*

1. В большом абиотическом круговороте вещества (А) возникла биосфера (Б)
2. По мере развития жизни она расширяется.
3. В ней появляется человеческое общество (Ч)
4. Человеческое общество начинает поглощать вещество и энергию не только через биосферу, но и непосредственно из абиотической среды (Т)
5. Характерно для ноосферы появление новых химических трансурановых химических элементов в связи с развитием ядерной технологии и ядерной энергетики. Овладение ядерной энергией происходит за счет синтеза белка легких ядер, что позволит полностью отказаться от горючего полезных ископаемых в качестве источника энергии.



Ноосфера выходит за пределы биосферы в связи с огромным прогрессом научно-технической революции.

Возникла космонавтика, в результате происходит освоение космического пространства с непредвиденными возможностями. Создается принципиальная возможность создания искусственных биосфер на других планетах.

С образованием ноосферы планета Земля переходит в новое качественное состояние. Если биосфера – это сфера Земли, то ноосфера – это сфера Солнечной системы. Ноосфера в будущем станет областью Солнечной системы в познавательных и производственных целях человеческого общества.

