

Организованность биосферы

«...в действительности имеем дело со своеобразной организованностью биосферы, с естественным планетным телом, которое мы не можем разделить без его уничтожения»

В.И. Вернадский (1977)

Уровни организованности:

- пространственно-временной
- физический, в т.ч. термодинамический, агрегатный, энергетический
- химический, в т. ч. биогеохимический
- биологический (структурно-функциональный)
- парагенетический

«Планетарная биосфера» - это единая система, из числа доступных изучению, объединяющая неживую и живую материю, имеющая собственную внутреннюю среду, отличную от внешней, термодинамически неравновесную по отношению к окружающей среде (Космосу), самостоятельно поддерживающую это неравновесие, обменивающуюся с ней (внешней средой) веществом, энергией и информацией, имеющую выраженную границу несмешиваемых сред.

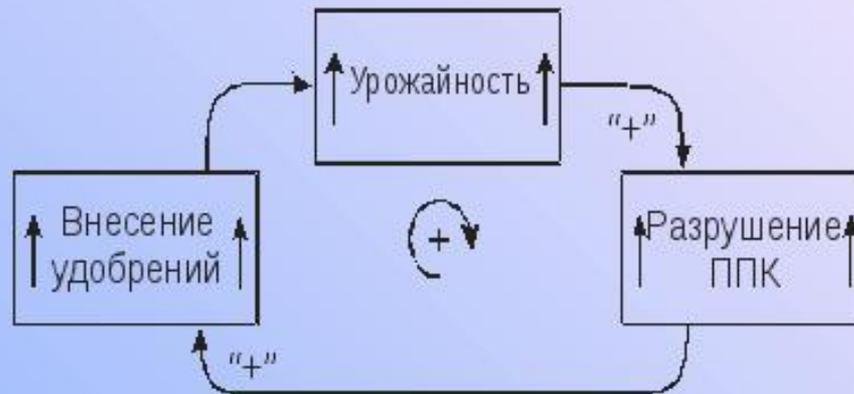
Кибернетические принципы организованности биосферы

Кибернетические системы — это сложные динамические системы любой природы (технические, биологические, экономические, социальные, административные) с обратной связью.

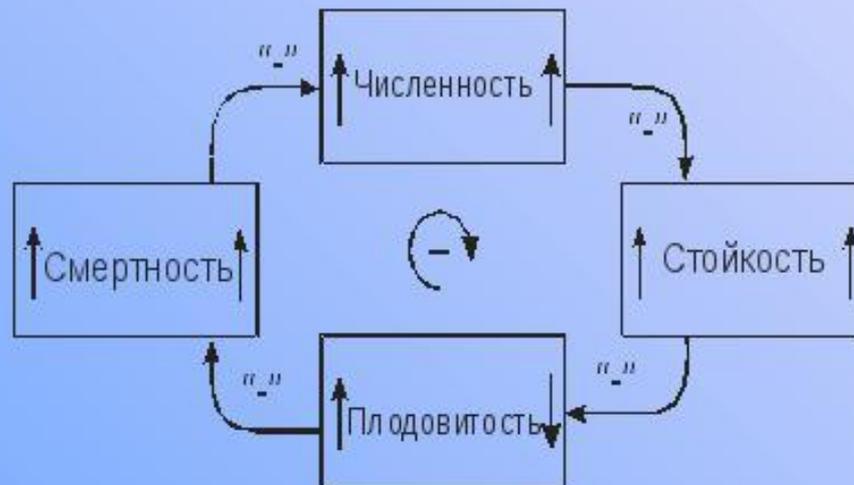
Сложными динамическими системами называются такие системы, которые содержат в себе множество более простых, взаимодействующих друг с другом систем и элементов, которые меняются, т.е. под воздействием определенных процессов переходят из одного устойчивого состояния в другое.

Самоорганизация - структура в действии.

- **ГОМЕОСТАЗ.** Стремление к гомеостазу – мощнейший фактор эволюции.
- **ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ.** Отрицательные обратные связи поддерживают гомеостаз, положительные – ухудшают стабильность системы. Одной из особенностей любого из важнейших эволюционных процессов, протекающих в живом мире, является *противоречие между тенденциями к стабильности, т.е. сохранению гомеостаза, и укреплению отрицательных обратных связей, и тенденциями к поиску новых, более рациональных способов использования внешней энергии и вещества, т.е. укреплению положительных обратных связей.*
- **ИНФОРМАЦИЯ** – отражённая структура, воспроизводящая структуру оригинала, определяет целенаправленность развития живой системы (реализация генетической программы, достижение видового разнообразия и т.д.)



**Рис. 2а. Положительная обратная связь.
Истощение прородно-почвенного комплекса
при внесении удобрений**



**Рис. 2б. Гомеостаз - пример устойчивой
отрицательной связи в ненарушенных экосистемах
(естественная саморегуляция численности)**

Свойства самоорганизующихся систем

- сохраняет состояние термодинамического равновесия
- негаэнтропийный характер действия (использование информации)
- обладает функциональной активностью, выражающейся в противодействии внешним силам
- обладает выбором линии поведения и целенаправленностью действия
- обладает гомеостазом и адаптивностью системы

Закономерности внутреннего развития систем

- *Закон вектора развития. Развитие однонаправленно.*
- *Закон необратимости эволюции (Л. Долло, 1857-1931).*
- *Закон усложнения системной организации (К.Ф. Рулье, 1814-1858).*
- *Закон неограниченного прогресса.*
- *Закон последовательности прохождения фаз развития системы.*
- *Системогенетический закон.*
- *Закон синхронизации и гармонизации подсистем (Ж. Кювье, 1769-1832)*

Закономерности внутреннего развития систем

- *Правило разновременности развития подсистем в больших системах (закон аллометрии, Д. Хаксли, 1887-1975)*
- *Правило системно-динамической комплементарности*

Термодинамика живых систем

- **Принцип энергетической проводимости.** Водообмен в биологической особи занимает часы, в аэробииосфере — 8 дней, в реках — 16 дней, в озерах — 17 лет, в подземных водах — 1400 лет, в океане — 2500 лет.
- **Закон сохранения массы.**
- **Первое начало термодинамики.**
- **Второе начало термодинамики:**
 1. *Энергетические процессы могут идти самопроизвольно только при условии перехода энергии из концентрированной формы в рассеянную;*
 2. *Потери энергии в виде недоступного для использования тепла всегда приводят к невозможности стопроцентного перехода одного вида энергии (кинетической) в другой (потенциальную) и наоборот;*

3. В замкнутой (изолированной в тепловом и механическом отношении) системе энтропия либо остается неизменной (если в системе протекают обратимые, равновесные процессы), либо возрастает (при неравновесных процессах) и в состоянии равновесия достигает максимума.

• **ЭНТРОПИЯ** - мера неупорядоченности системы, стремящаяся согласно второму принципу термодинамики, к возрастанию до состояния физического равновесия, которое необратимо.

Теорема сохранения упорядоченности (И.Р. Пригожин, 1977).
В открытых системах энтропия не возрастает — она падает до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля. При этом вещество в системе распределяется неравномерно и организуется таким образом, что местами энтропия возрастает, а в других местах снижается. В целом же, используя поток энергии, система не теряет упорядоченности.

- *Принцип Ле Шателье-Брауна.*
- *Закон минимума диссипации энергии (Л. Онсагер, 1903-1976).*
- *Закон максимизации энергии и информации (Ю. Одум).*
- *Принцип максимизации мощности.*
- *Правило основного обмена*

Пространственно-временная организованность

Пространство понимается как форма бытия материи, характеризующая ее протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие элементов во всех материальных системах.

Характеристики пространства биосферы:

1. Земная кора химически резко отлична от внутренних слоев планеты;
2. По набору химических элементов в земной коре преобладают элементы с четными порядковыми номерами;
3. Химический состав оболочек Солнца и звёзд соответствует составу земной коры;
4. Пространство биосферы является дисимметричным и хиральным.

Абиогенная симметрия и асимметрия живого вещества

1. Гипотеза *голобиоза* - методологический подход, основанный на идее первичности структур типа клеточной, наделенной способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма. Появление нуклеиновых кислот в ней считается завершением эволюции, итогом конкуренции протобионтов.
2. Гипотеза *генобиоза* (информационная гипотеза) - исходит из убеждения в первичности молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода.
3. Молекулярная *хиральность* - присуща только живой материи и является ее неотъемлемым свойством (Л. Пастер, 1860). Превращение молекулярно-симметричных веществ неживой природы в молекулярно-диссимметричные живой неразрывно связано с происхождением живой материи. Оно осуществлялось посредством особых диссимметрических сил, вызывающих диссимметризацию молекул этой материи (мощные электрические разряды, геомагнитные колебания, вращение Земли вокруг Солнца, появление Луны).

Время - характеризует последовательность смены состояний и длительность бытия любых объектов и процессов, внутреннюю связь изменяющихся и сохраняющихся состояний.

*Свойства геологического
времени*

-однонаправленно,

-линейно,

-необратимо, существует
всегда,

-фон для всех процессов

*Свойства биологического
времени*

- циклично,

- закруглено,

- необратимо, возникает с
рождением,

- течение вызвано рождением,
ростом, гибелью и сменой
поколений.

Движение времени осуществляется биологически, учитывается **сменой поколений** живого вещества, обуславливающей «дление» времени. Геологическое время определяется только через биологическое время. Биологическое время является абсолютной системой отсчета времени. В биосфере существует «пространство-время» - категория, основа которого – существование ЖВ.

Структурно-функциональная организованность биосферы

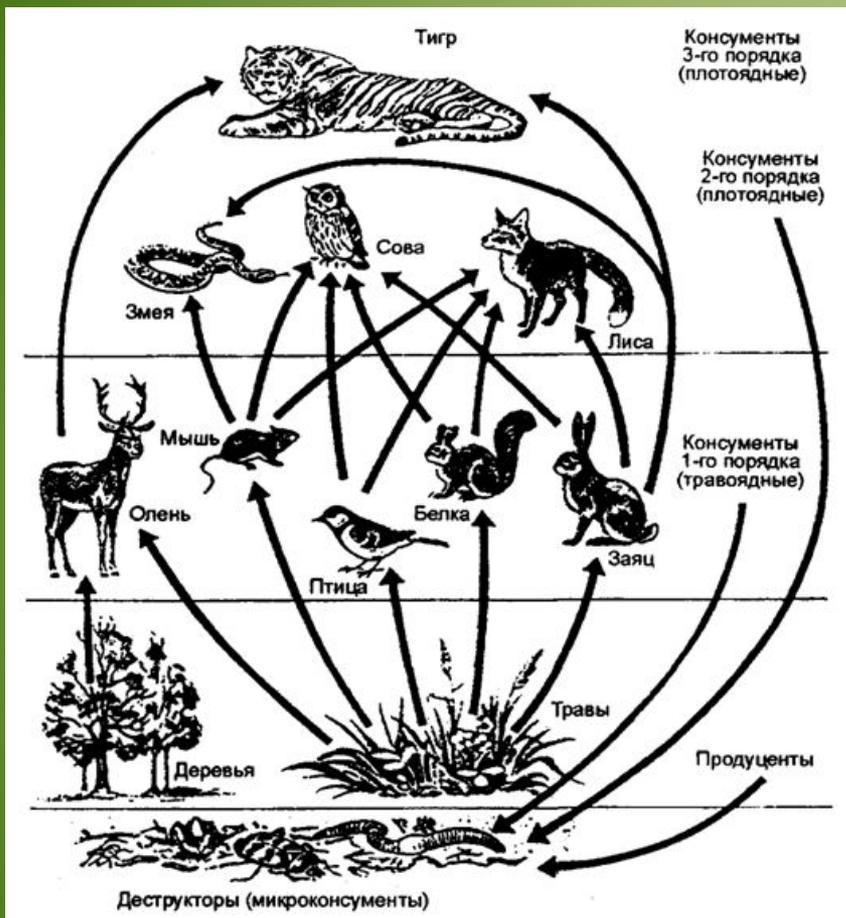
- **Пищевая цепь** – это ряд организмов, связанных между собой передачей энергии от ее источника – автотрофов к потребителю – гетеротрофам. Звенья пищевой цепи, образованные сходными по типу питания организмами, называются **трофическими уровнями**.
- Энергетическим материалом для функционирования трофического уровня служат биомасса организмов предыдущего трофического уровня или продукты деструкции отмерших остатков.
- Два основных типа пищевых цепей: *пастбищные*, или цепи выедания, начинающиеся с зеленого растения, и *детритные*, или цепи разложения.

Энергетический баланс продуцентов:

1. запасание энергии в процессе фотосинтеза (на каждый моль ассимилированной углекислоты запасается 114 ккал энергии);
2. запасание солнечной энергии идет в очень удобной для биологического использования форме – в молекулярной, т.е. в химических связях сахаров, аминокислот, белков;
3. часть запасенной энергии используется продуцентом для построения собственного организма, часть поступает в детритные цепи и часть поступает на трофический уровень консументов.

Энергетический баланс консументов:

1. Поглощённая пища усваивается не полностью, 10-20% (сапрофаги) до 75% - плотоядные виды;
2. Большая часть энергии тратится на метаболизм – *трата на дыхание*;
3. Меньшая часть энергии расходуется на пластические процессы;
4. Передача энергии химических соединений в организме идёт с потерей в виде тепла (низкий КПД животных клеток);
5. Потери энергии составляют около 90% при каждой передаче энергии через трофический уровень. Потерянная в цепях питания энергия может быть восполнена только поступлением ее новых порций. Поэтому биогеоценоз функционирует только за счет направленного потока энергии, постоянного поступления ее из вне в виде солнечного излучения или готовых запасов органического вещества.



Переплетения разных цепей питания в составе биogeоценозов образуют сложные сочетания видовых популяций, которые называют циклами питания или пищевыми сетями. Принцип образования пищевых сетей состоит в том, что каждый продуцент имеет не одного, а нескольких консументов. В свою очередь консументы пользуются не одним, а несколькими источниками питания.

Парагенетический уровень организованности

- **парагенезис** - закономерное совместное нахождение в земной коре минералов, связанных общими условиями образования. Изучение парагенезиса минералов имеет большое значение при поисках и оценке месторождений полезных ископаемых, имеющих сходную геохимическую историю.
- биосфера – парагенетическая оболочка
- отражением парагенезиса биосферного вещества являются его типы:

Типы биосферного вещества:

- живое вещество
- биогенное вещество
- косное вещество
- биокосное вещество
- вещество, находящееся в процессе радиоактивного распада
- рассеянные атомы
- вещество космического происхождения