



# БИОТИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ БИОСФЕРЫ

## Представления о живой материи современной биологии:

- *Жизнь дискретна и не может быть представлена в виде «супа живого вещества».*
- *Все организмы состоят из клеток.*
- *Химические реакции, происходящие в организмах, локализованы внутри клеток;*
- *Все клетки ведут начало от других клеток;*
- *Клетки содержат информацию, которая определяет идущие в них процессы и передается следующему поколению.*

## Признаки, отличающие живой организм от неживого вещества

- 1) *постоянный обмен веществом и энергией с окружающей средой;*
- 2) *способность к воспроизведению;*
- 3) *возможность эволюции в сообществе таких же объектов;*
- 4) *перечисленные выше три условия должны выполняться одновременно, любое из них в отдельности не делает объект живым.*

Перечисленные признаки могут встречаться и в неживой природе. Примером является рост кристаллов. Но эволюция кристаллов невозможна. Их форма и химический состав остаются постоянными. Особенность живой природы является то, что все перечисленные условия должны выполняться одновременно.



## КЛЕТКА И ПРИНЦИП ЕЕ ОРГАНИЗАЦИИ

**Клетка – это совокупность достаточно крупных органических молекул биополимеров.** Следует особо подчеркнуть, что все компоненты живого организма находятся в тесной взаимосвязи друг с другом и ни один компонент не может существовать вне клетки продолжительное время. Образно говоря, клетка представляет кастрюлю, внутри которой идут химическими процессами с участием этих биополимеров.

**В построении одноклеточного и более сложных организмов лежит иерархический принцип, который на техническом языке называется модульным.**

Из молекул строятся более крупные структуры -- макромолекулы, которые в дальнейшем образуются биополимеры. Они, в свою очередь, формируют клетки, которые сами могут являться основой многоклеточных организмов. Сообщества организмов одного вида образуют популяции. Популяции разных видов формируют экосистемы. Наконец, глобальная экосистема планеты -- биосфера состоит из экосистем.



**Иерархические уровни организации живой материи**

## МОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ



Все многообразие биополимеров клетки построено из ограниченного числа простых мономеров:

*21 тип аминокислот, 5 типов азотистых оснований, моносахариды – рибоза или дезоксирибоза, остаток фосфорной кислоты, глюкоза, липиды.*

Особенность мономеров состоит в том, что они могут присоединяться друг к другу, образуя более сложные молекулы. Обычно мономер представляет совокупность атомов, у которых с одной стороны выступает ион водорода ( $H^+$ ), с другой – ионом гидроксила ( $OH^-$ ), а посередине расположены разнообразные другие компоненты. Ион водорода одного мономера может соединяться ионом гидроксила другого мономера и таким образом строится цепочка мономеров, которые формируют макромолекулы клетки.

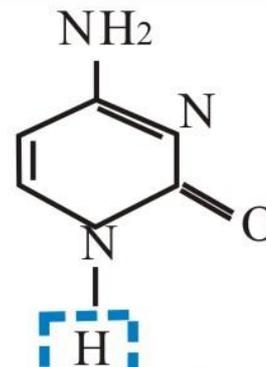
Построение сложных структур из мономеров хорошо видно на примере нуклеотидов, из которых в дальнейшем строятся макромолекулы ДНК и РНК.



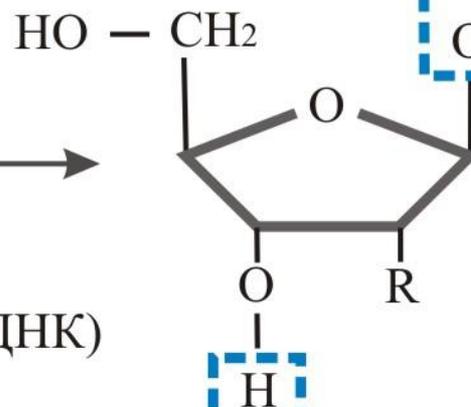
# СТРОЕНИЕ НУКЛЕОТИДА

Он может включать азотистое основание (урацил, тимин, цитозин, аденин или гуанин), моносахарид (рибоза или дезоксирибоза) и остаток фосфорной кислоты. Обычно азотистые основания обозначают буквами У, А, Г, Т и Ц.

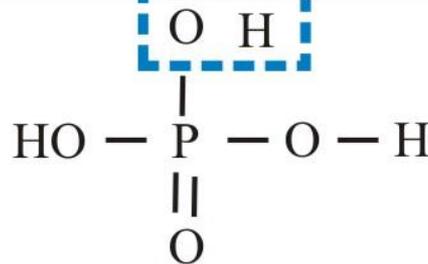
Азотистое основание



Моносахарид:  
рибоза - R=OH (в РНК)  
или  
дезоксирибоза - R=H (в ДНК)



Фосфорная кислота





## БИОПОЛИМЕРЫ КЛЕТКИ

*Любая клетка включает биополимеры: РНК, ДНК, белки, углеводы, липиды и молекулы, передающие энергию внутри клетки АДФ и АТФ.*

**Макромолекула РНК**— рибонуклеиновая кислота играет, в основном, роль матрицы для синтеза белков. Она состоит из цепочки нуклеотидов, соединенных в определенной последовательности. Нуклеотиды включают сахар – рибоза. Азотистые основания могут быть пуриновые – аденин (А), гуанин (G) или пиримидиновые – цитозин (С) и урацил (U).



## МАКРОМОЛЕКУЛА ДНК

**Макромолекула ДНК** - дезоксирибонуклеиновая кислота. Нуклеотиды ДНК включают сахар — дезоксирибоза азотистые основания: пуриновые – аденин (А), гуанин (G) или пиримидиновые – тимин (Т) и цитозин (С). ДНК образуют две цепочки нуклеотидов, соединенных в виде спирали. ДНК сохраняет и передает по наследству информацию о строении, развитии и индивидуальных признаках организма.

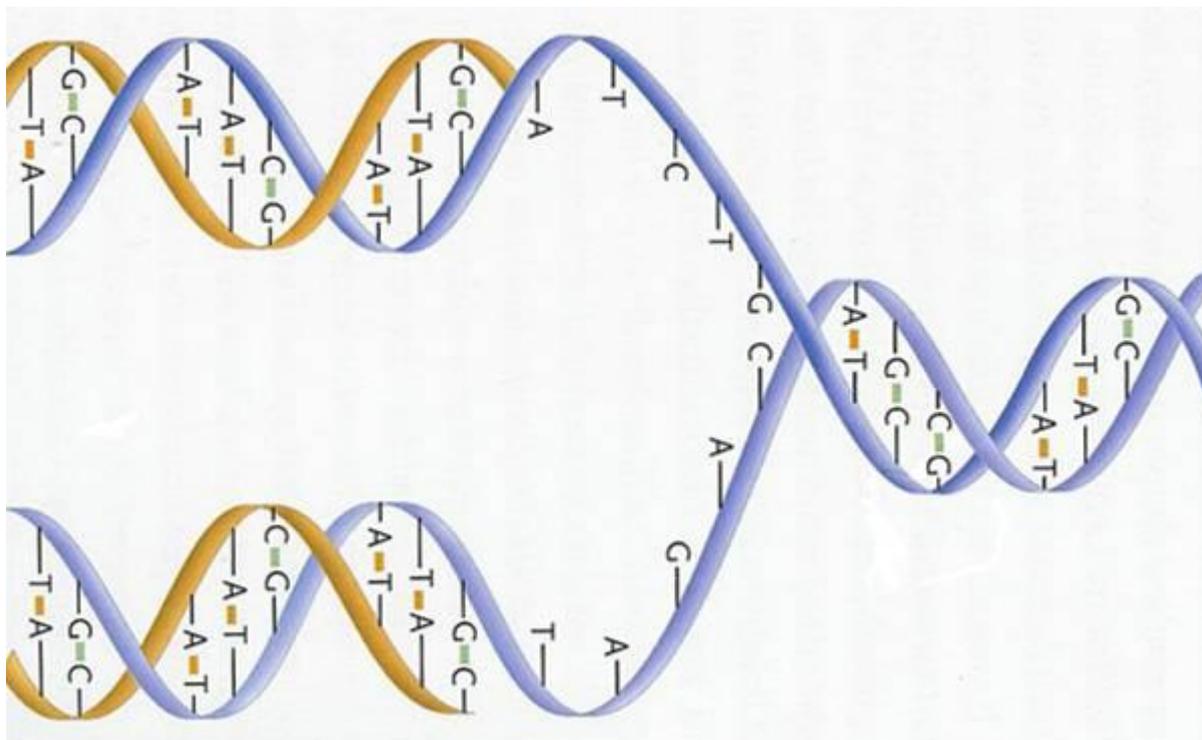
**Два отличия** цепочек ДНК и РНК:

- 1) нуклеотиды ДНК, содержат моносахарид дезоксирибоза, в РНК – моносахарид рибоза:
- 2) в ДНК входит тимин, а не сходный по строению урацил, который присутствует в цепочке РНК.

*Общие для РНК и ДНК основания: аденин, гуанин и цитозин представляют код (кодон) аминокислоты, которая будет находиться в данном месте цепочки, а тимин или урацил – признак окончания кода. Т.е. звено цепи – это сообщение из четырех букв: А, Т, G и С.*



# МАКРОМОЛЕКУЛА ДНК



Молекула ДНК имеет форму двойной спирали. Ее можно представить в виде скрученной лестницы. (см. далее сл. 8)



## МАКРОМОЛЕКУЛА ДНК

Вертикальные стойки лестницы состоят из молекул сахара и фосфора. Информацию в молекуле несут ступеньки лестницы. Они состоят из двух молекул, каждая из которых крепится к одной из вертикальных стоек. Эти молекулы — четыре азотистых основания. Форма этих молекул позволяет им образовывать связи — законченные ступеньки — лишь определенного типа: между А и Т и между Г и Ц. Другие связи возникнуть не могут. Следовательно, каждая ступенька представлена либо А—Т либо Г—Ц. Считывая ступеньки по одной цепи молекулы ДНК, вы получите сообщение, написанное с помощью алфавита всего из четырех букв: А, Т, Г и Ц. Это сообщение определяет химические превращения, происходящие в клетке. На другой цепи спирали новой информации не содержится, т.к. основанию, которое находится на одной цепи, должно соответствовать определенная вторая половина ступеньки. Т.е. цепи двойной спирали относятся друг другу так же, как фотография и негатив.

Специфичная парность азотистых оснований непосредственно указывает на возможный механизм копирования генетического материала». Когда клетка приступает к делению и необходима ДНК для дочерних клеток, ферменты «расстегивают» ДНК, как застежку-«молнию», обнажая индивидуальные основания. Другие ферменты присоединяют соответствующие основания, находящиеся в окружающей жидкой среде, к парным «обнажившимся» основаниям — А к Т, Г к Ц и т. д. В результате разошедшиеся спирали дают две новых ДНК.



## БИОПОЛИМЕРЫ КЛЕТКИ

**Белки** определяют объемную структуру, а также физиологические функции: обмен веществ и энергетические превращения. Все разнообразие белков определяется последовательностью соединения аминокислот, которая, в свою очередь, задается нуклеотидами в цепи РНК.

**Углеводы.** Важнейший глюкоза ( $C_6H_{12}O_6$ ). Это продукт фотосинтеза и основа всей пищевой цепи в биосфере. Соединяя молекулы глюкозы можно получить сложные углеводы, например, целлюлозу, т.е. растительные волокна.

**Липиды** – это нерастворимые в воде органические молекулы. Их можно представить капельками жира, плавающими на поверхности бульона. Из липидных структур состоят мембраны, разделяющие компоненты клетки и отделяющие живое от неживого.

**АТФ** и **АДФ**– аденозин трифосфат (АТФ) и аденозин дифосфат (АДФ). Осуществляют функцию передачи энергии внутри клетки. Обе молекулы устроены так: азотистое основание - аденин присоединено к молекуле рибозы и все это вместе крепится к хвосту из фосфатов. (аденин и рибоза входят и в состав РНК). В хвосте АДФ содержится два фосфата, а в хвосте АТФ – три. Передача энергии идет так. Во время фотосинтеза, образующаяся энергия идет на присоединение третьего фосфата к хвосту АДФ, т.е. образуется АТФ. Молекула АТФ переносится в другие части клетки. Там АТФ вновь превращается в АДФ,



# ОРГАНИЗМ

**Простейший организм** - это клетка, образованная биополимерами:

- липиды – основа мембран, отделяющих клетку от окружающей среды;
- белки формируют объемную структуру клетки;
- ДНК содержит информацию о всех процессах, которые должны происходить в клетке.
- РНК – это матрица для синтеза белков.

Все элементы клетки взаимосвязаны, и вне клетки существовать не могут. Их объединение в одну структуру придает клетке новое качество – способность к воспроизводству.

**Многоклеточные организмы** состоят из клеток, выполняющих разные функции. В отличие от одноклеточных организмов, они адаптируются к условиям обитания не только путем изменения формы метаболизма. Основной формой адаптации многоклеточных организмов становится изменение поведения.

---

Существование любой особи подчинено **главной цели**:

- *принести потомство.*



# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОРГАНИЗМОВ

## Автотрофы и гетеротрофы

**1. Автотрофы** синтезируют из неорганических соединений органическое вещество (растения, бактерии)

**1.1. Хемосинтез** - образование органических веществ из двуокиси углерода за счет энергии, окисления неорганических соединений: аммиака, водорода, соединений серы, закисного железа.



**1.2. Фотосинтез** -- превращение лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ. Различают две формы синтеза:

**бактериальный** –  $2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{энергия Солнца} = \text{CH}_2\text{O} + 2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;

**растений** –  $2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{энергия Солнца} = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ .

**2. Гетеротрофы** - организмы, использующие для питания органические вещества и неспособные синтезировать неорганическое вещество из неорганической материи. ( все животные, грибы и подавляющее большинство микроорганизмов) Различают три типа питания:

сапрофитное (мертвыми организмами или выделениями живых):

галозойное (частями тела других организмов);

паразитное (использует хозяина в качестве источника пищи).



# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОРГАНИЗМОВ

## Аэробы и Анаэробы

### Анаэробы

*(от греч. an – отрицательная частица, aer – воздух и bios – жизнь)*  
Способны жить и развиваться без свободного кислорода. Аэробный метаболизм (дыхание) схематично можно записать так



Анаэробные организмы представлены, главным образом, прокариотами (одноклеточные без ядра).

Известны немногие формы эукариот (клетки, имеющие ядро) вторично приспособившиеся к отсутствию кислорода (анаэробноз) – дрожжи. Среди многоклеточных организмов это некоторые кишечные паразиты. Анаэробы плохо приспособлены для жизни в кислородной среде. Кислород является сильным окислителем и губителен для простейших.



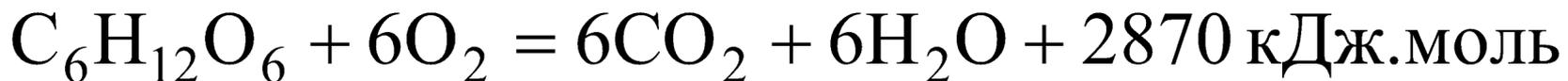
# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОРГАНИЗМОВ

## Аэробы и Анаэробы

### Аэробы

(от греч. *aer* — воздух и *bios* — жизнь) нуждаются для нормальной жизни в свободном кислороде.

Аэробный метаболизм (дыхание) схематично можно записать так:



При дыхании высвобождается почти в 14 раз больше энергии, чем при брожении. Это объясняет преимущество аэробов перед анаэробами и их способность строить многоклеточные организмы.

К аэробам относятся все растения, почти все животные, грибы и многие бактерии.

*Аэробное дыхания имеет принципиальное значение для развития современной биосферы, так как является обязательным условием для существования многоклеточных организмов, нуждающихся в большом количестве энергии.*



# ПОПУЛЯЦИЯ

*Совокупность особей одного вида, занимающая определенную территорию и обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей стабильности длительное время в меняющихся условиях среды.*

**Популяция – единица эволюционного процесса.** С этой точки зрения важно

- генетическое единство особей - *необходимое условие продолжения вида;*
- генетическая неоднородность особей - *обеспечивает эволюцию вида при изменении условий обитания*

## **Факторы, определяющие эволюцию вида по Ч.Дарвину**

- **Наследственность** – необходима для воспроизведения популяции.
- **Изменчивость** – обязательное условие для развития новых форм жизни, лучше приспособленных к внешним условиям.
- **Прогрессия размножения** – быстрое увеличение численности особей ведет к обострению конкуренции и естественному отбору более жизнеспособных форм. Быстрая компенсация потери численности необходима и в случае резких ее изменений при действии негативных факторов.



## ПОПУЛЯЦИЯ

Совокупность особей одного вида, занимающая определенную территорию и обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей стабильности длительное время в меняющихся условиях среды.

Популяция занимает экологическую нишу, в которой ее конкуренция с другими видами минимальна и одновременно есть все условия для существования вида. Экологическая ниша по Ю.Одуму – это профессия вида.

Популяция обладает присущими ей особенностями: численностью, составом, пространственным распределением и др.

Члены популяции конкурируют друг с другом за ресурсы и право продолжения рода, но выступают сообща в конкурентной борьбе за существование самой популяции. Пространственно популяция изолирована от других популяций того же вида, но обмен особями между популяциями может происходить при определенных условиях.

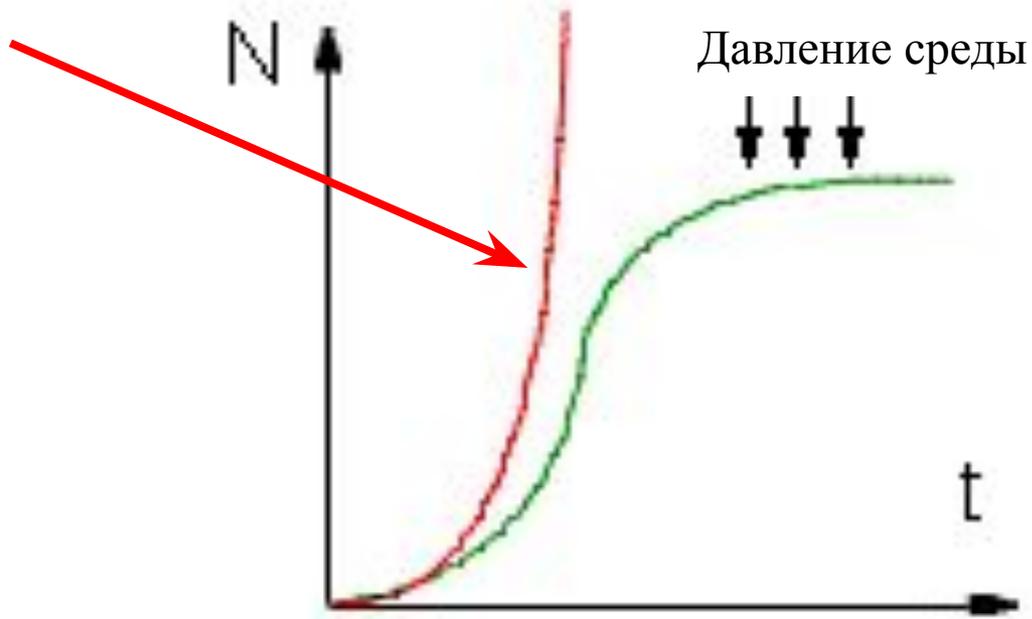


# ПОПУЛЯЦИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Популяция испытывает постоянное влияние окружающей среды, что определяет поведение популяции, ее численность и др.

В свою очередь популяция воздействует на окружающую среду и, в частности, влияет на структуру и численность других популяций.

Изменение численности популяции при неограниченных ресурсах



Изменение численности популяции  $-N$  во времени  $-t$ .



## ЭВОЛЮЦИЯ ПОПУЛЯЦИИ

**Во-первых,** генетический код передают потомкам, прежде всего, особи, лучше приспособленные к условиям обитания. Их в популяции большинство. При изменении условий уменьшается конкурентоспособность ранее успешных особей, а доля ранее неуспешных особей растет. По мере стабилизации условий когорта особей, которые оказались лучше приспособлены, подавляет остальных и начинает доминировать. Так происходит постепенная эволюция популяции.

**Во-вторых,** от поколения к поколению происходит неизбежное накопление изменений наследственной программы. Большинство таких изменений ведет к деградации и естественным отбором не закрепляется. Однако положительные мутации могут быть закреплены.

Эволюция популяции происходит только, если все ее особи в определенной степени независимы. В противном случае нарушались бы критерии отбора. Однако полной независимости членов популяции друг от друга быть не может. В конкурентной борьбе за пищевые ресурсы и территорию с другими видами популяция действует сообща. Наиболее четко это проявляется у животных, проживающих большими группами. Таким образом, популяции характерна не только конкуренция взаимодействие между ее членами.



# ЭКОСИСТЕМА

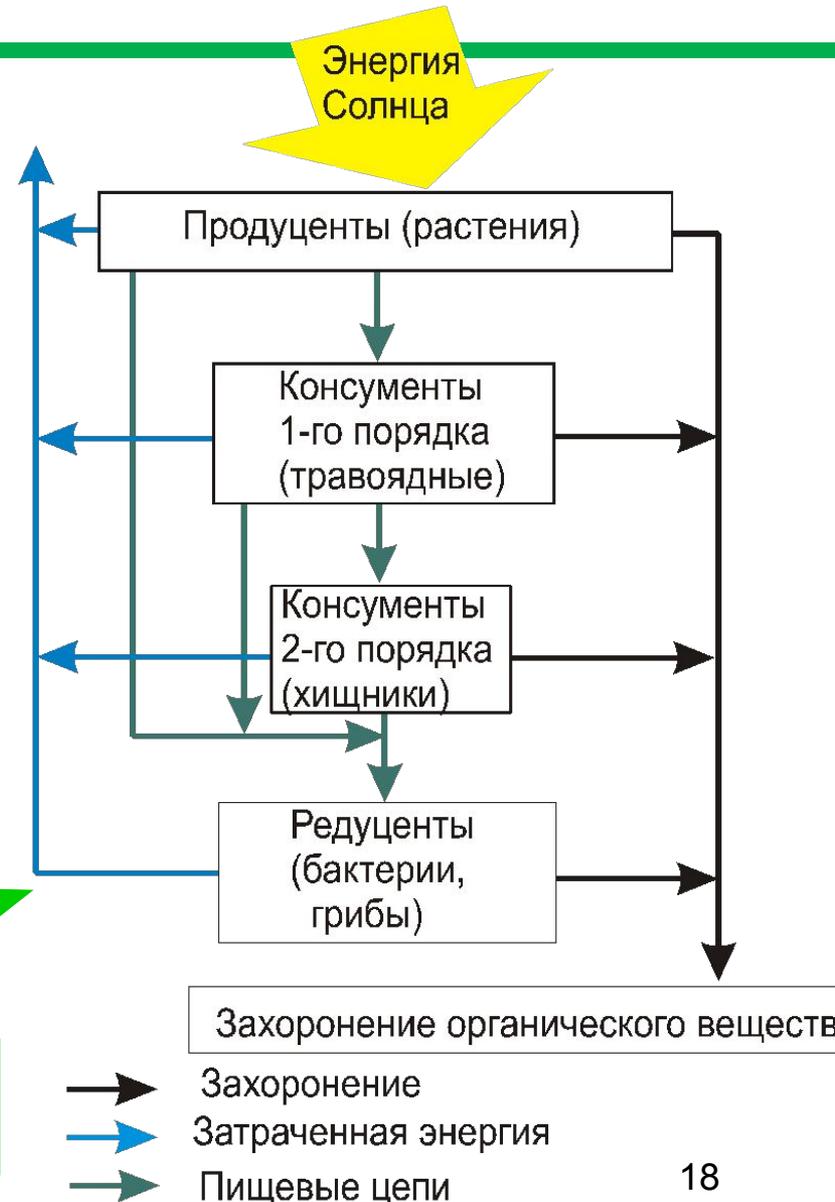
«Экосистемой (ЭС) называют совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и окружающей средой посредством обмена веществом, энергией и информацией таким образом, что эта система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени».

В. И. Вернадский

## Составляющие ЭС:

- источник энергии;
- среда обитания;
- биота – автотрофы (продуценты) и гетеротрофы (консументы, редуценты).

Упрощенная структура пищевых цепей и потоков энергии в континентальной ЭС





## ИЕРАРХИЯ ЭКОСИСТЕМ

*Экосистема, как правило, неоднородна. В ней выделяют экологические ниши -- место, которое занимает вид, не конкурируя с другими видами. Часто нишу можно рассматривать как менее крупную экосистему.*

### **Иерархия экосистем различного уровня организации:**

- 1 - биогеоценоз (однородная экосистема с относительно самостоятельным обменом веществ);
- 2 - ландшафт (территория, обладающая общей историей, едиными геологическим фундаментом, климатом, сочетанием почв, флоры и фауны);
- 3 - природный пояс (зона хвойных лесов, тайги и др.);
- 4 - биогеографическая область (материковый блок, океан);
- 5 - слой биосферы (террабиосфера, гидробиосфера);
- 6 - биосфера в целом.



# БИОТИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЕ В ЭКОСИСТЕМЕ

**Основная форма взаимоотношений** в ЭС – конкуренция, при которой две популяции или две особи в борьбе за условия жизни воздействуют друг на друга отрицательно. Конкуренция может касаться территории, пищи и других жизненно важных факторов. В результате либо устанавливается равновесие, либо один конкурент вытеснит другого.

---

Обобщая формы взаимоотношений видов можно сделать выводы:

1. На начальных стадиях развития ЭС или при нарушении природных условий, вероятность отрицательных воздействий выше, чем в старых.
2. В процессе развития ЭС наблюдается тенденция сокращения негативных воздействий за счет положительных, повышающих выживаемость вида.



## УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭС

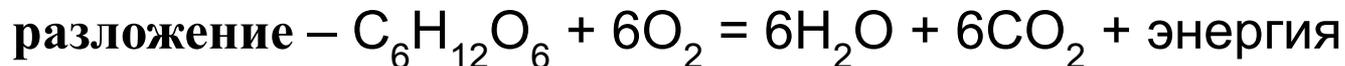
Понятие "устойчивость" означает способность адаптироваться к окружающей среде. Стабильность предполагает способность сохранить свои свойства, несмотря на внешние воздействия.

### Основные условия устойчивости ЭС

- постоянство среды обитания;
- быстрое восстановление после катастрофических событий;
- адаптация к новым условиям.

Из первого условия следует - в идеальной экосистеме круговорот веществ должен быть замкнут, иначе окружающая среда постепенно изменится и это рано или поздно приведет к деградации системы.

**В упрощенном виде круговорот веществ в ЭС сводится к процессам:**





## ЧИСЛЕННОСТЬ ВИДОВ, БИОРАЗНООБРАЗИЕ И РАЗМЕРЫ ЭС

Устойчивость ЭС достигается при определенных численности видов, их биоразнообразии и размерах ЭС

**Численность видов ЭС.** Флуктуация потоков синтеза и разложения в ЭС пропорциональна числу частей системы, как  $\sqrt{N}$ . Следовательно, ЭС **должны включать достаточно большое число независимых частей.**

**Биоразнообразие.** ЭС включает много видов, однако основная биомасса приходится на ограниченное число наиболее приспособленных. Остальные являются резервом на случай изменений внешних условий. Если условия изменятся, меняется состав доминантов ЭС.

**Размер ЭС.** Законы природы ограничивают  $\max$  и  $\min$  размеры ЭС. По мере увеличения размеров ослабевают внутренние связи между частями ЭС и она распадается. При уменьшении размеров численность и число видов сокращается в результате ЭС становится уязвимой.



# ПОВЕДЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ

Адаптируясь к условиям среды согласно принципу Ле Шателье-Брауна, экосистема может находиться в состоянии:

- гомеостаза;
- сукцессии;
- сезонных изменений;
- катастрофы.

---

**Гомеостаз** - способность биологических систем противостоять изменениям окружающей среды и сохранять постоянство структуры и свойств. Это непереносимое условие существования как отдельных клеток, так и сложных биологических сообществ.

---

**Сукцессией** - процесс последовательной смены экосистем, ведущий к наиболее устойчивой в данных условиях структуре, при этом, согласно принципу плотной упаковки Р. Макартура:

*Виды в экосистеме используют возможности среды с минимальной конкуренцией между собой и с максимальной биологической продуктивностью, заполняя пространство с максимальной полнотой.*



# ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ЭС

---

Определяющими являются три фактора:

- *энергетические;*
  - *абиотические;*
  - *биотические.*
-



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ





## ОГРАНИЧЕНИЯ И НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

*Эмпирические правила, определяющие долю энергии, потребляемой ЭС и ее популяциями на разных трофических уровнях*

**Правило одного процента** ограничивает уровень потребления солнечной энергии автотрофами.

*изменение энергетики природной системы в пределах до 1%, как правило, не выводит ее из равновесного состояния.*

Это же правило ограничивает производство энергии человеком.

**Правило 10% или правило пирамиды энергий** - при переходе с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой потребляется в среднем 10% энергии биомассы или вещества в энергетическом выражении. Остальная энергия необходима для поддержания самого трофического уровня



# АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ЭС

*«Жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов» (В.И. Вернадский).*

## **Принцип толерантности Шелфорда**

*Лимитирующим фактором процветания популяции может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости организма к данному фактору.*

## **Следствие - правило соответствия среды возможностям организма**

*Вид может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям.*



# БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ЭС

## **Закон экологической корреляции**

*в ЭС, как и в любой другой системе все виды живого и абиотические компоненты ЭС функционально отвечают друг другу. Выпадение одной части (вида) неминуемо приводит к выключению связанных с нею других частей ЭС и ее функциональным изменения (В.И.Вернадский).*

**Правило обязательности заполнения экологических ниш** *Виды в ЭС используют возможности среды с минимальной конкуренцией между собой и с максимальной биологической продуктивностью, при этом пространство заполняется с максимальной полнотой.*

*Экологическая ниша всегда естественно заполнена. Нишу заполняет вид, который выработал приспособления, отвечающие ее условиям.*

## **Принцип исключения Гаузе.**

*Два одинаковых в экологическом отношении и потребностях вида не могут сосуществовать в одном месте и рано или поздно один конкурент вытеснит другого, который либо приспосабливается к новой экологической нише, либо исчезает.*

Следствие - конкурирующие при использовании природных ресурсов отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу

## Направление эволюции

В биосфере эволюция шла в направлении увеличения разнообразия и усложнения форм жизни.

Почему развитие не пошло по пути, согласно которому более агрессивные и менее организованные особи вытесняют своих антиподов?

Причины этого: — ограниченность ресурсов. Время смены видового состава биоты  $\sim 10^6$  лет. Время оборота  $\text{CO}_2$  в атмосфере (отношение запаса к продукции биоты)  $\sim 10$  лет, что в 100 тыс. раз меньше времени эволюции вида. Поэтому нарушение биогеохимического баланса в ЭС приводит к быстрому истощению ресурсов, смене обстановки и потере конкурентоспособности и вытеснению подобного сообщества.

## Выводы

*Обобщая изложенный материал выделим основные положения:*

- 1. Экосистемы существуют за счет «неисчерпаемой» и «не загрязняющей» энергии Солнца.*
- 2. Перенос энергии и вещества в ЭС происходит по пищевой цепи, которая во всех ЭС имеет близкую структуру, в которой можно выделить продуцентов, консументов и редуцентов.*
- 3. Количественные соотношения между элементами структуры ЭС не является произвольным и определяет кругооборот вещества в ЭС.*
- 3. Природные ЭС благодаря определенной структуре могут поддерживать устойчивое состояние, не страдая от истощения ресурсов и не загрязняя собственными отходами.*



# ВАЖНЕЙШИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В ОБРАЗНОЙ ФОРМУЛИРОВКЕ

## **Д. ЧИРАС :**

- *Повторное многоразовое использование важнейших веществ.*
  - *Постоянное восстановление ресурсов.*
  - *Консервативное потребление – потребляется лишь то и в таком количестве, что необходимо, не больше и не меньше;*
  - *Популяционный контроль – природа не допускает взрывного роста популяций, регулируя их численность, путем создания соответствующих условий их существования».*
- 

## **Б.КОММОНЕР:**

- *Все связано со всем.*
- *Все должно куда-то деваться.*
- *Природа лучше знает.*
- *За все нужно платить.*