

# ЭКОЛОГИЯ

- **Экология** - биологическая наука, которая исследует структуру и функционирование систем надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы) в пространстве и времени в естественных и измененных человеком условиях. *Это определение дано на 5-м Международном экологическом конгрессе (1990) с целью противодействия размыванию понятия экологии, наблюдаемому в настоящее время*
- **Экология** — наука, изучающая условия существования живых организмов, взаимоотношения между живыми организмами и средой их обитания.
- **Экология** — познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды... Одним словом, экология — это наука, изучающая все сложные взаимосвязи в природе, рассматриваемые Дарвином как условия борьбы за существование

Термин (нем. *Biocönose*) введён Карлом Мёбиусом в книге 1877 года «Die Auster und die Austernwirthschaft» для описания всех организмов, что заселяют определённую территорию (биотоп), и их взаимоотношений Биотоп - (от греч. βίος — жизнь и τόπος — место) — относительно однородный по абиотическим факторам среды участок геопространства (суши или водоёма), занятый определённым биоценозом. Характерный для данного биотопа комплекс условий определяет видовой состав обитающих здесь организмов. Таким образом, в наиболее общем смысле биотоп является небиотической частью биогеоценоза

- Биогеоценоз - (от греч. βίος — жизнь γη — земля + κοινός — общий) — система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии (природная экосистема). Представляет собой устойчивую саморегулирующуюся экологическую систему, в которой органические компоненты (животные, растения) неразрывно связаны с неорганическими (вода, почва). Примеры: сосновый лес, горная долина

# Биогеоценоз



Владимир  
Николаевич  
Сукачев  
1880-1967

Биогеоценоз можно определить как участок земной поверхности, где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются однородными и в совокупности образующими единый внутренне взаимообусловленный комплекс.

В.Н.Сукачев, 1942

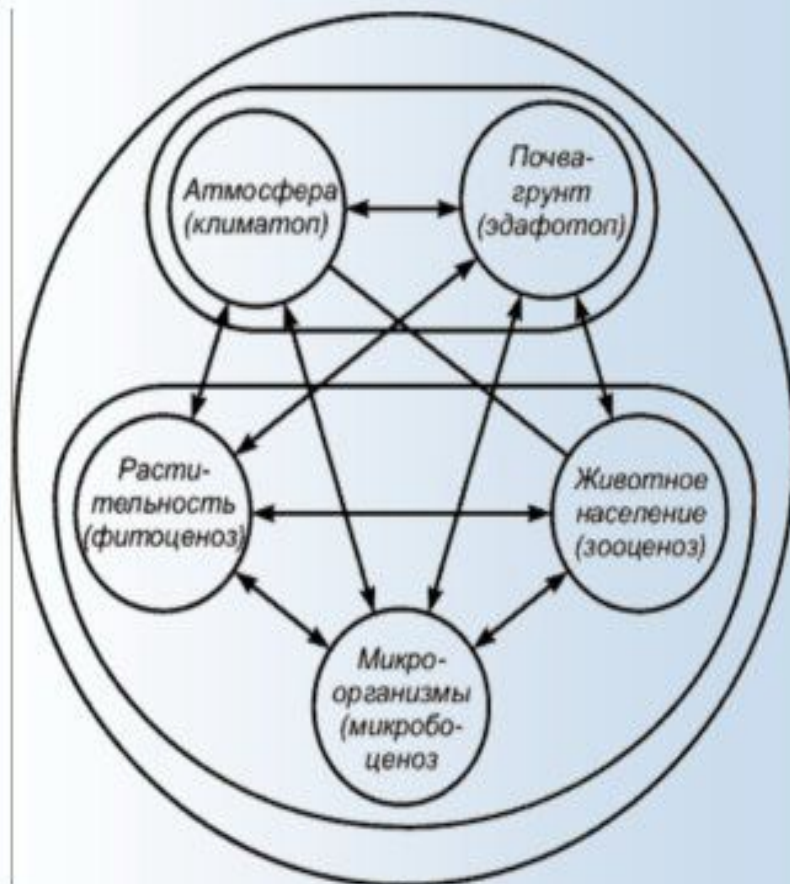


Схема биогеоценоза  
(из работы  
В.Н.Сукачева)

# Экосистема

- Экосистема - биологическая система (биогеоценоз), состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними. Термин впервые был предложен английским экологом А. Тенсли в 1935 году

каждый биогеоценоз — это экосистема, но не каждая экосистема — биогеоценоз

Экосистема — система, состоящая из взаимосвязанных между собой сообществ организмов разных видов и среды их обитания. Экосистема — более широкое понятие, относящееся к любой подобной системе. Биогеоценоз, в свою очередь — класс экосистем, экосистема, занимающая определенный участок суши и включающая основные компоненты среды — почву, подпочву, растительный покров, приземный слой атмосферы. Не являются биогеоценозами большинство искусственных экосистем.

- **ЭКОЛОГИЯ** - наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.
- Основопологающим объектом изучения экологии является взаимодействие пяти уровней организации материи: живые организмы, популяции, сообщества, экосистемы и экосфера.
- 
- **Живой организм – это любая форма жизнедеятельности.**
- 
- **Популяция** – это группа организмов одного вида, проживающих в определенном районе (местообитании).
- Примерами популяций являются все окуни в пруду, белки в лесах Московской области, население в отдельной стране или население Земли в целом.
- 
- **Вид** – это совокупность популяций особей, представители которых фактически или потенциально скрещиваются друг с другом в естественных условиях.

Факторы, определяющие  
постоянство среды обитания на  
Земле



- **Гомеостаз** (др.-греч. *ὁμοιοστάσις* от *ὁμοιος* — одинаковый, подобный и *στάσις* — стояние, неподвижность) — саморегуляция, способность **открытой системы** сохранять **постоянство** своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание **динамического равновесия**.
- Стремление системы воспроизводить себя, восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды.

***Экологические факторы*** – любой элемент или условие среды, оказывающий влияние на живой организм, на который этот организм реагирует адаптацией

Если организм не может адаптироваться к изменению фактора, то действие данного фактора оказывается летальным (приводит к его гибели)

# Абиотические экологические факторы

- Факторы относящиеся к неживой природе (температура, влажность, освещенность, давление, минеральный состав почвы и воды, ионизирующее излучение, загрязнение среды разнообразными веществами и др.)

# Биотические экологические факторы

- Факторы, связанные с влиянием живых организмов друг на друга (хищничество, паразитизм, комменсализм, мутуализм, пространственное вытеснение одних видов или организмов другими)

*Закономерности  
действия  
экологических факторов:*

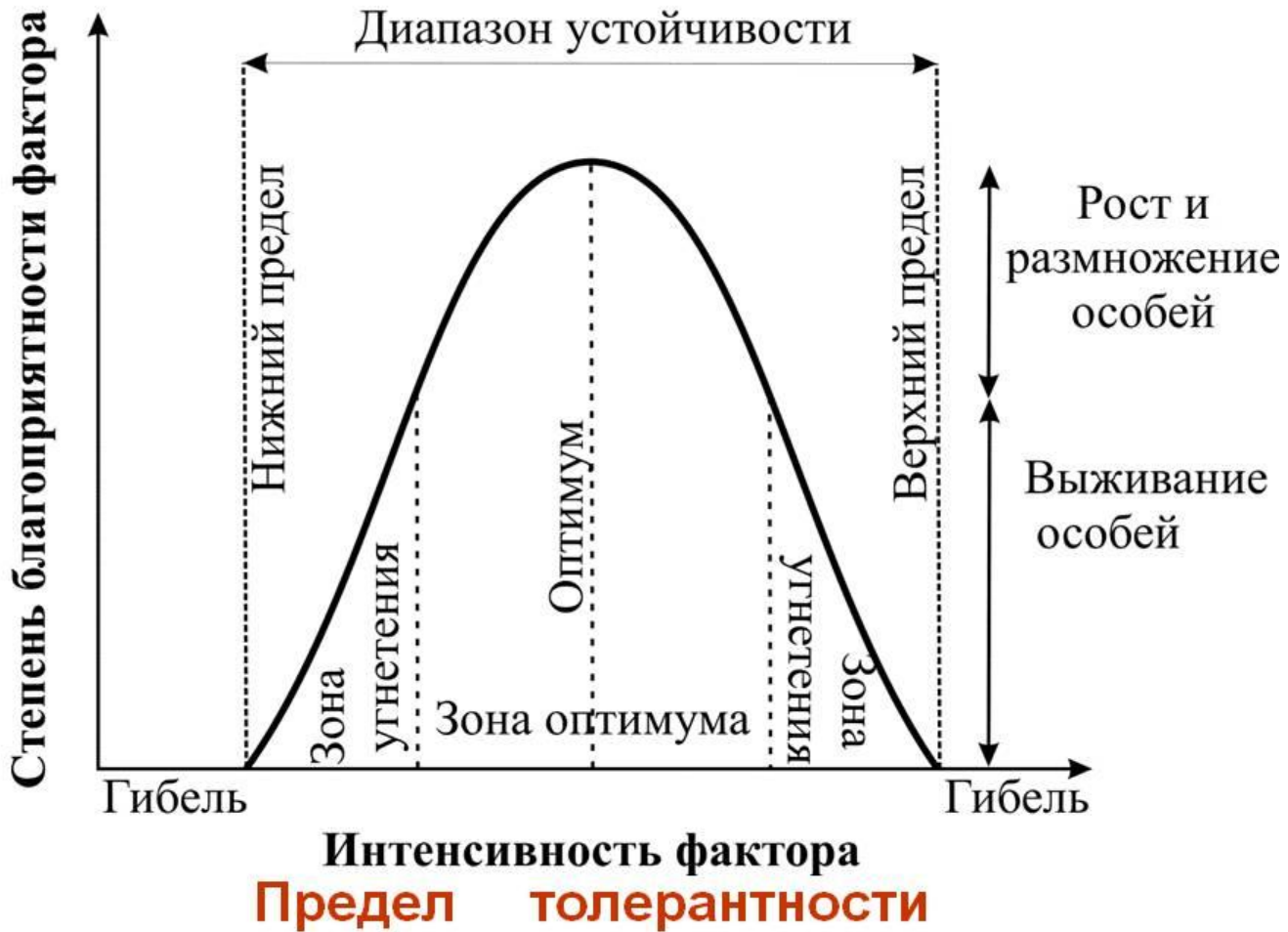


- **правило оптимума;**
- **правило взаимодействия факторов;**
- **правило лимитирующих факторов**

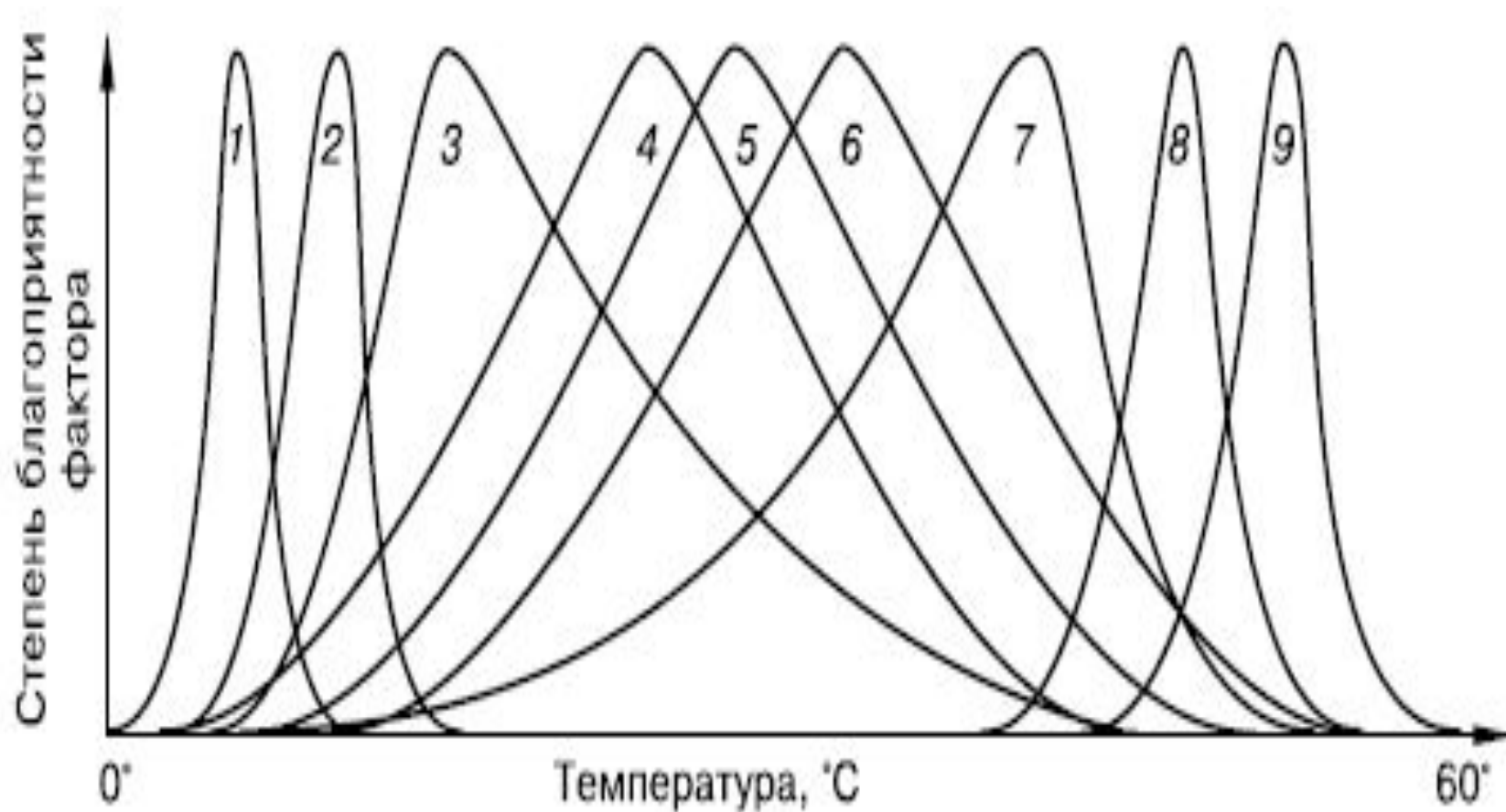
**1. Правило оптимума**– каждый фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организм

*Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется*  
**ОПТИМУМОМ**

*Интенсивность экологического фактора, при которой жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать называется* **пессимумом**



# Эврибионты и стенобионты





## *2. Правило взаимодействия факторов:*

**Одни факторы могут усиливать или смягчать действие других**

Например, сильный мороз при безветрии переносится легче, чем небольшой, но с сильным ветром. Это – эффект совместного действия факторов.

### 3. Правило лимитирующих факторов:

Юстус Либих, немецкий агрохимик, 1840 г.

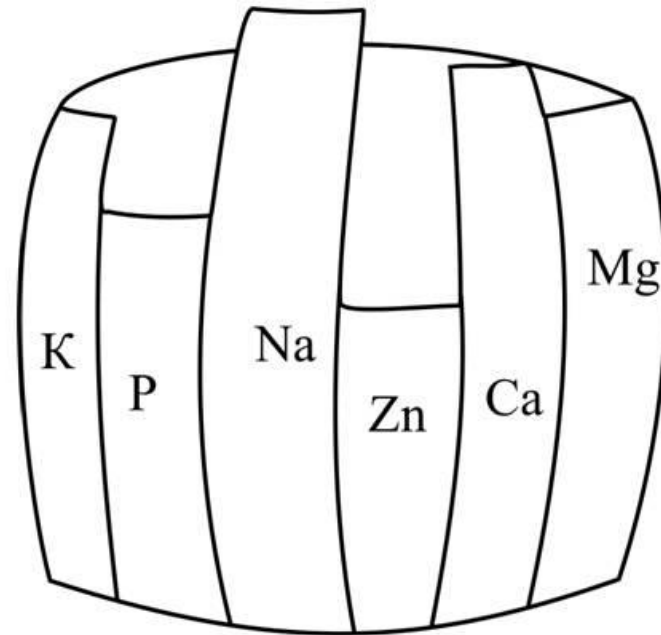
**Закон минимума:**

*Величина урожая определяется количеством в почве того из элементов питания, потребность растения в котором удовлетворена меньше.*

# Закон минимума Либиха

- Рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов природной среды, значение которых приближается к экологическому минимуму

В современной трактовке закон минимума Либиха звучит следующим образом:  
**выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.**



### 3. Правило лимитирующих факторов:

**В. Шелфорд, амер.зоолог, 1913г.:**

**не только вещества, находящиеся в недостатке, определяют жизнеспособность организма, но и избыток какого-либо вещества также может приводить к нежелательным последствиям**

# Естественное развитие экосистем - сукцессия

- Сукцессия – последовательная смена во времени одних экосистем другими на одном и том же участке земной поверхности

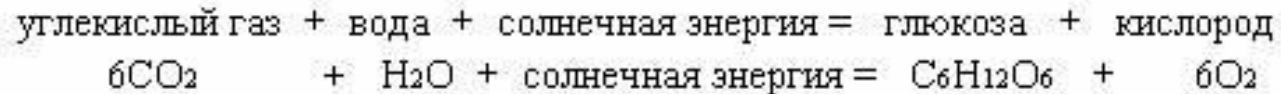
# БИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЭКОСИСТЕМ



Основные типы организмов, которые формируют живые, или **биотические**, компоненты экосистемы, принято подразделять по преобладающему способу питания на продуцентов, консументов и редуцентов.

- **Продуценты** - это организмы, производящие органические соединения из неорганических. Продуценты (в большинстве своем зеленые растения) создают органические вещества в процессе **фотосинтеза** или **хемосинтеза**. Эти органические вещества используются продуцентами как источник энергии и как строительный материал для клеток и тканей организма.

- **Фотосинтез** может быть представлен следующим образом:



- **Хемосинтез** – преобразование неорганических соединений в питательные органические вещества в отсутствие солнечного света, за счет энергии химических реакций.
- Хемосинтез – способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ из CO<sub>2</sub> служат реакции окисления неорганических соединений. Подобный вариант получения энергии используется только бактериями или археями. Явление хемосинтеза было открыто в 1887 году русским учёным С. Н. Виноградским.
- **Консументы** – организмы, получающие питательные вещества и необходимую энергию, питаясь живыми организмами - продуцентами или другими консументами.
- **Редуценты** – организмы, получающие питательные вещества и необходимую энергию питаясь останками мертвых организмов (животных, растений).
- Только продуценты способны сами производить для себя пищу. Более того, они непосредственно или косвенно обеспечивают питательными элементами консументов и редуцентов.



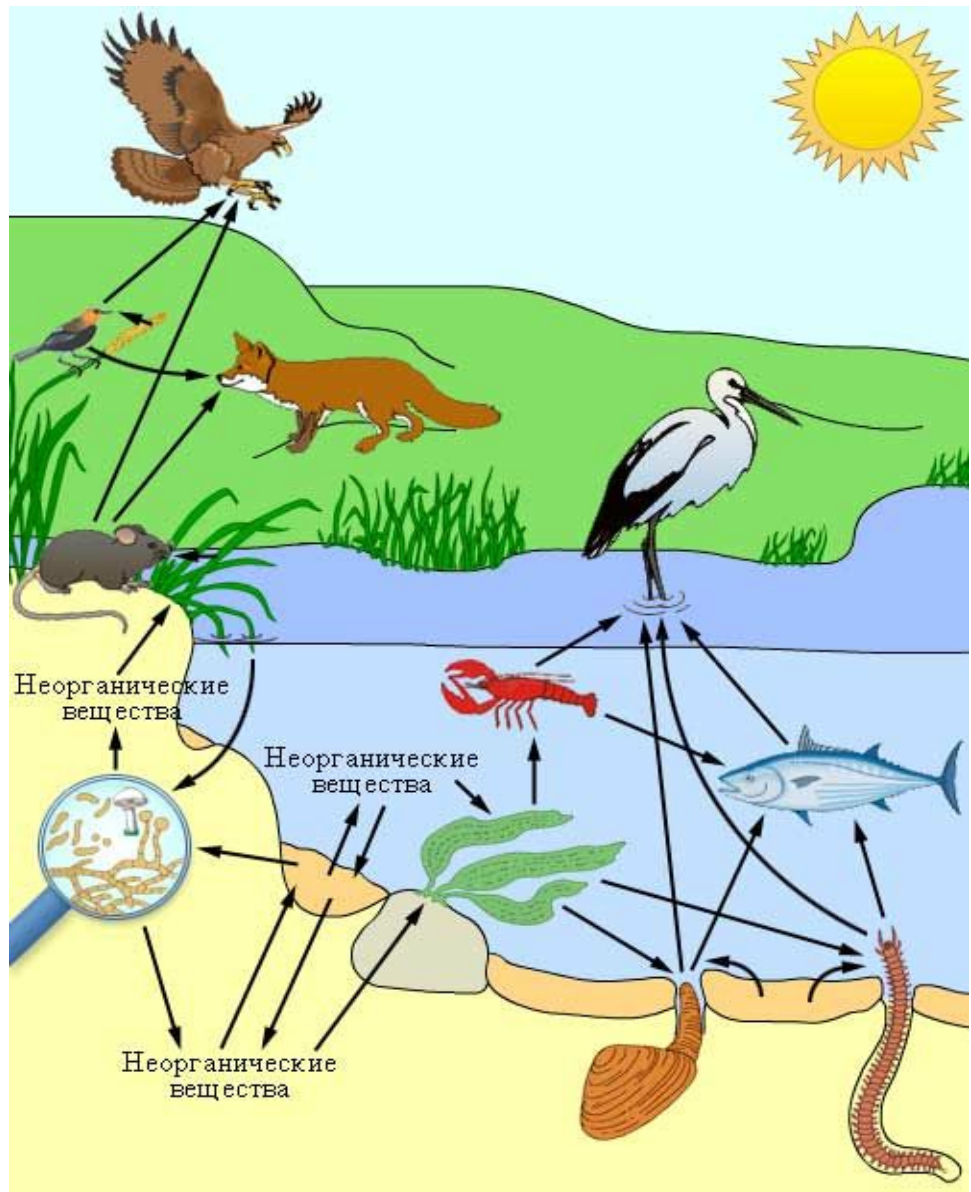
- Только продуценты способны сами производить для себя пищу. Более того, они непосредственно или косвенно обеспечивают питательными элементами консументов и редуцентов.
- По типу питания все продуценты являются **автотрофами** - сами производят органические вещества из неорганических. Консументы и редуценты по типу питания являются **гетеротрофами** - питаются органическим веществом, произведенным другими живыми организмами.

В зависимости от источников питания консументы подразделяются на три основных класса:

- **фитофаги** (растительноядные) – это **консументы 1-го порядка**, питающиеся исключительно живыми растениями. Например, птицы едят семена, почки и листву.
- **хищники** (плотоядные) – **консументы 2-го порядка**, которые питаются исключительно растительноядными животными (фитофагами), а также **консументы 3-го порядка**, питающиеся только плотоядными животными.
- **эврифаги** (всеядные), которые могут поедать как растительную, так и животную пищу. Примерами являются свиньи, крысы, лисы, тараканы, а также человек.

Существует два основных класса редуцентов:

1. **Детритофаги** – напрямую потребляют мертвые организмы или органические остатки. (пример: шакалы, грифы, дождевые черви).
2. **Деструкторы** – разлагают мертвую органическую материю на простые неорганические соединения (процесс гниения и разложения). Примером могут служить грибы и микроскопические одноклеточные бактерии.



Пример пищевой сети.

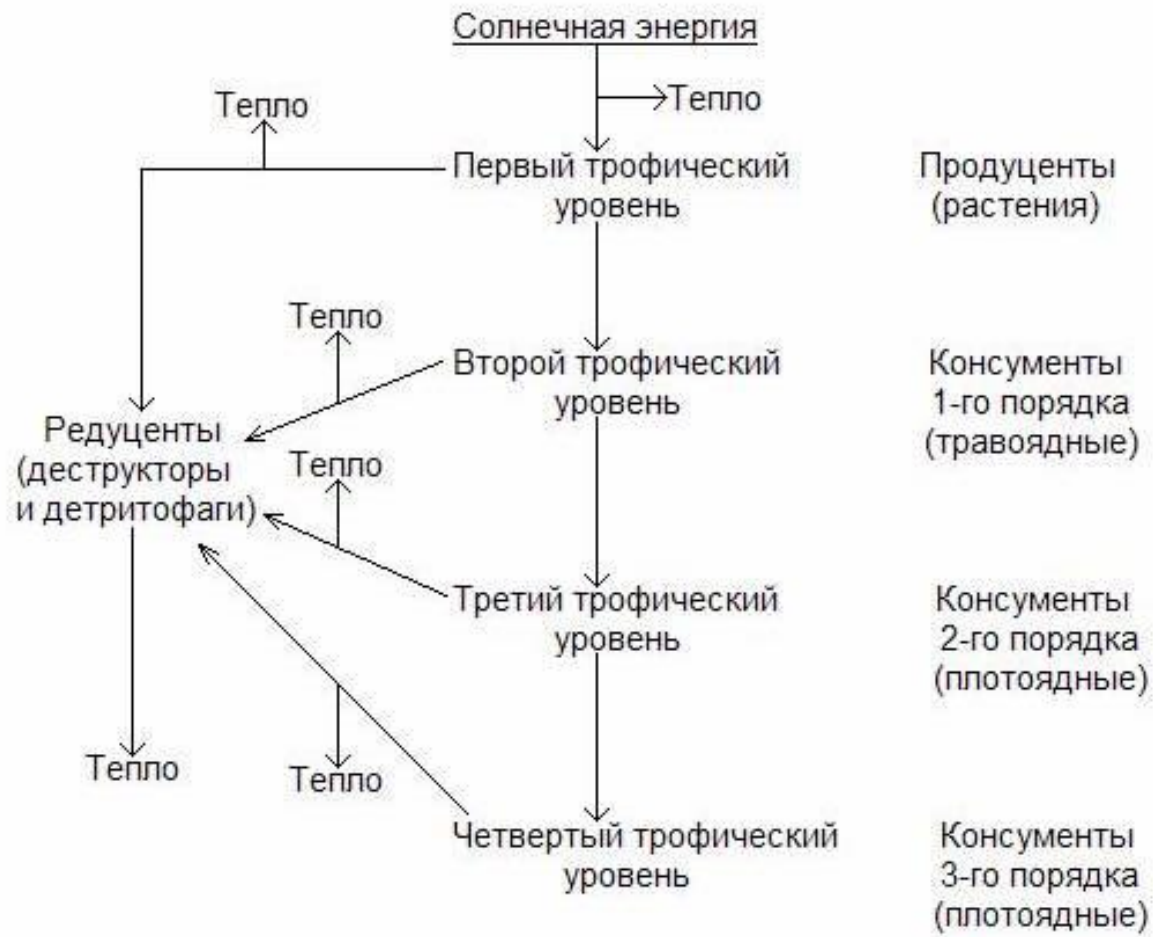
# ПОТОКИ ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМАХ

- Химическая энергия, накопленная в глюкозе и других углеводородах, используется продуцентами, консументами и редуцентами для поддержания жизнедеятельности, что является частью одностороннего движения энергии через организмы в экосистеме.
- Преобразование органических соединений в энергию происходит за счет клеточного дыхания в митохондриях клетки. Получение органических соединений происходит в основном за счет фотосинтеза:



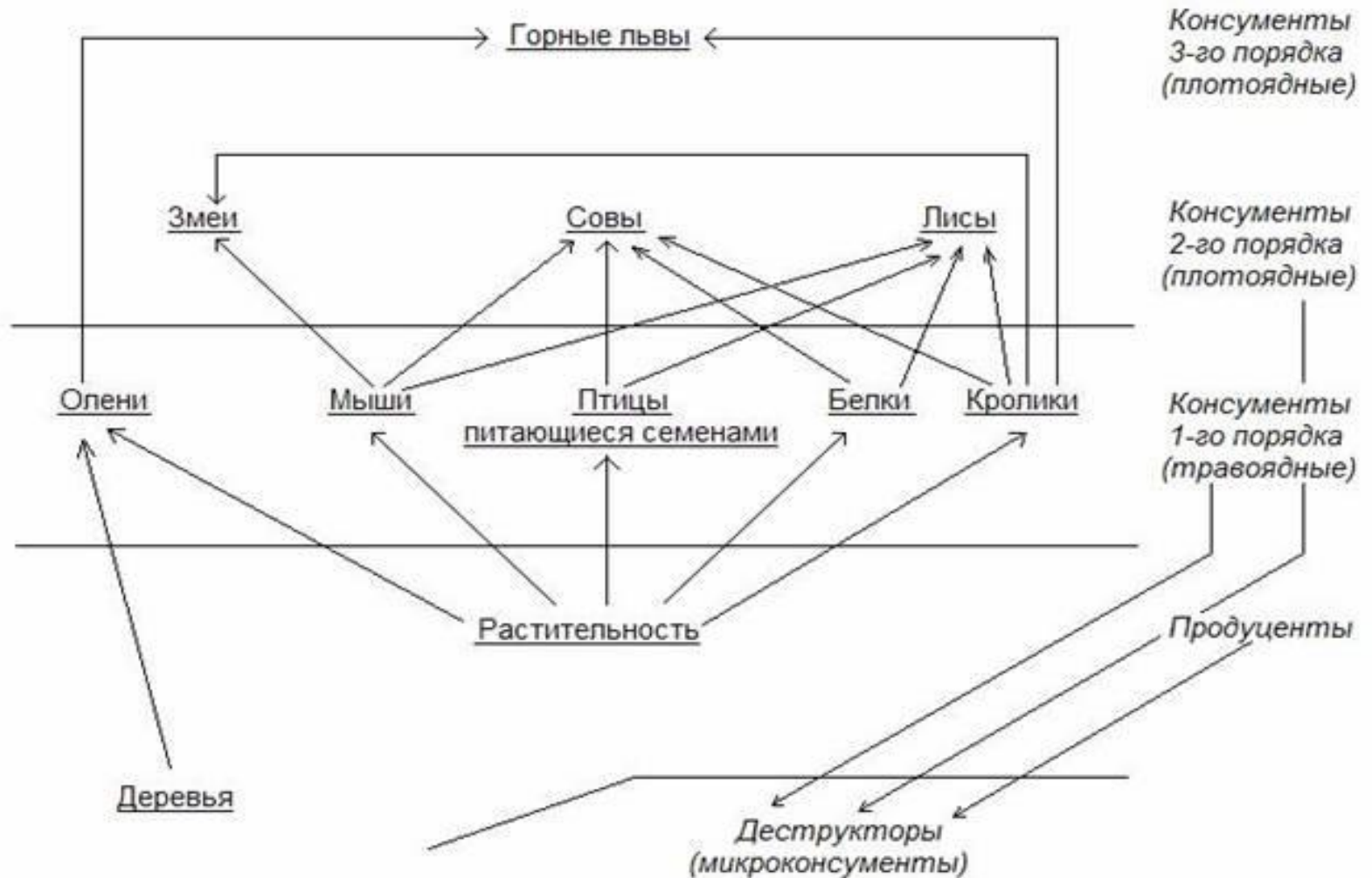
# ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ И ПИЩЕВАЯ СЕТЬ

- *В функционирующей природной экосистеме не существует отходов. Все организмы, живые или мертвые, потенциально являются пищей для других организмов: гусеница ест листву, дрозд питается гусеницами, ястреб способен съесть дрозда. Когда растения, гусеница, дрозд и ястреб погибают, они в свою очередь перерабатываются редуцентами.*
- **Пищевая цепь** – последовательность организмов, в которой каждый из них съедает или разлагает другой. Пищевые цепи – это также движение питательных веществ от продуцентов, консументов (травоядных, плотоядных и всеядных) к редуцентам и обратно к продуцентам.



Все организмы, пользующиеся одним типом пищи, принадлежат к одному **трофическому уровню** (от греческого слова *trophos* – «питающиеся»).

- Организмы природных экосистем вовлечены в сложную сеть многих связанных между собой пищевых цепей. Такая сеть называется **пищевой сетью**.



Движение энергии в экосистемах происходит посредством двух связанных типов пищевых сетей: пастбищной и детритной.

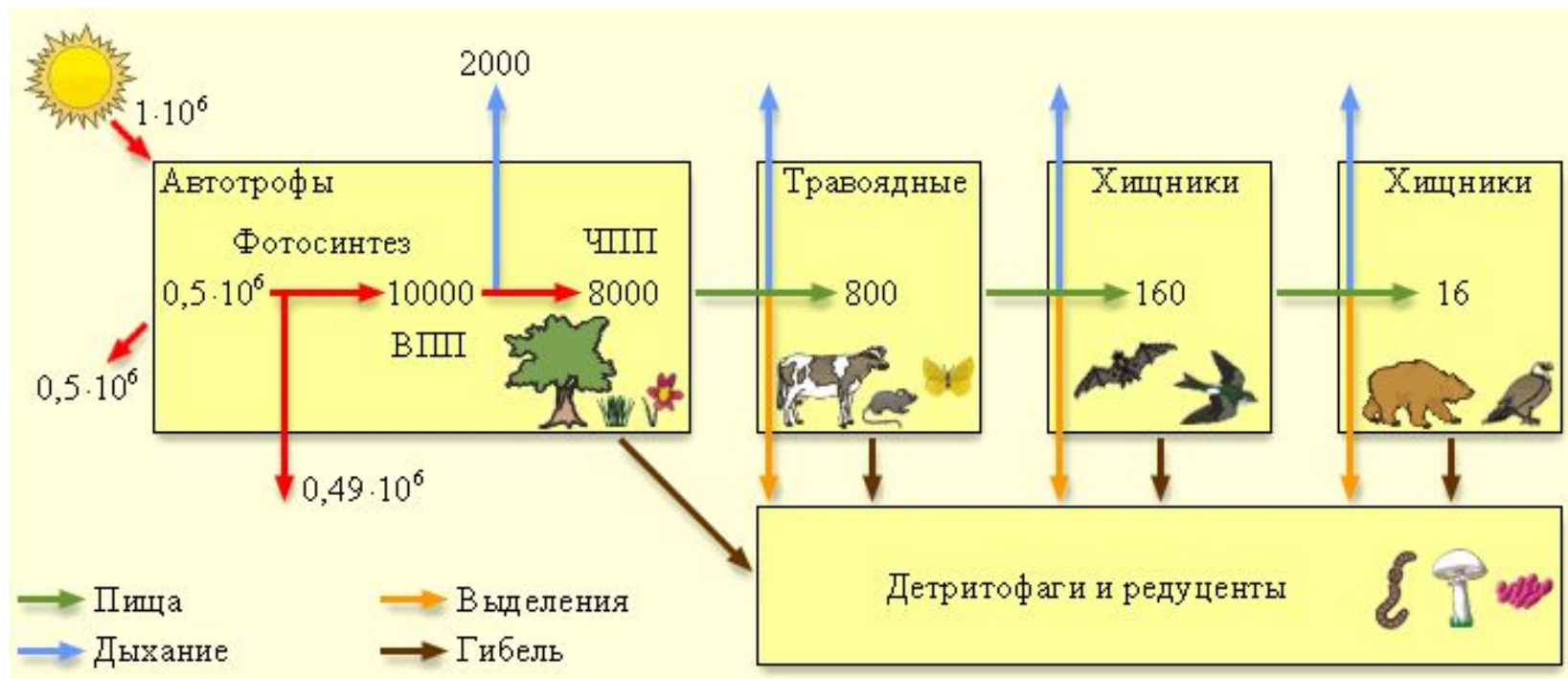
В пастбищной пищевой сети живые растения поедаются фитофагами, а сами фитофаги являются пищей для хищников и паразитов.

В детритной пищевой сети отходы жизнедеятельности и мертвые организмы разлагаются детритофагами и деструкторами до простых неорганических соединений, которые вновь используются растениями.





# Поток энергии через пастбищную пищевую цепь



Все цифры даны в кДж/м кв.·год.

# ПИРАМИДЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

С каждым переходом из одного трофического уровня в другой в пределах пищевой цепи или сети совершается работа и в окружающую среду выделяется тепловая энергия, а количество энергии высокого качества, используемой организмами следующего трофического уровня, снижается.

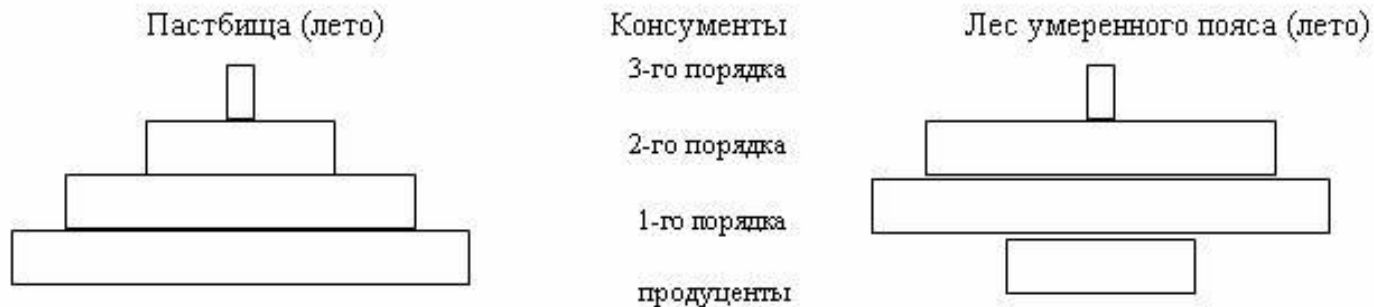
**Правило 10%:** при переходе с одного трофического уровня на другой 90% энергии теряется, и 10% передается на следующий уровень.

Чем длиннее пищевая цепь, тем больше теряется полезной энергии. Поэтому длина пищевой цепи обычно не превышает 4 - 5 звеньев.

# Пирамиды численностей и биомасс

Мы можем собрать все образцы организмов в экосистеме и подсчитать численность всех видов, обнаруженных на каждом трофическом уровне.

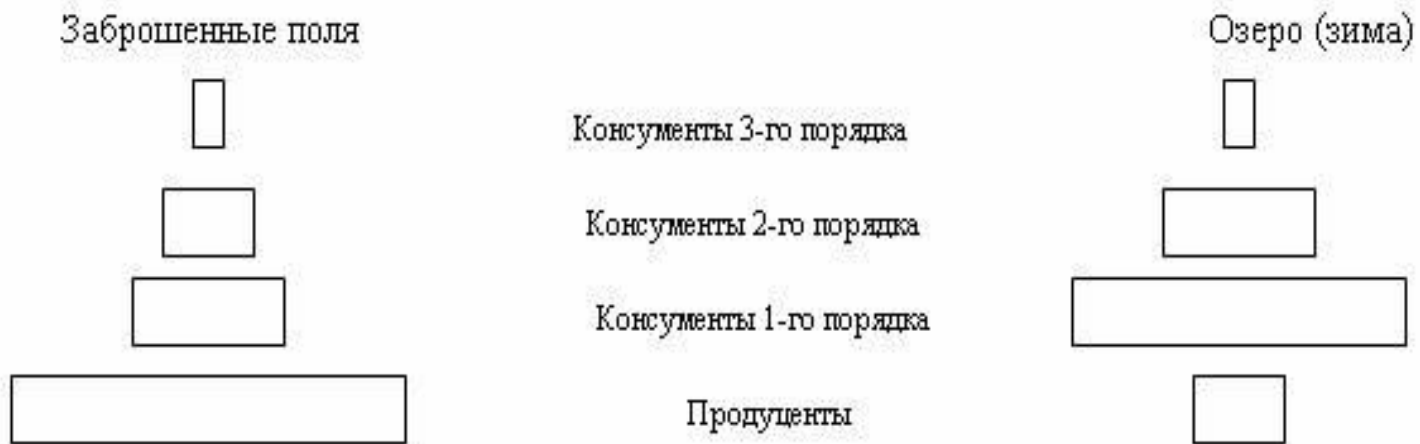
Такая информация необходима для создания **пирамиды численностей** для экосистем.



**Рис.** Обобщенные пирамиды численностей в экосистемах.

Сухой вес всех органических веществ, содержащихся в организмах экосистемы, называется **биомассой**.

Каждый трофический уровень пищевой цепи или сети содержит определенное количество биомассы. Ее можно вычислить, если собрать все живые организмы с различных произвольно выбранных участков. Собранные экземпляры необходимо рассортировать по трофическим уровням, высушить и взвесить. Полученные данные в дальнейшем используются для построения **пирамиды биомасс** для определенной экосистемы.



**Рис.** Обобщенные пирамиды биомасс в экосистемах. Размер каждого слоя пропорционален сухой массе на квадратный метр всех организмов на данном трофическом уровне.

- **Экологическая ниша** – это комплекс всех физических, химических и биологических факторов среды, которые необходимы тому или иному биологическому виду для жизни, роста и размножения в данной экосистеме. Понятие ниши включает в себя и роль организма в экосистеме.
- Известная аналогия утверждает, что местообитания организма – это его «адрес» в экосистеме, тогда как его экологическая ниша – его «род занятий» и «стиль жизни». Например, местообитание дрозда включает в себя леса, парки, луга, сады, огороды и дворы. Его же экологическая ниша включает такие факторы, как гнездование и высиживание птенцов на деревьях, питание насекомыми, земляными червями и плодами, перенос плодово-ягодных семян со своими экскрементами.
- Каждый биологический вид играет определенную роль в своей экосистеме. Экологи доказали, что некоторые виды, называемые **ключевыми видами**, кардинально влияют на многие другие организмы в экосистеме. Исчезновение ключевого вида из экосистемы может спровоцировать целый каскад резких падений численности популяции и даже вымирание тех видов, которые зависели от него в той или иной форме.

# Специализированные и общие ниши

Экологические ниши всех организмов можно разделить на специализированные и общие – в зависимости от их основных источников питания, размеров местообитания и чувствительности к температуре и другим физико-химическим факторам среды.

Специализированные ниши: большинство видов растений и животных.

Общие ниши: мухи, тараканы, мыши, крысы и люди.

Чем более узко специализирована экологическая ниша, тем уязвимее вид.

***Два вида не могут продолжительное время занимать одну экологическую нишу.***

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИДОВ

К основным способам взаимодействия видов относятся

- межвидовая конкуренция,
- хищничество,
- паразитизм,
- мутуализм и
- комменсализм.

## Межвидовая конкуренция

Пока экосистема обладает достаточным количеством ресурсов общего пользования, разные виды потребляют их сообща. Однако если два или более видов в одной экосистеме начнут потреблять один и тот же дефицитный ресурс, они окажутся в отношениях **межвидовой конкуренции**.

Вид получает преимущество в межвидовой конкуренции, если для него характерны:

- более интенсивное размножение;
- адаптация к более широкому диапазону температуры, освещенности, солености воды или концентрации определенных вредных веществ;
- лишение конкурента доступа к ресурсу.

Способы снижения межвидовой конкуренции:

- переселение в другой район;
- переход на более труднодоступную или трудно усваиваемую пищу;
- смена времени и места добычи корма.

# Хищничество

Наиболее характерной формой взаимодействия видов в пищевых цепях и сетях является **хищничество**, при котором отдельная особь одного вида (**хищник**) питается организмами (или частями организмов) другого вида (**жертвы**), причем хищник живет отдельно от жертвы. Эти два вида организмов вовлечены в отношения типа **хищник – жертва**.

**Виды-жертвы** пользуются целым рядом защитных механизмов, чтобы не стать легкой добычей для хищников:

- умение быстро бегать или летать;
- обладание толстой кожей или панцирем;
- обладание защитной окраской или способом изменять цвет;
- умение выделять химические вещества с запахом или вкусом, отпугивающим хищника или даже отравляющим его.

У **хищников** тоже есть несколько способов добычи жертвы:

- умение быстро бегать (например, гепард);
- охота стаями (например, пятнистые гиены, львы, волки);
- отлов в качестве жертв, преимущественно больных, раненых и прочих неполноценных особей;
- четвертый путь обеспечения себя животной пищей – это путь, по которому пошел человек разумный, путь изобретения орудий охоты и ловушек, а также одомашнивания животных.



Еще один тип взаимодействия видов – паразитизм.

**Паразиты** питаются за счет другого организма, называемого **хозяином**, однако в отличие от хищников они живут на хозяине или внутри его организма на протяжении значительной части их жизненного цикла. Паразит использует для своей жизнедеятельности питательные вещества хозяина, тем самым постепенно ослабляя и нередко даже убивая его.

Например, ленточные черви, болезнетворные бактерии и другие паразиты живут внутри своих хозяев. Вши, клещи и такие растения-паразиты, как омела белая, прикрепляются к своим хозяевам снаружи.

### Мутуализм

Нередко случается, что два различных вида организмов непосредственно взаимодействуют таким образом, что приносят друг другу взаимную пользу. Такие взаимовыгодные межвидовые взаимодействия называются **мутуализмом**. Например, цветы и насекомые-опылители.

### Комменсализм

**Комменсализм** характеризуется тем, что один из двух видов извлекает из межвидового взаимодействия пользу, тогда как на другом это практически никак не отражается (ни положительно, ни отрицательно). Например, рачки в челюстях кита.