

Взаимосвязь организмов в сообществах (пищевые цепи, трофические уровни, экологические пирамиды)

Трофические сети и цепи питания. Типы пищевых цепей

Поддержание целостности сообщества обеспечивается разнообразными связями между организмами.

Наибольшее значение в природе имеют **пищевые связи**, благодаря которым осуществляется непрерывный вещественно-энергетический обмен между живым и неживым веществом природы.

В сообществе живые организмы тесным образом связаны не только между собой, но и с неживой природой. Связь эта выражается через поступление пищи, воды, кислорода в живые организмы из окружающей среды. Пища содержит энергию, которая необходима для жизнедеятельности организма. Таким образом, биоценоз может стабильно существовать только при перераспределении вещества и энергии через пищевые цепи.

Для любого сообщества можно составить схему всех пищевых взаимосвязей организмов. Эта схема имеет вид сети (её переплетения бывают очень сложными) и носит название **пищевая (трофическая) сеть**.

Трофическая сеть широколиственного леса:



Цепи питания начинающиеся с живого органического вещества (обычно с зелёных растений), называются пастбищными или консументными цепями (или цепями выедания).

Пастбищные цепи питания преобладают в травянистых, водных экосистемах.

Пример:

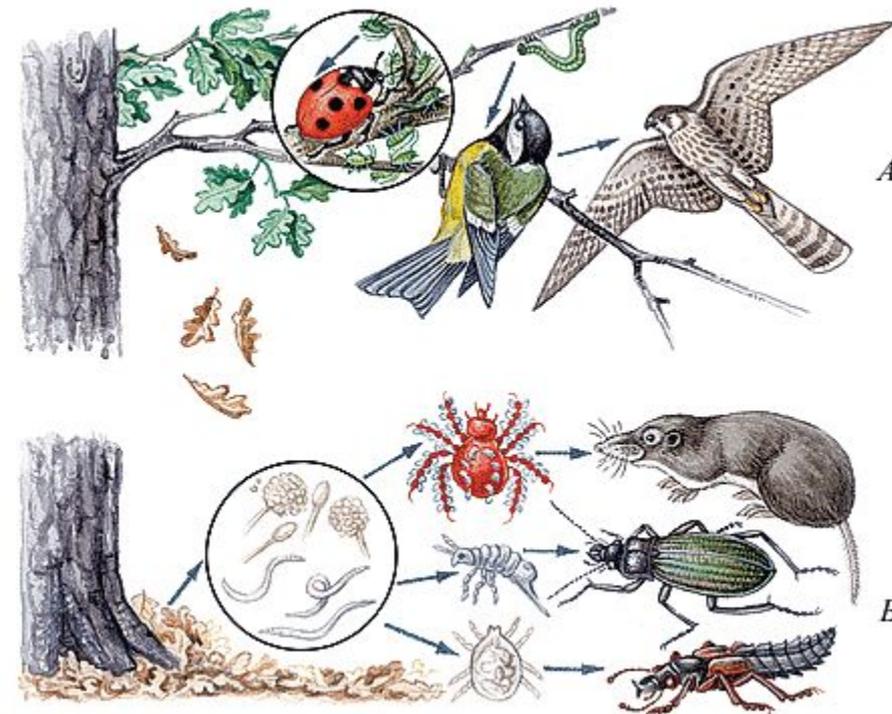
А — пастбищная пищевая цепь: живое растение — растительноядное насекомое — хищное насекомое — насекомоядная птица — хищная птица.

Трофические цепи, начинающиеся с мёртвого органического вещества детрита (отмершие остатки растений, трупы и экскременты животных), называются детритные или редуцентные цепи (или цепи разложения).

Б Детритные цепи преобладают в лесных экосистемах.

Пример:

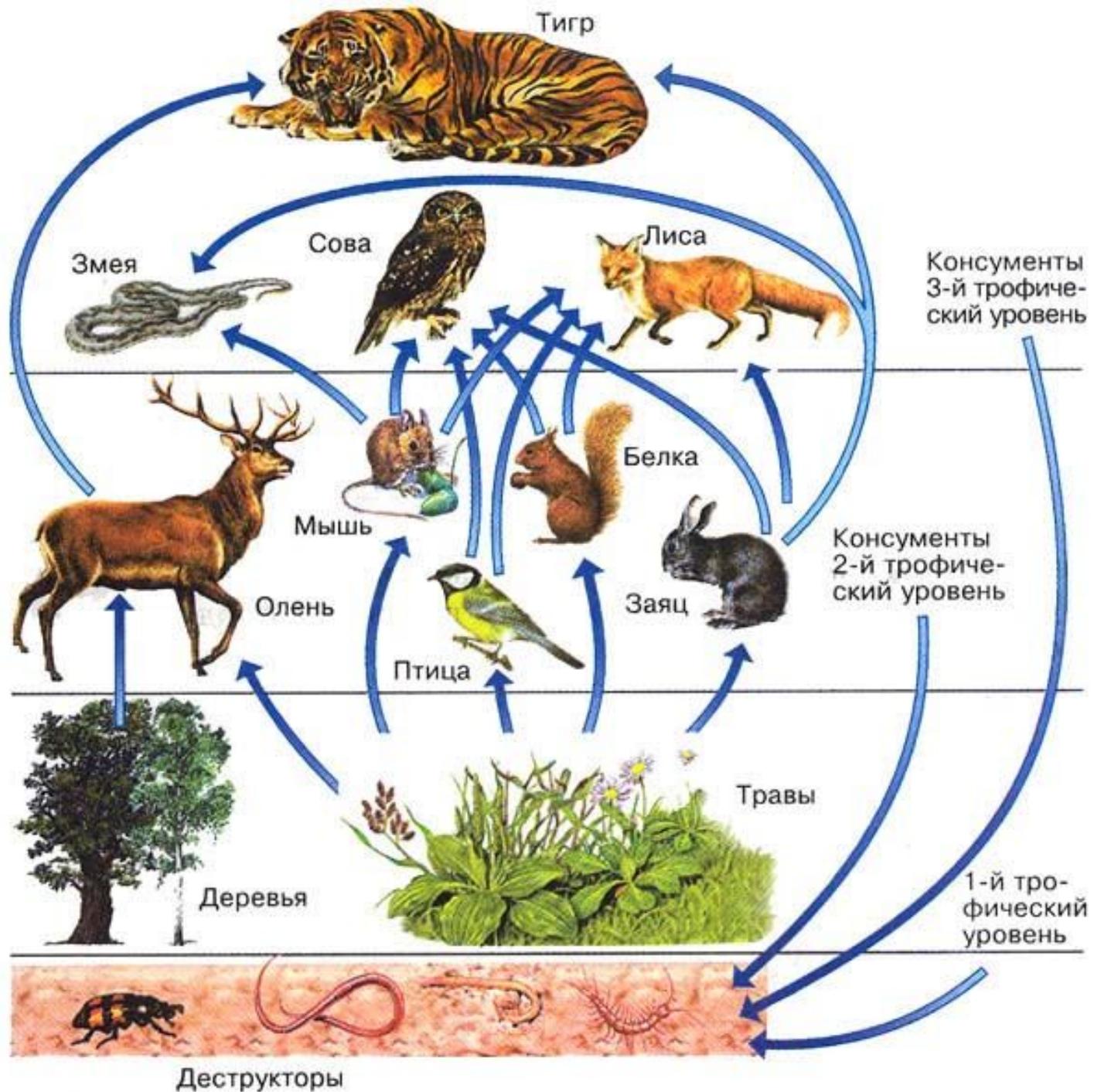
Б — детритная пищевая цепь: опавшие листья (детрит) — почвенные бактерии, черви, грибы (детритофаги) — почвенные насекомые и клещи — хищные насекомые и насекомоядные животные.



Трофические уровни

Разные виды занимают в пищевой цепи разное положение, создавая **трофическую структуру** сообществ. Последовательно питаясь друг другом, живые организмы образуют звенья цепи питания, называемые **трофическими уровнями**.

Трофический уровень — совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу энергию Солнца через одинаковое число посредников пищевой цепи.



В пастбищных цепях питания выделяют следующие трофические уровни:

1-й трофический уровень образуют **продуценты** — производители биологического вещества — **автотрофы**.

Автотрофы способны фиксировать световую энергию и использовать в питании простые неорганические вещества.

Как правило, продуцентами являются зелёные растения. Автотрофы являются важнейшей частью любого сообщества, потому что практически все остальные организмы прямо или косвенно зависят от снабжения веществом и энергией, запасёнными растениями.

На суше **автотрофы** — это обычно крупные растения с корнями, в водоёмах **продуцентами** являются микроскопические водоросли, обитающие в толще воды (фитопланктон).

Все остальные организмы относятся к **гетеротрофам**, питающимся готовыми органическими веществами. Гетеротрофы разлагают, перестраивают и усваивают сложные органические вещества, созданные первичными продуцентами.

Все животные и многие микроорганизмы — **гетеротрофы**.

В свою очередь, гетеротрофные организмы подразделяются на потребителей (**консументов**) и разлагателей или деструкторов (**редуцентов**).

Консументы (потребители) — это, главным образом, животные, питающиеся другими организмами (растительными или животными) или измельчёнными органическими веществами.

2-й трофический уровень образуют **консументы I порядка** или **первичные консументы** (растительноядные животные, которые питаются продуцентами).

3-й трофический уровень образуют консументы, которые поедают растительноядных животных I порядка, называются **консументами II порядка** или **вторичные консументы** или **первичные хищники** (плотоядные животные-хищники).

4-й трофический уровень образуют **консументы III порядка** или **третичные консументы**, или **вторичные хищники** (хищники, питающиеся вторичными консументами) и т.д.

Поскольку многие животные всеядны и питаются как растениями, так и животными, их невозможно отнести к какому-либо одному уровню. В этих случаях считается, что такие организмы представляют сразу несколько трофических уровней, а их участие в каждом из уровней пропорционально составу их диеты.

В конце пищевой цепи находятся редуценты, которые превращают отмершее органическое вещество в неорганические соединения.

Редуценты представлены в основном грибами и бактериями, разлагающими сложные составные компоненты мёртвой цитоплазмы, доводя их до простых органических соединений, которые в последующем могут быть использованы продуцентами.



Природные сообщества могут коренным образом различаться по составу организмов, однако по трофической структуре они сходны: в них присутствуют основные экологические компоненты — продуценты (автотрофы), консументы различных порядков и редуценты (гетеротрофы).

Потоки вещества и энергии в экосистеме

В экосистемах происходит непрерывный обмен энергией и веществом между живой и неживой природой. Энергия и вещество постоянно необходимы живым организмам, и они черпают их из окружающей неживой природы.

Вещества и энергия в сообществах передаются по пищевым цепям. Количества вещества и энергии, проходящие через живые организмы, чрезвычайно велики.

Пример:

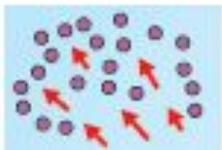
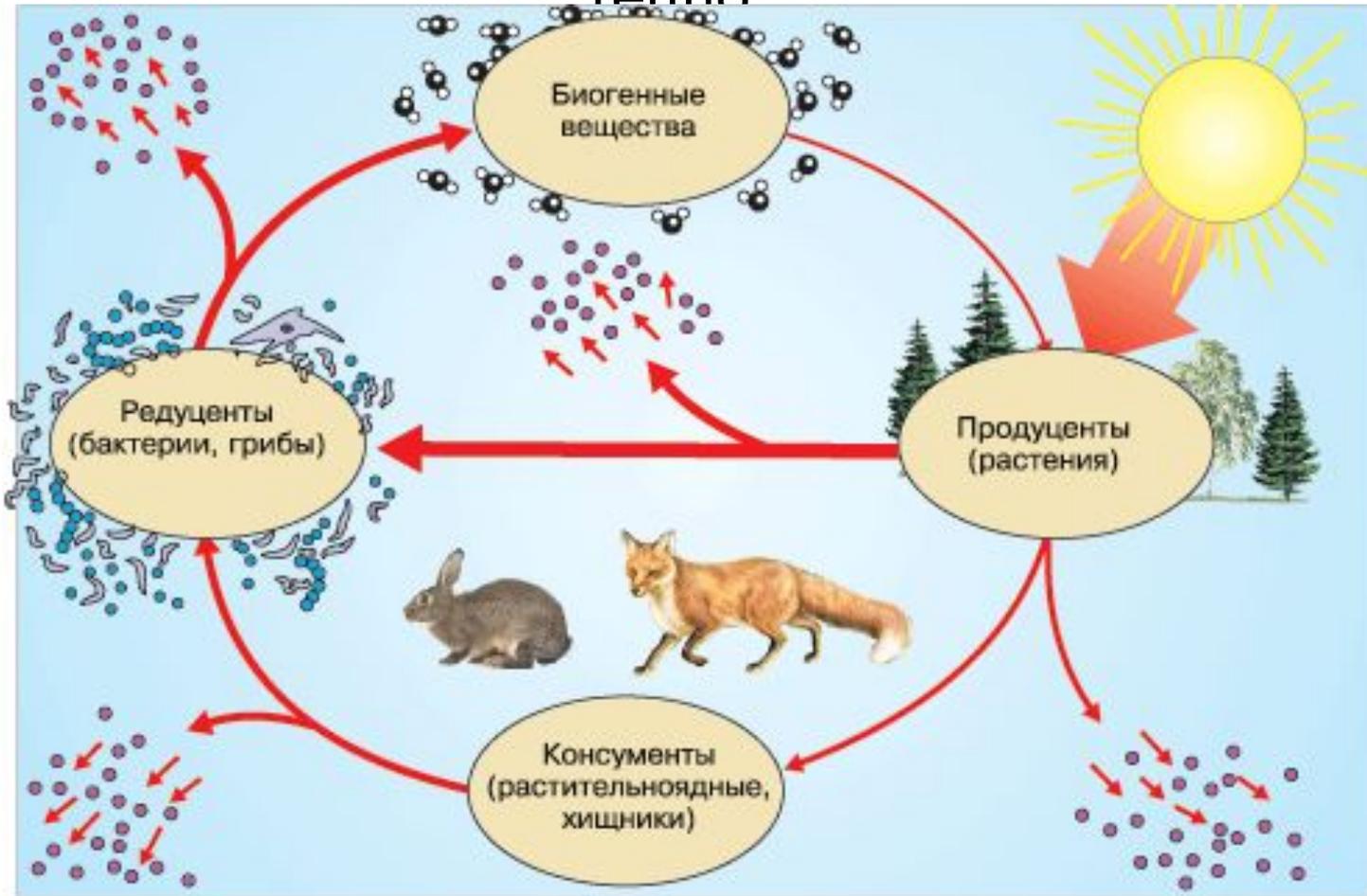
Полевая мышь способна за свою жизнь съесть десятки килограммов зерна; рост растений сопровождается огромным потреблением воды и т.д.

Обрати внимание!

Энергия не может передаваться по замкнутому кругу.

Энергия доступна для живых организмов в форме солнечной радиации, которая может быть связана в процессе фотосинтеза. Расходуясь затем в виде химической энергии, она теряется, превращаясь в

тепло



— потери энергии

Необходимые для жизни элементы и растворённые соли условно называют питательными веществами или биогенными (дающими жизнь) элементами.

Пример:

К биогенным элементам относятся элементы, которые составляют химическую основу тканей живых организмов (макроэлементы): углерод, водород, кислород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера. А также элементы и их соединения, необходимые для существования живых систем, но в исключительно малых количествах (микроэлементы): железо, марганец, медь, цинк, бор, натрий, молибден, хлор, ванадий и кобальт.

Совершенно ясно, что, если бы живые организмы безвозвратно заимствовали все необходимые им питательные вещества из неживой природы, ничего при этом не возвращая обратно, запасы питательных веществ на Земле иссякли бы и жизнь прекратилась. Этого не происходит, потому что питательные вещества постоянно возвращаются в окружающую среду в результате жизнедеятельности самих организмов.

Биогенные вещества могут передаваться по замкнутым циклам, многократно циркулируя между организмами и окружающей средой. Это явление получило название круговорота веществ.

Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в разделе о биосфере.

Разные виды организмов в сообществе оказываются тесно связанными друг с другом, взаимозависимыми друг от друга.

Передаваясь по цепям питания, и вещество, и энергия претерпевают ряд превращений.

Часть вещества может использоваться как материал для строительства тел организмов, питающихся растениями (которые, в свою очередь, поставляют такой же «строительный материал» хищникам). Вследствие отмирания организмов, всё биологическое вещество в конечном счёте достаётся микроорганизмам-редуцентам, участвующим в превращении сложных органических соединений в простые, которые вновь используются растениями. Таким образом, возникает устойчивый **круговорот веществ**, решающую роль в котором играют живые организмы.

Запасы биогенных элементов непостоянны. Процесс связывания некоторой их части в виде живой биомассы снижает количество, остающееся в среде экосистемы. И если бы растения и другие организмы в конечном счёте не разлагались бы, запас биогенных элементов исчерпался бы и жизнь на Земле прекратилась. Отсюда можно сделать вывод, что активность гетеротрофов, и, в первую очередь, организмов, функционирующих в детритных

Перенос энергии в сообществе.

Пирамида энергии

Солнце — практически единственный источник всей энергии на Земле. Однако не вся энергия солнечного излучения может усваиваться и использоваться организмами. Лишь около половины обычного светового потока, падающего на зелёные растения (т.е. на продуценты), поглощается фотосинтетическими элементами, и лишь малая доля поглощённой энергии (от 1 до 5%) запасается в виде биохимической энергии (или энергии химических связей) — энергии, заключенной в тканях растения.

Большая часть солнечной энергии теряется в виде тепла.

При перемещении энергии по пищевой цепи с одного уровня на другой скорость её потока (т.е. количество энергии, перешедшей с одного трофического уровня на другой в единицу времени) резко снижается.

Причины снижения количества энергии при переходе с одного трофического уровня на другой:

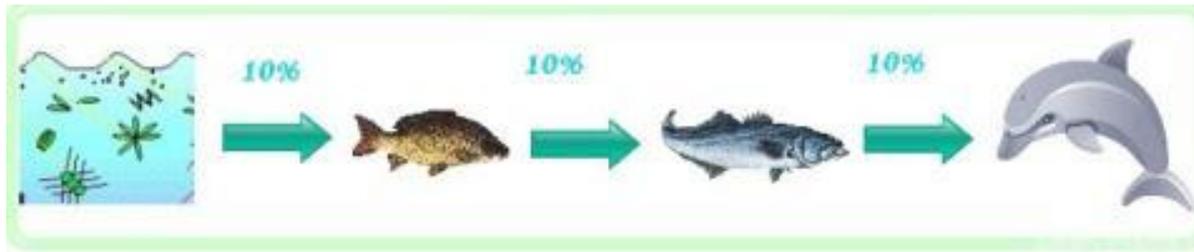
Часть заключённой в пище энергии теряется в процессе биохимической трансформации пищи.

Часть энергии вообще не усваивается и выводится из организма с экскрементами, а затем разлагается деструкторами.

Не все организмы данного трофического уровня будут съедены потенциальными хищниками и, следовательно, не вся энергия, запасённая в их тканях, перейдёт на следующий трофический уровень.

Часть энергии теряется в виде тепла в процессе дыхания.

Много энергии, полученной с пищей, тратится на работу, которую выполняет животное, перемещаясь, охотясь, строя гнездо или производя иные действия, в результате чего выделяется тепло.



Потери энергии при переходе с одного трофического уровня на другой (более высокий) определяют количество этих уровней и соотношение численности хищников и жертв.

Подсчитано, что на любой трофический уровень поступает лишь около 10% (или чуть более) энергии предыдущего уровня. Эта закономерность известна как **правило 10 %**.

Правило 10 % (правило Р. Линдемана): на каждый следующий, более высокий трофический уровень переходит в среднем около 10 % энергии предыдущего, 90 % — теряется.

Пирамида энергии — соотношение между количеством энергии, заключенной в каждом из трофических уровней



На рисунке сплошным цветом обозначена энергия, переходящая на следующий трофический уровень, штриховкой — потери энергии.

В связи с высокой потерей энергии, число трофических уровней в сообществе редко превышает три-четыре.

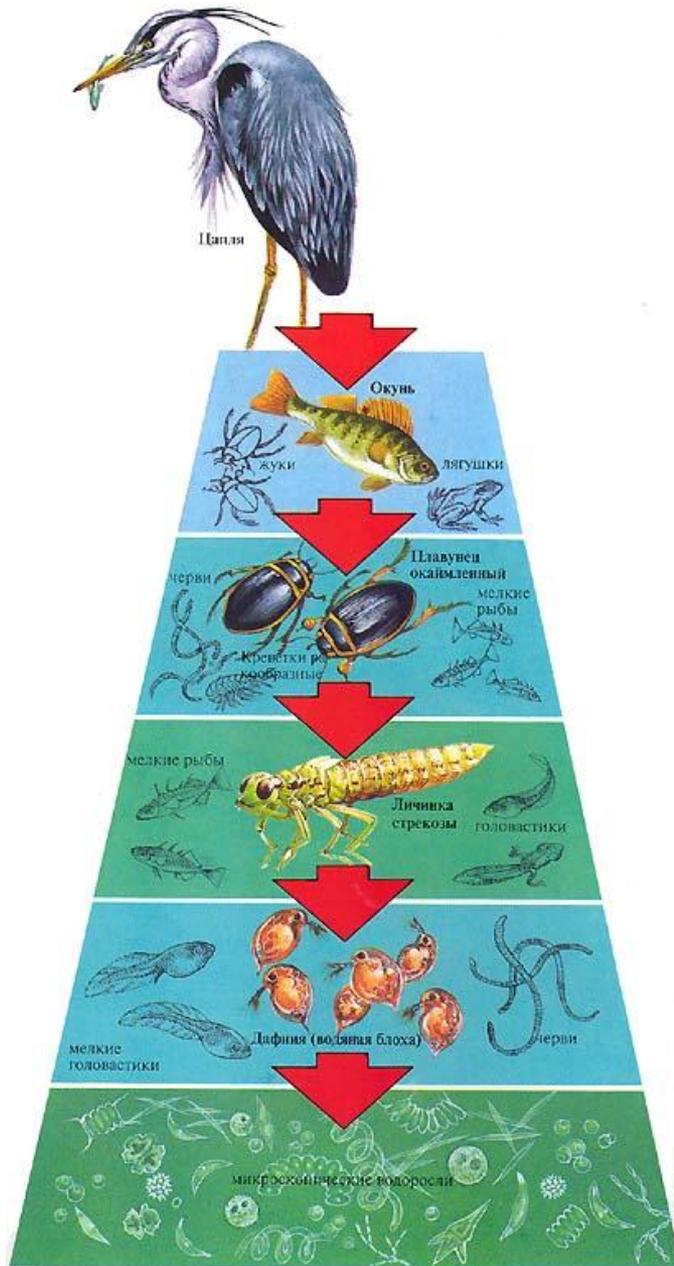
Экологические пирамиды биомассы и

численности

Экологические пирамиды — это графические модели, отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключённой в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Различают три типа экологических пирамид: энергии, биомассы и численности.

Из трёх типов экологических пирамид пирамида энергии даёт наиболее полное представление о функциональной организованности сообществ, так как отражает картину скоростей прохождения массы пищи через пищевую цепь.



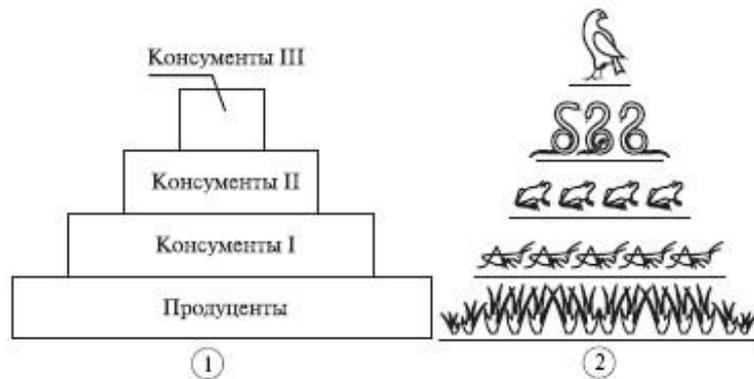
Принцип построения экологических пирамид

Основание пирамиды образуют продуценты (растения).

Над ними располагаются консументы первого порядка (травоядные).

Следующий уровень представляют консументы второго порядка (хищники).

И так далее до вершины пирамиды, которую занимают наиболее крупные хищники. Высота пирамиды обычно соответствует длине пищевой цепи.



Пирамида биомасс (1) показывает соотношение биомасс организмов разных трофических уровней, изображенных графически таким образом, что длина или площадь прямоугольника, соответствующего определённому трофическому уровню, пропорциональна его биомассе. В любой трофической цепи не вся пища используется на рост особи, т.е. на формирование биомассы (часть её расходуется на удовлетворение энергетических затрат организмов: дыхание, движение, размножение, поддержание температуры тела и т.д.). Следовательно, в каждом последующем звене пищевой цепи происходит уменьшение биомассы.

Правило экологической пирамиды биомасс отражает закономерность, согласно которой в любой экосистеме биомасса каждого следующего звена в 10 раз меньше предыдущего.

Пирамида численности или чисел (2) — отображение числа особей на каждом из трофических уровней данной экосистемы.

Пирамиды чисел отражают только плотность населения организмов на каждом трофическом уровне, но не скорость самовозобновления (оборота) организмов.