



# Круговорот веществ и превращение энергии в экосистеме

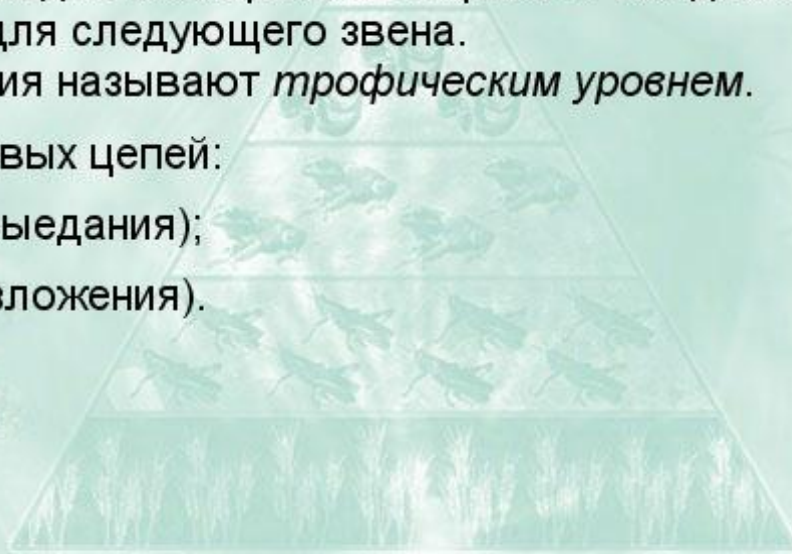
# Пищевые цепи

В любой экосистеме наибольшую роль играют пищевые связи между организмами. *Цепь питания* - цепь взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих органическое вещество и энергию из исходного пищевого вещества. Каждое предыдущее звено цепи питания является пищей для следующего звена.

Каждое звено цепи питания называют *трофическим уровнем*.

Различают два типа пищевых цепей:

- 1) пастбищные (цепи выедания);
- 2) детритные (цепи разложения).





## Пастбищные цепи

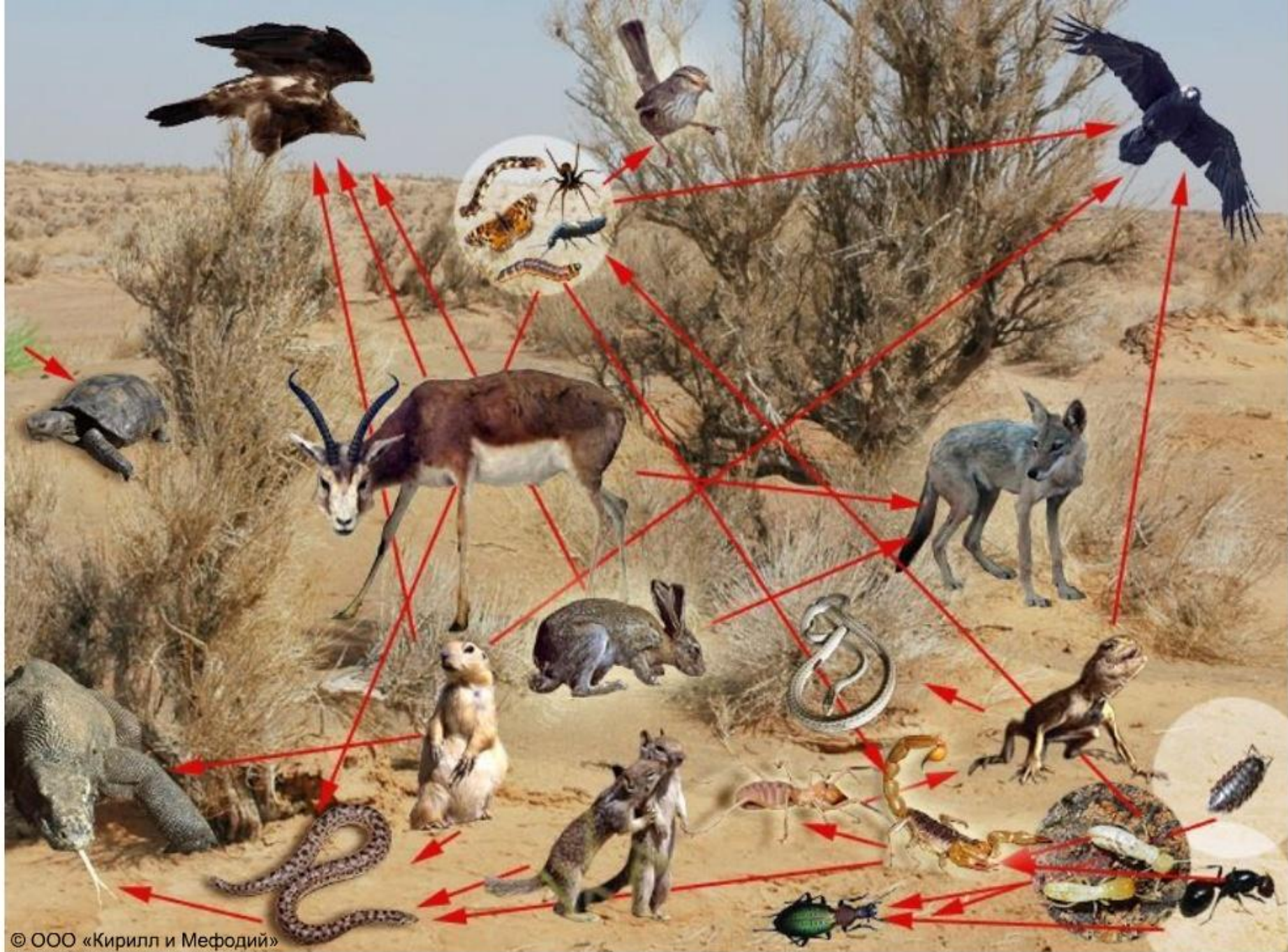
Поток энергии и веществ, идущий от растений через растительноядных (пасущихся) животных, можно считать *пастбищной пищевой цепью*.

Пастбищная пищевая цепь берет начало с автотрофных организмов, которыми являются зеленые растения, водоросли, некоторые бактерии. Продуценты превращают солнечную энергию в химическую энергию органических соединений, из которых построены их ткани, и образуют первый трофический уровень. Второй трофический уровень этой цепи - гетеротрофные растительноядные животные (насекомые, птицы, рептилии, грызуны, копытные млекопитающие, моллюски, ракообразные, паразиты растений). Третий уровень образуют консументы, питающиеся растительноядными животными (хищники, паразиты и организмы, питающиеся падалью).



Пример пастбищной цепи.





© ООО «Кирилл и Мефодий»

Пример пищевой сети. Пищевые связи у животных пустыни.



# Трофические уровни



Трофические уровни экосистемы.

В любой экосистеме можно выделить несколько трофических уровней, через которые осуществляется перенос веществ и превращение энергии.

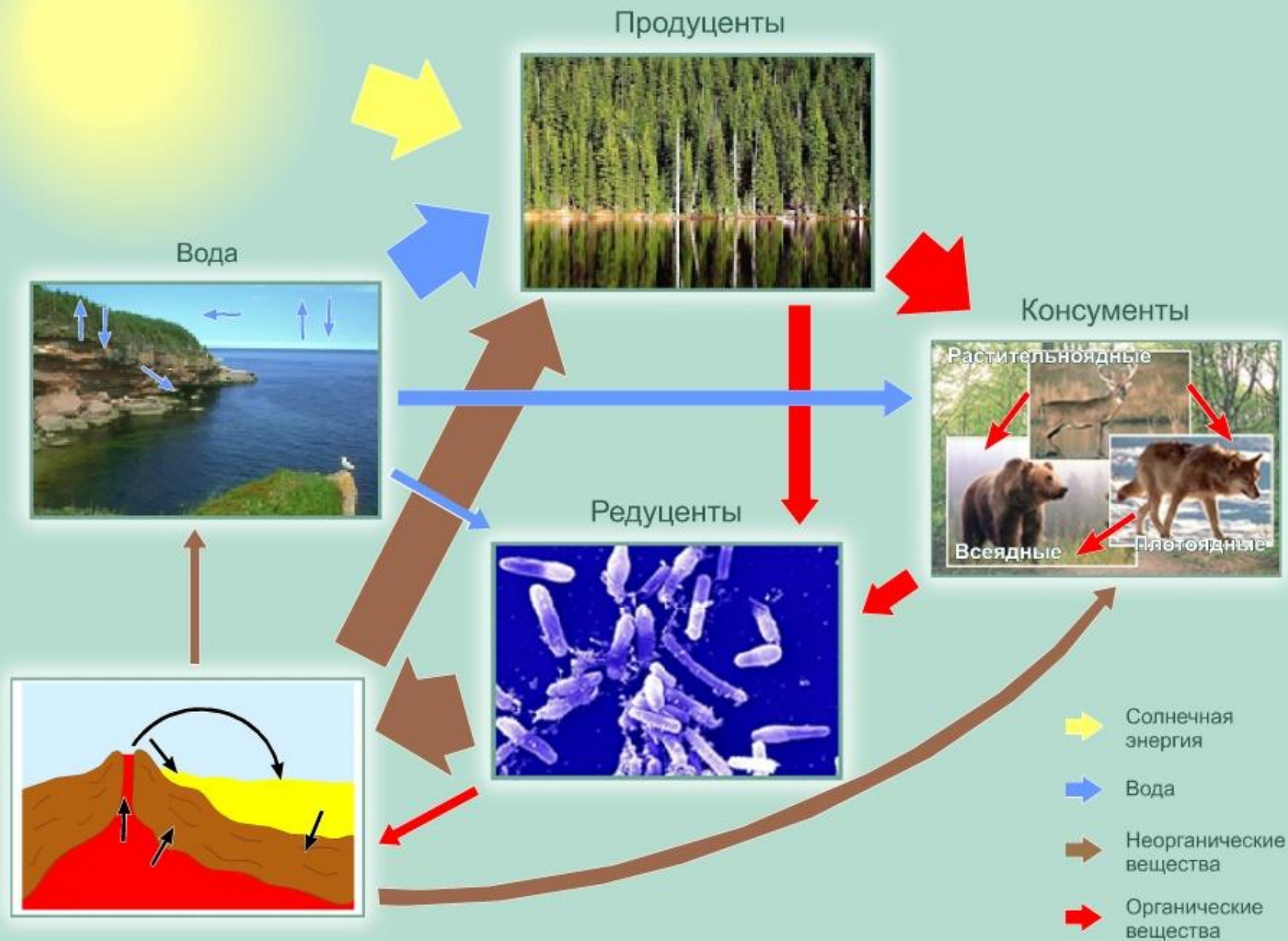
*I трофический уровень* составляют продуценты, автотрофные организмы - зеленые растения и некоторые бактерии. Растения создают органические вещества из неорганических за счет использования энергии солнечного света (фотосинтез), а бактерии - за счет энергии химических реакций окисления минеральных веществ (хемосинтез).

*II трофический уровень* составляют первичные консументы - растительноядные животные.

*III трофический уровень* составляют вторичные консументы - плотоядные животные (хищники). *IV трофический уровень* - животные, поедающие других плотоядных.

Многих животных невозможно отнести к одному уровню, так как они всеядны и могут получать энергию с нескольких разных трофических уровней.





Круговорот веществ и превращение энергии в экосистеме.

Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании



Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании

Поток энергии через типичную пищевую цепь.



# Превращения энергии в экосистеме

Полученная организмом пища с заключенной в ней энергией расходуется двояким образом. Большая ее часть используется на поддержание процессов жизнедеятельности клеток. Энергетические затраты на поддержку всех метаболических процессов называют тратой на дыхание. Меньшая часть усвоенной пищи идет на рост организма или откладывается в виде запасных питательных веществ.

Таким образом, большая часть энергии (около 90%) при переходе с одного трофического уровня на другой теряется. Например, если калорийность растительной пищи 1000 Дж, то при поедании ее растительноядным животным в его теле сохраняется 100 Дж, а в теле хищника только 10 Дж. Этот факт объясняет небольшую длину пищевых цепей, которые обычно состоят из 4-5 звеньев. В конце концов, вся энергия, поступающая в биотический компонент экосистемы, рассеивается в виде тепла. Поэтому поддержание жизни на Земле требует постоянного притока энергии.



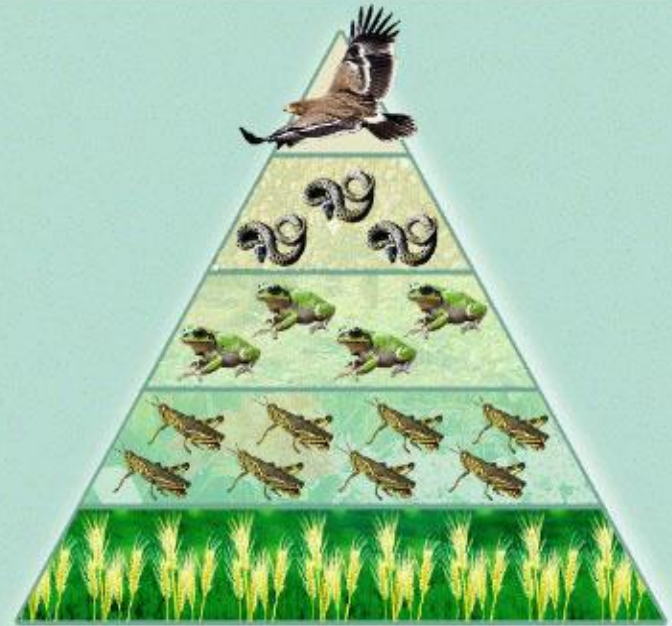
Поток энергии через типичную пищевую цепь.



# Правило экологических пирамид

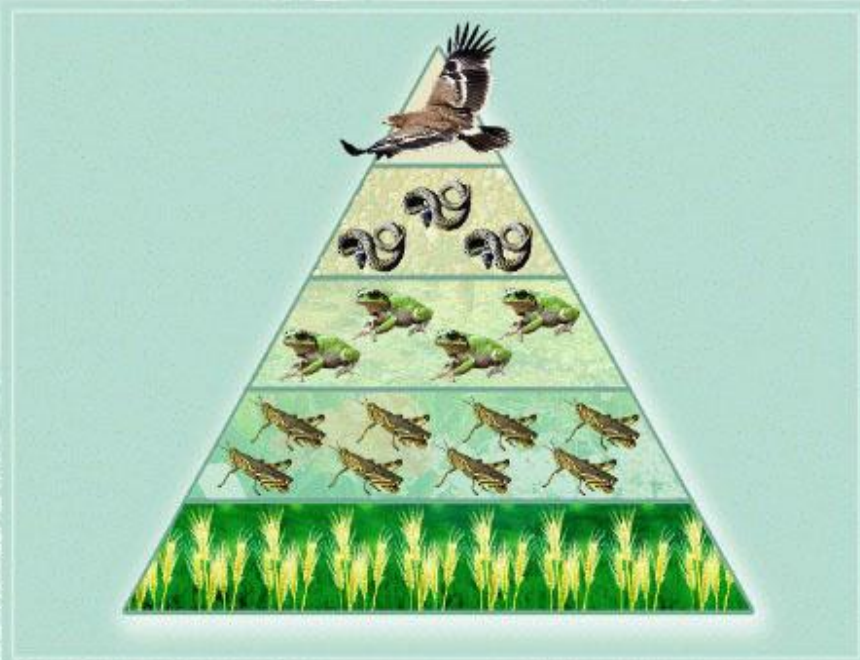
Закономерность уменьшения числа особей, биомассы и энергии при переходе от первого трофического уровня к последующим, получила название *правило экологических пирамид*. А графическое изображение структуры биомассы и энергии сообщества называют *экологической пирамидой*.

*Правило экологических пирамид* - число особей, биомасса и энергия уменьшаются при переходе с первого трофического уровня к последующим трофическим уровням.

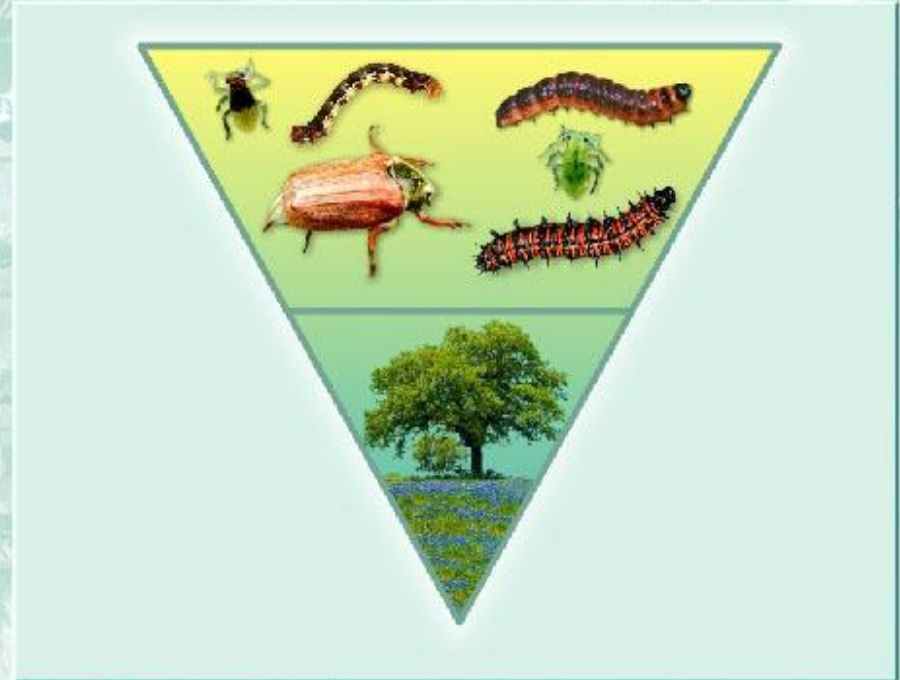




# Пирамида численности



Пример экологической пирамиды численности и биомассы.

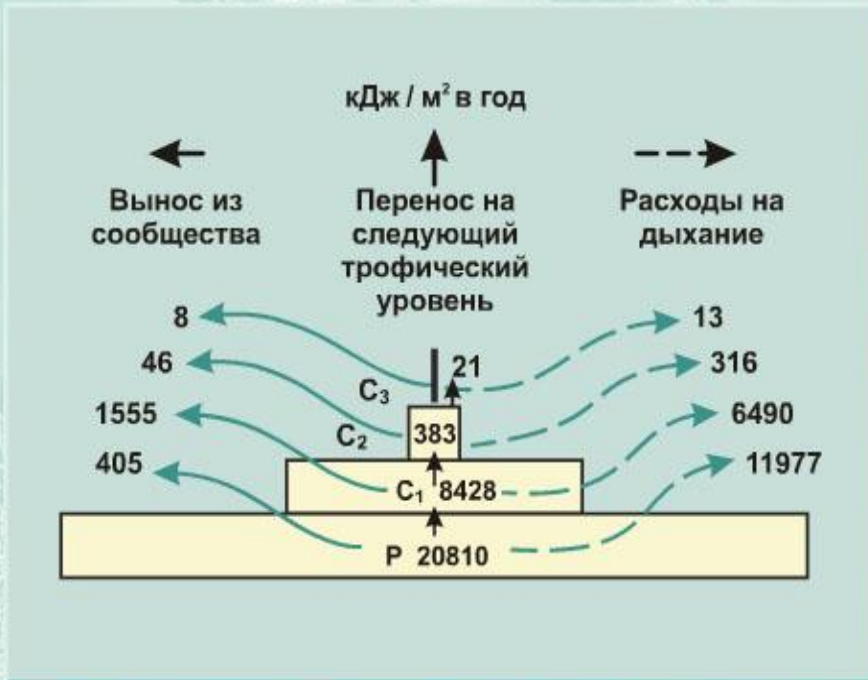


Пример перевернутой пирамиды численности.

*Пирамида численности* показывает численность особей на каждом трофическом уровне. Пирамиды численности могут быть перевернутыми, когда верхушка у них становится шире основания. Например, одно дерево служит источником пищи для многих насекомых.



# Пирамида энергии



Перенос энергии и ее расход на разных трофических уровнях. Растения - Р, консументы первого порядка -  $C_1$ , консументы второго порядка -  $C_2$ , консументы третьего порядка -  $C_3$ .

Энергия может быть восполнена только за счет ее поступления извне. Без притока энергии в экосистемах не может быть круговорота веществ, они функционируют за счет непрерывного притока энергии, поступающей из окружающей среды.

Одним из способов выражения энергетической структуры сообщества является пирамида энергии. Пирамида энергии показывает количество энергии на каждом трофическом уровне. *Пирамида энергии* никогда не может быть перевернутой, так как поток энергии через трофические уровни всегда уменьшается от первого звена к последнему. Растения расходуют на дыхание около половины энергии, усвоенной при фотосинтезе. Консументы первого порядка расходуют на дыхание  $3/4$  энергии, поступившей на этот трофический уровень. На четвертый трофический уровень поступает лишь 0,1 процента от от первичной продукции.



# Выводы

- Организмы в экосистеме связаны круговоротом веществ и превращениями энергии.
- В ходе круговорота вещества используются многократно, а энергия - только один раз. Поэтому существование экосистемы зависит от притока энергии извне.
- Круговорот веществ осуществляется через пищевые цепи и сети. Различают цепи выедания и разложения.
- В экосистеме выделяют несколько трофических уровней. Первый трофический уровень составляют автотрофы, остальные - гетеротрофы.
- При переходе с одного трофического уровня на другой теряется около 90% энергии.
- Взаимоотношения организмов в экосистемах подчиняются правилу экологической пирамиды: численность, энергия и биомасса каждого последующего трофического звена в цепи прогрессивно уменьшается.