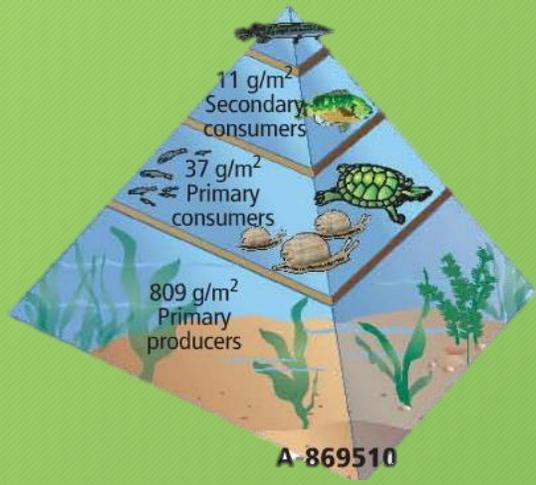
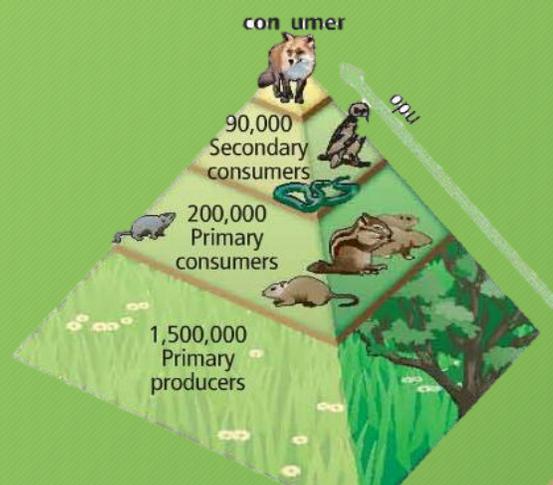


Pyramid of Energy



Pyramid of Biomass

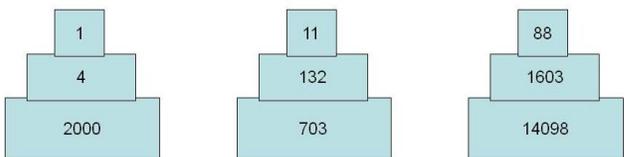


Pyramid of Numbers



Экологическая пирамида

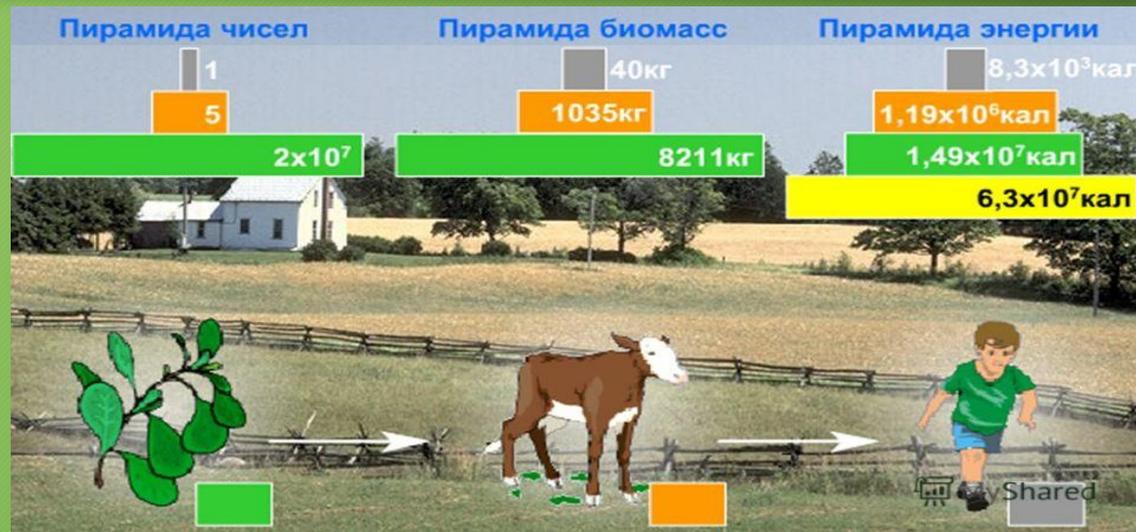
• Экологические пирамиды

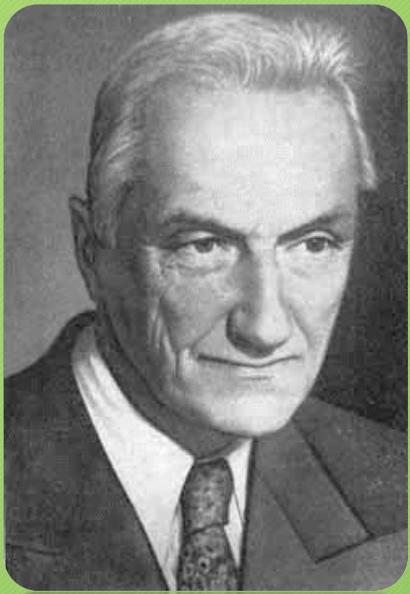


Пирамида численности. Сверху вниз 1, 2, 3 трофические уровни. Цифры – число особей, шт.

Пирамида биомассы. Сверху вниз 1, 2, 3 трофические уровни. Цифры – биомасса сухого вещества в г на м².

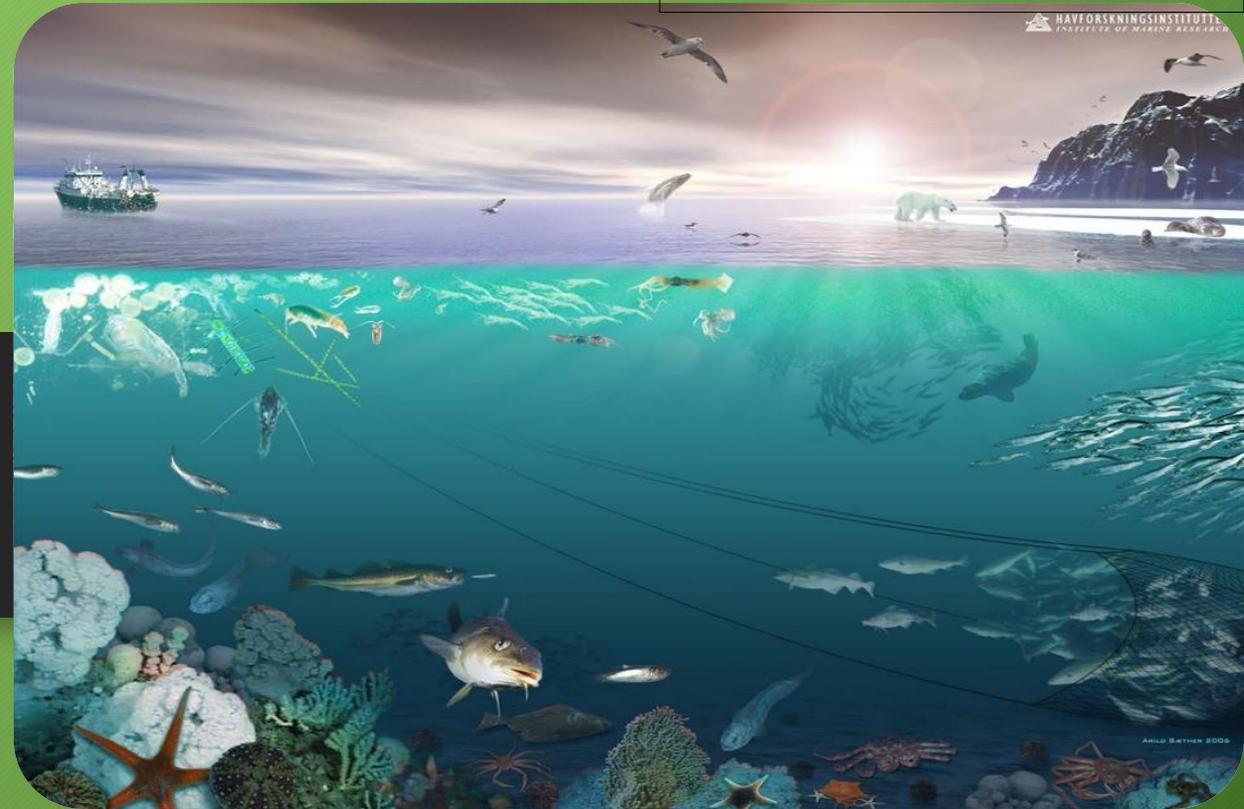
Пирамида энергии. Сверху вниз 1, 2, 3 трофические уровни. Цифры – количество энергии Дж/(м²×г).





Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде экологических пирамид. Такие модели разработал в **1927 г. английский зоолог Ч. Элтон.**

Немного истории



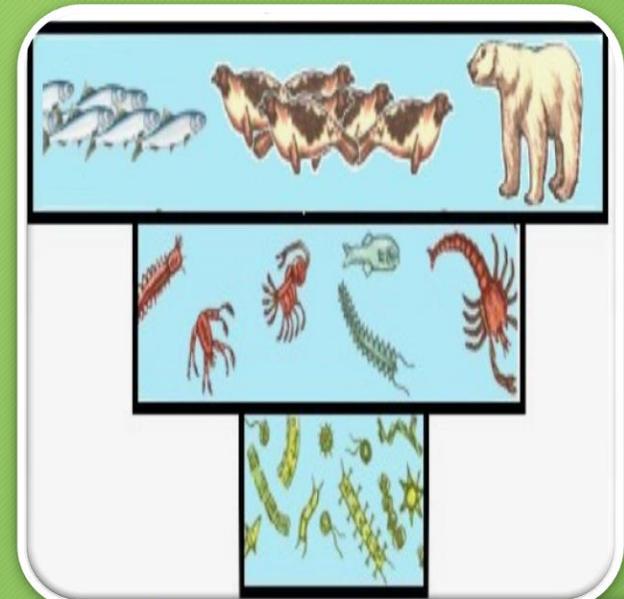
Экологическая пирамида —
графическое изображение
соотношения между
продуцентами и консументами
всех уровней (травоядных,
хищников, видов, питающихся
другими хищниками) в
экосистеме.

**Определим
понятие!!!**





Пирамида чисел



Пирамида Биомасс



Пирамида энергии

Различают три типа экологических пирамид

<p>Численность, шт.</p>	<p>Биомасса, кг</p>	<p>Энергия, кДж</p>	<p>Мальчик Телятина Люцерна Солнечная энергия</p>
-------------------------	---------------------	---------------------	---

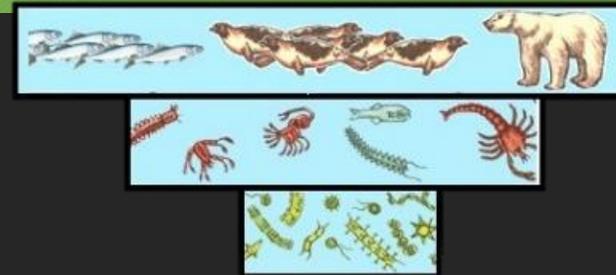
CO2-03A-869510

Пирамида чисел (численностей)

отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из-за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

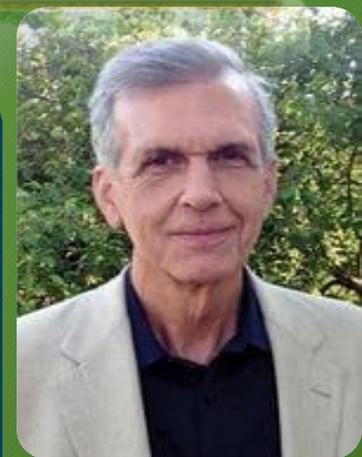
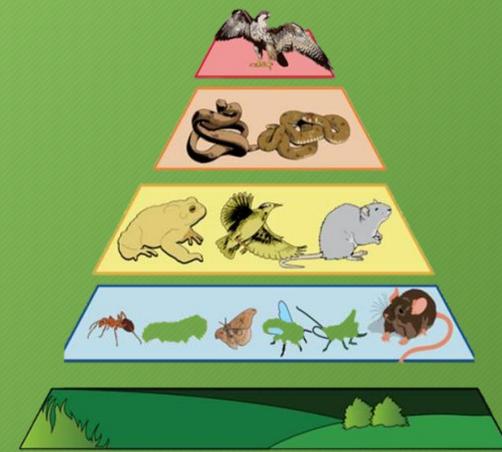


Пирамида чисел



Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с **перевернутой пирамидой** чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на одном дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов меньше, нежели консументов.

Пирамида биомасс - соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь, общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка, и т.д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике, как правило, получается ступенчатая пирамида с сужающейся верхушкой.

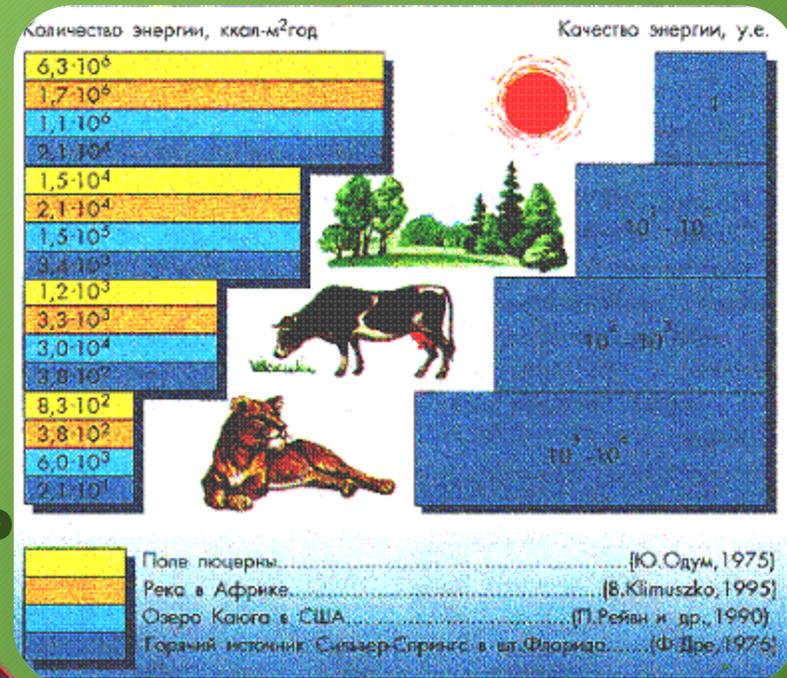


Р. Риклефс

Пирамида биомассы



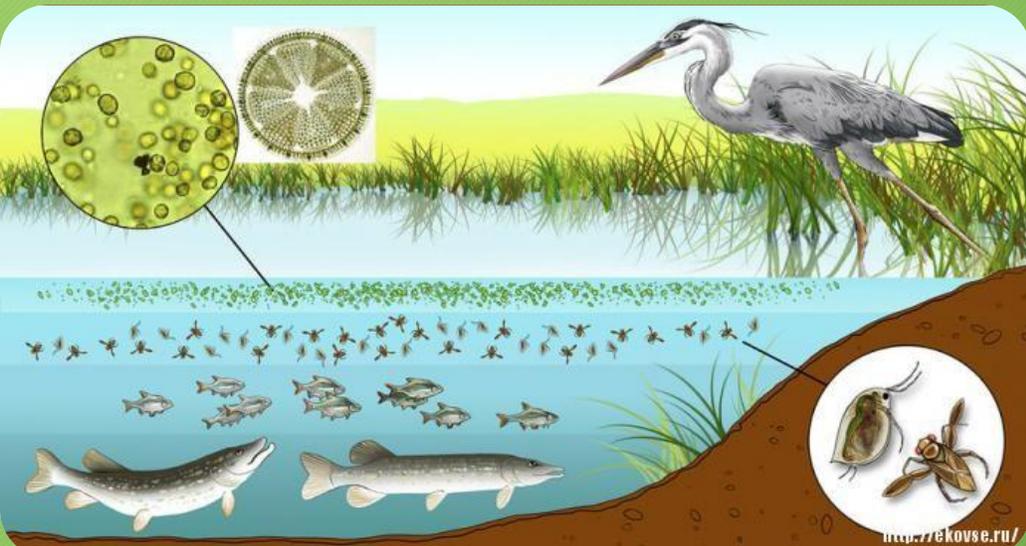
Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

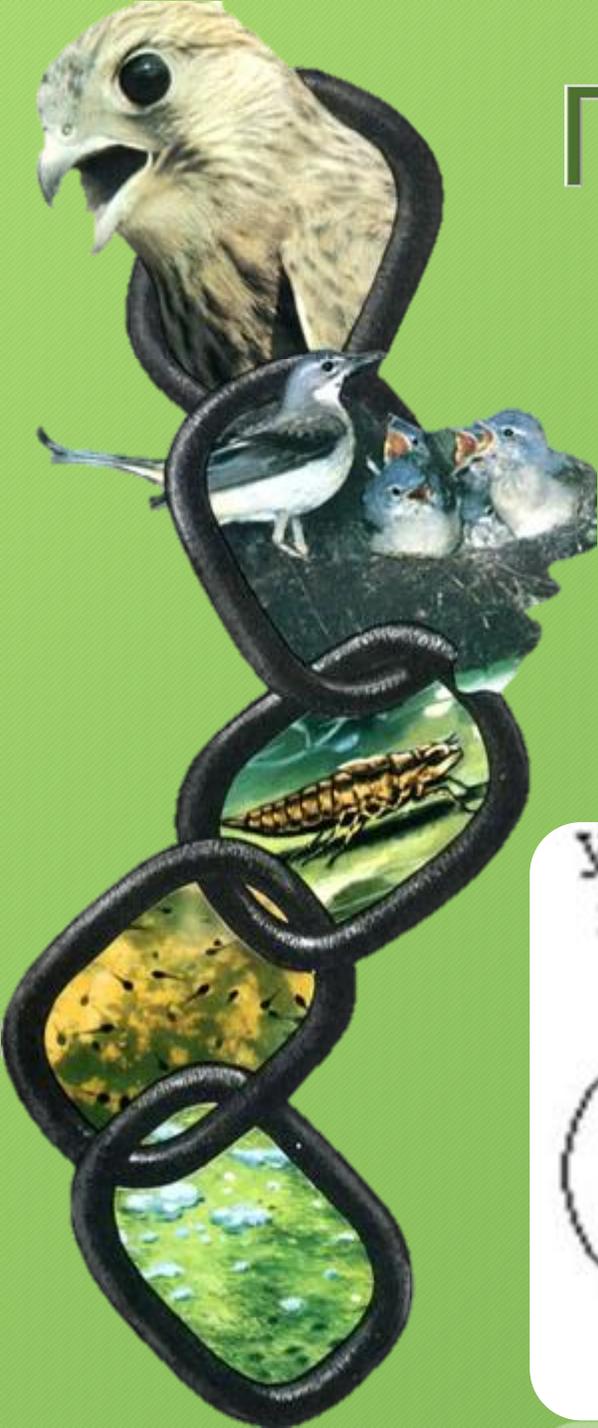


Пирамида энергии



Все экологические пирамиды строятся по одному правилу, а именно: в основании любой пирамиды находятся зеленые растения, а при построении пирамид учитывается закономерное уменьшение от ее основания к вершине численности особей (пирамида чисел), их биомассы (пирамида биомасс) и проходящей через пищевые цепи энергии (пирамида энергии).



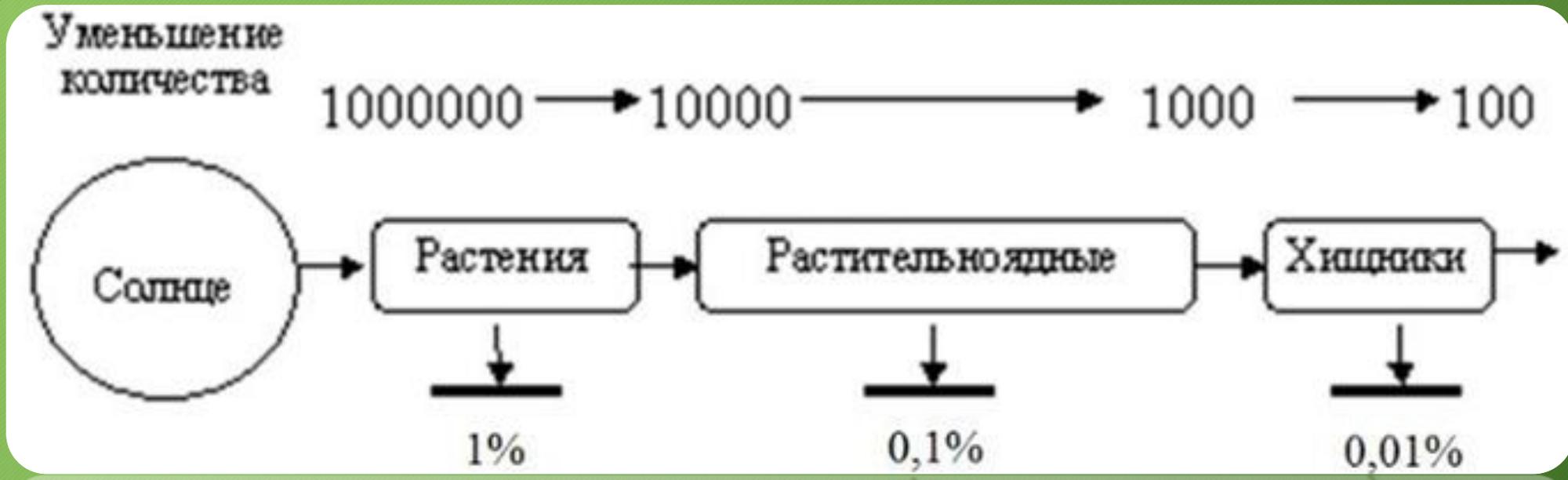


Правило десяти

В 1942 г. американский эколог Р. Линдерман сформулировал закон пирамиды энергии (закон 10 процентов)

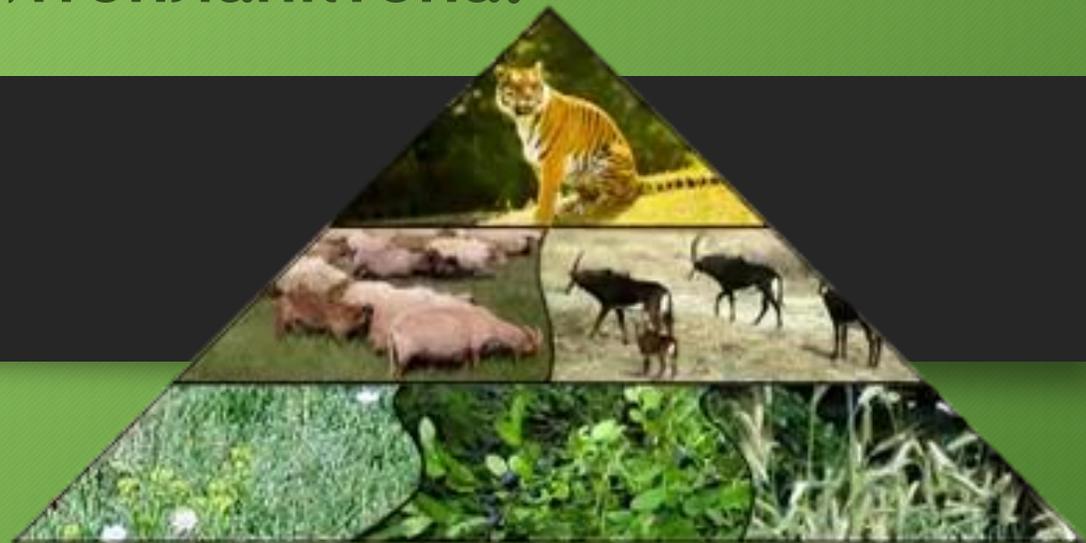


Раймонд Линдеман



Согласно **закону пирамиды энергии** с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи **переходит в среднем около 10 % энергии**, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности. В результате процессов обмена организмы теряют в каждом звене пищевой цепи **около 90 % всей энергии**.

Следовательно, для получения, например, **1 кг** окуней должно быть израсходовано приблизительно **10 кг** рыбьей молоди, **100 кг** зоопланктона и **1000 кг** фитопланктона.



Правило Линдермана

При переходе энергии с одного трофического уровня на другой экологическая эффективность составляет примерно 10%

Экологическая эффективность - способность организма превращать пищу в биомассу собственного тела

Число звеньев в пищевой цепи

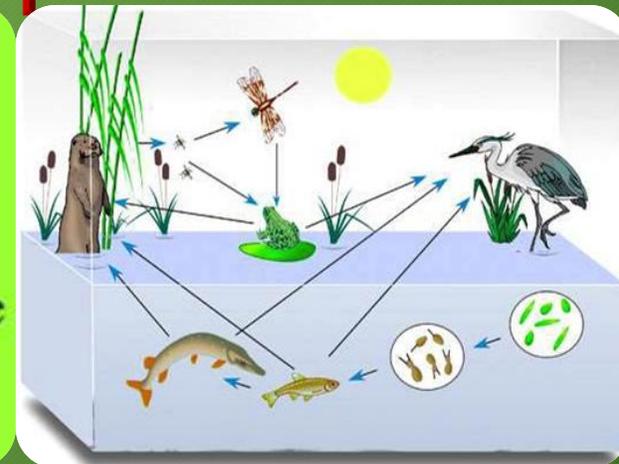
$$n = 1 + \frac{\ln\left(\frac{E_n}{N}\right)}{\ln \varepsilon_n}$$

E_n - энергия, дошедшая до консумента n -го порядка

N - количество растительной биомассы

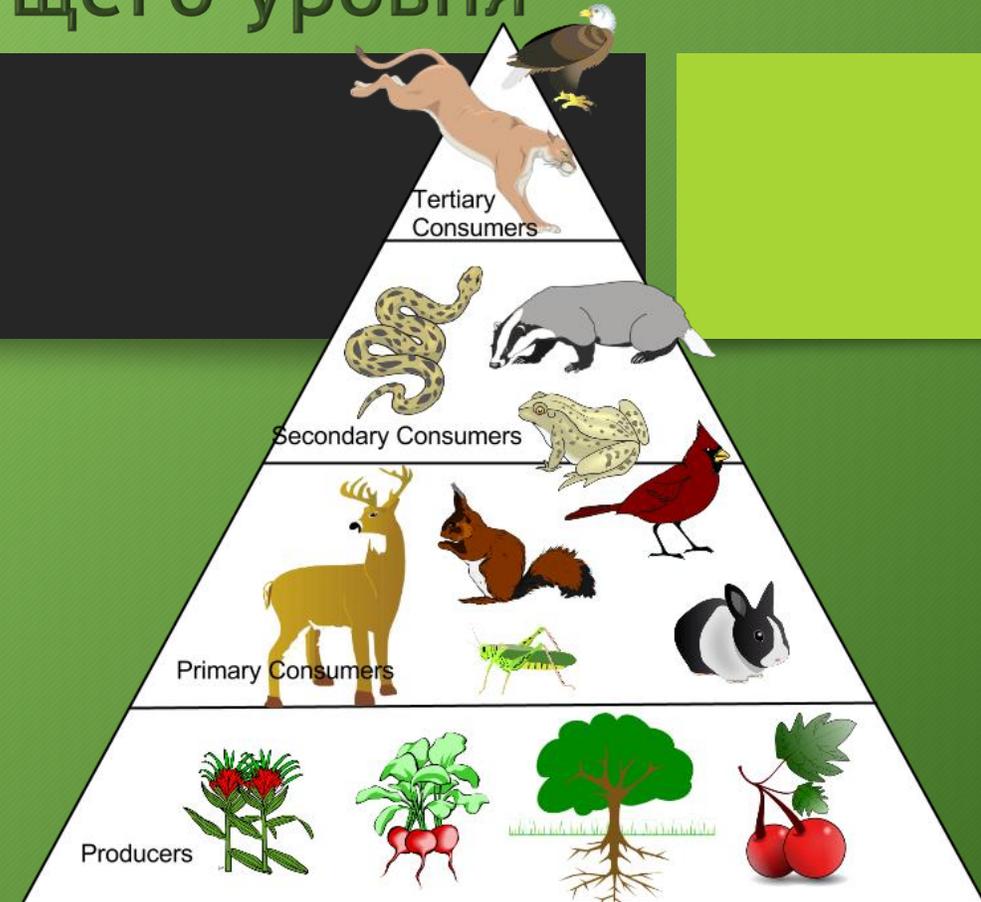
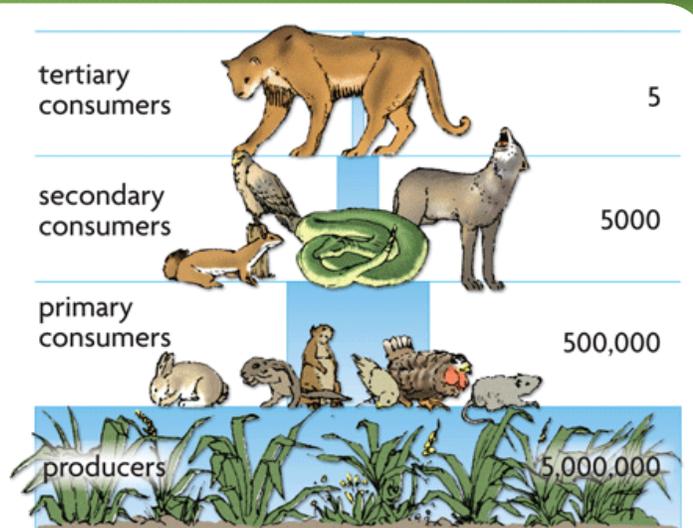
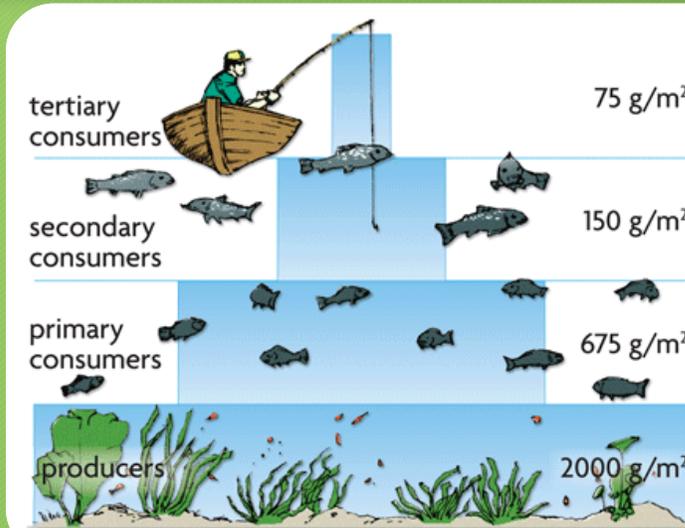
ε_n - экологическая эффективность организмов на n -ом трофическом уровне

$$E_n = N \cdot \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_{n-1}$$



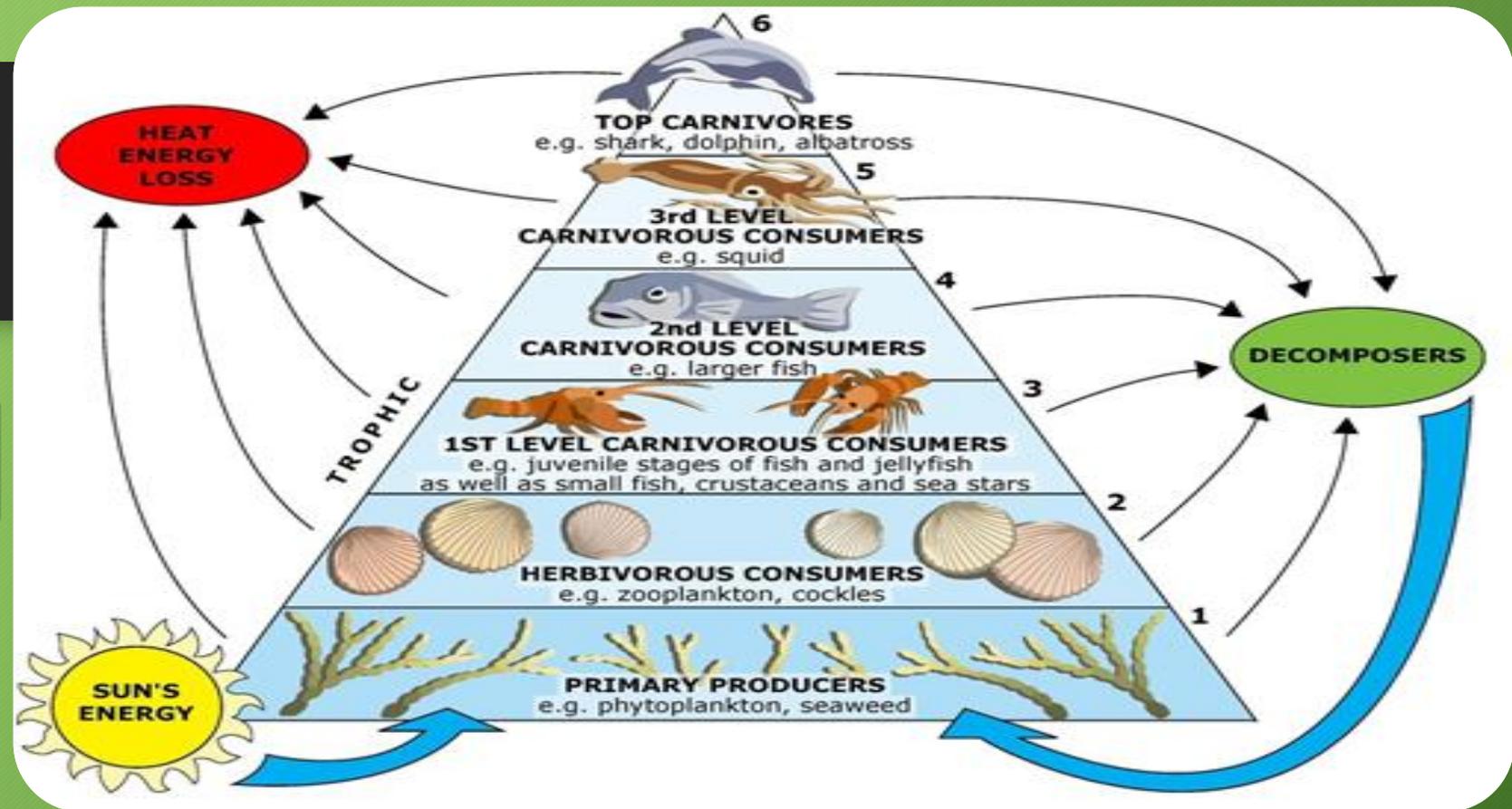
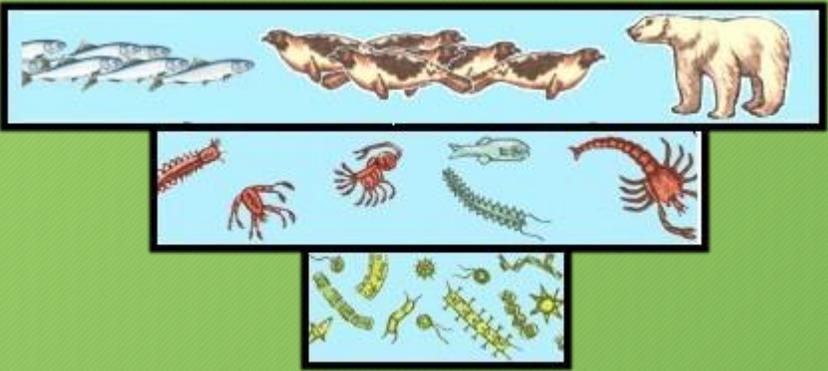
Зная «правило десяти процентов», рассчитайте, сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг (пищевая цепь: трава → заяц → орел). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются представители предыдущего уровня

Задачи. 1



Зная «правило десяти процентов», рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один синий кит весом 150 000 кг (пищевая цепь: фитопланктон → зоопланктон → синий кит). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются представители предыдущего уровня

Задачи. 2





Какое количество планктона (в кг) необходимо, чтобы в водоёме выросла щука массой 8 кг?

Решение:

I. Запись схемы трофической цепи:

Продуцент (планктон → Консумент-1 (..... плотва Консумент-2 (..... щука

$(8 \text{ кг} \times 10) \times 10$

$8 \text{ кг} \times 10$

8 кг

II. Подпиши по условию задачи данных в схему:

III. Подсчёт:

Масса планктона = $(8 \text{ кг} \times 10) \times 10 = 800 \text{ кг}$

Ответ: необходимо 800 кг планктона, чтобы выросла щука массой 8 кг.

Экологическая задача

5



Если предположить, что волчонок с месячного возраста, имея массу 1 кг, питался исключительно зайцами (средняя масса 2 кг), то подсчитайте, какое количество зайцев съел волк для достижения им массы в 40 кг и какое количество растений (в кг) съели эти зайцы.

Решение:

I. Запись схемы трофической цепи:

Продуцент (растения \rightarrow Консумент-1 (..... заяц Консумент-2 (..... волк
 $(39 \text{ кг} \times 10) \times$ $39 \text{ кг} \times$ 39 кг

II. Вычисл 10 набранной волком 10

Масса, набранная волком = $40 \text{ кг} - 1 \text{ кг} = 39 \text{ кг}$

II. Подпись вычисленных и известных по условию задачи данных в схему:

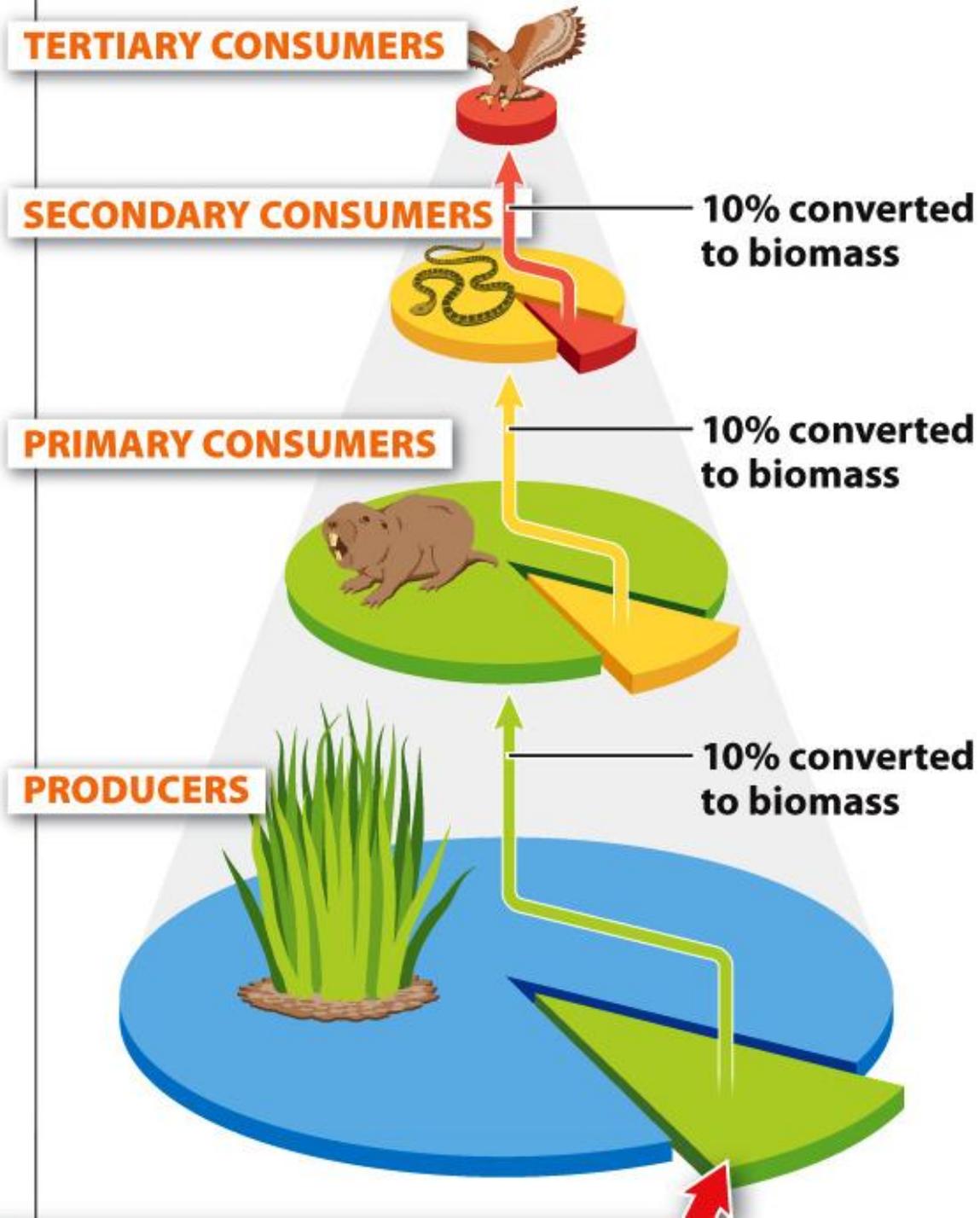
III. Подсчёт: Масса зайцев = $39 \text{ кг} \times 10 = 390 \text{ кг}$; кол-во зайцев = $390 \text{ кг} : 2 \text{ кг} = 195 \text{ шт}$;
масса растений = $(39 \text{ кг} \times 10) \times 10 = 3900 \text{ кг}$

Ответ: волк съел 195 зайцев, которые съели 3900 кг растений.

6

Задачи.

На основании правила экологической пирамиды определите, сколько планктона (водоросли, бактерии) необходимо, чтобы в черном море вырос и мог существовать один дельфин массой **400 кг**, если при каждом переносе энергии 90% ее теряется?



1

На основе предложенных рисунков самостоятельно составьте и решите экологические задачи



2



3

На основе предложенных рисунков
самостоятельно составьте и решите
экологические задачи



4

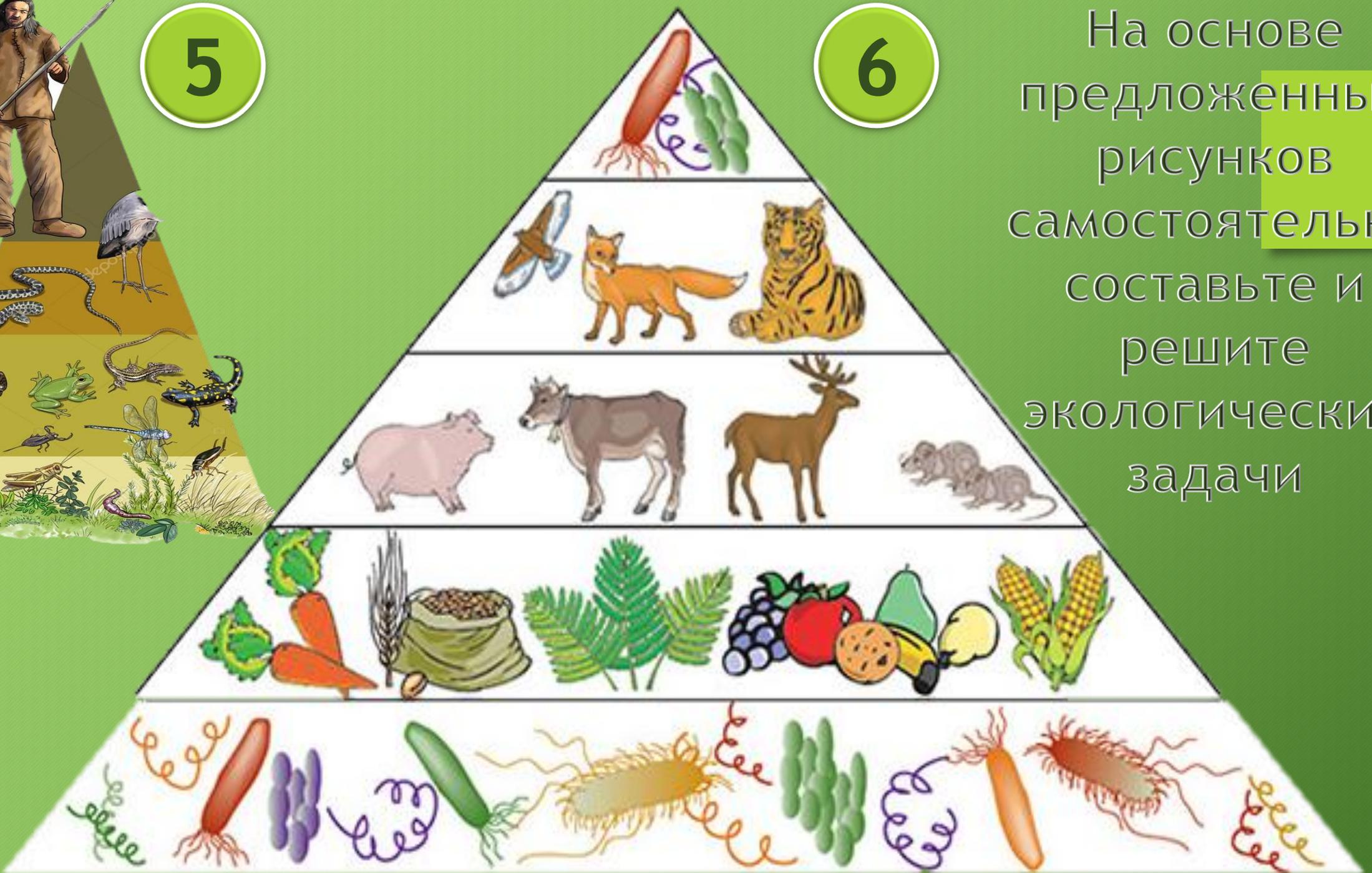


5

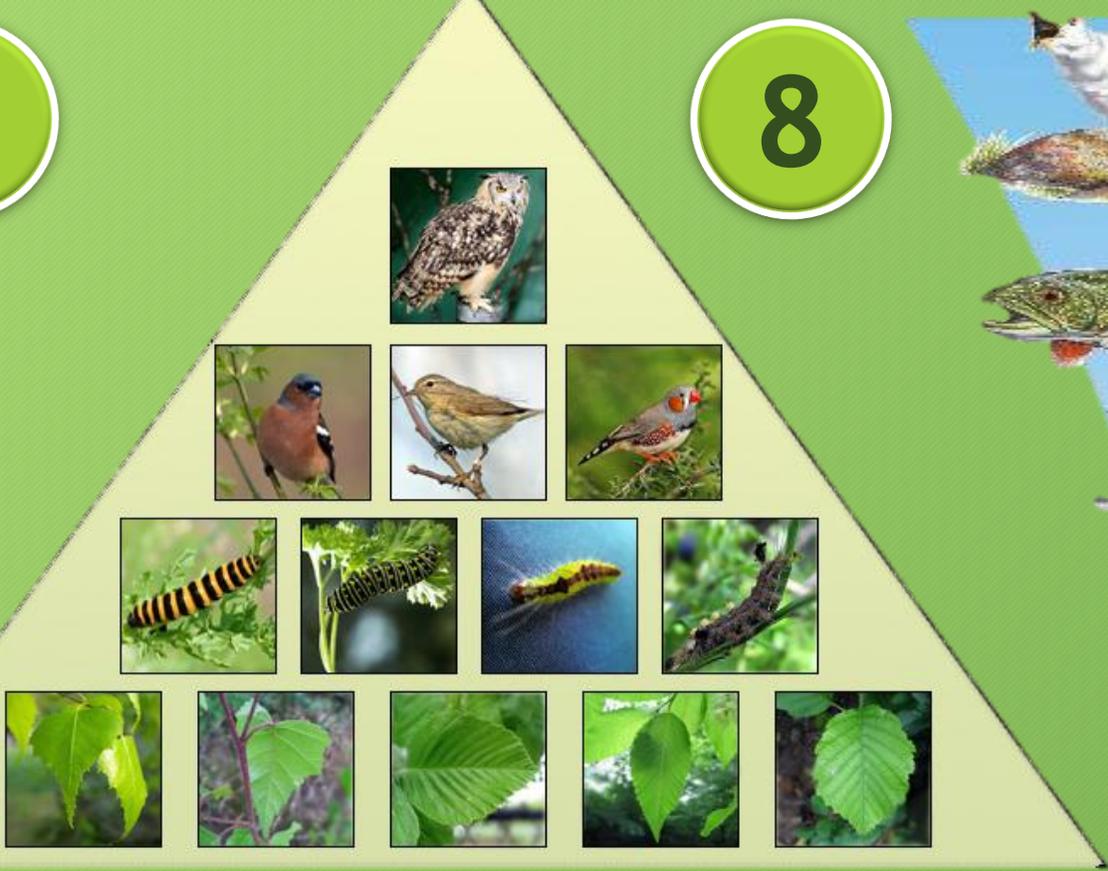


6

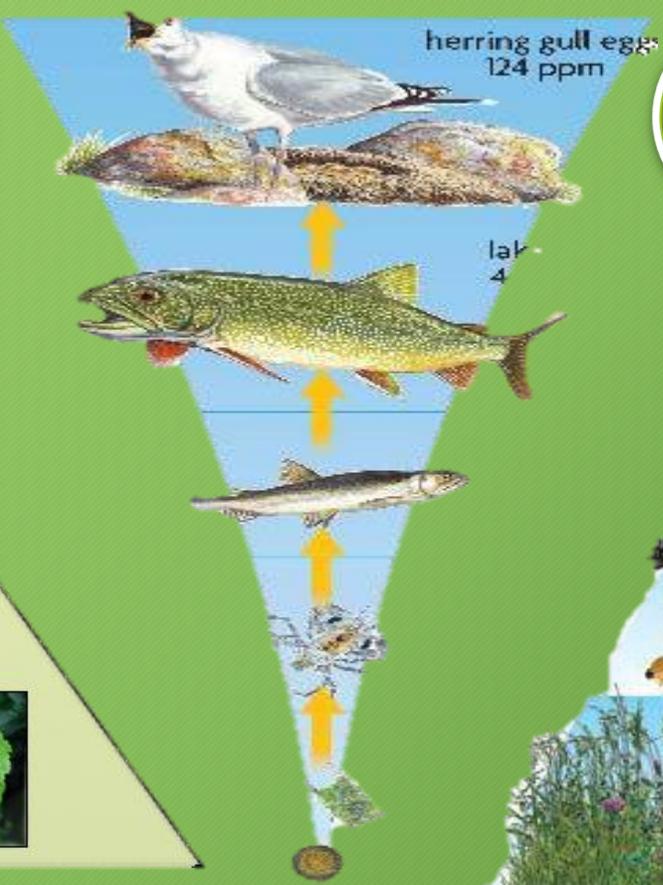
На основе предложенных рисунков самостоятельно составьте и решите экологические задачи



7



8



9

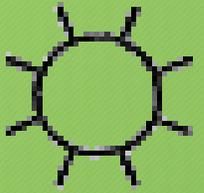


1 000 000

10 000

1000

100



Растения

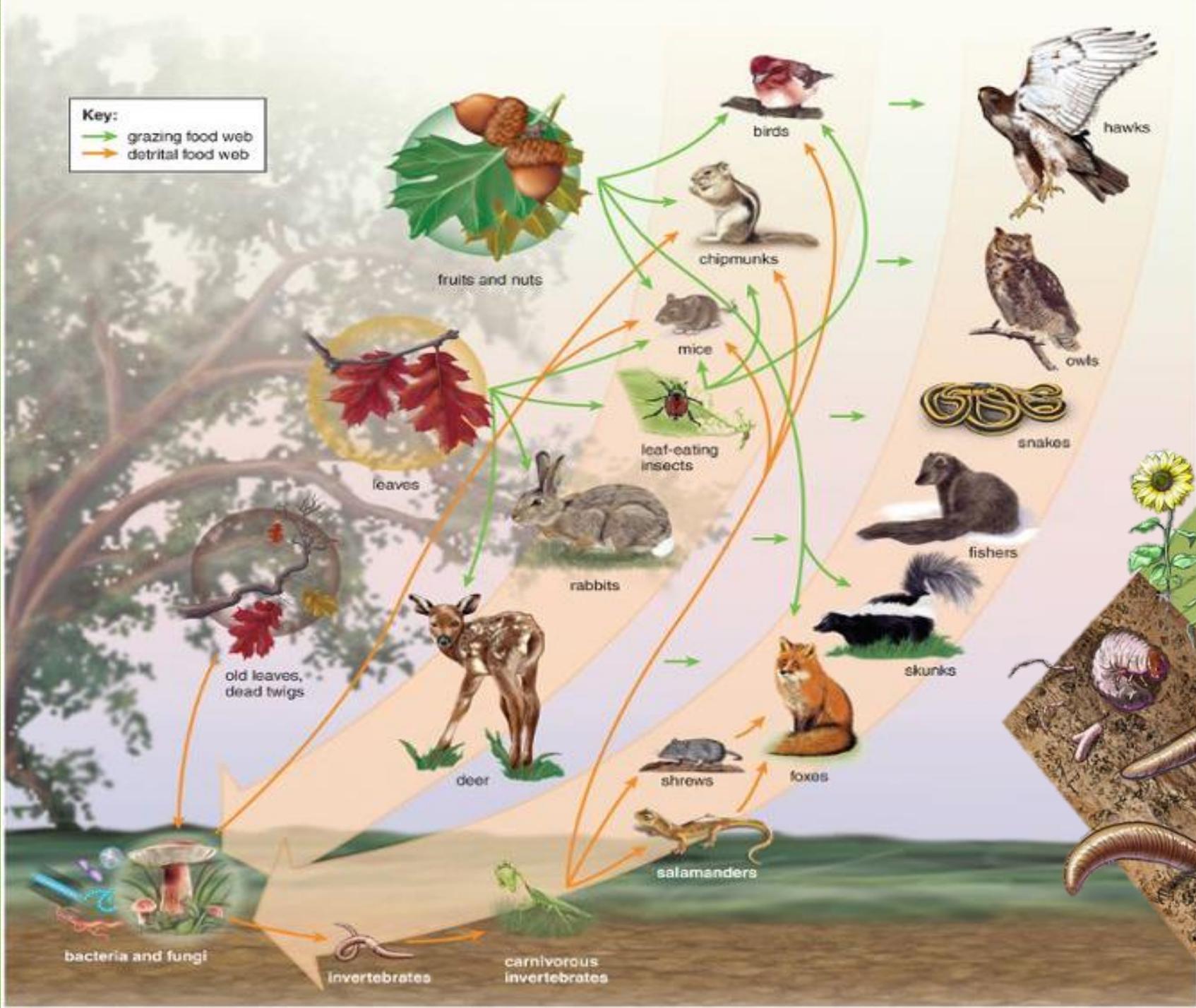
Растительноядные

Хищники

...



Key:
 → grazing food web
 → detrital food web



10

11

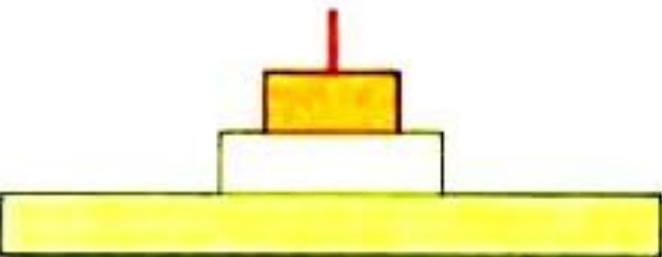


ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА

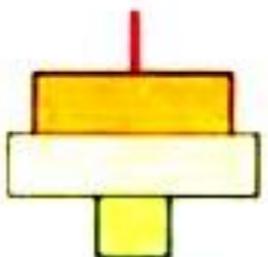
ТРОФИЧЕСКИЕ УРОВНИ



ПИРАМИДА ЧИСЛЕННОСТИ

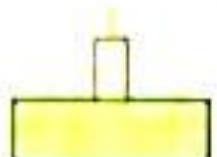


Луг умеренной зоны,
особей на 0,1 га



Лес умеренной зоны,
особей на 0,1 га

ПИРАМИДА БИОМАССЫ

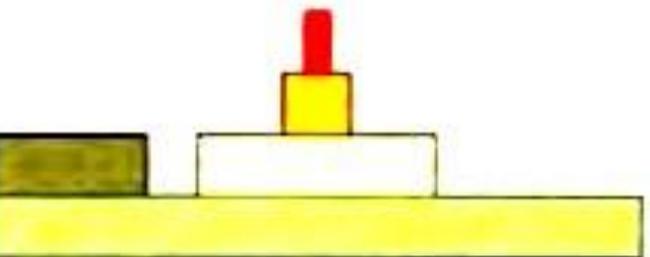


Заброшенное поле,
сухая масса, г/м²



Пролив Ла-Манш,
сухая масса, г/м²

ПИРАМИДА ЭНЕРГИИ



Экосистема ручья, поток
энергии в ккал/м²/год

-  - сапротрофы
-  - консументы III порядка
-  - консументы II порядка
-  - консументы I порядка
-  - продуценты

Когда животное съедает растение, большая часть энергии, содержащаяся в этой пище, рассеивается в виде тепла и только незначительная часть используется для синтеза животных тканей. Если это животное съедят другие животные, произойдет дальнейшая потеря энергии

в виде тепла и т. д. В экологических системах в процессе эволюции в цепях питания определилась важная закономерность, получившая название **экологической пирамиды**: каждый последующий уровень питания имеет массу в 10 раз меньшую, чем предыдущий.



Каждое звено способно использовать только 5—15 % (в среднем 10 %) энергии, поэтому типичная цепь питания состоит не более чем из 4—

6 взаимосвязанных звеньев. Каждое звено цепи питания — трофический уровень.

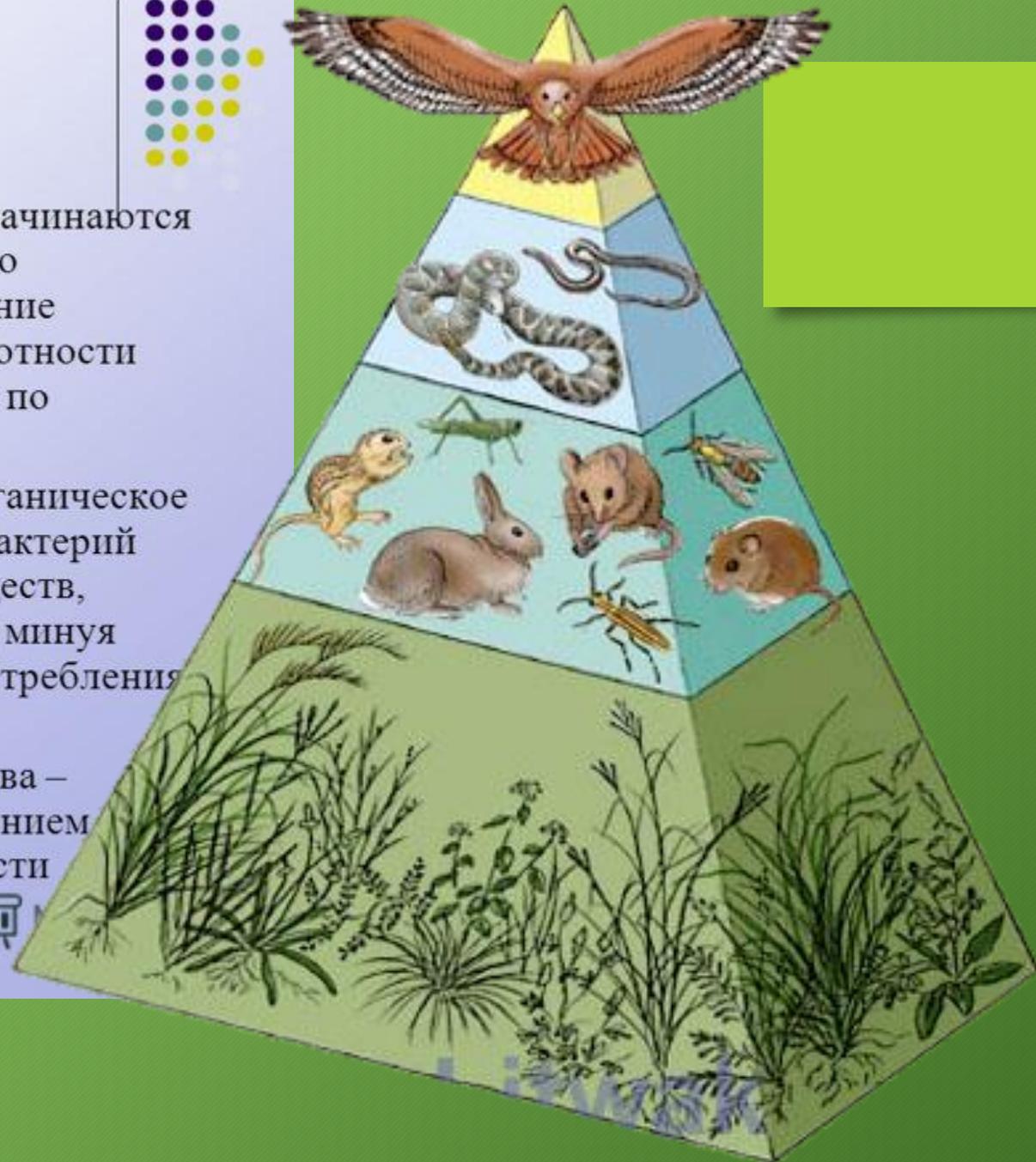
Классификация цепей



Пастбищные пищевые цепи, или **цепи эксплуататоров**, начинаются с продуцентов; для таких цепей при переходе с одного трофического уровня на другой. Характерно увеличение размеров особей при одновременном уменьшении плотности популяций, скорости размножения и продуктивности по биомассе.

Детритная пищевая цепь — пищевая цепь, в которой органическое вещество мертвых растений, животных, грибов или бактерий потребляется детритофагами. Часть питательных веществ, содержащихся в детрите, возвращается в круговорот, минуя стадию разложения до минеральных соединений и потребления их растениями.

Цепи паразитов (яблоня — щитовка — наездник, или корова — слепень — бактерии - фаги) характеризуются уменьшением размеров особей при увеличении численности, скорости размножения и плотности популяций.



Используя изображения биологических объектов на последующих слайдах, составьте разные варианты цепей питания

Цепи питания

1. Пастбищные пищевые цепи
2. Детритные пищевые цепи

1



2



3



4



5



6



7



8



9



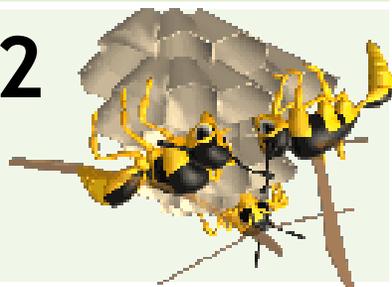
10



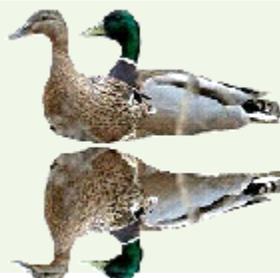
11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



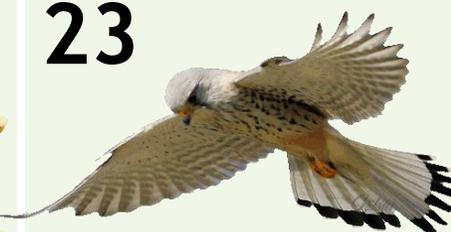
21



22



23



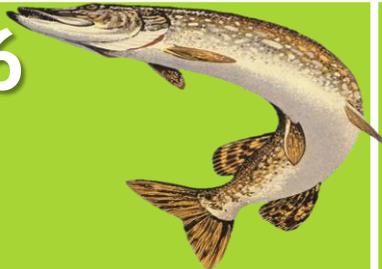
24



25



26



27



28



29



30



31



32



33



34



35



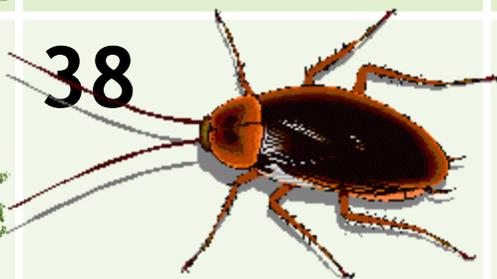
36



37



38



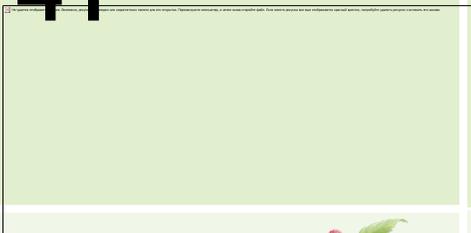
39



40



41



42



43



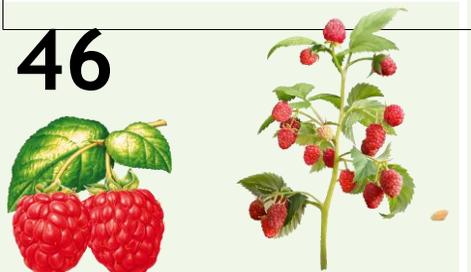
44



45



46



47



48



49



50



Экологические законы Коммонера



Все связано со всем



Все куда-нибудь
девается



Все что-нибудь да стоит
(ничто не дается даром)



Природа знает лучше

Барри Коммонер (1917)
- американский эколог и
биолог





«Законы экологии»

Всё связано со всем

Природные экосистемы находятся в состоянии динамического равновесия

Изменение одного компонента экосистемы может привести к нарушению функционирования всей экосистемы

Всё должно куда-то деваться

В природных экосистемах отходы осваиваются в результате биологического круговорота без нарушения экологического равновесия

Безотходных технологий в производстве нет, необходимо принимать меры о вторичном использовании отходов или их безопасном захоронении

За всё надо платить

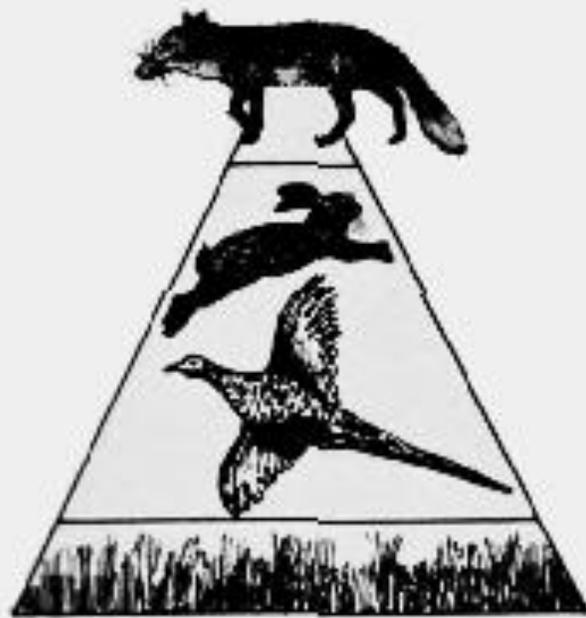
Изъятые из природы ресурсы, загрязнения окружающей среды нарушают экологическое равновесие экосистем

Необходимо нести финансовые расходы и на восстановление естественных экосистем, и на службы, контролирующие рациональное природопользование

Природа знает лучше

Изымать ресурсы из экосистем можно лишь в том количестве, чтобы экосистемы могли восстанавливаться самостоятельно за счёт механизмов устойчивости

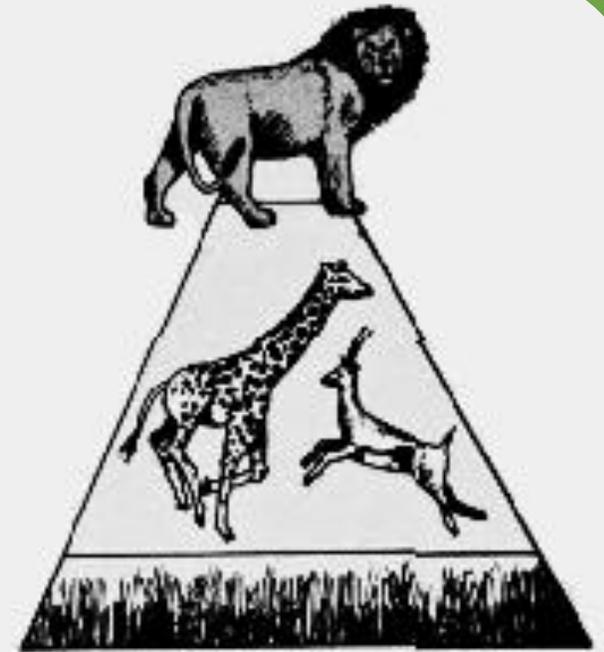
Природопользование без учёта законов жизнедеятельности экосистем приводит к нарушению исторически сложившихся естественных процессов



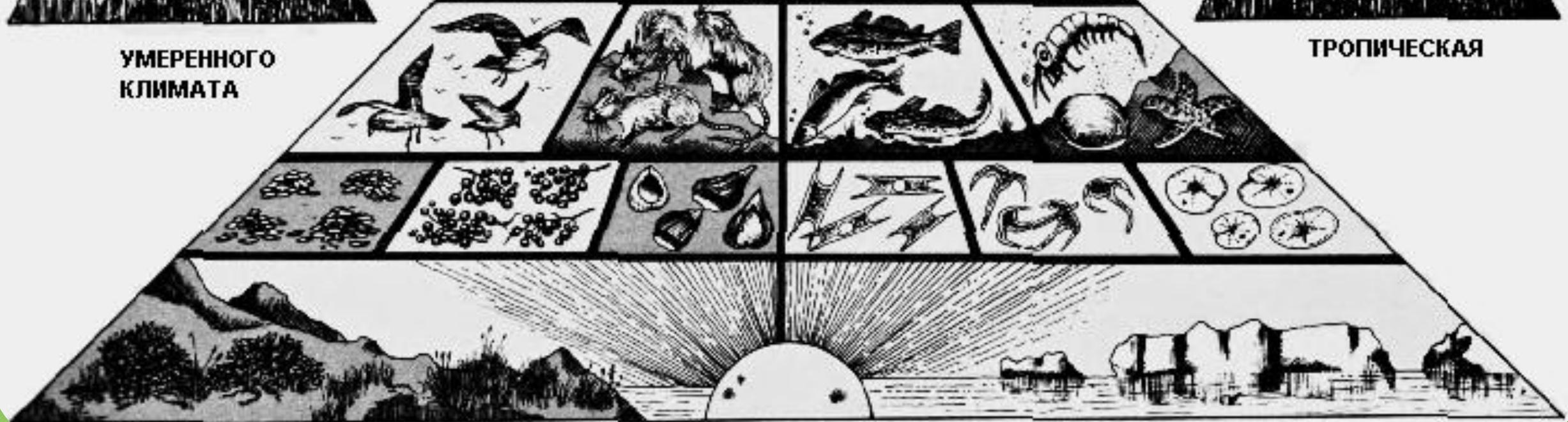
УМЕРЕННОГО
КЛИМАТА



ПОЛЯРНАЯ



ТРОПИЧЕСКАЯ

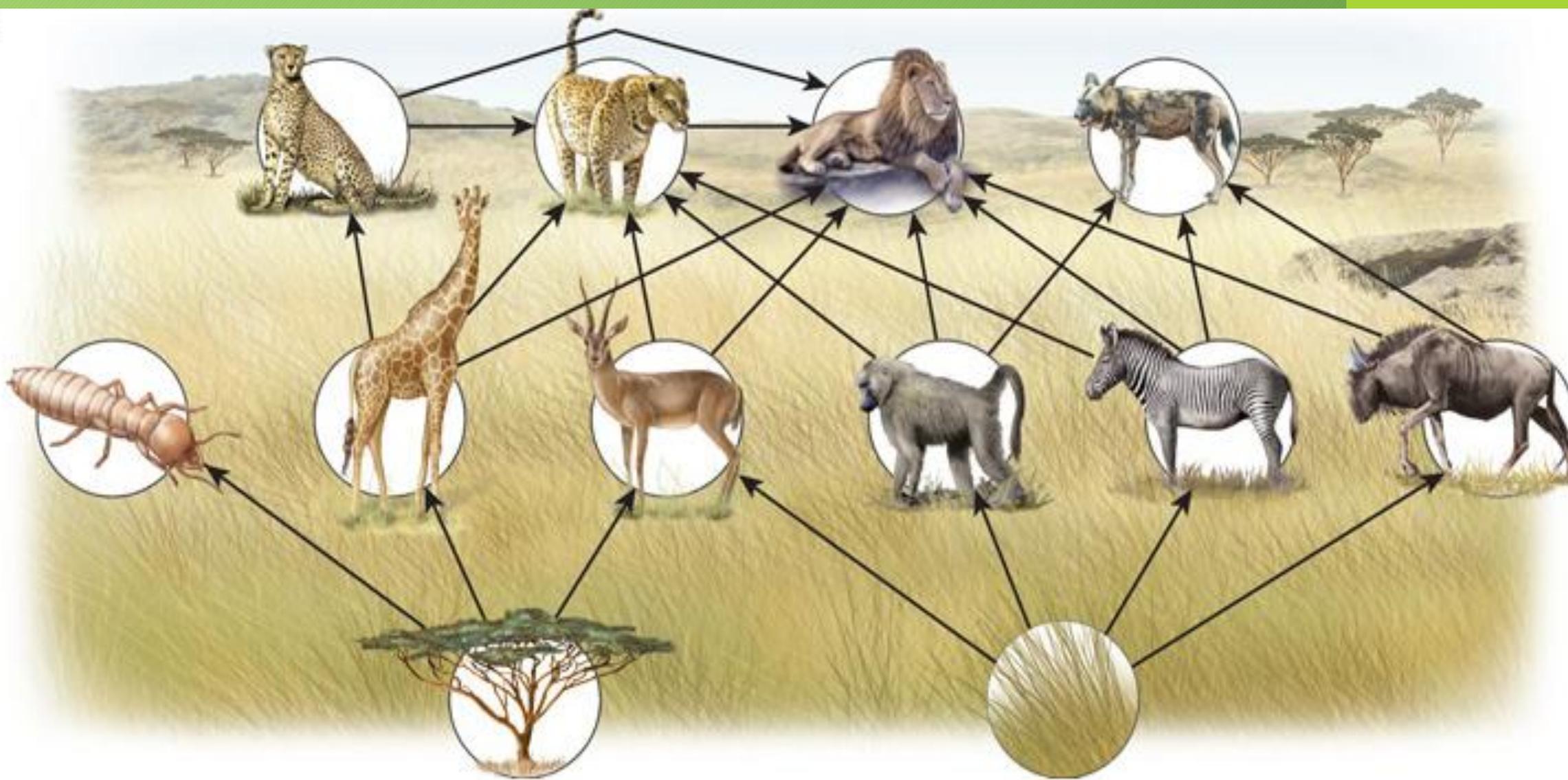


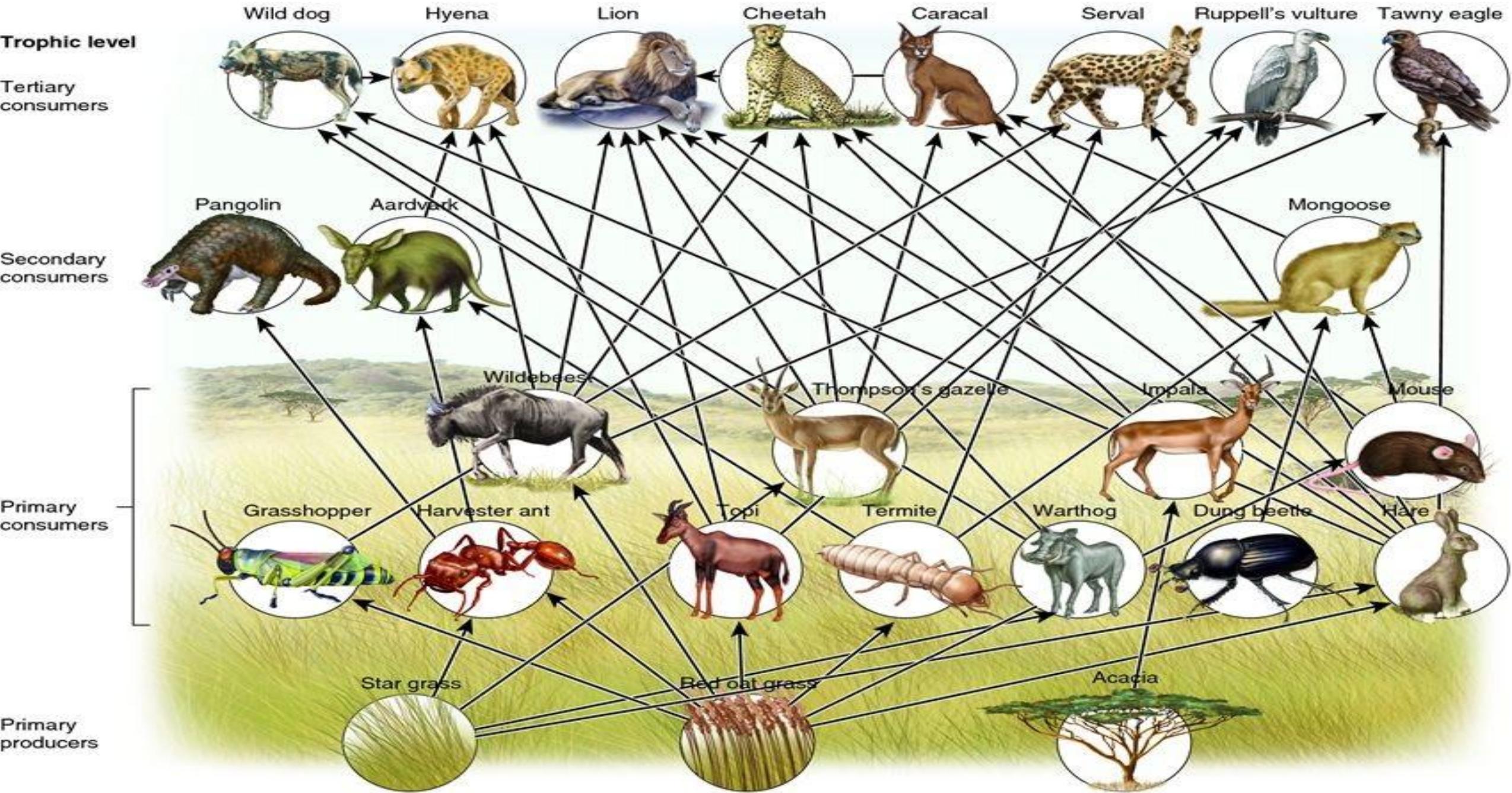
Trophic level

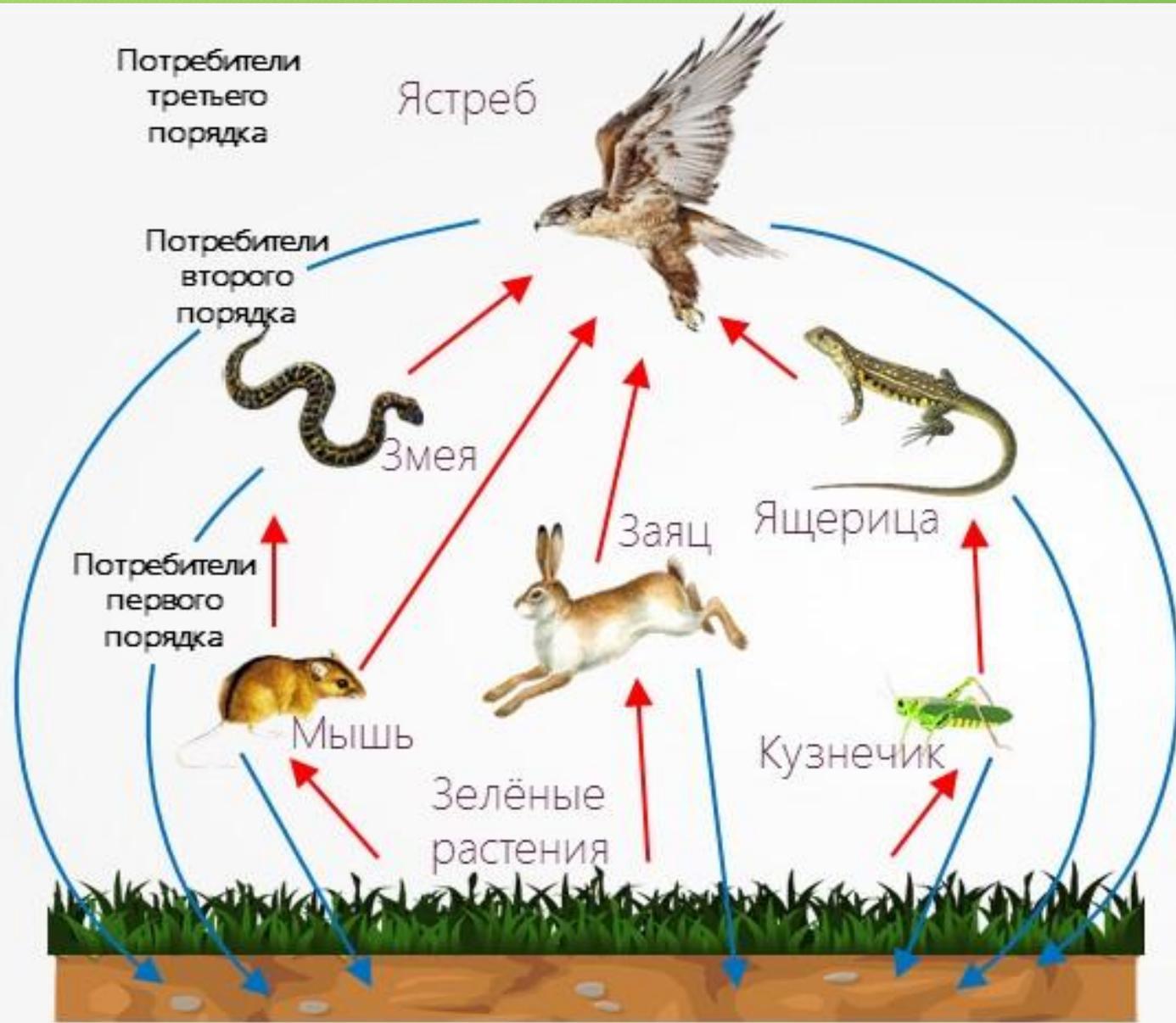
Secondary consumers

Primary consumers

Primary producers

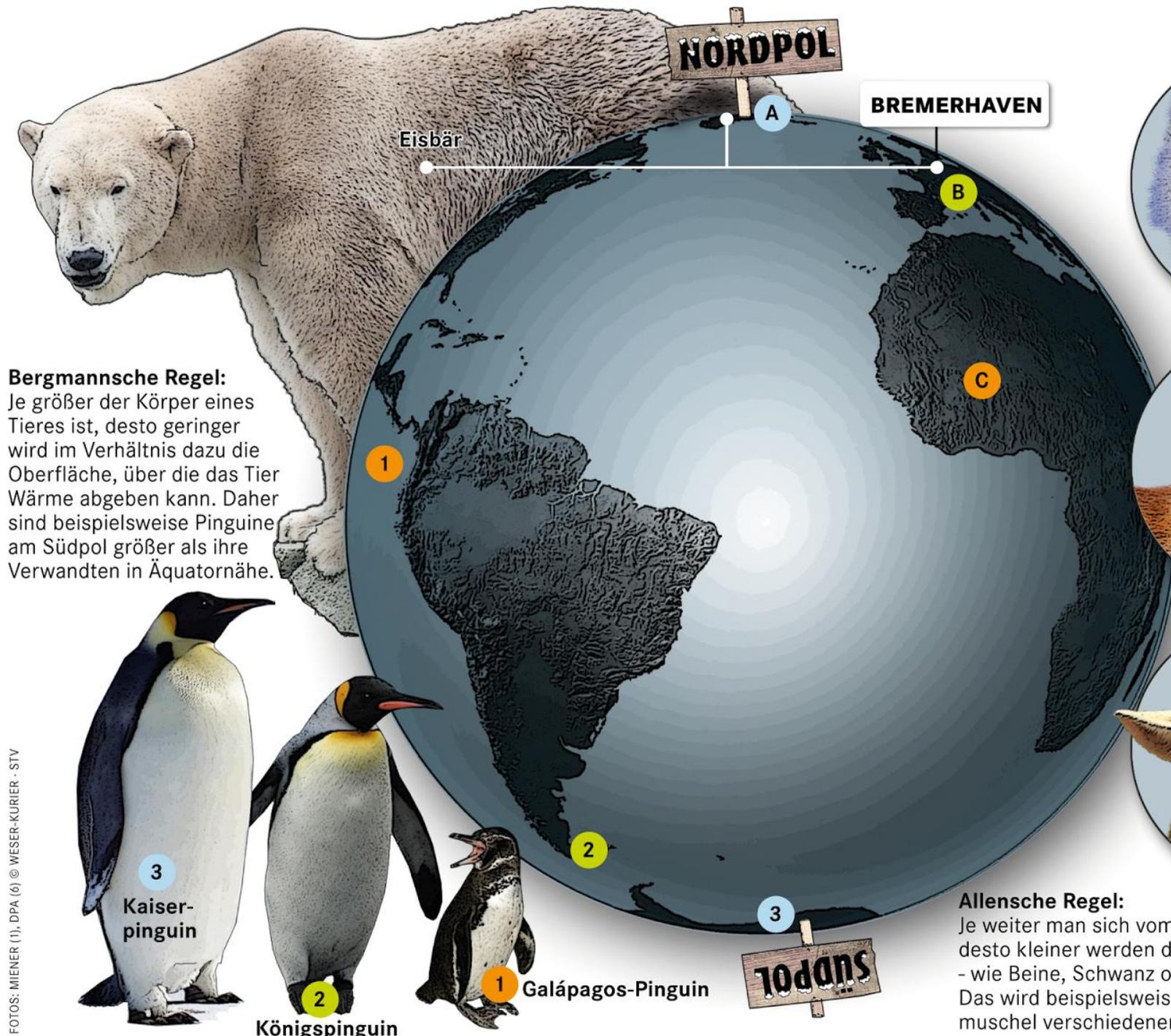






Микроорганизмы, осуществляющие разложение органических веществ

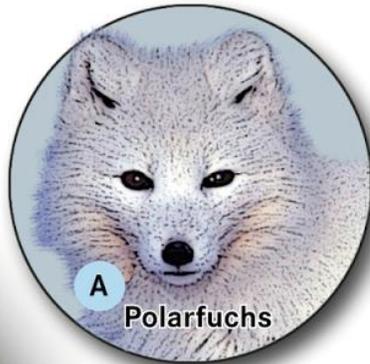
90%
энергии теряется при
переходе на следующий
трофический уровень



Eisbär

NORDPOL

BREMERHAVEN



A
Polarfuchs

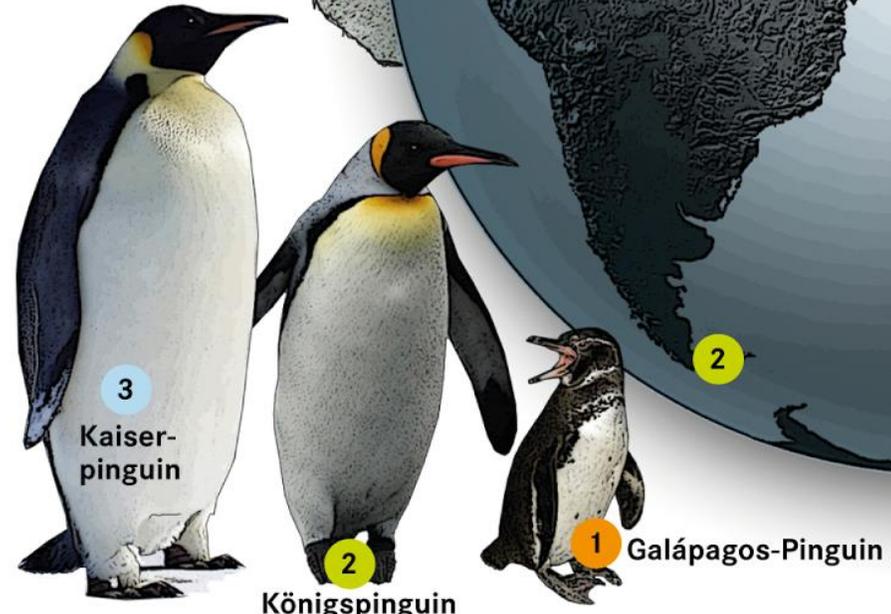


B
Rotfuchs



C
Wüstenfuchs

Bergmannsche Regel:
Je größer der Körper eines Tieres ist, desto geringer wird im Verhältnis dazu die Oberfläche, über die das Tier Wärme abgeben kann. Daher sind beispielsweise Pinguine am Südpol größer als ihre Verwandten in Äquatornähe.



3
Kaiserpinguin

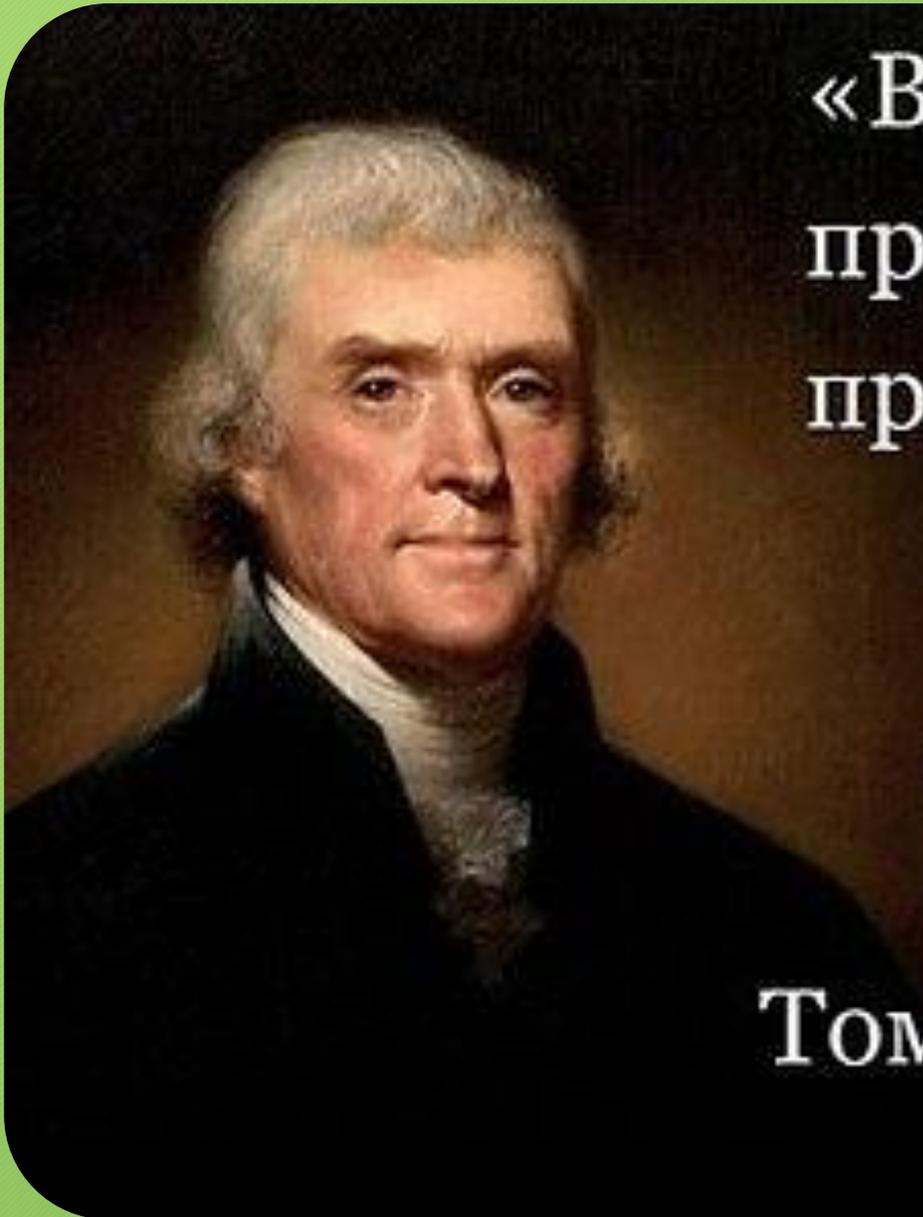
2
Königspinguin

1
Galápagos-Pinguin

SÜDPOL

Allensche Regel:
Je weiter man sich vom Äquator den Polen nähert, desto kleiner werden die Körperanhänge der Tiere - wie Beine, Schwanz oder Ohren. Das wird beispielsweise an der Größe der Ohrmuschel verschiedener Fuchsarten deutlich.





«Вводить законы,
противоречащие законам
природы,

— значит

порождать **преступления**,
чтобы потом их наказывать»

Томас Джефферсон