

Поток энергии и цепи питания

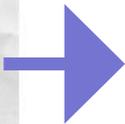


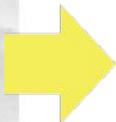
Передача энергии через пищевые связи

Вся жизнь на Земле существует за счет энергии солнечного излучения, которая переводится фотосинтезирующими организмами в химические связи органических соединений. Гетеротрофы получают энергию с пищей. Все живые существа являются объектами питания других, т. е. связаны между собой энергетическими отношениями. Пищевые связи в сообществах — это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

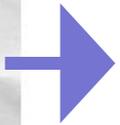
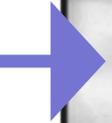
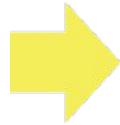
Цепи питания (трофические цепи)

Путь каждой конкретной порции энергии, накопленной зелеными растениями, короток. Она может передаваться не более чем через 4–6 звеньев ряда, состоящего из последовательно питающихся друг другом организмов. Такие ряды последовательно питающихся друг другом организмов, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют цепями питания.





Лист тюльпана
(перегной)
↓
Дождевой червь
↓
Землеройка



Шиповник



Куропатка



Орел

Пример цепей питания

растение → заяц → волк;

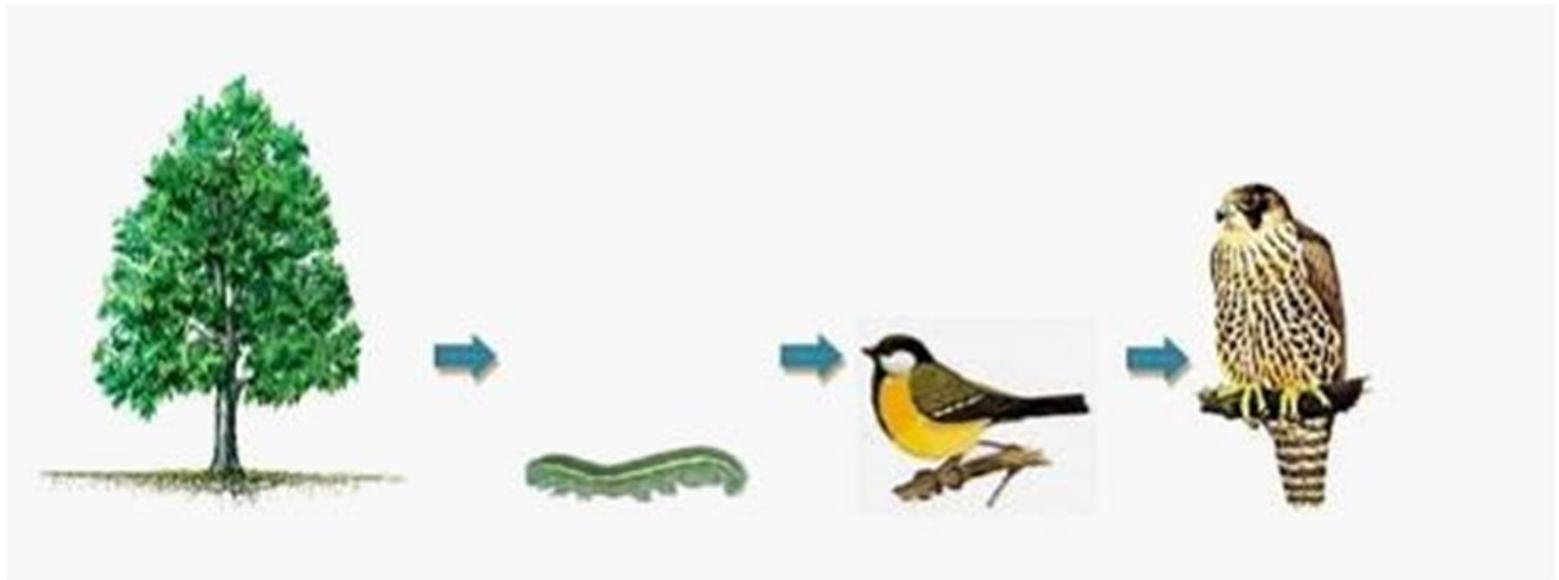
растение → полевка → лисица → орел;

растение → гусеница → синица → ястреб;

растение → суслик → гадюка → орел.

Цепи питания (трофические цепи)

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют цепями выедания (или пастбищными, или цепями потребления)



Детритная трофическая цепь

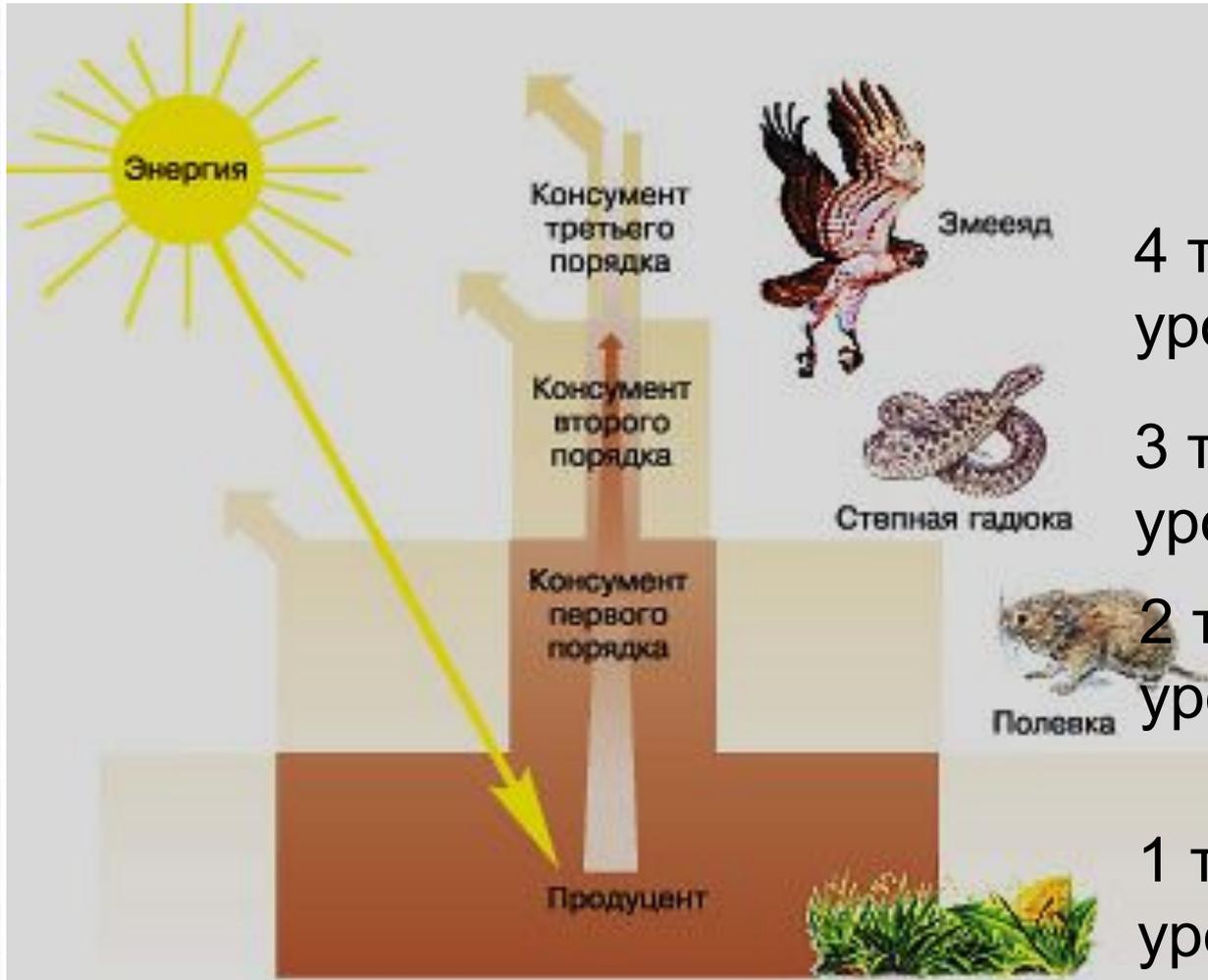


Цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, – детритными цепями разложения.

Трофические уровни

- Место каждого звена в цепи питания называют **трофическим уровнем**.
- Первый трофический уровень – это всегда продуценты, создатели органической массы;
- растительноядные консументы относятся ко второму трофическому уровню;
- плотоядные, живущие за счет растительноядных форм, – к третьему;
- потребляющие других плотоядных – соответственно к четвертому и т. д.
- Таким образом, различают консументов первого, второго и третьего порядков, занимающих разные уровни в цепях питания.

Трофические уровни



4 трофический
уровень

3 трофический
уровень

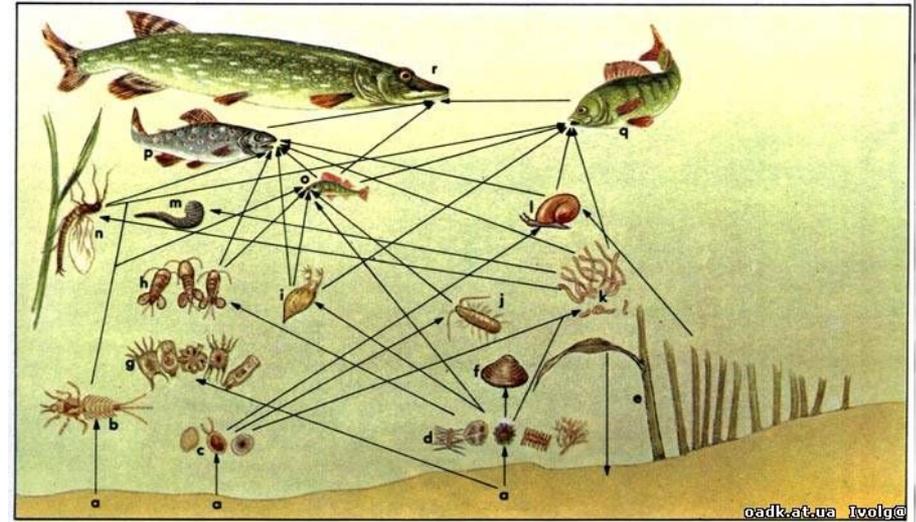
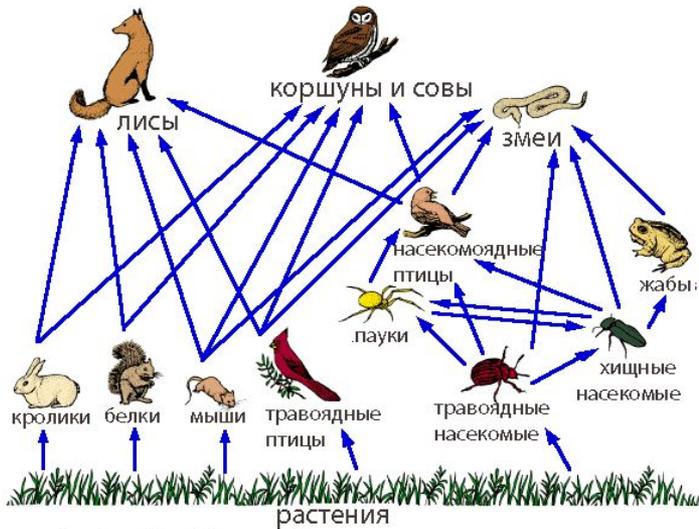
2 трофический
уровень

1 трофический
уровень

Правило 10 %

- основная часть потребляемой с пищей энергии идет у животных на поддержание их жизнедеятельности и лишь сравнительно небольшая – на построение тела, рост и размножение. Иными словами, большая часть энергии при переходе из одного звена пищевой цепи в другое теряется, так как к следующему потребителю может поступить лишь та энергия, которая заключена в массе поедаемого организма. По грубым подсчетам, эти потери составляют около 90 % при каждом акте передачи энергии через трофическую цепь.

Пищевые сети



Однако в реальных условиях в экосистемах различные цепи питания перекрещиваются между собой, образуя разветвленные сети. Почти все животные, за исключением редких специализированных видов, используют разнообразные источники пищи. Поэтому при выпадении одного звена в цепи не происходит нарушения в системе. Чем больше видовое разнообразие и богаче пищевые сети, тем устойчивее биоценоз.

Первичная продукция

- Скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях синтезируемого органического вещества, определяет продуктивность сообществ. **Органическую массу, создаваемую растениями за единицу времени, называют первичной продукцией сообщества.** Продукцию выражают количественно в сырой или сухой массе растений либо в энергетических единицах – эквивалентном числе джоулей.

Первичная продукция

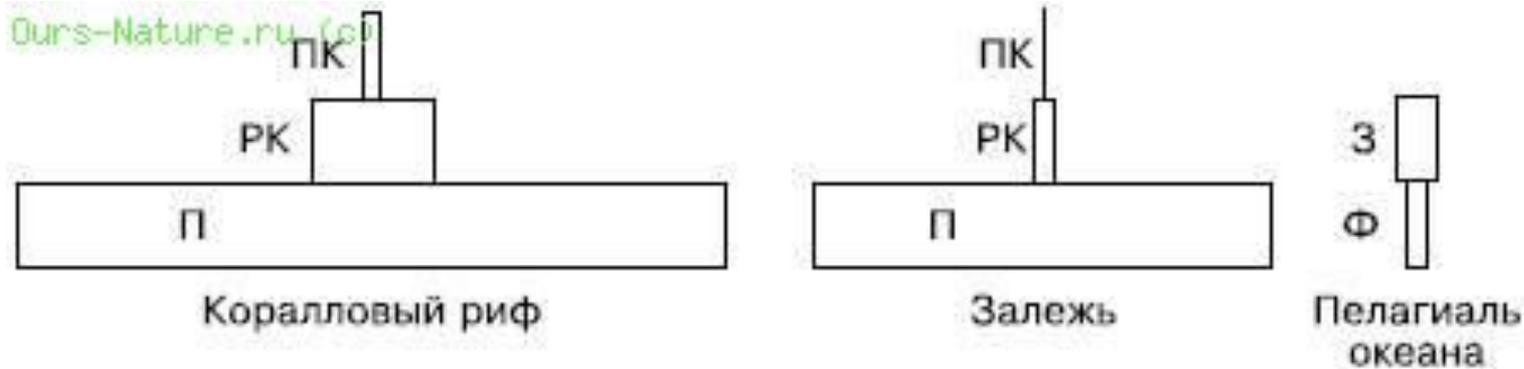
- **Валовая первичная продукция** – количество вещества, создаваемого растениями за единицу времени при данной скорости фотосинтеза. Часть этой продукции идет на поддержание жизнедеятельности самих растений (траты на дыхание). Эта часть может быть достаточно большой. В тропических лесах и зрелых лесах умеренного пояса она составляет от 40 до 70 % валовой продукции. Планктонные водоросли используют на метаболизм около 40 % фиксируемой энергии. Такого же порядка траты на дыхание у большинства сельскохозяйственных культур. **Оставшаяся часть созданной органической массы характеризует чистую первичную продукцию, которая представляет собой величину прироста растений.** Чистая первичная продукция – это энергетический резерв для консументов и редуцентов.

Вторичная продукция

- Перерабатываясь в цепях питания, она идет на пополнение массы гетеротрофных организмов. Прирост за единицу времени массы консументов – это вторичная продукция сообщества. Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, так как прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего.

Экологические пирамиды

Пирамиды биомассы



- Пирамиды биомассы в некоторых биоценозах (по Ф. Дре, 1976): П – продуценты; РК – растительноядные консументы; ПК – плотоядные консументы; Ф – фитопланктон; З – зоопланктон

Под биомассой понимают суммарную массу организмов данной группы или всего сообщества в целом.

- В большинстве наземных экосистем действует правило пирамиды биомасс, т. е. суммарная масса растений оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов и травоядных, а масса тех, в свою очередь, превышает массу всех хищников
- Для океана правило пирамиды биомасс недействительно (пирамида имеет перевернутый вид). На высших трофических уровнях преобладает тенденция к накоплению биомассы, так как длительность жизни крупных хищников велика, скорость оборота их генераций, наоборот, мала и в их телах задерживается значительная часть вещества, поступающего по цепям питания.

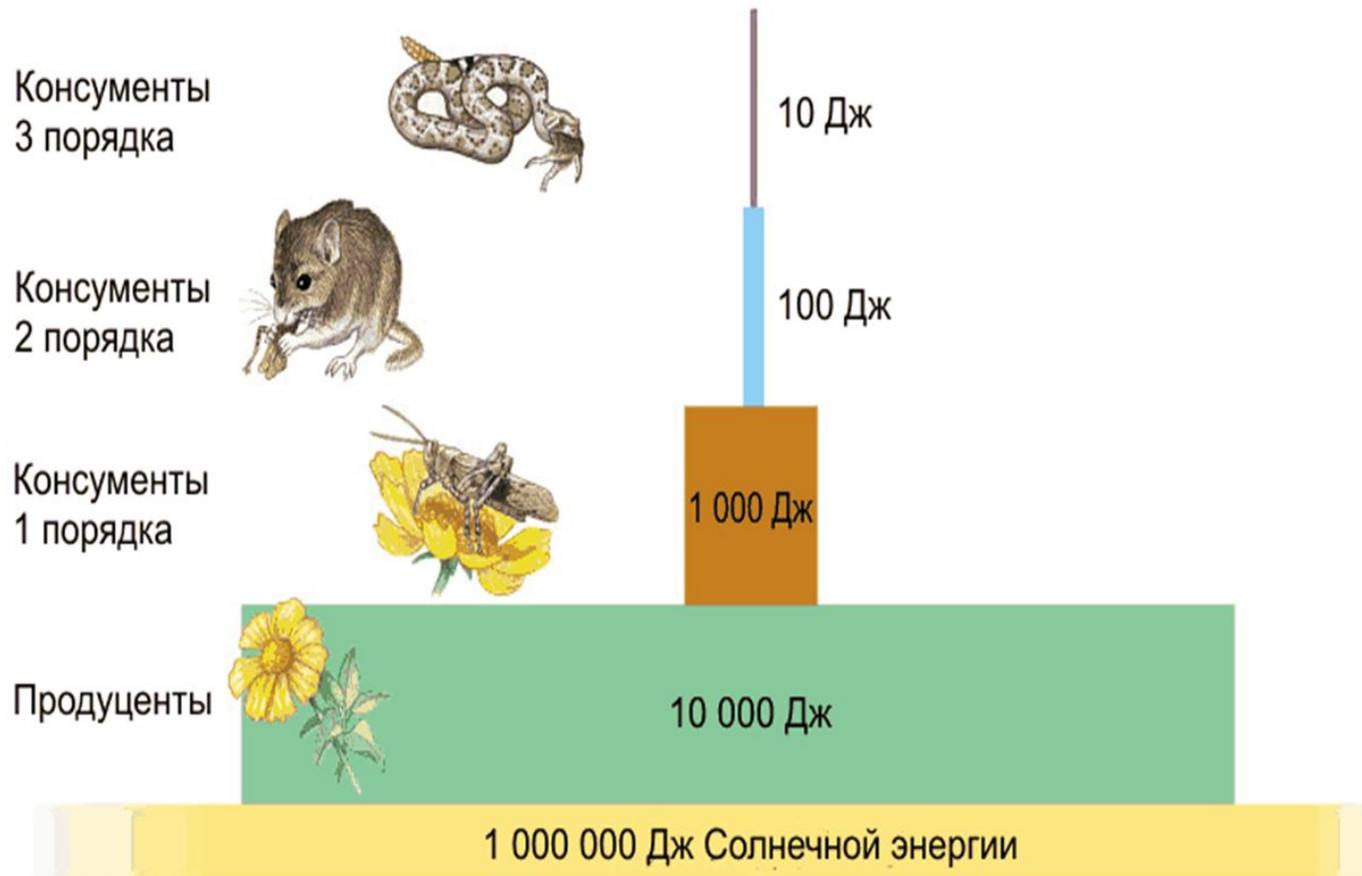
Пирамида биомасс океана.



Пирамиды продукции

- правила пирамиды продукции: **на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.**

Пирамида продукции



Пирамида чисел



Рассмотрите экологическую пирамиду численности и выявите закономерность. Почему численность организмов уменьшается при переходе с одного трофического уровня к другому

Пирамида чисел

- В тех трофических цепях, где передача энергии происходит в основном через связи хищник – жертва, часто выдерживается правило пирамиды чисел: **общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается.** Это связано с тем, что хищники, как правило, крупнее объектов своего питания и для поддержания биомассы одного хищника нужно несколько или много жертв.

Пирамида чисел

- Из этого правила могут быть и исключения – те редкие случаи, когда более мелкие хищники живут за счет групповой охоты на крупных животных. Правило пирамиды чисел было подмечено еще в 1927 г. Ч. Элтоном, который отметил также, что оно неприменимо к цепям питания паразитов, размеры которых с каждым звеном уменьшаются, а число особей возрастает

Пирамида энергии

Шиповник

10 тыс. кДж → 1 тыс. кДж

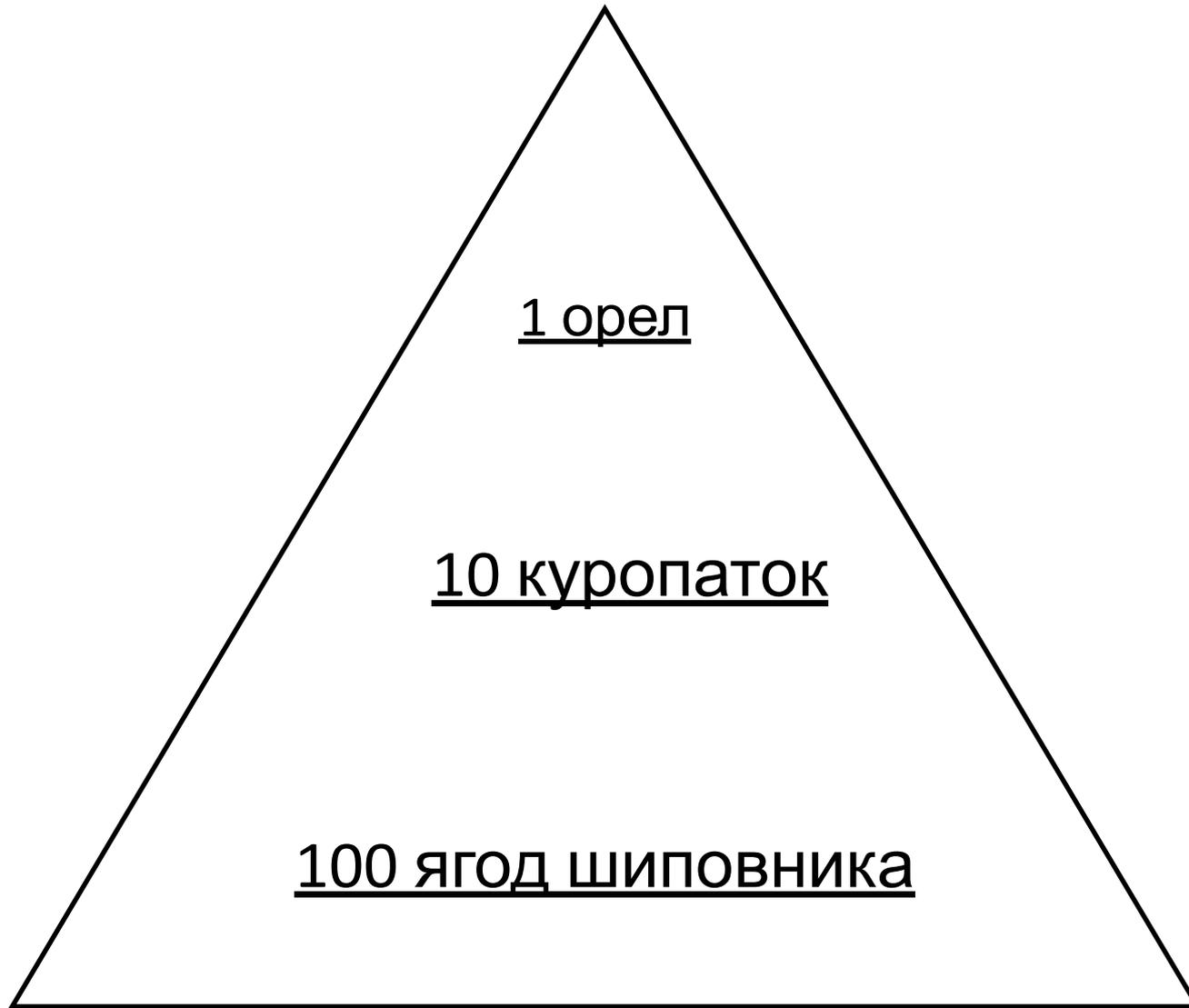
Куропатка

1 тыс. кДж → 100 кДж

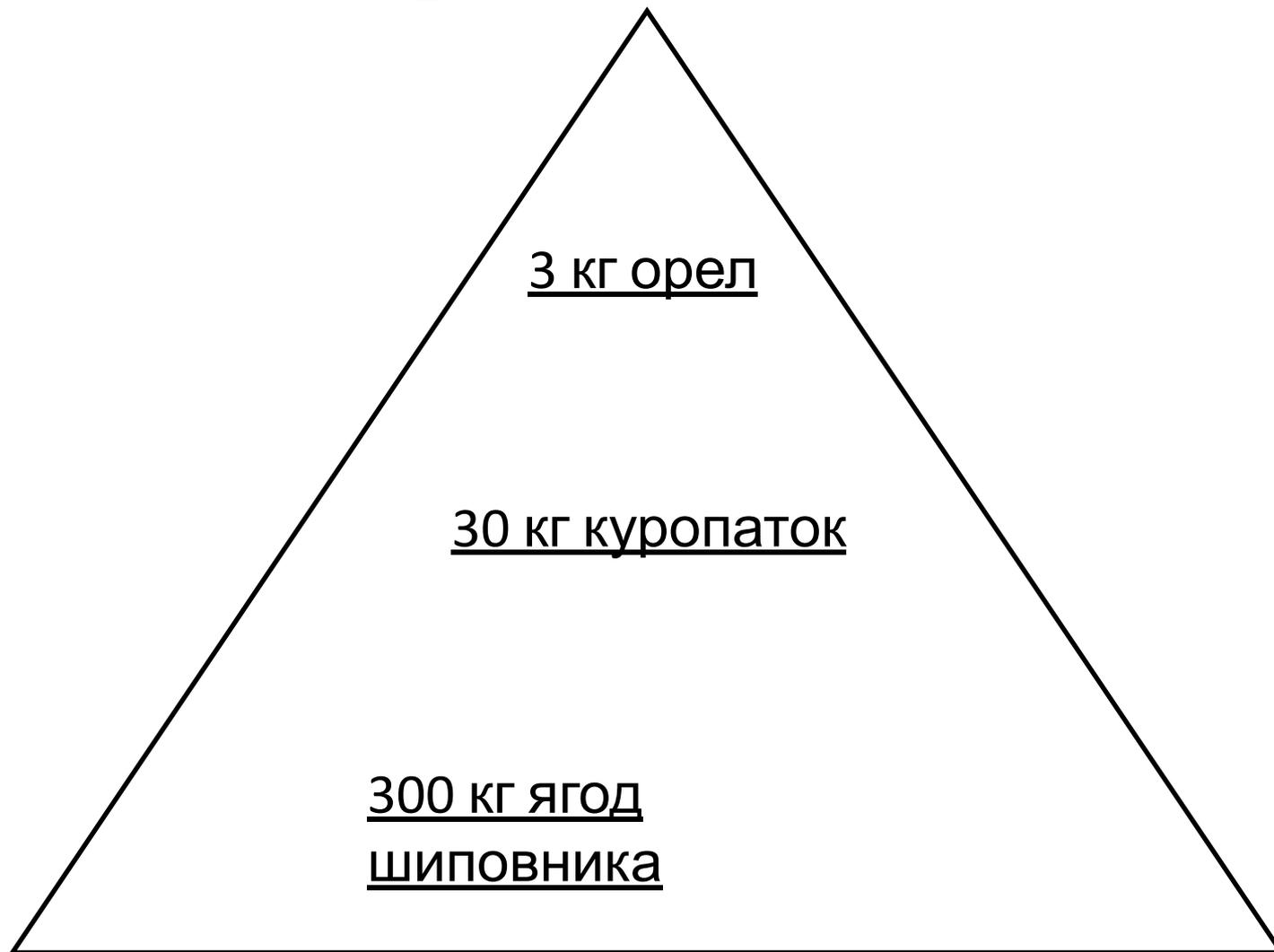
Орел

100 кДж → 10 кДж

Пирамида чисел



Пирамида массы



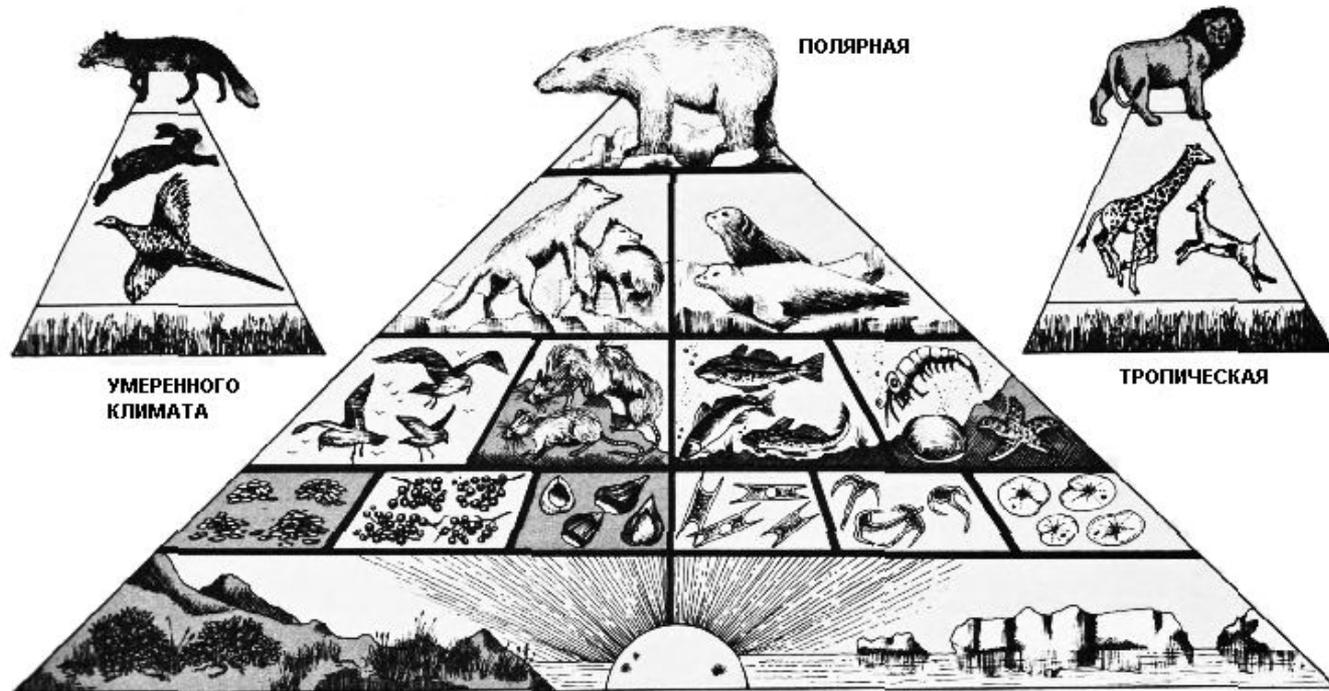
1. Количество пищевых цепей в БГЦ зависит от видового разнообразия. Чем он богаче, тем устойчивее цепи питания и, следовательно, круговорот веществ. Чем больше пищевых цепочек, тем выше способность к саморегуляции и поддержанию своего состава на определенном постоянном уровне.

2. Правило экологической пирамиды: в любом БГЦ при переходе от одного звена пищевой цепи к следующему происходят потери: энергии, массы и количества особей, которые составляют 90% (10% КПД).

Знание законов продуктивности экосистем, возможность количественного учета потока энергии имеют важное практическое значение, поскольку продукция природных и искусственных сообществ является основным источником запасов пищи для человечества. Точные расчеты потока энергии и масштабов продуктивности экосистем Точные расчеты потока энергии и масштабов продуктивности экосистем позволяют регулировать в них круговорот веществ в природе таким образом, чтобы добиваться наибольшего выхода необходимой для человека продукции.

Закрепление материала

Решение экологических задач на правило экологической пирамиды



**С одного трофического уровня на другой
переходит не более 10% энергии и массы
вещества, а 90% рассеивается в виде тепла**

Экологическая задача 1



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 кг x 10) x 10 8 кг x 10 8 кг

II. Подпись известных 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 3



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) □ Консумент-1 (заяц) □ Консумент-2 (волк)

$(39 \text{ кг} \times 10) \times 10$ $39 \text{ кг} \times 10$ 39 кг

II. Вычисление массы, набранной волком:

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

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

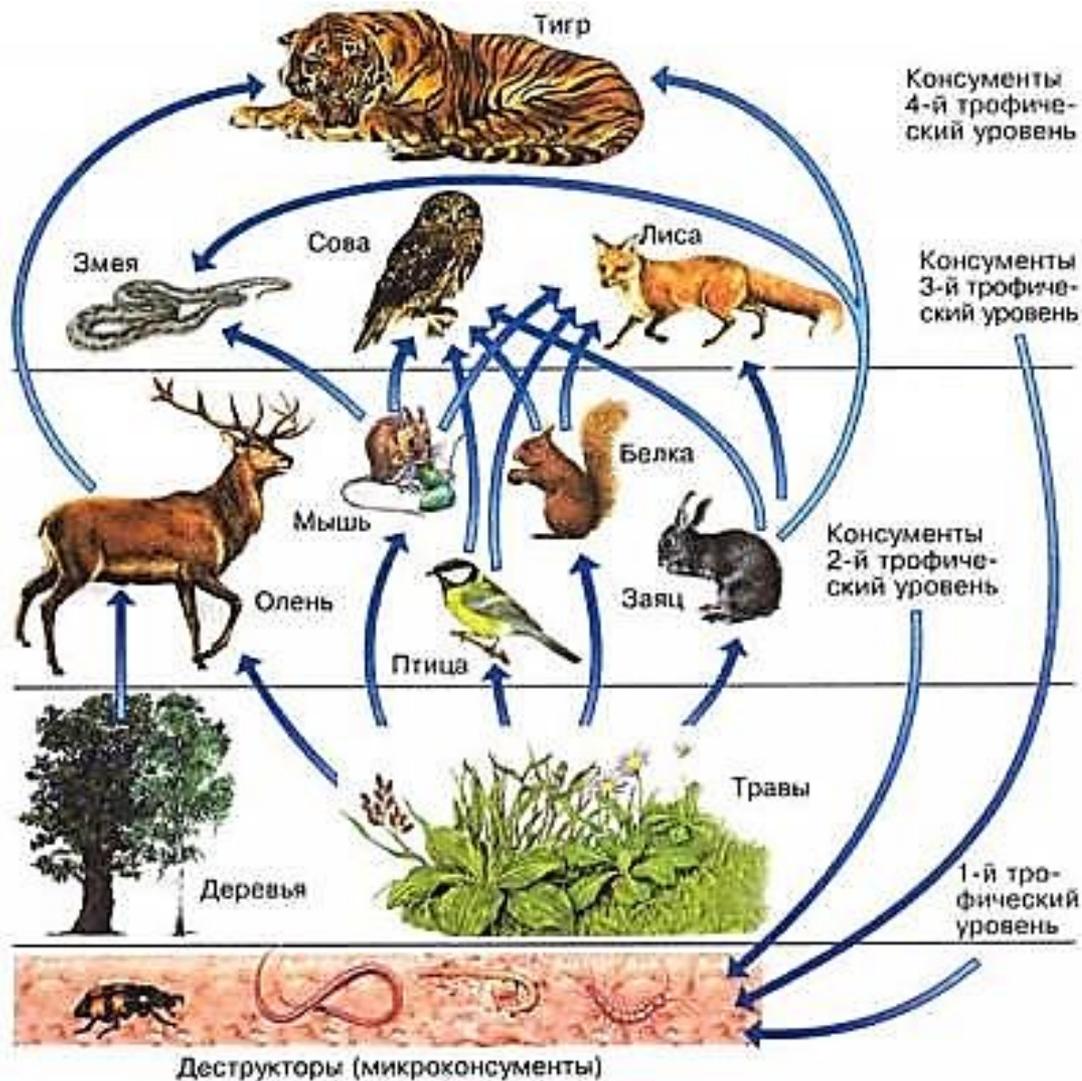
III. Подсчёт: Масса зайцев = $39 \text{ кг} \times 10 = 390 \text{ кг}$; кол-во зайцев = $390 \text{ кг} : 2 \text{ кг} = 195 \text{ шт}$;
масса растений = $(39 \text{ кг} \times 10) \times 10 = 3900 \text{ кг}$

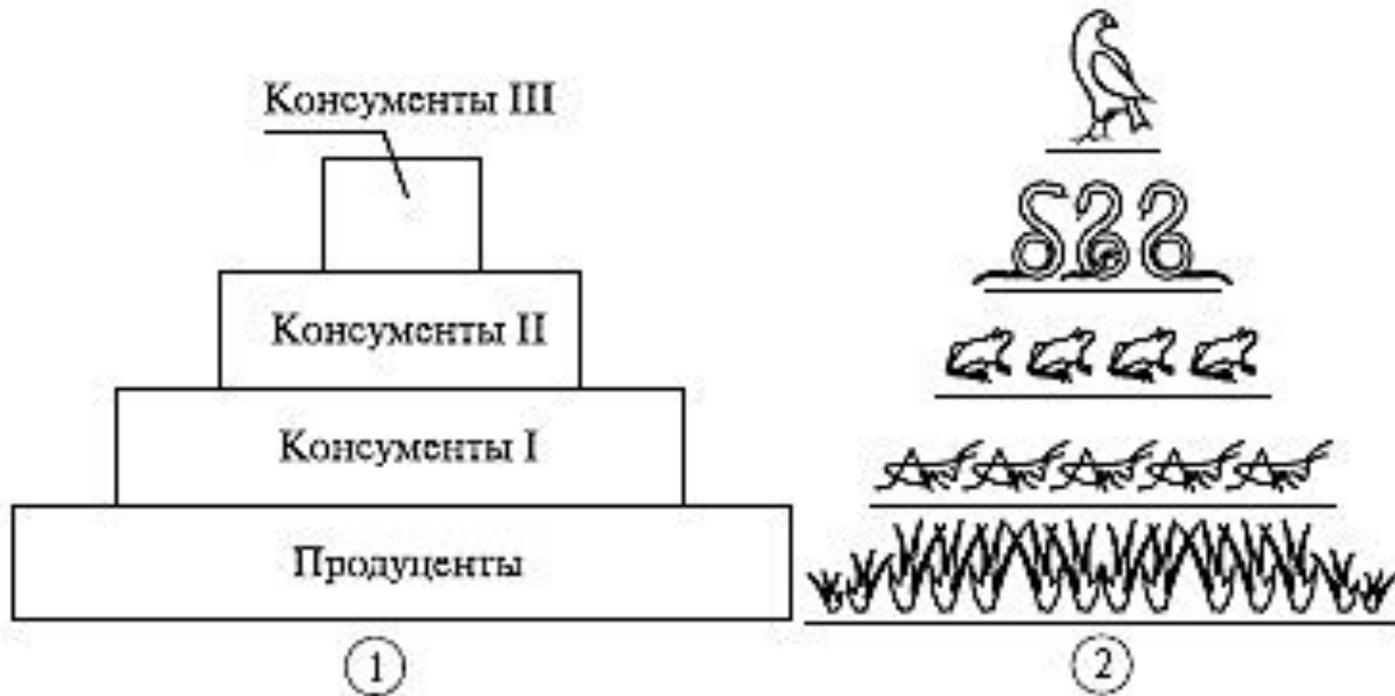
Ответ: волк съел 195 зайцев, которые съели 3900 кг растений.

Укажите, какие цепи относятся к пастбищным, а какие к детритным. Обоснуйте свой ответ.

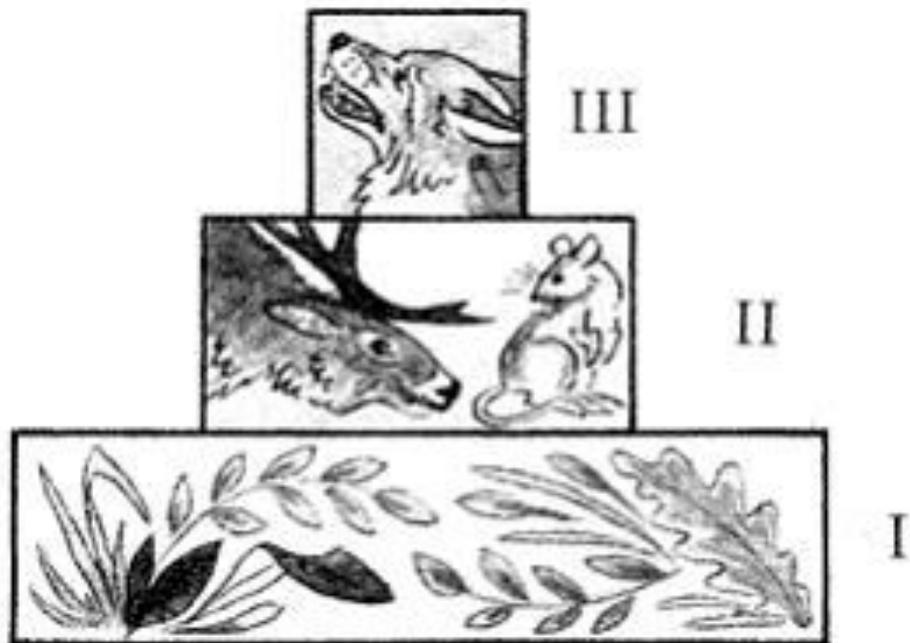
- Сосна → тля → божья коровка → паук-крестовик → кукушка → ястреб
- Листовая подстилка → Дождевой червь → Черный дрозд → Ястреб-перепелятник
- Мертвое животное → Личинки падальных мух → Травяная лягушка → Обыкновенный уж
- Фитопланктон → зоопланктон → планктоядные рыбы → хищные рыбы → морские птицы, ластоногие, китообразные
- Гумус и детрит → Личинки ручейников → Хищные водные жуки → Рыбы
- Одноклеточные водоросли → Ресничные инфузории → Коловратки → Хищные водные жуки → Рыбы

Составьте 2 цепи питания.





Что изображено на рисунках?



Что в экологической пирамиде обозначено цифрами?

Назовите, кто в этой пирамиде является
консументом 1 порядка, а кто -

Задача 1.

В лесном сообществе обитают: гусеницы, синицы, сосны, коршуны. Составьте пищевую цепь и назовите консумента второго порядка.

Задача 2.

На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно планктона, что бы в море вырос один дельфин массой 300 кг, если цепь питания имеет вид: планктон, нехищные рыбы, хищные рыбы, дельфин.

1. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно зерна, чтобы в лесу вырос один филин массой 3.5 кг, если цепь питания имеет вид: зерно злаков -> мышь -> полевка -> хорек -> филин.

2. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько орлов может вырасти при наличии 100 т злаковых растений, если цепь питания имеет вид: злаки -> кузнечики -> лягушки -> змеи -> орел.

3. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько орлов может вырасти при наличии 100 т злаковых растений, если цепь питания имеет вид: злаки -> кузнечики-> насекомоядные птицы-> орел.

4. Какие из перечисленных организмов экосистемы тайги относят к продуцентам, первичным консументам, вторичным консументам: бактерии гниения, лось, ель, заяц, волк, лиственница, рысь? Составьте цепь питания из 4 или 5 звеньев.



Нектар цветов



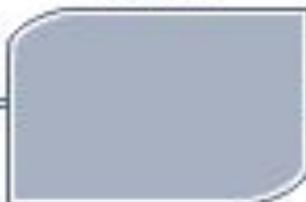
Муха



Синица



Древесина



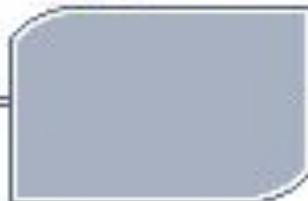
Дятел



Трава



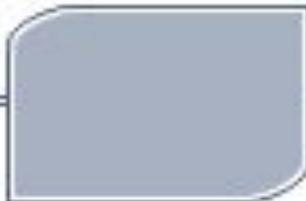
Кузнечик



Уж



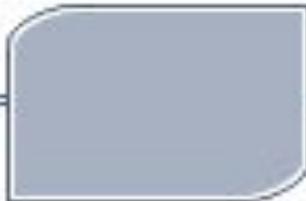
Листья



Кукушка



Семена

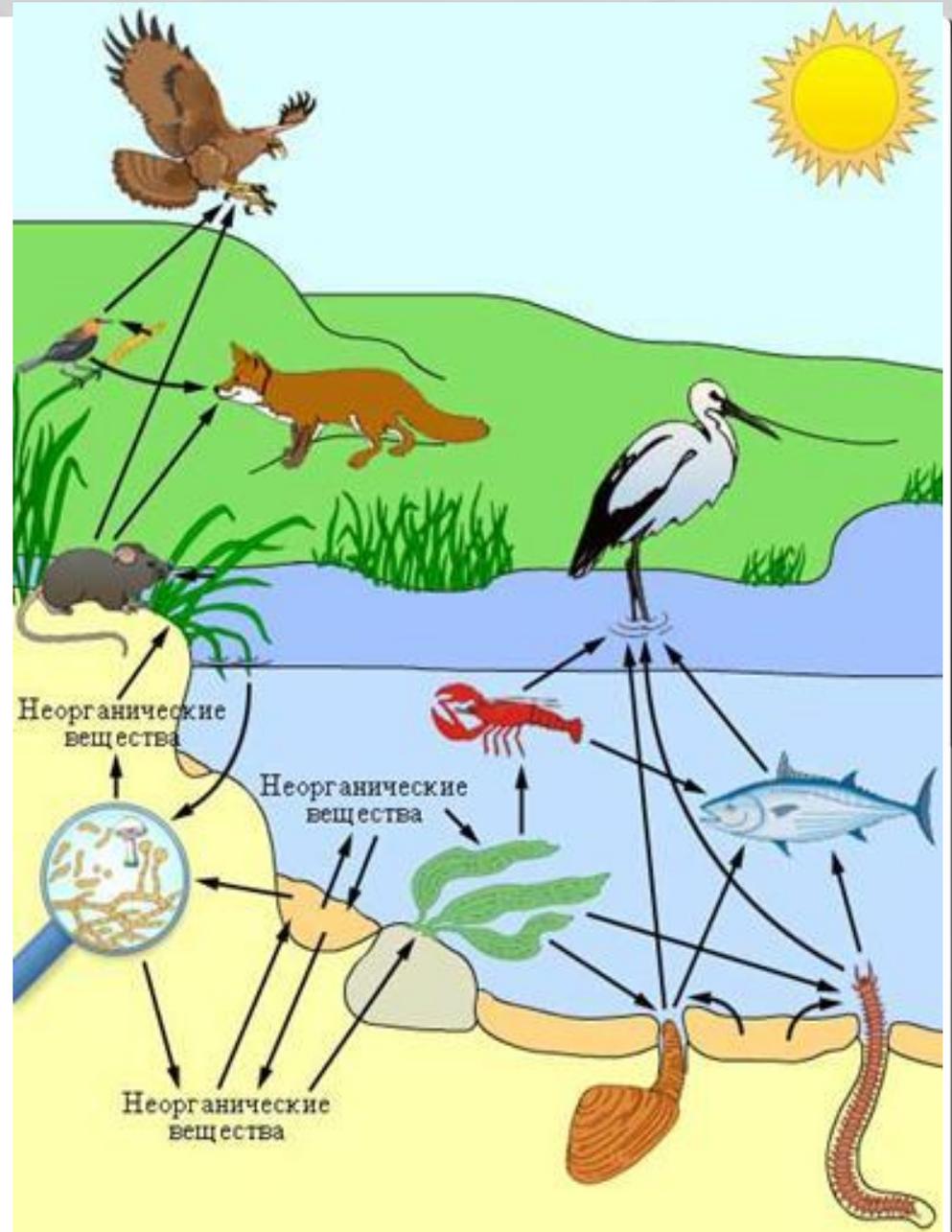


Гадюка



Аист

Из предложенного списка живых организмов составить трофическую сеть: трава, ягодный кустарник, муха, синица, лягушка, уж, заяц, волк, бактерии гниения, комар, кузнечик. Укажите количество энергии, которое переходит с одного уровня на другой.



Зная правило перехода энергии с одного трофического уровня на другой (около 10%), постройте пирамиду биомассы третьей пищевой цепи (задание 1).
Биомасса растений составляет 40 тонн.