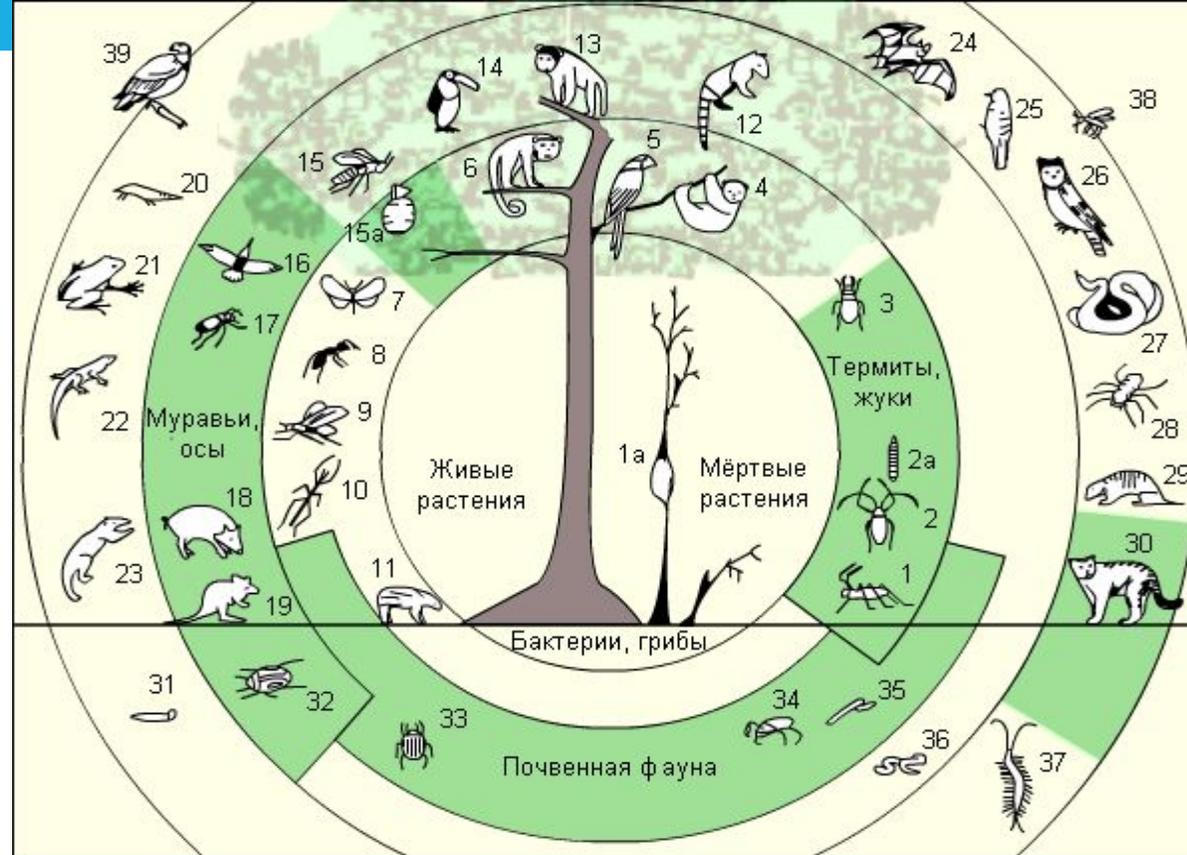


ПИЩЕВЫЕ СВЯЗИ В ЭКОСИСТЕМАХ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ.

Структура биогеоценоза



Консументы первого порядка, живущие только за счёт отмерших частей растений:

1 – термит, 1а – гнездо термитов, 2 – жук-усач, 2а – личинка усача, 3 – сахарный жук.

Консументы первого порядка, питающиеся только живыми растениями:

4 – двупалый ленивец, 5 – попугай амазон, 6 – обезьяна-ревун, 7 – бабочка геликониды, 8 – муравей-листорез, 9 – цикада, 10 – палочник, 11 – пака.

Консументы первого и второго порядков (всеядные):

12 – енот-носуха, 13 – обезьяна-капуцин, 14 – тукан, 15 – оса, 15а – осиное гнездо, 16 – колибри, 17 – странствующий муравей, 18 – пекари, 19 – мышевидный опоссум.

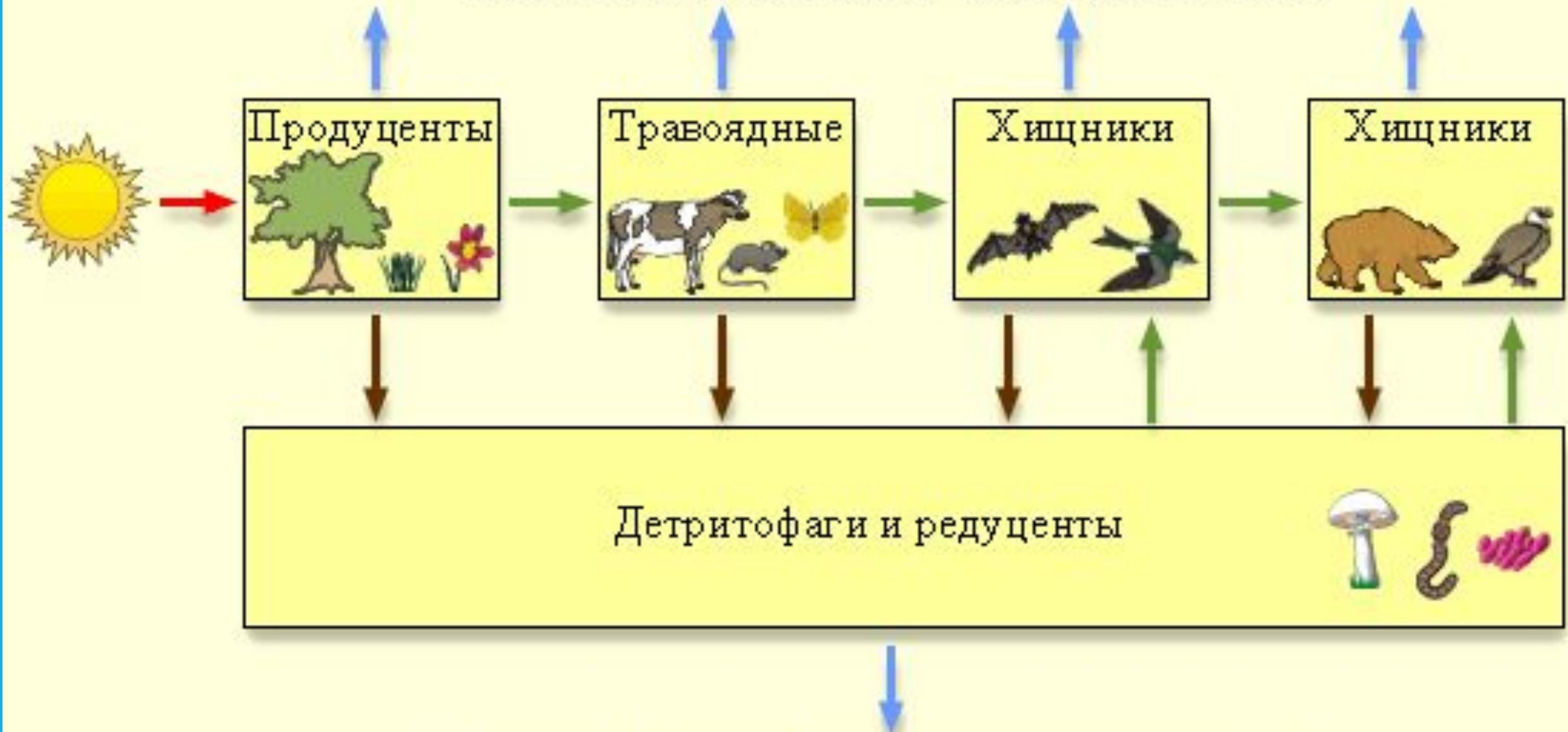
Консументы второго порядка (плотоядные):

20 – наездник, 21 – лягушка филомедуза, 22 – игуана анолис, 23 – четырёхпалый муравьед, 24 – американский листонос, 25 – дятел, 26 – гарпия, 27 – обыкновенный удав, 28 – паук-птицеед, 29 – девятипоясный броненосец, 30 – ягуар, 31 – наземная пиявка, 32 – таракан, 33 – почвенный клещ, 34 – ногохвостка, 35 – дождевой червь, 36 – безногое земноводное червяга, 37 – многоножка сколопендра.

Консументы высшего порядка (паразиты, падальщики):

38 – комар, 39 – королевский гриф.

Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании



Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании

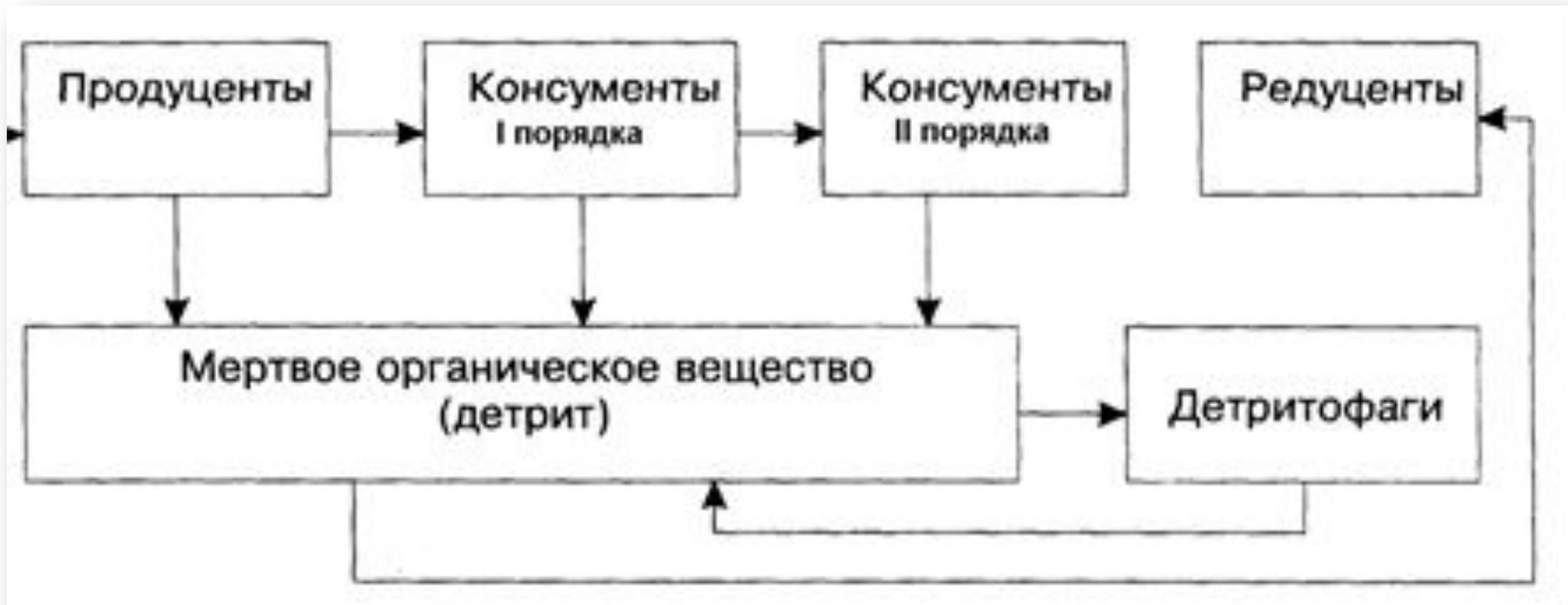


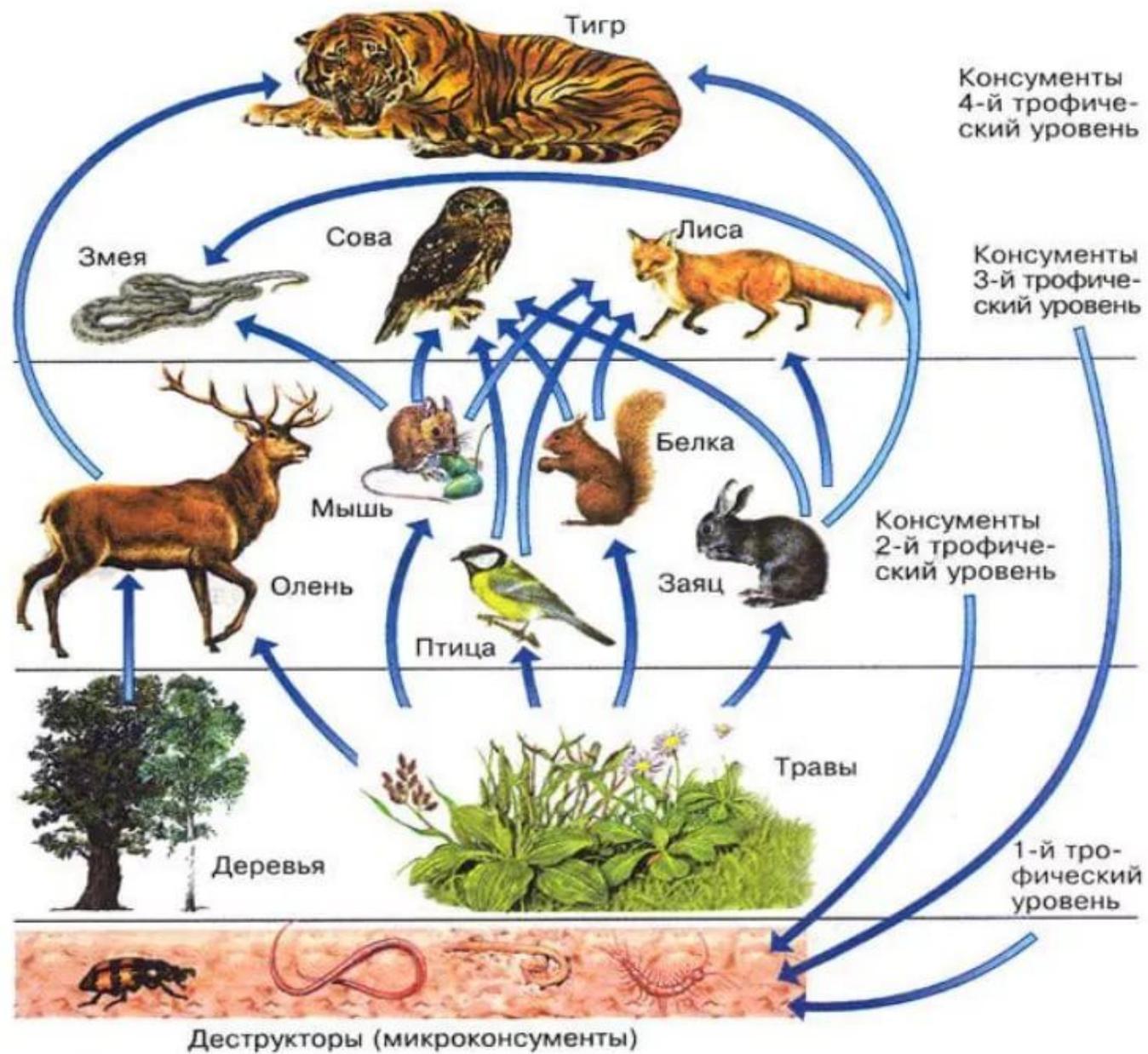
Трофическая структура

- – связь между компонентами экосистемы, возникающая на основе пищевых отношений и способов получения энергии.
- Трофическая структура представлена *трофическими цепями* и *трофическими сетями*. Одно звено цепи питания – *трофический уровень*.

Пищевые связи идут в направлении:

(стрелками обозначен поток энергии на трофических уровнях)



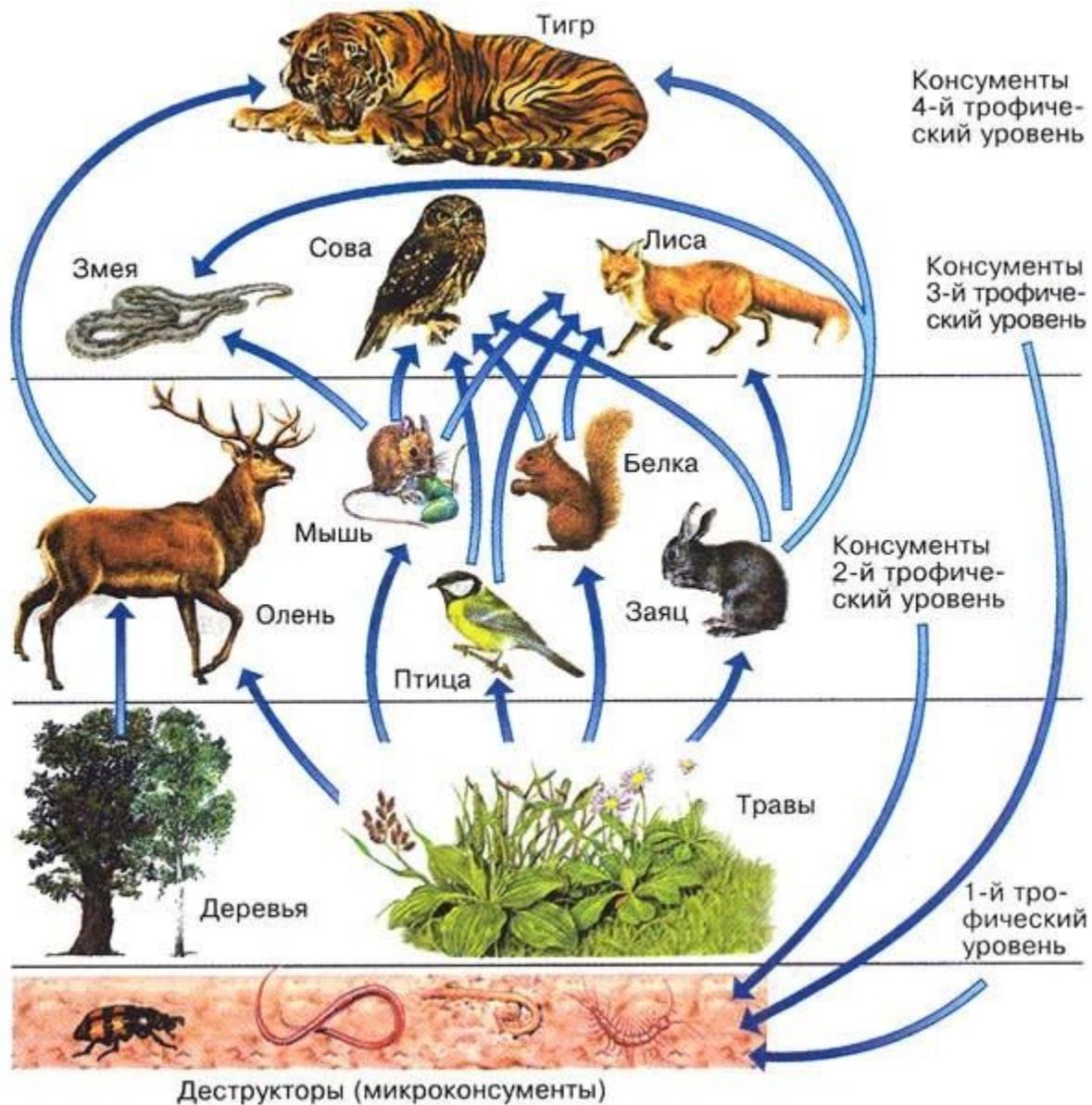


Цепи питания

Пастбищные (выедания)	Детритные (разложения)
характерны для травянистых экосистем.	характерны для экосистем с преобладанием мертвого органического вещества.
<ul style="list-style-type: none">*растения → кузнечик → ящерица → ястреб;*растения → кузнечик → лягушка → змея → орел;*фитопланктон → зоопланктон → мирные рыбы → хищные рыбы → хищные птицы.	<ul style="list-style-type: none">*детрит → навозные, трупоядные насекомые → мелкие животные-хищники;*листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб.

Пастбищная цепь питания хвойного леса

- **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. Пастбищная пищевая цепь начинается с зеленых растений и идет к растительноядным, а затем к плотоядным животным.
- Небольшое число видов по сравнению с дубравой, недостаток света, бедный опад, малоплодородная почва обусловили короткие цепи питания в хвойном лесу. Пример: растения (хвойные и др.) – растительноядные животные (белка) – хищные (лисица).
- **Организмы-производители** – в основном виды хвойных, а также некоторые виды мелко- и широколиственных древесных растений, лишайники и мхи, небольшое число видов кустарников и трав. Ярусное расположение растений и животных – приспособление к более полному использованию света, питательных веществ, территории. Причина небольшого числа ярусов в лесу – недостаток света. Организмы-потребители это разные виды членистоногих, земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, среди них одни – растительноядные, другие – хищные, третьи – паразиты. Организмы-разрушители – черви, грибы, бактерии.



Цепи питания животных тайги:

- таежные и лесные орехи -> бурундук -> рысь;
- трава и прочая зелень -> косуля -> тигр;
- трава -> кузнечик -> ящерица -> ястреб;
- трава и кора деревьев -> заяц -> сова;
- трава и зерновые растения -> мышь -> змея -> ёж -> барсук -> волк.

Пастбищная цепь питания водоёма

- **В водоеме преобладают пастбищные цепи питания**, которые состоят из нескольких последовательных звеньев. Например, растительными остатками и развивающимися на них бактериями питаются простейшие, которых поедают мелкие рачки. Рачки, в свою очередь, служат пищей рыбам, а последних могут поедать хищные рыбы. Почти все виды питаются не одним типом пищи, а используют разные пищевые объекты. Пищевые цепи сложно переплетены. Отсюда следует важный общий вывод: если какой-нибудь член биогеоценоза выпадает, то система не нарушается, так как используются другие источники пищи. Чем больше видовое разнообразие, тем система устойчивее.
- Первичным источником энергии в водном биогеоценозе, как и в большинстве экологических систем, служит солнечный свет, благодаря которому растения синтезируют органическое вещество. Очевидно, биомасса всех существующих в водоеме животных полностью зависит от биологической продуктивности растений.

Цепи питания в пресном водоёме



Личинки



Карась



Щука



Водоросли

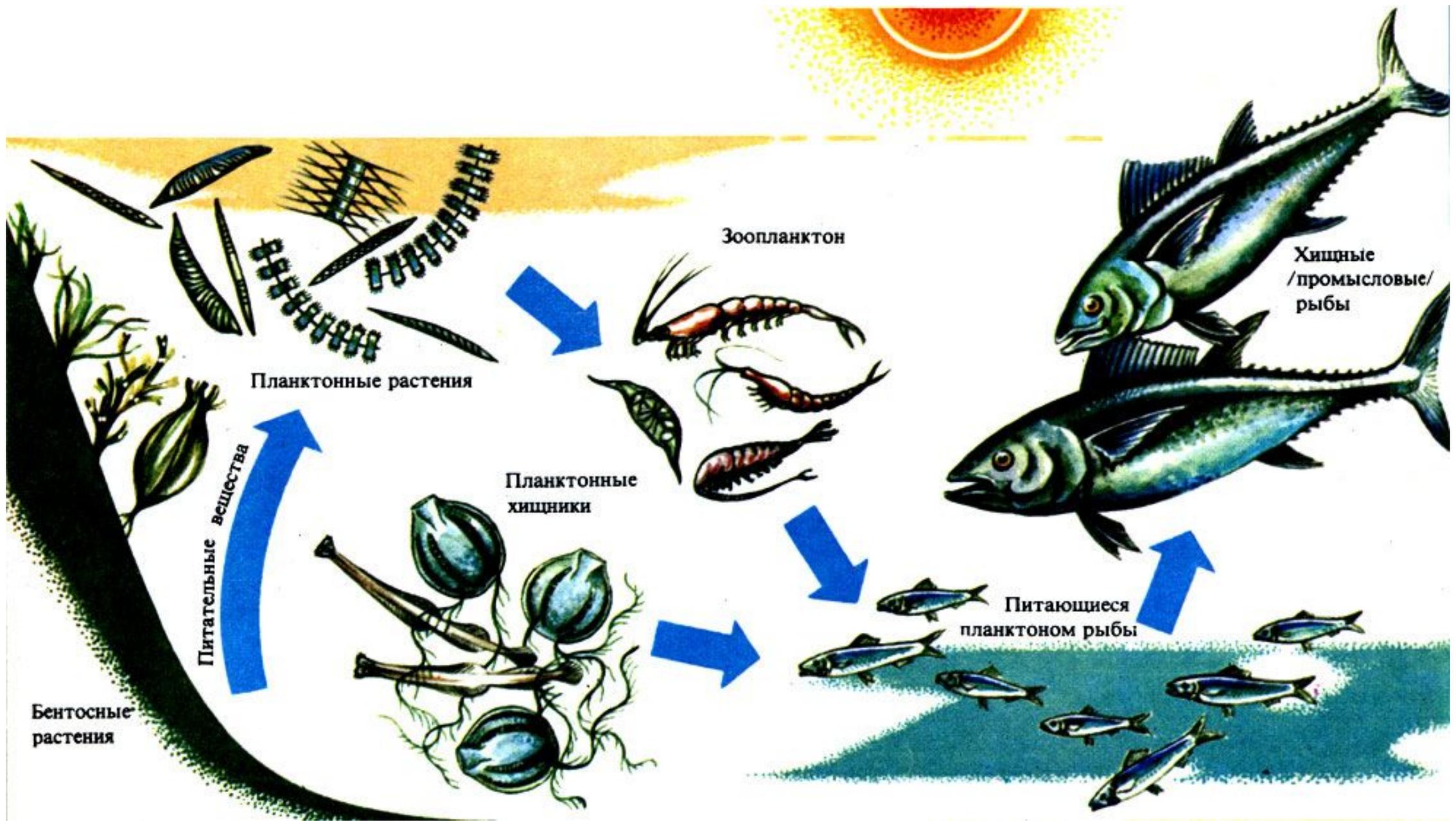


Рыба



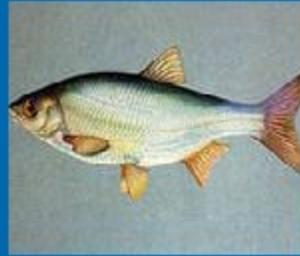
Цапля





Цепи питания:

➤ Водоросли → Рыба → Цапля



Насекомое → Карась → Щука



Пастбищная цепь питания луга

- Растительность луга характеризуется господством многолетних травянистых растений, главным образом злаков и осоковых, в условиях достаточного или избыточного увлажнения. Общее для всех лугов свойство состоит в наличии травостоя и дернины. Для цепи питания луга характерно наличие, как продуцентов, так и первичных (травоядные) и вторичных консументов (хищники). Типичными цепями питания луга можно назвать:
 - нектар цветов – бабочки – перепел;
 - зерно – мышь – лиса;
 - комар – стрекоза – коростель.

Цепи питания на лугу

душистый



КОЛЮСОК

полёвка



змея



коршун



трава



гусеница



тиркушка



ястреб



Растительные



ОСТАТКИ

червь
дождевой



жук
жужелица

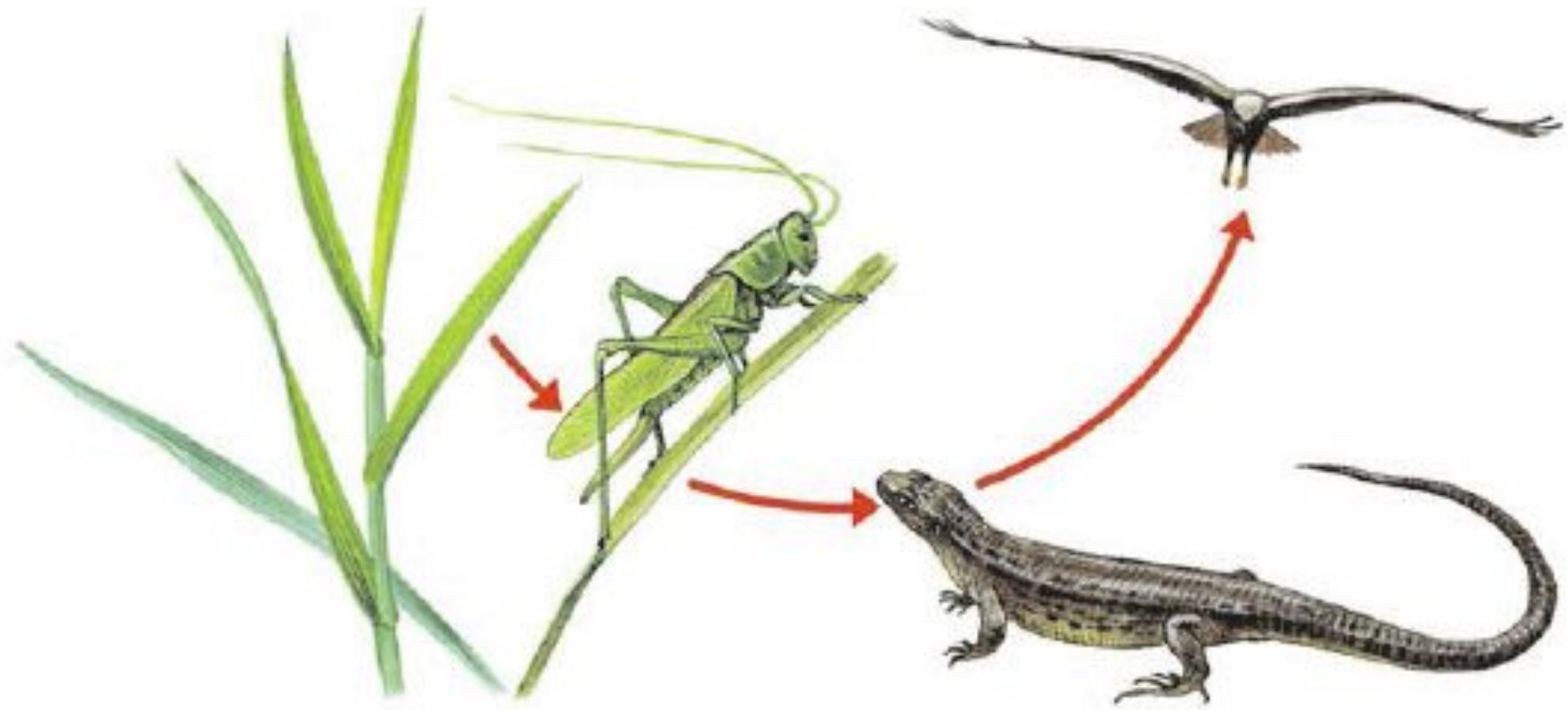


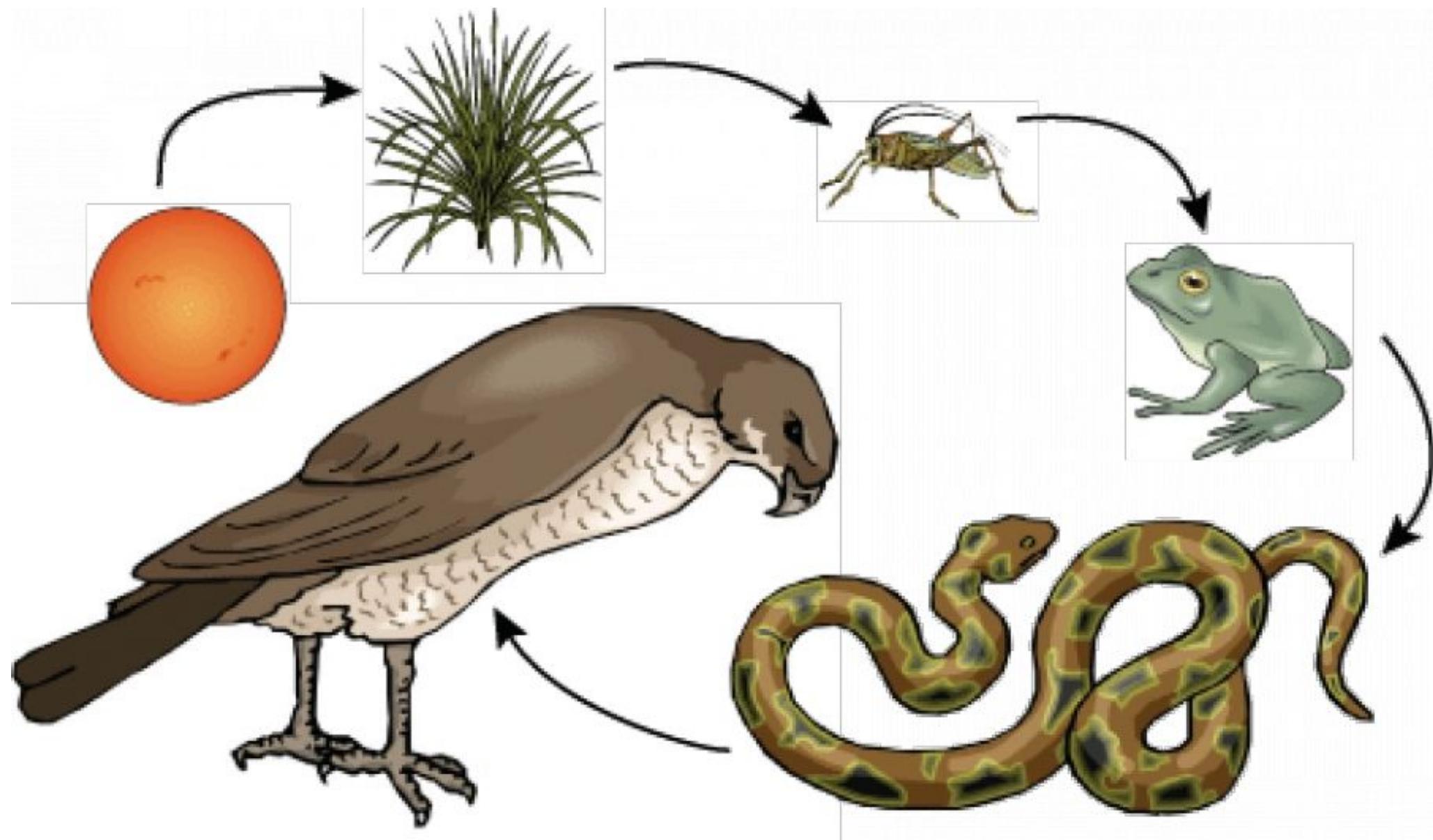
ящерица



Цепи питания

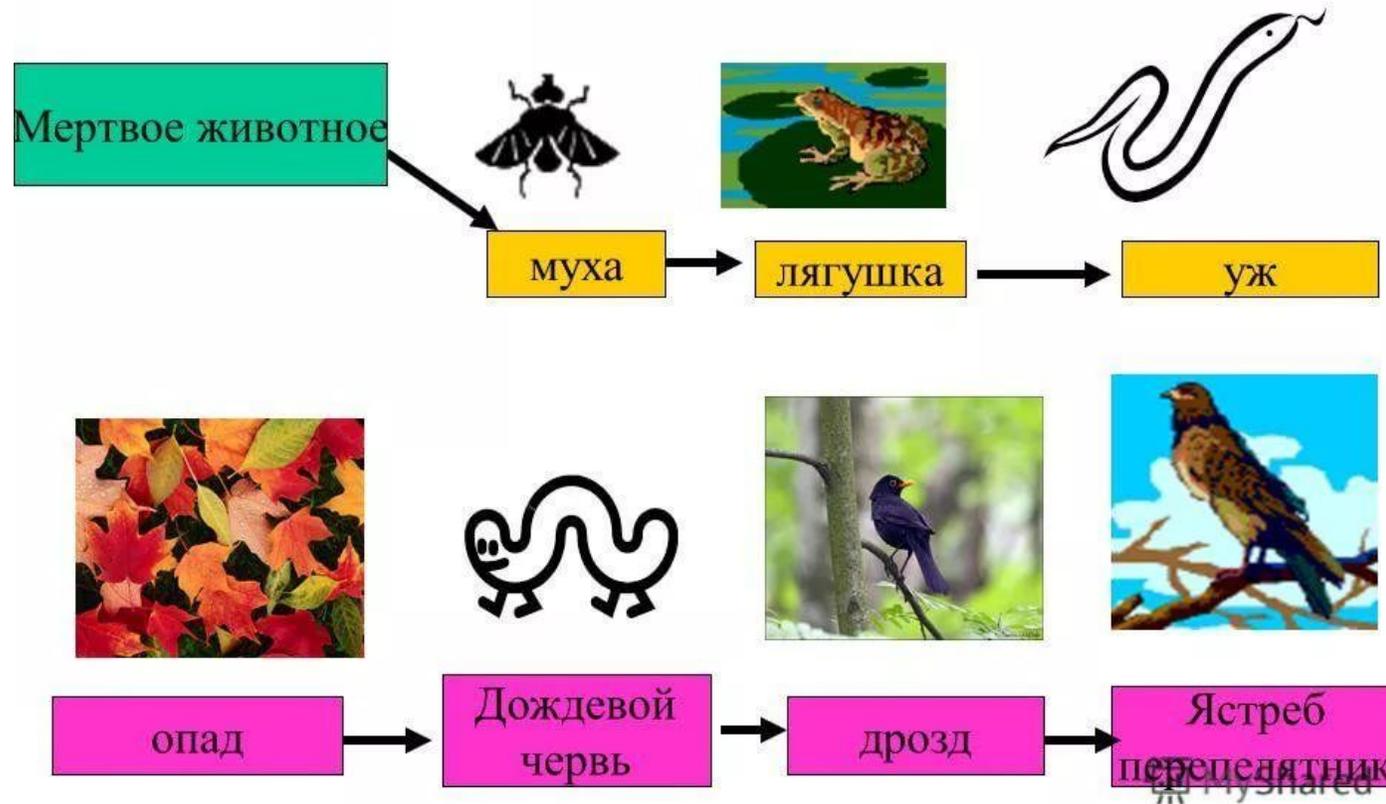
Пастбищные (выедания)





Детритные цепи питания

Приведем две типичные детритные пищевые цепи наших лесов:



Детритная цепь (цепь разложения)



листовой опад

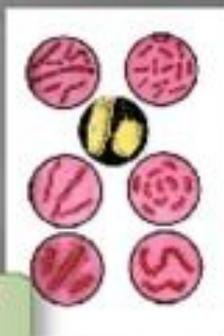


дождевой червь
(детритофаг)

черный дрозд



ястреб -
перепелятник



бактерии

IX. Составление цепей питания

Детритные пищевые цепи начинаются с мертвого органического вещества – детрита.

Наземная

листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб-перепелятник



мертвое животное → кивсяк → синица → сокол

экскременты животных → жук-навозник → галка → ястреб

Водная

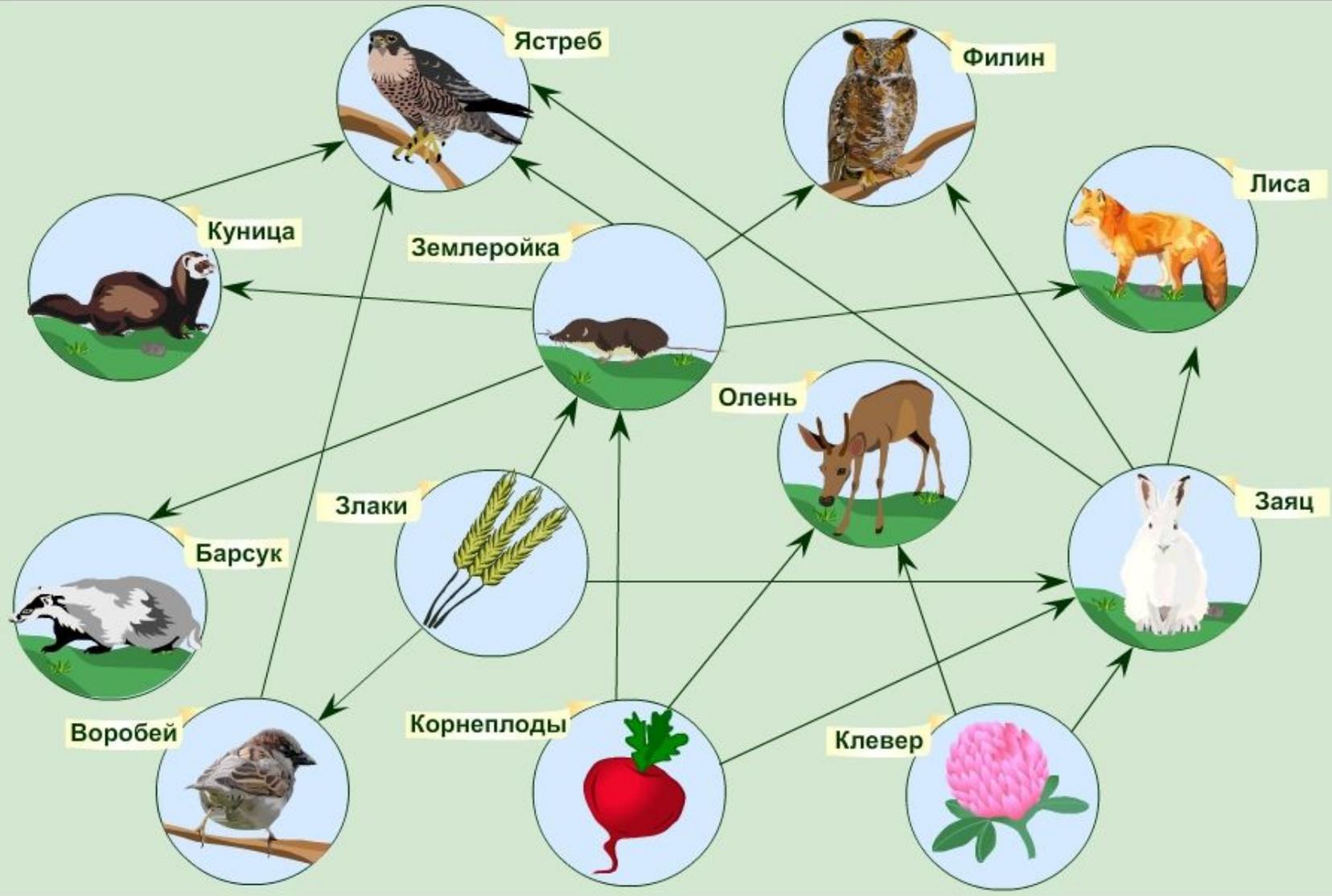
Мертвая рыба → речной рак → речной окунь → выдра

ил → хирономида → линь → скопа

- Только 10% энергии переходит в тело организма-потребителя вместе с увеличивающейся массой. Это правило 10% (правило передачи энергии в цепях питания).
- Пищевая сеть – совокупность нескольких взаимосвязанных пищевых цепей, каждая из которых является отдельным каналом, по которому передается вещество и энергия.
- Правило экологической пирамиды – закономерность, отражающая прогрессивное уменьшение массы, энергии или особей каждого последующего звена пищевой цепи.

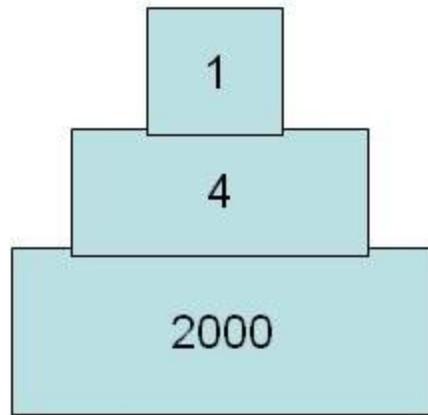


Пример пищевой сети

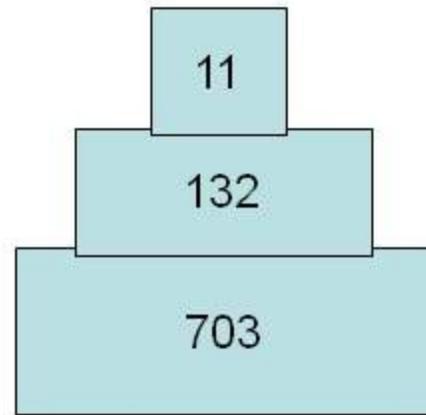


Трофическая структура биоценоза

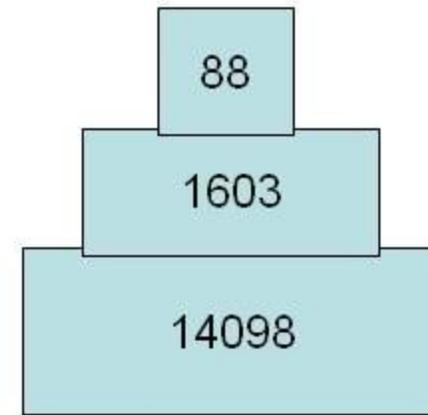
- Экологические пирамиды



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).

Пирамида чисел

число отдельных организмов на каждом трофическом уровне в некоторый момент времени.



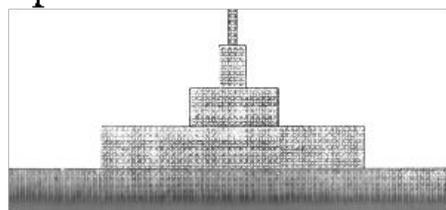
но перевернута,



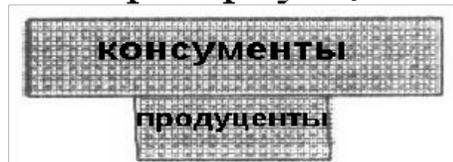
т.к. производитель очень большой, паразиты питаются на консументах, →→→

Пирамида биомассы отражает

количество органического вещества, синтезируемого на каждом трофическом уровне в одно и то же время.



но перевернута,



т.к. производители быстро размножающиеся организмы, продолжительность жизни консументов может быть велика, →→→

Пирамида энергии

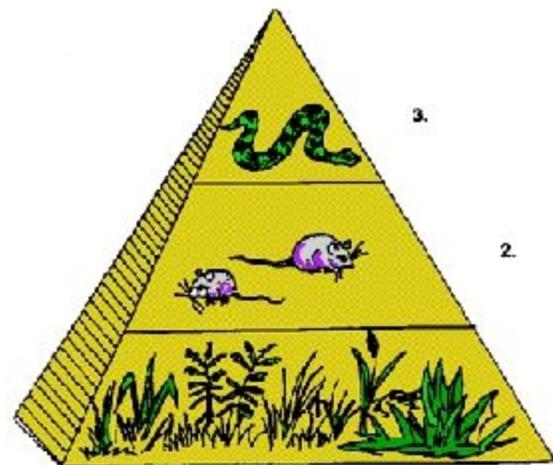
величину потока энергии на каждом трофическом уровне в течение определенного промежутка времени.



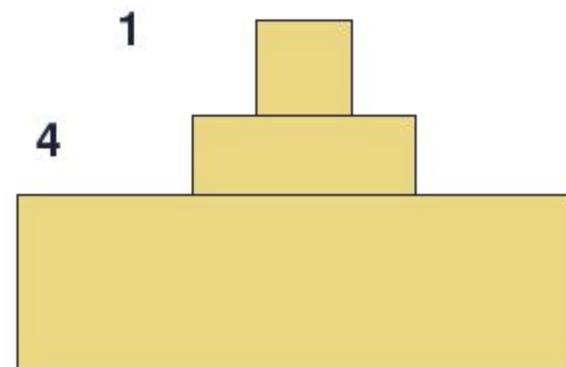
не будет перевернутых пирамид.

Пирамида чисел (пирамида Элтона)

- показывает численность организмов на каждом трофическом уровне
- Количество особей, составляющих последовательный ряд звеньев от продуцентов к консументам, неуклонно уменьшается



2000



Проблемы

а) Разброс численности может быть чрезвычайно велик, что может затруднить построение пирамиды.

Например, 500 000 злаков в основании пирамиды может соответствовать один-единственный конечный хищник.

б) Пирамиды могут быть *перевернутыми*, особенно если *производитель очень большой* (например, дерево дуб) или если *паразиты питаются на консументах* (например, пухоеды, паразитирующие на совах).

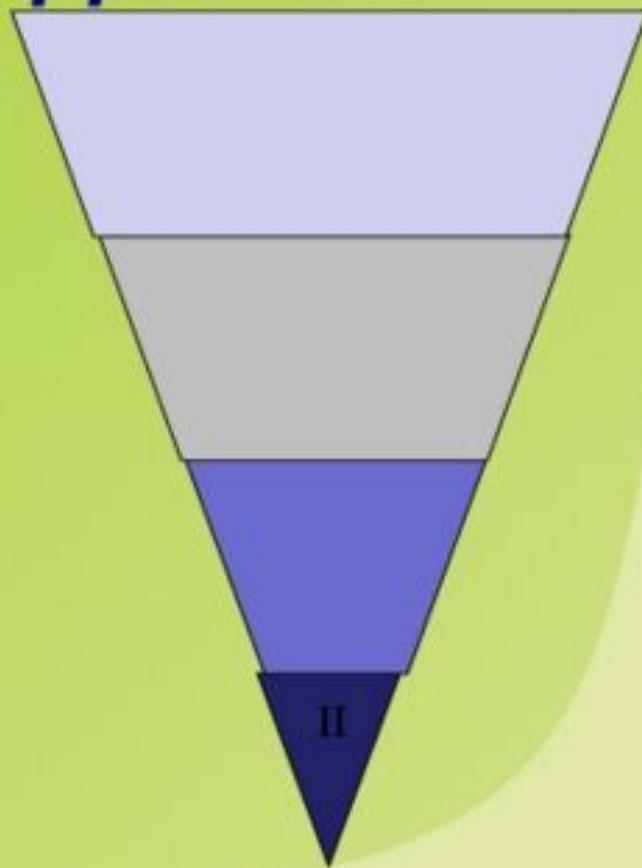




Рис. 136. Пример экологической пирамиды биомассы

Правило экологической пирамиды

Исключением является «перевернутая» пирамида в океане, где биомасса консументов I порядка больше биомассы продуцентов



Пирамида энергии, ширина слоев в ней равна количеству энергии (на площади или в объеме) прошедшей через трофический уровень за единицу времени.



Пирамида энергии



Домашнее задание.

- Используя правило экологической пирамиды, определите, какая площадь (в га) соответствующей экосистемы может прокормить одну особь последнего звена в цепи питания:
 - а) планктон --- рыба --- тюлень --- белый медведь (500 кг);
 - б) планктон --- рыба --- птицы --- орлан белохвост (5 кг);
 - в) растения --- беспозвоночные животные --- карп (3 кг).



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!