



Продуктивность экосистем



«Энергия не возникает из ничего и не превращается ни во что, но из одного вида может превратиться в другой и передаваться от одного тела к другому...» (закон сохранения энергии)



Проверка домашнего задания

1. Экосистемой называется:

- А) строго определенная совокупность живых организмов;
- Б) любая совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, в которой поддерживается круговорот веществ;
- В) любая замкнутая саморазвивающаяся природная система

2. Каждая устойчивая экосистема включает следующие составляющие:

- А) автотрофы, хемотрофы
- Б) автотрофы, редуценты
- В) автотрофы, гетеротрофы

3. Понятие экосистема ввел в 1935 году:

- А) В.Н. Сукачев;
 - Б) А. Тенсли;
 - В) В.И.Вернадский
-

4. К гетеротрофам не относят:

- А) паразитов;
- Б) консументов
- В) продуцентов

5. Для обеспечения круговорота веществ в экосистеме необходимо наличие таких составляющих:

- А) биогенные элементы, продуценты, консументы, редуценты;
- Б) продуценты, сапрфиты, паразиты, консументы;
- В) продуцеты, консументы, редуценты

6. Из предложенного списка выбрать:

А) консументы;

Б) редуценты;

В) продуценты

(Дельфин, береза, волк, гриб, овца, щука, одуванчик, жук-могильщик, лиса, дуб, бактерии, заяц, сосна)

Трофическую структуру биоценоза образуют 3 экологические группы организмов: продуценты, консументы и редуценты.



Составление цепей питания

Пастбищные пищевые цепи начинаются с автотрофных (фототрофных) организмов

Наземная

П → К₁ → К₂ → К₃ → К₄
нектар растения → муха → паук → землеройка → сова

П → К₁ → К₂ → К₃ → К₄
нектар растения → бабочка → стрекоза → лягушка → уж



ромашка



кобылка



лягушка



уж



змееед

Составление цепей питания

Водная



П
рдест → **K₁**
прудовик → **K₂**
лягушка → **K₃**
цапля → **K₄**
большой подорлик

П
фитопланктон → **K₁**
зоопланктон
(дафния) → **K₂**
циклоп → **K₃**
плотва → **K₄**
щука → **K₅**
выдра

Составление цепей питания

Детритные пищевые цепи начинаются с мертвого органического вещества – детрита.

Наземная

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



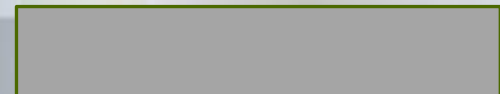
мертвое животное → кивсяк → синица → сокол

экскременты животных → жук-навозник → галка → ястреб

Водная

Мертвая рыба → речной рак → речной окунь → выдра

ил → хирономида → линь → скопа



7) Составьте цепь питания:

Однажды Англичане заметили, что летом

Растет пшеница гуще там,

Где проживает больше дам,

Почтенных старых леди,

Что больше всех на свете

Заботятся о кошках...

Подумай-ка немножко-

И вот загадка решена.

Ответ у ловкого кота:

Мышей переловил давно,

А мыши что едят? – Зерно.

Цепочку разглядишь не сразу

На то наука есть и разум.

(Левитман М.Х.)

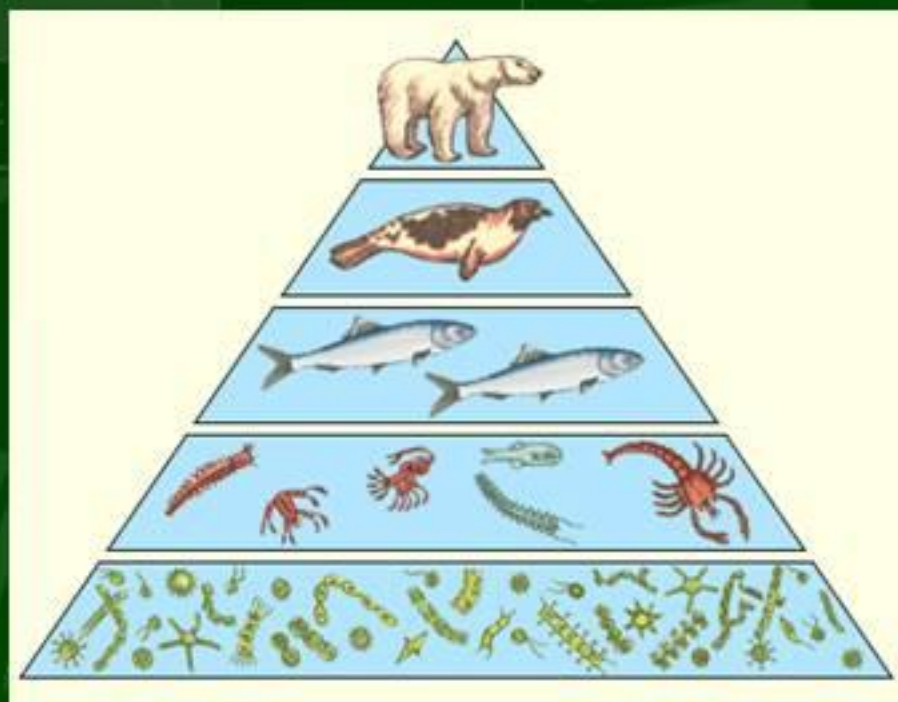
ТРОФИЧЕСКИЕ УРОВНИ

- 1 УРОВЕНЬ- ПРОДУЦЕНТЫ
- 2 УРОВЕНЬ – КОНСУМЕНТЫ ПЕРВОГО ПОРЯДКА (РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫЕ)
- 3 УРОВЕНЬ – КОНСУМЕНТЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА (ХИЩНИКИ, ПАРАЗИТЫ)
- 4 УРОВЕНЬ – КОНСУМЕНТЫ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА (СВЕРХХИЩНИКИ, ПАРАЗИТЫ)



Функциональную структуру биогеоценоза формируют трофические уровни, на которых происходит последовательное преобразование вещества и энергии.

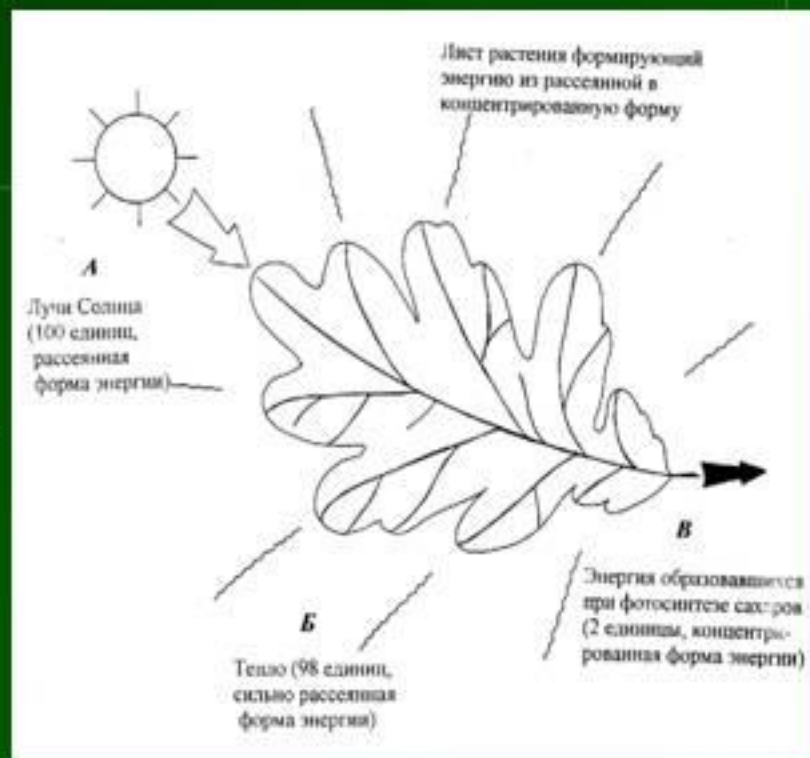
Трофические уровни экосистем графически представляются в виде экологических пирамид, в которых ширина отдельных уровней-прямоугольников пропорциональна емкости соответствующих уровней. Выделяют *пирамиды чисел*, *пирамиды биомассы* и *пирамиды энергии*.



Переход вещества и энергии с одного трофического уровня на другой связан с потерями. Считается, что на каждом последующем уровне усваивается лишь 10% вещества и энергии предыдущего уровня.

Эта закономерность получила название **правила 10-ти % (правило Линдемана)**.

Превращения энергии в экосистеме подчиняется законам термодинамики: **в соответствии с первым законом (законом сохранения энергии)** происходит переход энергии солнечного излучения (электромагнитной) в энергию химических связей, которая затем может быть превращена в работу и тепло.



$A = B + C$ - первый закон термодинамики;

$C < A$ - второй закон термодинамики

В соответствии со вторым законом термодинамики, поток энергии в экосистеме характеризуется однонаправленностью: переходя с одного трофического уровня на другой, энергия постоянно теряется.

Продуктивность — это способность живых организмов и экосистемы в целом производить органическое вещество. Измеряется в количестве продукции, образуемой на единице земной поверхности за единицу времени ($\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$ или $\text{ккал/м}^2 \cdot \text{год}$).

Первичная продукция — результат фотосинтеза растений, а также фотосинтеза и хемосинтеза бактерий.

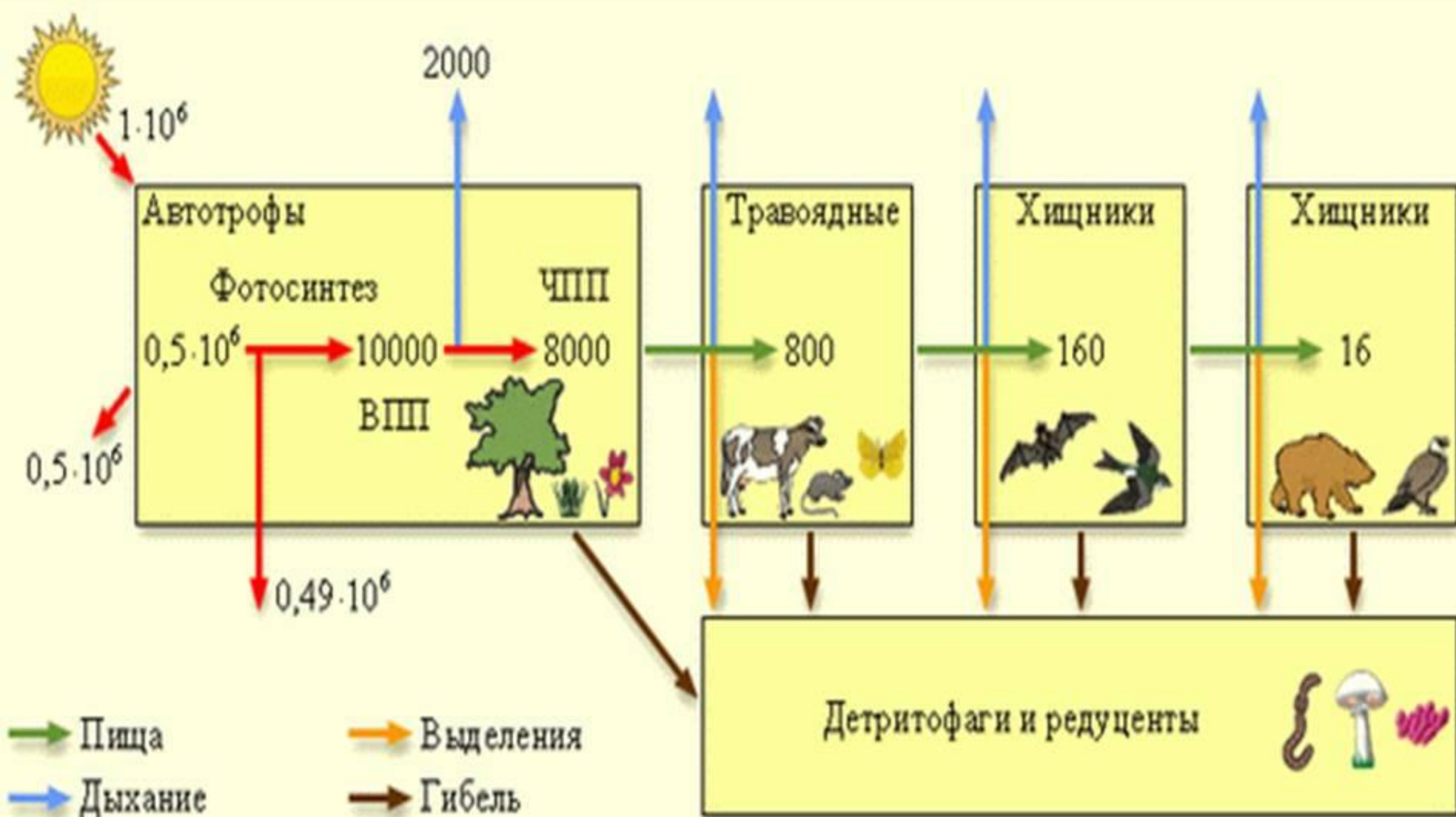


Общее количество энергии, связываемой в органическом веществе растениями – валовая первичная продукция (ВПП).

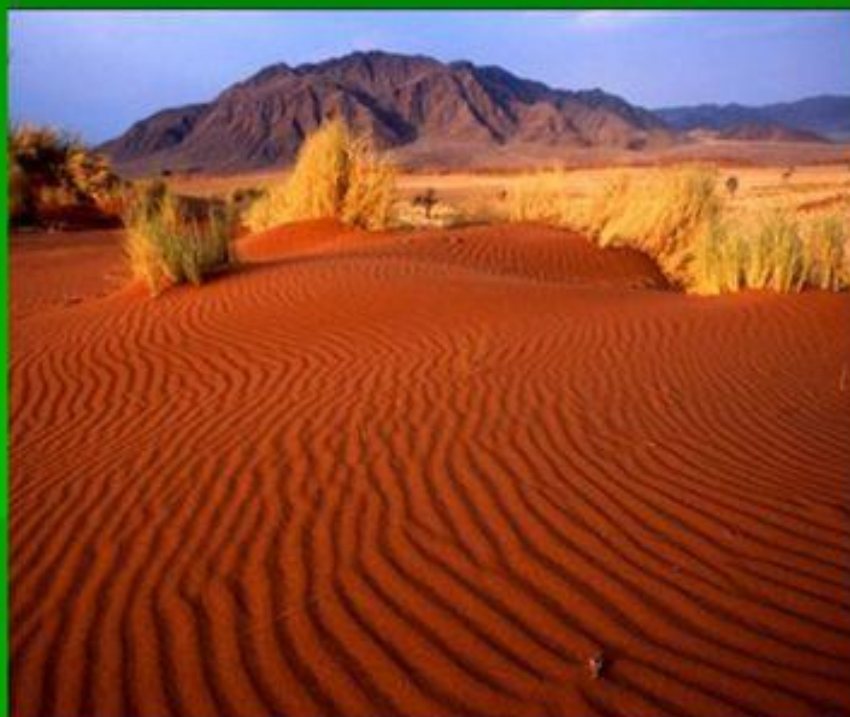
Чистая первичная продукция представляет собой разность между ВПП и затратами на дыхание (Д): $ЧПП = ВПП - Д$.

Вторичная продукция – продукция животных. Ее учет еще более сложен. Это связано с особенностями животных: они растут до определенного возраста, затем энергия тратится на дыхание и размножение.

Пирамида энергии в трофической цепи



**Биологическая продуктивность
разных экосистем (среднее значение по
всему земному шару – 3т сухого вещества
на 1 га в год)**



**Пустыни и глубокие моря – 1 г сухого вещества на
квадратный метр площади в сутки**

**Лука, горные леса, пашни, мелкие моря, глубокие озера –
1-3 г/кв.м. в сутки**



**Степи, мелкие озера, леса умеренной
орошаемые поля - 3 -10 г/кв.м. в**

**Коралловые рифы, заросли папируса, тропические леса,
интенсивно возделываемые культуры на полях –
10-25 г/кв.м. в сутки**



Балансовое равенство энергии

$$C = P + R + F,$$

где **C** – энергия потребленной пищи

P – энергия, затраченная на прирост

R – энергия, затраченная на дыхание [не передается на следующий уровень и уходит из экосистемы]

F – энергия неусвоенной пищи, удаленная с экскрементами

Задача №1

Хищники второго порядка потребили **8000 кДж** энергии пищи. Доля неусвоенной энергии составила **15%**, на дыхание было затрачено **45%**. Определите, какая часть энергии усвоенной пищи в процентах идет на прирост?

Балансовое равенство энергии

Задача №2

Консументами первого порядка образовано **1000 кг** вторичной продукции, усвояемость корма составила **40%**, **60%** затрачено на дыхание. Сколько чистой первичной продукции в килограммах на первом трофическом уровне, если с **I** на **II** переходит **10%** ?

Вторичная продукция – это биомасса, созданная гетеротрофными организмами за единицу времени.

Первичная продукция – это биомасса, созданная продуцентами за единицу времени.

Решение

$$1) \begin{array}{l} 1000 \text{ кг} - 40\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 2500 \text{ кг} - \text{ усвоенная продукция}$$

$$2) \begin{array}{l} 2500 \text{ кг} - (100 - 60) \% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 6250 \text{ кг}$$

3) Согласно правилу Линдемана

$$\begin{array}{l} 6250 - 10\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 62500 \text{ кг} - \text{ чистая первичная продукция}$$

Прирост биомассы

Задача № 3

Мыши за лето съели в поле **80 кг** зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (**кг**), если известно, что прирост биомассы мышей к концу лета составил **0,02%** от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет **15%**.

Решение

1) Определяем биомассу мышей

$$\begin{array}{l} 80 \text{ кг} - 100\% \\ x - 15\% \end{array} \quad x = 12 \text{ кг}$$

2) Рассчитываем весь урожай зерна

$$\begin{array}{l} 12 \text{ кг} - 0,02\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 60000 \text{ кг}$$

3) Определяем оставшийся урожай

$$60000 - 80 = 59920 \text{ кг}$$

Прирост биомассы

Задача № 4

Мыши за лето съели **60 кг** зерна. Определите оставшийся урожай зерна в (**кг**), если известно, что прирост биомассы мышей к концу лета составил **0,03%** от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой составляет **25%**.

Задача № 5

Полевки за лето съели в поле **120 кг** зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (**кг**), если известно, что прирост биомассы полевок к концу лета составил **0,01%** от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет **10%**.

Задача № 6

Мыши за лето съели **45 кг** зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (**кг**), если известно, что прирост биомассы мышей к концу лета составил **0,03%** от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет **20%**.

Прирост биомассы

Задача № 7

Скворцы на яблоне питаются гусеницами яблонной плодожорки. Рассчитайте оставшийся урожай яблок в (кг), если за лето гусеницы могли бы уничтожить 25% яблок и достигнуть биомассы 4 кг. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи составляет 20%.

Решение

1) Определяем, сколько яблок съели гусеницы

$$\begin{array}{l} 4 \text{ кг} - 20\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 20 \text{ кг}$$

2) Рассчитываем биомассу яблок

$$\begin{array}{l} 20 \text{ кг} - 25\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 80 \text{ кг}$$

3) Определяем оставшийся урожай яблок

$$80 - 20 = 60 \text{ кг}$$

Количество особей в экосистеме

Задача № 8

В 1 кг массы синиц – K_2 содержится 4000 ккал энергии, КПД фотосинтеза в лесу составляет 1%. Какое максимальное количество птиц со средней массой 20 г сможет прокормиться в сообществе, на поверхность которого поступает $2 \cdot 10^7$ ккал солнечной энергии.

Решение

1) Определяем энергию продуцентов

$$\begin{array}{rcl} 20\,000\,000 \text{ ккал} & - & 100\% \\ x & - & 1\% \end{array} \quad x = 200\,000 \text{ ккал}$$

2) Согласно правилу Линдемана определяем энергию синиц

$$\begin{array}{l} \text{П} \rightarrow K_1 \rightarrow K_2 \quad K_2 = 2000 \text{ ккал} \\ 200\,000 \rightarrow 20\,000 \rightarrow 2\,000 \end{array}$$

3) Находим биомассу синиц

$$\begin{array}{l} 1 \text{ кг} - 4000 \text{ ккал} \\ x \text{ кг} - 2000 \text{ ккал} \end{array}$$

4) Находим количество синиц

$$500 \text{ г} + 20 \text{ г} = 25 \text{ синиц в сообществе}$$

Прирост биомассы

Задача №9

Щуки в водоеме съели **200 кг** мелкой рыбы. Определите прирост биомассы щук в (**кг**), если переход энергии с одного трофического уровня на другой равен **15%**, а мелкая рыба составляет **50%** рациона щук.

Решение

1) Определяем биомассу мелкой рыбы

$$\begin{array}{l} 200 \text{ кг} - 50\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 400 \text{ кг}$$

2) Рассчитываем прирост щук

$$\begin{array}{l} 400 \text{ кг} - 100\% \\ x - 15\% \end{array} \quad x = 60 \text{ кг}$$