

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

# I. Определение численности популяции

- метод тотального счета (фотосъемка)
- метод мечения особей

$$N = \frac{N_1 \cdot N_2}{N_3},$$

где  $N$  – численность популяции

$N_1$  – число животных в 1-м отлове

$N_2$  – число животных во 2-м отлове

$N_3$  – число животных с меткой во втором отлове

# I. Определение численности популяции

## Задача №1

Для изучения численности огненных саламандр их фотографируют, а не метят, так размер и рисунок пятен у каждой саламандры особенный. Поймали, сфотографировали, а затем выпустили на прежнее место 30 саламандр. Через сутки снова поймали 30 саламандр, среди них было 15, сфотографированных ранее. Предположим, что за сутки ни одна саламандра не умерла, не родилась, не эмигрировала из популяции и не иммигрировала в популяцию. Определите число саламандр в популяции.

## Решение

$$N = \frac{30 \cdot 30}{15} = 60 \quad \text{саламандр в популяции}$$

# I. Определение численности популяции

## Задача №2

Гидробиологи поставили цель оценить размер популяции карпа в небольшом пруду. С помощью сети отловили 50 экземпляров и поместили их краской, выпустили обратно в пруд. Через 24 часа снова отловили 50 экземпляров, среди которых оказалось 20 меченых. Рассчитайте количество популяции карпа, если за время проведения исследований ее численный состав не изменился.

## Решение

$$N = \frac{50 \cdot 50}{20} = 125 \text{ особей карпа}$$

# I. Определение численности популяции

## Задача №3

Для определения численности популяции ястребов было отловлено, окольцовано и выпущено 40 птиц. Спустя 24 часа было вновь отловлено 40 птиц. Из них 25 ястребов оказалось помеченных ранее. Определите количество особей в популяции, если за время исследования никто не родился и не умер.

## Задача №4

Орнитологи решили узнать, каково количество особей шилохвостки в популяции, обитающей на выбранном ими водоеме. Они выловили 25 шилохвосток, поместили их красными кольцами на лапах, и выпустили в тот же водоем. Через сутки снова поймали 25 шилохвосток, среди них было 5, помеченных ранее. Предположим, что за сутки ни одна шилохвостка не умерла, не родилась, не мигрировала из популяции в популяцию. Определите число шилохвосток в популяции.

# I. Определение численности популяции

## Задача №5

Лесник решил установить численность лосей в популяции. За одни сутки он отловил 10 особей, пометил каждую из них синей краской и выпустил. Через сутки лесник снова отловил 10 лосей, среди которых оказалось 5 помеченных ранее особей.

## Задача №6

Гидробиологи поставили цель оценить размер популяции живородящей рыбы голомянки на оз. Байкал. С помощью сети было отловлено 80 экземпляров рыбы, помечено желтой краской и выпущено обратно в озеро. Через сутки ученые вновь отловили 80 экземпляров рыб, среди которых 50 оказалось помеченными ранее. Рассчитайте количество голомянки в популяции, если в ходе эксперимента численный состав не изменился.

**Задачи для самостоятельного решения**

# I. Определение численности популяции

## Задача №7

Биологи поставили цель оценить численность популяции львов. Для этого ученые отловили 45 львов, поместили их и выпустили на волю. Через 12 часов ученые вновь отловили 45 львов, среди которых оказалось 25 помеченных ранее. Определите численность популяции львов, учитывая, что за время проведения опыта никто не родился и не умер.

## Задача №8

Группа ученых поставила цель определить численность популяции зебр на определенной территории. В первый день ученые отловили и сфотографировали 110 животных. Спустя 48 часов было вновь отловлено и сфотографировано 110 зебр. Из них 50 оказалось сфотографировано ранее. Определить численность популяции зебр, учитывая, что за время проведения эксперимента численный состав популяции не изменился.

**Задачи для самостоятельного решения**

# I. Определение численности популяции

## Задача №9

Американские биологи отловили у берегов Флориды 60 тупорылых акул и поместили их специальными датчиками. Через пять дней они вновь отловили 60 акул, среди которых 36 оказались помеченными ранее. Рассчитайте численность популяции акул, если за время проведения опыта численный состав акул не изменился.

## Задача №10

С помощью сетей было отловлено, помечено красной краской и выпущено 70 рыб форели. Через 24 часа вновь поймали 70 рыб, из которых 49 оказались помеченными ранее. Определите численность популяции форели, если за время проведения эксперимента никто не родился и не умер.

**Задачи для самостоятельного решения**



## II. 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?

## II. 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

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

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

3) Согласно правилу Линдемана

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

# III. Прирост биомассы

## Задача №1

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

$$60000 - 80 = 59920 \text{ кг}$$

# III. Прирост биомассы

## Задача №2

Полевки за лето съели в поле 50 кг зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (кг), если известно, что прирост биомассы к концу лета составил 0,04% от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет 20%.

### Решение

1) Определяем биомассу полевков

$$\begin{array}{l} 50 \text{ кг} - 100\% \\ x - 20\% \end{array} \quad x = 10 \text{ кг}$$

2) Рассчитываем весь урожай зерна

$$\begin{array}{l} 10 \text{ кг} - 0,04\% \\ x - 100\% \end{array} \quad x = 25000 \text{ кг}$$

3) Определяем оставшийся урожай

$$25000 - 50 = 24950 \text{ кг}$$

# III. Прирост биомассы

## Задача №3

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 №4

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 №5

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%**.

# III. Прирост биомассы

## Задача №6

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

$$80 - 20 = 60 \text{ кг}$$

# III. 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 6 кг. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания 15%.

## Задача №8

Скворцы на яблоне питаются гусеницами яблонной плодожорки. Рассчитайте оставшийся урожай яблок в (кг), если за лето гусеницы могли бы уничтожить 20% урожая и достигнуть биомассы 5 кг. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи составляет 10%.

# III. 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

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

## Задача №10

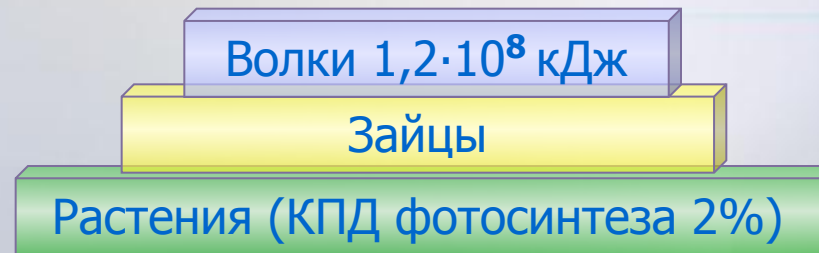
Щуки в водоеме съели 1800 кг мелкой рыбы. Определите прирост биомассы щук в (кг), если переход энергии с одного трофического уровня на другой равен 20%, а мелкая рыба составляет 90% рациона щук.



# IV. Определение биомассы

## Задача №1

Рассмотрите пирамиду энергии экосистемы леса



Определите биомассу продуцентов данной экосистемы в тоннах, если известно, что 1 кг зеленой массы поглощает  $3 \cdot 10^6$  кДж солнечной энергии.

## Задача №2

Рассчитайте первичную продукцию верхового болота в тоннах, где энергия хищников 2-го порядка составляет 3000 ккал, если известно, что 1 кг этой продукции содержит запас энергии 150 ккал.

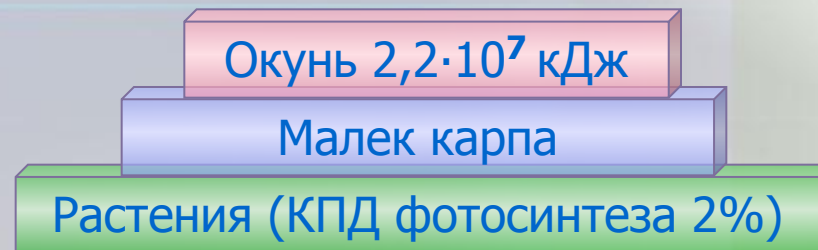
# IV. Определение биомассы

## Задача №3

Рассчитайте первичную продукцию экосистемы в тоннах, где энергия всех консументов 4-го порядка составляет 3000 ккал, если известно, что 1 кг этой продукции содержит запас энергии 1500 ккал.

## Задача №4

Рассмотрите пирамиду энергии экосистемы озера



Определите биомассу продуцентов данной экосистемы в тоннах, если известно, что 1 кг зеленой массы поглощает  $5 \cdot 10^6$  кДж солнечной энергии.

**Задачи для самостоятельного решения**

# IV. Определение биомассы

## Задача №5

Щуки питаются мелкими растительноядными рыбами. Определите биомассу всех щук в водоеме в килограммах, если энергия солнечного света составляет  $5 \cdot 10^8$  ккал, КПД фотосинтеза 2%, а в 100 г мяса щуки запасается 500 ккал энергии.

## Задача №6

На острове может прокормиться 60 антилоп со средней массой 50 кг. В 1 кг тела их содержится 1500 ккал энергии. Определите массу растений в тоннах, поедаемых антилопами, если в 1 кг содержится 1000 ккал.

**Задачи для самостоятельного решения**

# IV. Определение биомассы

## Задача №7

В еловом лесу на протяжении многих лет обитает популяция клеста-еловика, состоящая из 45 пар птиц. Определите общую массу елей в данном сообществе, если за сезон одна птица съедает около 2 кг семян ели. Причем известно, что масса семян составляет 0,001% массы дерева. Предполагается также, что только клесты в данном сообществе питаются семенами ели, съедая их практически полностью.

## Задача №8

Рассчитайте первичную продукцию аквариума, где энергия всех консументов второго порядка составляет 1000 ккал, если известно, что один килограмм этой продукции содержит запас энергии 100 ккал.

**Задачи для самостоятельного решения**

# V. Определение запаса энергии

## Задача №1

Известно, что в мелком водоеме в течение года образовалось 15 кг чистой первичной продукции. Каждый грамм такой биомассы содержит 20 ккал энергии. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать хищники 2-го порядка данного водоема.

## Решение

1) Определяем энергию продуцентов

$$\begin{array}{l} 1 \text{ г} - 20 \text{ ккал} \\ 15000 \text{ г} - x \text{ ккал} \end{array} \quad x = 300000 \text{ ккал}$$

2) Согласно правилу Линдемана определяем запас энергии соответственно у  $K_1 - 30000 \text{ ккал}$   $\square$   $K_2 - 3000 \text{ ккал}$   $\square$   $K_3 - 300 \text{ ккал}$  - запас энергии у консументов третьего порядка, т.е. хищников 2-го порядка в водоеме.

# V. Определение запаса энергии

## Задача №2

Известно, что чистая первичная продукция в лесу составила **4.6** тонн в год. Рассчитайте, сколько будет энергии у хищников **2-го** порядка в данной экосистеме, если **10 кг** первичной продукции содержит **5000 ккал** энергии.

## Задача №3

Известно, что в аквариуме емкостью **1000 л** в течение года образовалось **10 кг** чистой первичной продукции. Каждый грамм такой биомассы содержит **100 ккал** энергии. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать консументы третьего порядка данного аквариума?

## Задача №4

Известно, что чистая первичная продукция в образовавшейся после дождей луже составила **30 кг/год**. Рассчитайте, сколько будет энергии у консументов второго порядка в данной экосистеме, если **1 кг** первичной продукции содержит **25000 ккал** энергии.

# V. Определение запаса энергии

## Задача №5

Рассчитайте, каким запасом энергии могут обладать паразиты консументов третьего порядка в водоеме, если в **одном кг** первичной продукции содержится **3000 ккал**, а суммарная первичная продукция составляет **240 кг**.

## Задача №6

Известно, что чистая первичная продукция в непересыхающей луже составила **28 кг/год**. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать хищники **2-го** порядка в данной экосистеме, если **1 кг** первичной продукции содержит **2000 ккал** энергии.

**Задачи для самостоятельного решения**

# VI. Количество особей в экосистеме

## Задача № 1

Одна рысь съедает в сутки 5 кг пищи. Какое максимальное количество рысей выживет в лесу с биомассой 10950 тонн в год, если количество доступной пищи 0,1%.

## Решение

1) Определяем доступную пищу

$$\begin{array}{l} 10950 \text{ т} - 100\% \\ x \quad \quad - 0,1\% \end{array} \quad x = 10,95 \text{ т} = 10950 \text{ кг}$$

2) Определяем количество пищи для одной рыси в год

$$365 \cdot 5 \text{ кг} = 1825 \text{ кг}$$

3) Определяем количество рысей в лесу

$$10950 \text{ кг} \div 1825 \text{ кг} = 6 \text{ рысей}$$



# VI. Количество особей в экосистеме

## Задача № 2

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

$$\begin{array}{rcl} P \square K_1 \square K_2 & & K_2 = 2000 \text{ ккал} \\ 200\,000 \square 20\,000 \square 2\,000 \end{array}$$

3) Находим биомассу синиц

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

4) Находим количество синиц

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

# VI. Количество особей в экосистеме

## Задача №3

Определите, какое максимальное количество паразитов может прокормиться в организме хозяина, если масса одного паразита – 10 г, а в 1 г его тела заключено 200 ккал энергии. Хозяин – травоядное животное со средней массой тела 40 кг, в 1 кг которого содержится 2000 ккал энергии.

## Задача №4

В 1 кг массы тела дятлов –  $K_2$  содержится 3500 ккал энергии, а КПД фотосинтеза в лесу 2%. Какое максимальное количество птиц со средней массой тела 100 г сможет прокормиться в лесу, на поверхность которого падает  $7 \cdot 10^7$  ккал солнечной энергии?

## Задача №5

Масса продуцентов в горах составила 500 г. В 1 кг фитомассы содержится 800 ккал энергии. Определите, какое максимальное количество хищников 1-го порядка может прокормиться в экосистеме, если их средняя масса 4 кг, а в 100 г тела содержится 500 ккал энергии.

# VI. Количество особей в экосистеме

## Задача №6

На острове существует тесная связь между различными организмами 5-ти трофических уровней. Единственным источником энергии является солнечный свет с годовой энергией  $3 \cdot 10^8$  кДж. КПД фотосинтеза – 1.5%. Определите, какое количество паразитов хищников второго порядка данного сообщества может прокормиться, если масса каждого из паразитов 0.2 г, а на 1 кг массы приходится  $5 \cdot 10^4$  кДж энергии.

## Задача №7

В 100 г тела куницы 200 ккал энергии, а КПД фотосинтеза составляет 1%. Какое максимальное количество куниц –  $K_2$  со средней массой 2 кг может прокормиться в лесу, на поверхность которого падает  $4.4 \cdot 10^9$  ккал энергии солнца?

**Задачи для самостоятельного решения**

# VI. Количество особей в экосистеме

## Задача №8

Определите, какое максимальное количество эндопаразитов может находиться в организме слизня, если в  $0.01$  г тела паразита массой  $0.15$  г содержится  $1$  ккал энергии. Масса слизня –  $15$  г, а на  $10$  г его биомассы приходится  $600$  ккал энергии.

## Задача №9

В саванне хищники 2-го порядка имеют среднюю массу  $35$  кг, а в  $100$  г их тела содержится  $200$  ккал энергии. Сколько особей данных хищников может прокормиться в экосистеме, на поверхность которой падает  $7 \cdot 10^{11}$  ккал энергии солнца, КПД фотосинтеза –  $1\%$ .

## Задача №10

В  $100$  г тела хищной птицы  $K_3$  содержится  $300$  ккал энергии, КПД фотосинтеза в лесу составляет  $2\%$ . Какое максимальное количество этих птиц со средней массой  $0.5$  кг сможет прокормиться в лесу, на поверхность которого падает  $4.5 \cdot 10^9$  ккал солнечной энергии?

**Задачи для самостоятельного решения**

## VII. Задачи ЦТ 2006 г.

### Задача №1

В сосновом лесу общий запас древесины составляет  $2 \cdot 10^6$  кг. Одна личинка соснового усача потребляет 50 г древесины. Примерно в 10% личинок данного жука развиваются наездники-эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов сможет сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,01% древесины сосны?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

### Задача №2

Один заяц за год съедает около 500 кг растительной пищи. Беркуты могут съесть до 10% популяции зайцев (в среднем каждая особь съедает по 200 зайцев в год) Какое максимальное количество беркутов сможет выжить в сообществе с фитомассой  $5 \cdot 10^5$  тонн, где зайцы используют в пищу 2% фитомассы и являются основной пищей для беркутов?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

## VII. Задачи ЦТ 2006 г.

### Задача №3

В сосновом лесу общий запас древесины составляет  $4 \cdot 10^6$  кг. Одна личинка соснового усача потребляет 50 г древесины. Примерно в 10% личинок данного жука развиваются наездники - эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов сможет сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,01% древесины сосны?  
*Ответ запишите цифрами в виде целого числа.*

### Задача №4

Для развития одной мыши требуется не менее 1 кг растительной пищи. Подорлики могут съесть до 2% популяции мышей (в среднем каждая особь съедает по 600 грызунов за год). Какое максимальное количество подорликов сможет выжить в сообществе с фитомассой 6000 тонн, где мыши используют в пищу 1,5% фитомассы и являются основной пищей для этих хищных птиц?  
*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

## VII. Задачи ЦТ 2006 г.

### Задача №5

В сосновом лесу общий запас древесины составляет  $5 \cdot 10^5$  кг. Одна личинка соснового усача потребляет 50 г древесины. Примерно в 10% личинок данного жука развиваются наездники-эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов сможет сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,01% древесины сосны?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

### Задача №6

Одна мышь за год съедает около 1 кг растительной пищи. Рыси могут съесть до 2% популяции мышей (в среднем каждая особь съедает во 800 грызунов за год). Какое максимальное количество рысей сможет выжить в сообществе с фитомассой 8000 тонн, где мыши используют в пищу 1% фитомассы и являются основной пищей для рысей?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

## VII. Задачи ЦТ 2006 г.

### Задача №7

В сосновом лесу общий запас древесины составляет  $2 \cdot 10^5$  кг. Одна личинка соснового усача потребляет 50 г древесины. Примерно в 20% личинок данного жука развиваются наездники-эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов сможет сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,01% древесины сосны?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*

### Задача №8

Одна мышь за год съедает около 1 кг растительной пищи. Совы могут съесть до 20% популяции мышей (в среднем каждая сова съедает по 1000 грызунов за год). Какое максимальное количество сов может выжить в сообществе с фитомассой 5000 тонн, где мыши используют в пищу 1% фитомассы и являются основной пищей для этих ночных хищников?

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа*



## VII. Задачи ЦТ 2006 г.

### Задача №9

В сосновом лесу общий запас древесины составляет  $5 \cdot 10^6$  кг. Одна личинка соснового усача потребляет 50 г древесины. Примерно в 20% личинок данного жука развиваются наездники-эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов сможет сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,01% древесины сосны?  
*Ответ запишите цифрами в виде целого числа.*

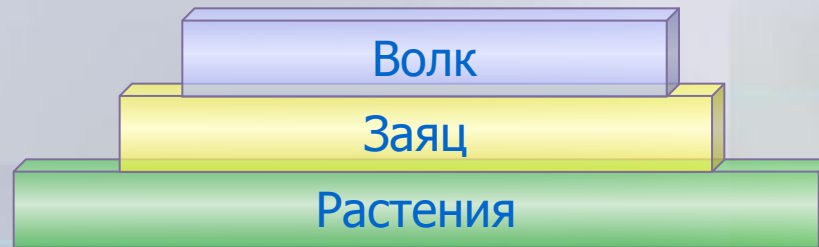
### Задача №10

Одна мышь за год съедает около 1 кг растительной пищи. Лисы могут съесть до 5% популяции мышей (в среднем каждая лиса съедает по 4000 грызунов за год). Какое максимальное количество лис может выжить в сообществе с фитомассой 40 000 тонн, где мыши используют в пищу 1% фитомассы и являются основной пищей для лис?  
*Ответ запишите цифрами в виде целого числа.*

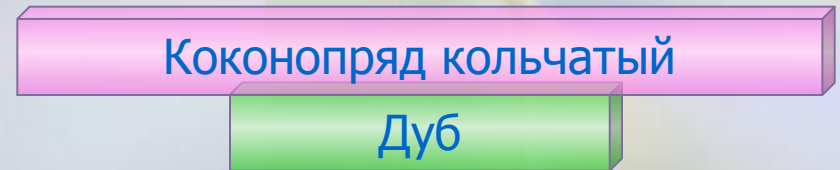
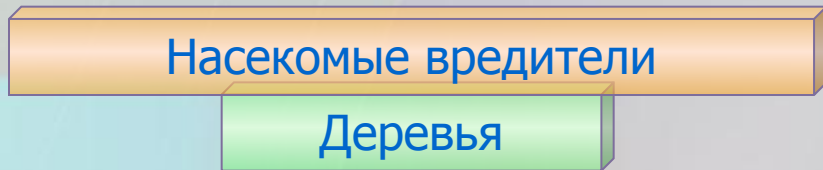
# VIII. Экологические пирамиды

Графическая модель разработана в 1927 г. Американским ученым Чарльзом Элтоном.

1. Пирамида чисел (численностей). Отражает численность организмов на каждом уровне и пропорционально уменьшается снизу вверх.



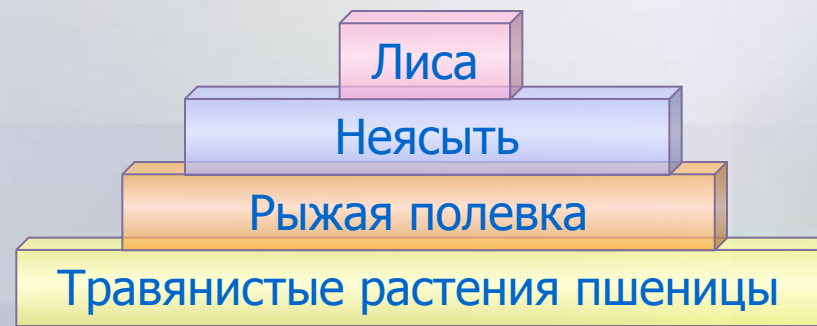
Обращенная или перевернутая пирамида чисел имеет место в лесной экосистеме.



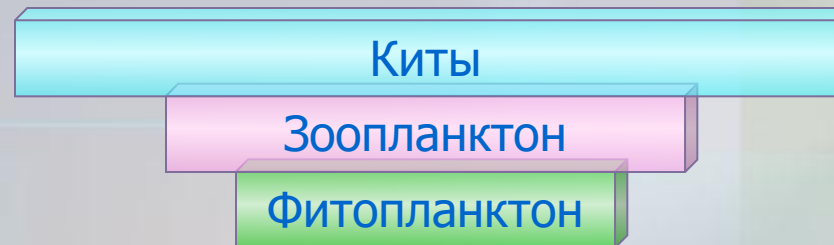
# VIII. Экологические пирамиды

2. Пирамида биомасс. Отражает соотношение биомасс организмов разных трофических уровней.

В наземных экосистемах – это ступенчатая пирамида, суживающаяся вверх.



В водных экосистемах может быть обращенная пирамида



# VIII. Экологические пирамиды

3. Пирамида энергии. Отражает величину потока энергии, заключенной в пище. Американский ученый Линдеман сформулировал закон пирамиды энергий (10%)

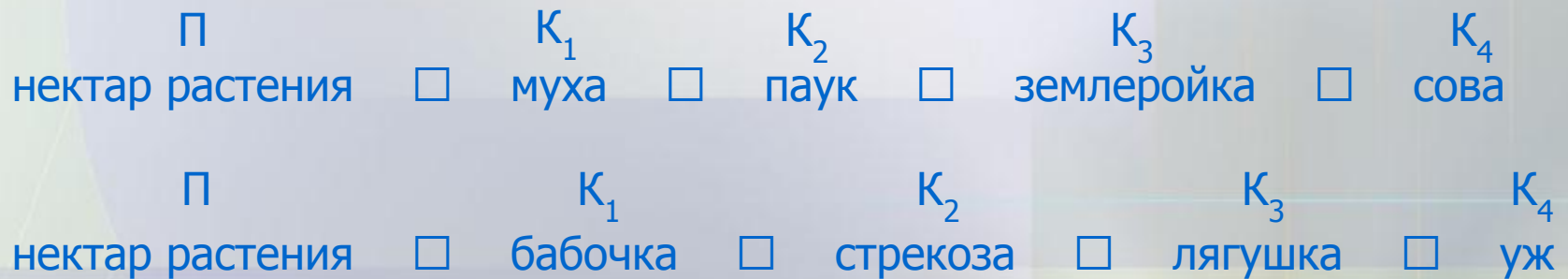


Цепи питания не могут быть длинными – 3-5 звеньев, реже – 6, так как конечному звену будет поступать мало энергии.

# IX. Составление цепей питания

Пастбищные пищевые цепи начинаются с автотрофных (фототрофных) организмов

## Наземная



ромашка



кобылка



лягушка



уж



змеяед

# IX. Составление цепей питания

## Водная



П  
рдест



$K_1$   
прудовик



$K_2$   
лягушка



$K_3$   
цапля



$K_4$   
большой подорлик

П  
фитопланктон  
выдра



$K_1$   
зоопланктон  
(дафния)



$K_2$   
циклоп



$K_3$   
плотва



$K_4$   
щука



$K_5$

# 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

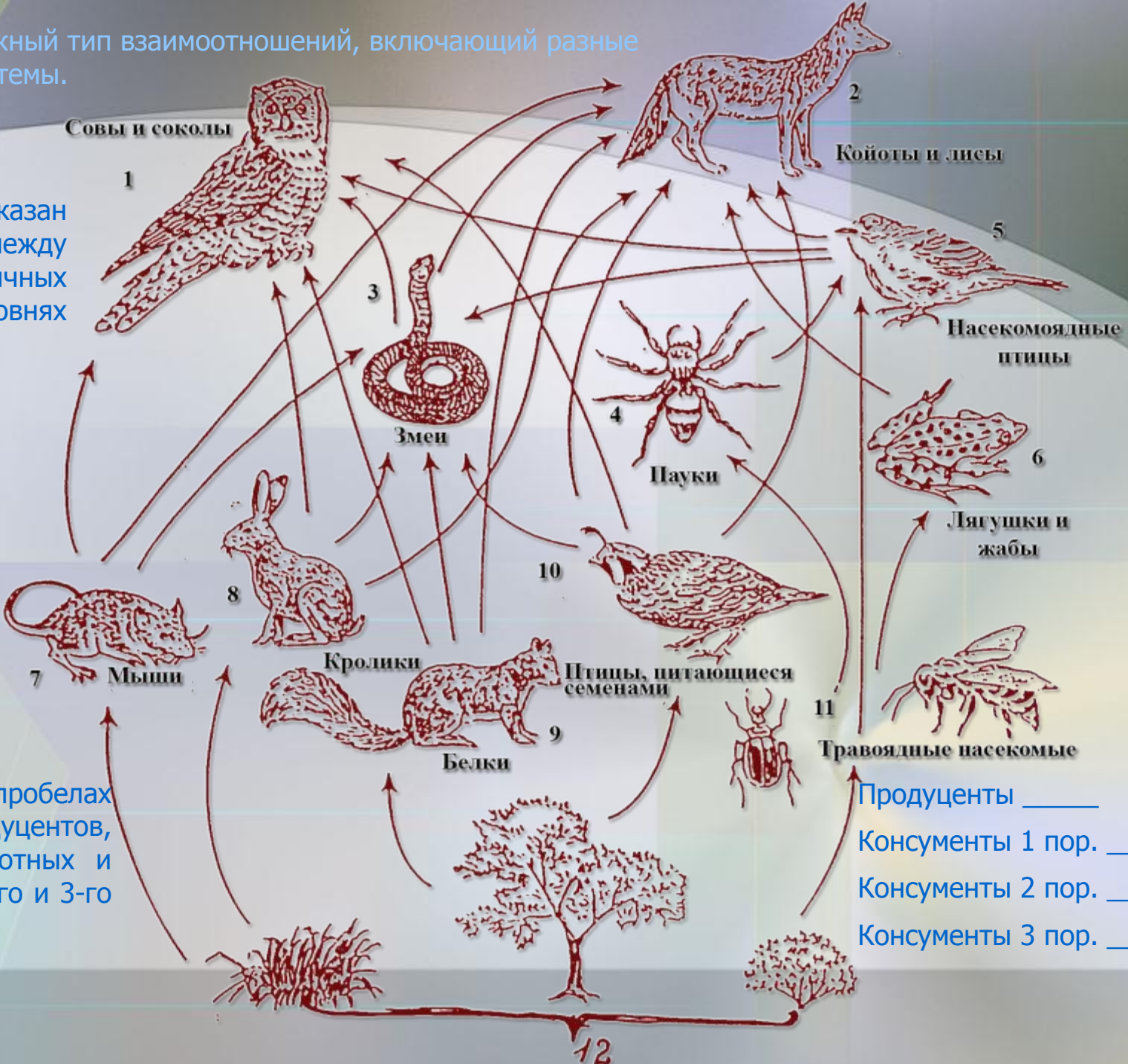
## Водная

Мертвая рыба  речной рак  речной окунь  выдра

ил  хирономида  линь  скопа

Пищевые сети – сложный тип взаимоотношений, включающий разные цепи питания экосистемы.

На рисунке показан переход энергии между животными на различных трофических уровнях сети питания.



Разместите в пробелах номера продуцентов, насекомоядных животных и консументов 1-го, 2-го и 3-го порядка.

- Продуценты \_\_\_\_\_
- Консументы 1 пор. \_\_\_\_\_
- Консументы 2 пор. \_\_\_\_\_
- Консументы 3 пор. \_\_\_\_\_



Совы и соколы

1



Койоты и лисы

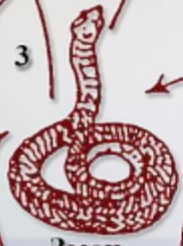
2



5



Насекомоядные птицы



Змеи

3



Пауки

4



Лягушки и жабы

6



Мыши

7



Кролики

8



Птицы, питающиеся семенами

10



Белки

9



Травоядные насекомые

11

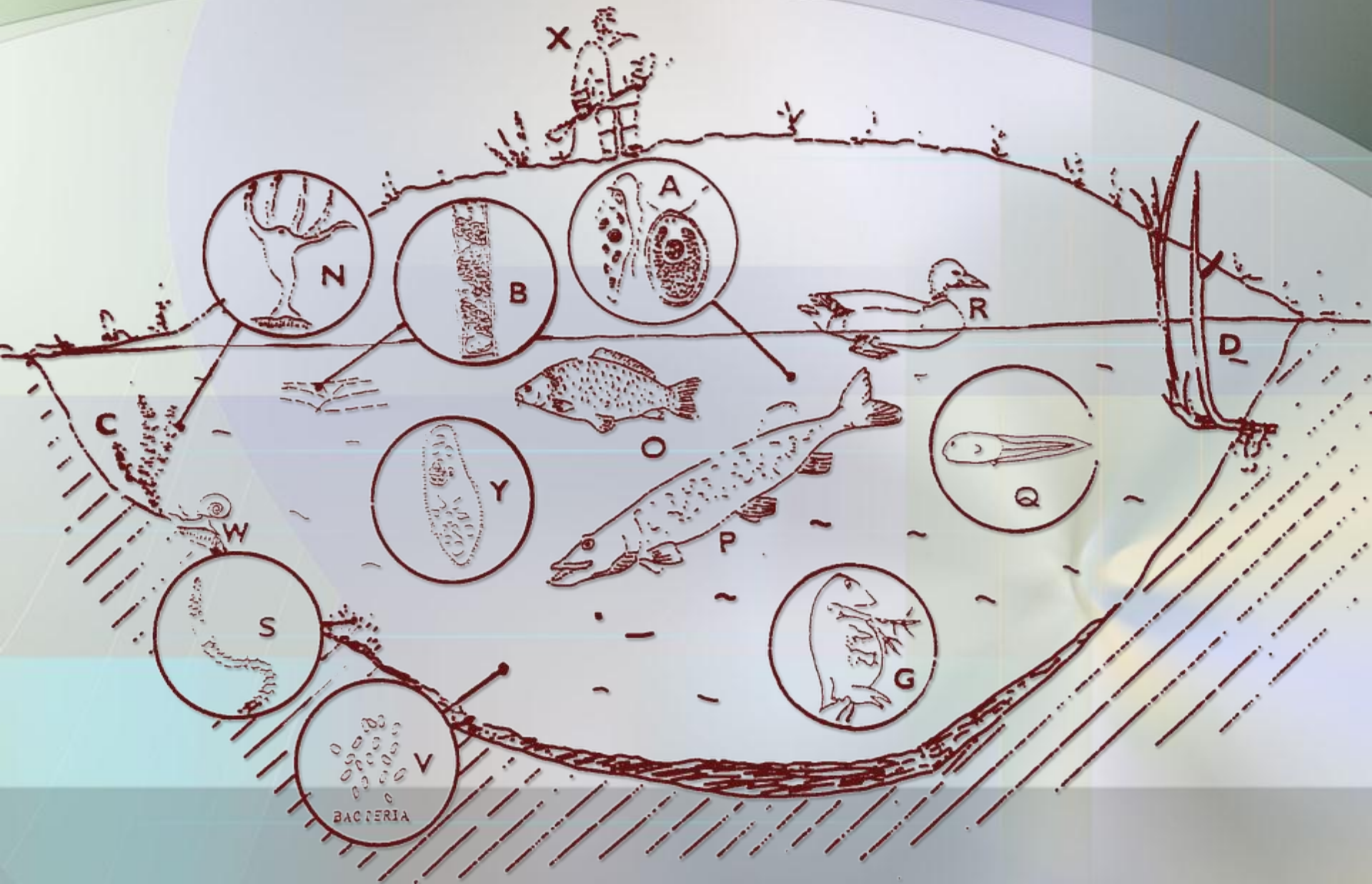


12

На рисунке показан переход энергии между животными на различных трофических уровнях сети питания.

Разместите номера продуцентов, фитофагов и консументов высшего порядка. Составьте 2 пастбищные цепи питания и объясните их.

Составьте 2 – 3 пастбищные цепи водоема, используя буквенные обозначения.



# Х. Выполните тестовые задания

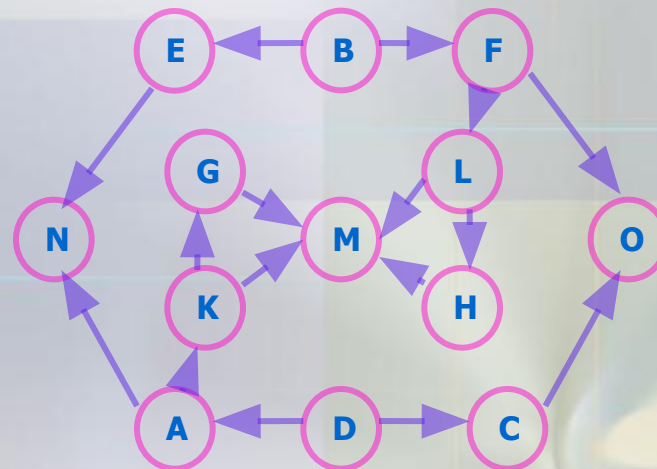
## Задача №1

Изображенная на схеме пищевая сеть не содержит паразитов и редуцентов и отражает трофические связи между различными видами (**A – O**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – растительные организмы;

**II** – продуценты?

- ) I – G, K, L, H; II – M
- ) I – A, C, E, F; II – B, D
- ) I – B, D, O, N; II – A, F
- ) I – A, C, E, F; II – N, O



Ответ: 2

- I. Растительные организмы ( $K_1$ ) A, C, E, F
- II. Продуценты: B, D

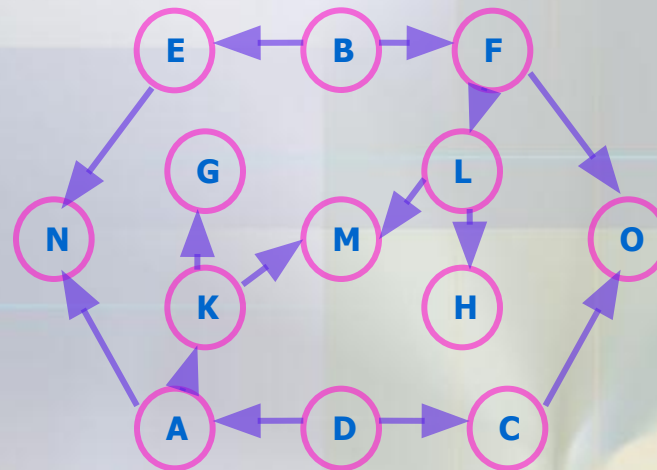
# Х. Выполните тестовые задания

## Задача №2

Изображенная на схеме пищевая сеть не содержит паразитов и редуцентов и отражает трофические связи между различными видами (**A - O**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – консументы второго порядка;

**II** – консументы третьего порядка?



- ) I – K, L, N, O; II – G, H, M
- ) I – G, H, K, L; II – M
- ) I – E, F; II – L, N, O
- ) I – B, D; II – A, C, E, F

Ответ: **1**

- I. Консументы второго порядка ( $K_2$ ) K, L, N, O
- II. Консументы третьего порядка ( $K_3$ ) G, H, M

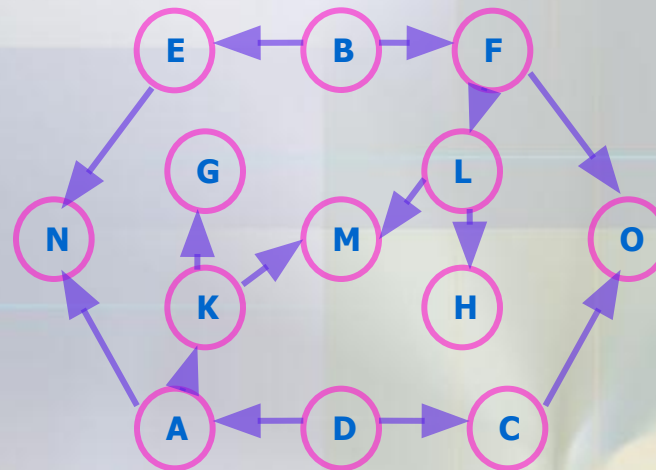
# Х. Выполните тестовые задания

## Задача №3

Изображенная на схеме пищевая сеть не содержит паразитов и редуцентов и отражает трофические связи между различными видами (**A – O**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** - консументы второго порядка;

**II** - продуценты?



- ) I – K, L, N, O; II – B, D
- ) I - A, H, K, D; II – B
- ) I – B, D, K, L; II – M
- ) I – M; II – A, C, E, F

Ответ: **1**

I. Консументы второго порядка ( $K_2$ ) K, L, N, O

II. Продуценты: B, D

# Х. Выполните тестовые задания

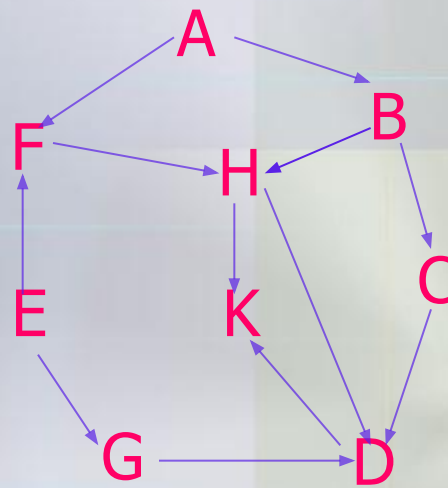
## Задача №4

Изображенная на схеме пищевая сеть состоит только из пастбищных цепей и не включает паразитов. Стрелки указывают направление перехода энергии между различными видами (**A – K**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – хищники;

**II** – консументы первого порядка?

- 1) I – B, F, G; II – A, E
- 2) I – H, C, D, K; II – F, B, G
- 3) I – A, E; II – B, C, D, F
- 4) I – A, B, C, D, G, E, F; II – H, K



Ответ: **2**

I. Хищники: H, C, D, K

II. Консументы первого порядка: F, B, G

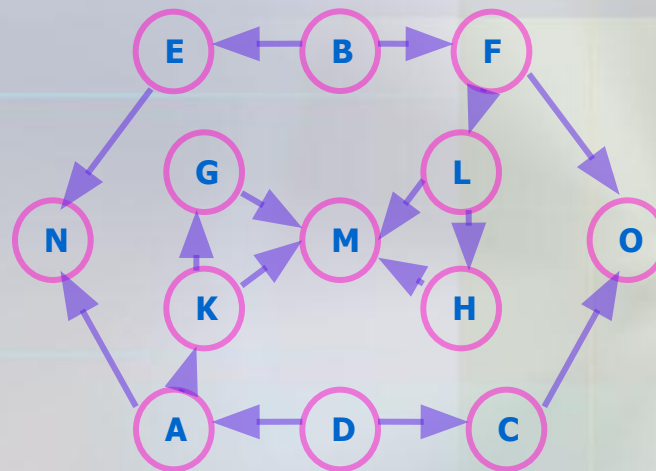
# X. Выполните тестовые задания

## Задача №5

Изображенная на схеме пищевая сеть не содержит паразитов и редуцентов и отражает трофические связи между различными видами (**A – O**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** - консументы третьего порядка;  
**II** – растительные организмы?

- 1) I – G, M, E; II – A, C, F
- 2) I – M; II – L, H, G, K
- 3) I – A, E; II – L, H, G, K
- 4) I – G, H, M; II- A, C, E, F



# Х. Выполните тестовые задания

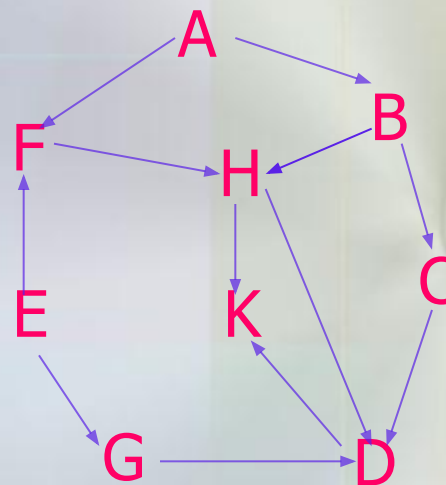
## Задача №6

Изображенная на схеме пищевая сеть состоит только из пастбищных цепей и не включает паразитов. Стрелки указывают направление перехода энергии между различными видами (**A – K**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – организмы-потребители;

**II** – организмы-производители первичной продукции?

- 1) I – A, E; II – B, C, D, F, G, K, H
- 2) I – A, E, F, K; II – B, G
- 3) I – A, B, C, D, G, E, F; II – H, K
- 4) I – B, C, D, G, F, H, K; II – A, E





# Х. Выполните тестовые задания

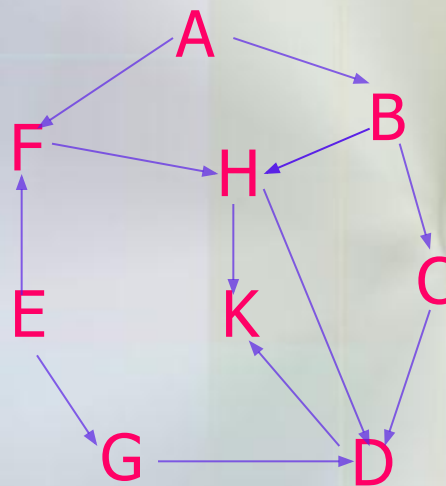
## Задача №7

Изображенная на схеме пищевая сеть состоит только из пастбищных цепей и не включает паразитов. Стрелки указывают направление перехода энергии между различными видами (**A – K**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** - хищники;

**II** – консументы первого порядка?

- 1) I – B, F, G; II – C, D, H, K
- 2) I – C, B, F; II – C, H, F, G
- 3) I – C, D, H, K; II – B, F, G
- 4) I – H, K; II – A, E



# Х. Выполните тестовые задания

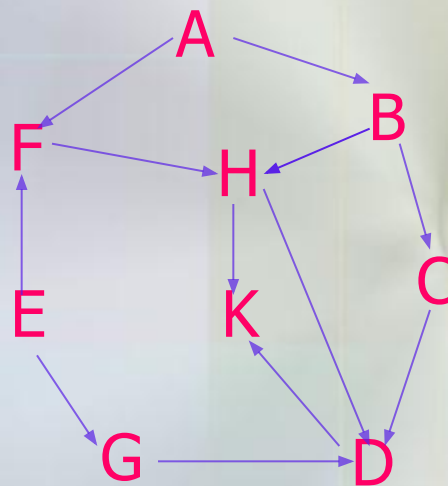
## Задача №8

Изображенная на схеме пищевая сеть состоит только из пастбищных цепей и не включает паразитов. Стрелки указывают направление переходы энергии между различными видами (**A – K**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – консументы первого порядка;

**II** – продуценты?

- 1) I – A, C, E, F; II – B, D
- 2) I – A, B, C, D, G, E, F; II – H, K
- 3) I – C, D, E; II – F, K
- 4) I – B, F, G; II – A, E



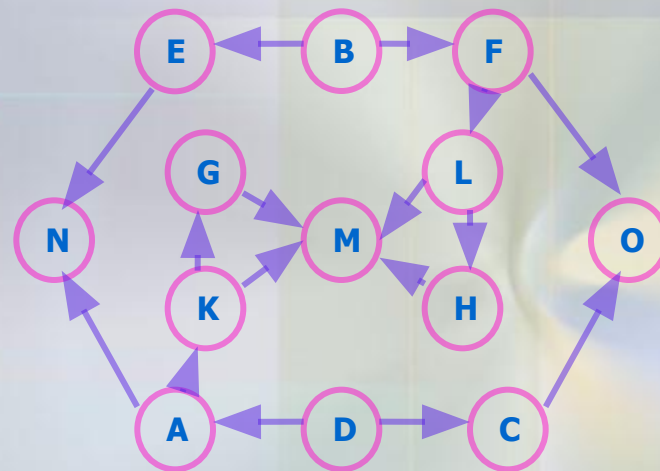
# Х. Выполните тестовые задания

## Задача №9

Изображенная на схеме пищевая сеть не содержит паразитов и редуцентов и отражает трофические связи между различными видами (**A – O**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – консументы первого порядка;  
**II** – консументы второго порядка?

- 1) I – B, D; II – L, H, M, K
- 2) I – A, B, C, K; II – E, F, A, C
- 3) I – A, C, E, F; II – K, L, N, O
- 4) I – K, G, L, H; II – A, B, C, D, F, E, N, O



# Х. Выполните тестовые задания

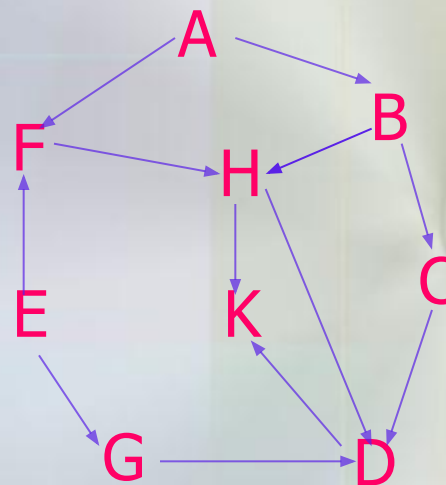
## Задача №10

Изображенная на схеме пищевая сеть состоит только из пастбищных цепей и не включает паразитов. Стрелки указывают направление перехода энергии между различными видами (**A – K**). Какими буквами на схеме обозначены:

**I** – хищники;

**II** – продуценты?

- ) I – C, D, H, K; II – A, E
- ) I – A, E; II – C, D, H, F
- ) I – H, K; II – A, B, C, D, G, E, F
- ) I – A, E, C; II – H, K



# ОТВЕТЫ

## I. Определение численности

1. **60**
2. **125**
3. **64**
4. **125**
5. **20**
6. **128**
7. **81**
8. **242**
9. **100**
10. **100**

## II. Балансовое равенство энергии

1. **47%**
2. **62500**
3. **50%**

## III. Прирост биомассы

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1. <b>59920</b>  | 8. <b>200</b>  |
| 2. <b>24950</b>  | 9. <b>60</b>   |
| 3. <b>49940</b>  | 10. <b>400</b> |
| 4. <b>119880</b> |                |
| 5. <b>29955</b>  |                |
| 6. <b>60</b>     |                |
| 7. <b>120</b>    |                |

# ОТВЕТЫ

## IV. Определение биомассы

1. **200**
2. **20**
3. **60**
4. **22**
5. **20**
6. **45**
7. **18000**
8. **1000**

## V. Запас энергии

1. **300**
2. **2300**
3. **1000**
4. **7500**
5. **72**
6. **56**

## VI. Количество особей в экосистеме

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1. <b>6</b>   | 8. <b>6</b>   |
| 2. <b>25</b>  | 9. <b>100</b> |
| 3. <b>4</b>   | 10. <b>60</b> |
| 4. <b>40</b>  |               |
| 5. <b>200</b> |               |
| 6. <b>45</b>  |               |
| 7. <b>110</b> |               |

# Ответы

## VII. ЦТ 2006 г.

1. **400**
2. **10**
3. **800**
4. **3**
5. **100**
6. **2**
7. **80**
8. **10**
9. **2000**
10. **5**

## X. Тестовые задания

1. **2**
2. **1**
3. **1**
4. **2**
5. **4**
6. **4**
7. **3**
8. **4**
9. **3**
10. **1**