

# ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

## 1. Экология как наука

Экология – это раздел биологии, изучающий взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой.

1866г Эрнст Геккель ввел термин «экология». Термин основан на двух греческих словах: «oikos» – «дом», «logos» – «наука».

С середины прошлого века экология приобрела особую актуальность в связи с усилением антропогенного воздействия на окружающую среду. Но сводить экологию только лишь к проблемам, связанным с загрязнением окружающей среды, нельзя.

## 2. Цели и задачи, стоящие перед экологией

2.1. Обеспечение рационального использования природных ресурсов:

В общем случае природные ресурсы можно подразделить на :

1. Исчерпаемые – ресурсы, запасы которых ограничены

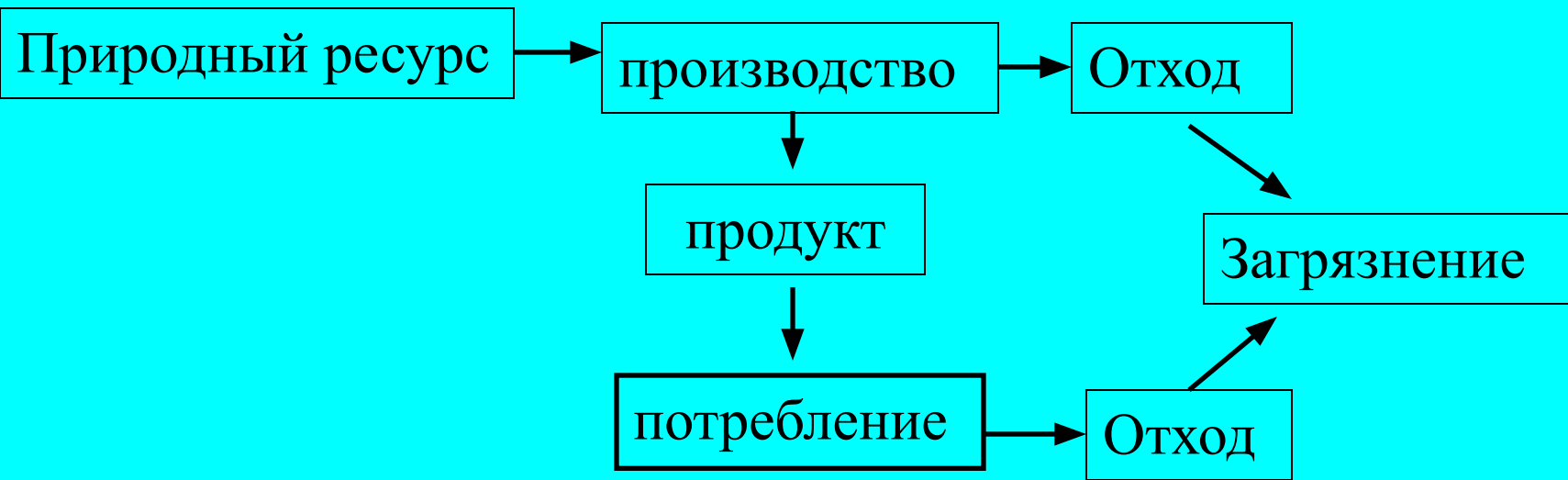
1.1 Исчерпаемые невозобновимые – ресурсы, восстановление которых не происходит совсем или скорость восстановления которых исчезающе мала по сравнению со скоростью из потребления. (Каменный уголь, нефть, природный газ.)

1.2 Исчерпаемые возобновимые – ресурсы, скорость восстановления которых соизмерима со скоростью их потребления. Это ресурсы растительного и животного происхождения, например лесные.

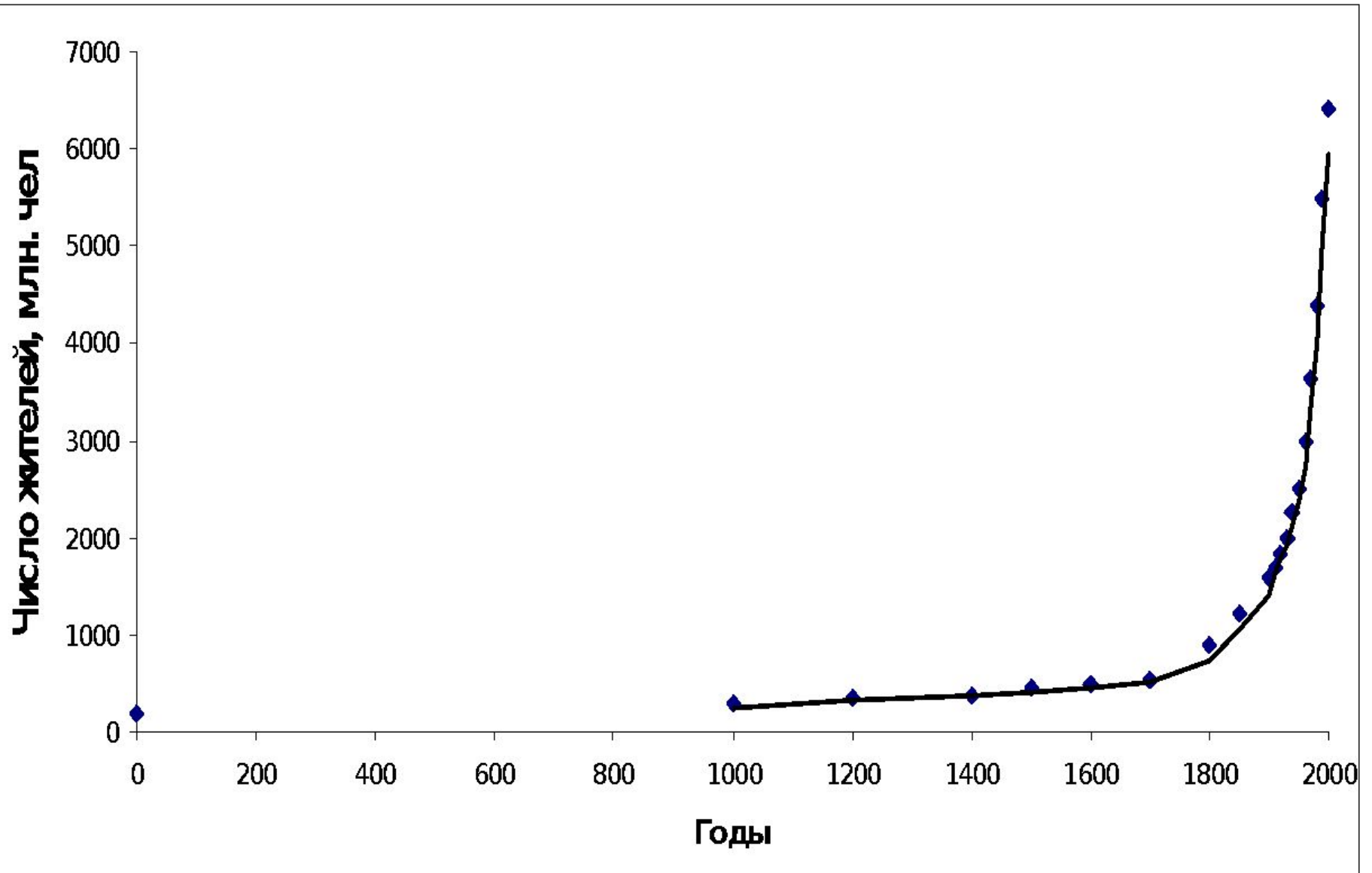
## 2.2. Сохранение видового разнообразия в биосфере

## 2.3. Сохранение качества окружающей природной среды

# Связь промышленного производства с загрязнением окружающей среды



# Рост численности населения



# Законы Б.Коммонера

1. Все взаимосвязано
2. Все должно куда-то деваться
3. За все надо платить
4. Природа знает лучше

# Аутэкология

## Экологический фактор

- **Абиотические**

Космические факторы;

Абиотические факторы наземной среды (влажность воздуха, осадки, ветер, атмосферное давление, абиотические факторы почвенного покрова, орографические факторы)

- **Биотические**

гомотипические и гетеротипические взаимодействия

прямые и косвенные

# Адаптации к экологическим факторам

- **Анатомо-морфологические**

правило Бергмана, правило Аллена, правило мехового покрова, правило Глогера

- **Физиологические**

(зимний анабиоз)

- **Поведенческие**

сезонные миграции, строительство гнезд птицами, и т.д



# Закон лимитирующего фактора

**Либих 1840 г**

наиболее значим для организма тот фактор,  
который более всего отклоняется от  
оптимального его значения

# Закон толерантности

**Шелфорд 1913г**

лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору



# ПДК и закон толерантности

Устанавливают и утверждают ПДК на основании определения лимитирующего значения экологического фактора.

Значение ПДК по отношению к экспериментально установленному значению  $C_{\text{пор}}$  принимают с определенным запасом  $n$ . То есть:

$$ПДК = \frac{T_{\text{лим}}}{n} = \frac{C_{\text{пор}}}{n}$$

Где:

$T_{\text{лим}}$  – лимитирующее нормальную жизнедеятельность организма значение экологического фактора;

$n > 1$ .

# Демэкология

## Популяция

- Свойства:

место в генетической иерархии, целостность, функциональное единство, генетическое единство, пространственная определенность, способность к росту биомассы, способность к адаптации, гомеостаз, потенциальное бессмертие

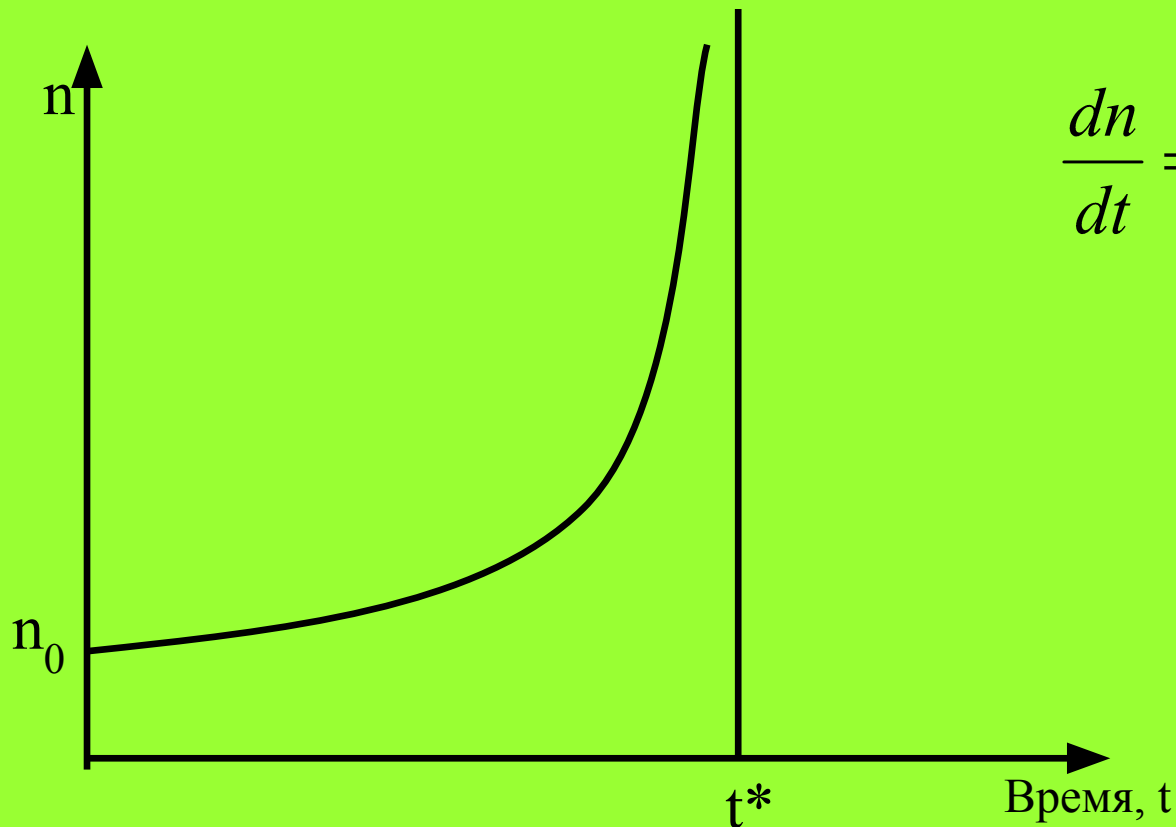
- Параметры:

численность, плотность, рождаемость, смертность, выживаемость, биотический потенциал, возрастная структура, половая структура

# Численность популяции

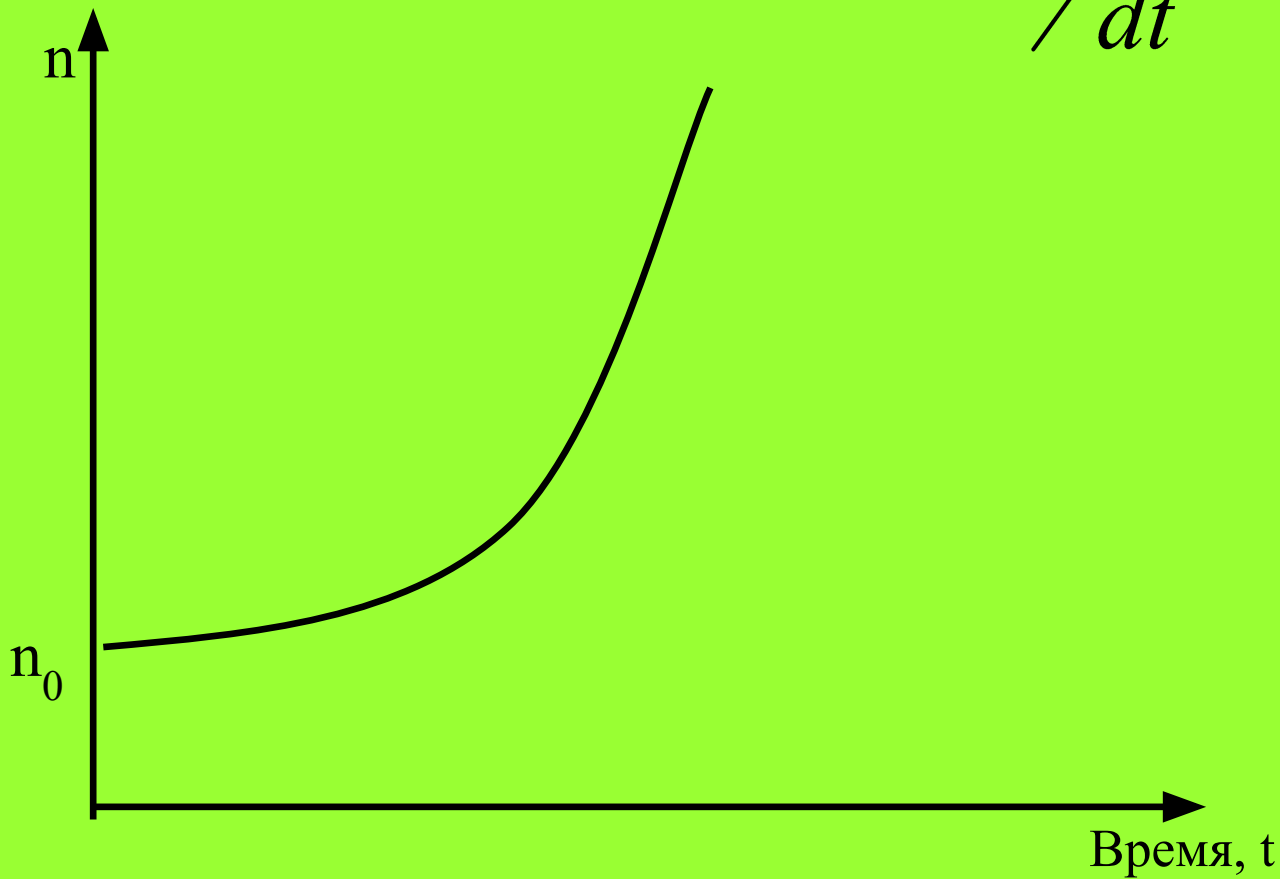
## Типы роста численности

- Гиперболический



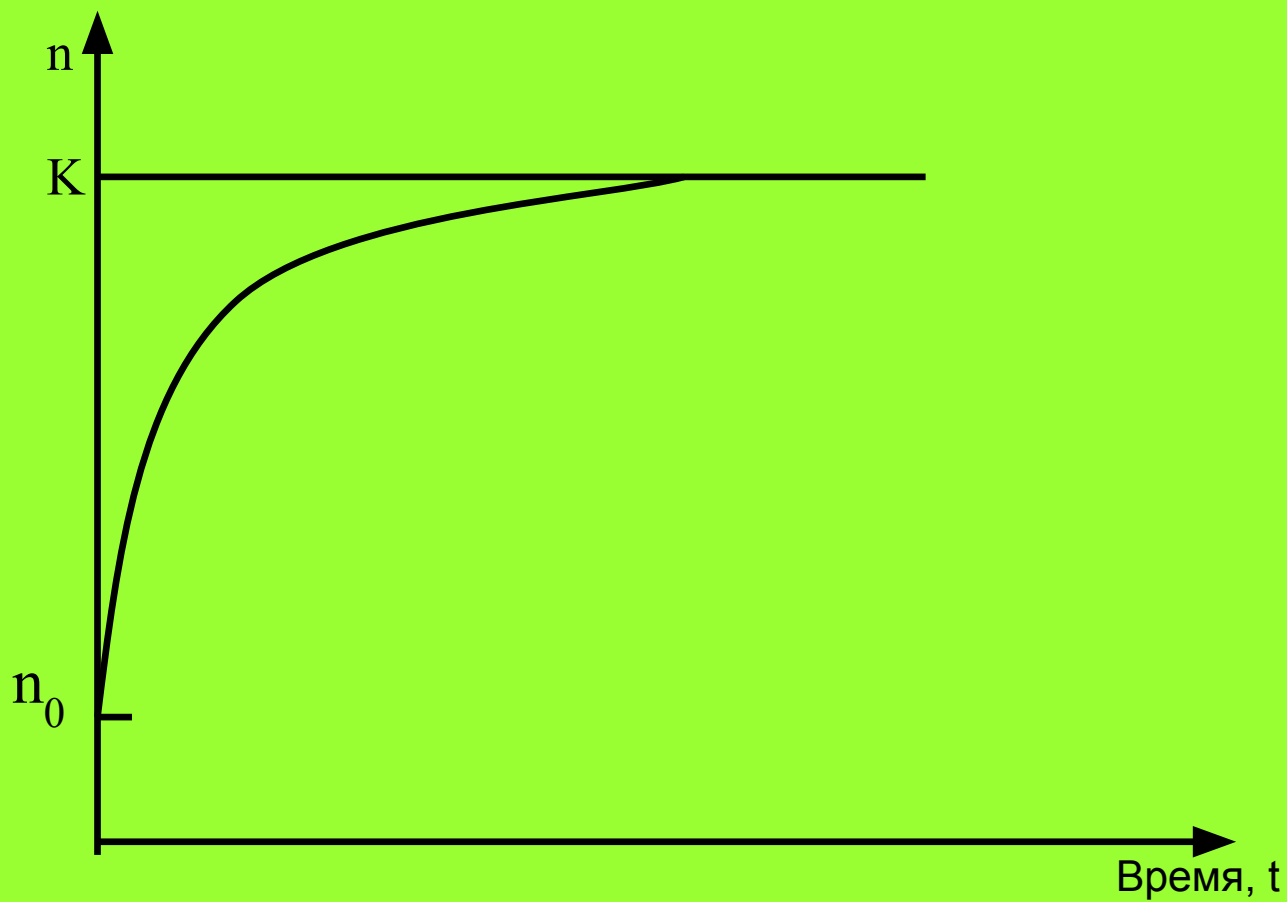
# Экспоненциальный рост (Мальтузианский, неограниченный)

$$\frac{dn}{dt} = r \cdot n$$



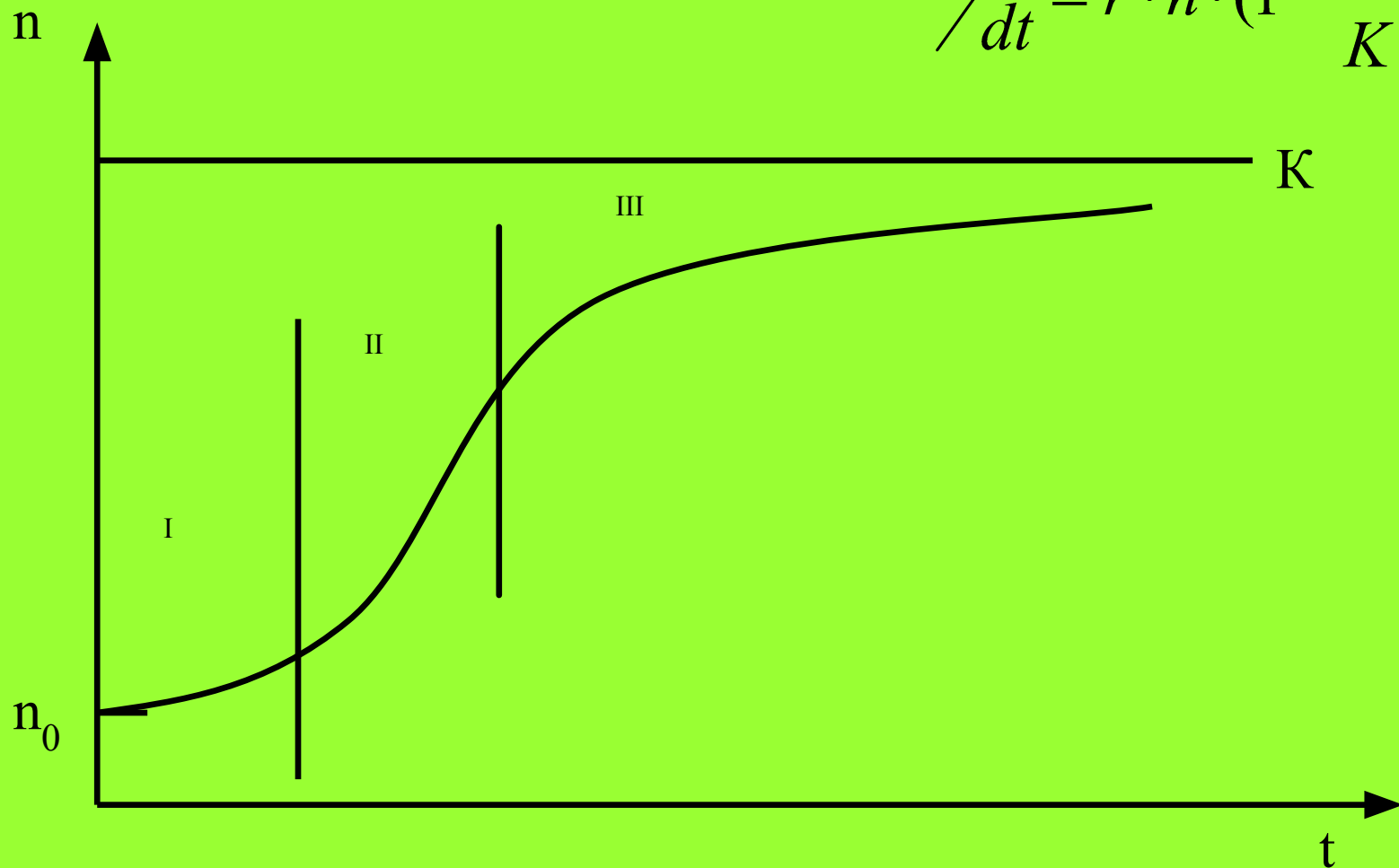
- Рост с ограничением

$$\frac{dn}{dt} = r \cdot (K - n)$$



- Логистический

$$\frac{dn}{dt} = r \cdot n \cdot \left(1 - \frac{n}{K}\right)$$

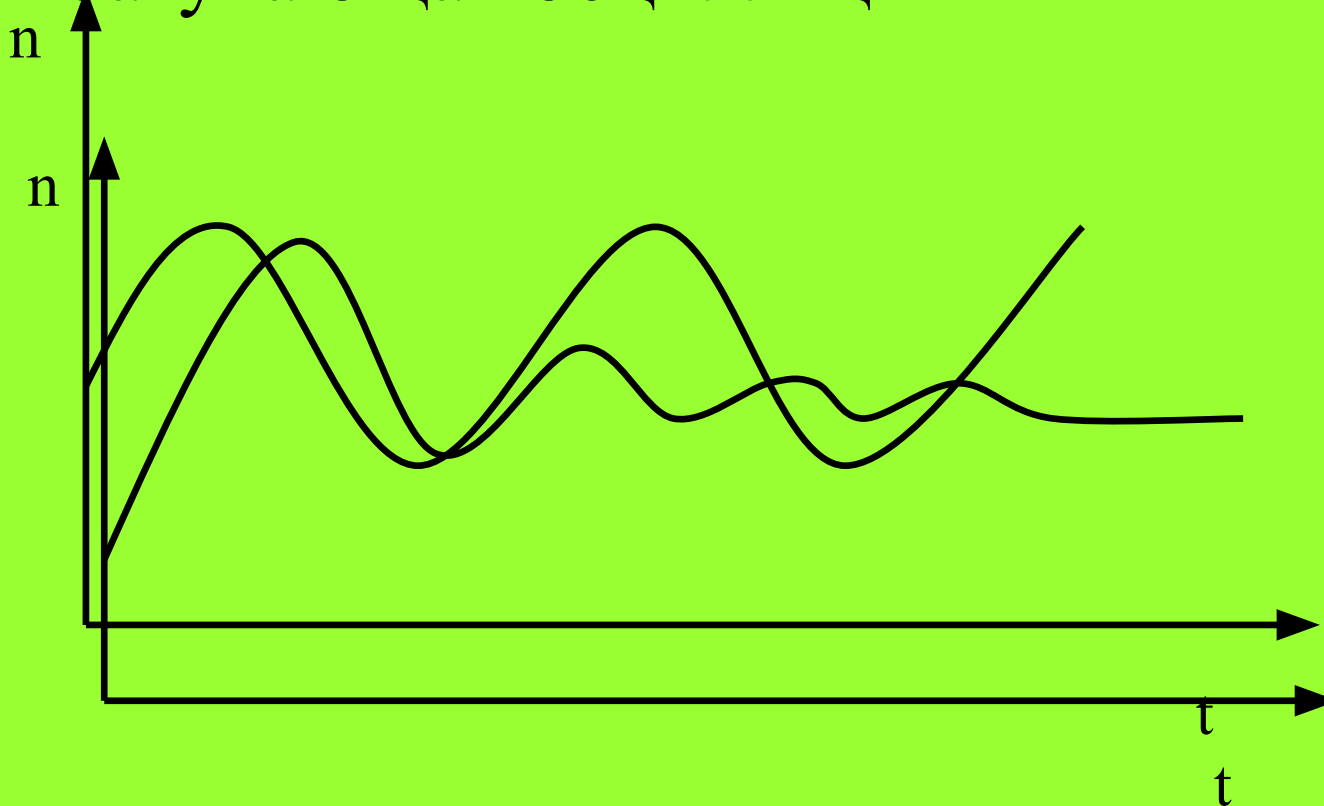




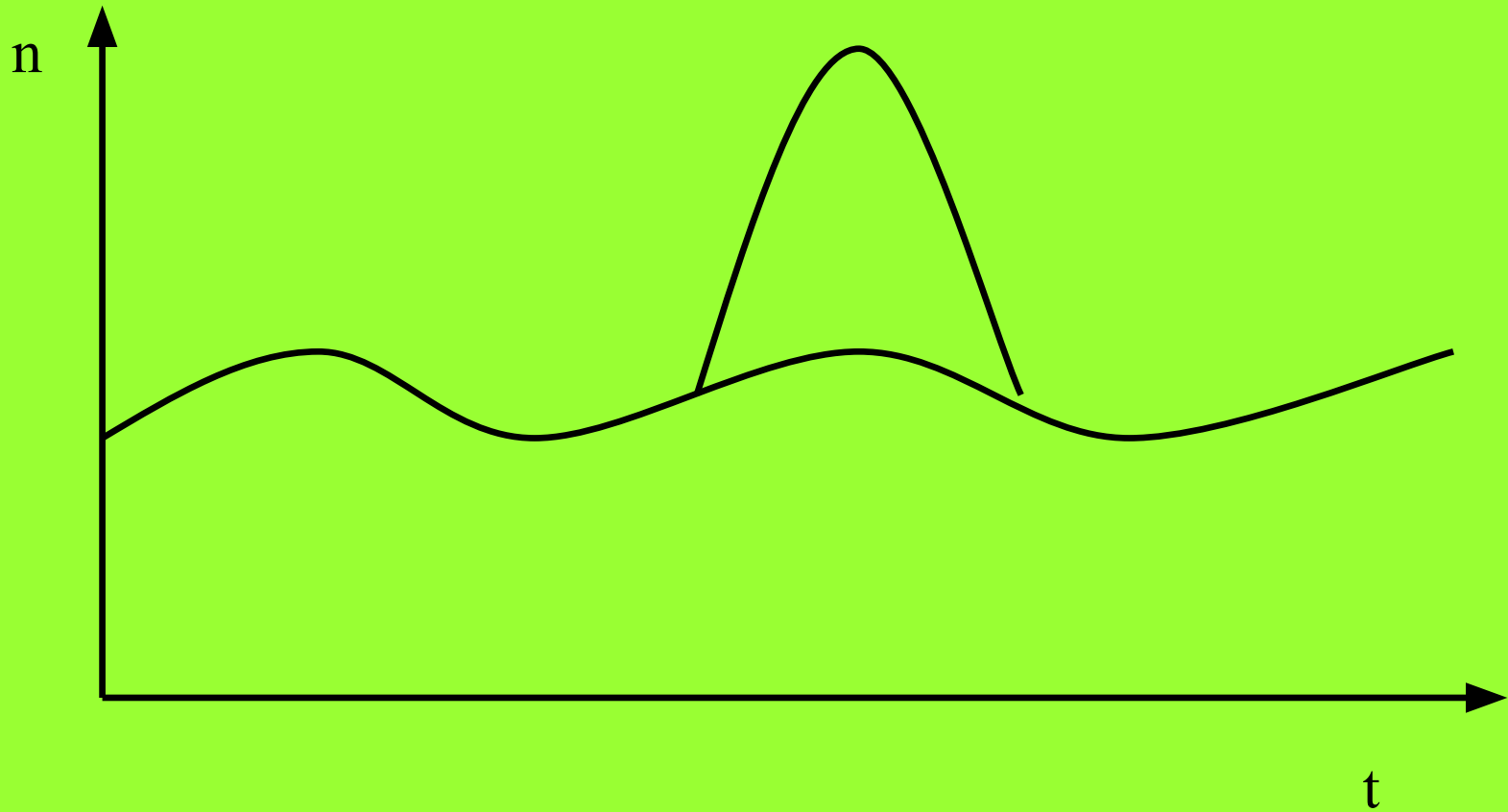
# Колебания численности

## 1. Периодические

- Релаксационная осцилляция
- Затухающая осцилляция



## 2. Непериодические колебания численности



# Плотность популяции

- Максимальная
- Минимальная
- Экологическая

## Методы регуляции плотности популяции

1. Внутривидовая конкуренция
2. Фактор скученности
  - 2.1. Эффект группы

# Эффект группы



КУЗНЕЧИК ЗЕЛЁНЫЙ  
(*Tettigonia viridissima*)



САРАНЧА ПЕРЕЛЁТНАЯ (*Locusta migratoria*)

**Саранча — уникальное существо с двумя альтернативными генетическими программами развития**

2.2. Эффект массы

**3. Дисперсия**

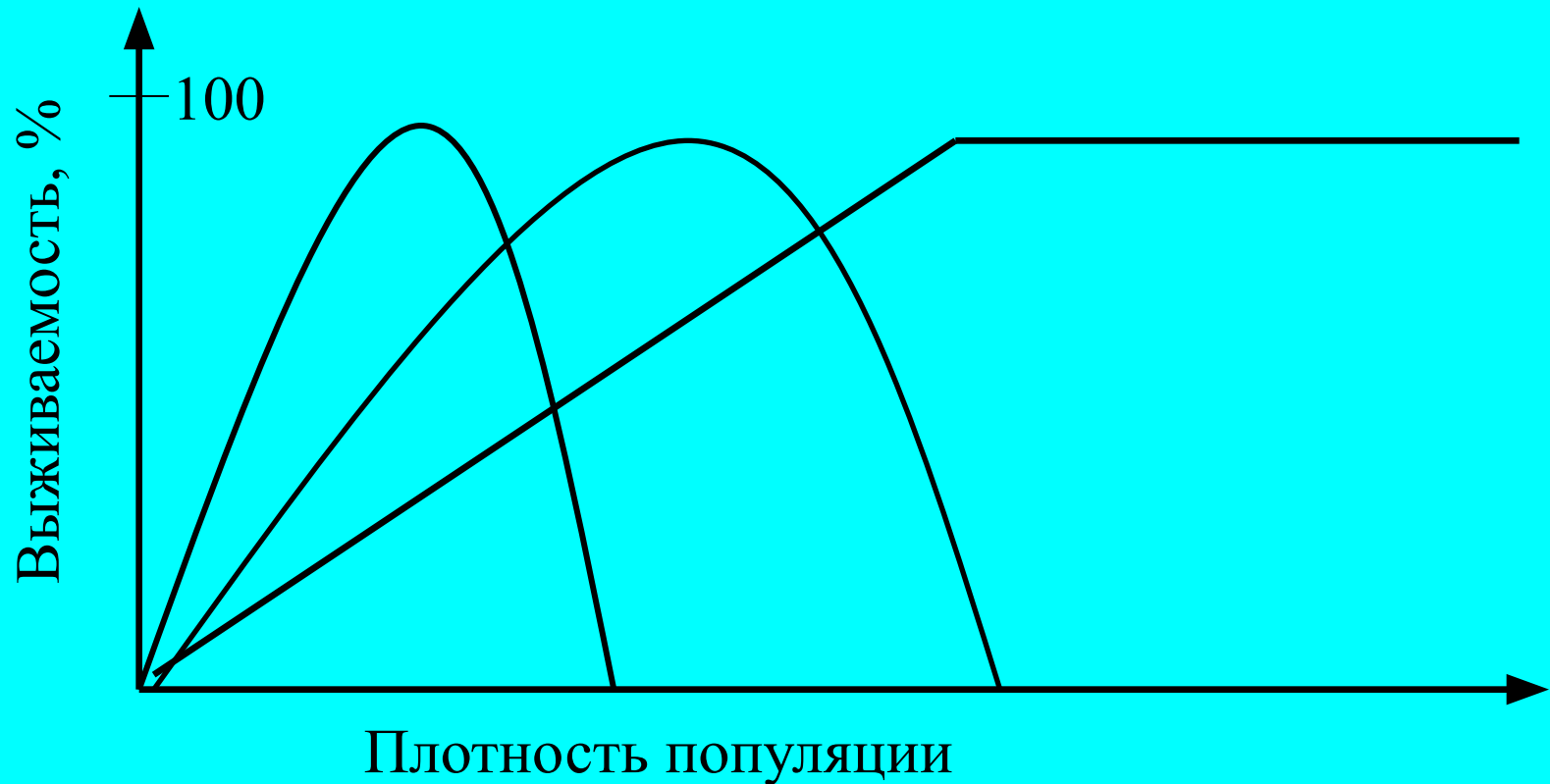
**4. Канныбализм**

**5. Эмиграция**

**6. Стресс-реакция**

# Связь плотности популяции с выживаемостью

## Принцип Олли



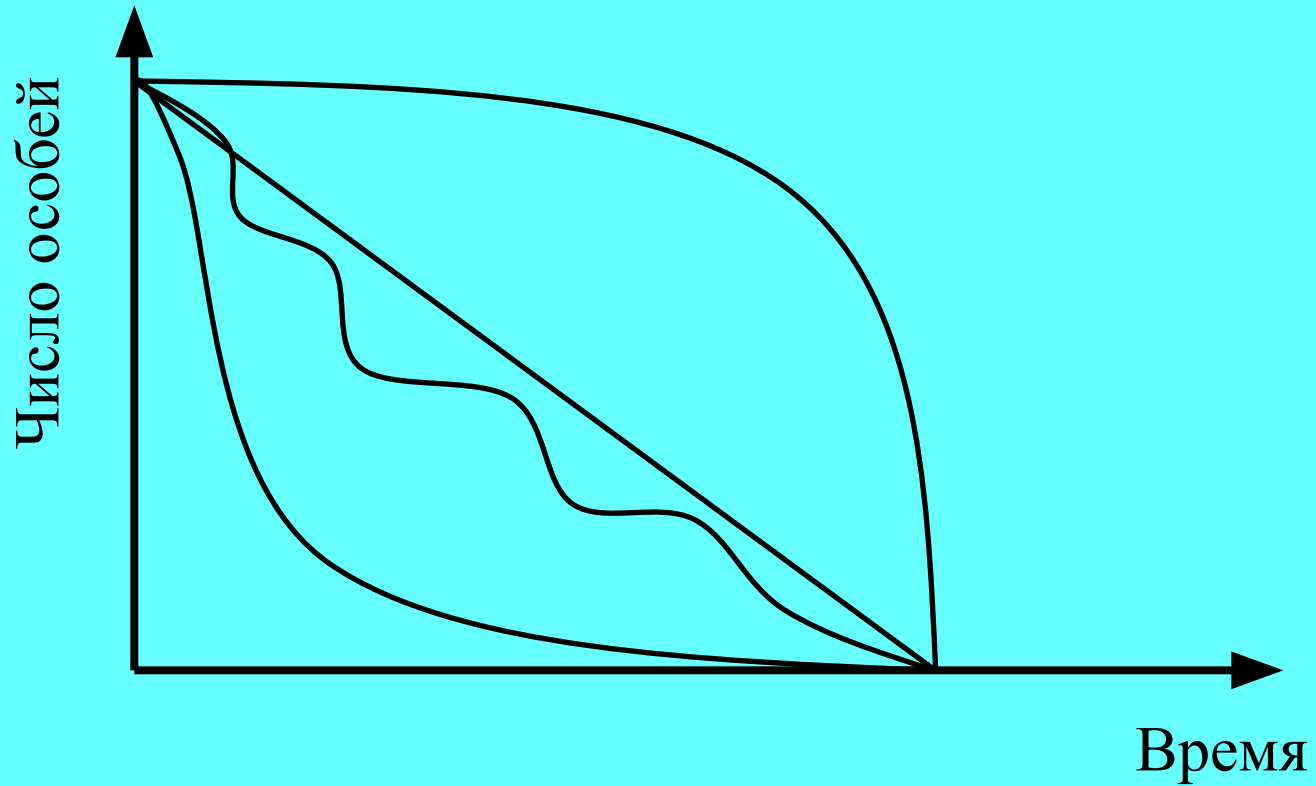
# Рождаемость

## Рождаемость и плодовитость



# Выживаемость

## Кривые выживания





# Биотический потенциал

$$r = b - d$$

b –  
рождаемость

d –  
смертность

$r$  может быть максимальным, минимальным или экологическим. Максимальное значение биотического потенциала (мальтузианский параметр) проявляется лишь в оптимальных условиях и зависит от физиологических способностей данного биологического вида. Мальтузианский параметр биологического вида можно определить также как врожденную скорость увеличения численности его естественных популяций.

# Возрастная структура

три возрастных периода:

- **Предрепродуктивный**
- **Репродуктивный**
- **Пострепродуктивный**

# Средняя продолжительность жизни особей различных биологических видов.

<b>Вид</b>	<b>Продолжительность жизни</b>
<b>Земляной червь</b>	<b>10 лет</b>
<b>Осетр</b>	<b>100 лет</b>
<b>Черепаша</b>	<b>300 лет</b>
<b>Мышь</b>	<b>3 года</b>
<b>Муравей</b>	<b>19 лет</b>
<b>Лягушка</b>	<b>20 лет</b>
<b>Скворец</b>	<b>19 лет</b>
<b>Собака</b>	<b>15 лет</b>
<b>Карп</b>	<b>50 лет</b>
<b>Жаба</b>	<b>36 лет</b>
<b>Ворон</b>	<b>100 лет</b>
<b>Слон</b>	<b>77 лет</b>

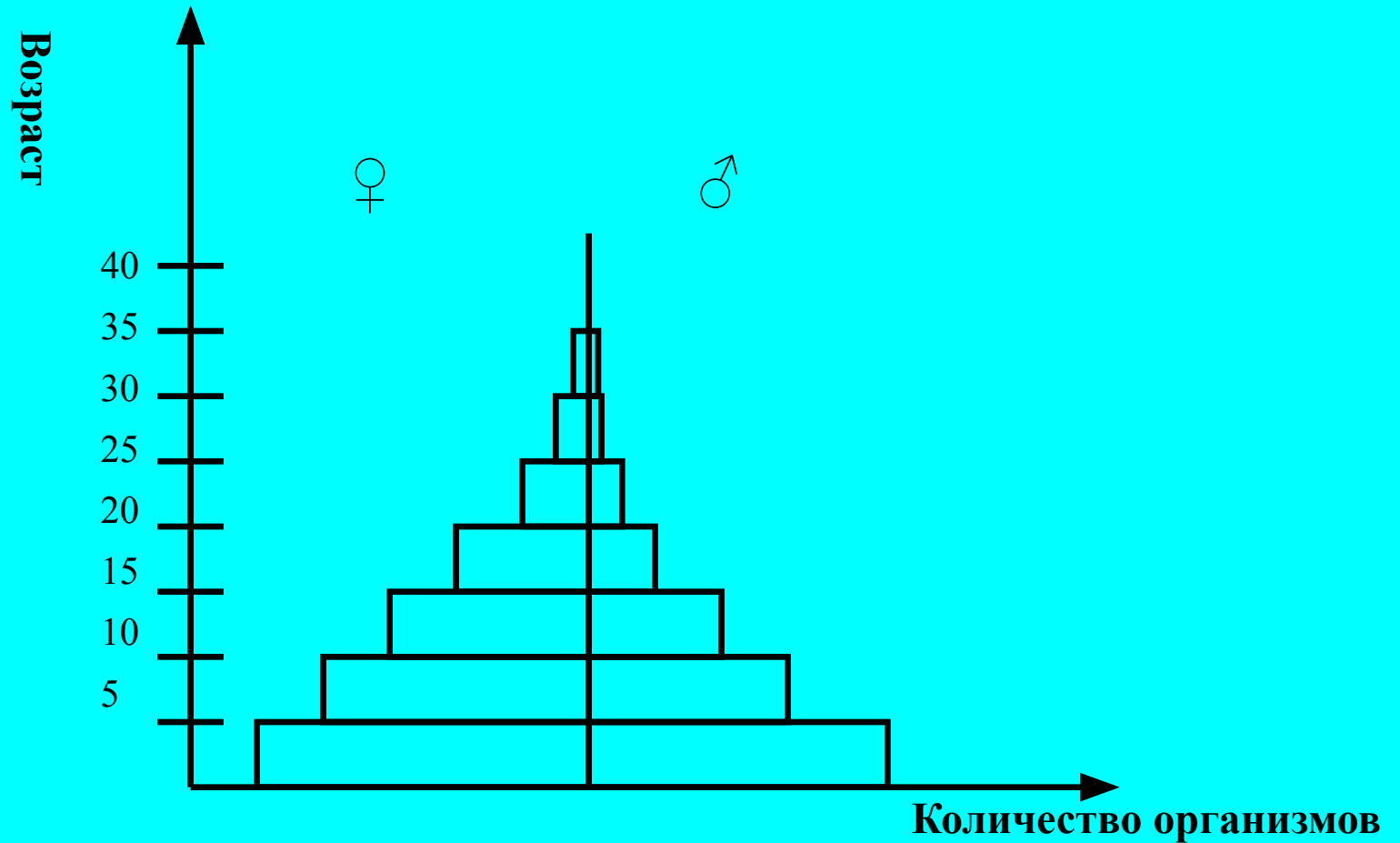
# Половая структура

- Первичное соотношение полов.
- Вторичное соотношение полов.
- Третичное соотношение полов

## Половая структура популяции Homo Sapiens

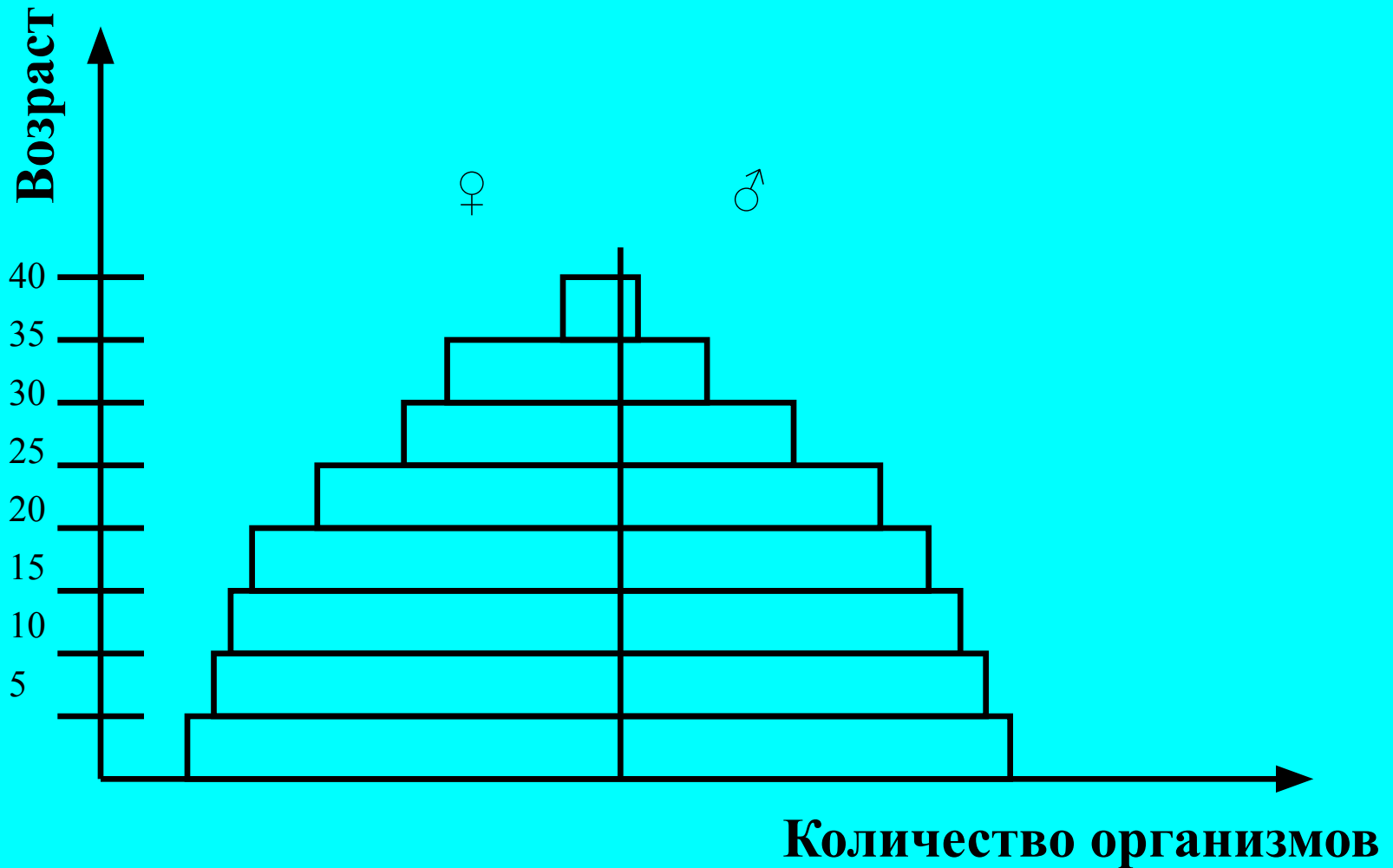
Возрастная группа, лет	Численность особей, %. За 100% принята численность женских особей в каждой возрастной группе.	
	♀	♂
0 – 0	100	100
5 – 10	100	106
18 - 20	100	100
30 – 35	100	96
50	100	85
80	100	50

# Возрастно-половые пирамиды



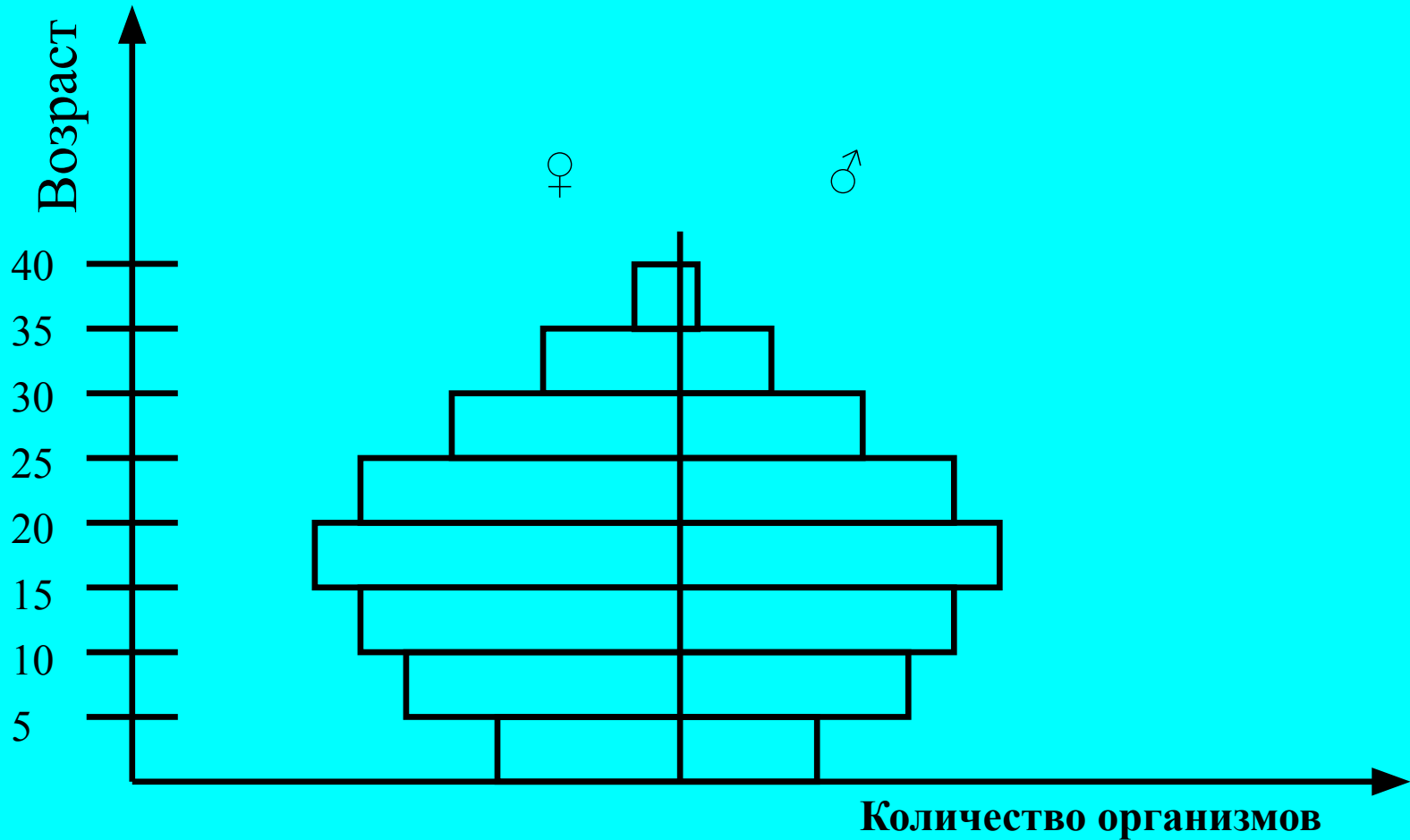
Пирамида молодой популяции

# Возрастно-половые пирамиды



«Нормальная» пирамида

# Возрастно-половые пирамиды



Пирамида стареющей популяции



# Стратегии популяций

- $r$  – стратегия ( $r$  – стратеги, оппортунистические популяции)  
(большинство растений, одноклеточные организмы, грибы)
- $K$  – стратегия ( $K$  – стратеги, равновесные популяции)

Большинство крупных млекопитающих

# Стабильность популяций и причины ее нарушения

Стабильной называется такая популяция, которая:

- находится в благоприятных условиях, близких к оптимальным;
- имеет высокий биотический потенциал, близкий к максимальному, но не достигает его максимального его значения.

Среди причин, приводящих к нарушению стабильности популяций, прежде всего, следует отметить следующие:

- Естественные. К ним относятся: резкие изменения климатических факторов, геомагнитные отклонения, цикличность солнечной активности и др.
- Антропогенные. Среди них наиболее значимы: чрезмерная интенсивность изъятия особей, разрушение естественных мест обитания, вселение видов в новые условия, загрязнение среды обитания.

# Биоценология

## Биоценоз, функциональные группы популяций в биоценозе

### 1. По типу питания:

**Автотрофы**

**Гетеротрофы**

# Автотрофы



# Гетеротрофы



## 2. По связям в пищевой цепи

Продуценты

Консументы

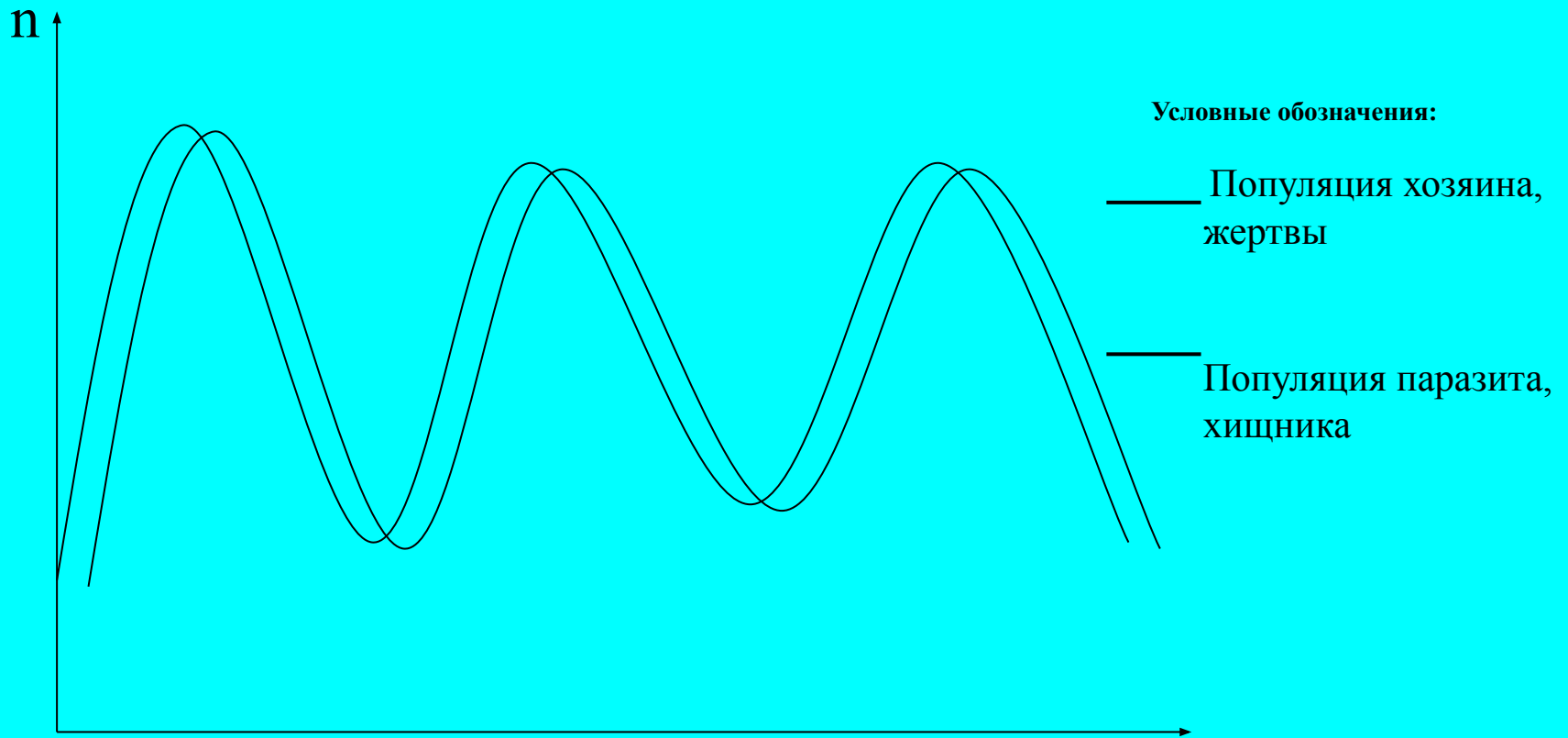
Редуценты



# Типы взаимодействия популяций в биоценозе

<b>Нейтрализм</b>	<b>0 0</b>	<b>Паразитизм (факультативный и облигатный)</b>	<b>- +</b>
<b>Конкуренция</b>	<b>- -</b>	<b>Комменсализм</b>	<b>+ 0</b>
<b>Антагонизм</b>	<b>- -</b>	<b>Протокооперация</b>	<b>+ +</b>
<b>Аменсализм</b>	<b>- 0</b>	<b>Мутуализм</b>	<b>+ +</b>
<b>Хищничество</b>	<b>- +</b>	<b>Симбиоз</b>	<b>+ +</b>

# Понятие о законах В. Вольтерры



**Взаимосвязь численностей двух популяций, взаимодействующих по системе хозяин-паразит и хищник-жертва.**



- Закон периодического цикла: колебания численности особей в системе двух популяций, взаимодействующих по типу хищник – жертва являются периодическими, зависят от биотических потенциалов этих популяций и от их первоначальной численности.
- Закон сохранения средней величины: средняя численность популяции постоянна и не зависит от начального числа особей до тех пор, пока остается постоянной интенсивность хищничества.
- Закон нарушения средней величины: уничтожение организмов в двух популяциях, взаимодействующих по типу хищник – жертва, на величины пропорциональные их плотности приводит к увеличению средней численности популяции жертвы и снижению средней численности популяции хищника

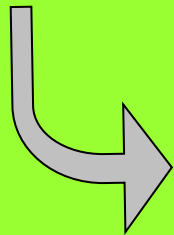
# Пищевые цепи

Пищевая цепь – это последовательность организмов, питающихся друг другом.

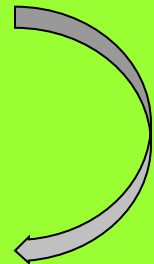
Каждое звено пищевой цепи называется трофическим уровнем.

Солнечная энергия → (фотосинтез) → продуценты

фаготрофы 1го порядка ← (хищничество) ← фитофаги



фаготрофы 2го и т.д. порядка → редуценты

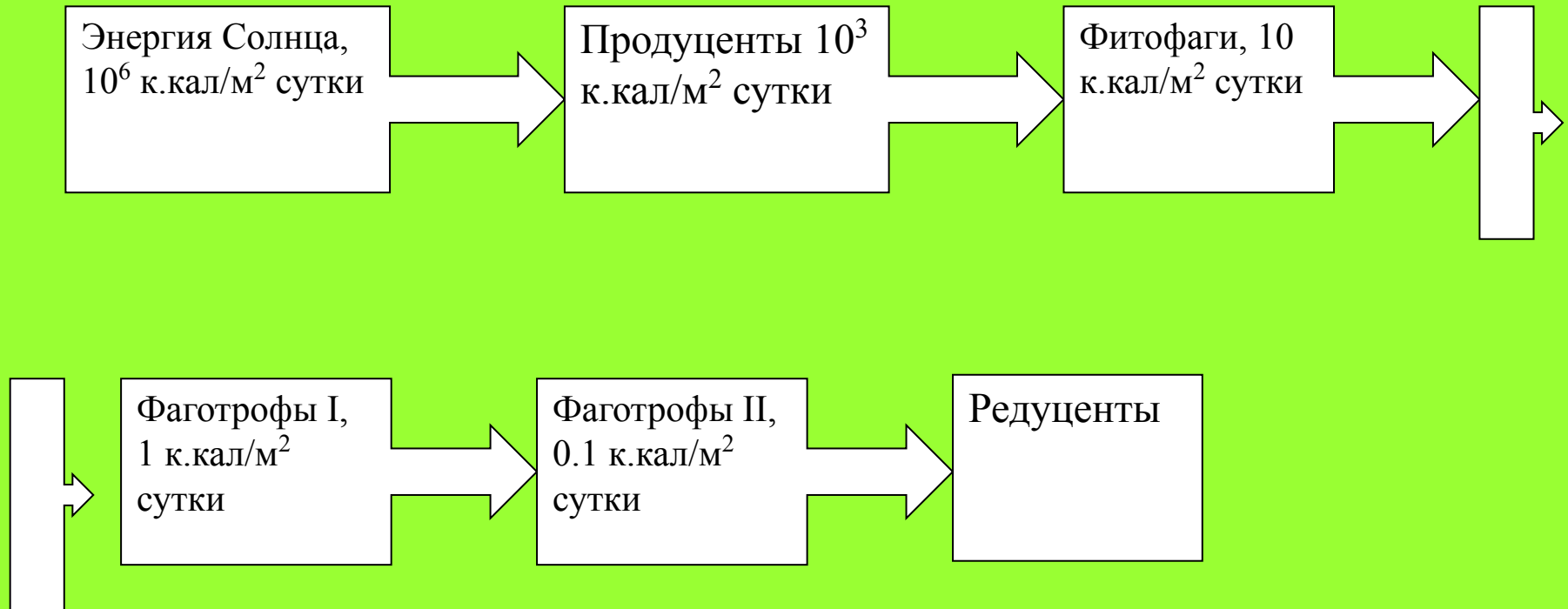


Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании



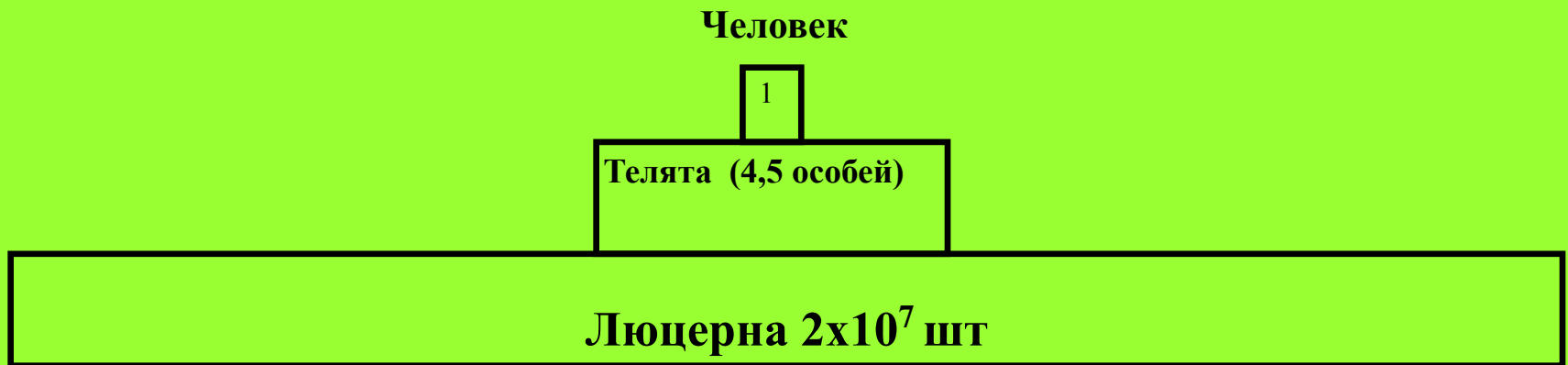
Тепловая энергия, теряющаяся при дыхании

# Передача энергии по пищевой цепи



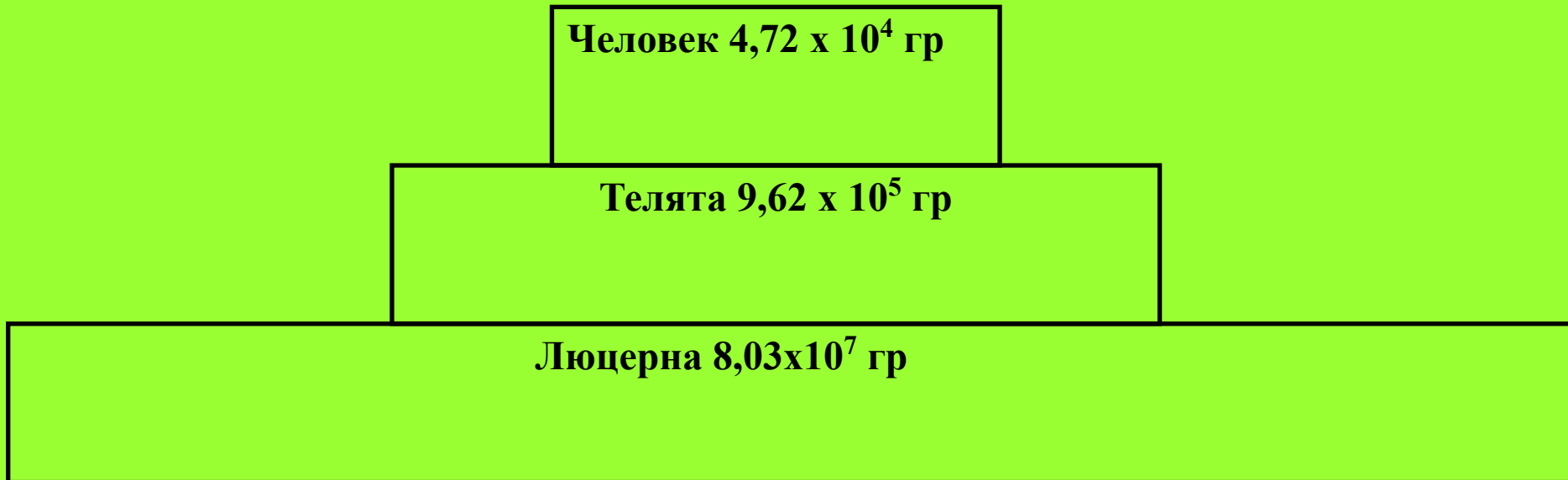
# Экологические пирамиды

- Пирамиды чисел



Пример экологической пирамиды чисел

- **Пирамиды биомассы**



**Пример экологической пирамиды биомассы**

- **Пирамиды энергии**

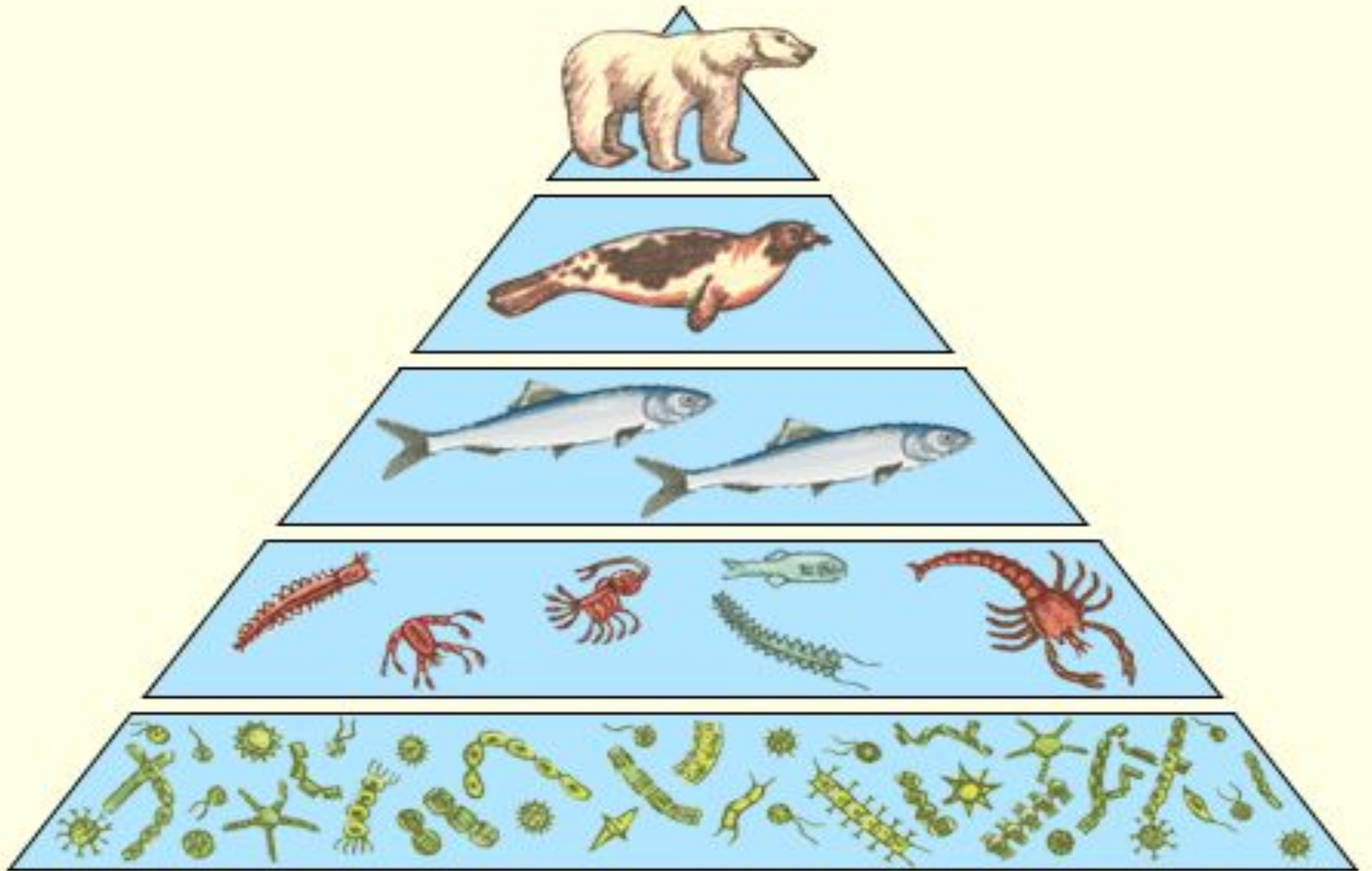
**Человек  $4,72 \times 10^4$  К.кал.**

**Телята  $9,62 \times 10^5$  К.кал.**

**Люцерна  $6,3 \times 10^7$  К. кал.**

**Солнечная энергия  $6,3 \times 10^{10}$  К.кал.**

**Пример пирамиды энергии**



Упрощённый вариант экологической пирамиды



# Правило Линдемана

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

$\varepsilon_n$  – экологическая эффективность

организмов на  $n$ -ом трофическом уровне

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

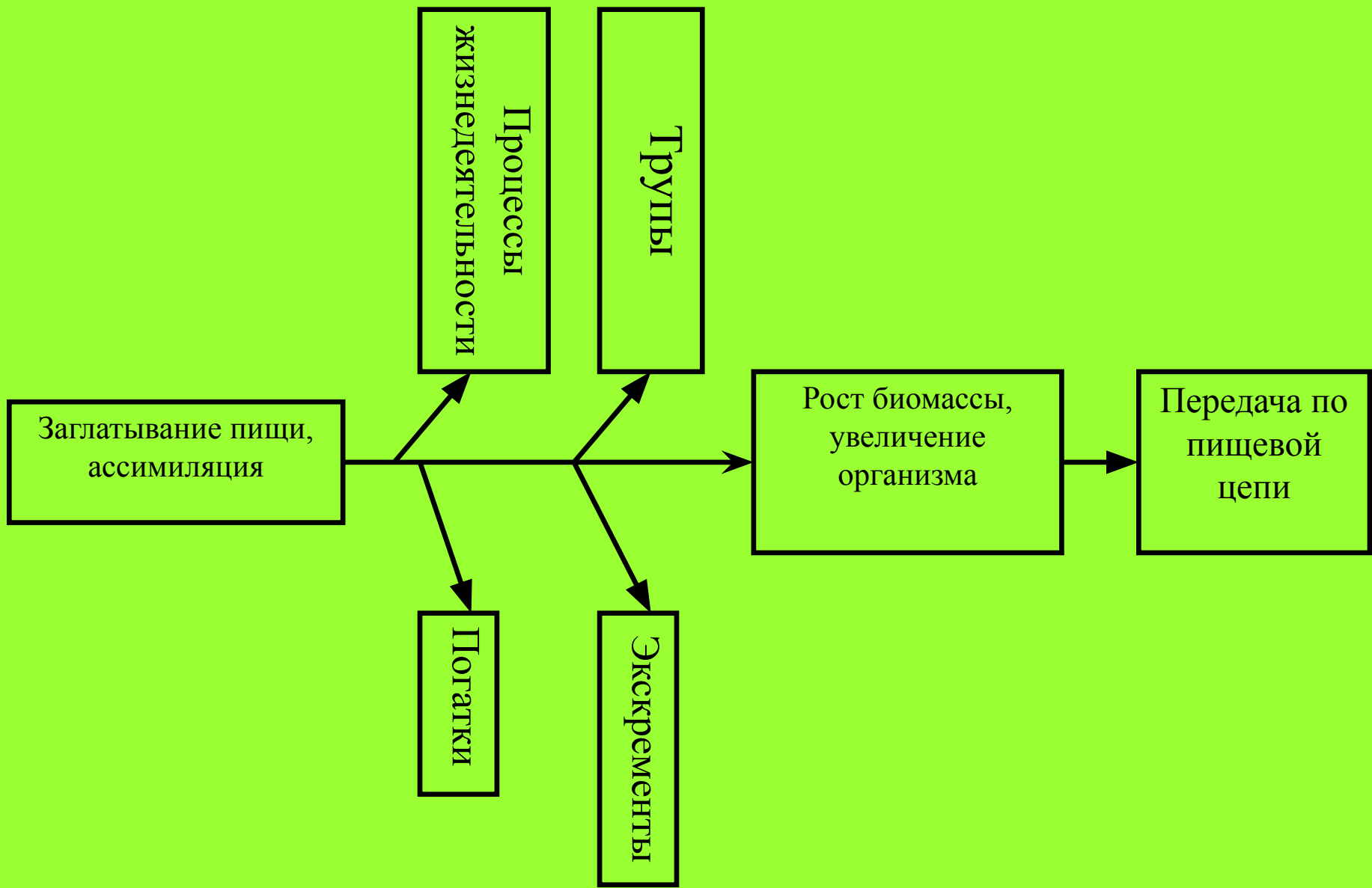


Схема распределения энергии в пределах трофического уровня.

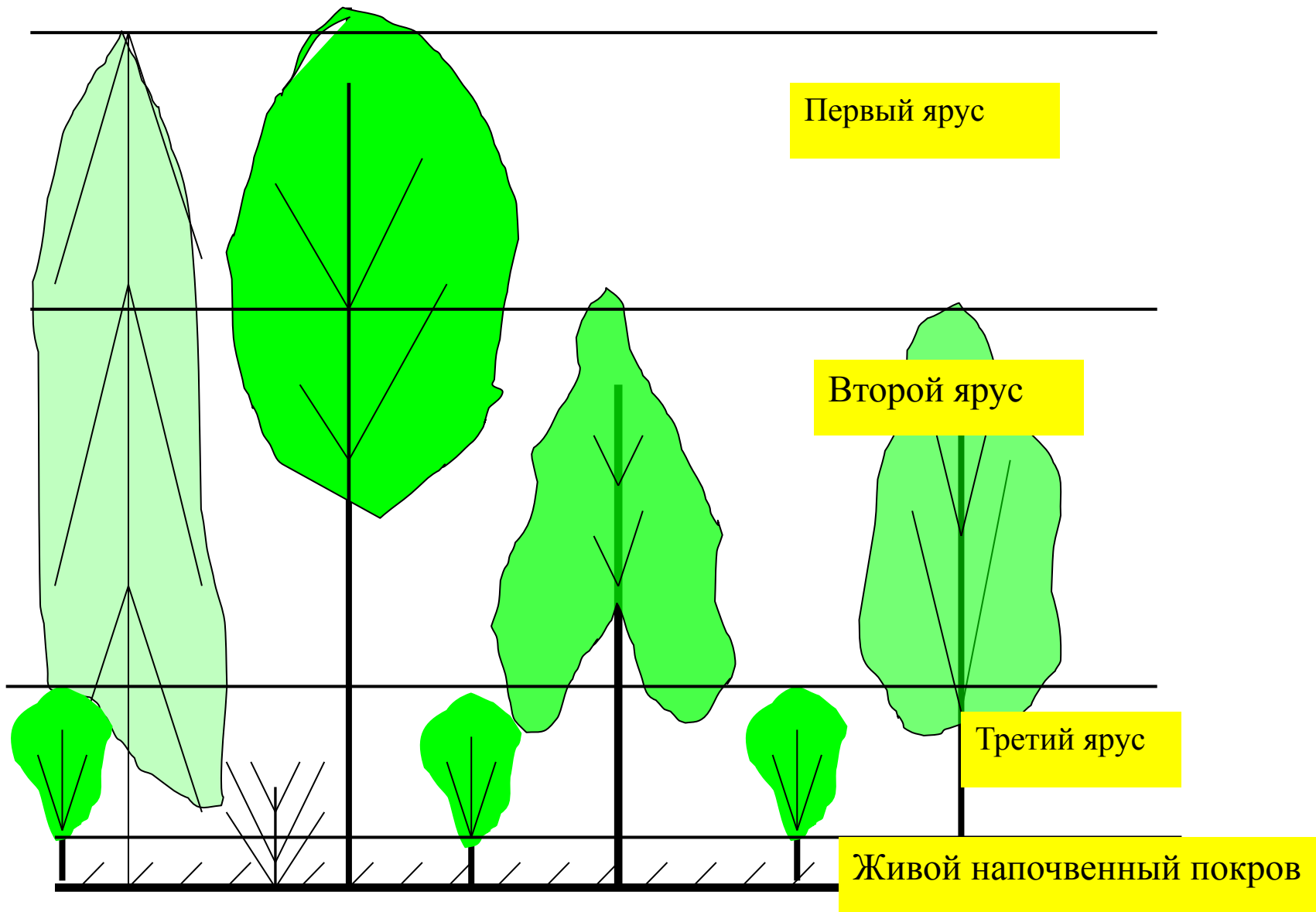
# **Понятие о продуктивности биоценоза**

- Валовая первичная продуктивность**
- Чистая первичная продуктивность**
- Вторичная продуктивность**
- Чистая продуктивность сообщества**

# Структура биоценоза

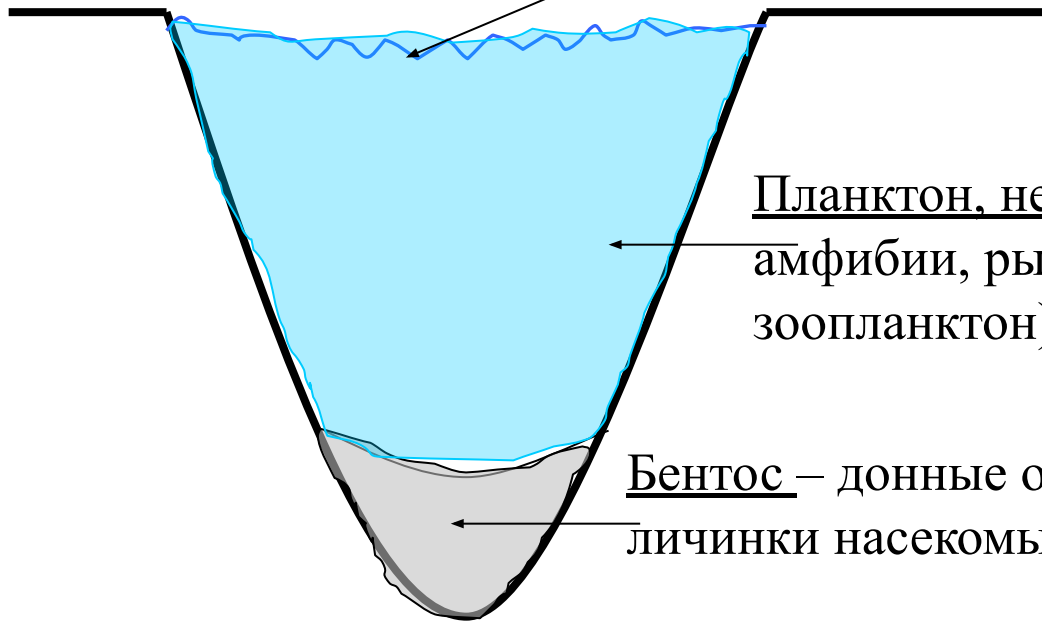
Структура биоценоза строится из следующих основных компонентов:

- Вертикальная ярусность
- Горизонтальная неоднородность
- Периодичность во времени (суточная и сезонная)
- Пищевые цепи и пищевая сеть
- Типы взаимодействий между популяциями



**Упрощенная схема вертикальной ярусности в лесном биоценозе**

Нейстон – организмы, обитающие у поверхности (ряска, водомерки...)



Планктон, нектон - ракообразные, амфибии, рыба (фито- и зоопланктон)

Бентос – донные организмы (моллюски, личинки насекомых)

**Проявление вертикальной ярусности в водных биоценозах**

# Понятие о доминировании

Доминант – это один или несколько видов организмов, преобладающих в биоценозе по следующим признакам:

1. Количество особей
2. Количество биомассы
3. Выполняемые функции



# Экологическая ниша

**Экологическая ниша организма** – это совокупность всех требований организма к условиям среды обитания и место, где эти требования удовлетворяются

**Местообитание** – это пространственно ограниченная совокупность условий абиотической и биотической среды, обеспечивающая весь цикл развития особей одного вида

Экологическая ниша включает в себя следующие основные компоненты:

- пространственное размещение вида
- зона толерантности вида к различным экофакторам
- место биологического вида в пищевой цепи
- роль вида в межвидовых взаимодействиях
- роль вида в создании и переносе органического вещества
- значение вида для биоценоза



# Правило экологической ниши:

два близкородственных вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу.

Количество экологических ниш на Земле соответствует количеству обитающих на нашей планете биологических видов.

## Принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе 1934г)

Две равноправные формулировки:

1. два вида с одинаковыми экологическими потребностями не могут сосуществовать длительное время, один из них будет неизбежно вытеснен.
2. Сосуществование между полными конкурентами невозможно

# Принцип Гаузе – исключения (Вьюрки Галапагосских островов)



abela, Sierra Negra, X.2005

# Экологическая диверсификация

**- это процесс разделения экологических ниш.**

Экологическая диверсификация в биотических сообществах происходит в основном по трем направлениям:

- Пространственное разделение. Например, образование вертикальной ярусности в лесных биоценозах.
- Разделение по пищевому рациону. К примеру, известны два вида бакланов, сосуществование которых в пределах одного ареала стало возможно ввиду различий в пищевом рационе.
- Распределение активности по времени суток. Так, например, существуют дневные и ночные хищники.