

# Лекция 4 ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

1. Популяция как форма существования вида
2. Характеристики популяции
3. Рост численности популяций и экологические стратегии выживания
4. Факторы динамики численности и гомеостаз
5. Колебания численности популяций в природе



# 1. Популяция как форма существования вида

- Термин популяция введен в 1903 г. датским ученым В.Иогансеном для обозначения «естественной смеси особей одного и того же вида, неоднородной в генетическом отношении», в отличии от чистой линии
- В дальнейшем значение термина несколько изменилось



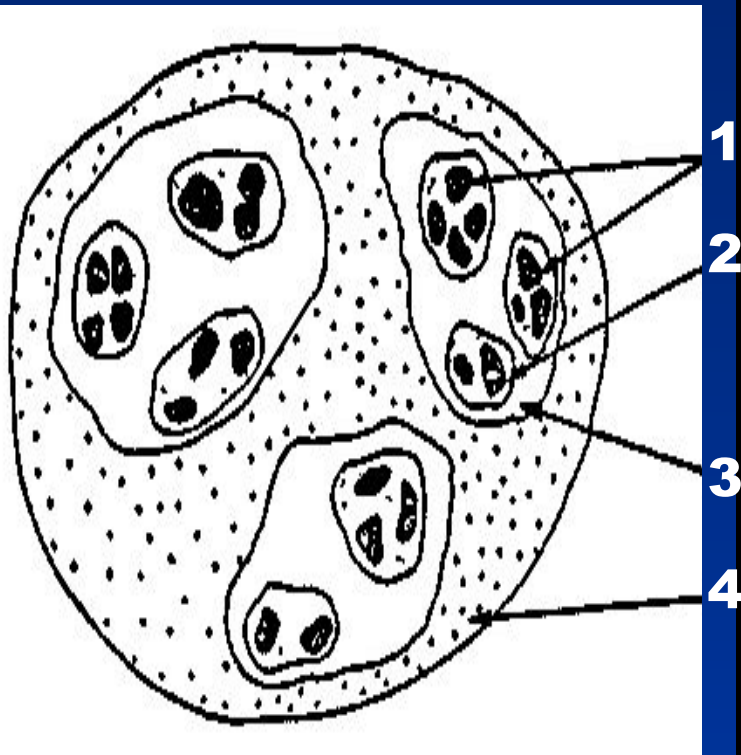
Популяция (от лат. «популюс» - народ) –

часть вида, изолированно проживающая  
на одной территории в течение ряда  
поколений



(стая голубей, зайцы  
одного леса,  
стадо оленей,  
тараканы одного  
общезития)

# Типы популяций



- Элементарные или микрорепуляции (1) – занимают небольшой однородный участок, характерна полная панмиксия (свободное скрещивание)
- Экологические популяции (2) – совокупности смежных элементарных популяций, проживающие в экологически сходных условиях (белки сосновые, еловые ...), изолированы слабо
- Географические популяции (3) – занимают большую территорию, хорошо изолированы
- Ареал вида (4) = область распространения вида

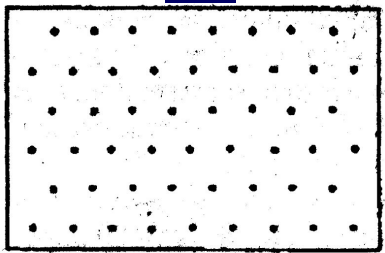
## 2. Характеристики популяции

К **статическим характеристикам** относятся:

- численность (общее число особей в популяции),
- плотность (число особей вида, приходящееся на единицу площади или объема),
- пространственная структура,
- возрастная структура,
- половая структура (соотношение полов - ♂ : ♀ ),
- экологическая структура (**экотипы** - генетические варианты, различающиеся по требованиям к условиям среды или по срокам развития ).

# Пространственная структура (распределение особей в пространстве)

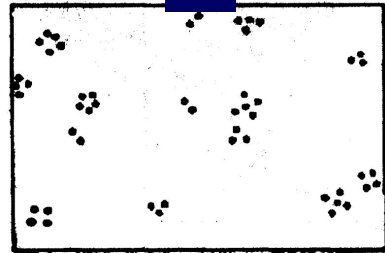
1



2



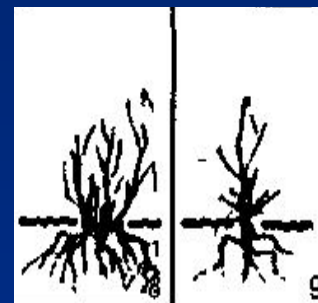
3



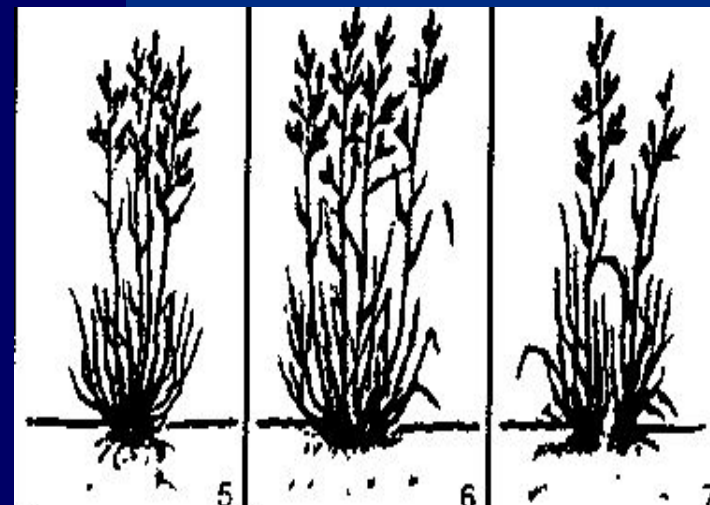
1. Регулярное (равномерное) – вследствие конкуренции особи удалены друг от друга на максимально возможное расстояние
2. Случайное – встречается на однородных участках, когда конкуренция слаба и особи не стремятся к объединению
3. Групповое – встречается, если животные живут стаями или стадами, растения вегетативно размножаются или среда очень неоднородна

# Экологические возраста

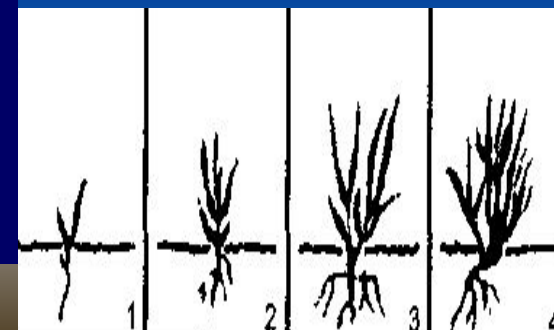
Пострепродуктивный  
(уже не размножающийся)



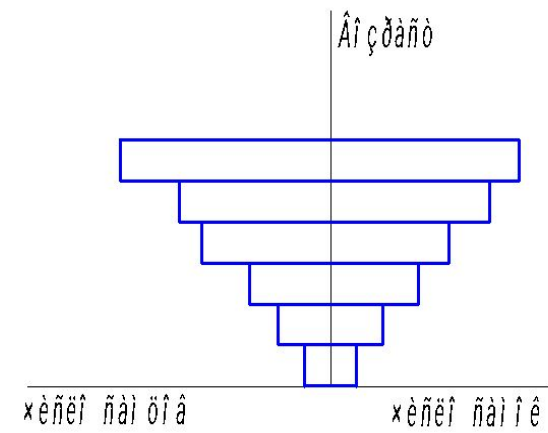
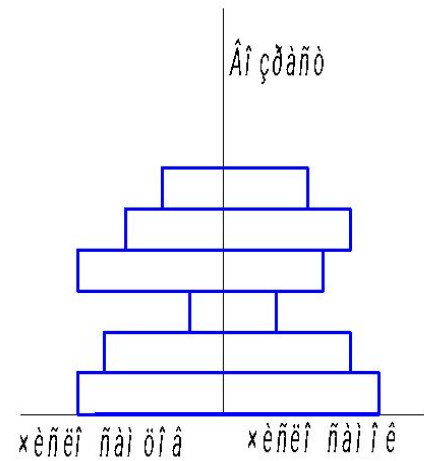
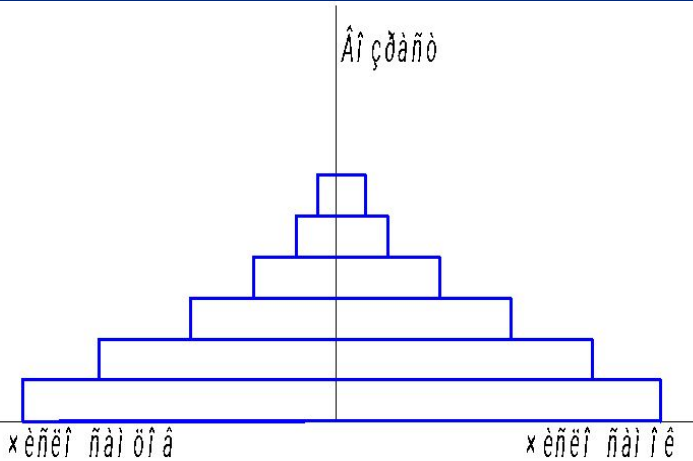
Репродуктивный  
(размножающийся)



Предрепродуктивный  
(еще не размножающийся)



# Возрастная структура популяций (возрастные пирамиды)



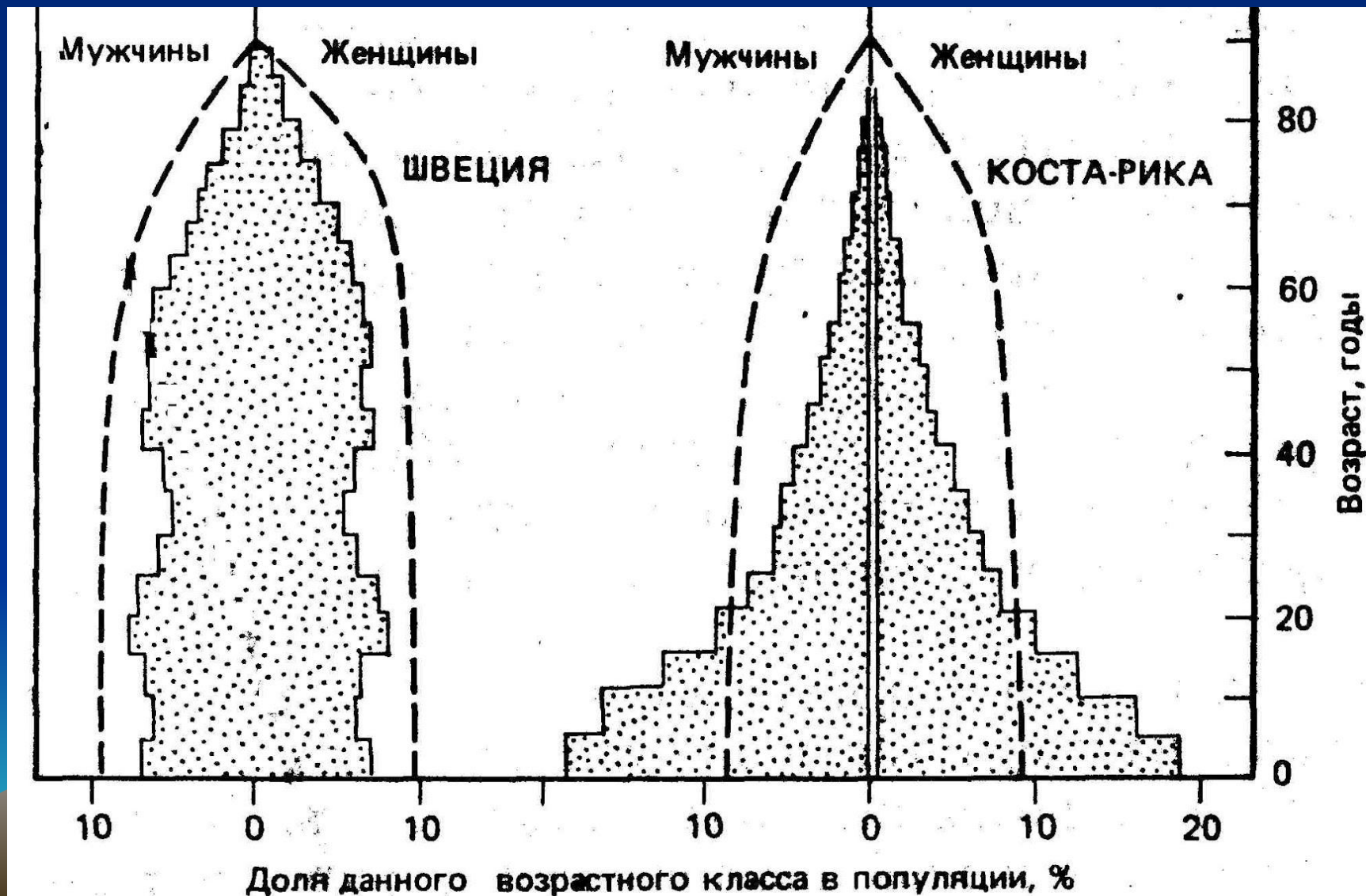
**Растущая популяция**  
(пирамида с широким основанием - много молодых особей)

**Стабильная популяция**  
(пирамида в форме столба - всех возрастов почти поровну)

**Сокращающаяся популяция** (узкое основание, широкая вершина - преобладают старые особи)



# Возрастная структура популяций человека



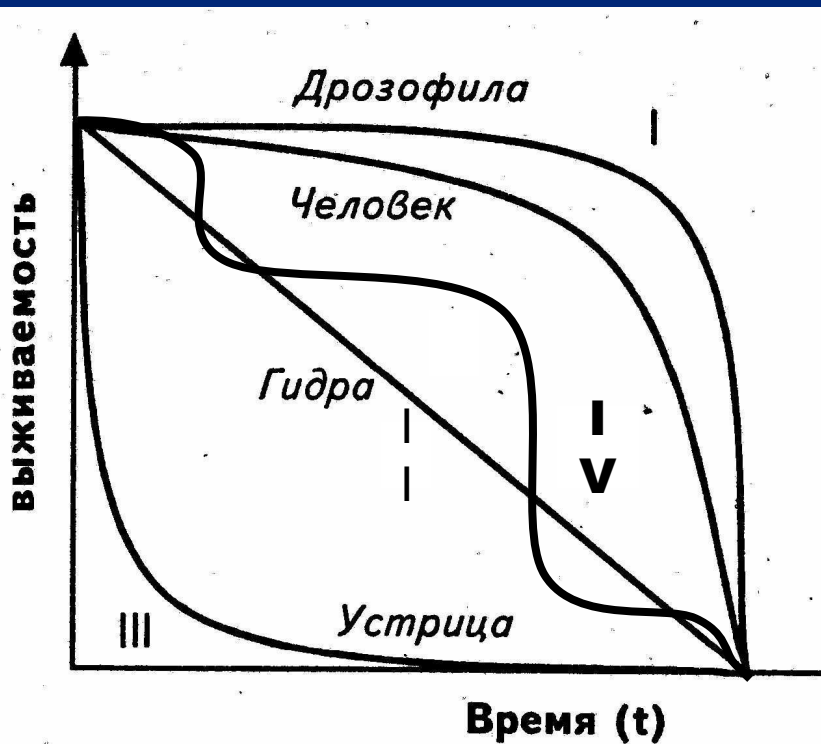
# **К динамическим характеристикам**

относятся:

- **выживаемость**
- **рождаемость**
- **смертность**
- **биотический потенциал**
- **среднее время генерации**
- **чистая скорость воспроизводства**



# Выживаемость - доля особей, доживающих до определенного возраста



Кривые выживания

- I - выпуклая (кривая дрозофилы и человека) - смертность в большинстве возрастов мала, а к старости резко возрастает, и все особи погибают за короткий срок (крупные копытные, насекомые, гибнущие после откладки яиц)
- II - диагональная (кривая гидры) - смертность одинакова во всех возрастах (пресмыкающиеся, птицы, многолетние травы)
- III - вогнутая (кривая устрицы) - у видов, не заботящихся о потомстве и выживающих за счет огромного количества икринок, семян и т. д.
- IV - ступенчатая кривая - у видов, выживаемость которых неоднократно меняется в разные периоды жизни

Рождаемость (= общая рождаемость) – скорость появления в популяции молодых особей ( $\Delta N_d / \Delta t$ ) (семян, яиц, детенышей /ед. врем.)

- максимальная рождаемость достигается в идеальных условиях
- экологическая или реализованная рождаемость, наблюдается в фактических условиях среды
- удельная рождаемость ( $b$ ) – число рождений за единицу времени, приходящихся на одну особь родительского поколения ( $N$ ), *чтобы сравнить по рождаемости популяции разного размера*

Общая смертность – число особей, погибших в популяции за единицу времени ( $\Delta N_b / \Delta t$ )

- Теоретическая (= минимальная) смертность наблюдается в идеальных условиях
- Экологическая наблюдается в реальных условиях среды
- Удельная смертность ( $d$ ) – число смертей за единицу времени, деленное на численность ( $N$ ), чтобы сравнить по смертности популяции разного размера

# Основные уравнения динамики численности популяций

$$r = b - d$$

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

Биотический (репродуктивный)

потенциал  $r$  - скорость роста численности, характерная для каждого вида;

$N_t$  – численность популяции в момент времени  $t$

$N_0$  – численность популяции в нулевой момент времени

$e$  – основание натуральных логарифмов

**T** – время генерации (поколения) -  
средний возраст, в котором  
родители производят на свет  
свое потомство (для насекомых -  
время от яйца до яйца)

$$R_0 = \frac{N_T}{N_0}$$

**R<sub>0</sub>** - чистая скорость  
воспроизводства – показывает,  
во сколько раз увеличится  
численность популяции за одно  
поколение

$$r = \frac{\ln R_0}{T}$$

**r** – биотический потенциал растет  
при увеличении плодовитости и  
уменьшении времени генерации

# 3. Рост численности популяций

Теоретический рост (зависит только от биотического потенциала)

Пара слонов  
(**1** слоненок  
в **4** года)

за **750** лет

**19** МЛН.  
СЛОНОВ

Бактерии  
(делятся  
каждые **20** мин.)

за **36** часов

**30** см слой бактерий  
по всей планете

Реальный рост (влияет и биотический потенциал и среда)

**25** сев. оленей  
на пустынном  
острове

через **27** лет

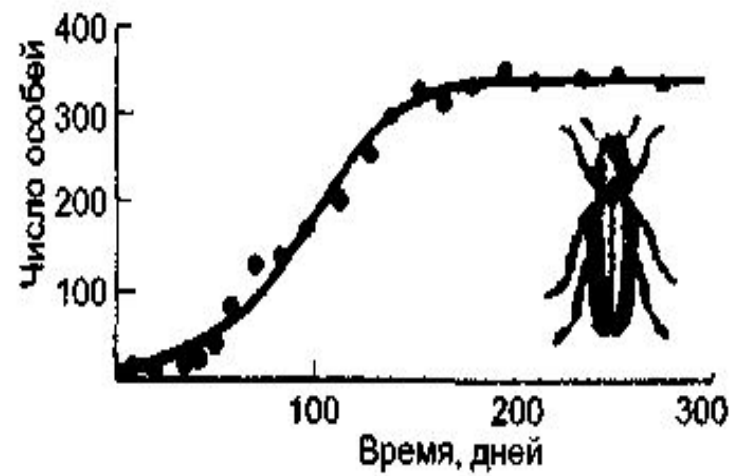
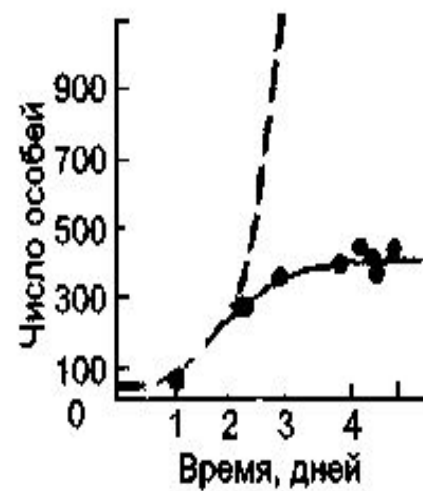
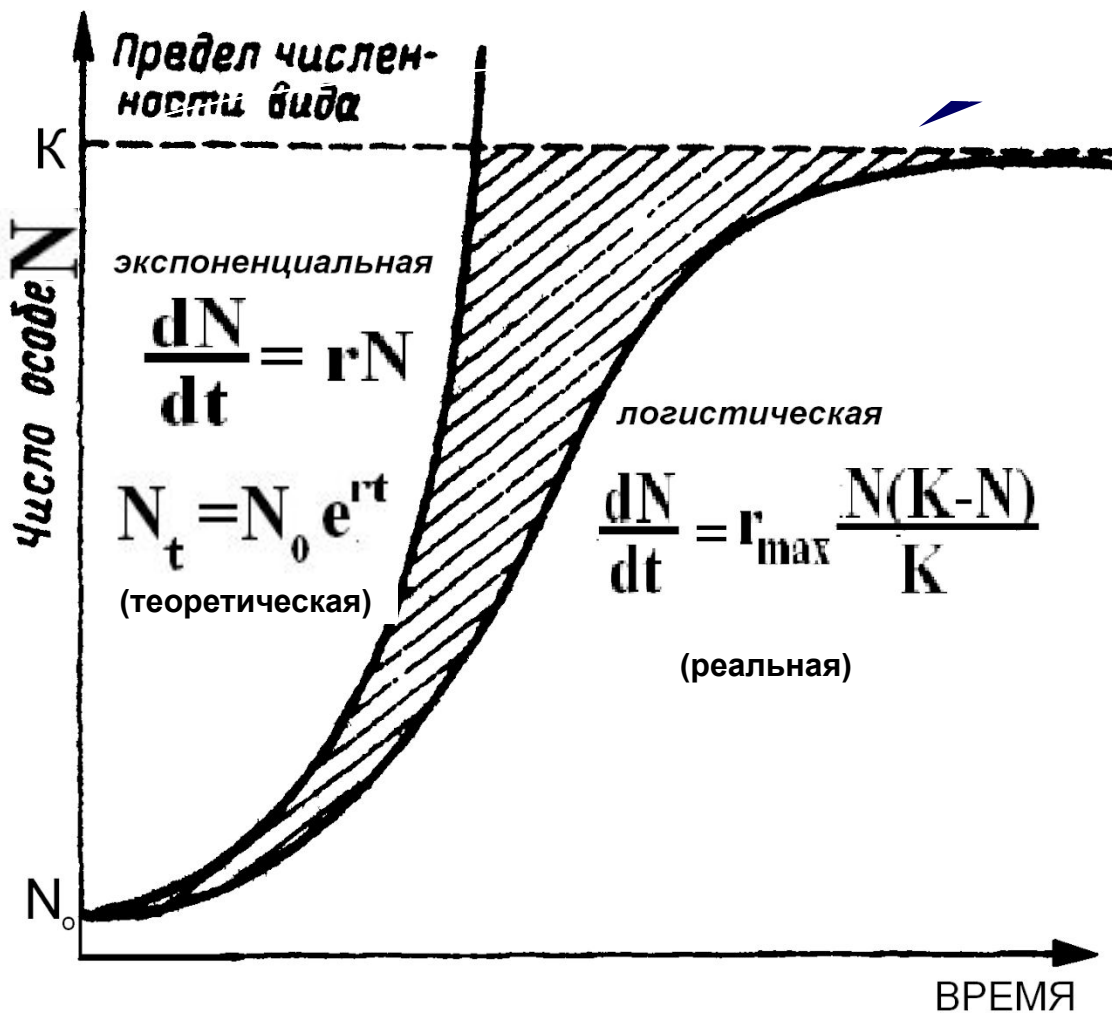
**2** тыс.  
оленей

через **12** лет

**8**  
оленей

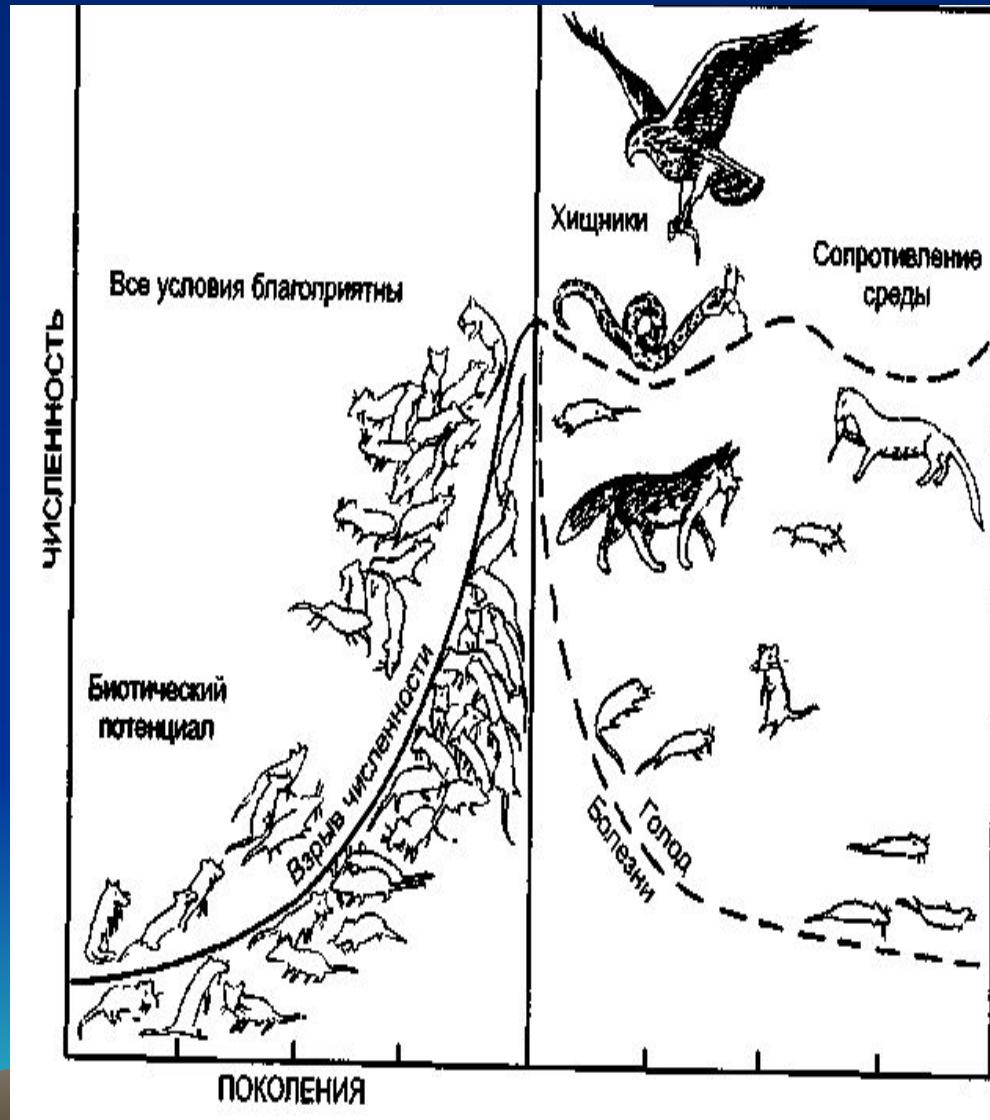


# Теоретическая и реальная кривые роста численности популяции



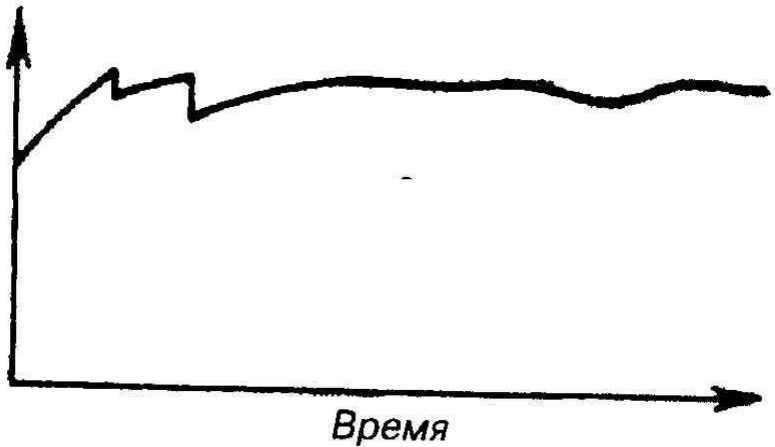
**К – предельная емкость среды, т.е. максимальное число особей вида, которое может стабильно жить в данной среде**

# Рост численности популяций в природе



1. Преобразование J-образной кривой роста численности в S-образную под действием лимитирующих факторов
2. Отсутствие стабилизации (вспышки размножения сменяются резкими снижениями численности)

# Типы колебаний численности популяций



- Равновесные популяции находятся в равновесии со своим окружением и ресурсами (численность колеблется слабо)

Число особей



- Оппортунистические популяции живут в нестабильной среде и регулярно погибают, а затем снова восстанавливают численность

# Типы экологических стратегий

(Р.Макартур, Э.Уилсон, 1967)

	r-стратегия	K-стратегия
<b>Преобладающие местообитания</b>	новые, часто разреженные	густо заселенные, сложившиеся
<b>Конкуренция</b>	слабая	острая
<b>Отбор благоприятствует</b>	высокому биотическому потенциалу $r$	большей конкурентоспособности
<b>Потомки</b>	много мелких	мало, но крупных
<b>Забота о потомстве</b>	отсутствует	развита
<b>Развитие</b>	быстрое	медленное
<b>Смертность</b>	часто катастрофическая, не зависит от плотности	зависит от плотности популяции
<b>Кривые выживания</b>	вогнутая - «устрицы»	выпуклая или диагональная
<b>Политенность</b>	обеспечивает численность	равновесные

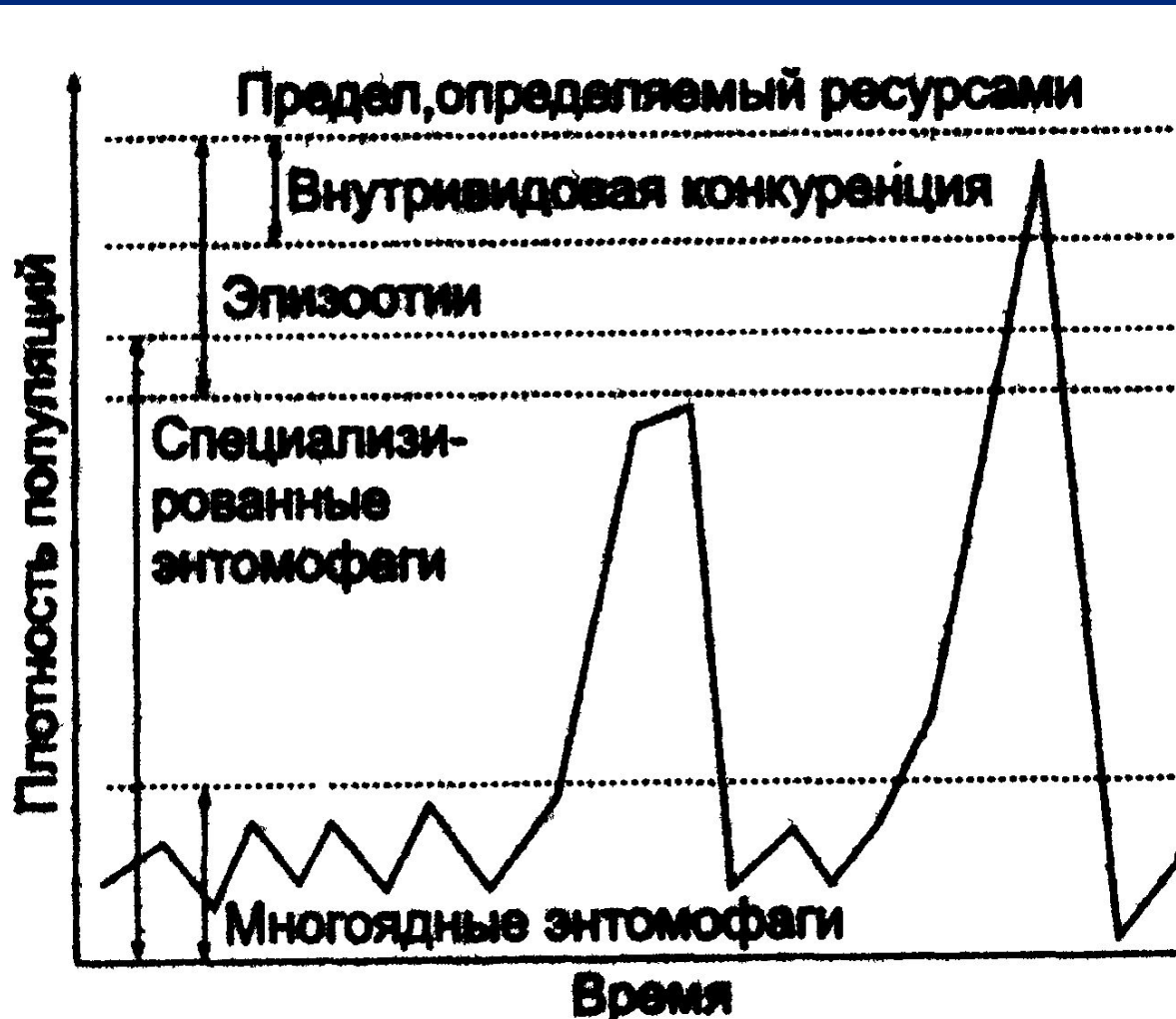
# 4. Факторы динамики численности популяций



- Модифицирующие факторы действуют на одну и ту же долю особей в популяции, независимо от ее плотности (погодные и космические явления, разного рода катастрофы, обработки ядохимикатами)

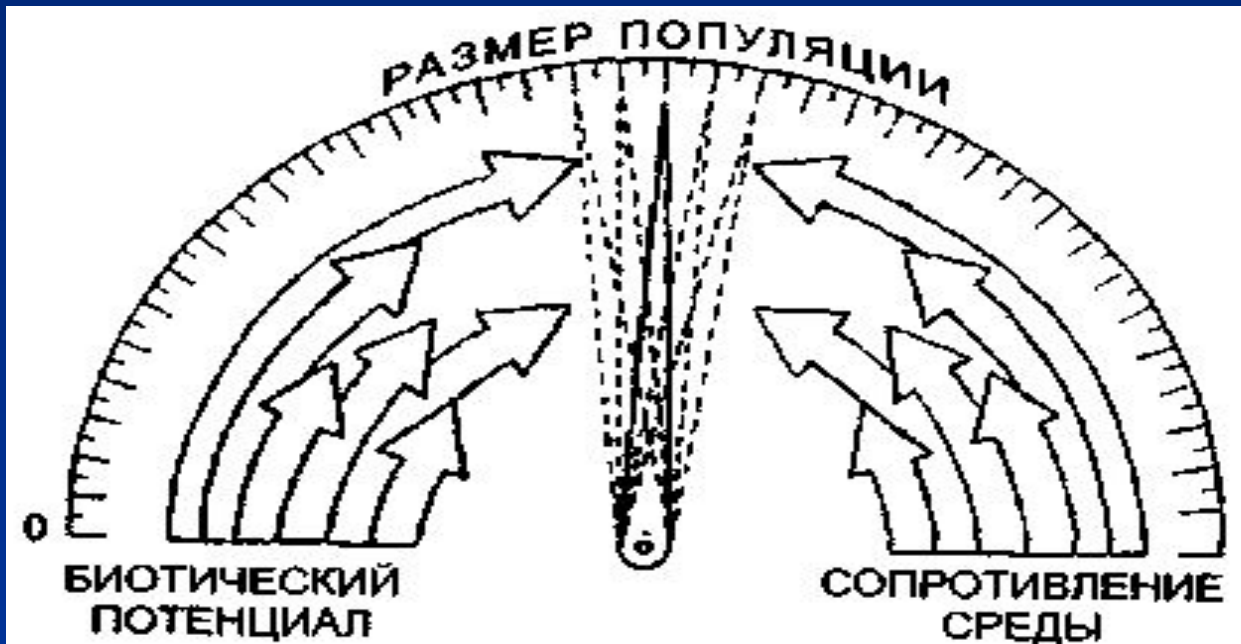
- Регулирующие - это биотические факторы, действующие по принципу отрицательной обратной связи: чем выше плотность популяции, тем сильнее работает снижающий ее механизм, и наоборот (конкуренция, хищники, паразиты, болезни, биометод борьбы с вредителями)

# Диапазоны плотности популяций, в пределах которых ее регулируют разные факторы (Г.А.Викторов, 1967)



- Такая многоуровневая регуляция нужна фитофагам и хищникам (чтобы не подорвать кормовую базу)
  - Растения и детритофаги не могут подорвать кормовую базу
- ↓  
основной фактор один — конкуренция

# Гомеостаз – способность системы к самоподдержанию и саморегулированию на основе обратной связи



- Рождаемость
- Способность к расселению
- Защитные механизмы
- Способность выдерживать неблагоприятные условия

- Нехватка ресурсов
- Неблагоприятные погодные условия
- Хищники, паразиты
- Болезни

## 5. Колебания численности популяций в природе

непериодические

периодические

сезонные

многолетние

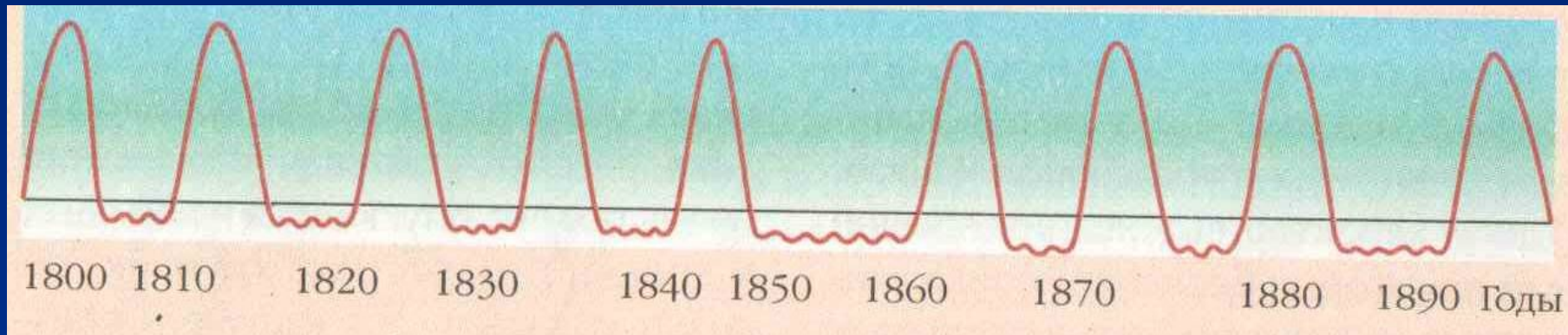


период  
около **4** лет  
(мышевидные  
грызуны –  
полевки,  
лемминги)

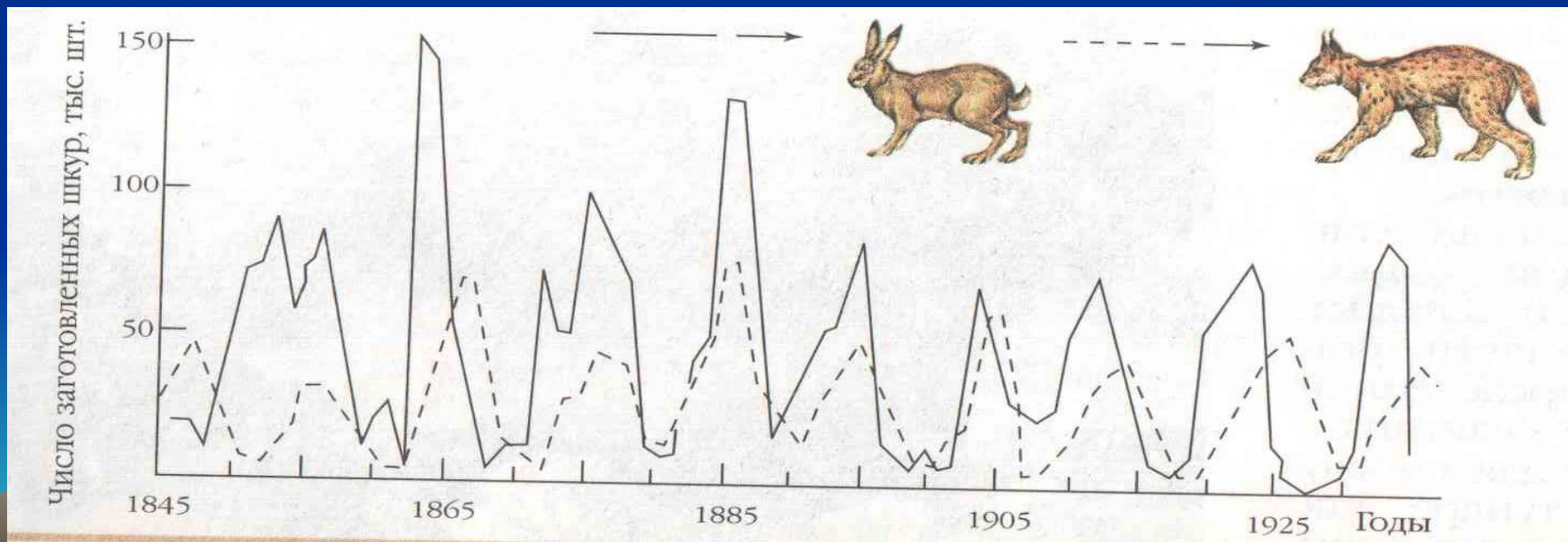
период  
около **10** лет  
(заяц-беляк,  
рысь, рябчик)



# Периодические колебания численности («волны жизни»)



- Перелетная саранча в Азии



- заяц и рысь в Северной Америке

# Возможные причины регулярных колебаний численности (единой для всех причины нет)

- 11-летний цикл изменений солнечной активности;
- Колебания в системе "хищник-жертва" могут самоподдерживаться тем, что реакция хищника запаздывает;
- Стресс (возникает из-за скученности грызунов, повышает у них агрессивность, снижает размножение, вызывает гибель от «шоковой болезни»);
- Снижение питательности растительных пищевых ресурсов от сильного выедания и др.
- Генетический контроль: на разных фазах вспышки массового размножения отбор благоприятствует генотипам с разной плодовитостью и выживаемостью

# Выводы:

- Организмы существуют в природе в составе популяций, имеющих пространственную, возрастную и другие структуры
- Биотический потенциал любой популяции обеспечивает ей возможность неограниченного роста, который сдерживается сопротивлением среды
- Для одних популяций характерна стабильная численность, у других периодические вспышки массового размножения сменяются депрессиями