

Лекция 6.

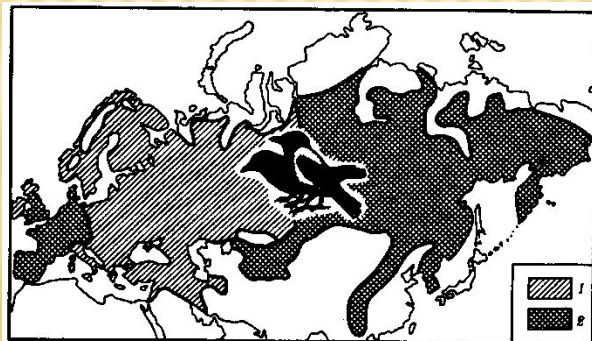
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ.

ПОПУЛЯЦИЯ

- Популяция - это любая группа организмов одного вида, в течение продолжительного времени занимающая определенное пространство и функционирующая как часть биологического сообщества. Внутри популяции особи обмениваются генетической информацией.



- Размер местообитания популяции - в экологии популяций допустимо предположение, что границы ареала популяции могут совпадать с пространственными границами экосистемы.

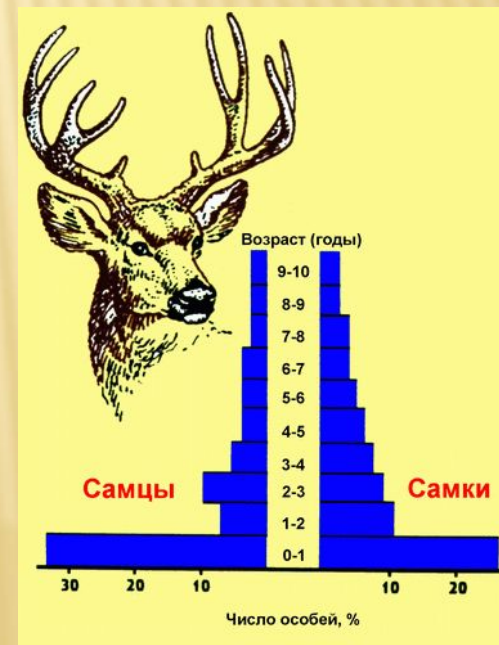
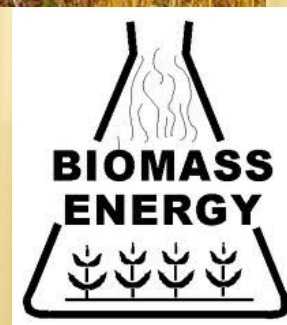
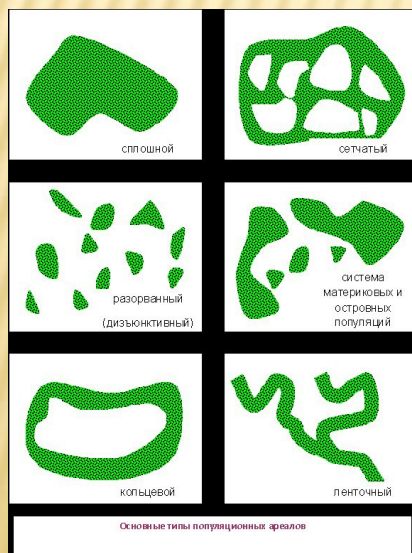


ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ



СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ

□ **Статические или биологические свойства** присущи как популяции, так и составляющим ее особям. Эти свойства характеризуют жизненный цикл популяции. Популяция имеет определенную **организацию и структуру**, которую можно описать.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ

- Динамические или групповые свойства популяции могут характеризовать только популяцию в целом - **рождаемость, смертность, скорость роста популяции**. Особь рождается, стареет, умирает, но применительно к особи нельзя говорить о рождаемости, смертности, возрастной структуре - это характеристики только группового уровня.



Баланс рождаемости и смертности во многом определяет плотность популяции

Рост популяции в новом местообитании происходит у всех видов сходным образом.



СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- ▣ **Численность** - число особей данного вида, полученное при пересчете тем или иным методом (тотальный учет, пробные площадки, метод мечения)
- ▣ **Биомасса** - суммарный вес популяции, для животных эта сумма веса всех организмов, для растений - урожай на корню.
- ▣ **Плотность** — численность или биомасса популяции, отнесенная к некоторой единице пространства. Обычно ее выражают числом особей или биомассой популяции на единицу площади или объема

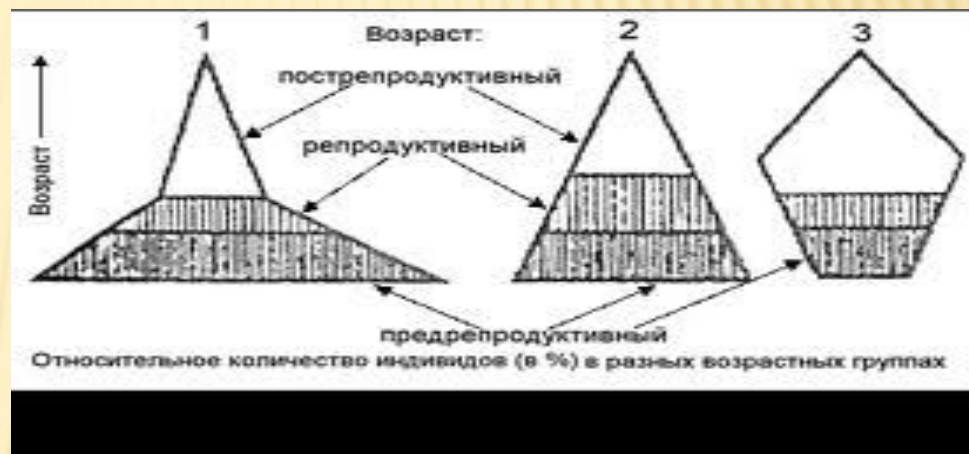
Плотность средняя - численность или биомасса, отнесенная ко всему пространству.

Плотность удельная - то же, но отнесенная к единице обитаемого фактически в данный момент пространства.



СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- **Возрастная структура** - быстрорастущие, стабильные и уменьшающиеся популяции



При определении возрастной структуры у растений можно выделить следующие периоды:

1. Период от прорастания семян до первого плодоношения;
 2. Период плодоношения;
 3. *Старческий период*, когда растения представлены особями, у которых прекращено плодоношение и усилены деструктивные процессы, т.е. процессы опада и отпада.
- Если фитопопуляции представлена всеми возрастными группами – то она называется **нормальной**.
 - Если же в популяции преобладают старые особи, то ее называют **регрессивной**. Такая популяция не способна к самоподдержанию и зависит от заноса зачатков извне.

ЕДИНЫЙ ВОЗРАСТ

- Все особи близки по возрасту и примерно **одновременно** проходят **очередные этапы** жизненного цикла.



РАЗНЫЕ ГЕНЕРАЦИИ

- В популяции животных особи размножаются многократно и живут долго, **возникает относительно устойчивая структура** популяции, с длительным сосуществованием разных поколений.



ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА

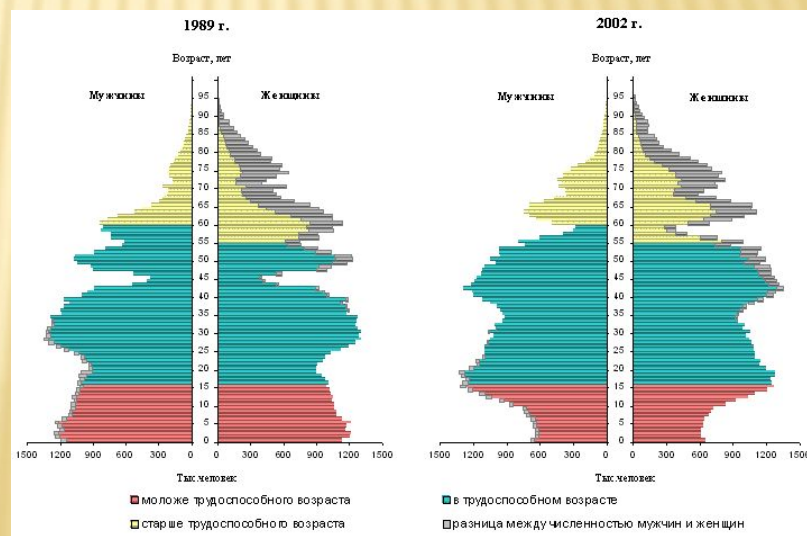
СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПОЛОВОЙ СОСТАВ

Соотношение полов в популяции.

- ▣ **Первичное соотношение полов** определяется генетическими механизмами - равномерностью расхождения половых хромосом.
- ▣ **Вторичное соотношение полов** - это соотношение полов на момент рождения (среди новорожденных).
- ▣ **Третичное соотношение полов** - это соотношение полов среди взрослых животных.

- ▣ 3 возрастные группы:
пререпродуктивная,
репродуктивная
пострепродуктивная



ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рождаемость - способность популяции к увеличению численности.

- ▣ **Максимальная рождаемость** - теоретически максимальная скорость образования новых особей в идеальных условиях.
- ▣ **Экологическая, или реализованная рождаемость**, (или просто рождаемость) обозначает увеличение численности популяции при фактических условиях среды.

Рождаемость выражают:

- ▣ либо как скорость = общее число вновь появившихся орг-в/ время - **абсолютная рождаемость**. Например, 100 особей в час, или 1000 особей в год.
- ▣ либо как число вновь появившихся особей в единицу времени/ 1 особь популяции - **удельная рождаемость**.

Представим популяцию из 50 простейших в объеме воды, размножающуюся путем деления. Через час ее численность стала 150 особей. **Абсолютная рождаемость – 100 особей/час.**

Удельная рождаемость - 2 особи/час (по отношению к 1 организму популяции).



ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Смертность – антитеза рождаемости, отражает гибель особей в популяции.

- ▣ **Минимальная смертность** - она представляет собой смертность в идеальных условиях, когда нет лимитирующих факторов
- ▣ **Экологическая смертность** - гибель особей в данных условиях среды.
- ▣ Смертность выражают числом особей, умерших за единицу времени - **абсолютная**, или в пересчете на одну особь - **удельная**.



КРИВЫЕ ВЫЖИВАНИЯ

1. Больше число особей имеет одинаковую продолжительность жизни и потом умирает в течение очень короткого отрезка времени
2. Коэффициент смертности остается постоянным на протяжении всей их жизни
3. Сильно вогнутые кривые, Отражающие высокую смертность особей в раннем возрасте.

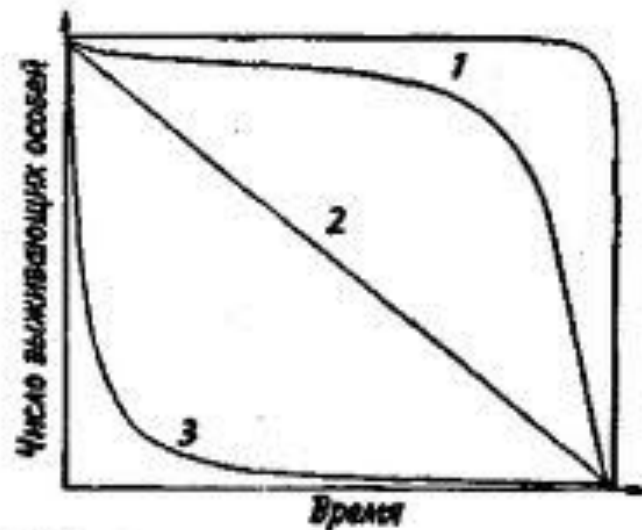
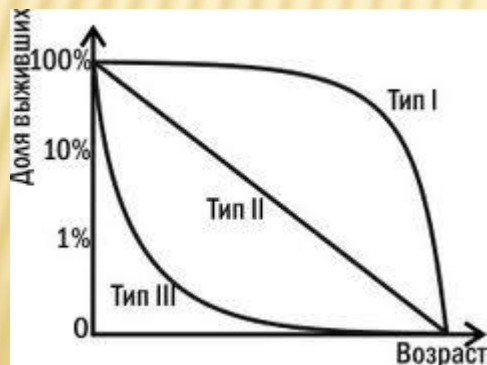


Рис.2 Различные типы кривых выживания.
1 — дрозофила (верхняя кривая) и человек (нижняя),
2 — пресноводная гидра, 3 — устрица.



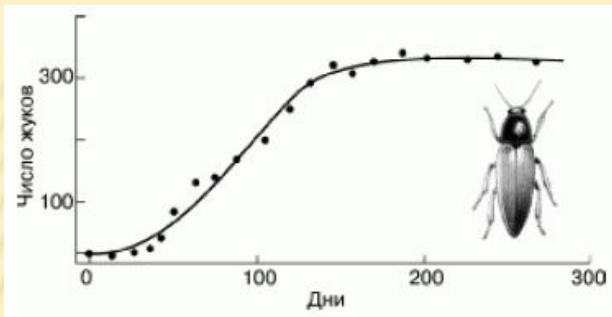
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- **Эмиграция** – количество особей, покинувших популяцию за определенный отрезок времени;
- **Иммиграция** – количество особей, прибывших в популяцию за определенный промежуток времени.
- Изменение численности популяции за период времени $\Delta t = t_2 - t_1$

$$\Delta N = B - D + I - E,$$

Рождаемость Смертность Иммиграция Эмиграция

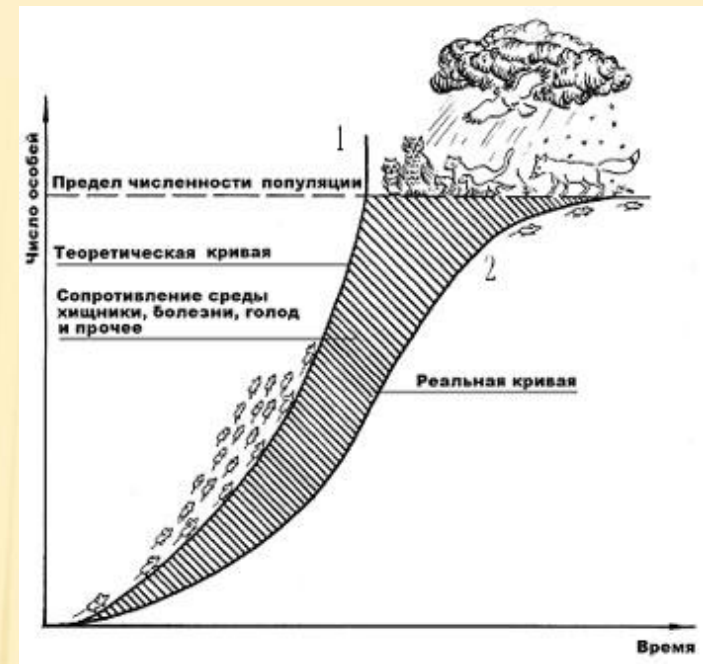
- **В стабильной популяции** темпы рождаемости и смертности сбалансированы. Плотность популяции незначительно отличается от какой-то средней величины. Ареал вида при этом ни увеличивается, ни уменьшается.
- **В растущей популяции** рождаемость превышает смертность. Для растущих популяций характерны вспышки массового размножения.. При переуплотнении у растений начинается самоизреживание популяций, у животных начинается миграция на сопредельные свободные участки.
- Если смертность превышает рождаемость, то такая популяция считается **сокращающейся**. В естественной среде она сокращается до определенного предела, а затем рождаемость вновь повышается и популяция из сокращающейся может стать растущей.



- $\Delta N = B - D + I - E,$
- Изменение численности популяции за отрезок времени Δt - dN/dt
- Начальная численность - N_0
- **Скорость роста** = $(b-d) \cdot N_0$
- Удельная скорость роста или «**биотический потенциал**»

$$r = b - d$$

«**r**» вычисляют как максимально возможный прирост популяции ΔN за отрезок времени Δt , отнесенный к **одной особи** при начальной численности N_0



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

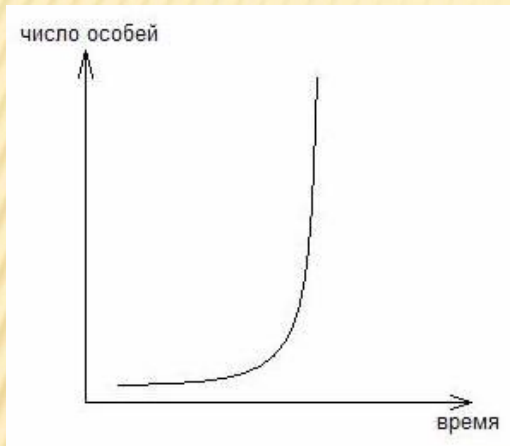
ИЛИ

$$\frac{dN}{dt} = rN_0$$

СКОРОСТЬ РОСТА ПОПУЛЯЦИИ

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЙ РОСТ

$$\frac{dN}{dt} = rN_0$$



ЛОГИСТИЧЕСКИЙ РОСТ

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{(K - N)}{K}$$

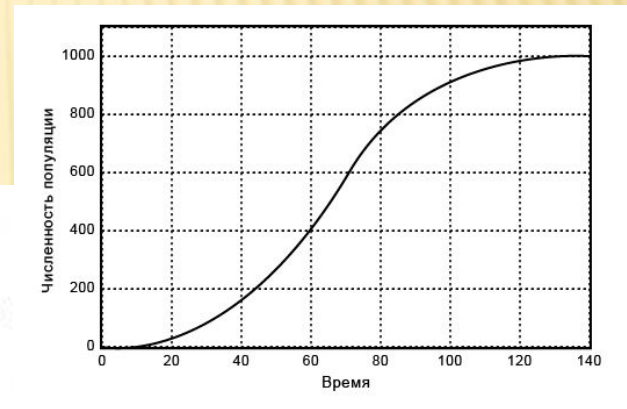
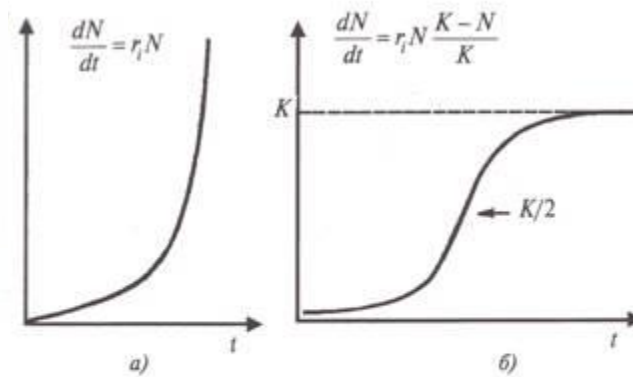


Рис Рост популяции: а – экспоненциальная кривая роста при идеальных условиях отсутствия сопротивления среды; б – логистическая кривая роста в естественных условиях при емкости среды, равной K (Wilson, Bossert)¹

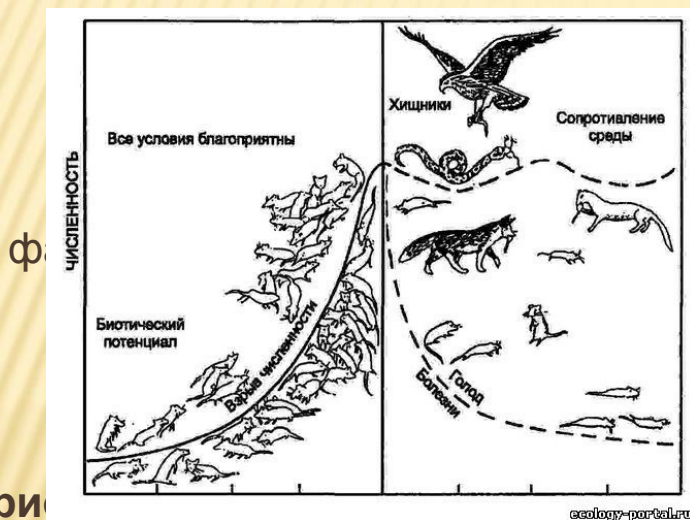
□ r - биотический потенциал

□ K – емкость среды

КРИВЫЕ РОСТА ПОПУЛЯЦИЙ

ТИПЫ КОЛЕБАНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ

- Не зависящие от плотности - пожары, наводнения, ураганы и засухи часто приводят к катастрофической смертности



Плотности - некоторые биотические факторы: хищники, паразиты, патогенные организмы.

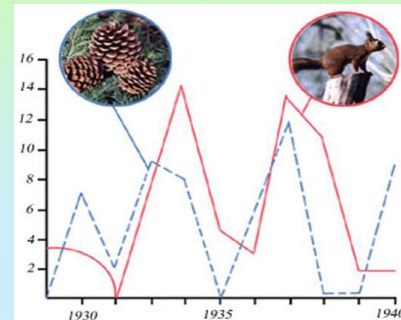
Периодические колебания численности происходят в течение сезона или нескольких лет с определенным периодом.

Непериодические – вспышки массового размножения некоторых вредителей полезных растений, при нарушениях условий среды обитания

Популяционные волны.

Популяционные волны

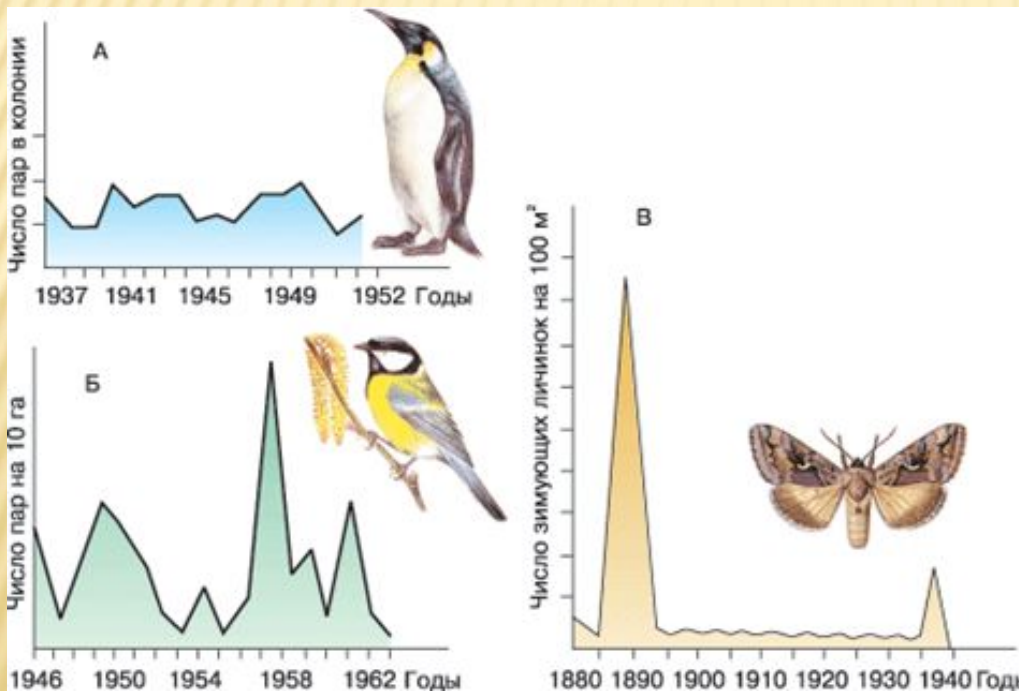
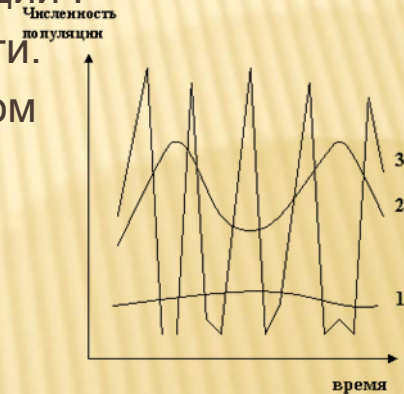
Присущие всем видам периодические и непериодические изменения численности особей, возникающие в результате влияния факторов среды (С.С. Четвериков, 1905 год, «Волны жизни»)



ТИПЫ КОЛЕБАНИЙ ЧИСЛЕННОСТИ

Можно выделить три основных типа динамики численности популяций :

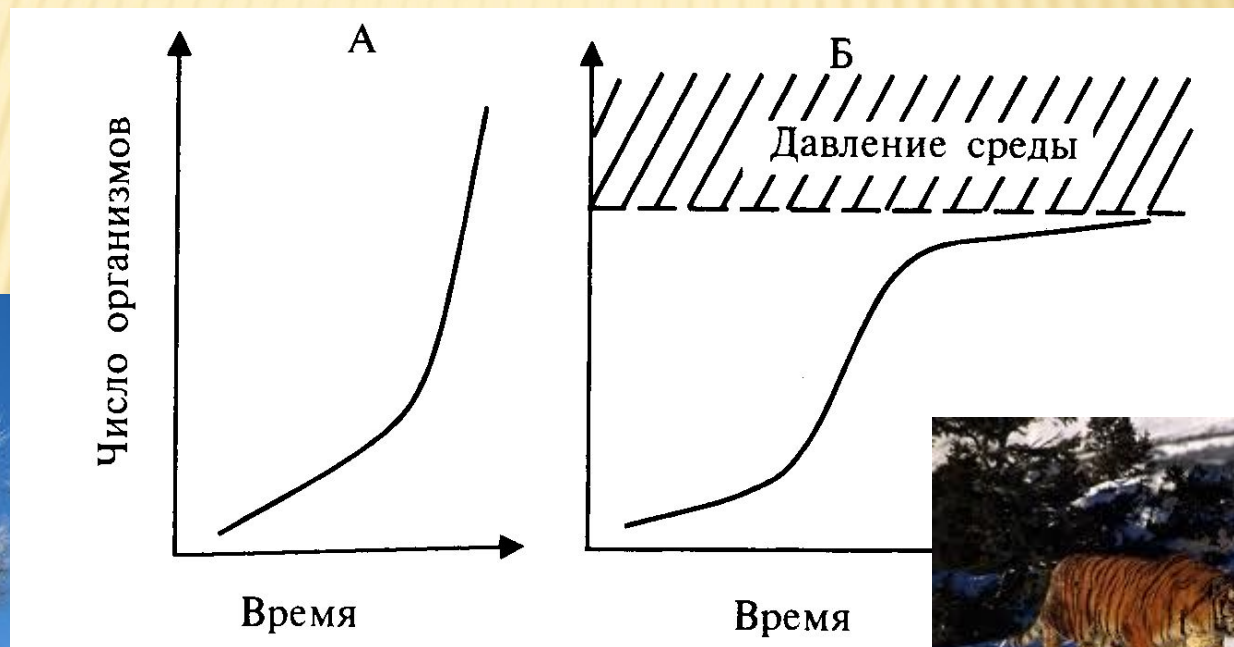
1. **Стабильный тип (А)** – небольшой размах колебаний численности.
2. **Флюктуирующий тип (Б)** – колебания происходят в значительном интервале плотностей, различающихся на один-два порядка.
3. **Взрывной тип (В)** – с вспышками массового размножения



СТРАТЕГИЯ ВЫЖИВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Разработаны Мак-Артуром (1967). Успешное выживание и воспроизводство вида возможно либо

- путем **совершенствования адаптированности** организмов и их конкурентноспособности – **К стратегия**
- путем **интенсификации размножения**, что компенсирует повышенную гибель особей и в критических ситуациях позволяет быстро восстановить численность – **R стратегия**



R-СТРАТЕГИЯ

▣ «отбор на количество»

Основные признаки r-видов:

- ▣ высокая плодовитость,
- ▣ короткое время регенерации,
- ▣ высокая численность,
- ▣ обычно малые размеры особей (у растений мелкие семена),
- ▣ малая продолжительность жизни, большие траты энергии на размножение,
- ▣ кратковременность местообитаний,
- ▣ низкая конкурентоспособность.



K-СТРАТЕГИЯ

«отбор на качество», повышение устойчивости

Основные признаки K-видов:

- ▣ низкая плодовитость,
- ▣ значительная продолжительность жизни,
- ▣ крупные размеры особей и семян, мощные корневые системы,
- ▣ высокая конкурентоспособность, устойчивость на занимаемой территории,
- ▣ высокая специализация образа жизни.
- ▣ забота о потомстве



СТРАТЕГИЯ ВЫЖИВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

ЖИЗНЕННЫЕ СТРАТЕГИИ РАСТЕНИЙ (ПО Л.Г.РАМЕНСКОМУ)

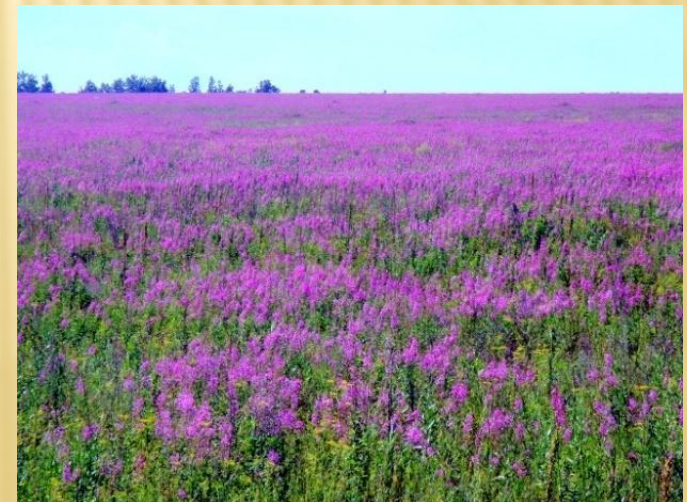
Виоленты (силовики) – энергично развиваясь, они захватывают территорию и удерживают ее за собой, подавляя соперников полнотой использования ресурсов среды аналоги *K-стратегии*.



Эксплеренты (заполняющие) – имеют низкую конкурентную мощность, но зато они способны очень быстро захватывать освобождающиеся территории, выполняя промежутки между сильными растениями, аналоги *R-стратегии*

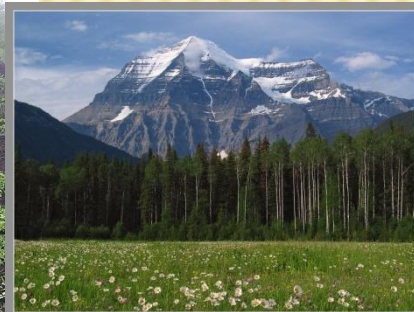
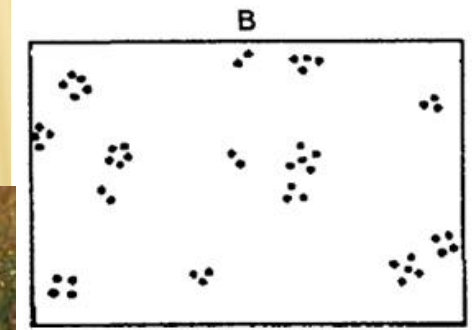
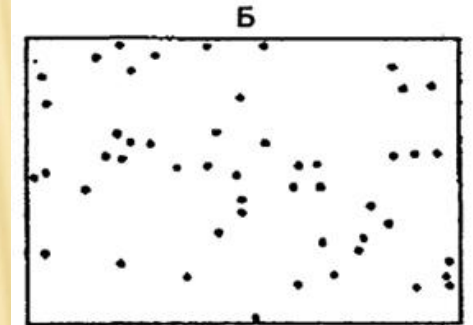
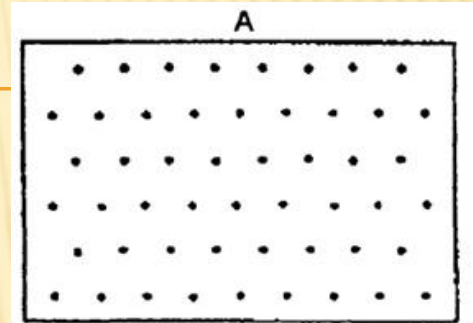
Сливы (сливцы) – в борьбе за жизнедеятельности и плодовитостью к крайним условиям (люб – кислица) -

	R	K
□ виоленты	высокое	высокое
□ пациенты	низкое	высокое
□ эксплеренты	высокое	низкое



ТИПЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

- ▣ **Равномерный тип распределения (А).** Характеризуется равным удалением каждой особи от всех соседних; величина дисперсии меньше среднего расстояния между особями: $\sigma^2/m < 1$.
- ▣ **Случайный тип распределения (Б).** Особи распределены в пространстве неравномерно, случайно. Величина дисперсии равна среднему расстоянию между особями $\sigma^2/m \sim 1$.
- ▣ **Групповой тип распределения (В).** Образование групп особей, между которыми остаются достаточно большие пустые территории. Дисперсия превышает величину среднего расстояния между особями $\sigma^2/m > 1$.



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОПУЛЯЦИЙ

- **+** **+** **Симбиоз**: *мутуализм* (связь благоприятна для обеих популяций, но по отдельности они существовать не могут) или *протокооперация* (обе популяции получают выгоду, но эти отношения необязательны)
- **+** **-** **Хищничество или паразитизм** – одна популяция нападает на другую, но и сама зависит от объекта своего нападения
- **+** **0** **Комменсализм** - одна извлекает пользу, другой это безразлично
- **--** **Конкуренция** – обе популяции подавляют друг друга
- **-0** **Аменсализм** – одна популяция подавляет другую, но сама не испытывает отрицательного влияния
- **0** **0** **Нейтрализм** – ассоциация двух популяций не сказывается ни на одной из них.

НЕЙТРАЛИЗМ (0,0)

- Популяции двух видов (i-того и j-того) связаны отношением нейтрализма, если они не оказывают непосредственного воздействия друг на друга.

$$\frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, x_2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1, x_2, x_3)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = f_3(x_2, x_3)$$

Нейтрализм (0:0)

Это взаимнейтральные отношения
(по типу «ноль – ноль»)



Если виды питаются разной пищей, то зачастую не зависят друг от друга, даже если обитают в одной экосистеме.

КОММЕНСАЛИЗМ (+, 0)

□ Комменсализм, основанный на потреблении остатков пищи хозяина, называют еще **нахлебничеством**



□ Особенно развито использование убежищ либо в гнездах, либо в телах других видов. Такой комменсализм называется **квартиранством**



ПРОТОКООПЕРАЦИЯ (+, +)

□ Факультативный симбиоз

Кишечнополостные прикрепляются к спинам крабов, маскируя и защищая их (стрекательные клетки), в свою очередь питаются остатками пищи и используя краба как средство передвижения.

Экологические взаимоотношения организмов

(+ +) Взаимопользные

Протокооперация -
взаимоотношения живых
организмов, не
являющиеся, однако,
обязательными для
них.



МУТУАЛИЗМ (+, +)

Облигатный симбиоз

- Наиболее важные мутуалистические взаимодействия возникают между авто- и гетеротрофами, когда определенный гетеротроф становится полностью зависимым от конкретного автотрофа в отношении пищи, при этом существование автотрофа зависит либо от защиты, минерального обмена гетеротрофа.

Мутуализм

Оба вида извлекают пользу из совместного существования и не могут жить самостоятельно.



лишайники



клубеньковые бактерии



КОНКУРЕНЦИЯ(- , -)

Проявляется

- 1. как взаимное конкурентное подавление, при котором обе популяции активно подавляют друг друга;
- 2. как конкуренция за общий ресурс, при котором каждая популяция косвенно отрицательно воздействует на другую в борьбе за дефицитный ресурс.

Конкуренция

Борьба за одни и те же условия окружающей среды между разными видами (межвидовая) или внутри одного вида (внутривидовая)



Внутривидовая борьба за свет между соснами



экологическому

ресурсов или сходных в

использовании как принцип
исключения или принцип Гаузе.

КОНКУРЕНЦИЯ(- -)

Межвидовая конкуренция приводит

- либо к установлению равновесия между двумя видами
- либо к замене популяции одного вида популяцией другого
- либо к тому, что один вид вытеснит другой в другое место или на использование другой пищи.

Примеры межвидовой борьбы:



- Вытеснение пчелы австралийской пчелой европейской;
- Конкуренция между серой и чёрной крысами;
- Конкуренция за свет между елью и берёзой;
- Паразитизм;
- Вытеснение куницы-харзой соболя из его привычных мест обитания.

Конкуренция -- между двумя видами ящериц привела к разделению их мест обитания



УРАВНЕНИЯ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРА

- N_a, N_b - численность видов
- K_a, K_b - емкость среды
- r_a, r_b - биотический потенциал
- β, α - коэффициенты влияния друг на друга

$$\begin{cases} \frac{dN_A}{dt} = r_A N_A \frac{K_A - N_A - \beta N_B}{K_A} \\ \frac{dN_B}{dt} = r_B N_B \frac{K_B - N_B - \alpha N_A}{K_B} \end{cases}$$

ИСХОДЫ КОНКУРЕНЦИИ

	Вид 1 может сдерживать вид 2 ($K/\alpha_{21} < K_1$)	Вид 1 не может сдерживать вид 2 ($K/\alpha_{21} > K_1$)
Вид 2 может сдерживать вид 1 ($K/\alpha_{12} < K_2$)	Каждый вид может выйти победителем (случай 3)	Всегда побеждает вид 2 (случай 2)
Вид 2 не может сдерживать вид 1 ($K/\alpha_{12} > K_2$)	Всегда побеждает вид 1 (случай 1)	Ни один вид не может сдерживать другой: устойчивое сосуществование (случай 4)

= K/α_{12} , а когда N_1 достигает величины K/α_{21} , не может возра-
стать N_2 .

- Случай 1 – побеждает вид 1
- Случай 2 – побеждает вид 2
- Случай 3 – побеждает один из двух
- Случай 4 – устойчивое равновесие

	Вид 1 может сдерживать вид 2	Вид 1 не может сдерживать вид 2
Вид 2 может сдерживать вид 1	Может победить любой вид Случай 3	Побеждает вид 2 Случай 2
Вид 2 не может сдерживать вид 1	Побеждает вид 1 Случай 1	Устойчивое равновесие Случай 4

КОНКУРЕНЦИЯ (- , -)

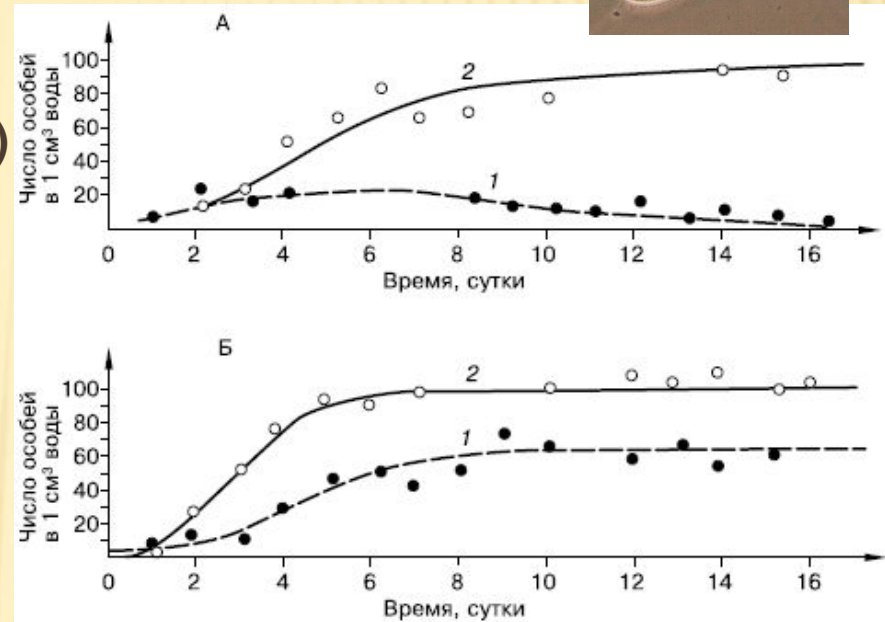
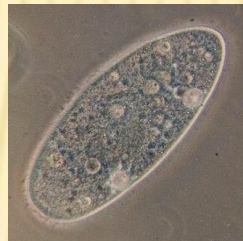
ЭКСПЕРИМЕНТЫ Г.Ф. ГАУЗЕ



- Два вида парамеций **Paramecium caudatum** (1) и **P.aurelia** (2)
- Через 2 недели **P.aurelia** полностью вытесняет **Paramecium c.**, происходит процесс конкурентного исключения.

А – в смешанной культуре;

Б – в отдельных культурах



- Если же к **Paramecium caudatum** добавить **Paramecium bursaria**, то оба вида живут совместно, достигая равновесия. В этом случае **Paramecium b.** концентрируется на дне и стенках пробирки, а **Paramecium c.** держится в свободном пространстве. Хотя источник пищи у них один и тот же, экологические ниши оказываются различными и позволяют избежать конкуренции.

АМЕНСАЛИЗМ (- , 0)

- Аменсализм – можно встретить определение как антибиоз и антагонизм. Один вид причиняет вред другому, как правило, не извлекая при этом для себя никакой пользы. Это явление состоит в торможении роста одного вида (аменсала) продуктами выделения другого.

• Аменсализм

Отношения при которых для одного из совместно обитающих видов влияние другого отрицательно (он испытывает угнетение), в то время как угнетающий не получает ни вреда, ни пользы.



Деревья затеняют траву, трава же на деревья не влияет



ЭКСПЛУАТАЦИЯ: ХИЩНИЧЕСТВО ИЛИ ПАРАЗИТИЗМ (+ , -)

- И хищник, и паразит могут существовать за счет одного или нескольких видов.
- Полифаги** – нападают на большое число видов, такие как гусеница стеблевого мотылька или муха-тахина.

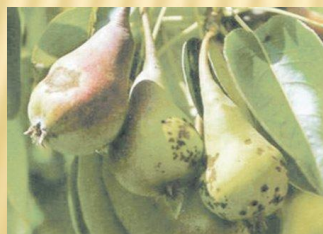


колор
или сол
свинье



ги – живут за счет близких видов,
семейством пасленовых
паразитирует в человеке,

- Монофаги** – живут за счет одного хозяина, такие как грушевый цветоед – только на груше, шелкоичный червь – только на тутовом дереве.



ХИЩНИЧЕСТВО (+ , -)



- Хищничество - поглощение пищи, представляет собой главную силу, обеспечивающую передвижение энергии и материалов в экосистеме. Поскольку причиной гибели является хищничество, эффективность, с которой хищники находят и схватывают свою добычу, определяет скорость потока энергии от одного трофического уровня к другому.

Два типа хищников:

- Один тип - питаются, в основном, «бесполезными» для популяции особями, вылавливая больных и старых, более уязвимых молодых, а также не нашедших себе территории особей низшего ранга, но не трогают особей, способных к размножению, которые составляют источник пополнения популяции жертвы.
- Другой тип - питаются так эффективно особями всех групп, что могут серьезно нарушить потенциал роста популяции жертвы.



ХИЩНИЧЕСТВО (+ , -)

- Австралия. Размножение опунции в отсутствие вредителей для нее.



Памятник огневке в Австралии

- Взрыв популяции кроликов при вселении в Австралию – резкие колебания численности при вселении вида с высоким биотическим потенциалом в новые места обитания. На новой территории нет эффективного хищника



Австралии штраф за содержание кролика - 40 000 \$! (содержание кроликов, продажа кроликов или отпустить кролика на волю)