Динамические показатели популяций

Динамические характеристики популяции- это величины, оценивающие интенсивность происходящих в ней процессов

Основные динамические показатели популяции:
- рождаемость
- смертность
- скорость роста популяции

Рождаемость (скорость рождаемости)

- Максимальная (абсолютная, физиологическая)
- Экологическая (реализованная)

Смертность (скорость смертности)

Удельная рождаемость/смертность- отношение скорости в исходной численности

$Nb/N\Delta t$

$Nd/N\Delta t$

Мгновенная удельная рождаемость/смертность

$\Delta t \to 0$

b

d

Скорость изменения численности популяции

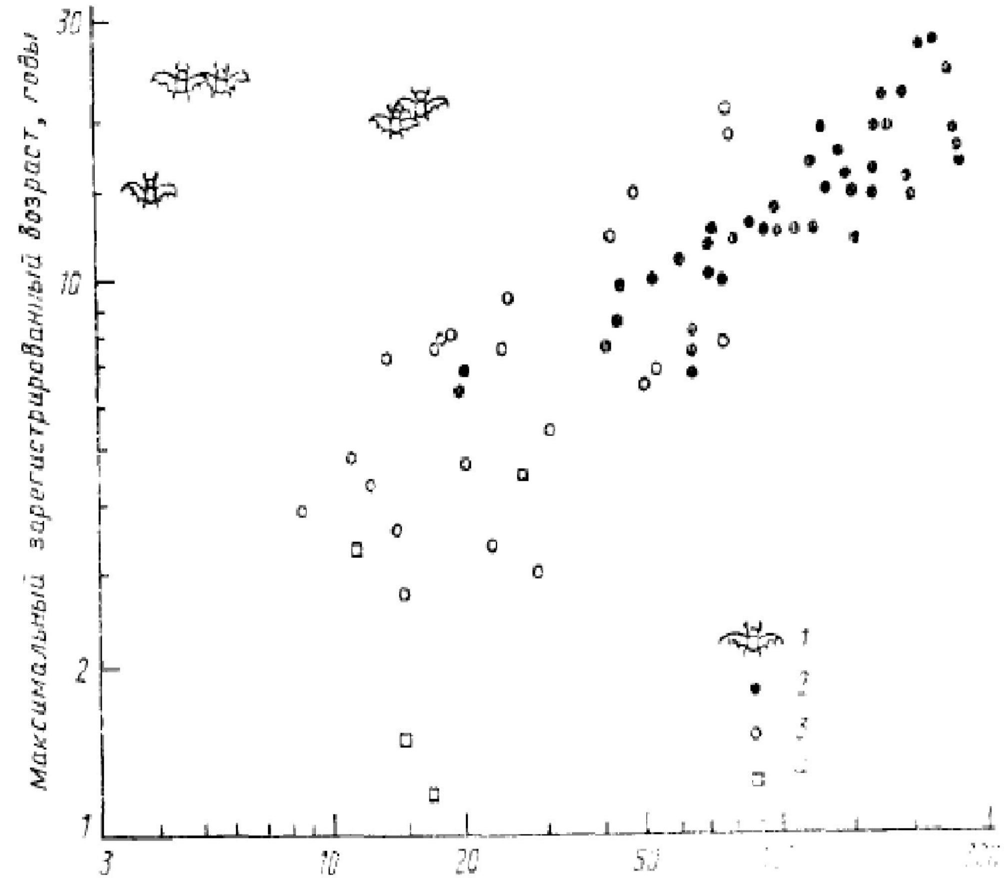
Изменение ΔN за Δt.

При Δt→0- мгновенная скорость изменения численности

r=b-d

- b=d, r=0- **стационарное** состояние популяции
- b>d, r>0- численный **рост** популяци**и**
- b<d, r<0- **снижение** численности популяции

Продолжительность жизни



Соотношение размеров тела и максимальной зарегистрированной продолжительности жизни для разных млекопитающих (по Hutchinson, 1978):

1 — рукокрылые; *2* — хищные; *3* — грызуны; *4* — насекомоядные

Физиологическая (максимальная) возможная продолжительность жизни

Зависит от условий жизни!

Экспоненциальная модель роста численности популяции

$N_t = N_{0*}\, e^{r_m t}$

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

N_t- численность популяции в начальный момент времени t

N_0 – численность популяции в начальный момент времени t_o

e- основание натурального логарифма (2, 7182)

r_m- максимальная скорость роста численности популяции (биотический потенциал)

Только когда r - постоянное значение!

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

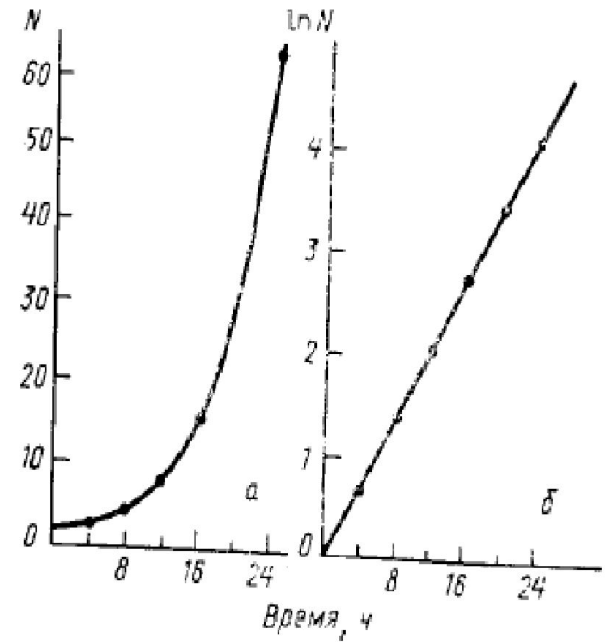
Экспоненциальная модель роста численности популяции

Томас Мальтус (1766—1834)
Геометрическая прогрессия- как закон роста – Ж. Бюффон и К. Линней, Дж. Грант

Теорема А. Лотки

Если удельная рождаемость b(x) и выживаемость l(x) всех последовательно нарождающихся когорт в популяции с течением длительного времени постоянны, то независимо от начальной возрастной структуры, устанавливается устойчивая возрастная структура, и численность популяции растет по экспоненциальному закону.

Если повозрастные рождаемость и смертность в популяции постоянны во времени.



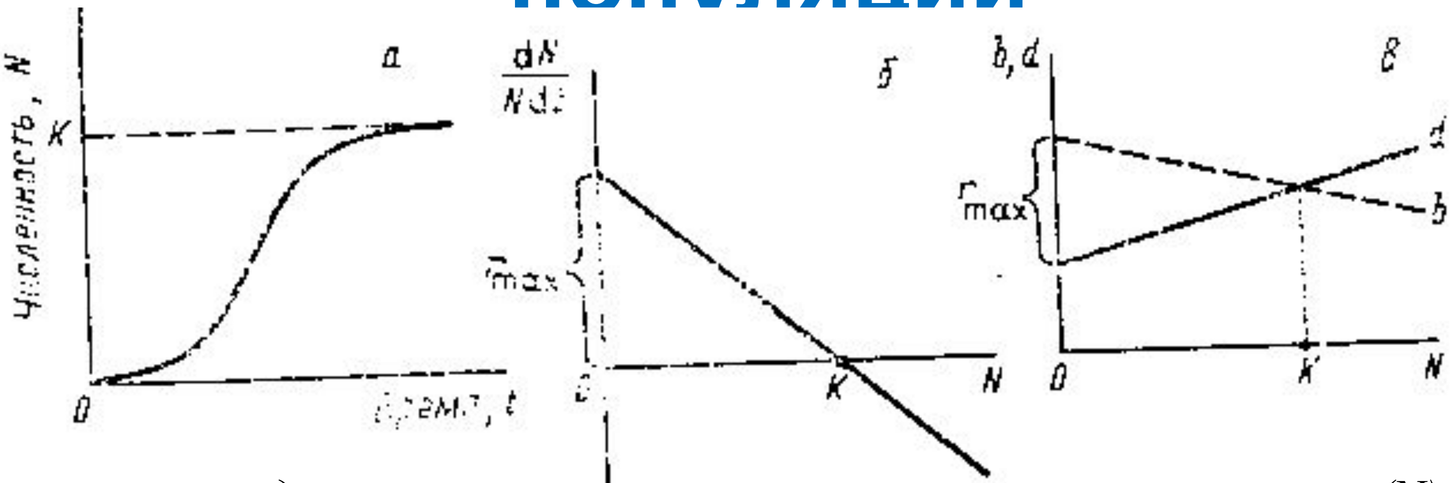
Экспоненциальный рост гипотетической популяции одноклеточного организма, делящегося каждые 4 ч:
а — арифметическая шкала; б — логарифмическая шкала

Любая популяция потенциально способна экспоненциально увеличивать свою численность (используется для оценки потен циальных возможностей роста популяций)

Несколько вариантов прекращения экспоненциального роста.

1) **чередование** периодов экспоненциального роста численности с периодами резкого (катастрофического) спада, вплоть до очень низких значений (у организмов с коротким жизненным циклом, обитающих в местах с резко выраженными колебаниями основных лимитирующих факторов, например у насекомых, живущих в высоких широтах, такие организмы должны иметь покоящиеся стадии, позволяющие пережить неблагоприятные сезоны)
2) **резкая остановка экспоненциального роста** и поддержание популяции на постоянном (=стационарном) уровне, вокруг которого возможны различные флуктуации
3) **плавный выход на плато**. Получающаяся при этом S-образная форма кривой указывает на то, что по мере увеличения численности популяции скорость роста ее не остается постоянной, а снижается. S-образный рост популяций наблюдается очень часто как в лабораторных экспериментах, так и при вселении видов в новые местообитания

Логистическая модель роста численнос популяции



Логистическая модель роста популяции: а—кривая роста численности (N); б — зависимость удельной скорости роста (dN/Ndt) от численности (N): в — зависимость удельной рождаемости (b) и смертности (d) от численности. К — предельная численность

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

Линейное снижение скорости роста численности при увеличении плотности популяции

П. Ферхюльст (1938) , Р. Пирль и Л. Рид (1920)

Логистическая модель роста численнос
популяции

Основное предположение логистического уравнения—линейная зависимость удельной скорости популяционного роста от плотности популяции, довольно искусственно, не следует из особенностей самих организмов

Численность популяции:

- **внешних условий среды** (большое количество хищников, нехватка пищи)
- **внутренние факторы** «сдерживающие» рождаемость-территориальное поведение (защита гнездовой территории от вторжении особей того же вида), действие от перенаселенности (резкое уменьшение плодовитости и уменьшение степени заботы о потомстве)

Причина массовых вспышек рождаемости –погодные факторы и деятельность человека.

Механизмы обратной связи регулировки численности.

Близкий к логистическому рост (механизмы ограничения плотности):

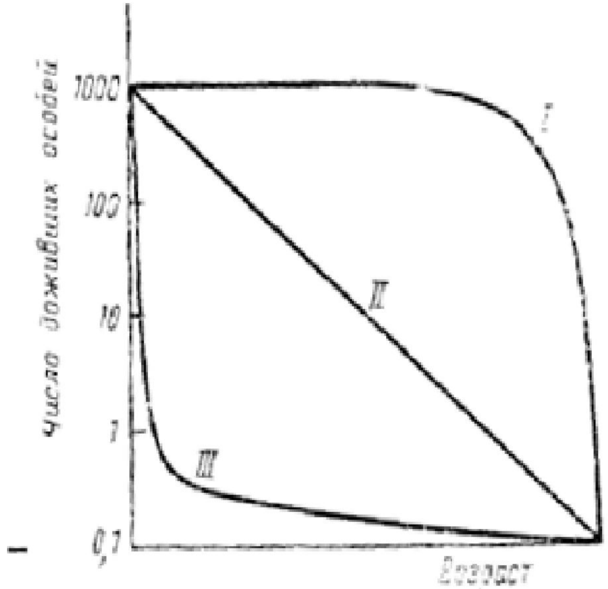
1)Нехватка пищи (дафнии, водоросли, бактерии)

2) накопление продуктов метаболизма (дрожжи)

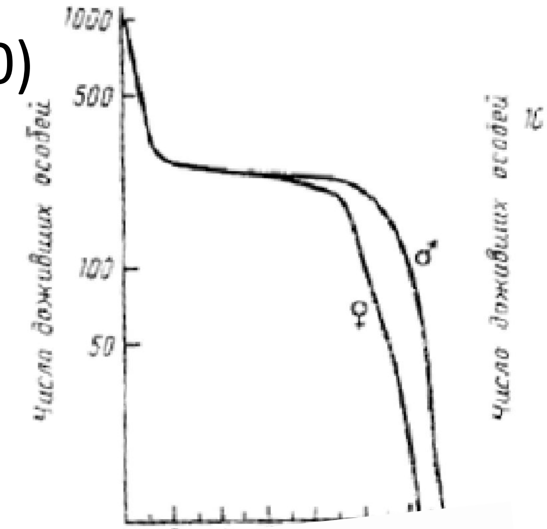
3) каннибализм (мучные жуки Tribolium)

4)Поведенческие механизмы (мыши в эксперименте)

ривые выживания



Р. Перль (1920)



Кривые выживания самцов и самок снежного барана (Ovis dalli dalli) (из Hutchinson, 1978 по данным Murie)

1. **Кривая типа 1 (кривая дрозофилы).** Главный фактор смертности-естественное старение. Имаго насекомых (гибнущих после откладки яиц) (дрозофилы, поденки), некоторых крупных млекопитающих (киты, слонов)
2. **Кривая типа 2 (диагональный тип**)- независимая от возраста смертность (пресмыкающиеся, птицы, многолетние травянистые растения)
3. **Кривая типа 3 (тип устрицы)** - массовая гибель особей в начальный период жизни, а затем относительно низкая смертность оставшихся особей (лососевые, сельдевые рыбы, головоногие

Реально встречающиеся– комбинация

Таблицы выживания (демографические таблицы)

<u>Когортные (динамические)-</u> прямые наблюдения за жизнью большой группы особей, рожденных в короткий промежуток времени и регистрация возраста наступления смерти всех членов группы

Статистические таблицы-(моментальные, вертикальные)- за относительно короткий промежуток времени в разных возрастных классах

х- возрастной интервал (класс),

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

n_x- число выживших на начало возрастного интервала х и началом возрастного интервала х+1, lх- доля выживших до начала возрастного интервала х,

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

Lх- среднее число доживших до возрастного интервала х, рассчитывают по формуле, S- наибольший возрастной интервалов,

Тх- сумма средних доживших временных интервалов, от х до S,

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

qх – смертность между началом возрастного интервала х и началом возрастного интервала х+1,

e_x- ожидаемая продолжительность жизни для организмов,

Статистические таблицы

за относительно короткий промежуток времени в разных возрастных классах

- Могут совпадать с когортной, когда численность популяции постоянна (r=0)
- Если r>0- то доля старших классов по сравнению с когортной занижена
- Если численность популяции убывает (r<0)- доля старших классов завышена

Попытка составить первые таблиц выживания – Джон Грант (1620-1674) – данные по смертности жителей Лондона, собранные в церковных приходах (эпидемия чумы). Э. Галлей (1693)- для города Бреслау (Вроцлав).

Средняя продолжительность жизни обычно более информативна, чем максимальная.

Астрономический возраст- сутки, годы, **физиологический возраст**- достижение той или иной стадии развития.

Нулевой возраст выбирается условно, в зависимости от объектов и конкретных задач. (птицы- момент откладки яиц, вылупление птенцов, момент вылета из гнезда)

Повозрастная рождаемость и расчет удельной скорости роста популяции (r) на основе коэффициента воспроизводства (Ro)

Комбинированная таблица дожития и повозрастной плодовитости

возрастные интервалы, (годы)- **x**,
доля доживших- **lx**,
число потомков, произведенных в среднем одной самкой данного возраста- **mx**,
lx*mx
Ro- безразмерная величина, показывающая во сколько раз численность популяции возросла за период одного поколения (время генерации T)

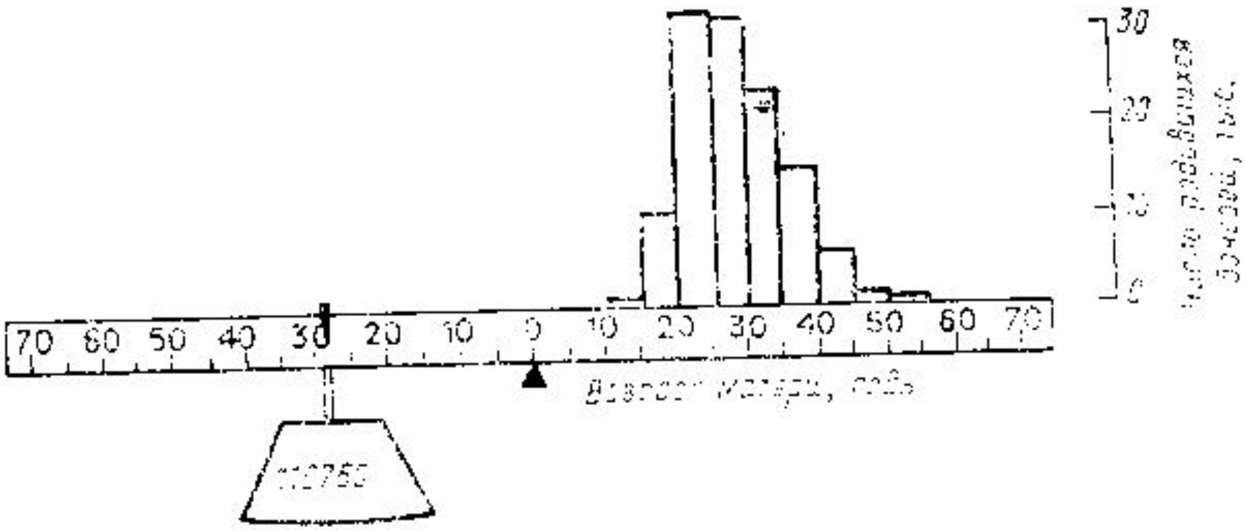
$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

Если R_0=1, то популяция сохраняет неизменную численность

$$\frac{Nt}{No} = e^{rmt}$$

$N_t = N_0 e^{rt}$
$R_0 = N_t / N_0$
$R_0 = e^{rT}$
r= $\ln R_0/T$- удельная скорость популяции обратно пропорциональная времени генерации

Механическая модель (А. Лотка)



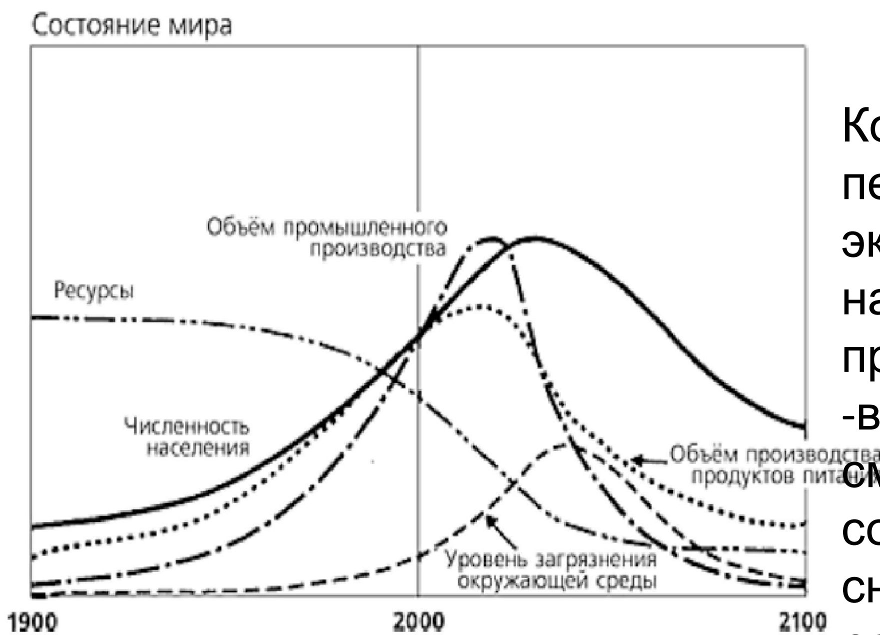
(по данным о рождении девочек в США в 1920 г.)

«Нет пределов развития, но есть пределы роста», Медоуз, 1994

Проблемы роста народонаселения Земли

Стандартный сценарий

Из книги Donella H.Meadows et al. The Limits to Growth. New York. Universe Books. 1972.



- Демографический врыв
- Достижения науки и техники-смертность сократилась, рождаемость повысилась

Концепция «демографического перехода» (Ф. Ноустайн 1945): экономическое развитие, рост народонаселения, социальный прогресс.
-высокая рождаемость и высокая смертность- снижение смертности при сохранении высокой рождаемости-снижением рождаемости на фоне ранее снизившейся смертности- стабилизация численности.

Неравномерность изменения численности населения в зависимости от уровня экономического развития

Сколько людей сможет прокормить наша планета?

Спасибо за внимание!