Динамические показатели популяций

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

Основные динамические популяции:

- рождаемость
- •смертность
- скорость роста популяции

Рождаемость (скорость рождаемости)

Смертность (скорость смертности)

- Максимальная (абсолютная, физиологическая)
- Экологическая (реализованная) удельная рождаемость/смертность- отношение Nb/NΔt скорости в исходной численности Nd/NΔt

Мгновенная удельная рождаемость/смертность

 $\Delta t \rightarrow 0$

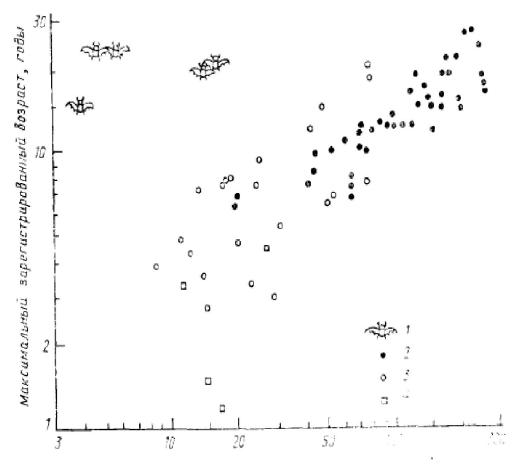
Скорость изменения численности популяции

Изменение ΔN за Δt .

При $\Delta t \rightarrow 0$ - 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

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

$$\frac{Nt}{No} = e^{r_m t}$$

N₋- численность популяции в начальный момент времени

N₀ – численность популяции в начальный момент времени t

е- основание натурального логарифма (2, 7182)

r_{_}- максимальная скорость роста численности популяции (биотынектый грагенциал) **/** / /

- постоянное значение!

$$\stackrel{\cdot}{-}$$
 = e rmt

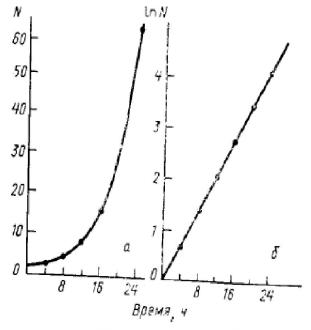
Экспоненциальная модель роста численности популяции

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

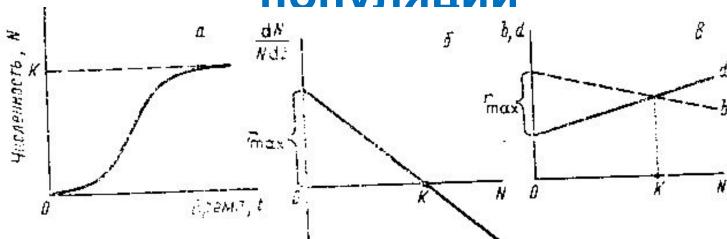
Любая популяция потенциально способна экспоненциально увеличивать свою численность (используется для оценки потен циальных возможностей роста популяций)

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 попуряции: 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. K — предельная численность

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

Линейное снижение скорости роста численности при увеличении плотности популяции

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

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» рождаемостьтерриториальное поведение (защита гнездовой территории от вторжении

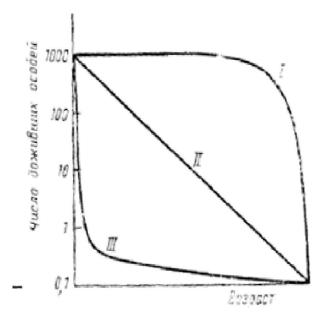
особей того же вида), действие от перенаселенности (резкое уменьшение плодовитости и уменьшение степени заботы о потомстве)

Причина массовых вспышек рождаемости –погодные факторы и деятельность человека.

Механизмы обратной связи регулировки численности.

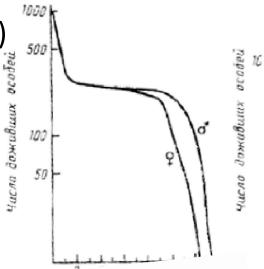
Близкий к логистическому рост (механизмы ограничения плотности):

- 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)



- 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

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

> Реально встречающиеся– комбинация

Таблицы выживания (демографические таблицы)

Когортные (динамические)-

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),

 $\mathbf{n}_{\mathbf{x}}$ - число выживших на начало возрастного интервала х и началом возрастного интервала х+1, lx- доля выживших до начала возрастного интервала х,

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

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

qx – смертность между началом возрастного интервала х $\overline{No} = e^{rmt}$ и началом возрастного интервала х+1,

 $\mathbf{e}_{\mathbf{x}}$ - 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 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 Сопи R = 1 повозрастной плодовитости

возрастные интервалы, (годы)- х, доля доживших- Іх, число потомков, произведенных в среднем одной самкой данного возраста- тх, lx*mx

Ro- безразмерная величина, показывающая во сколько раз численность популяции возросла за период одного поколения (время генерации Т)

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

Если $_{0}^{R}$ =1, то популяция сохраняет неизменную численность

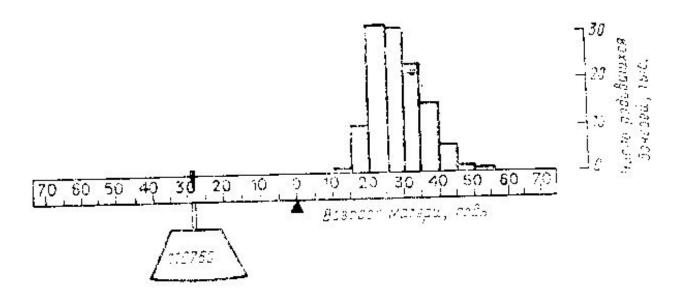
$$\frac{Nt}{No} = e^{\text{rmt}}$$

$$\begin{array}{c}
N_{t} = N_{0}e^{rt} \\
R_{0} = N_{0}/N_{0} \\
R_{0} = e^{rT}
\end{array}$$

InR_∩/Т- удельная

скорость популяции обратно пропорциональная времени генерации

Механическая модель (A. Лотка)



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

«Нет пределов развития, но есть ты поста». Медоуз

пределы роста», Медоуз, Проблемы роста народонаселения Земл<u>и</u>94

Стандартный сценарий

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



Сколько людей сможет прокормить наша планета?

- Демографический врыв
- Достижения науки и техникисмертность сократилась, рождаемость повысилась

Концепция «демографического перехода» (Ф. Ноустайн 1945): экономическое развитие, рост народонаселения, социальный прогресс.

-высокая рождаемость и высокая мертность- 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

Спасибо за внимание!