

Лекция 4.

Тема 3. Популяции.

ЭКОЛОГИЯ

Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков

dzamolod@mail.ru

Определение популяции

- ✘ Группа взаимодействующих особей одного вида, обладающая общим генофондом, населяющая определенное пространство и относительно обособленная от других групп особей того же вида.
- ✘ Границы ареалов популяций растений и мелких животных обычно совпадают с границами экосистем.
- ✘ Ареалы популяций крупных подвижных животных могут охватывать совокупность экосистем.

Характеристики популяции

✘ Статические

Численность (N), особей

Плотность (x), ос./га

Биомасса (B), т, т/га

Возрастной состав,
особи, доли, проценты

Половой состав,
особи, доли, проценты

✘ Динамические

Скорость роста (R),
ос./год

Удельная скорость
роста (r)

Смертность (D, d)

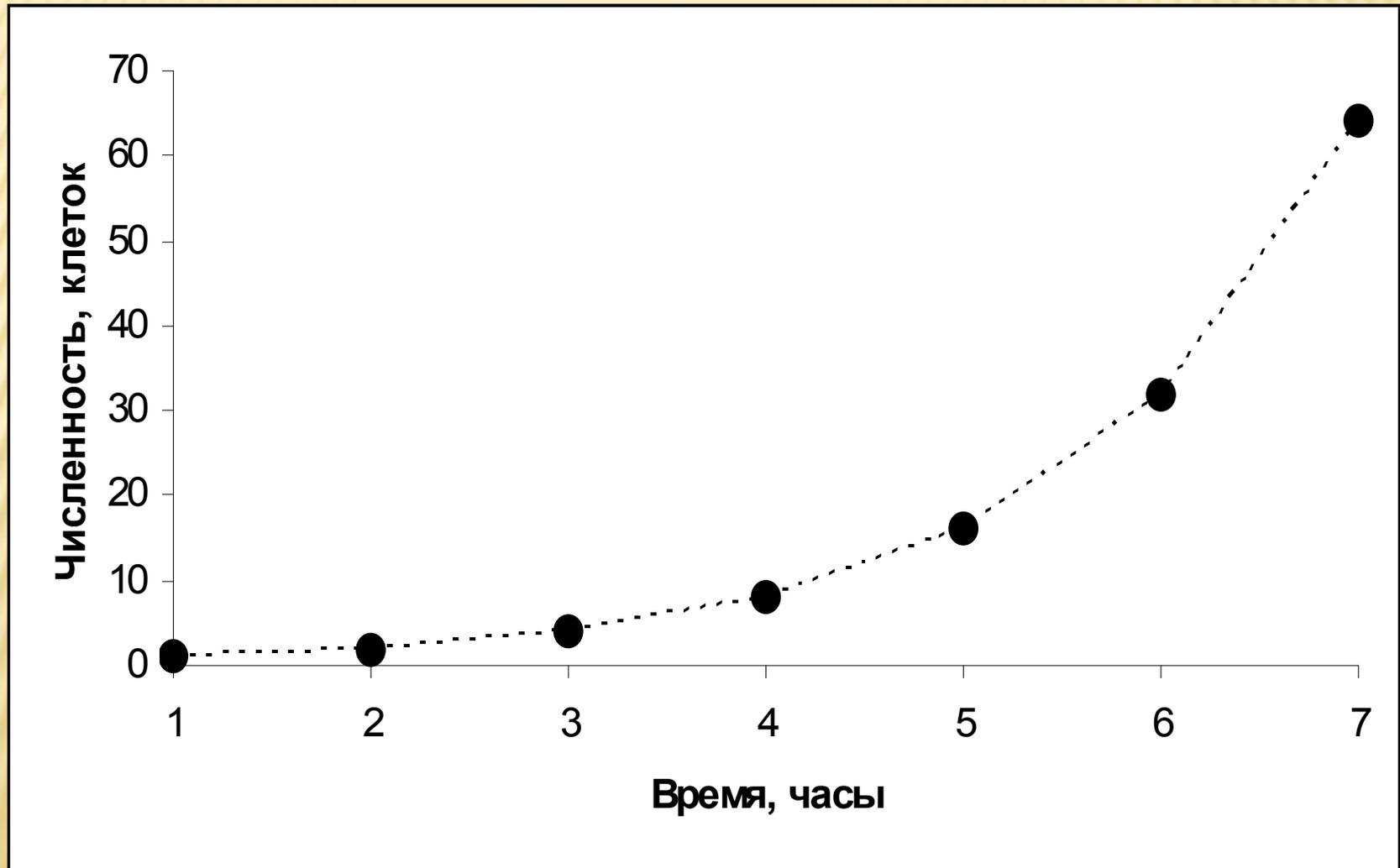
Выживаемость (L, l)

Рождаемость (B, b)

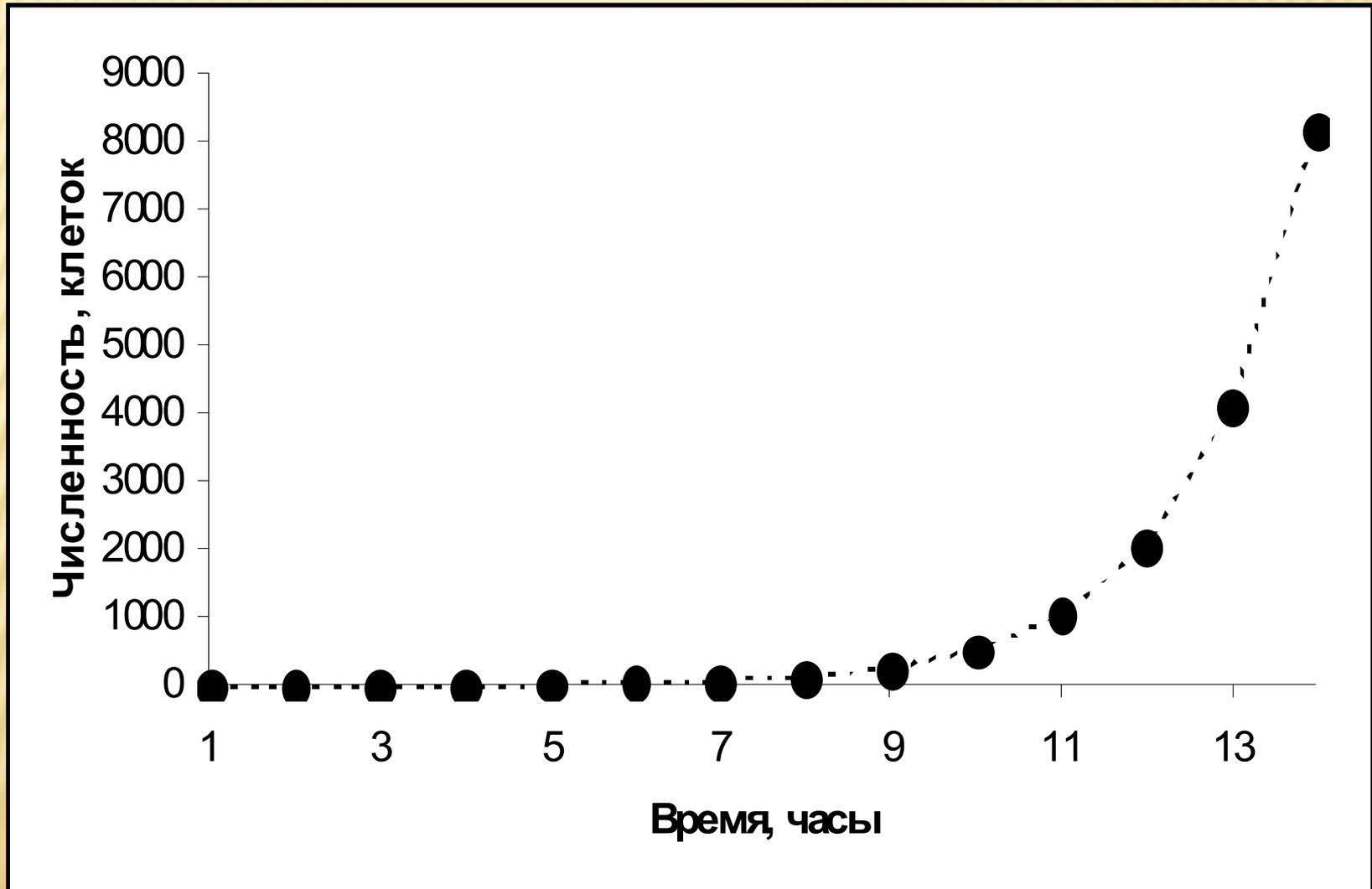
Иммиграция (I, i)

Эмиграция (E, e)

Простейший случай динамики численности – бактерия, делящаяся надвое за час



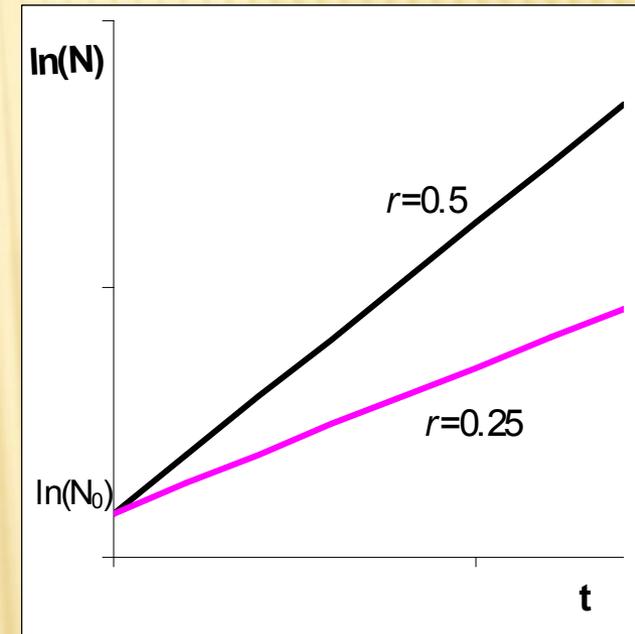
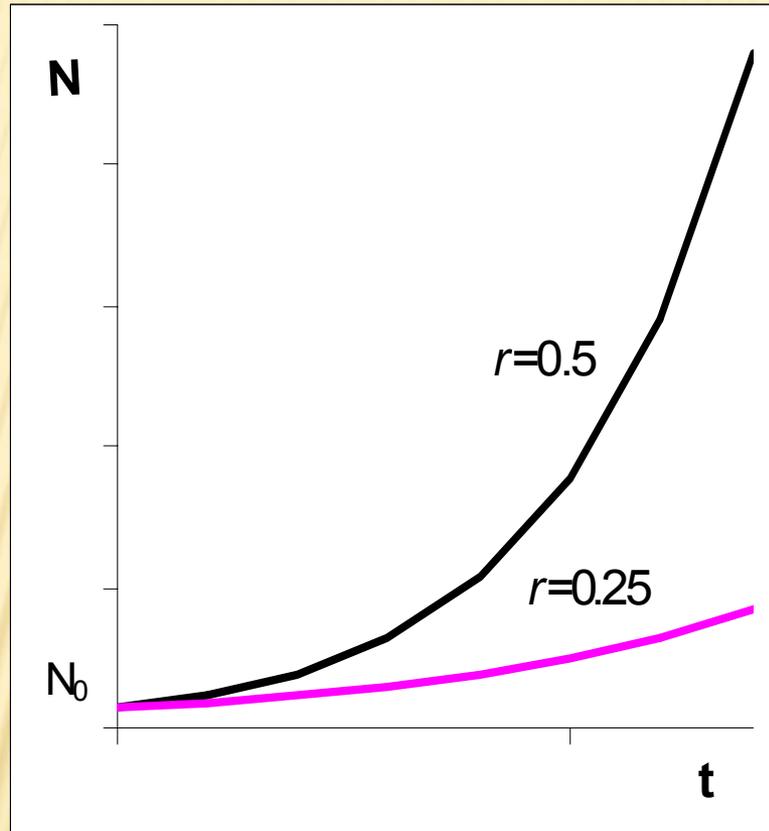
Простейший случай динамики численности – бактерия, делящаяся надвое за час



Более общий случай – экспоненциальное уравнение

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

$$N(t) = N_0 e^{rt}$$



$$\ln(N(t)) = \ln(N_0) + rt$$

r – удельная скорость роста,
биотический потенциал,
мальтузианский параметр

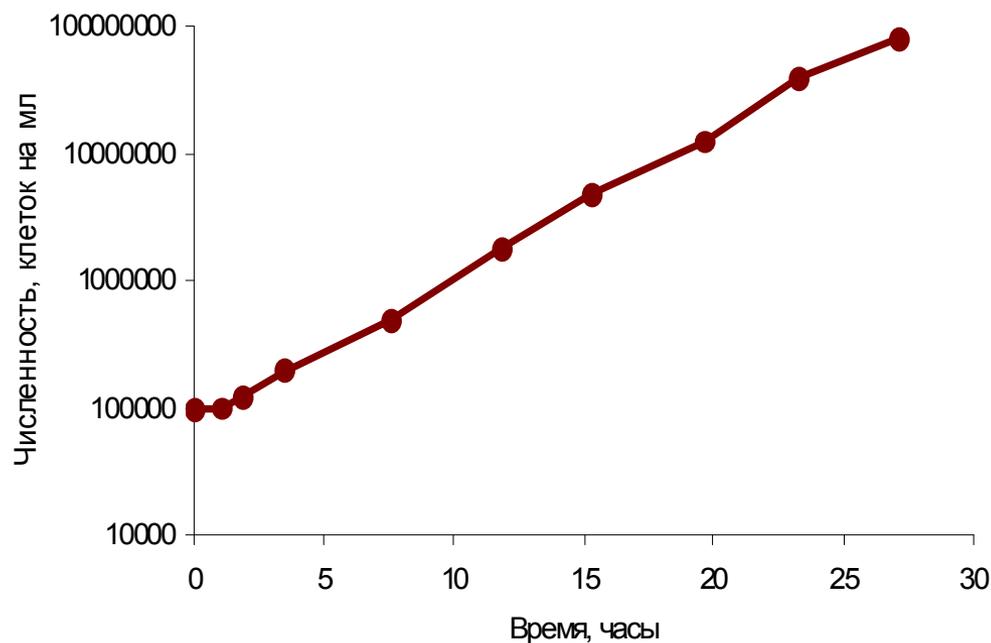
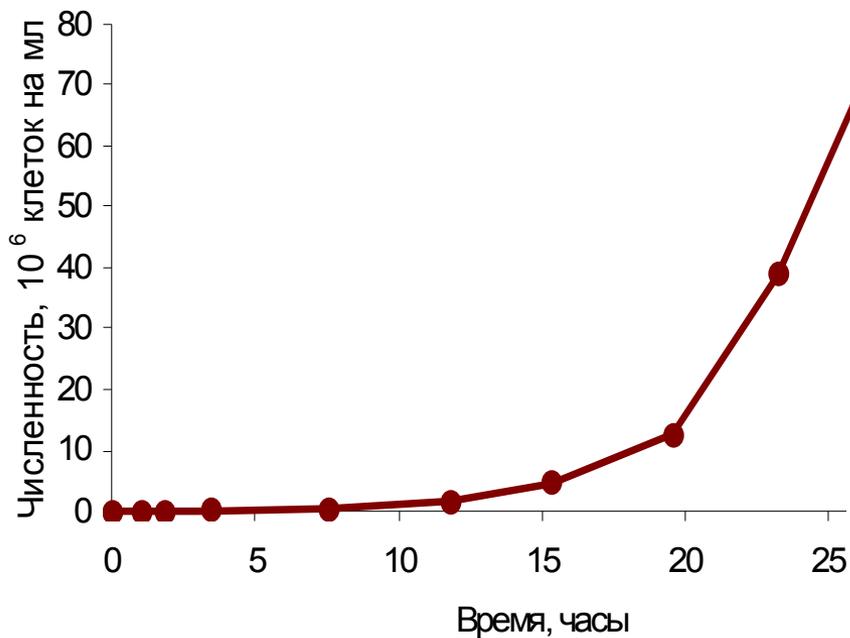
$$r = \frac{\ln N(t_1) - \ln N(t_2)}{t_2 - t_1}$$

Томас Мальтус (1766-1834)



- ✘ Английский священник и ученый-экономист
- ✘ «Опыт закона о народонаселении и его влиянии на будущее улучшение общества» (1798 г.)
- ✘ Применение геометрической прогрессии для описания роста населения

Примеры экспоненциального роста. Пивоваренные дрожжи в пивном сусле.



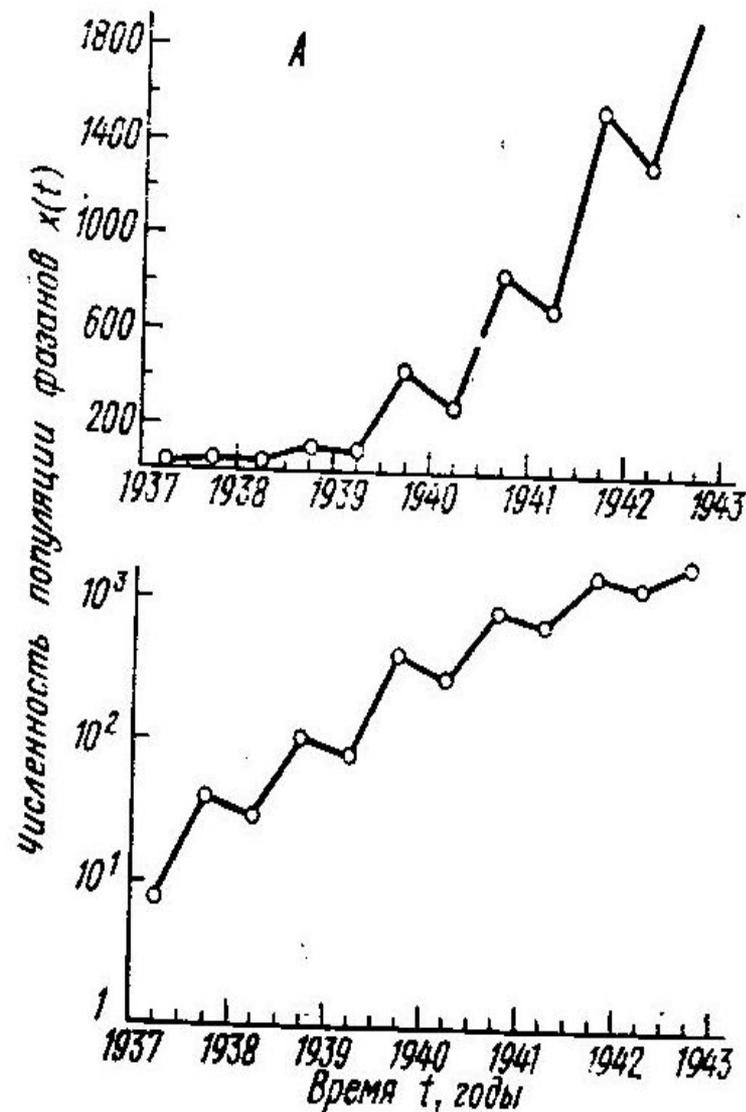
$$r \approx 7.5 \text{ сут}^{-1}$$

$$r \approx 2700 \text{ год}^{-1}$$

Обыкновенный фазан в Protected Island (США)



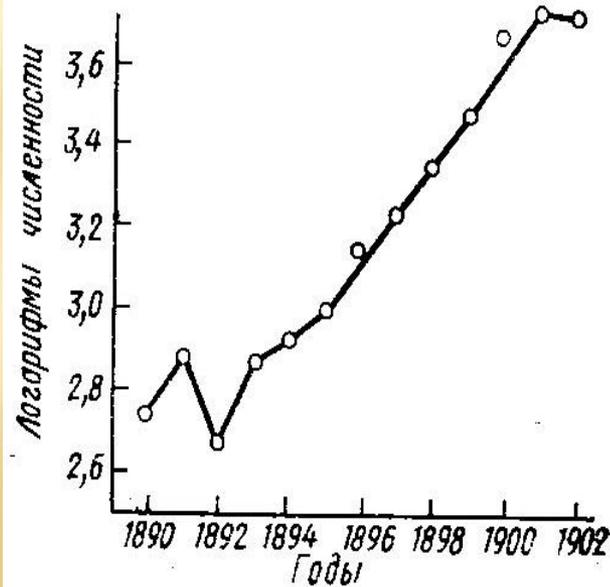
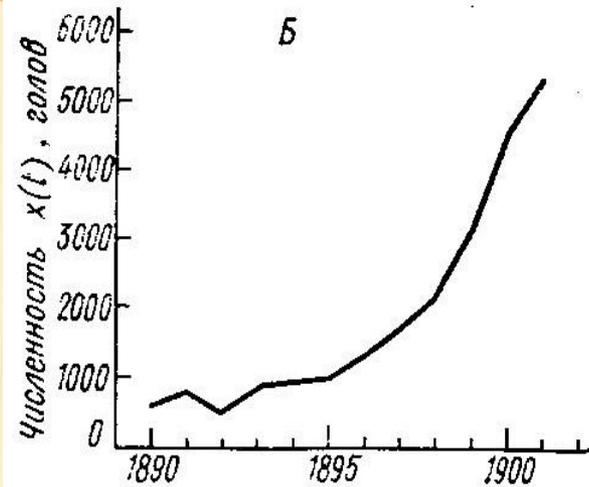
$$r \approx 1.2 \text{ год}^{-1}$$



Обыкновенная косуля в Гатчине



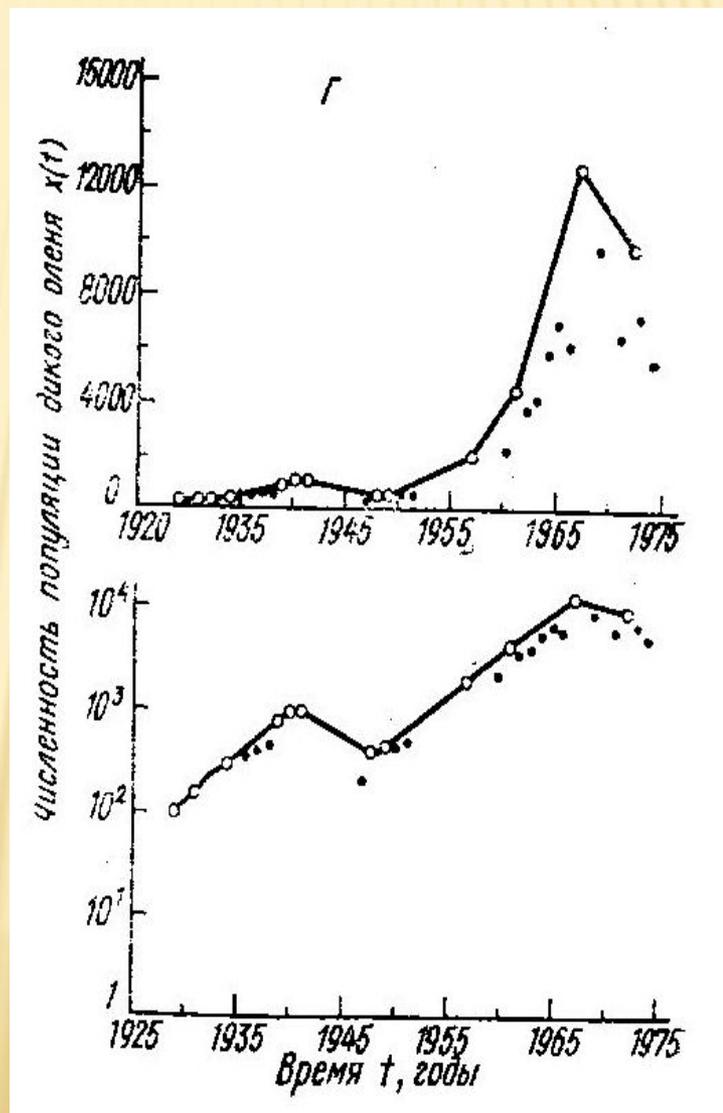
$$r \approx 0.27 \text{ год}^{-1}$$



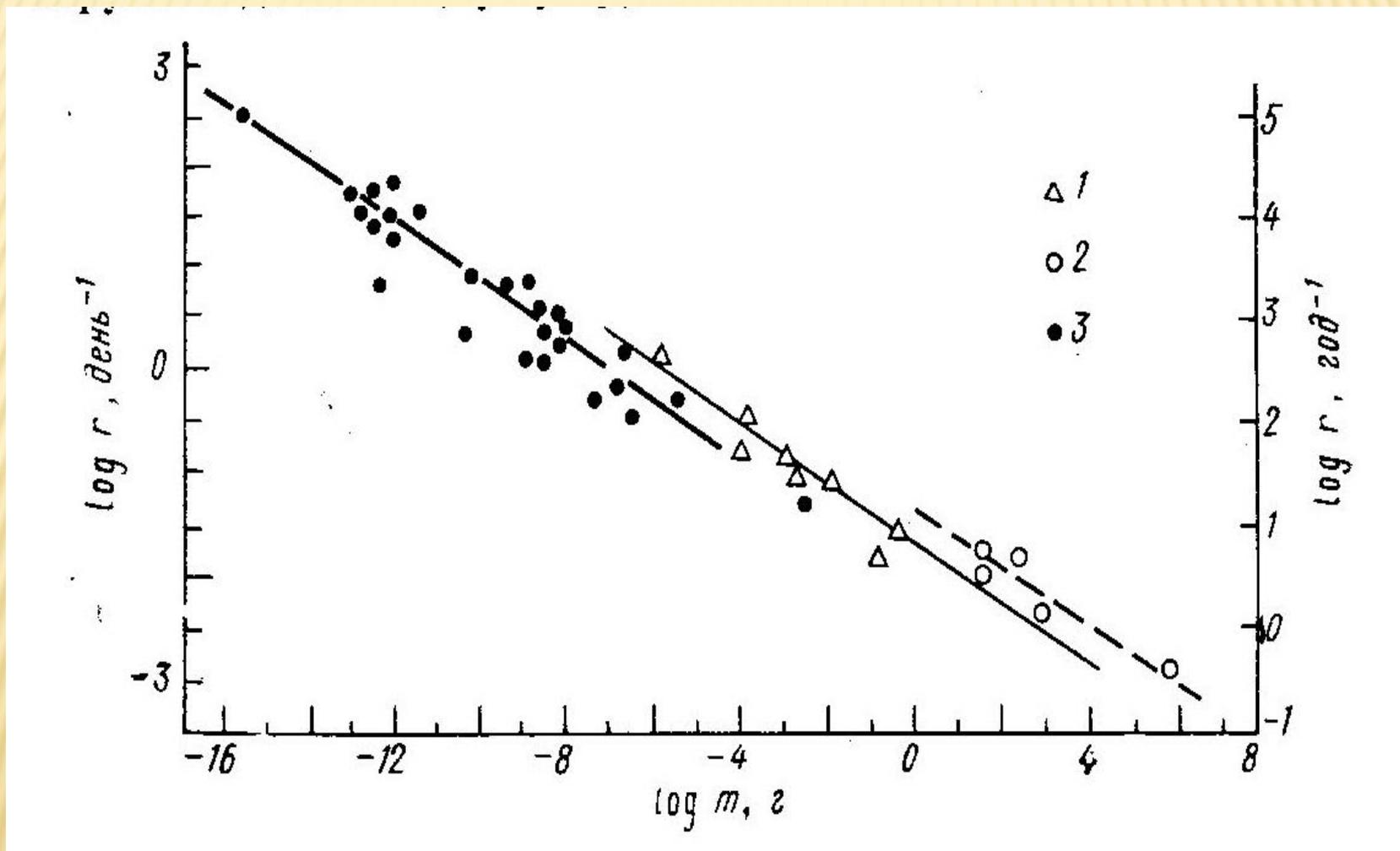
Северный олень на Кольском п-ове



$$r \approx 0.19 \text{ год}^{-1}$$

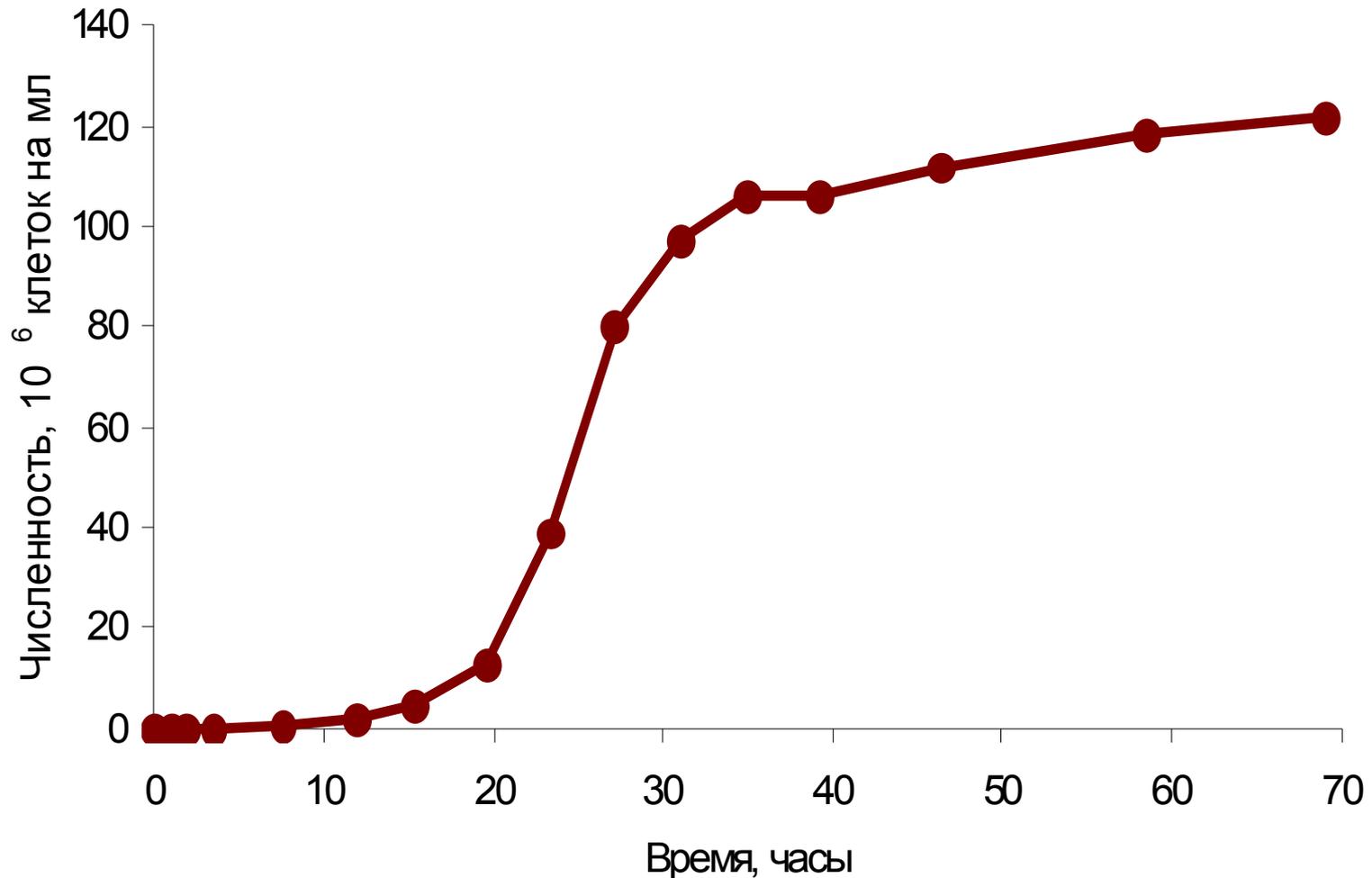


Зависимость биотического потенциала от массы тела (по Т. Fenchel, 1974)



1 – холоднокровные, 2 – теплокровные, 3 - одноклеточные

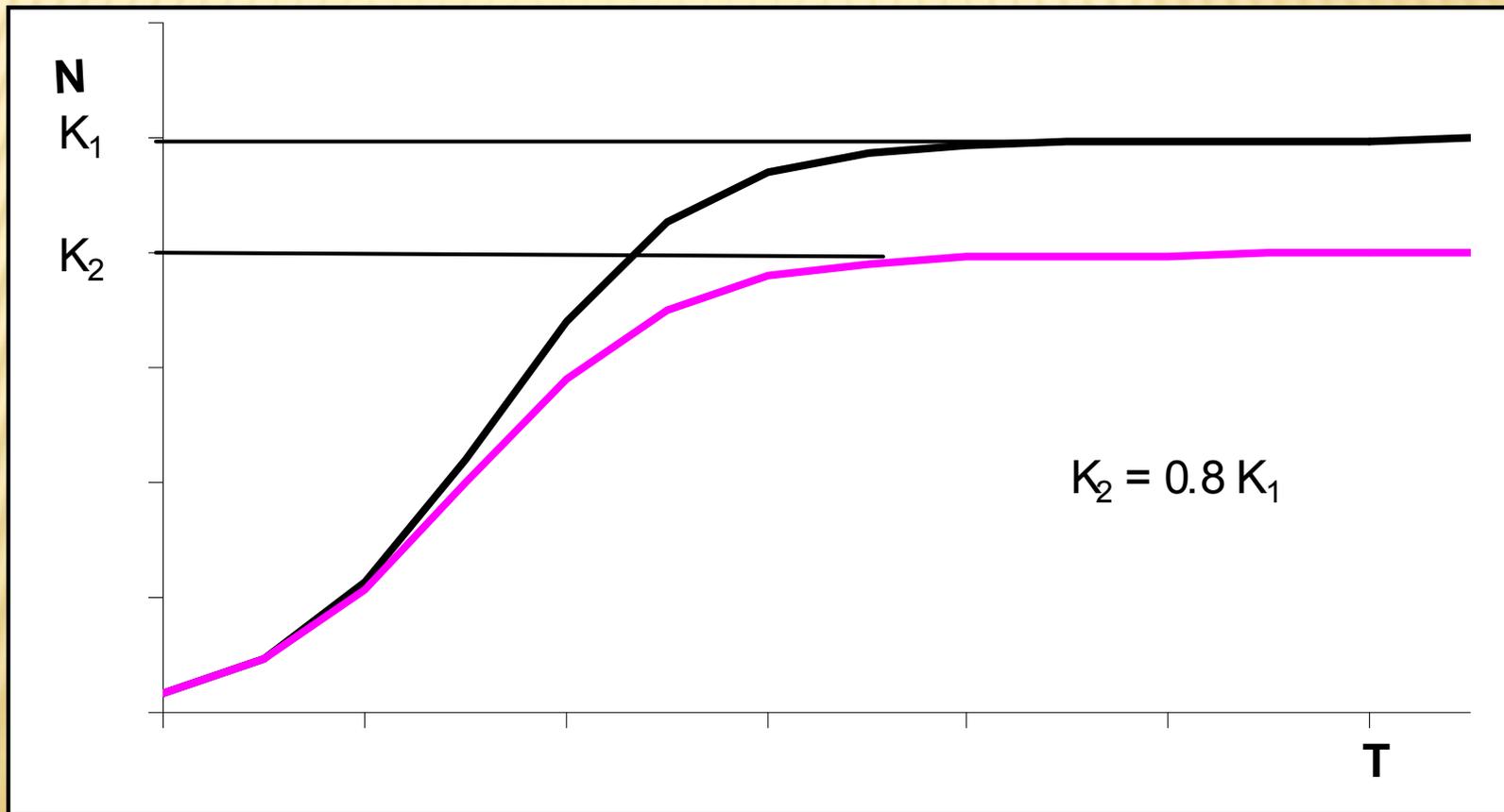
Так выглядит дальнейшая динамика численности пивоваренных дрожжей



Логистическое уравнение

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

$$N(t) = \frac{KN_0e^{rt}}{K - N_0 + N_0e^{rt}}$$



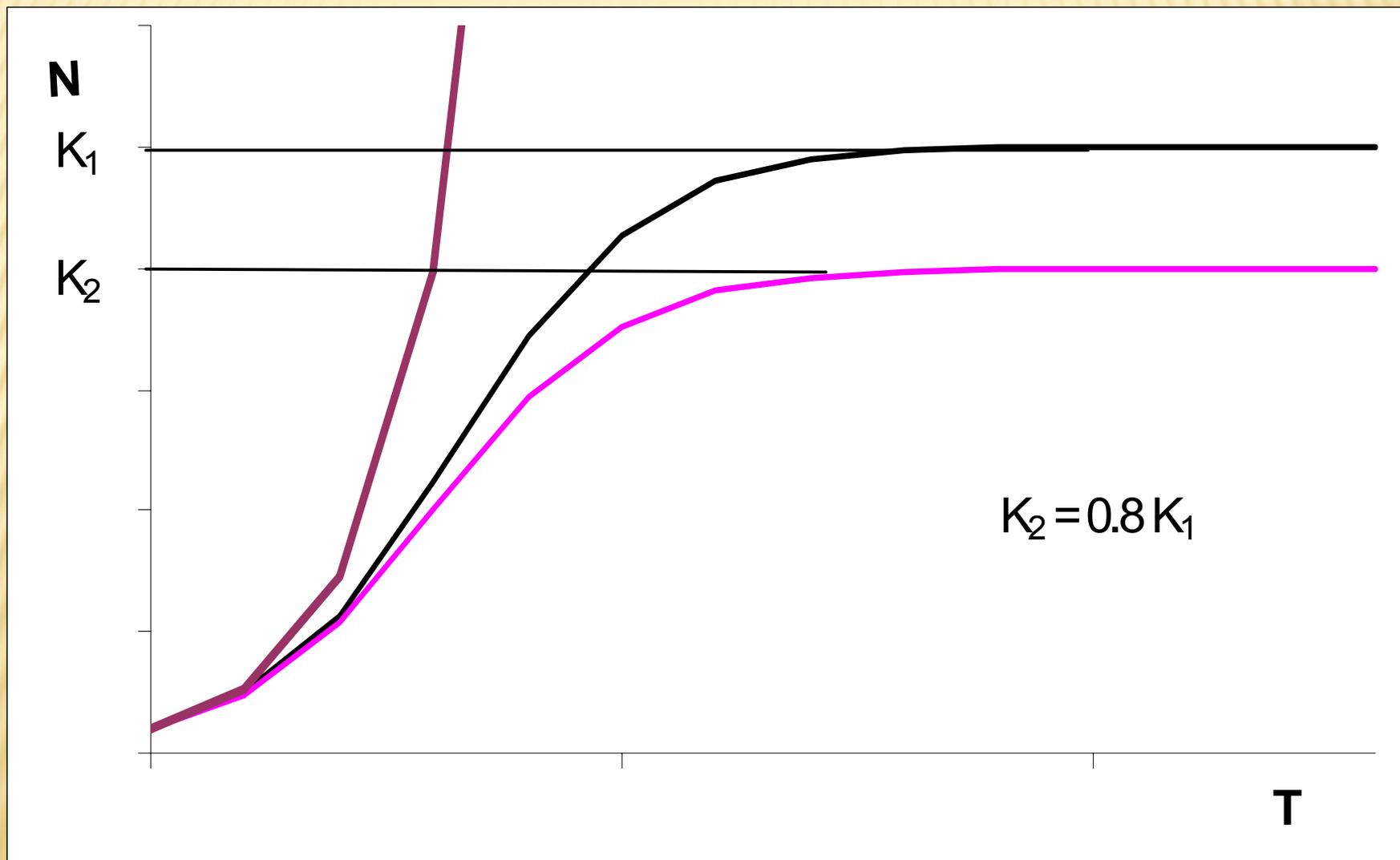
Пьер Франсуа Ферхюльст (1804-1849)



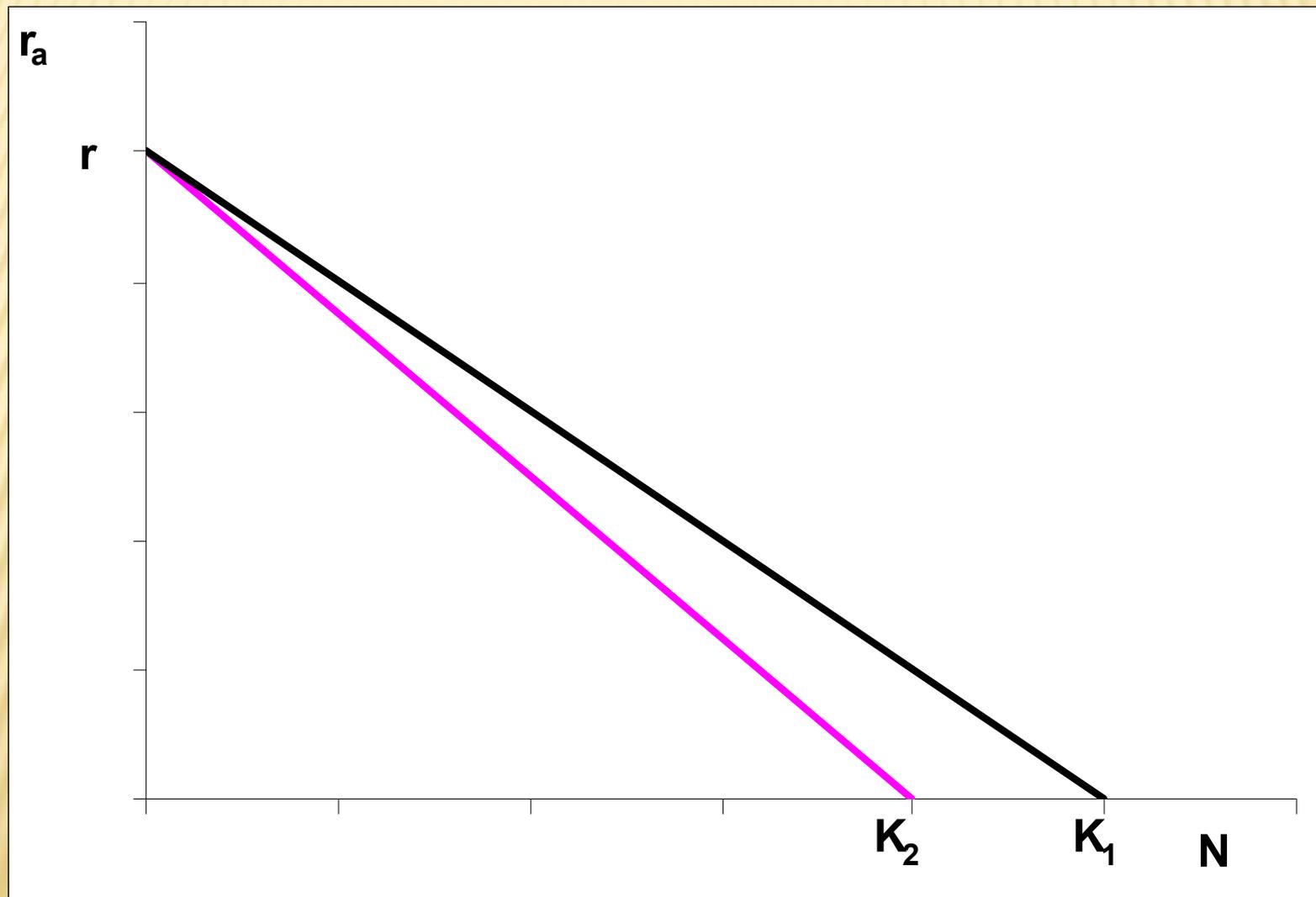
Бельгийский математик, профессор Брюссельского университета. Сформулировал логистическое уравнение для прогноза численности населения (1838).

Предложил прогноз предельного населения Бельгии (9.4 млн. человек), современное население Бельгии 10.8 млн. человек

Экспоненциальное и логистические уравнения с одинаковыми значениями r



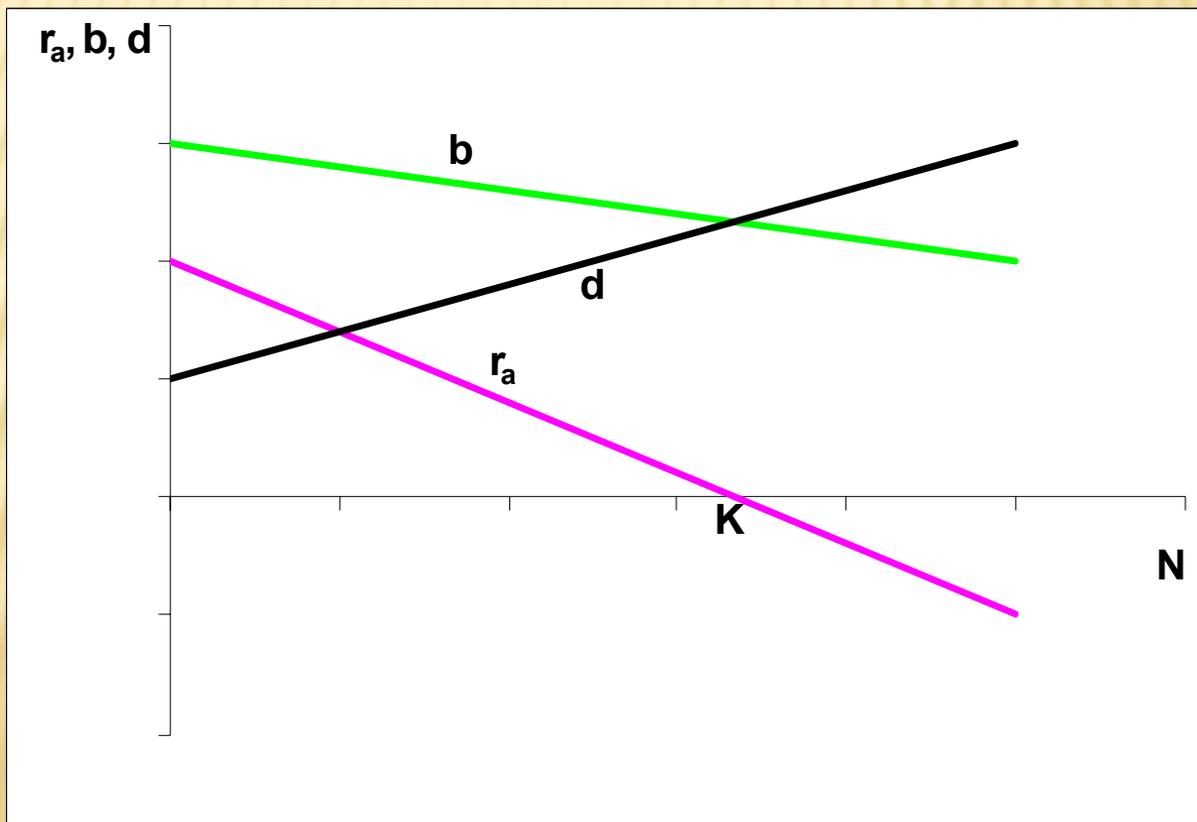
Зависимость фактической скорости роста (r_a) от численности в логистических уравнениях



Компоненты, определяющие фактическую удельную скорость роста

$$r_a = b - d + i - e$$

b – удельная рождаемость, d – удельная смертность,
 i – удельная иммиграция, e – удельная эмиграция



Механизмы формирования зависимостей рождаемости и смертности от плотности популяции

- 1) ослабление особей из-за нехватки ресурсов – пищи, биогенных элементов (дафнии, водоросли, бактерии)
- 2) накопление продуктов метаболизма (дрожжи)
- 3) выделение токсинов (цианобактерии)
- 4) выделение газообразного секрета - этилквинона (мучные хрущи *Tribolium*)
- 5) каннибализм (гуппи)
- 6) увеличение числа брошенных кладок (аисты, фазаны)
- 7) повышение уровня стрессовых гормонов (грызуны)
- 8) миграции на уничтожение (саранчевые, лемминги)

Классификация жизненных стратегий

Роберт Макартур (1967): r –виды и K-виды

Стратегия r-видов направлена на использование высокого r.

1. Быстрое освоение освободившихся пространств.
2. Высокая способность к миграции.
3. Слабая забота о потомстве.
4. Множество мелких потомков.
5. Быстрое развитие.
6. Малая продолжительность жизни.
7. Высокая способность к расселению.

Классификация жизненных стратегий

Робер Макартур (1967): r –виды и K-виды

Стратегия K-видов направлена на максимальное заполнение K.

1. Выход численности на уровень K при попадании в подходящее местообитание.
2. Способность к вытеснению других видов.
3. Значительная забота о потомстве.
4. Небольшое количество крупных потомков.
5. Медленное развитие.
6. Высокая продолжительность жизни.
7. Низкая способность к расселению

Осина – r-вид, дуб – K-вид.



Полевка – r-вид, бобр – K-вид



Экономические аналоги r- и K-стратегов

Начало 1990-х годов – освобождение пространства для деятельности финансовых организаций в России.

r-стратеги

Финансовые пирамиды – MMM, Олби, Хопер инвест.

«Агрессивные» банки - Империял, Менатеп, СБС-агро.

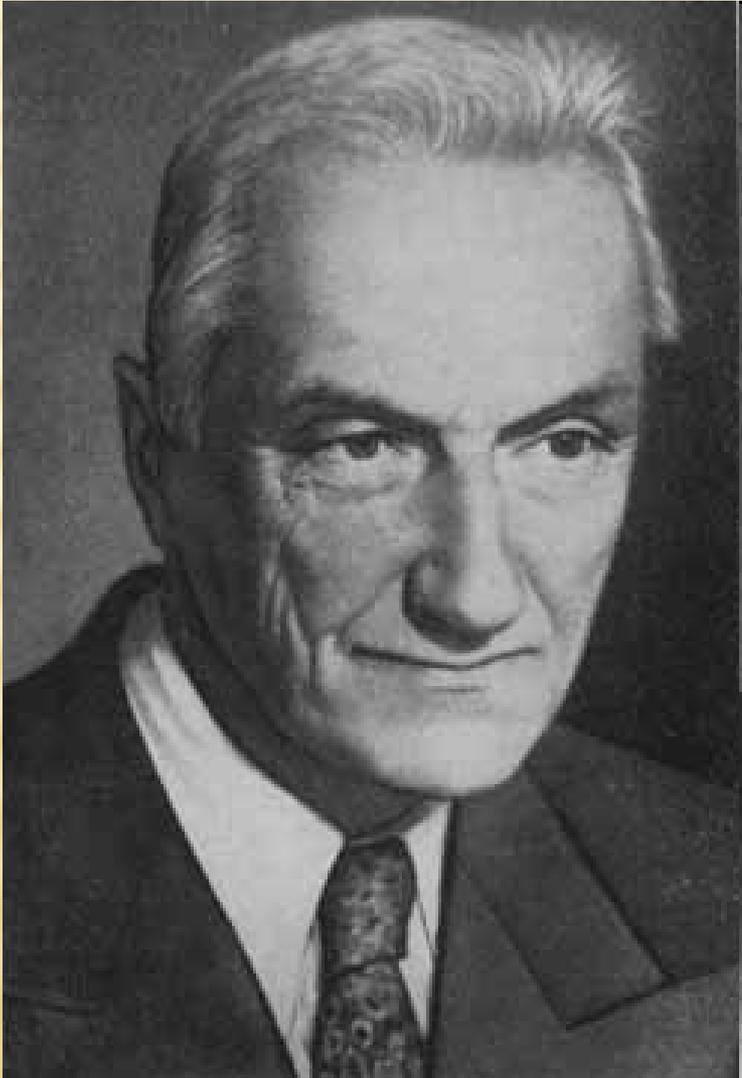
K-стратеги

Устойчивые банки – Сбербанк, Альфа-банк, ВТБ.

Международные банки – Ситибанк, Райффайзен-банк



Леонтий Григорьевич Раменский (1884—1953)



В 1935 г. предложил
систему ценотипов
растений:

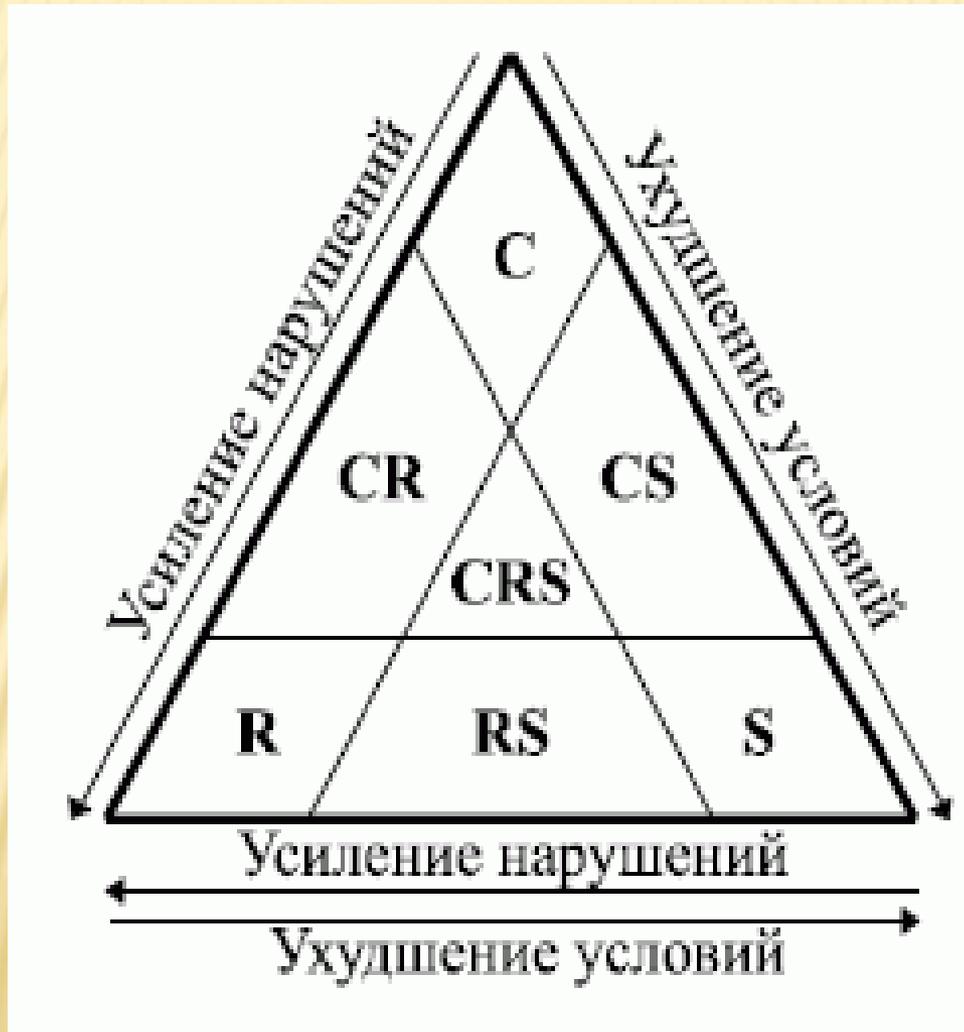
виоленты (силовики)

эксплеренты (рудералы)

пациенты (выносливцы)

Система Раменского-Грайма

competitor (компетитор - конкурент)



ruderal
(рудерал)

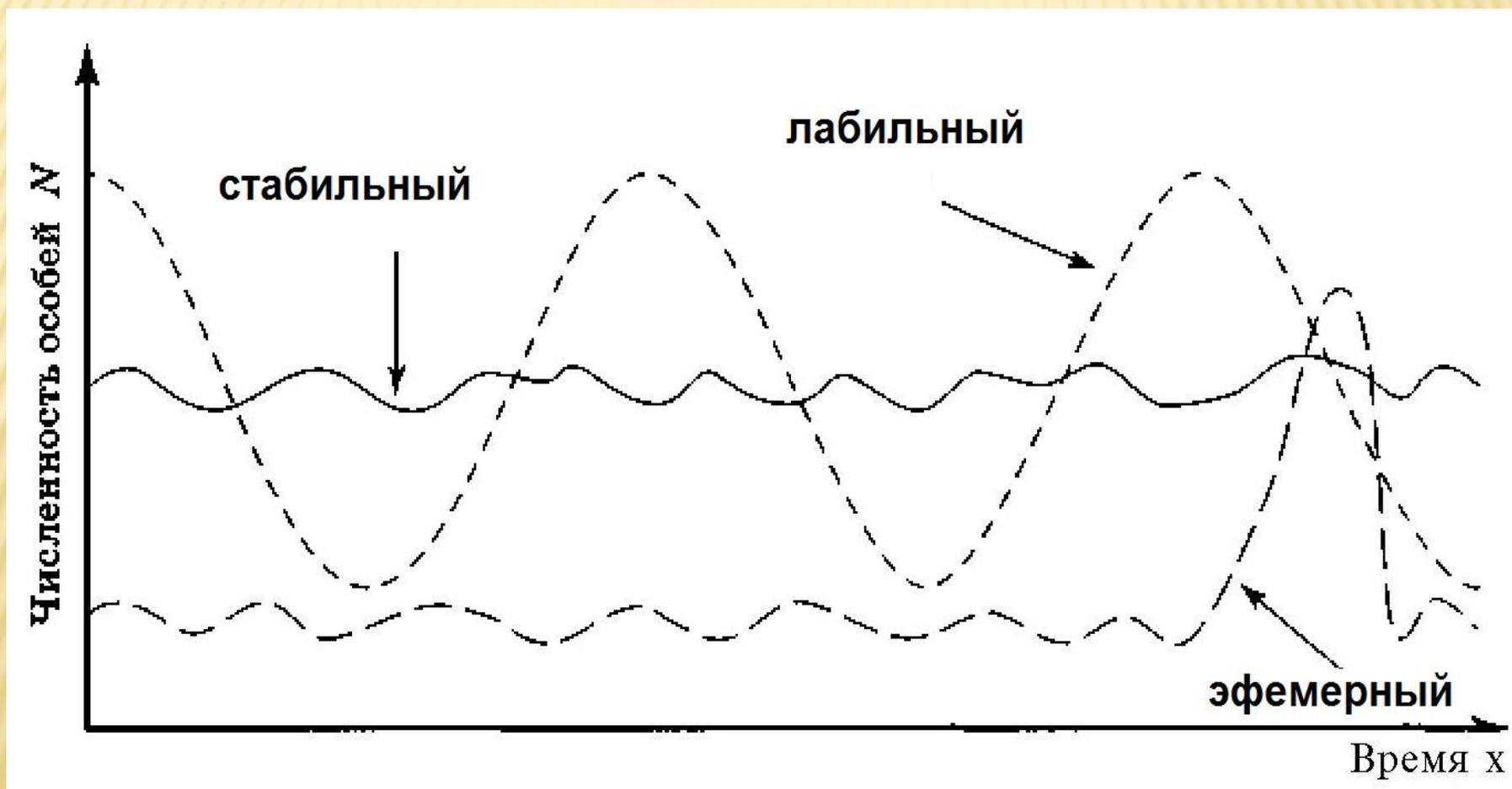
stress-tolerant
(стресс-толерант)

Стратегии конкурентной борьбы (из учебника по инновационному менеджменту)



Рисунок 1 – поле стратегии конкурентной борьбы.

Типы изменения численности популяций



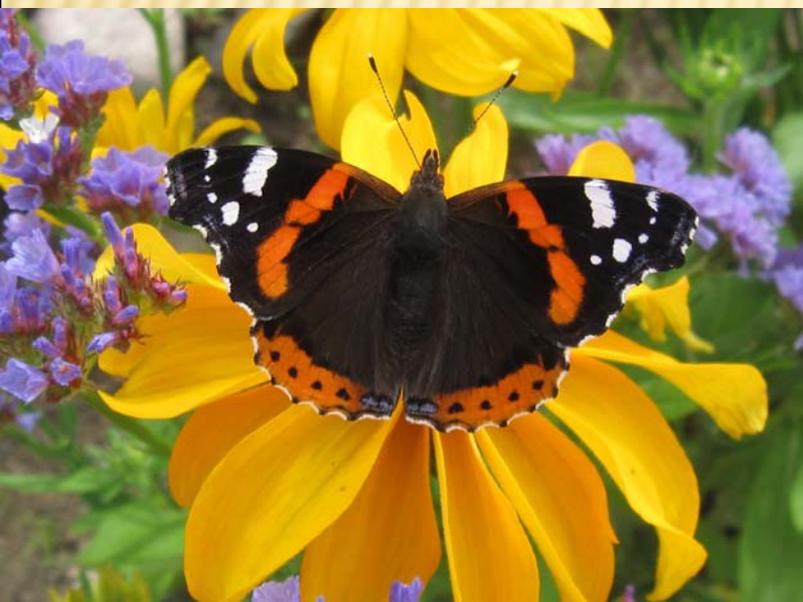
Примеры насекомых с разными типами динамики численности



Крушинница - стабильный

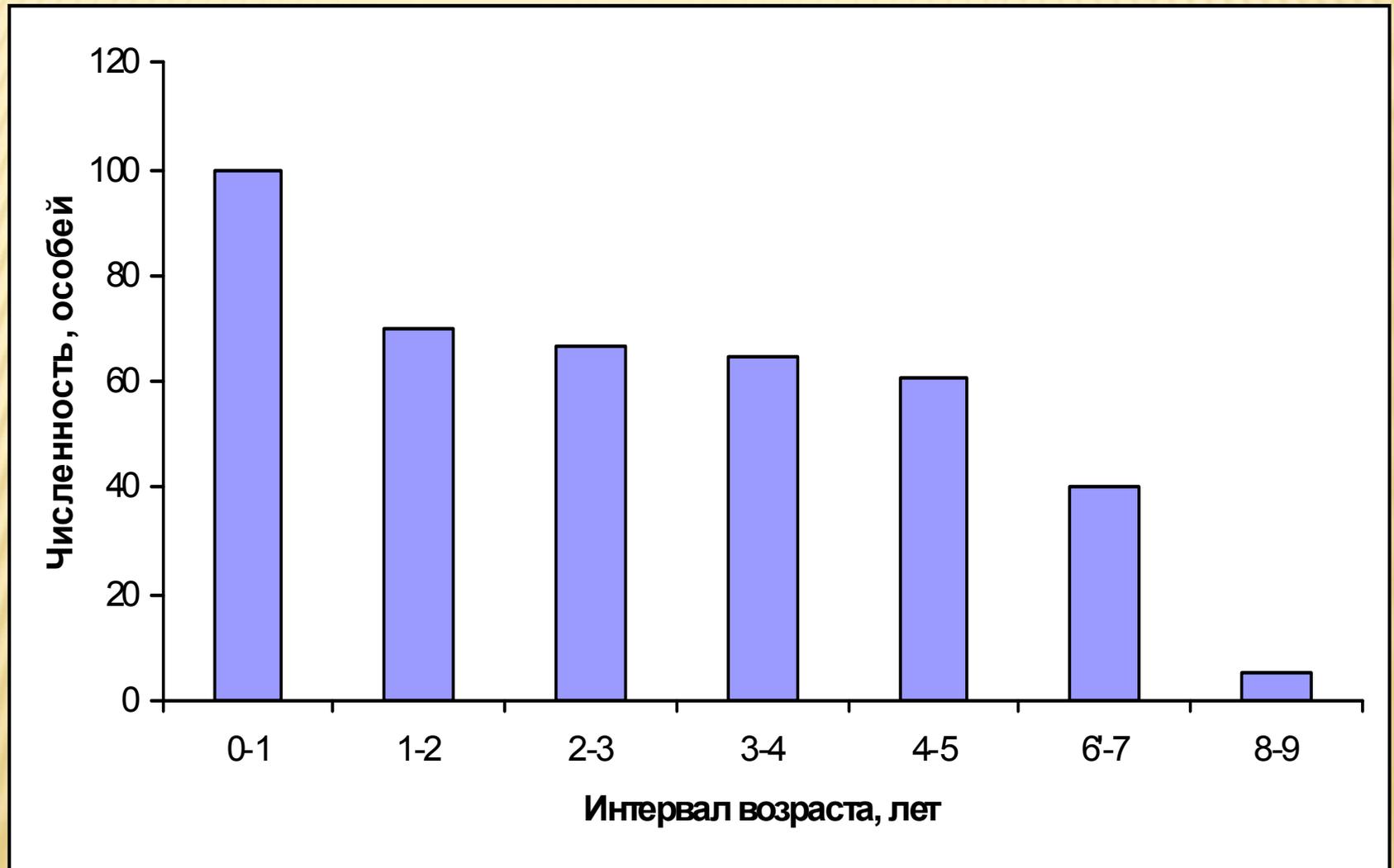


Дневной павлиний глаз -
лабильный



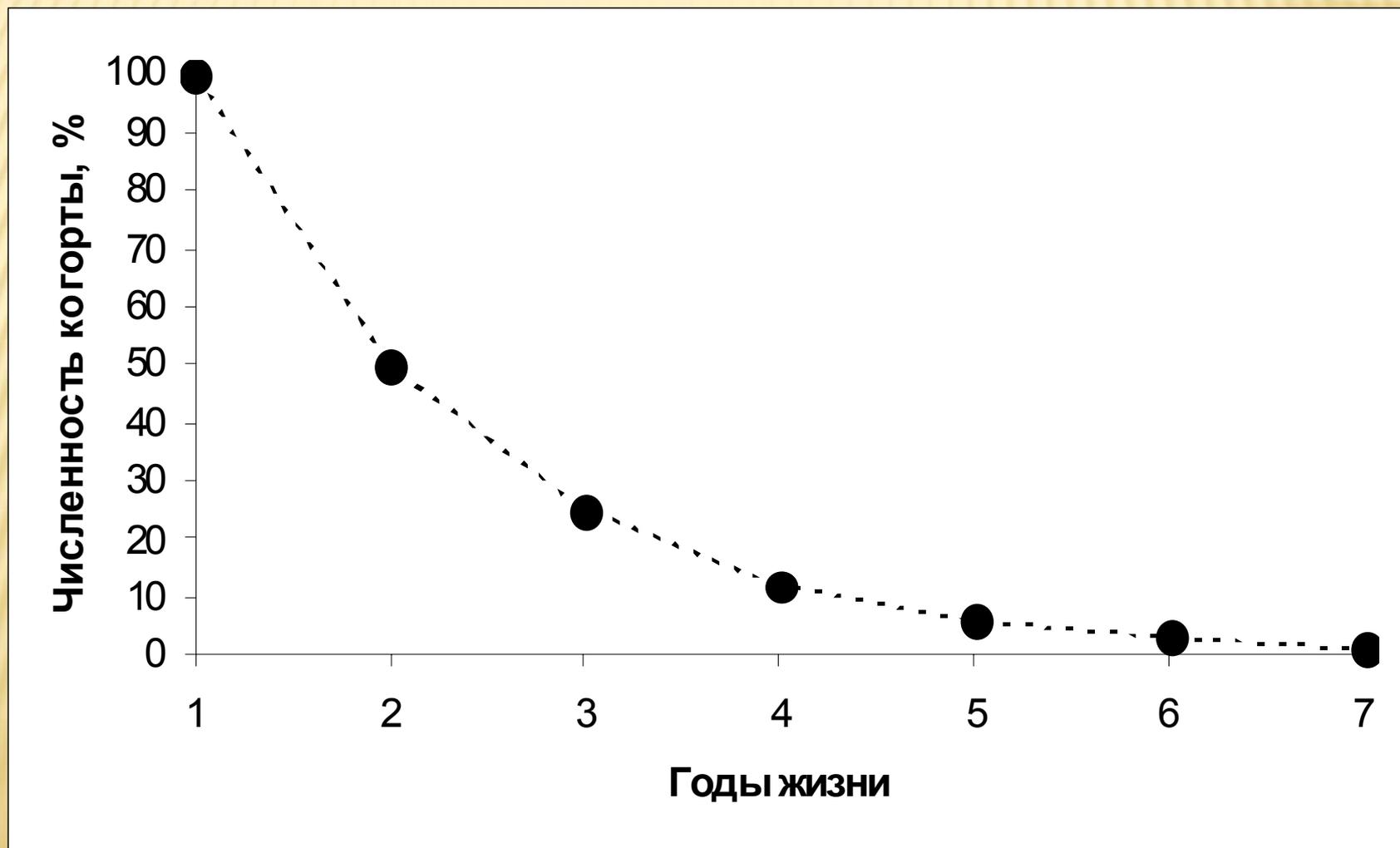
Адмирал - эфемерный

Возрастной состав характеризует распределение особей по возрастным классам

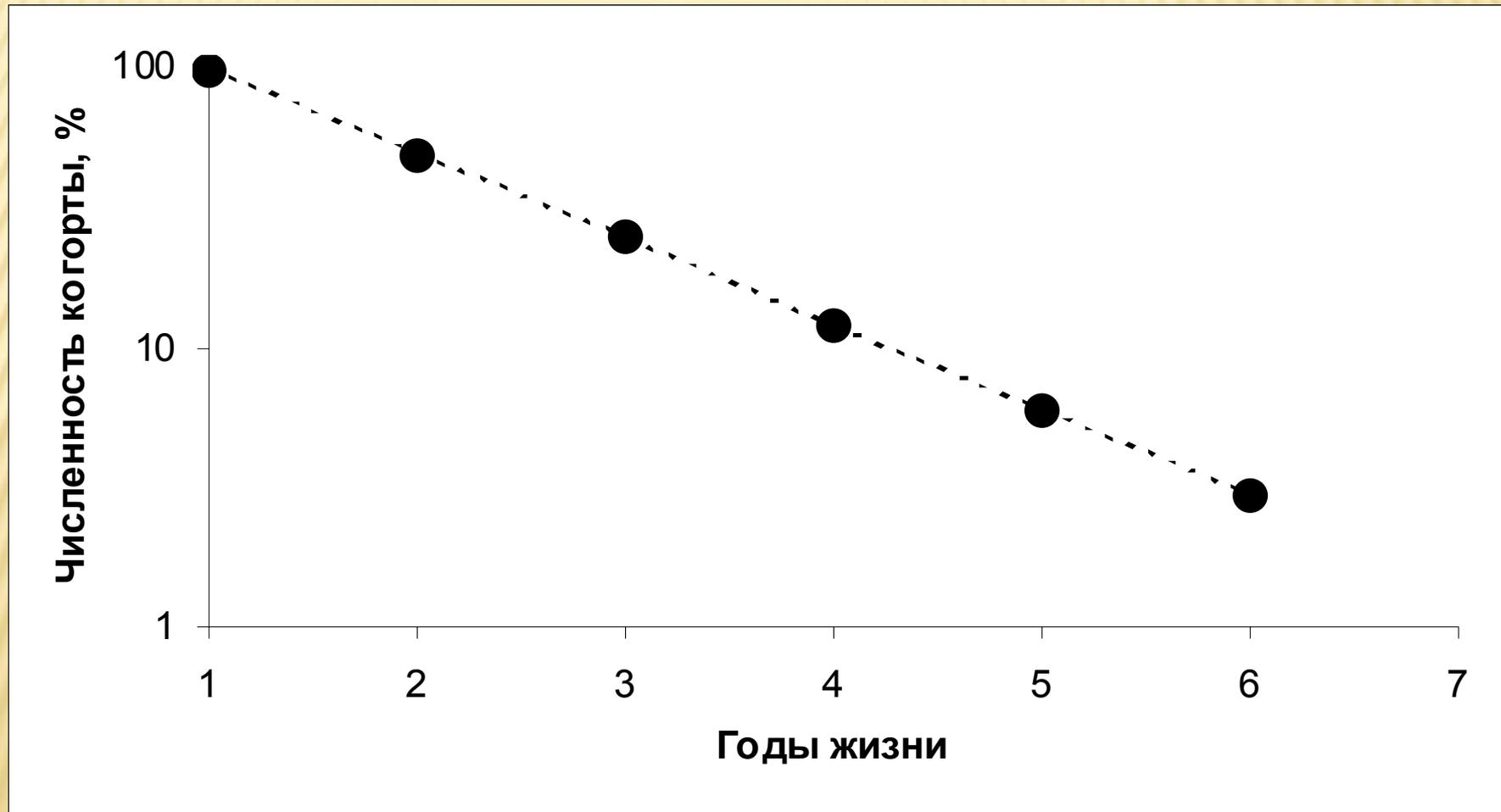


Выживаемость – важный параметр, определяющий форму возрастного распределения

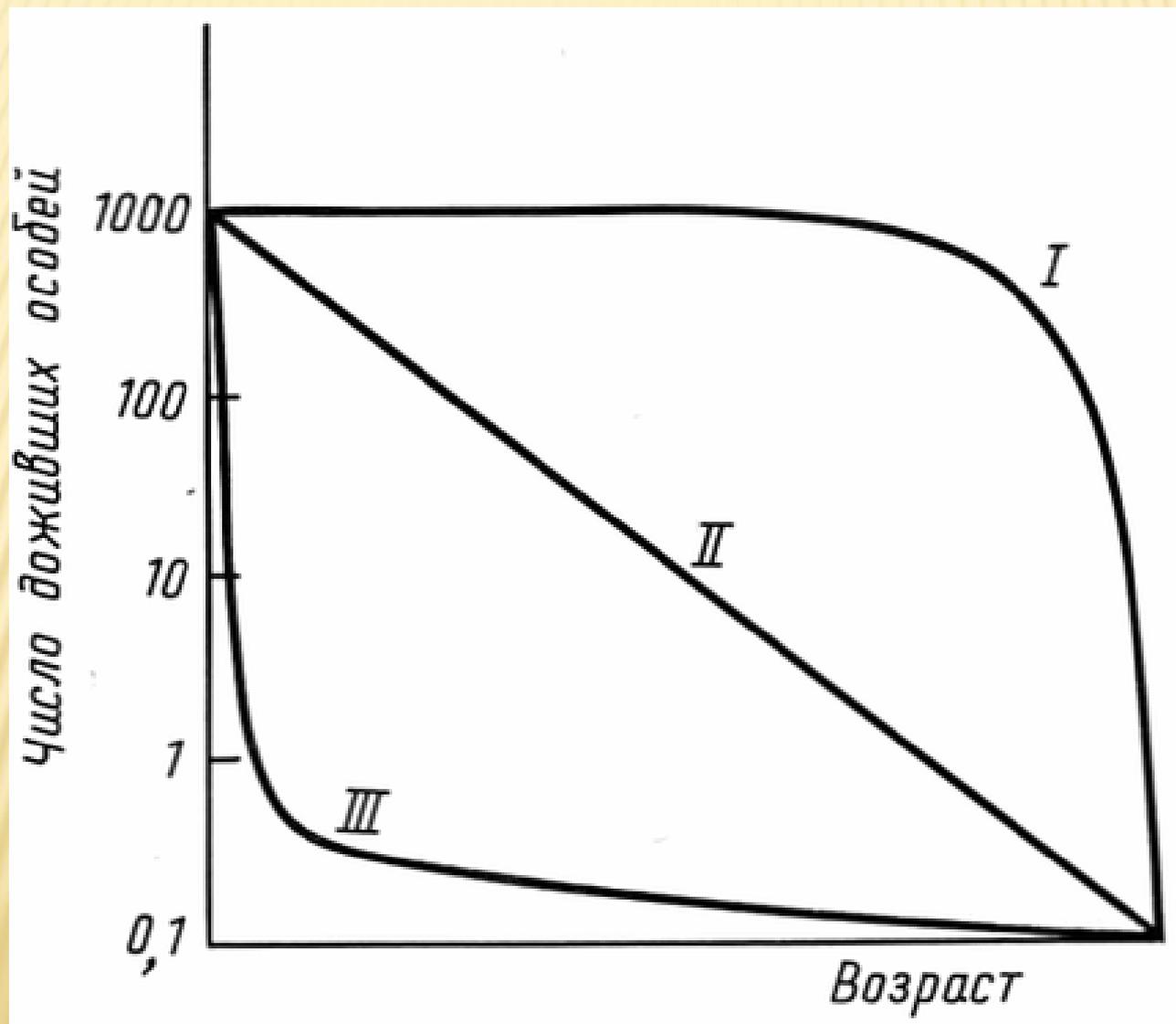
Пусть удельная годовая выживаемость (s) равна 0.5 в любом возрасте



Тот же график в полулогарифмической шкале

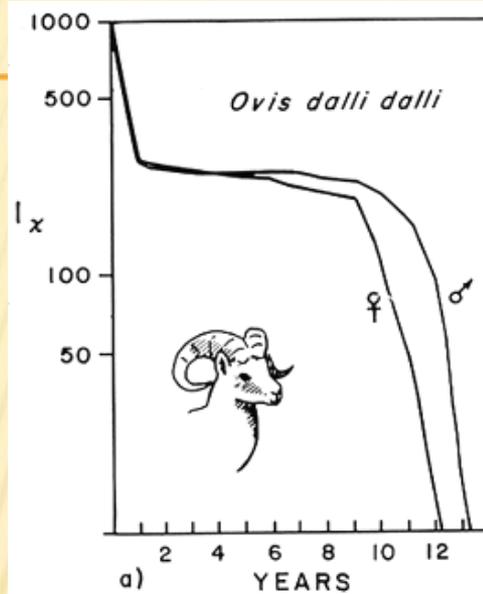


Основные типы кривых выживания

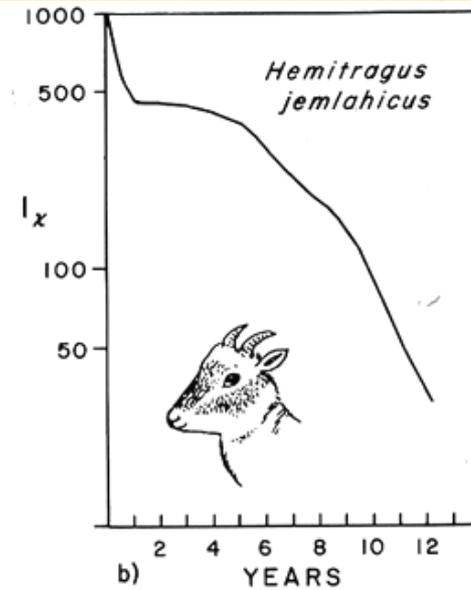


Копытные: выпуклые и линейные кривые выживания

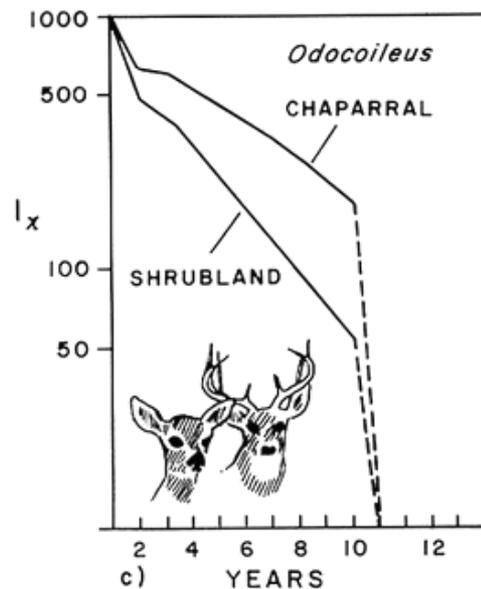
Баран
Далла



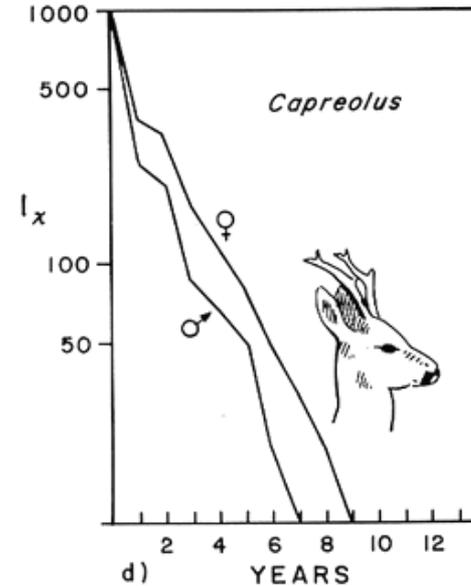
Гималайский козел



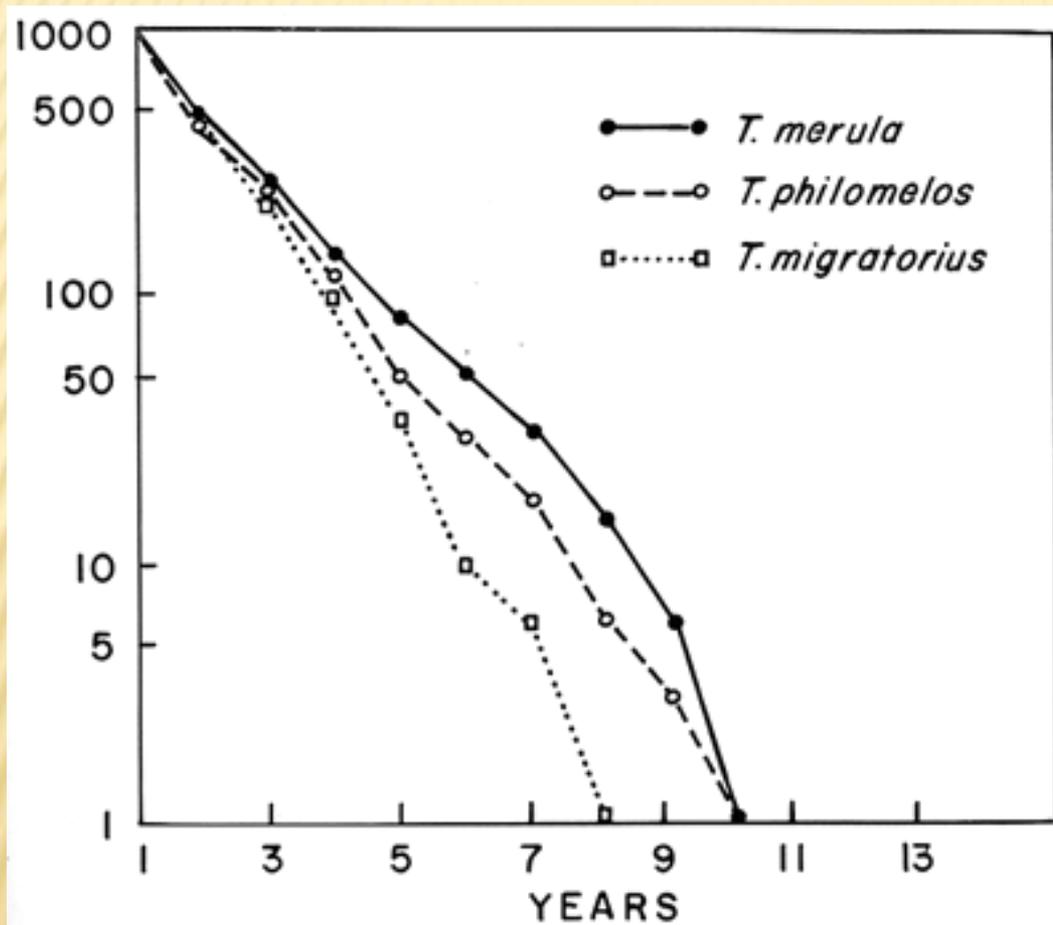
Американский олень



Косуля



Птицы – близкие к линейным кривые выживания



Черный дрозд
Turdus merula

FIGURE 40. Composite age-specific survivorship curves for three species of *Turdus*, the European blackbird (*T. merula*), the song thrush (*T. philomelos*), and the American robin (*T. migratorius*). As before, initial juvenile mortality would be greater than implied by the later life indicated here.

Вогнутые кривые - рыбы

- ✘ В течении первых 70 суток жизни смертность макрели *Scomber scombrus* составила

99.9994 %

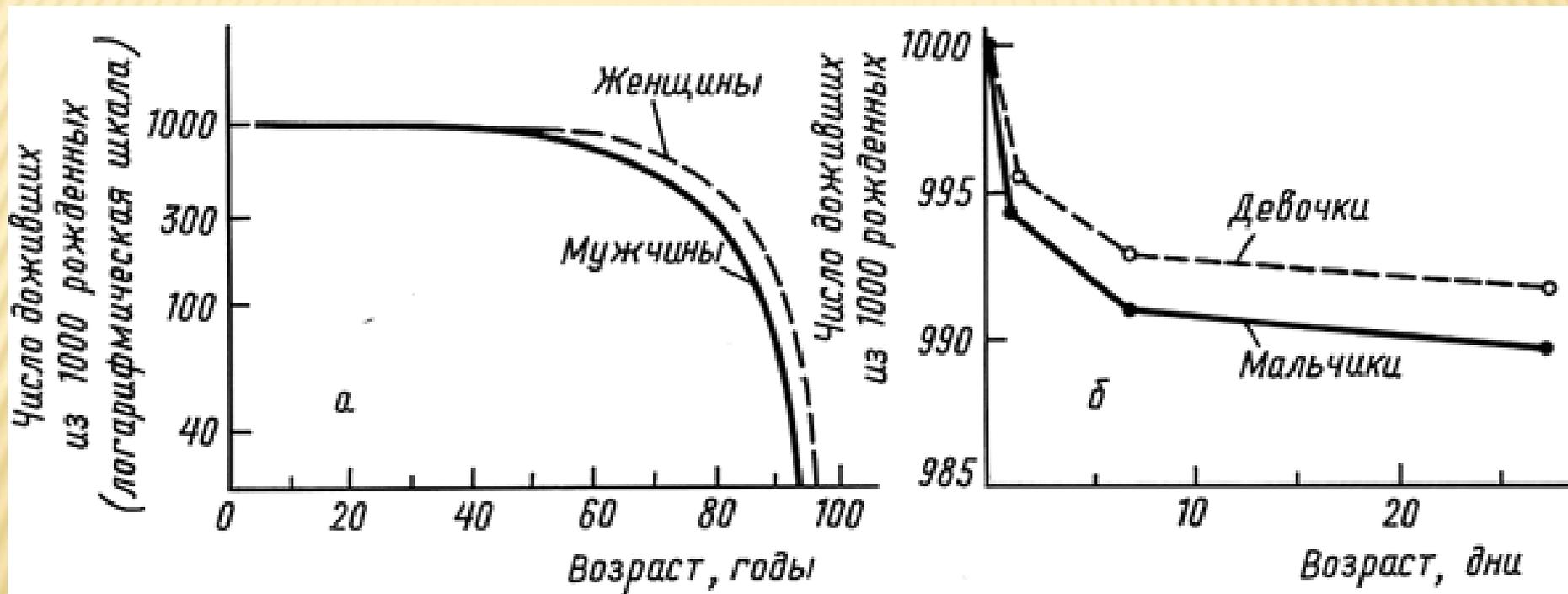
(100% - число отложенных яиц)

Из миллиона икринок получалось

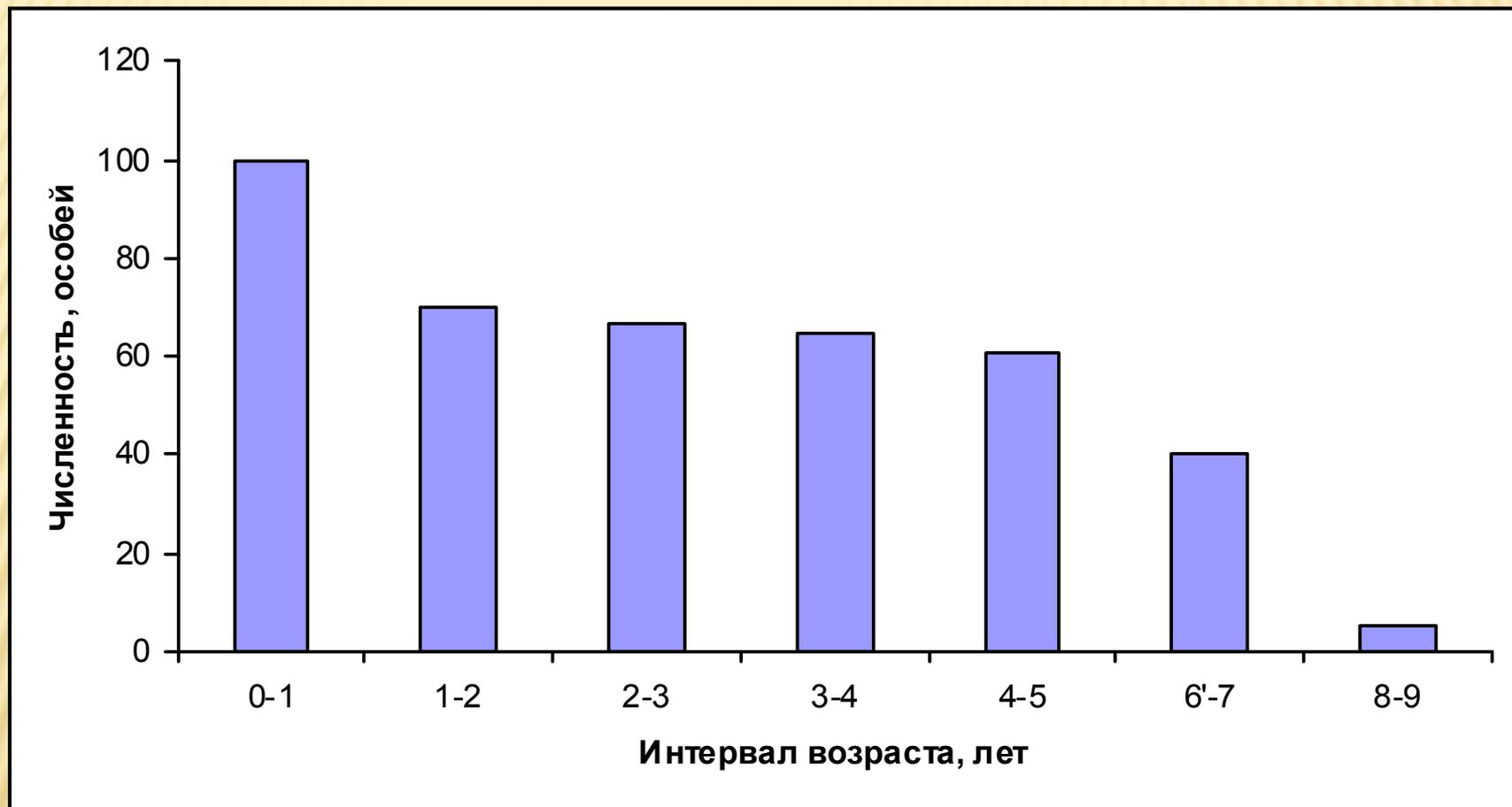
6 личинок, достигших длины 25-39 мм



Homo sapiens (США, 1970-е гг.)

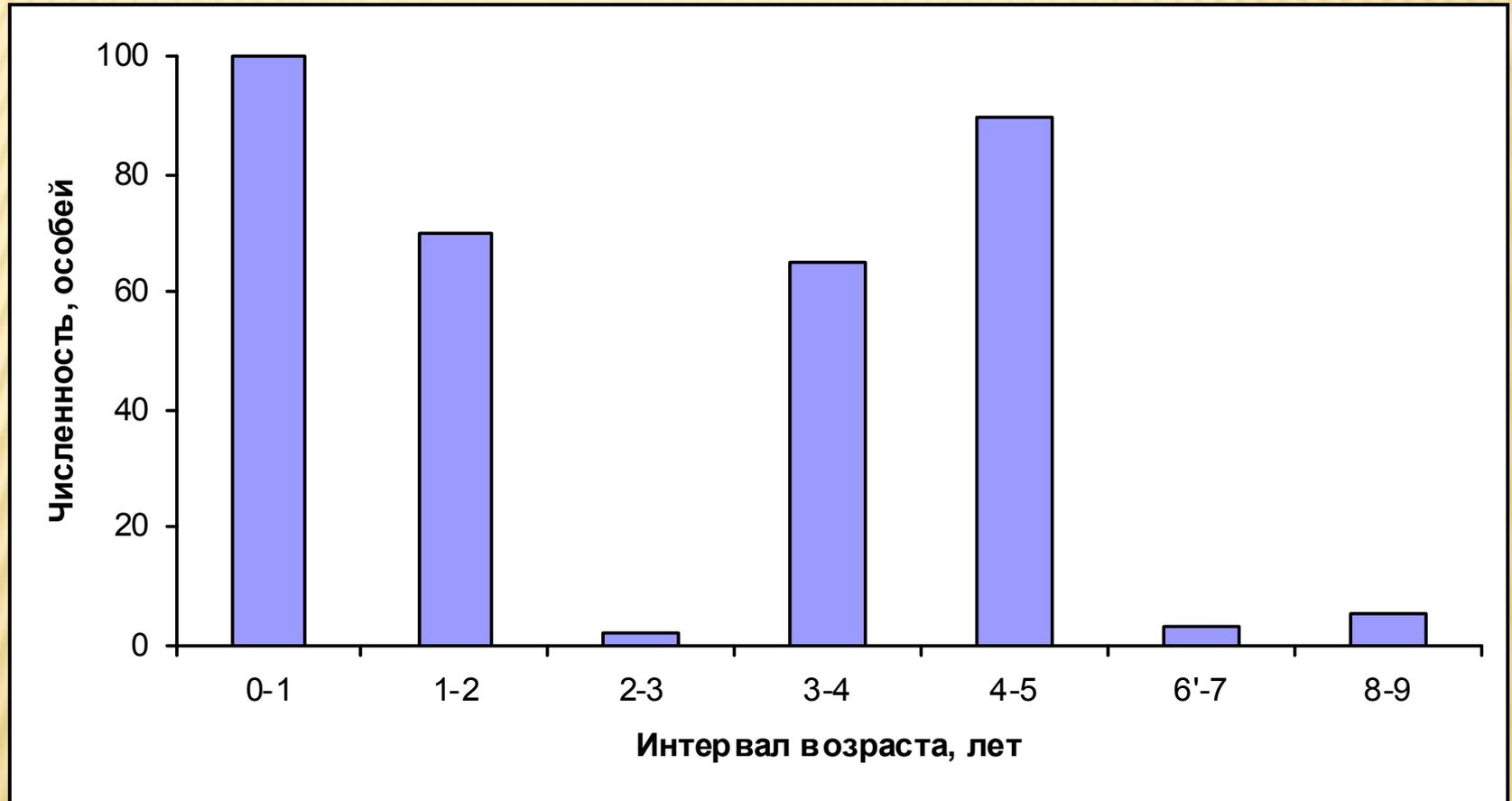


Возрастной состав при стабильных условиях определяется кривыми выживания

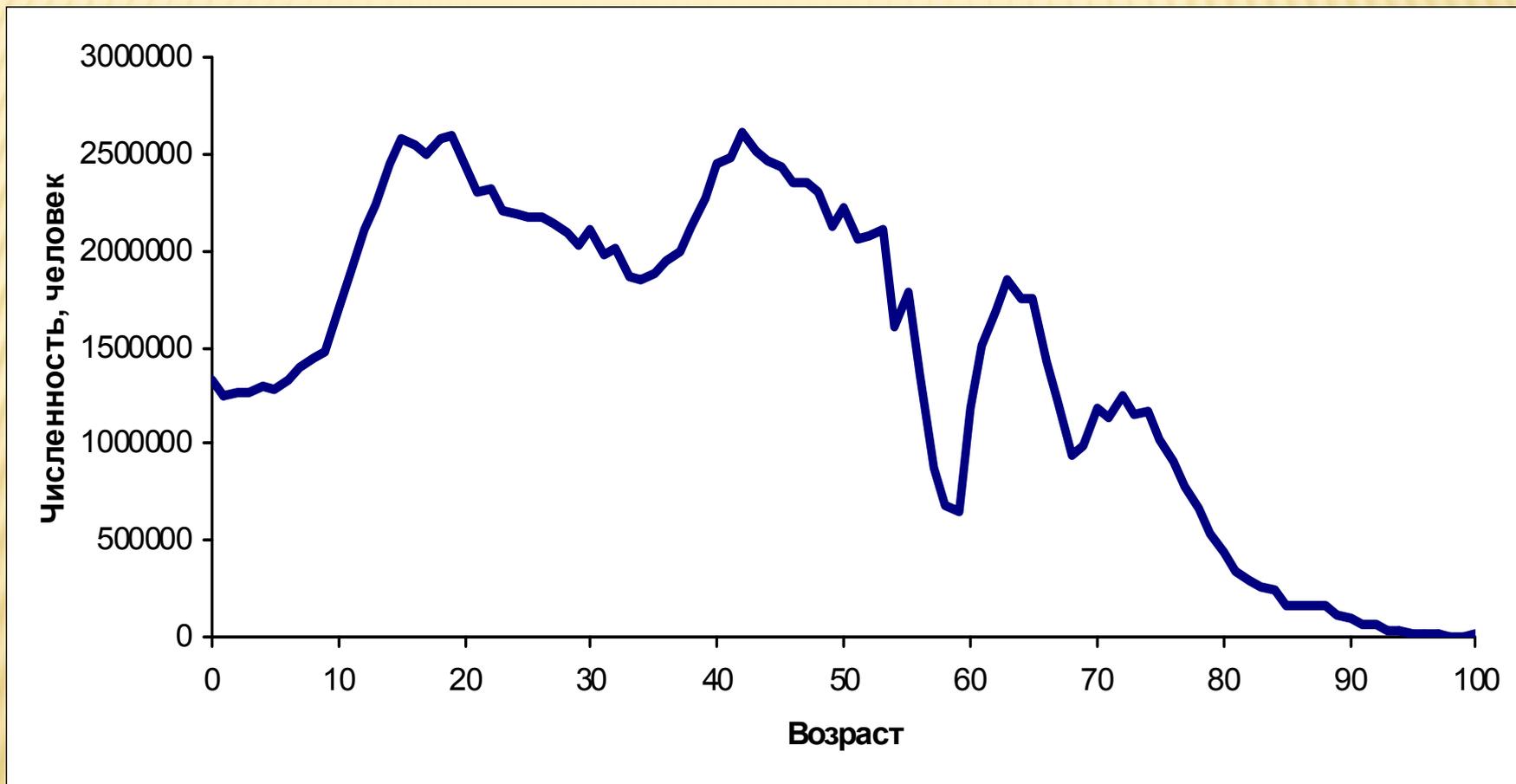


Такая ситуация дает возможность проводить демографический анализ по возрастному составу популяции

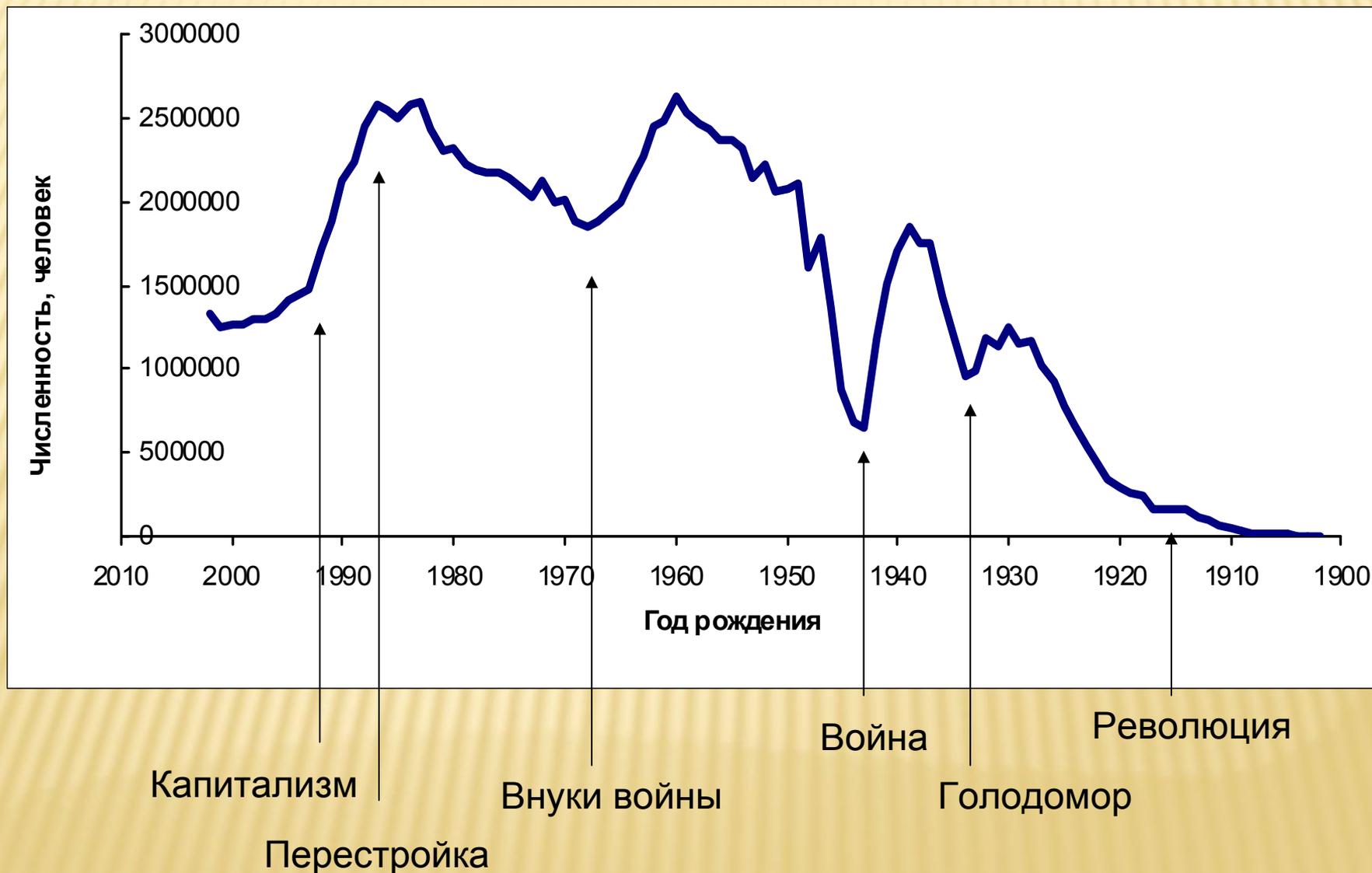
Нестабильные условия могут значительно модифицировать возрастной состав



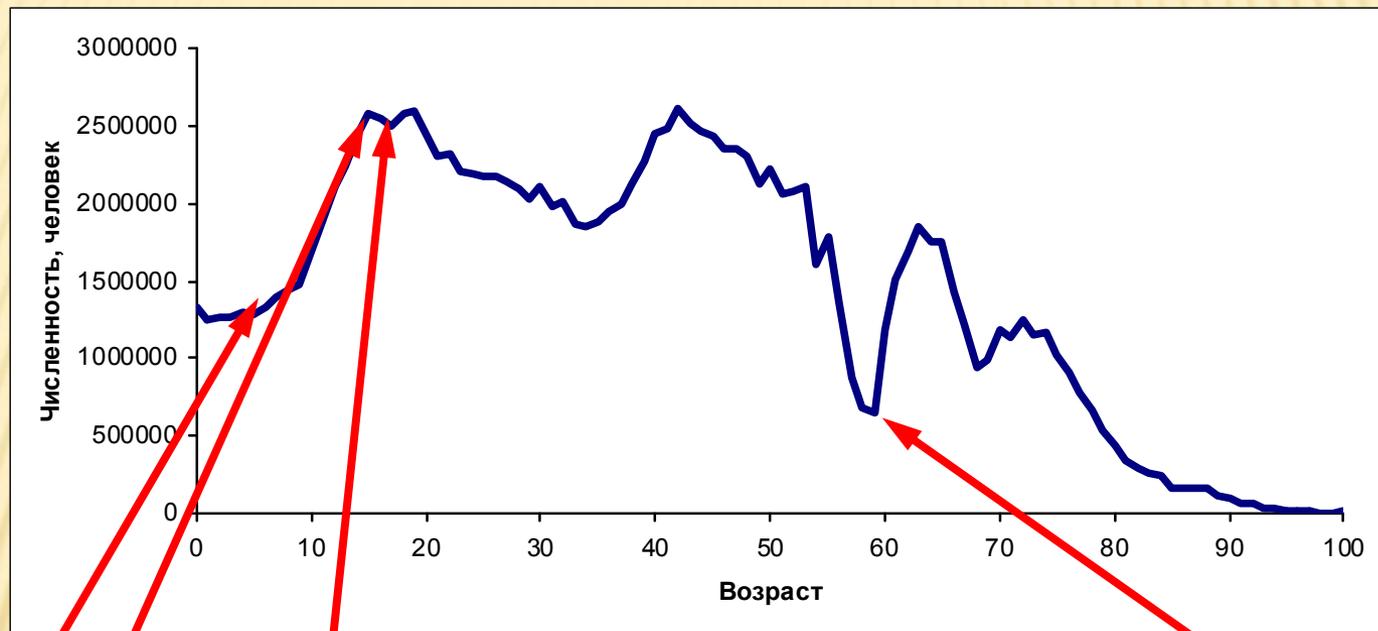
Численность населения России (2002 г.)



Причины провалов в возрастном составе населения России



Некоторые действия власти, связанные с демографической ситуацией в России



Формирование контрактной армии (2000 г.)

Монетизация льгот и пенсионная реформа (2005 г.)

Материнский капитал (2007 г.)

Программа переселения соотечественников (2006 г.)

Увеличение пенсионного возраста (2018 г.)

Половая структура – соотношение самцов и самок в популяции

- ✗ Имеется только у видов, обладающих половым диморфизмом.
- ✗ Половой структуры нет у прокариот, гермафродитных видов (черви), партеногенетических видов (ящерицы), однодомных растений.



Механизмы определения пола

✘ Хромосомное определение пола

самки XX ; самцы XY - большинство млекопитающих

самки XX ; самцы XO - некоторые насекомые и грызуны

самки ZW ; самцы ZZ - птицы, рептилии, насекомые

самки ZO ; самцы ZZ - некоторые насекомые

гаплоидные самцы, диплоидные самки – перепончатокрылые

✘ Эпигамное определение пола

В зависимости от температуры – крокодилы, черепахи

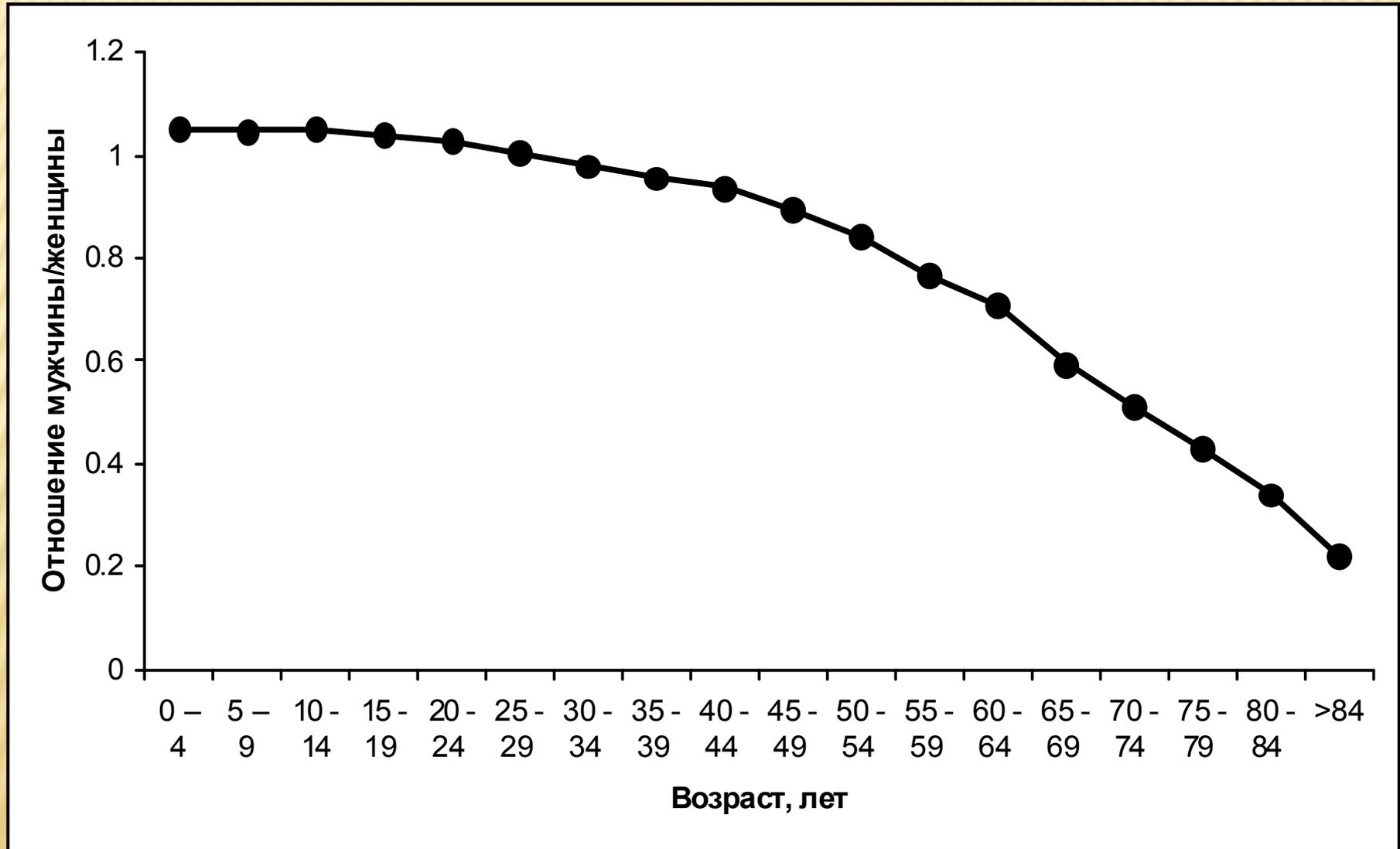
В зависимости от доминирования в группе – рыба-клоун

В зависимости от возраста особи – улитки

Соотношение полов в связи со стадией онтогенеза

- ✘ Первичное соотношение – при образовании зиготы
- ✘ Вторичное соотношение – при рождении особей
- ✘ Третичное соотношение – у взрослых половозрелых особей в популяции

Возрастное изменение отношения мужчины/женщины в России (перепись 2010 г.)



Варианты половых отношений в популяциях

✘ Моногамия

постоянная - аисты

временная – многие птицы, хищные

✘ Полигамия

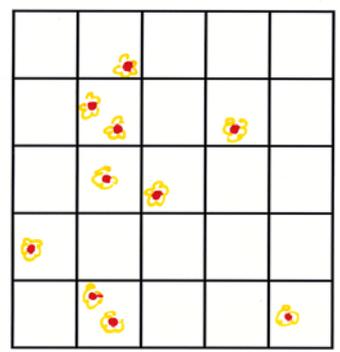
полигиния – ластоногие, хищные, приматы

полиандрия – яканы, кулики-плавунчики

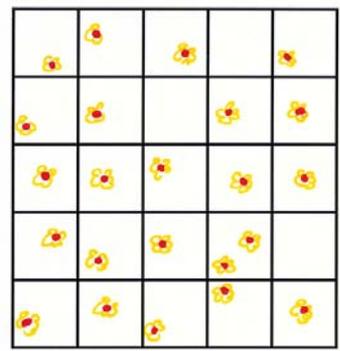
✘ Промискуитет – многие рыбы, некоторые утиные, приматы, грызуны



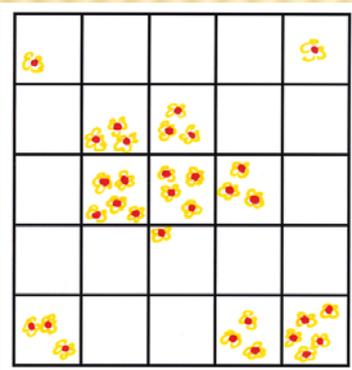
Пространственная структура популяции



Случайное



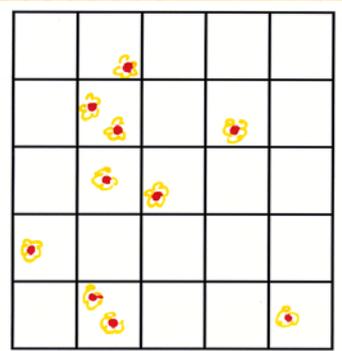
Равномерное



Групповое

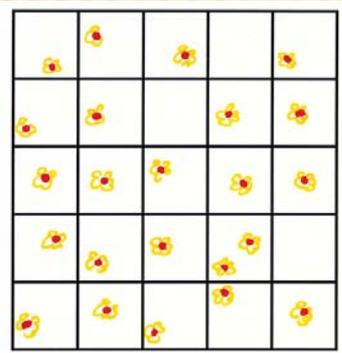


Пространственная структура популяции



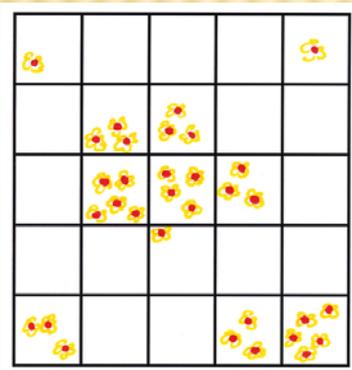
Случайное

$$\sigma^2 \approx \bar{x}$$



Равномерное

$$\sigma^2 < \bar{x}$$



Групповое

$$\sigma^2 > \bar{x}$$

Механизмы поддержания территорий у ЖИВОТНЫХ

- ✘ Агрессивное поведение
- ✘ Демонстративное поведение
- ✘ Сигнальное поведение (звуки)
- ✘ Маркирование территории (запаховые метки, затесы, помет)



Зависимость размера индивидуального участка у растительноядных (А) и хищных (Б) млекопитающих

