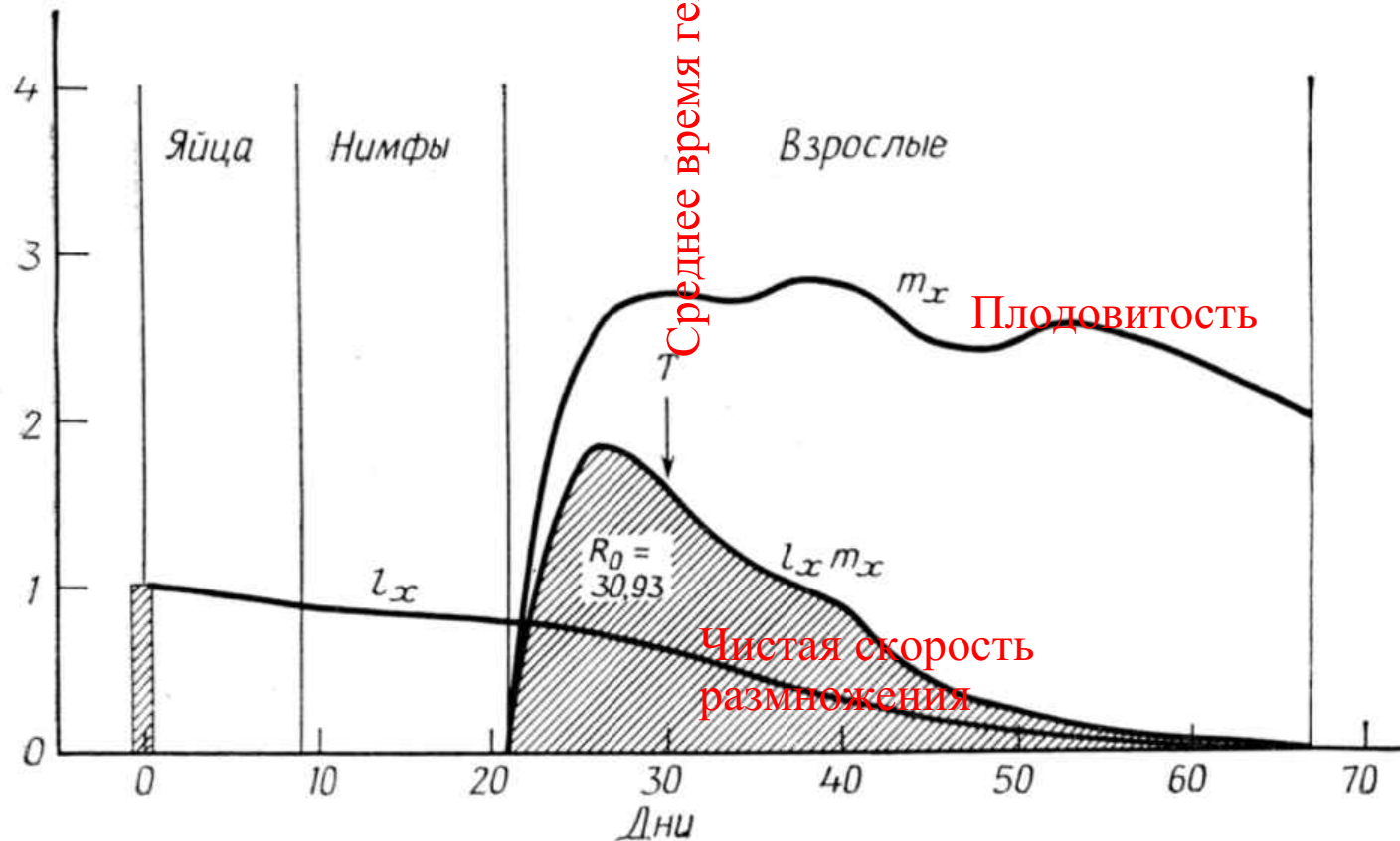


ЭКОЛОГИЯ

Лекция 8

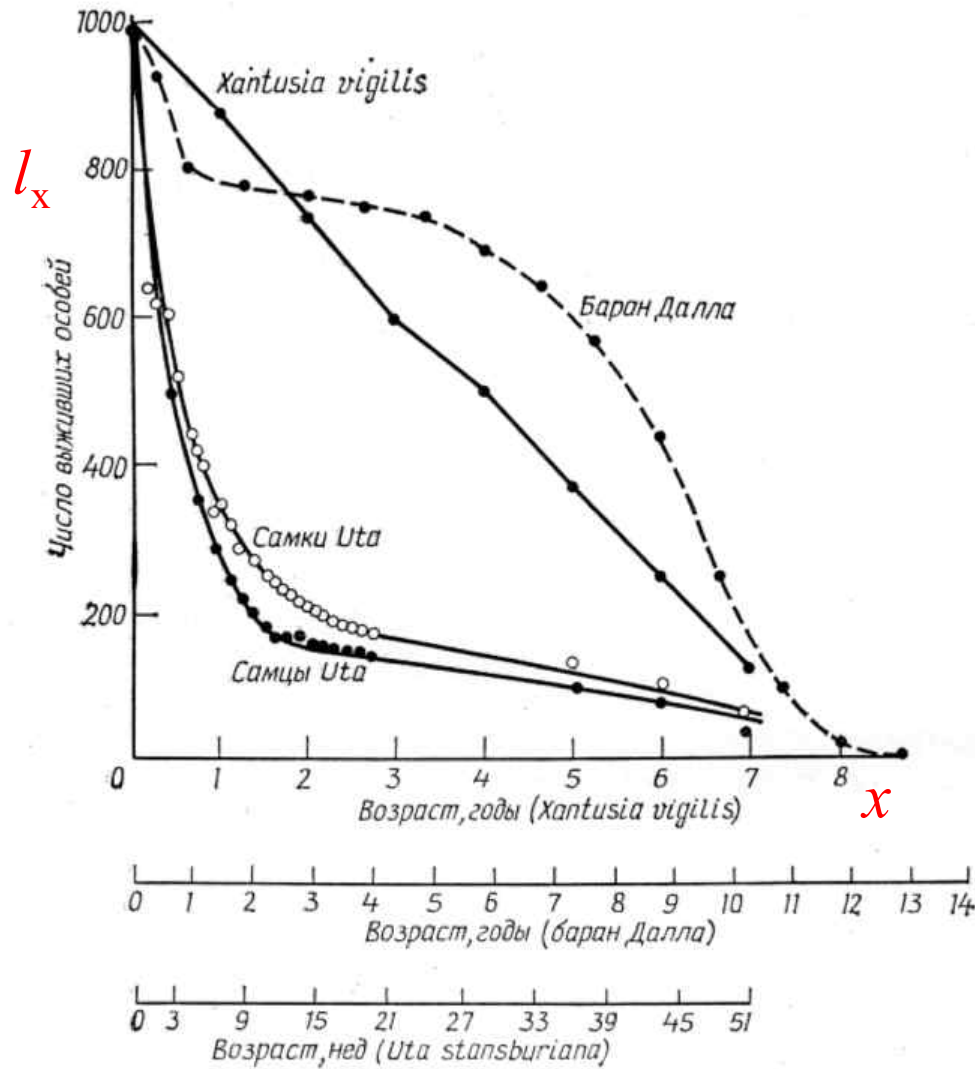
Распределение ряда величин, характеризующее динамику платяной вши в зависимости от возраста



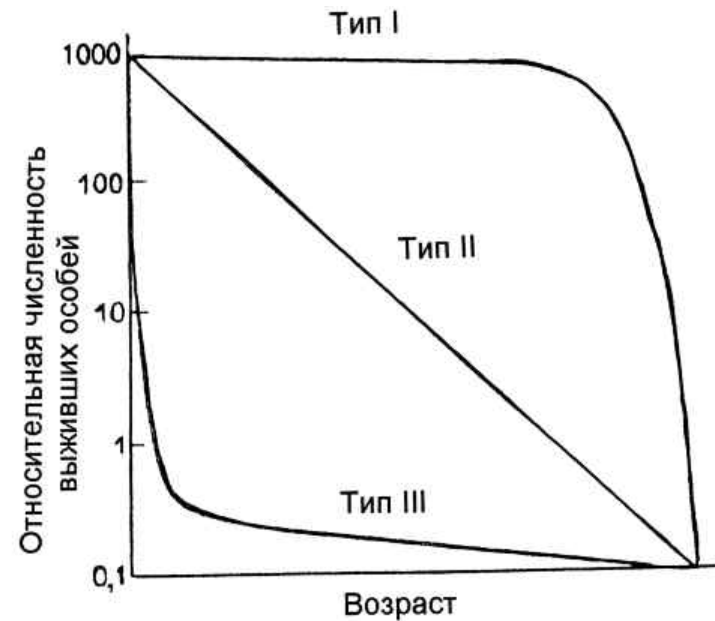
Таблицы: когортные \Leftrightarrow статические

(По Evans, Smith, 1952, из Пианка, 1981)

Кривые выживания



I — кривая дрозофилы
 III — кривая устрицы



(По разным авторам, из Пианка, 1981)

Популяционная динамика

Скорость роста популяций — $\lambda = R^{1/T}$

например,

годовая скорость роста

калифорнийский морской слон — 1,096

пашенная полевка — 24

мучной хрущак — 10^{10}

время удвоения численности

калифорнийский морской слон — 7,6 года

пашенная полевка — 80 суток

мучной хрущак — 10 суток

Репродуктивная ценность

Рональд Эйлмер Фишер (1890-1962)
— 1930 г. — **концепция репродуктивной ценности**

Какой вклад в среднем вносят члены определенной возрастной группы в появление тех особей следующего поколения, которые дожили до определенного возраста?

В стабильной популяции
— *репродуктивная ценность* $v_x = \sum (l_t/l_x)m_t$,
где l_t/l_x — вероятность выживания особей
возраста x до возраста t .

Популяционная динамика

Принцип Николсона (1933):

— **популяции** — это стабильные системы, способные противостоять факторам внешней среды и контролировать эти факторы изменением своей плотности.

Моделирование динамики

Популяционная динамика

Модель Мальтуса — *рост по экспоненте*

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|----|----|----|
| Время | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Численность | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 |

Если бактерия будет делиться каждые 20 мин, то при сохранении этих темпов через 36 ч ее потомки покроют весь земной шар слоем толщиной 30 см, а еще через 2 ч — 2 м!



Томас Роберт Мальтус
(1766-1834)

Популяционная динамика

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

где N_0 — исходная численность,

N_t — численность во время t ,

e — основание натуральных логарифмов,

r — *врождённая скорость роста*

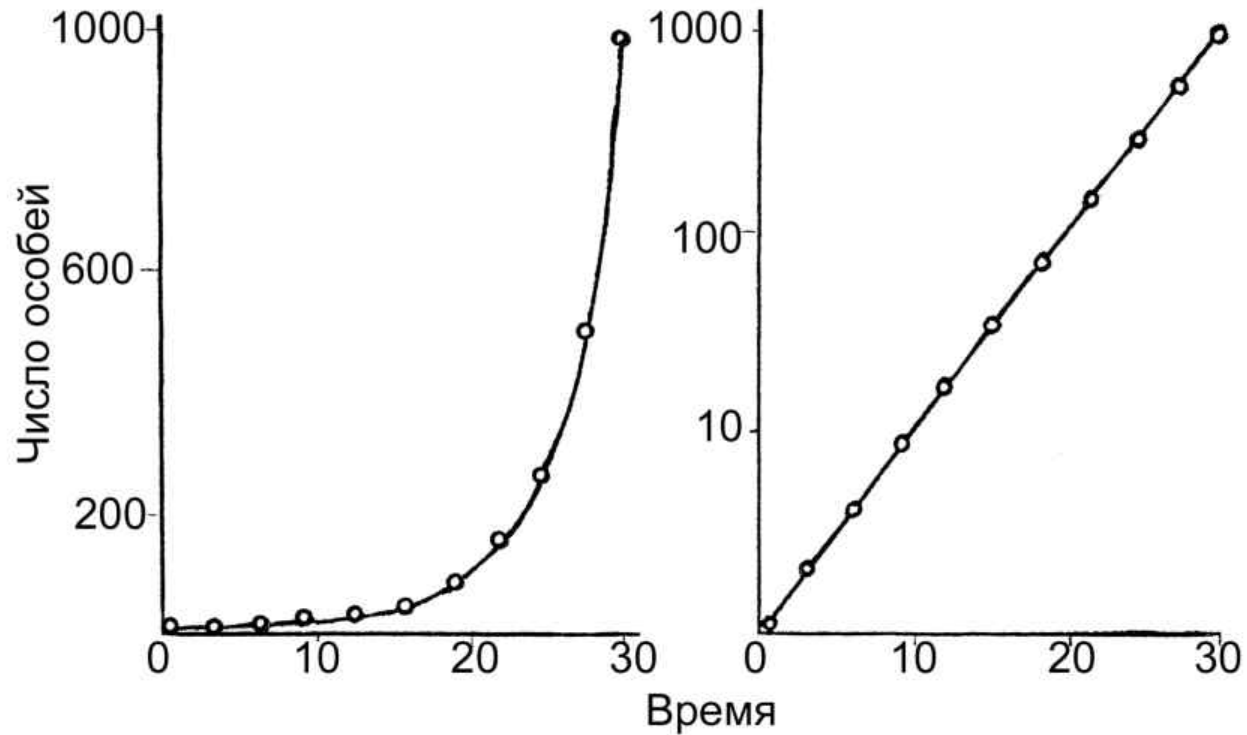
(мальтузианский параметр, “естественная” скорость роста, реальная скорость роста, внутренне присущая скорость роста, врождённая способность роста, истинная скорость роста)

(может быть оценена по способу Эйлера —

$\sum e^{-rx} l_x m_x = 1$, при $R_0 \approx 1 \rightarrow r \approx \ln R_0 / T$,

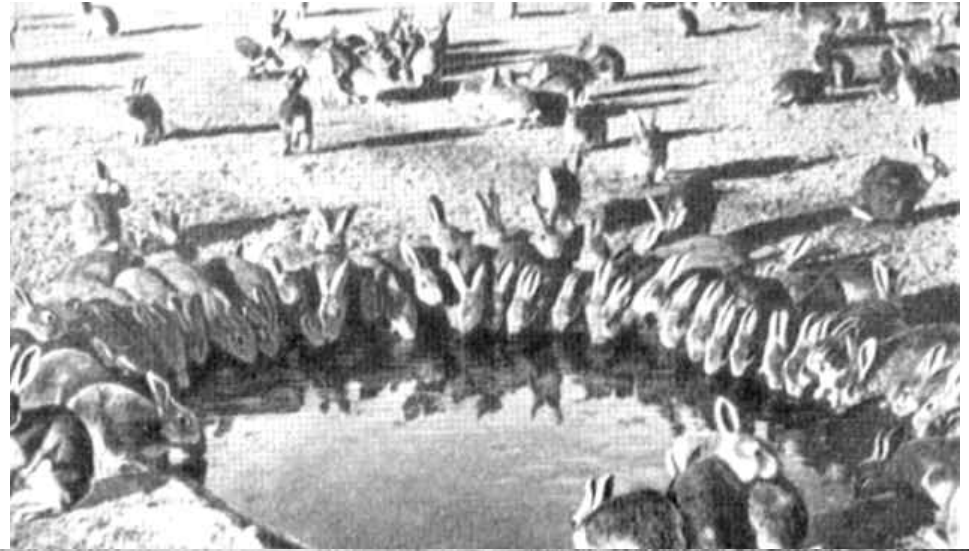
т. е. $r = \ln \lambda$).

Популяционная динамика



Экспоненциальный рост —
неограничен и автокаталитичен

Популяционная динамика



(Фарб, 1971; Дорст, 1968)

Популяционная динамика



Пьер-Франсуа
Ферхюльст
(1804-1849)

Модель Ферхюльста (1838 г.) — *логистическая (сигмоидная, S-образная) кривая* — характер роста популяции зависит от ее численности: с увеличением последней скорость роста падает, а кривая приближается к поддерживающей емкости среды, и выходит на плато.

Популяционная динамика

$$N_t = \frac{N_0 K}{N_0 + (K - N_0)e^{-rt}},$$

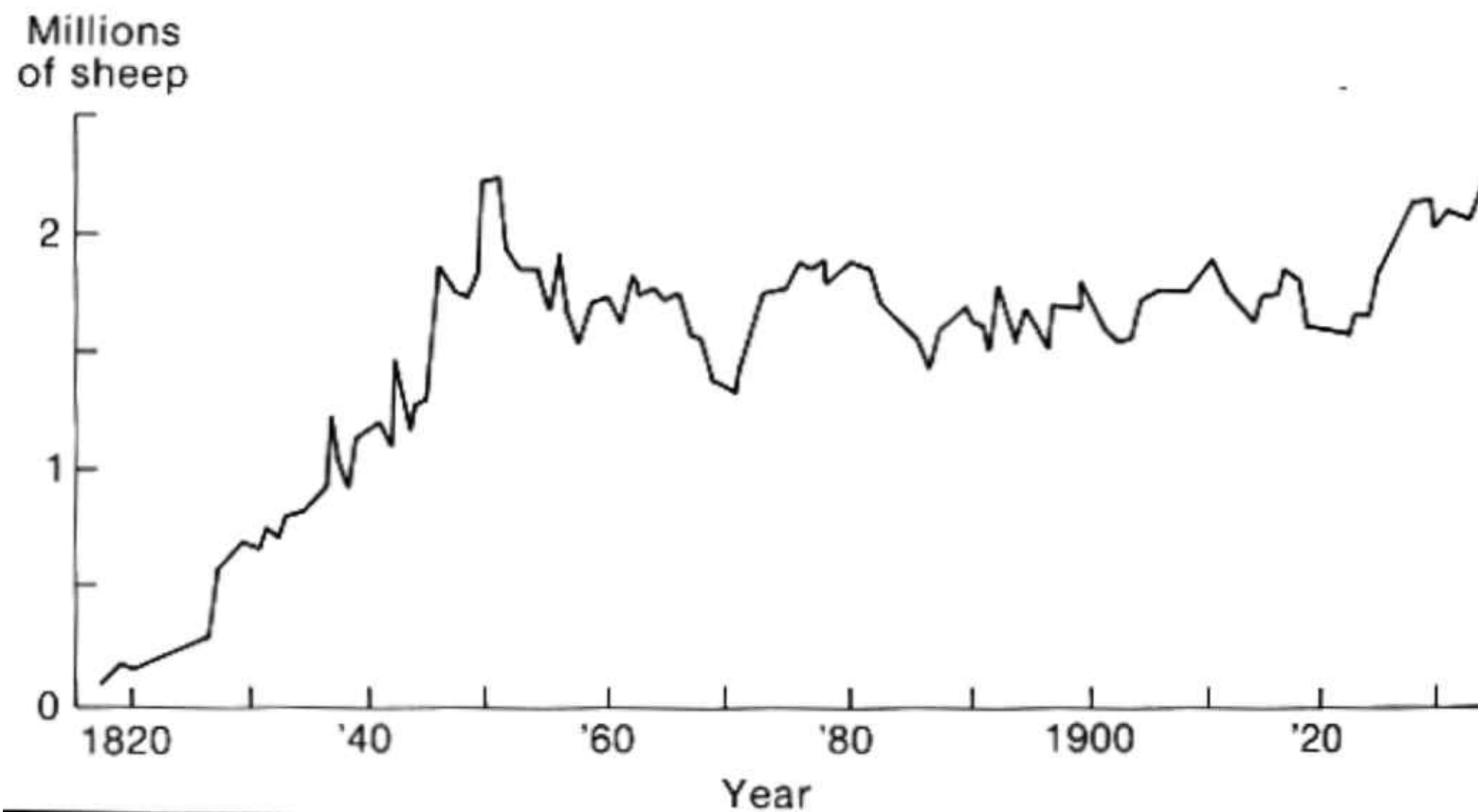
где N_0 , N_t , r , t — те же параметры, что и в уравнении экспоненциального роста, K — поддерживающая емкость среды.

Но! На самом деле — в данном случае r — это r_{max}

Оценки максимальной врождённой скорости
роста и среднего времени генерации для
разных видов
(по разным авторам, из Пианки, 1981)

| Вид | r_{max} , на особь в сутки | T, сутки |
|---------------------------|------------------------------|----------|
| <i>Escherichia coli</i> | 60 | 0,014 |
| <i>Paramecia caudatum</i> | 0,94 | 0,1 |
| <i>Tribolium confusum</i> | 0,12 | 80 |
| <i>Rattus norvegicus</i> | 0,015 | 150 |
| <i>Homo sapiens</i> | 0,0003 | 7000 |

Популяционная динамика



Колебания численности овец в Тасмании

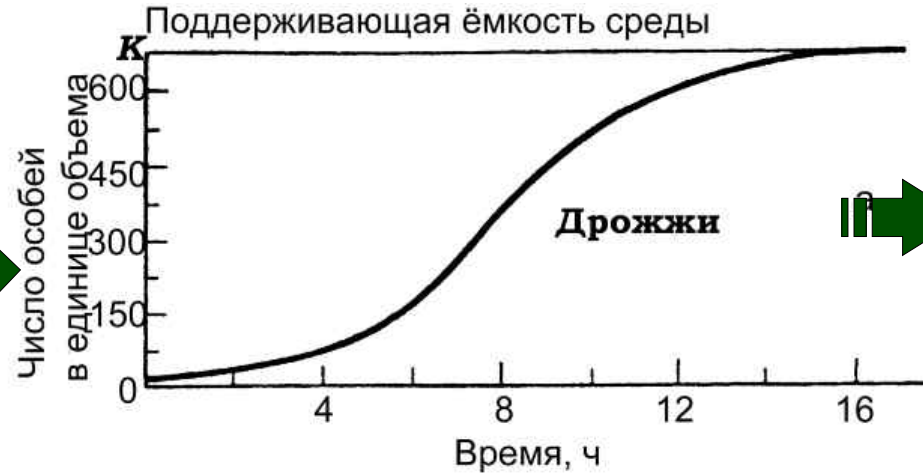
(По Davidson, 1938, из Риклефса и др.)

Популяционная динамика

Модель Ферхюльста



Логистическая кривая

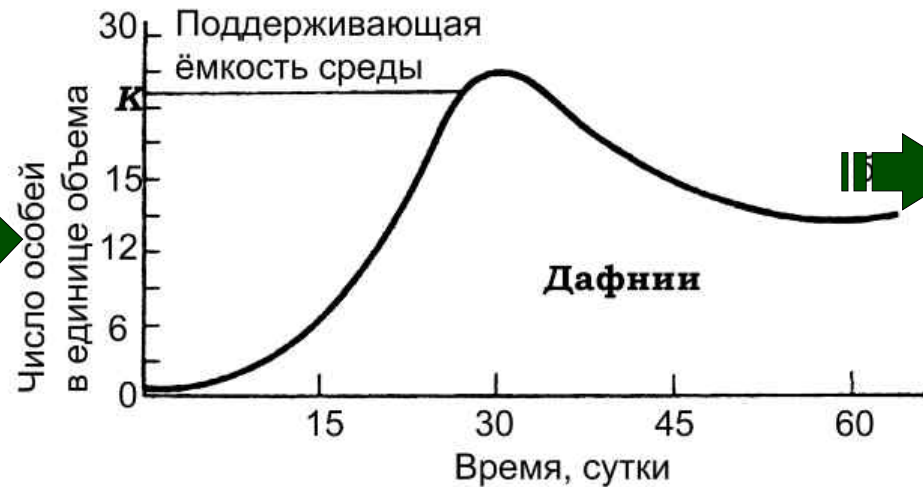


Стабильная динамика, равновесные популяции

J-образная кривая



Модель Мальтуса



Нестабильная динамика, оппортунистические популяции

Популяционная динамика

Нестабильная динамика

Сергей Алексеевич
Северцов в 1941-1942 гг.

Лабильная динамика

— с закономерными колебаниями численности и большой амплитудой колебаний численности

Эфемерная динамика

— с глубокими депрессиями и вспышками “массового размножения”



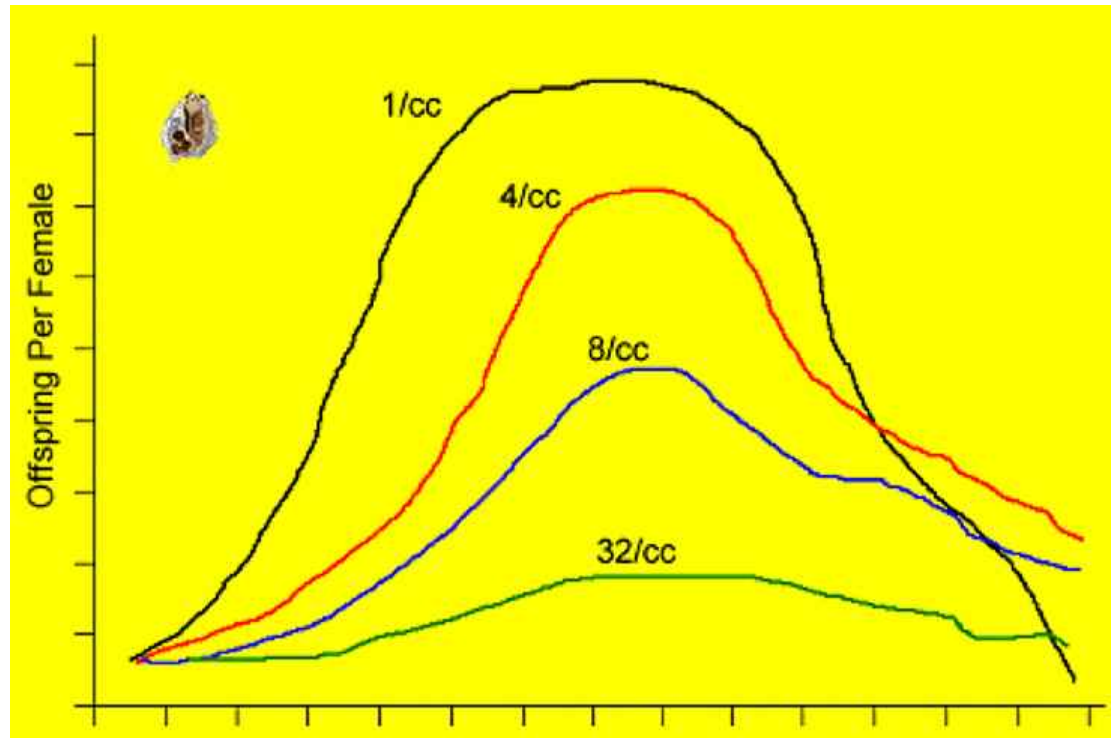
Регуляция — есть или нет?



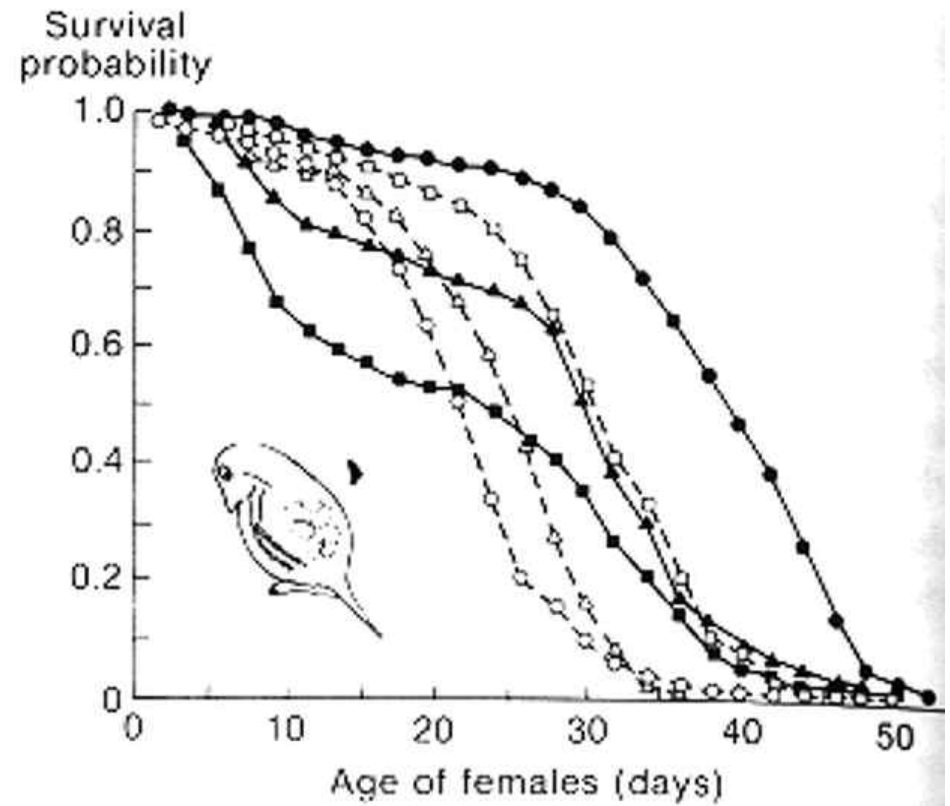
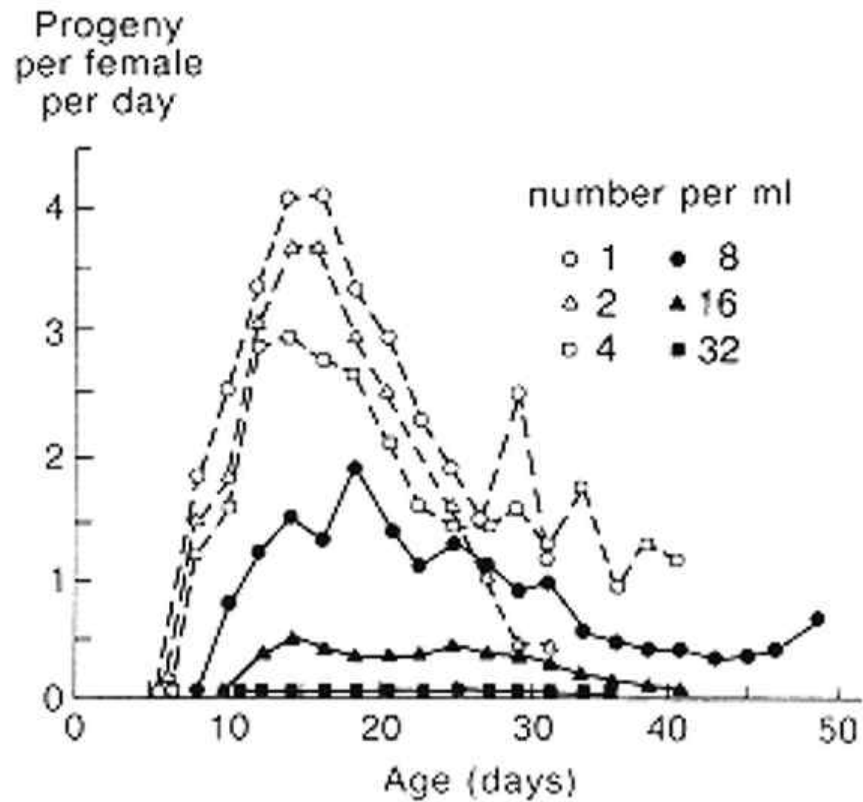
Популяционная динамика

Факторы, зависящие от плотности

Факторы, не зависящие от плотности

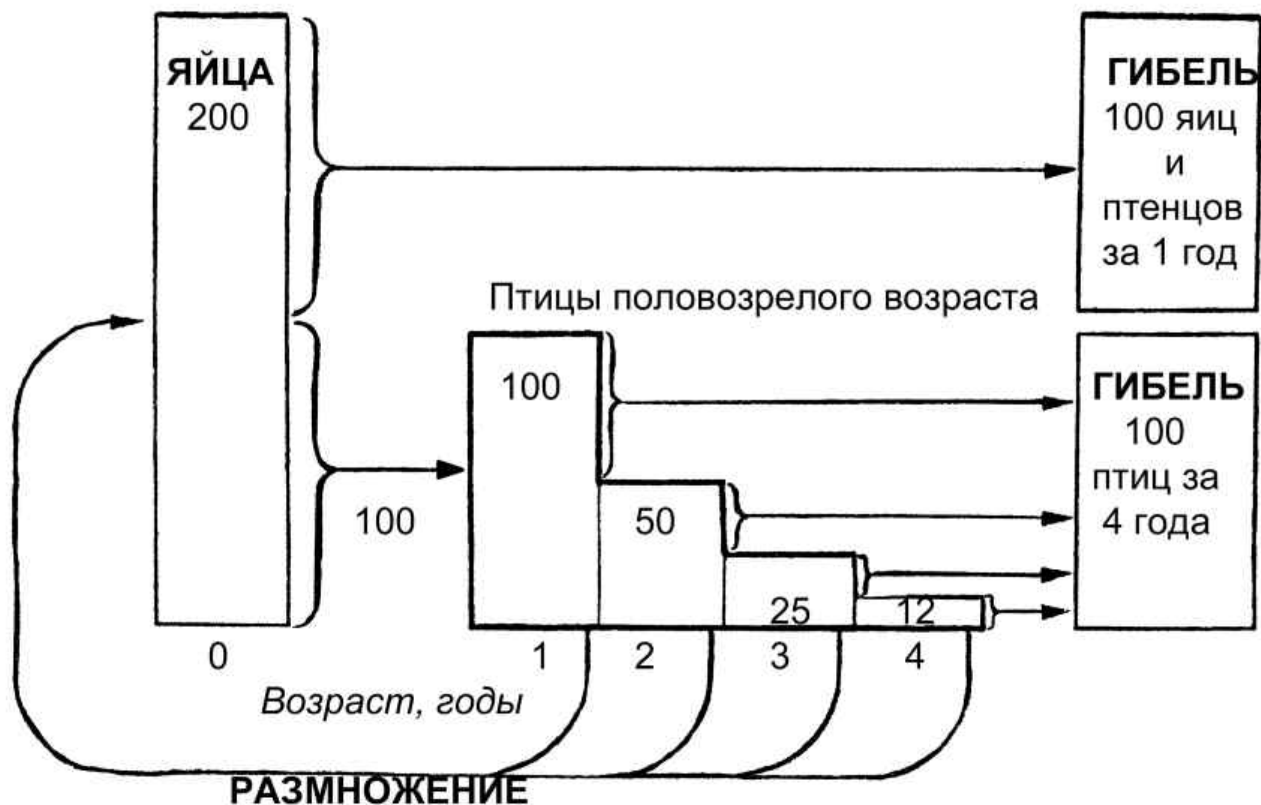


Популяционная динамика



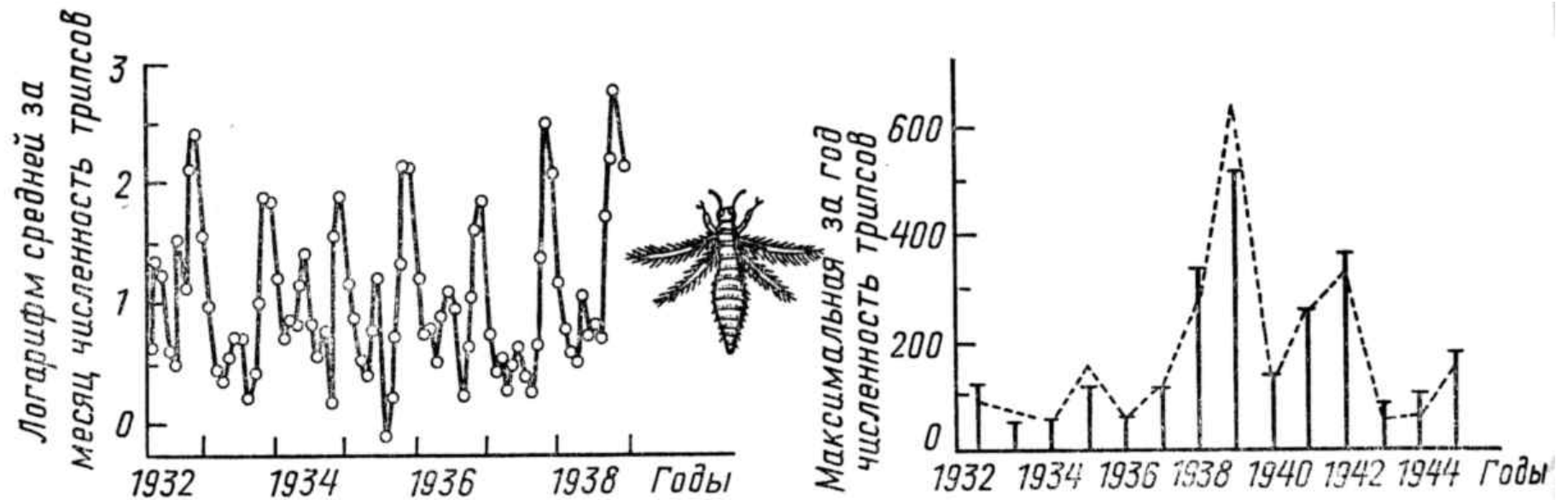
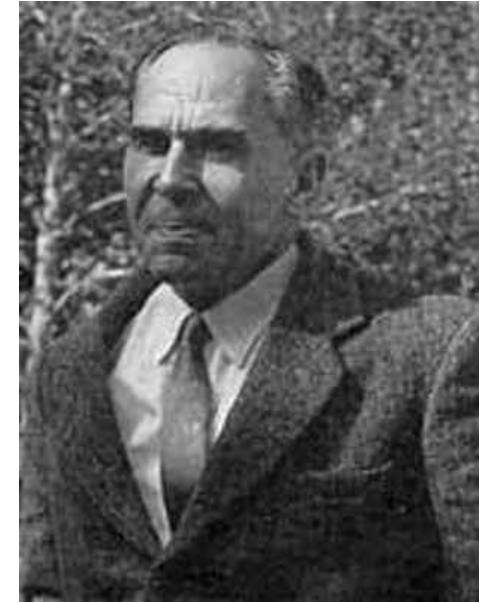
Популяционная динамика

Регуляция



Популяционная динамика

1948 г. — Джеймс Дэвидсон (1885-1945) и Герберт Джордж Андреварта (1907-1992)



(По Davidson, Andrewartha, 1948, из А.М. Гилярова, 1990)

©М.Г. Sergeev, 2006

Популяционная динамика

$$\lg Y = -2,390 + 0,125x_1 + 0,2019x_2 + 0,1866x_3 + 0,0850x_4,$$

где Y — максимальная за год численность,

x_1 — сумма эффективных температур в период с начала прорастания семян кормовых растений однолетников до 31 августа,

x_2 — суммарное количество осадков в сентябре-октябре,

x_3 — средняя эффективная температура в сентябре-октябре,

x_4 — значение x_1 в предыдущий год.

Популяционная динамика

Владимир Евгеньевич
Камбулин с соавторами —
эффективные модели
динамики численности
перелетной саранчи в Юго-
Восточном Казахстане



Перелетная саранча

Параметры:

- дата весеннего перехода средних дневных температур через 0°
- дата вылупления личинок 1-го возраста
- дата появления личинок 2-го возраста
- ...
- сумма средних дневных температур
- ...
- дневная потребность в пище
- и т.д.

Популяционная динамика

- ★ Гипотеза стресса — Кристиан и Дэвис (1964) и др. — скученность → агрессивность → прекращение нормального размножения
- ★ Гипотеза колебаний “хищник– жертва”
- ★ Гипотеза количества пищи
- ★ Гипотеза восстановления пищевых ресурсов — Пителка, 1964 и Шульц, 1964 (экзогенные колебания доступных ресурсов)
- ★ Гипотеза генетического контроля — Читти, 1960

Популяционная динамика

1941-1967 гг. —

Фриц Швердтфегер (1905-1986)
и Георгий Александрович Викторов
(1925-1974)

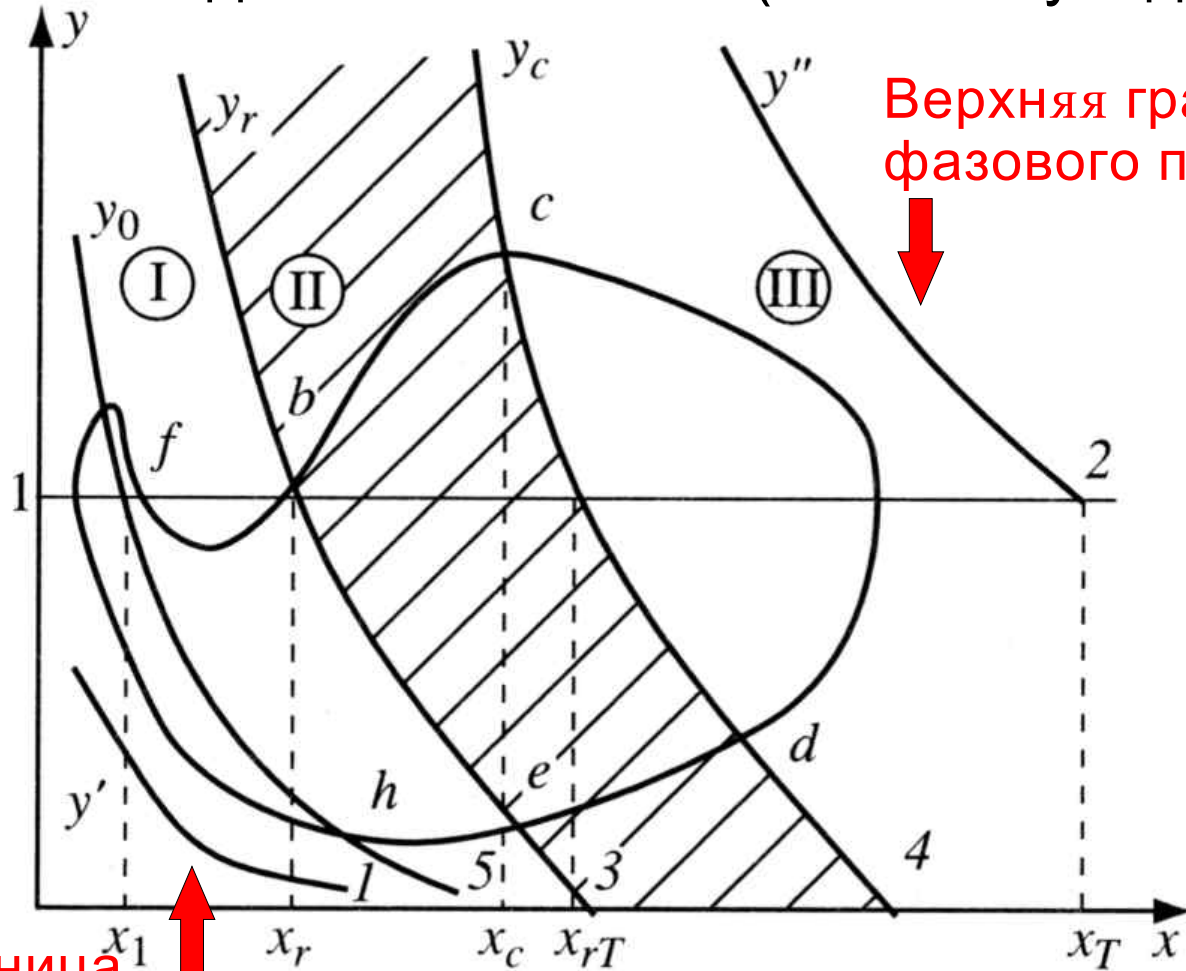


Синтетическая теория динамики численности
— колебания численности — это
авторегуляторные процессы, которые
управляются комплексом природных
механизмов, действующих по принципу
отрицательной обратной связи.

Есть два принципиально различных процесса:
(1) *модификация* и (2) *регуляция*.

Популяционная динамика

Фазовый портрет динамики численности популяции растительоядного насекомого (по Исаеву и др., 2001)



Нижняя граница фазового портрета

y — коэффициент размножения = x_{n+1}/x_n