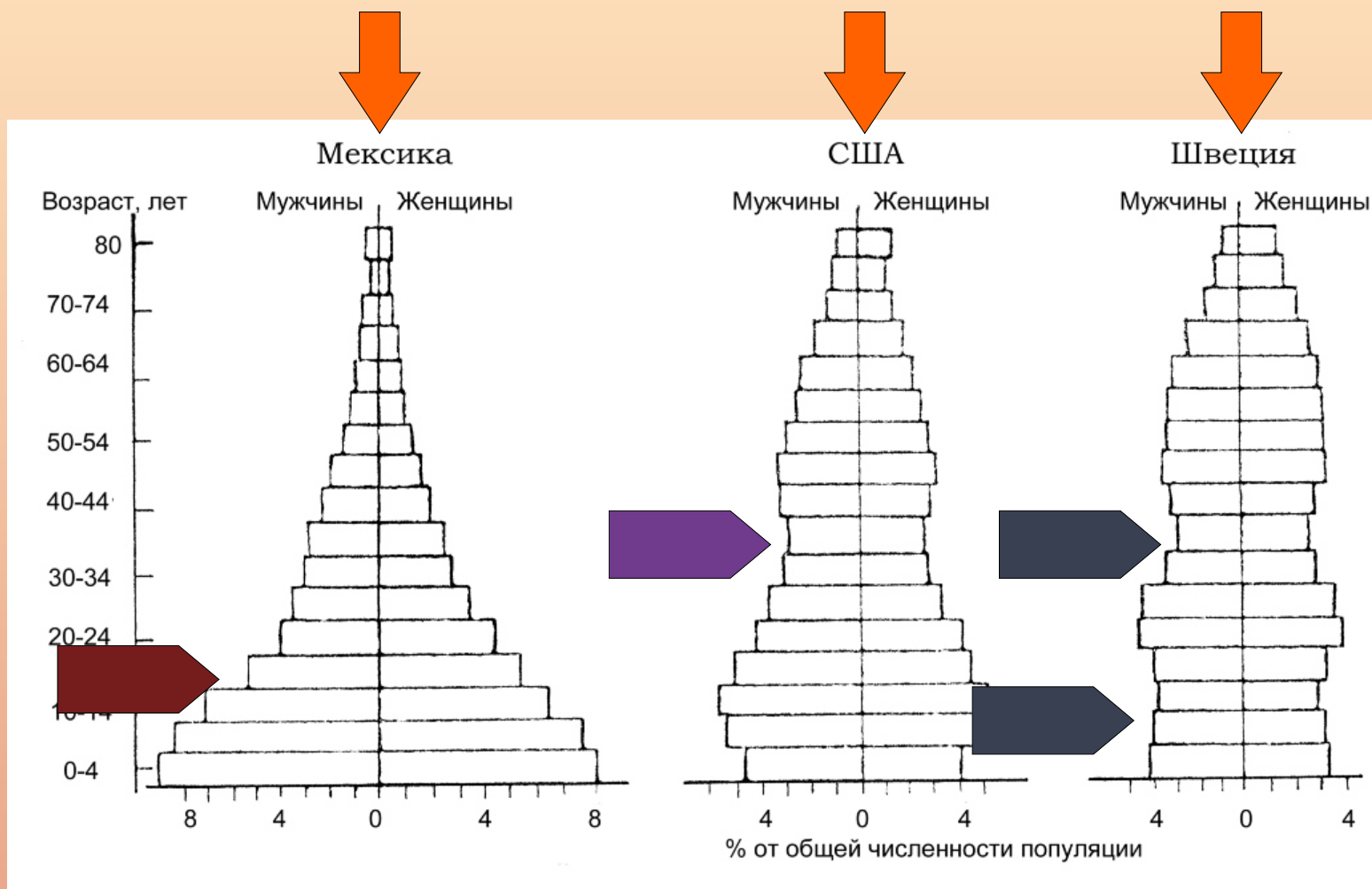
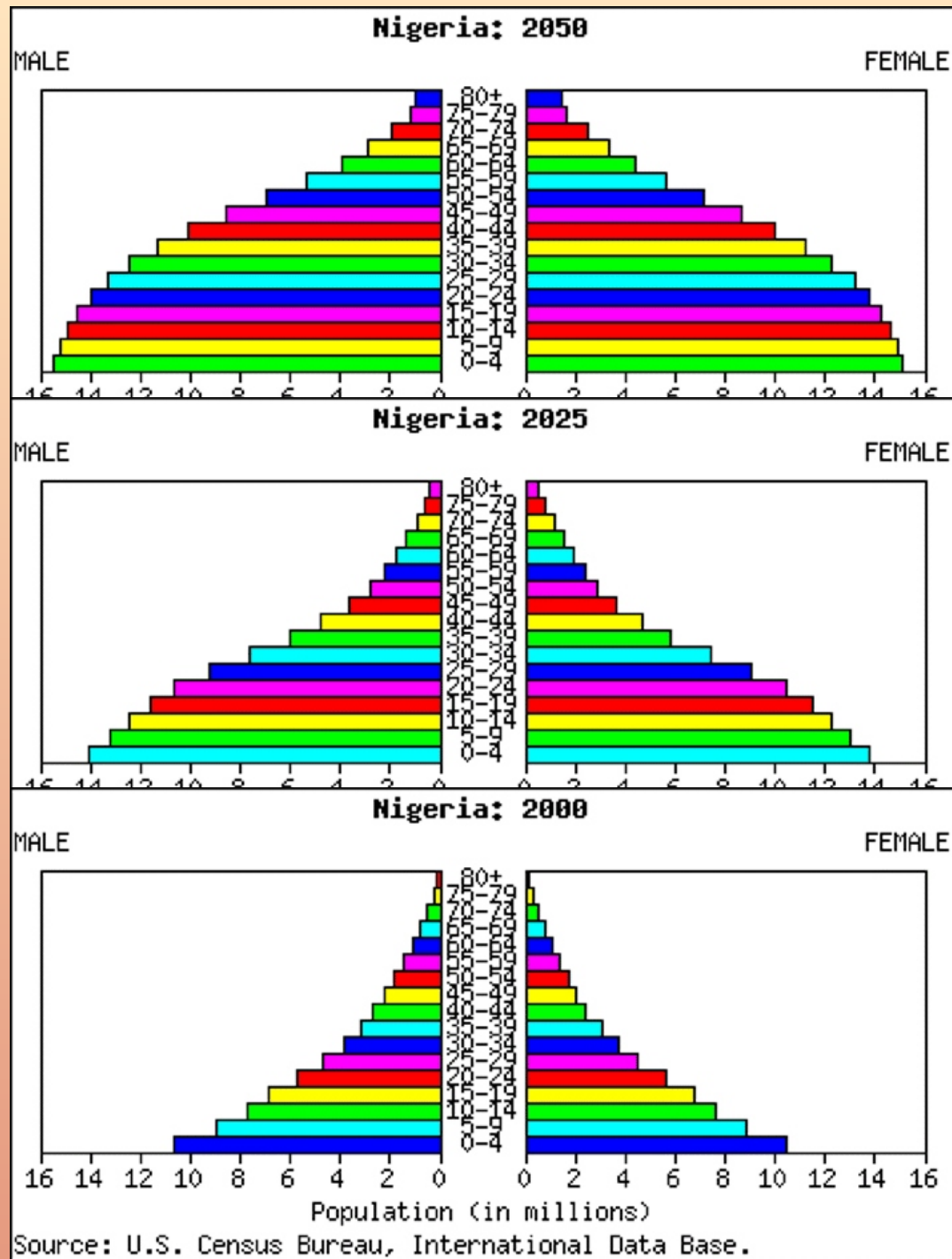


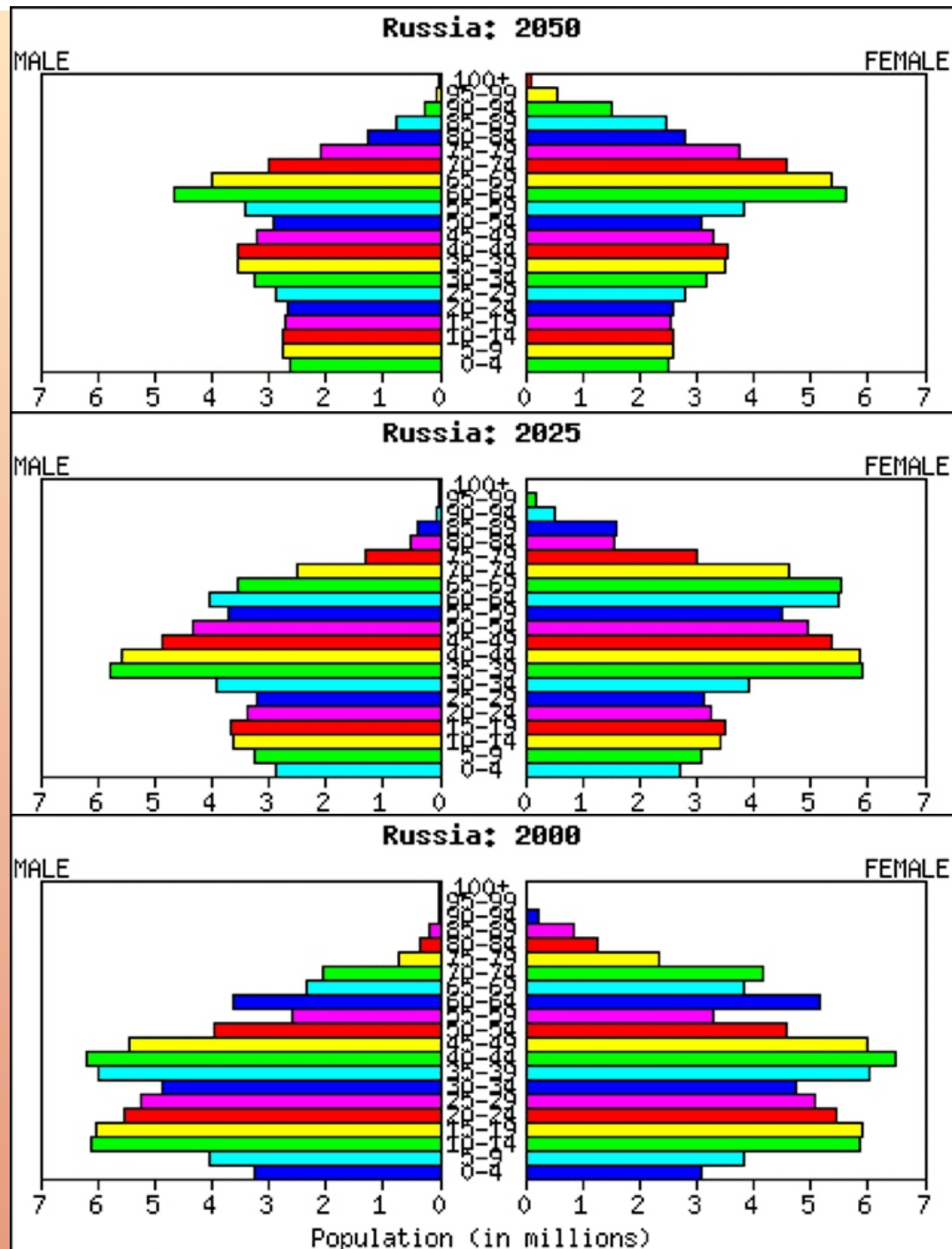
ЭКОЛОГИЯ

Лекция 6

Поло-возрастная (половая и возрастная) структура







Source: U.S. Census Bureau, International Data Base.

Особенности половой структуры

Соотношение полов:

первичное — при возникновении зигот

вторичное — у “новорожденных”

третичное — к моменту наступления половой зрелости

Размах колебаний третичного соотношения полов (доля взрослых самцов) у разных видов (по разным авторам из Яблокова, 1987):

дрозофила — от 0 до 50%

прыткая ящерица — 33-54%

лесной лемминг — 22-70%

соболь — 50-70%

окунь речной — 10-70%

Популяционная динамика

$$N_t = N_{t-n} + B - D + C - E,$$

где N_t — количество особей в момент t ,

N_{t-n} — количество особей в предыдущий момент времени $(t-n)$,

B — число особей, родившихся в промежуток n (*рождаемость*),

D — число погибших за это же время (*смертность*),

C — количество *иммигрантов* (особей, вселяющихся из других мест обитания),

E — количество *эмигрантов* (особей, покидающих популяцию) за этот же временной промежуток.

Демографические таблицы (таблицы выживания)

Джон Грант
(1620-1674)

- ▶ Когортные (динамические)
- ▶ Статические

Демографические таблицы (таблицы выживания)

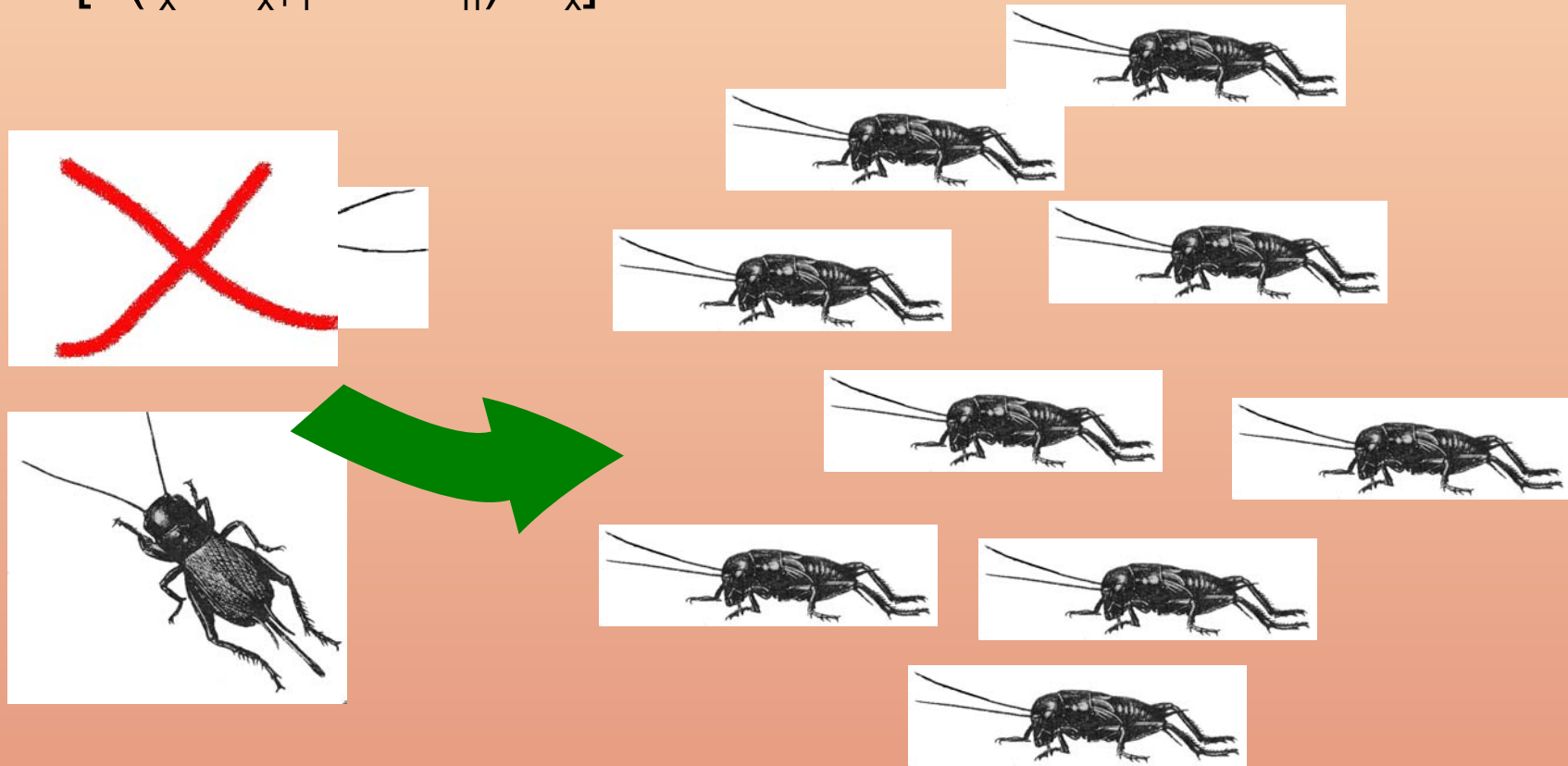
l_x — число (или доля) особей, доживающих до возраста x

q_x — смертность в возрасте x $[= (l_{x+1} - l_x) / l_x]$

k_x — интенсивность смертности $[= \lg l_{x+1} - \lg l_x]$

m_x — плодовитость в данном возрасте (на 1 самку)

E_x — ожидаемая продолжительность жизни в возрасте x
 $[= (l_x + l_{x+1} + \dots + l_n) / l_x]$



Демографические таблицы (таблицы выживания)

l_x — число (или доля) особей, доживающих до возраста x

q_x — смертность в возрасте x $[= (l_{x+1} - l_x) / l_x]$

k_x — интенсивность смертности $[= \lg l_{x+1} - \lg l_x]$

m_x — плодовитость в данном возрасте (на 1 самку)

E_x — ожидаемая продолжительность жизни в возрасте x
 $[=(l_x + l_{x+1} + \dots + l_n) / l_x]$

Демографическая таблица гипотетической стабильной популяции
(из Пианки, 1981)

Возраст (x)	l	m	lm	xlm	E
0	1	0	0	0	3,4
1	0,8	0,2	0,16	0,16	3
2	0,6	0,3	0,18	0,36	2,67
3	0,4	1	0,4	1,2	2,5
4	0,4	0,6	0,24	0,96	1,5
5	0,2	0,1	0,02	0,1	1
6	0	0	0	0	0

Демографические таблицы (таблицы выживания)

Демографическая таблица гипотетической стабильной популяции
(из Пианки, 1981)

Возраст (x)	l	m	lm	xlm	E
0	1	0	0	0	3,4
1	0,8	0,2	0,16	0,16	3
2	0,6	0,3	0,18	0,36	2,67
3	0,4	1	0,4	1,2	2,5
4	0,4	0,6	0,24	0,96	1,5
5	0,2	0,1	0,02	0,1	1
6	0	0	0	0	0

Валовая рождаемость — 2,2 (Σm_x)

Чистая скорость размножения (или скорость замещения популяции) (R_0) — среднее число потомков нулевого возраста, произведенных в среднем организмом за всю его жизнь — 1,0 ($\Sigma l_x m_x$)

Среднее время генерации (T) — средний возраст, в котором самки производят потомство — 2,78 ($\Sigma x l_x m_x / R$)

Демографические таблицы (таблицы выживания)

- ▶ Когортные (динамические)
- ▶ Статические

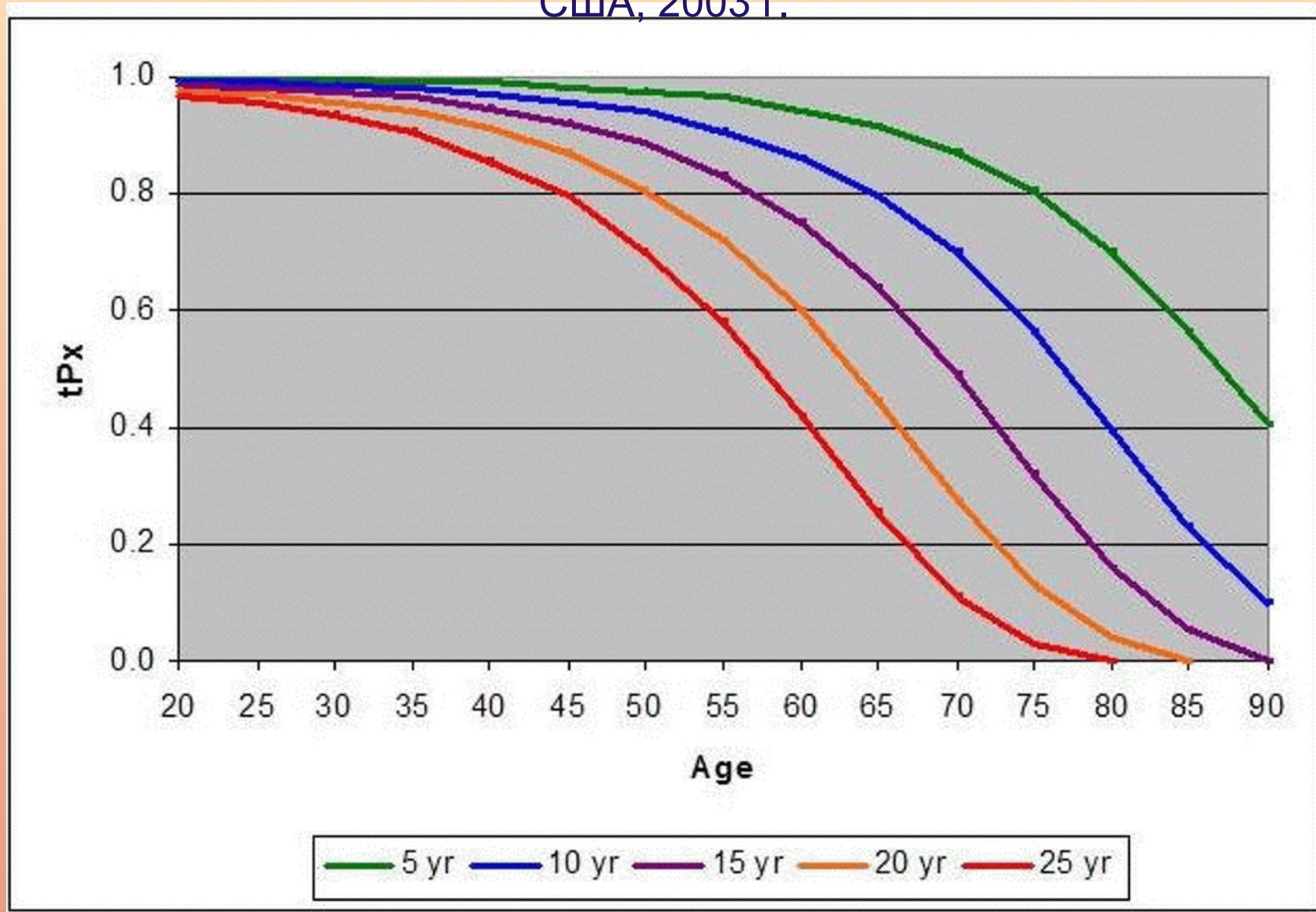
Демографические таблицы (таблицы выживания)

Статическая таблица для населения Канады (женщины), 1996 г.
(Statistics Canada, 1999; из Krebs, 2001)

Возрастная когорта	Количество особей	Количество смертей	Смертность, 1000q
0--4	955000	1211	1.28
5--9	984500	159	0.16
10--14	987700	162	0.16
15--19	976500	179	0.18
20--24	1002900	377	0.38
25--29	1102100	525	0.48
30--34	1297200	633	0.49
35--39	1322500	804	0.61
40--44	1195700	1031	0.86
45--49	1074700	1422	1.32
50--54	834000	1899	2.28
55--59	670700	2444	3.64
60--64	616900	3820	6.19
65--69	593100	5900	9.95
70--74	547100	8642	15.8
75--79	415100	10789	25.99
80--84	292700	14226	48.6
85--90	162300	15739	96.97
90 <	88000	28763	326.85

Демографические таблицы (таблицы выживаниия)

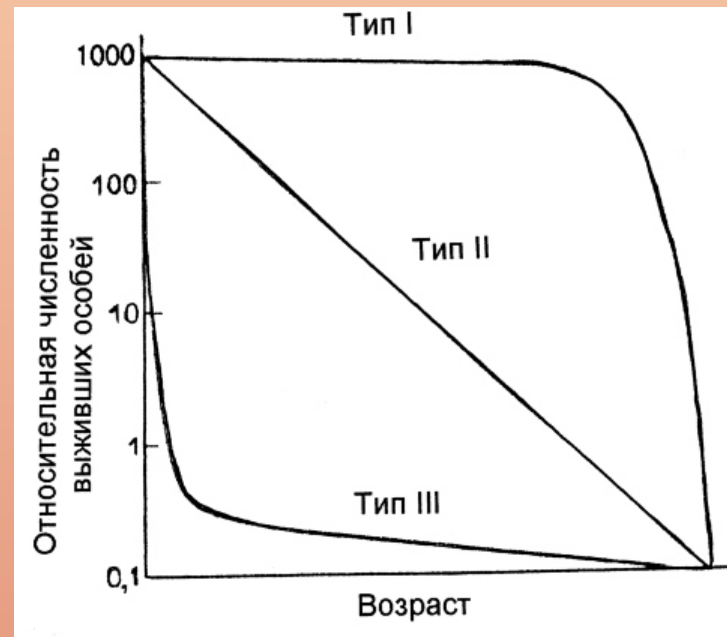
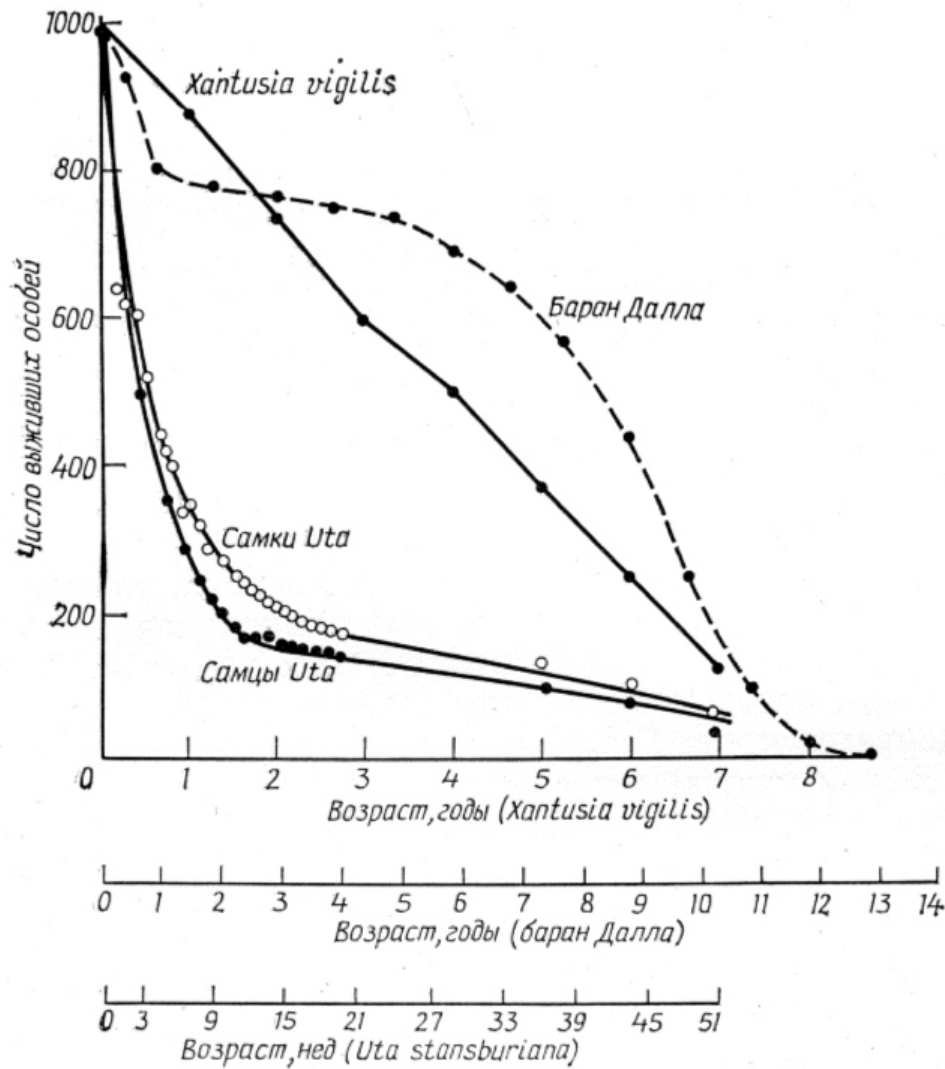
Оценка вероятности достижения возраста для разных когорт населения США, 2003 г.



[http://en.wikipedia.org/wiki/Life_table]

Кривые выживания

I — кривая дрозофилы
III — кривая устрицы



(По разным авторам, из Пианка, 1981)

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)

$$r = \ln \lambda$$

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

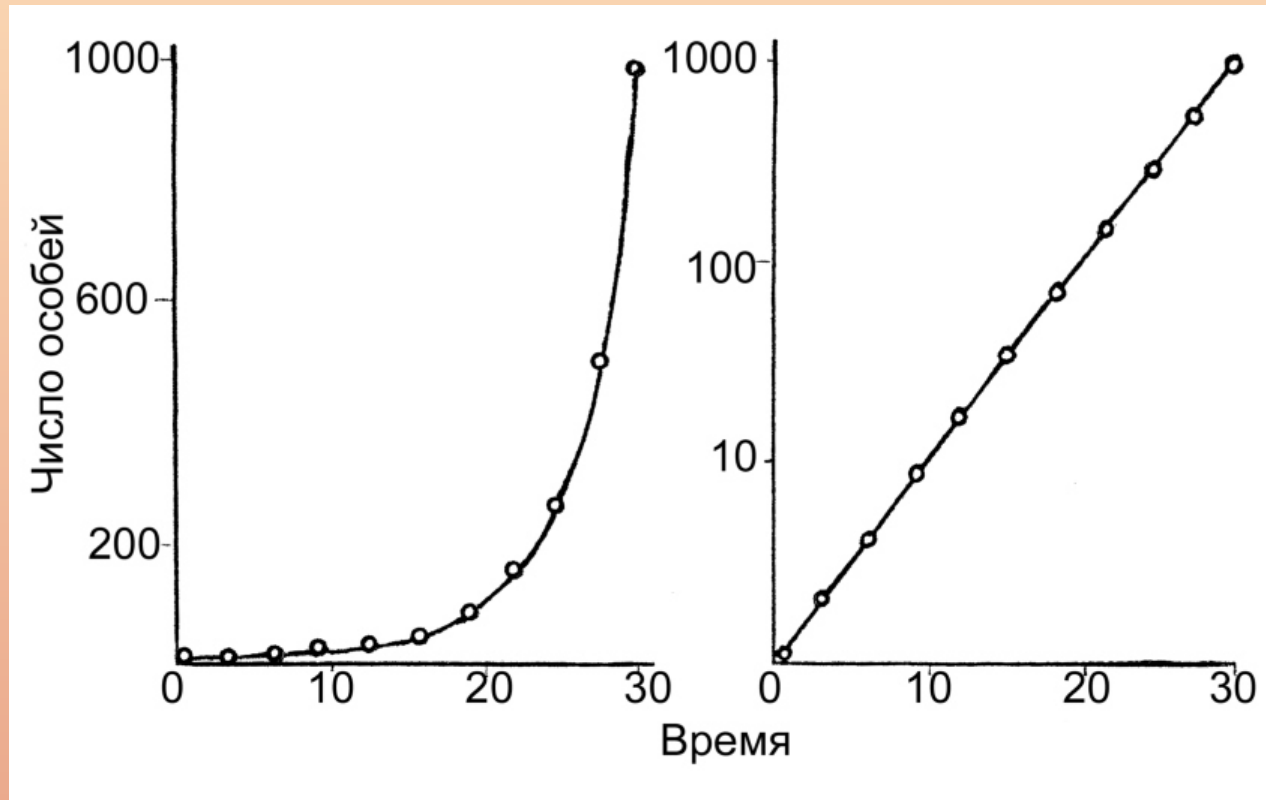
пашенная полевка — 80 суток

мучной хрущак — 10 суток

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

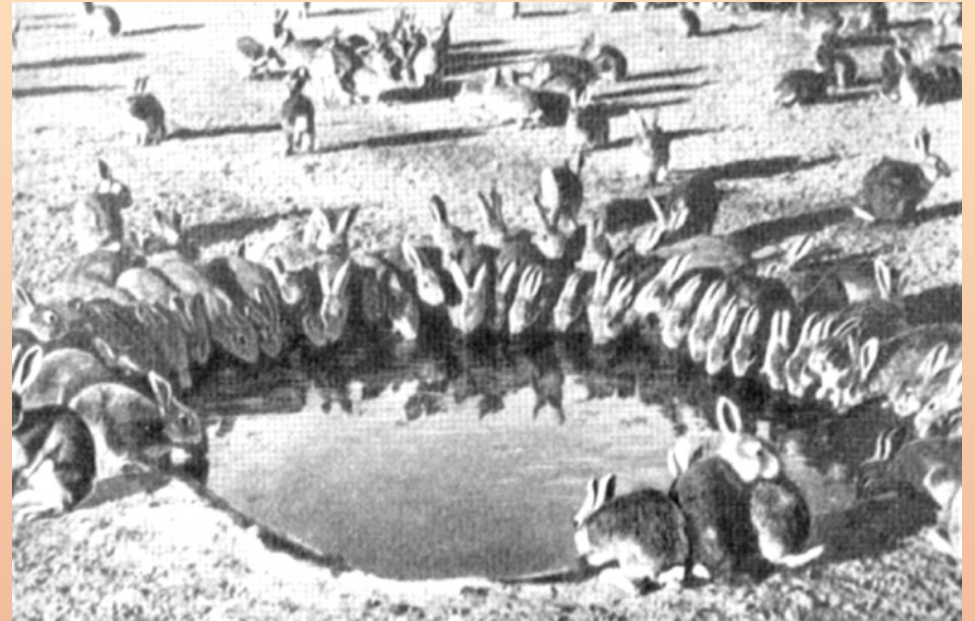
Вид	r_{max} , на особь в сутки	T, сутки
<i>Escherichia coli</i>	60	0,014
<i>Paramecia caudatum</i>	0,94	0,1
<i>Tribolium confusum</i>	0,12	80
<i>Rattus norvegicus</i>	0,015	150
<i>Homo sapiens</i>	0,0003	7000

Популяционная динамика



Экспоненциальный рост —
неограничен и автокаталитичен
при этом r — положительна и постоянна

Популяционная динамика



(Фарб1971, Дорст1968)

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.

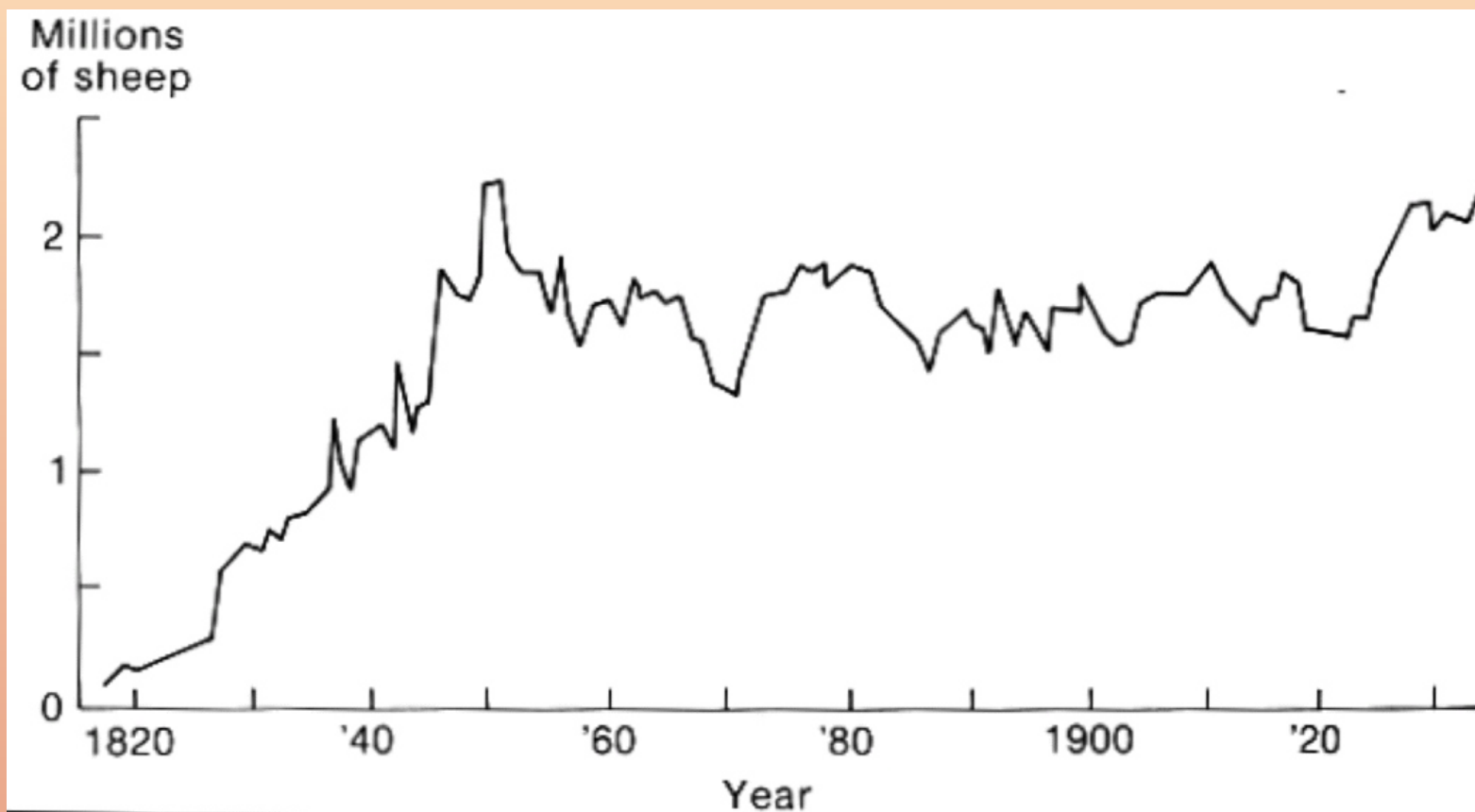
Популяционная динамика

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

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}

Популяционная динамика



Колебания численности овец в Тасмании

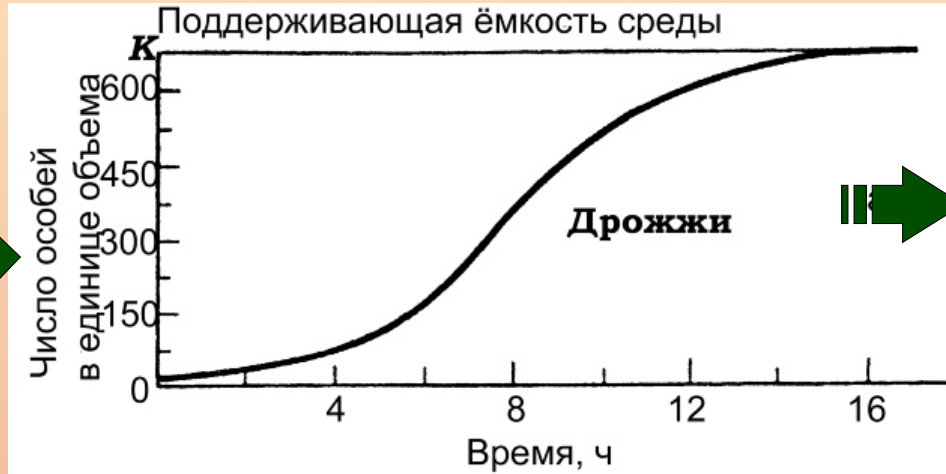
(По Davidson, 1938, из Риклефса и др.)

Популяционная динамика

Модель Ферхюльста



Логистическая кривая

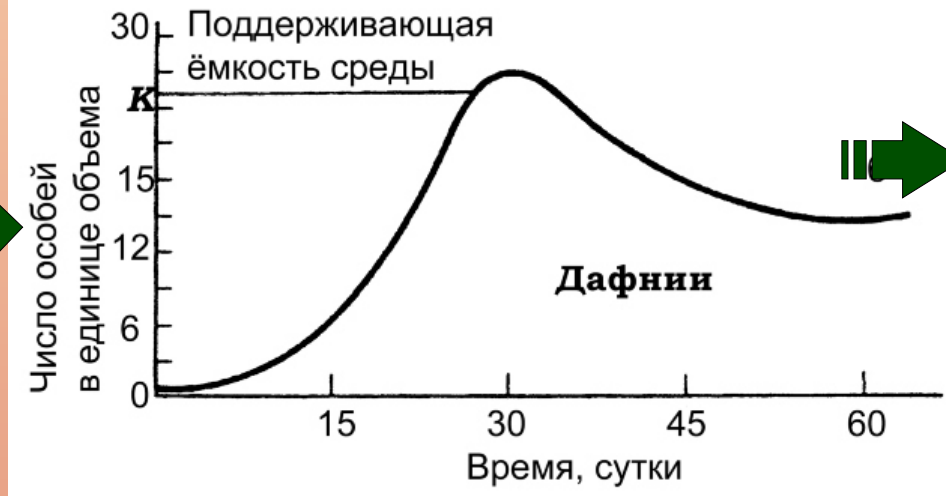


Стабильная динамика, равновесные популяции

J-образная кривая



Модель Мальтуса



Нестабильная динамика, оппортунистические популяции