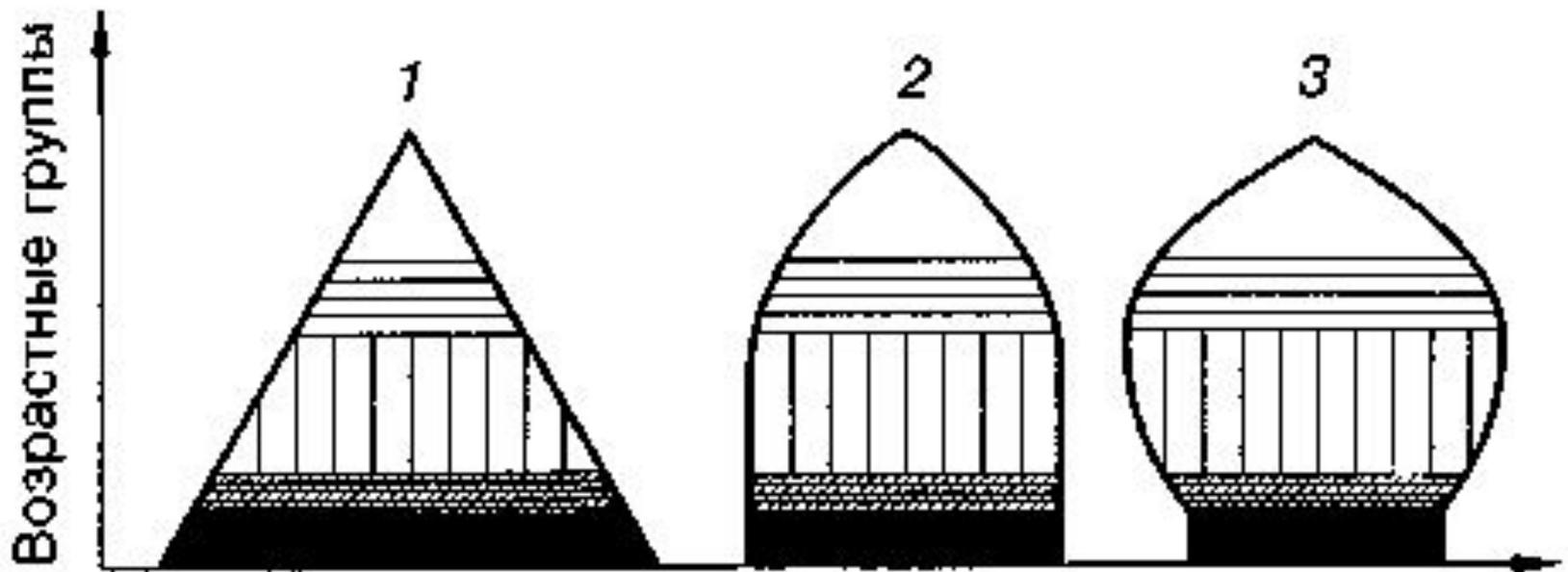
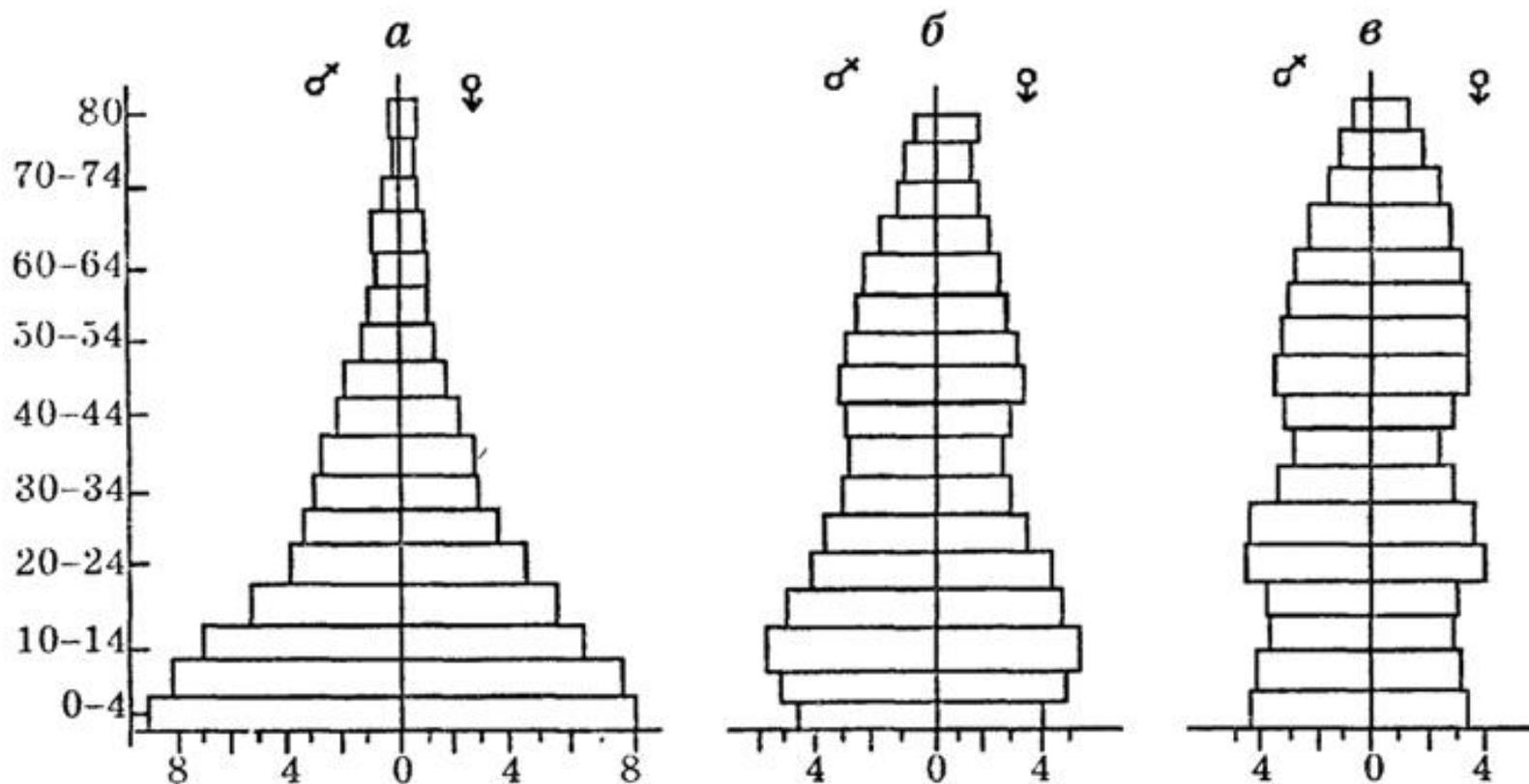


# ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Экология популяций



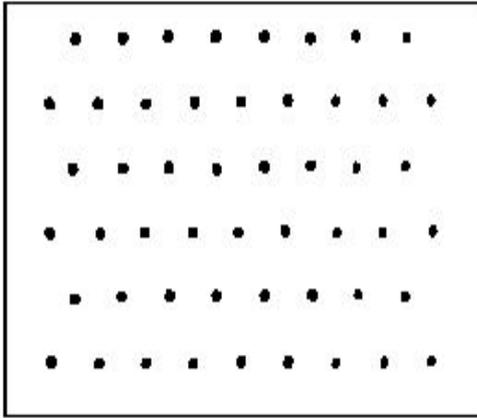
Типы популяций в зависимости от соотношения в них количества особей разных возрастных групп: 1 — растущая, 2 — стабильная, 3 — сокращающаяся (различная штриховка — разные возрастные группы).



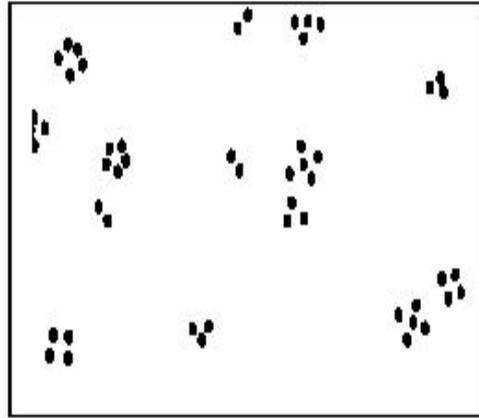
Возрастная структура народонаселения в 1970 г.  
в трех странах, различающихся скоростью роста

численности:

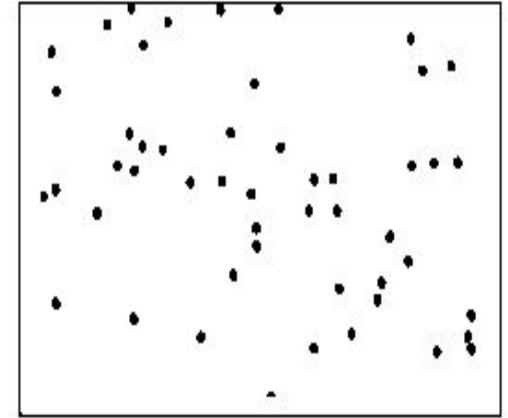
а) Мексика; б) США; в) Швеция.



*a*



*б*



*в*

Основные типы распределения особей в пространстве:  
а — равномерное; б — групповое; в — случайное (по Ю.  
Одуму).

# Статические показатели популяции

По форме совместного существования животных выделяют одиночный образ жизни, семейный, колониями, стаями, стадами.

*Одиночный образ жизни* проявляется в том, что особи в популяциях независимы и обособлены друг от друга (ежи, щуки и др.). Однако он характерен только для определенных стадий жизненного цикла. Полностью одиночное существование организмов в природе не встречается, так как при этом было бы невозможно размножение.

*Семейный образ жизни* наблюдается в популяциях с усилением связей между родителями и потомством (львы, медведи и др.).

# Статические показатели популяции

*Колонии* — групповые поселения оседлых животных, как длительно существующие, так и возникающие лишь на период размножения (гагары, пчелы, муравьи и др.).

*Стаи* — временные объединения животных, облегчающие выполнение какой-либо функции: защиты от врагов, добывания пищи, миграции (волки, сельдь и др.).

— *Стада* более длительные, чем стаи, или постоянные объединения животных, в которых, как правило, выполняются все жизненные функции вида: защита от врагов, добывание пищи, миграции, размножение, воспитание молодняка и т.д. (олени, зебры и др.).

# Закон Харди-Вайнберга

**Закон Харди–Вайнберга – основной закон популяционной генетики (по сути - закон Менделя, но приложенный к популяции гласит, что в идеальной популяции**

***существует постоянное соотношение частот аллелей и генотипов, которое описывается уравнением:***

$$(p A + q a)^2 = p^2 AA + 2 \cdot p \cdot q Aa + q^2 aa = 1,$$

$pA$  – частота встречаемости доминантного аллеля;  
 $qa$  – рецессивного.  $pA+qA=1$



# Закон Харди - Вайнберга

В идеальных популяциях частоты аллелей сохраняются из поколения в поколение.

Идеальная популяция:

- Бесконечно большая численность
- Полная панмиксия Свободное скрещивание
- Изоляция от других популяций вида
- Отсутствие мутаций и естественного отбора

# Статические показатели популяции

**Генетическая структура** — соотношение в популяции различных генотипов и аллелей. Совокупность генов всех особей популяции называют *генофондом*. Генофонд характеризуют частоты аллелей и генотипов. *Частота аллеля* — это его доля во всей совокупности аллелей данного гена. Сумма частот всех аллелей равна единице:

$$p + q = 1,$$

где  $p$  — доля доминантного аллеля ( $A$ );  $q$  — доля рецессивного аллеля ( $a$ ).

Зная частоты аллелей, можно вычислить *частоты генотипов* в популяции:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

где  $p$  и  $q$  — частоты доминантного и рецессивного аллелей соответственно,  $p^2$  — частота гомозиготного доминантного генотипа ( $AA$ ),  $2pq$  — частота гетерозиготного генотипа ( $Aa$ ),  $q^2$  — частота гомозиготного рецессивного генотипа ( $aa$ ).

# Статические показатели популяции

Согласно закону Харди - Вайнберга, относительные частоты аллелей в популяции остаются неизменными из поколения в поколение.

Закон Харди - Вайнберга справедлив, если соблюдаются следующие условия:

- 1) популяция велика;
- 2) в популяции осуществляется свободное скрещивание;
- 3) отсутствует отбор;
- 4) не возникает новых мутаций;
- 5) нет миграции новых генотипов в популяцию или из популяции.

# Статические показатели популяции

Очевидно, что популяций, удовлетворяющих этим условиям в течение длительного времени, в природе не существует.

На популяции всегда действуют внешние и внутренние факторы, нарушающие генетическое равновесие.

Длительное и направленное изменение генетического состава популяции, ее генофонда получило название элементарного эволюционного явления.

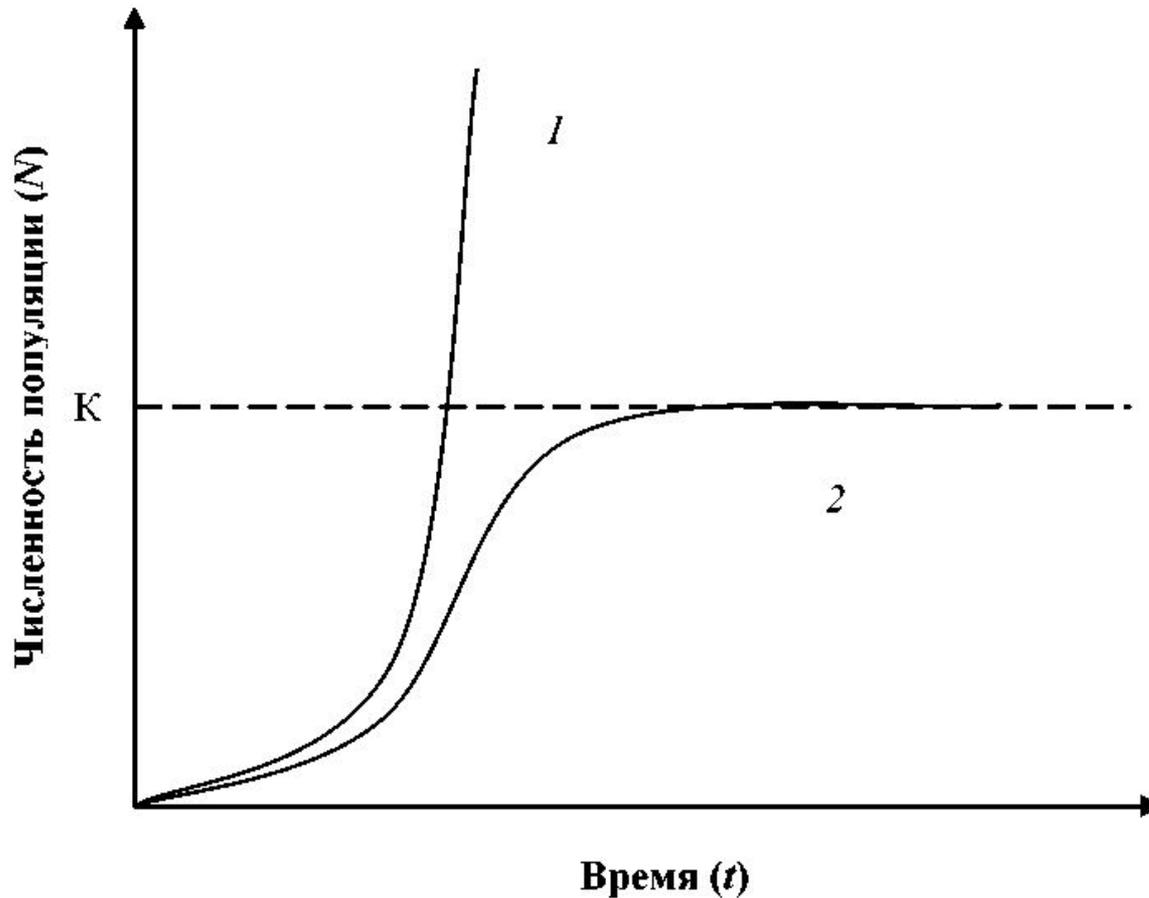
Без изменения генофонда популяции невозможен эволюционный процесс.

# Динамические показатели популяции

Скорость роста может быть выражена в виде кривой роста популяции (рис.).

Существуют две основные модели роста популяции:

- J-образная и
- S-образная.



Кривые роста численности популяций:  
1 — J-образная кривая; 2 — S-образная (логистическая)  
кривая;  
K — емкость среды.

# Динамические показатели популяции

*J-образная кривая* отражает неограниченный экспоненциальный рост численности популяции, не зависящий от плотности популяции.

Такой тип роста возможен пока биотический потенциал популяции ( $r$ ) реализуется полностью.

Это продолжается, пока низка конкуренция за ресурсы.

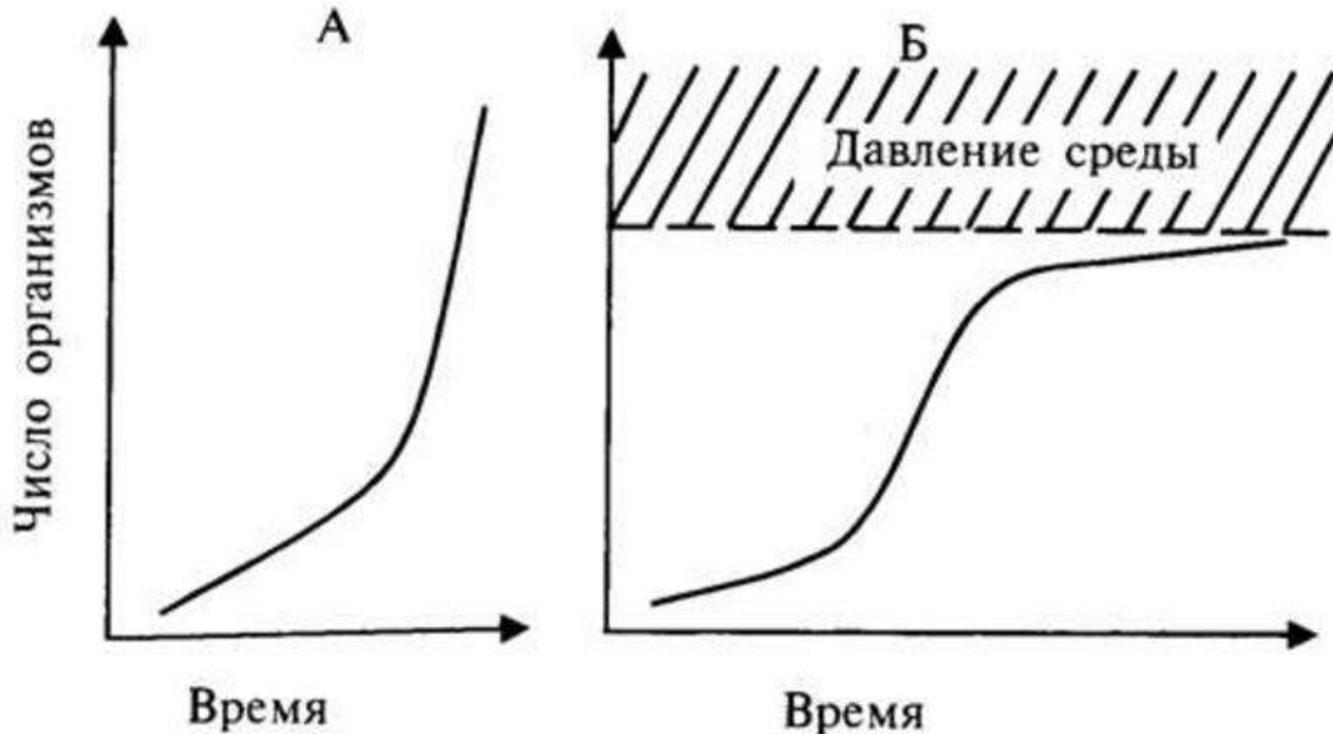
Однако после превышения *емкости среды* (*предельной плотности насыщения, предельной численности*) ( $K$ ), произойдет резкое снижение численности.

# Динамические показатели популяции

*S-образная (сигмоидная, логистическая) кривая отражает логистический тип роста, зависящий от плотности популяции, при котором скорость роста популяции снижается по мере роста численности (плотности).*

Скорость роста снижается вплоть до нуля при достижении предельной численности.

# Модели роста численности популяции

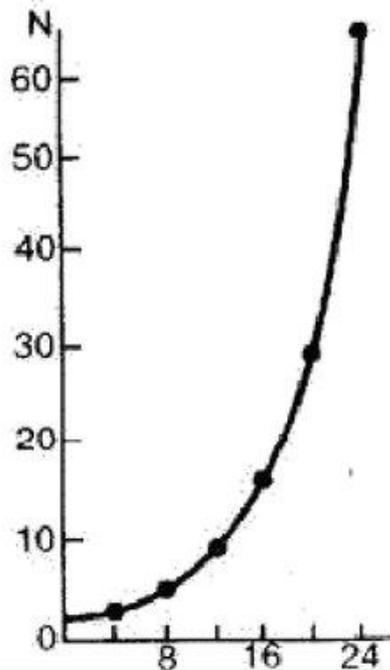


1. Экспоненциального роста

2. Логистического роста

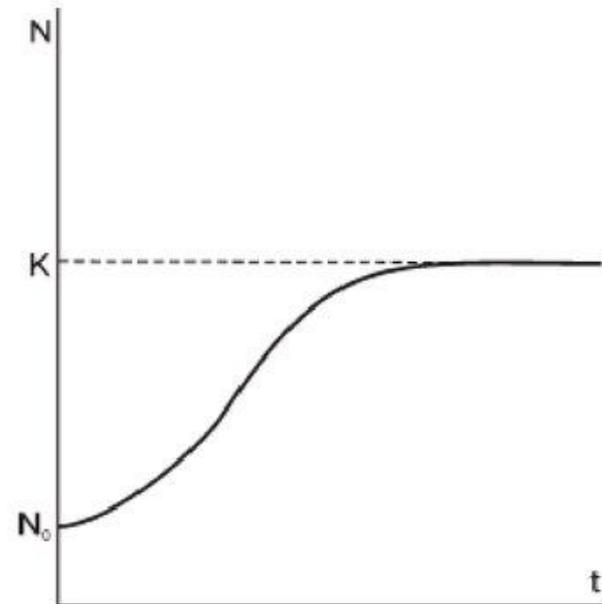
# Модели роста популяции

Модель  
экспоненциального  
роста



В природе экспоненциальный рост численности популяций наблюдается в сравнительно кратковременные периоды их жизни при особо благоприятных условиях, когда постоянно пополняются ресурсы.

Логистическая модель  
роста популяций  
(модель ограниченного  
роста)

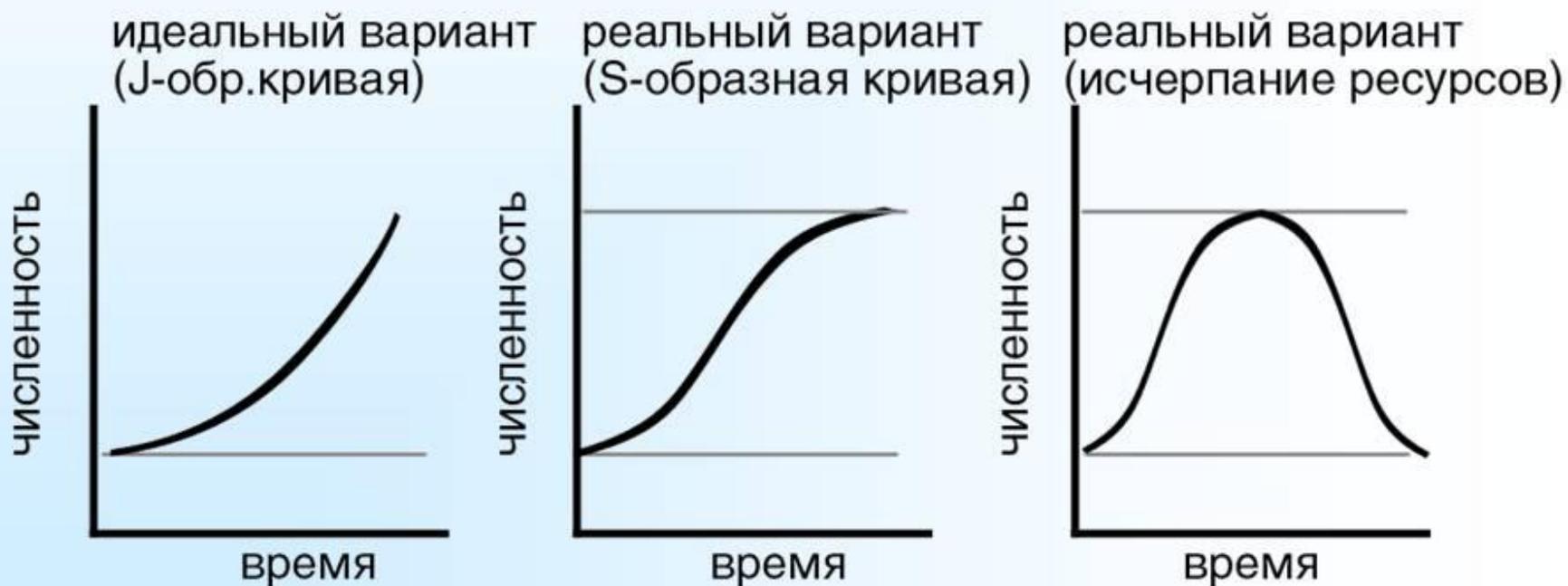


и эта кривая является идеализацией, так как крайне редко проявляется в природе. Очень часто после того, как рост популяции выйдет на плато происходит внезапное уменьшение ее численности, а потом популяция вновь быстро растет. Таким образом, ее динамика оказывается состоящей из повторяющихся логистических циклов.

# Кривые выживания

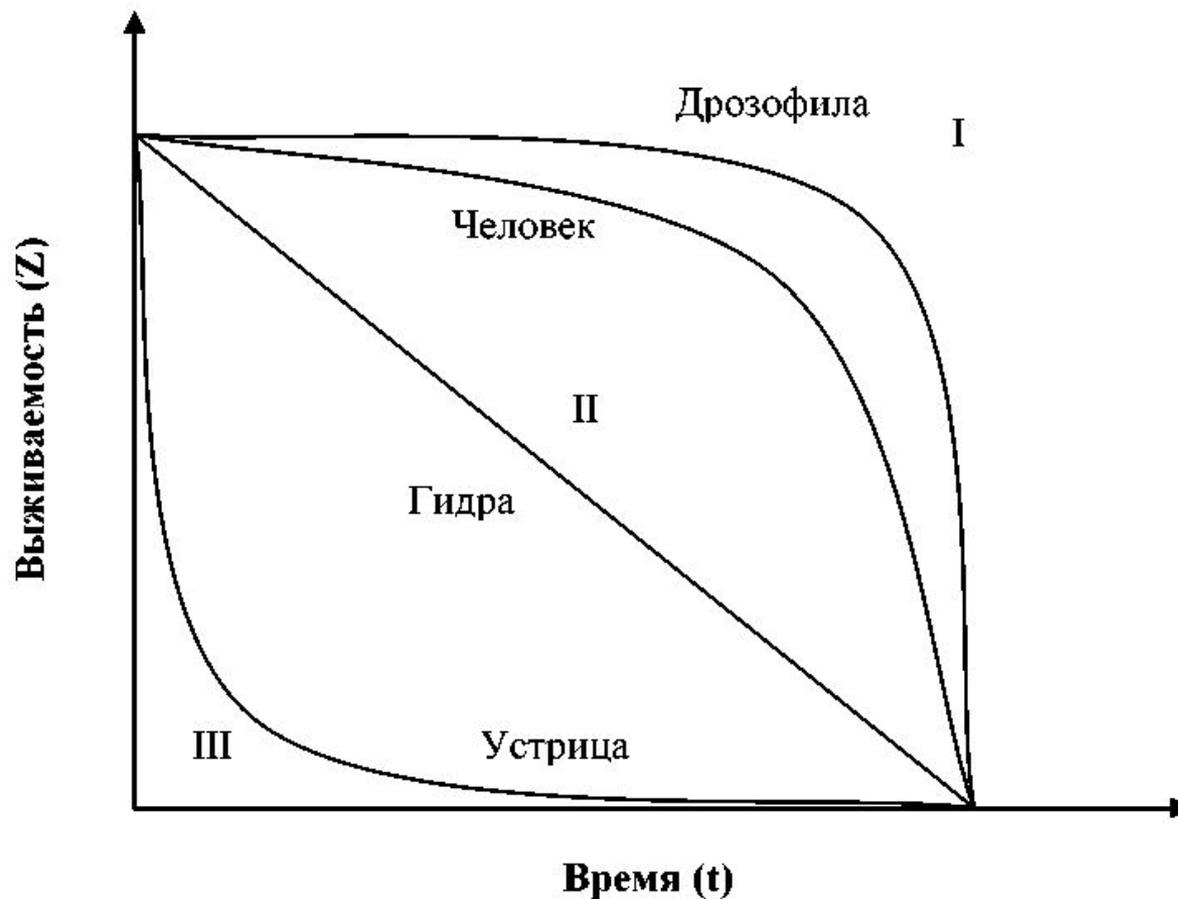


Характер возрастной структуры (или как говорят, возрастного спектра) популяции зависит от типа кривой выживания, свойственной данной популяции. Кривая выживания отражает уровень смертности в различных возрастных группах.



# Динамические показатели популяции

Различают три основных типа кривых выживания  
(рис.).



Кривые выживания:

- I — кривая дрозофилы; II — кривая гидры;
- III — кривая устрицы (по Ф. Дрё, 1976).

# Динамические показатели популяции

*Кривая I типа* свойственна организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в ее конце (например, насекомые, погибающие после кладки яиц, люди в развитых странах, некоторые крупные млекопитающие).

*Кривая II типа* характерна для видов, у которых смертность остается примерно постоянной в течение всей жизни (например, птицы, пресмыкающиеся).

*Кривая III типа* отражает массовую гибель особей в начальный период жизни (например, многие рыбы, беспозвоночные, растения и другие организмы, не заботящиеся о потомстве и выживающие за счет огромного количества икринок, личинок, семян и т.п.).

# Динамические показатели

## ПОПУЛЯЦИИ

Сравнительная характеристика J-образной и S-образной кривых роста

<b>J-образная кривая (рост, не зависящий от плотности)</b>	<b>S-образная кривая (рост, зависящий от плотности)</b>
$dN / dt = rN$	$dN / dt = rN (K - N) / K$
где $N$ — численность популяции; $t$ — время; $r$ — удельная (врожденная) скорость роста популяции; $K$ — максимальное число организмов, которое может поддерживаться в данных условиях среды.	
Если $r$ положительно, численность популяции увеличивается экспоненциально. Если $r$ отрицательно, численность популяции уменьшается экспоненциально. Отсюда быстрое увеличение и падение численности популяции. Скорость роста каждого организма не зависит от плотности популяции.	Если $N > K$ , скорость роста отрицательна. Если $N < K$ , скорость роста положительна и величина популяции $N$ стремится к $K$ ( $N = K$ ), т.е. приводится в соответствие с поддерживающей емкостью среды. Когда $N = K$ , скорость роста популяции равна нулю. Размеры популяции остаются

# Динамические показатели популяции

**Выживаемость** — абсолютное число особей (или процент от исходного числа особей), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени.

$$Z = n/N \cdot 100\%,$$

где  $Z$  — выживаемость, %;  $n$  — число выживших;  $N$  — исходная численность популяции.

Выживаемость зависит от ряда причин: возрастного и полового состава популяции, действия тех или иных факторов среды и др.

Выживаемость можно выразить в виде таблиц и кривых выживания. *Таблицы выживания (демографические таблицы)* и *кривые выживания* отражают, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции. Кривые выживания строятся по данным таблиц выживания.

# Динамические показатели популяции

Экологические стратегии популяций отличаются большим разнообразием.

Но при этом все их многообразие заключено между двумя типами эволюционного отбора, которые обозначаются константами логистического уравнения:

- *r*-стратегия
- *K*-стратегия.

# Динамические показатели популяции

*r-стратеги (r-виды, r-популяции)* — популяции из быстро размножающихся, но менее конкурентоспособных особей.

Имеют *J*-образную кривую роста численности, не зависящую от плотности популяции.

Такие популяции быстро расселяются, но они малоустойчивы.

К ним относятся бактерии, тли, однолетние растения и др.

# Динамические показатели популяции

*K-стратеги (K-виды, K-популяции)* — популяции из медленно размножающихся, но более конкурентоспособных особей.

Имеют S-образную кривую роста численности, зависящую от плотности популяции.

Такие популяции населяют стабильные местообитания.

К ним относятся человек, кондор, деревья и др.

# Динамические показатели

## популяции

Характерные особенности  $r$ - и  $K$ -видов (по Н. Грину с соавт., 1993)

<b><math>r</math>-виды (виды-«оппортунисты»)</b>	<b><math>K</math>-виды (с тенденцией к равновесию)</b>
Размножаются быстро (высокая плодовитость, время генерации короткое), поэтому значение $r$ (врожденная скорость роста популяции) высокое	Размножаются медленно (низкая плодовитость, продолжительное время генерации), поэтому значение $r$ низкое
Скорость размножения не зависит от плотности популяции	Скорость размножения зависит от плотности популяции, быстро увеличивается, если плотность падает
Энергия и вещество распределяются между многими потомками	Энергия и вещество концентрируются в немногих потомках; родители заботятся о потомстве
Размеры популяции некоторое время могут превышать $K$ (поддерживающую емкость среды)	Размеры популяции близки к равновесному уровню, определяемому $K$
Вид не достигает устойчивого состояния	Вид достигает устойчивого состояния

# Динамические показатели

## ПОПУЛЯЦИИ

Характерные особенности *r*- и *K*-видов (по Н. Грину с соавт., 1993)

<b><i>r</i>-виды (виды-«оппортунисты»)</b>	<b><i>K</i>-виды (с тенденцией к равновесию)</b>
Расселяются широко и в больших количествах; у животных может мигрировать каждое поколение	Расселяется медленно
Размножение идет с относительно большими затратами энергии и вещества	Размножение идет с относительно малыми затратами энергии и вещества: большая часть энергии и вещества расходуется на непродуктивный (вегетативный) рост
Малые размеры особей	Крупные размеры особей; у растений деревянистые стебли и большие корни
Малая продолжительность жизни особи	Большая продолжительность жизни особи
Могут поселяться на открытых местах	Плохо приспособлены к росту на открытых местах

# Динамические показатели

## ПОПУЛЯЦИИ

Характерные особенности *r*- и *K*-видов (по Н. Грину с соавт., 1993)

<b><i>r</i>-виды (виды-«оппортунисты»)</b>	<b><i>K</i>-виды (с тенденцией к равновесию)</b>
Местообитания сохраняются недолго (например, зрелые фрукты для личинок дрозофилы)	Местообитания устойчивые и сохраняются долго (например, лес для обезьян)
Слабые конкуренты (способность к конкуренции не требуется)	Сильные конкуренты
Защитные приспособления развиты сравнительно слабо	Хорошие защитные механизмы
Не становятся доминантами	Могут становиться доминантами
Лучше приспособлены к изменениям окружающей среды (менее специализированные)	Менее устойчивы к изменениям условий среды (высокая специализация для жизни в устойчивых местообитаниях)
Примеры: бактерии, парамеция, тли, мучные хрущаки, однолетние растения	Примеры: крупные тропические бабочки, кондор, альбатрос, человек, деревья

г-стратегия	К-стратегия
Быстрое развитие и достижение половозрелости	Долгое развитие, отложенное размножение
Малые размеры тела	Крупные размеры
Размножение один раз в жизни	Многократное размножение
Однолетние	Многолетние
Слабая внутривидовая конкуренция	Сильная внутривидовая конкуренция
Резкие колебания численности	Стабильная численность популяции
Смертность определяется случайными факторами	Смертность определяется плотностью популяции