

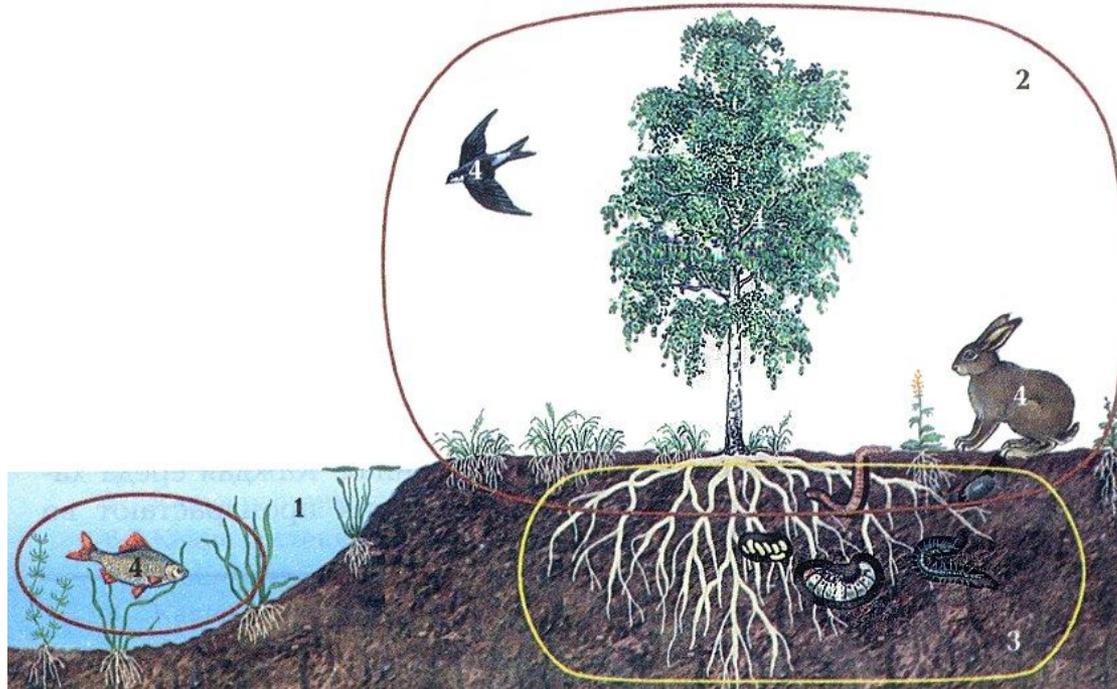
*Демэкология.*

*Экология популяци, вида.*

*Синэкология. Развитие биоценозов.*

**Демэко́логия** (от др.-греч. δῆμος — народ), *экология популяций* — раздел общей экологии, изучающий динамику численности популяций, внутривидовые группировки и их взаимоотношения. В рамках демэкологии выясняются условия, при которых формируются популяции. Демэкология описывает колебания численности различных видов под воздействием экологических факторов и устанавливает их причины, рассматривает особь не изолированно, а в составе группы таких же особей, занимающих определённую территорию и относящихся к одному виду.

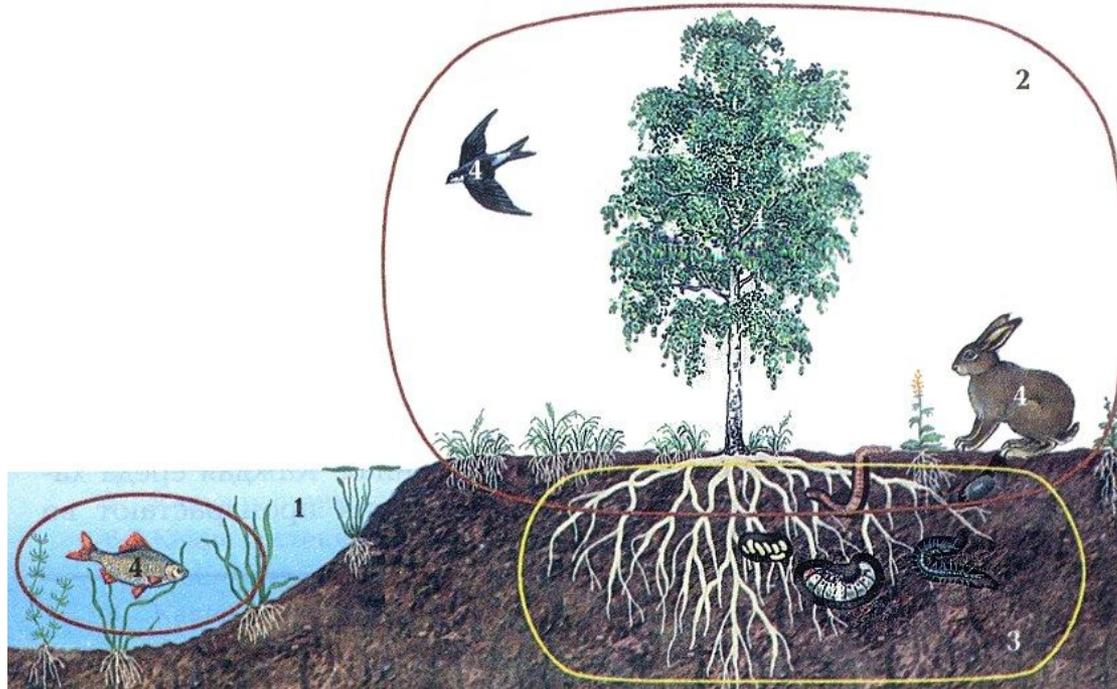
## Характеристика популяции, вида



**Структура популяций.** Популяция любых организмов, существуя не только в *пространстве*, но и во времени, имеет определенную структуру: *половой состав, возрастной состав, численность*.

Экологи, изучая природное сообщество, определяют *территорию*, которую занимает популяция, подсчитывают *численность популяции* — общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Изучается *соотношение полов* в популяции, *соотношение молодых организмов, особей среднего возраста и старых*.

## Характеристика популяции, вида



Для характеристики численности популяции удобно использовать такое понятие, как **плотность популяции** — число особей, которое приходится на единицу площади или объема.

Для нормального существования ряски или хлореллы достаточно площади, равной их размерам, а слону требуется площадь, определяемая десятками квадратных километров.

Все эти характеристики помогают оценить состояние популяции, прогнозировать ее будущее.

# Демэкология – экология популяций

Популяция — группа особей, способная к более-менее устойчивому самовоспроизводству (как половому, так и бесполому), относительно обособленная (обычно [географически](#)) от других групп, с представителями которых (при половой репродукции) потенциально возможен [генетический](#) обмен. С точки зрения [популяционной генетики](#), популяция — это группа особей, в пределах которой вероятность скрещивания во много раз превосходит вероятность скрещивания с представителями других подобных групп. Обычно говорят о популяциях как о группах в составе [вида](#) или [подвида](#).

В современных эволюционных теориях (например, в [Синтетической теории эволюции](#)) популяция считается элементарной единицей эволюционного процесса.

**Численность популяции**

$$N_t = N_0 b_0^t$$

$N_t$  – число особей в поколении  $t$

$N_0$  – число особей в 0-м поколении

$b_0$  – чистая скорость размножения (у видов с половым размножением и соотношением полов 1:1 = среднему числу потомков женского пола, производимых каждой самкой).

$b_0=1$  – численность популяции не изменяется

$b_0>1$  – численность популяции увеличивается

$b_0<1$  – численность популяции сокращается

# Housefly



## Scientific classification

Kingdom: Animalia  
Phylum: Arthropoda  
Class: Insecta  
Order: Diptera  
Section: Schizophora  
Family: Muscidae  
Genus: *Musca*  
Species: *M. domestica*

## Binomial name

*Musca domestica*

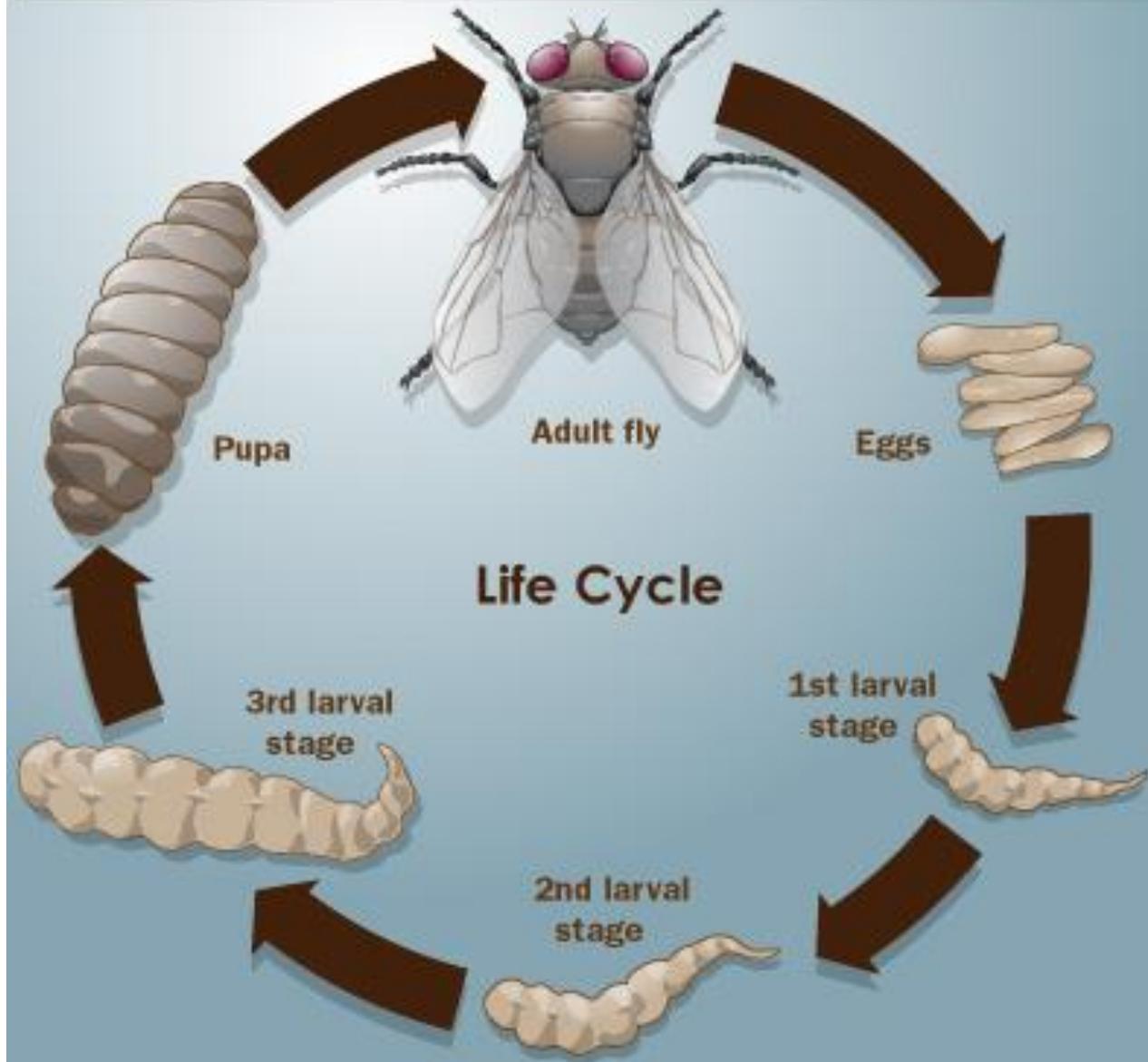
Linnaeus, 1758

## Subspecies

- *M. d. calleva* Walker, 1849
- *M. d. domestica* Linnaeus, 1758

# How HouseFlies Work

©2008 HowStuffWorks





1 самка откладывает 120 яиц из которых вылупляется 60 самок

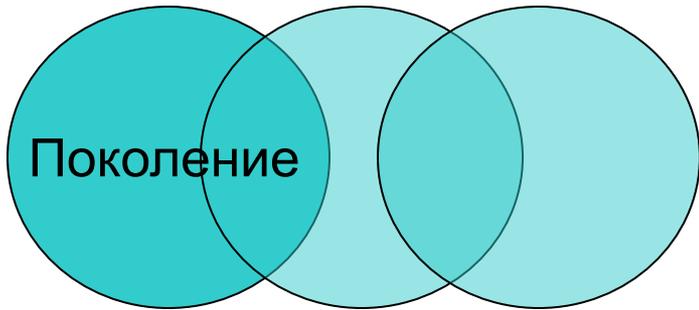
7 поколений в год

Допущения: поколения не перекрываются, все самки успевают отложить яйца

$$N_7 = 2 \times 60^7$$

Численность популяции: непрерывное размножение

ВРЕМЯ →



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

Скорость роста популяции

$N$  – число особей в популяции

$b$  – рождаемость

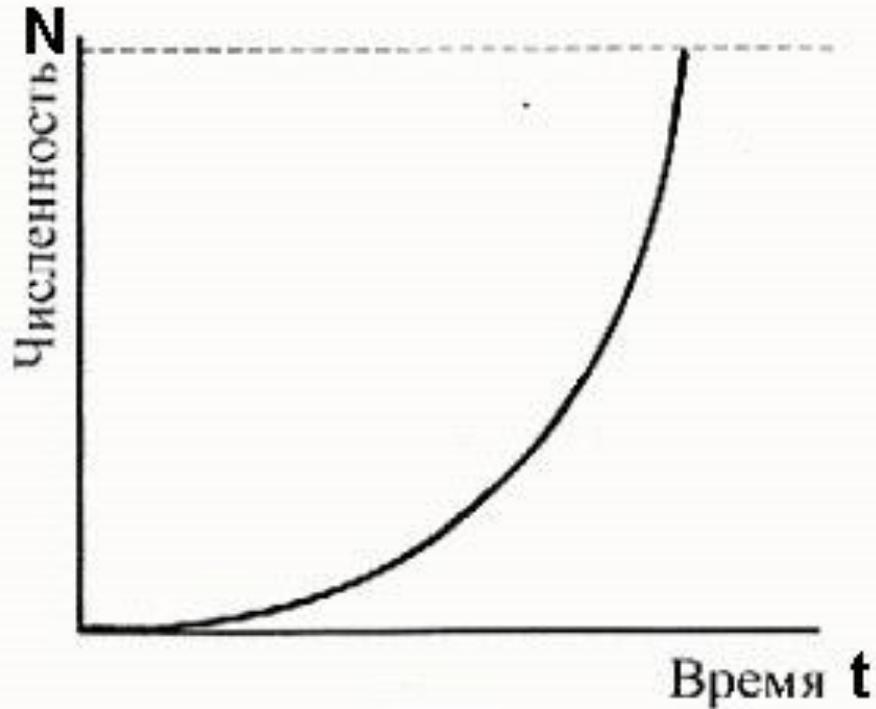
$d$  – смертность

$r$  – скорость размножения ( $r = b - d$ )

К демографическим показателям популяции относятся:

- темп полового размножения;
- плодовитость особей;
- скорость отмирания и продолжительность жизни в популяции;
- общая численность (общая биомасса – для растений).

Если при незначительной эмиграции и иммиграции рождаемость превышает смертность, то популяция будет расти. Рост популяции является непрерывным процессом, если в ней существуют все возрастные группы.



Уравнение функции,  
описывающей рост:

$$N_t = N_0 \cdot e^{rt}$$

Скорость роста:

$$\frac{dN}{dt} = N_0 \cdot r$$

$N$  – плотность популяции;

$N_0$  – начальная плотность популяции;

$N_t$  – плотность на момент времени  $t$ ;

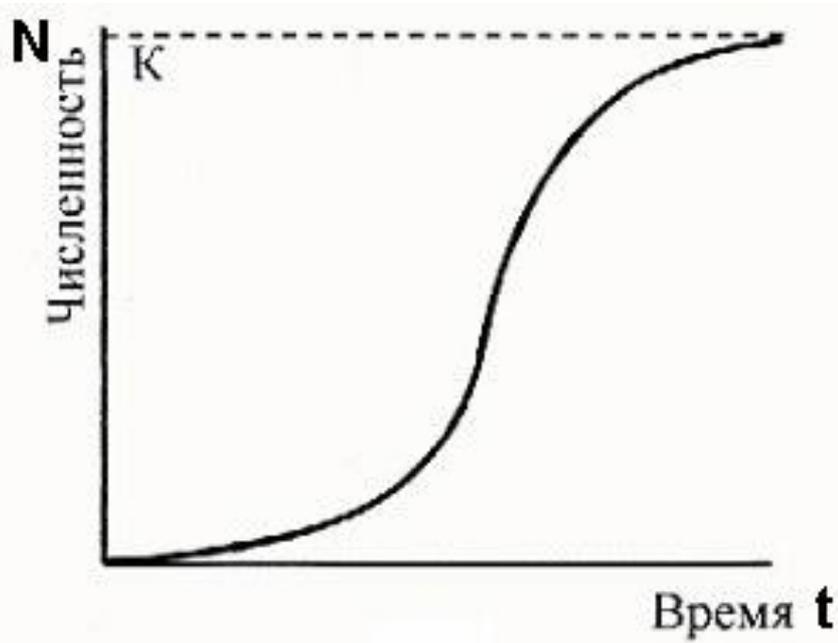
$r$  – скорость роста популяции, обусловленная свойствами организма (потенциальная скорость роста)

Такая модель роста, называемая **экспоненциальной**, или **J-образной**, характерна для популяций, не испытывающей ограничений в росте. Считают, что почти любой вид теоретически способен увеличить свою численность до заселения всей Земли при достатке пищи, воды, пространства, постоянстве условий среды и отсутствии хищников.



Однако неограниченный рост ведет к популяционной нестабильности. После достижения некоторого уровня K (поддерживающей емкости среды или предельной нагрузки на среду), после экспоненциального роста («бума») наступает резкий спад численности — «крах» популяции» (модель «бума и краха»):

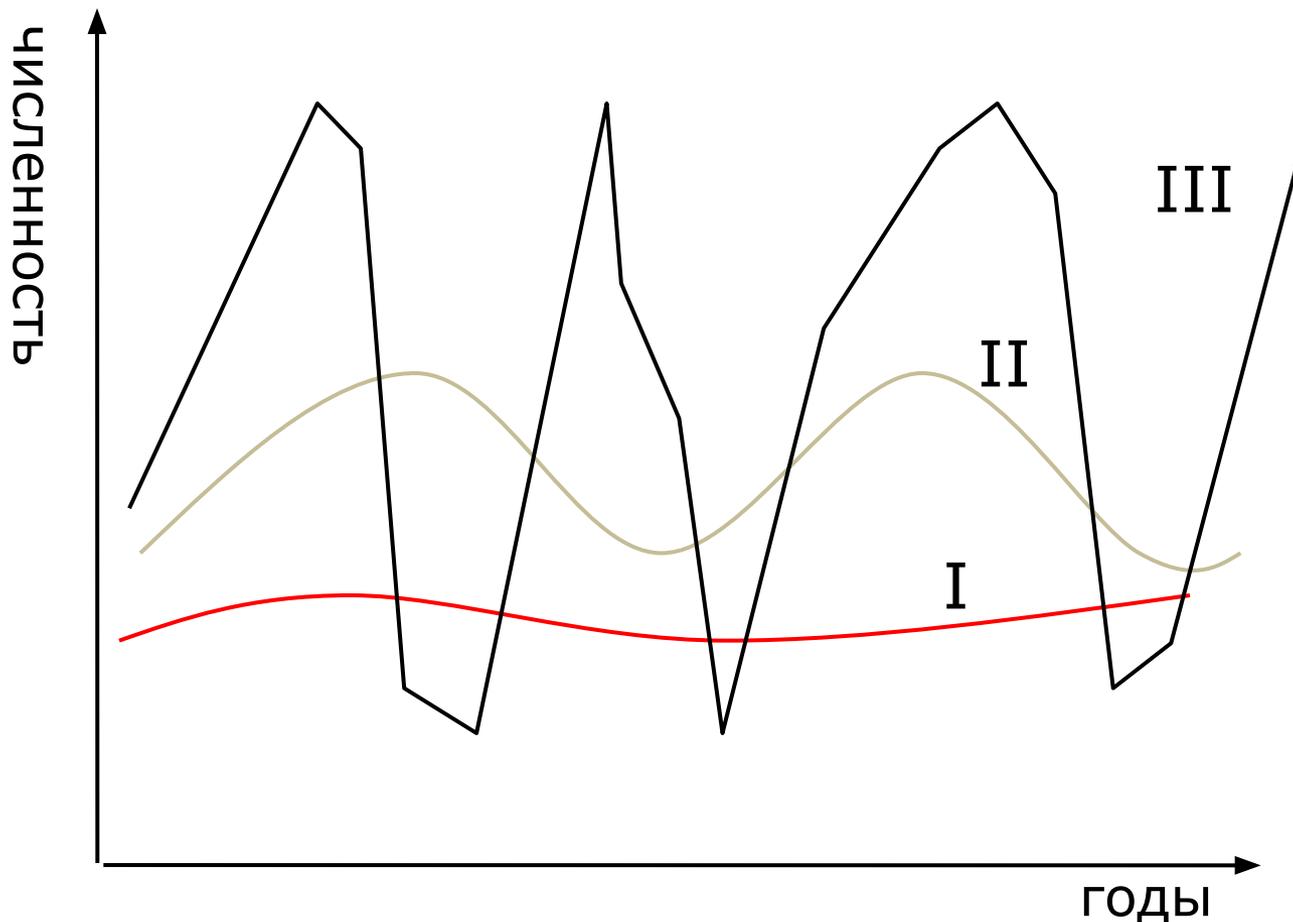
Возможен и другой сценарий роста популяции: скорость роста снижается и становится нулевой при достижении предельной численности популяции (уровень  $K$ ). Такой рост популяции описывается **сигмоидной кривой (S-образной)**, например, **логистической функцией**:



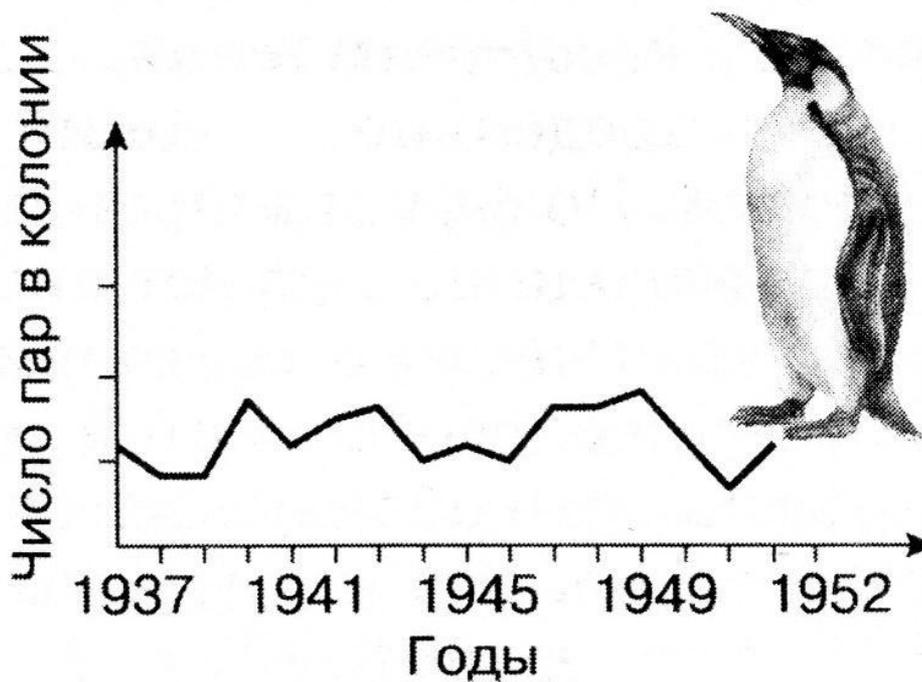
$$N_t = \frac{K}{1 + \left( \frac{K - N_0}{N_0} \right) \cdot e^{-rt}}$$

$$\frac{dN}{dt} = rN \cdot \left( 1 - \frac{N}{K} \right)$$

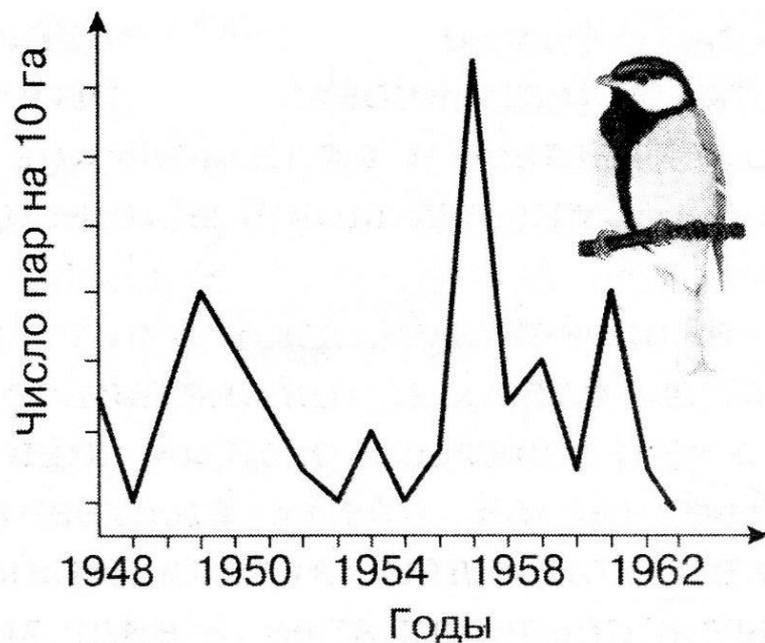
В 40-х годах С.А. Северцовым проанализирован многолетний ход численности у большого числа млекопитающих и птиц. Оказалось, что существуют различные типы динамики численности популяций.



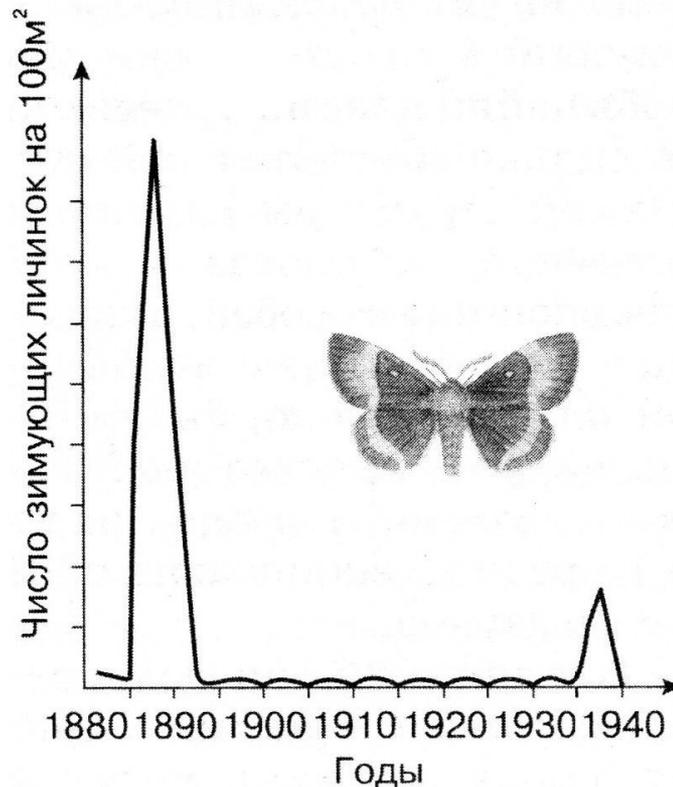
**I. Стабильный тип:** малая амплитуда и длительный период колебаний численности (10-20 лет). Характерно для крупных животных с большой продолжительностью жизни, низкой плодовитостью и высоким уровнем адаптации (китообразные, копытные, крупные рептилии).



**II. Лабильный тип:** более высокая амплитуда, периода 5-11 лет. Характерен для животных с меньшими размерами, меньшей продолжительностью жизни. Норма смертности таких животных выше, обилие повышается в периоды размножения. Примером могут быть крупные грызуны, зайцеобразные, некоторые хищники, птицы, рыбы, насекомые с длительным циклом развития.



**III. Эфемерный тип:** вспышки рождаемости сменяются периодами депрессии, амплитуда очень высокая. Длина цикла до 4-5 лет. Характерно для короткоживущих видов с несовершенной адаптацией, очень плодовитых, но и с высокой смертностью (мелкие грызуны, насекомые).



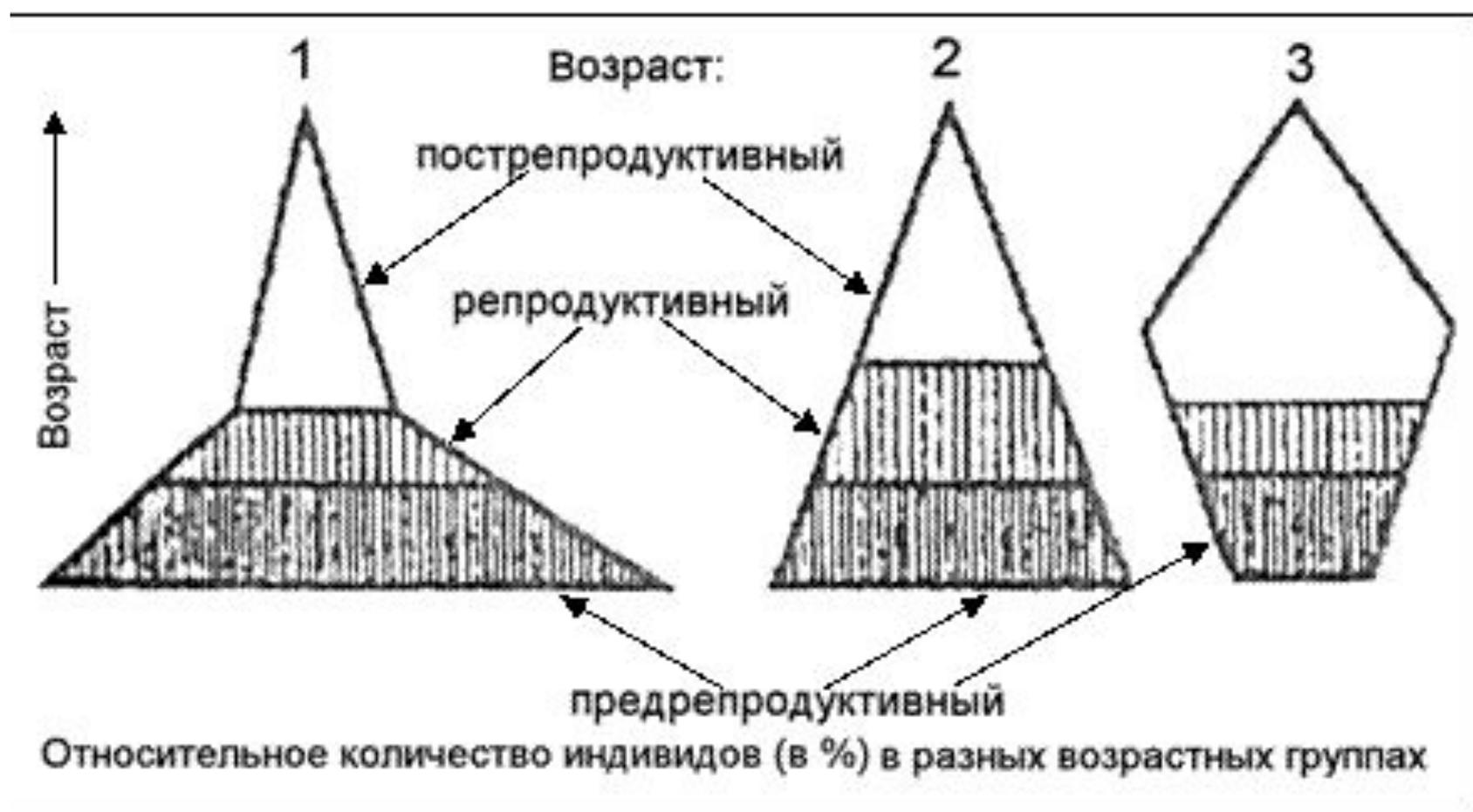


Рис. 2. Типы популяций: 1 – растущая (поползень), 2 – стабильная (барсук), 3 – сокращающаяся (тигр амурский)

## Характеристика популяции, вида

Если рождаемость превышает смертность — популяция растущая, если наоборот — популяция становится сокращающейся. Численность популяции непостоянна, происходят **колебания численности** около какого-то среднего значения. Но возможно и резкое увеличение численности, например, численность мышевидных грызунов иногда увеличивается в 300-500 раз.

Однако популяция — система саморегулирующаяся, существуют верхние и нижние пределы плотности, за которые она выходить не может. Дальнейшее понижение численности грозит вымиранием, при повышении численности выше верхнего предела иссякнет кормовая база, увеличится смертность и произойдет резкое уменьшение численности.

Факторы, регулирующие численность популяции принято делить на две большие группы: **не зависящие от плотности популяции; зависящие от плотности популяции.**

**Абиотические факторы** не зависят от плотности популяции, а **биотические** — конкуренция, хищничество, паразитизм обычно зависят от плотности.

Два фактора ограничивающие скорость роста популяции:

$r$  – скорость размножения (видоспецифическая константа)

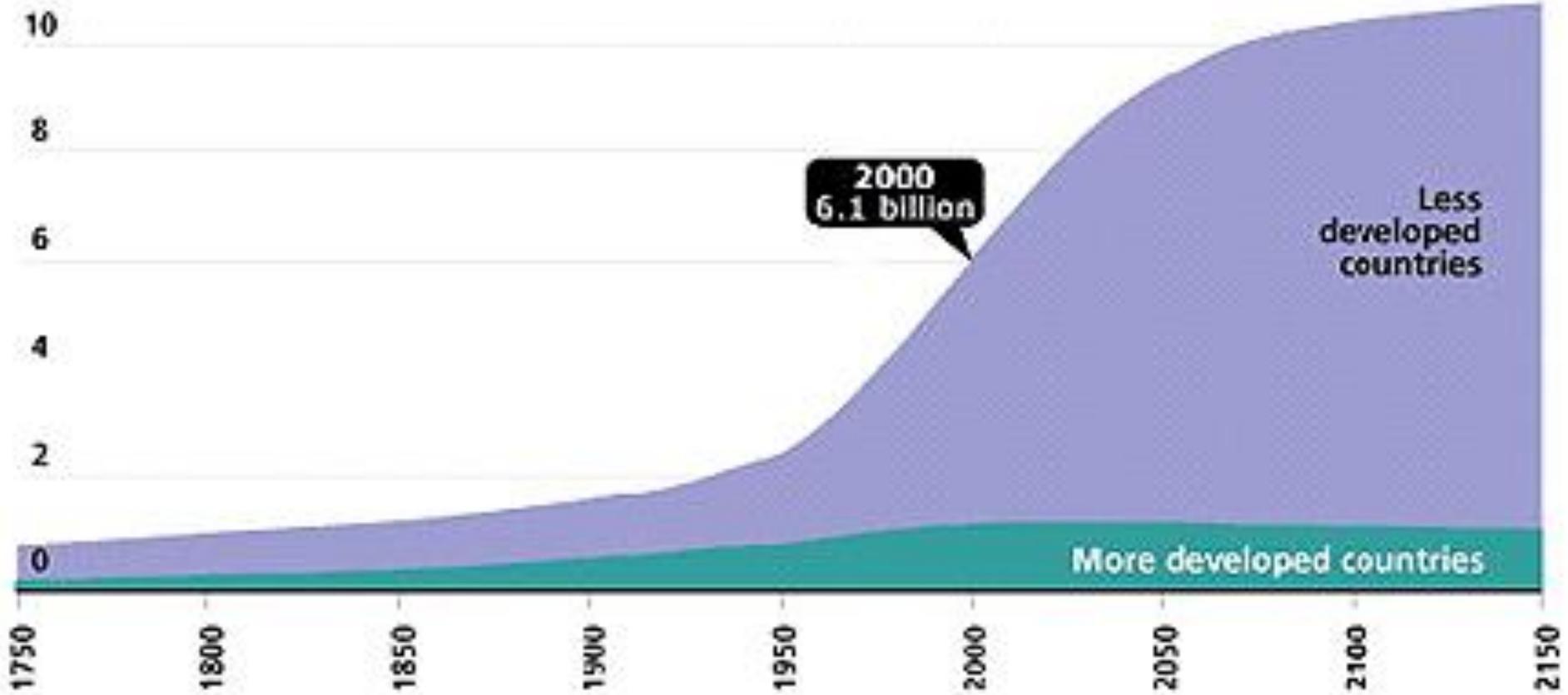
$K$  – емкость среды, размер популяции, при котором скорость ее роста равна нулю

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

Уравнение Вольтерра (или Ферхюльста)

# World Population Growth, 1750-2150

Population (in billions)

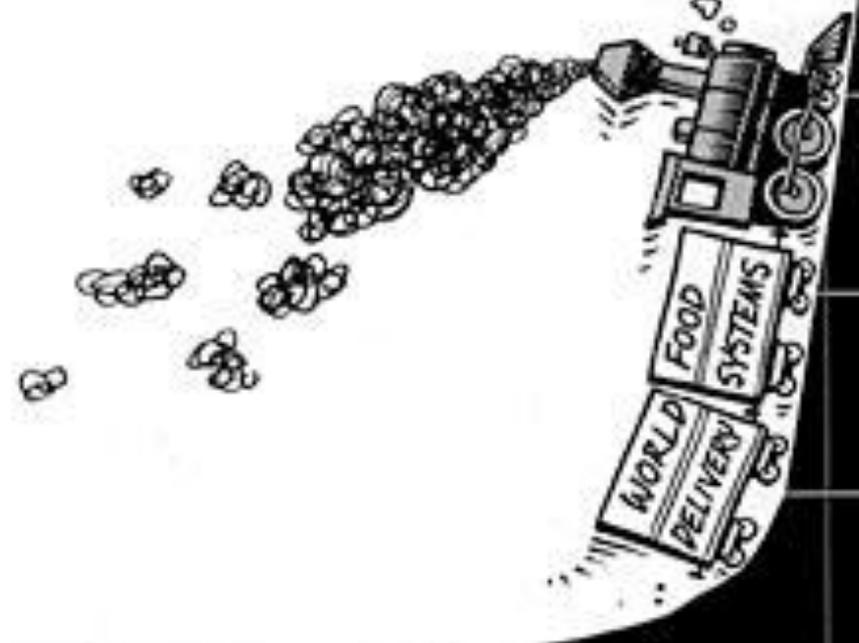


Source: United Nations, *World Population Prospects, The 1998 Revision*; and estimates by the Population Reference Bureau.

# HUMAN POPULATION GROWTH CHART

(including projections)

I THINK I CAN...  
I THINK I CAN...  
I HOPE I CAN...  
I REALLY HOPE I CAN...  
MAN, I HOPE I CAN...



BILLIONS

12.5

10

7.5

5

2.5

0

YEAR

1 AD

200

400

600

800

1000

1200

1400

1600

1700

1800

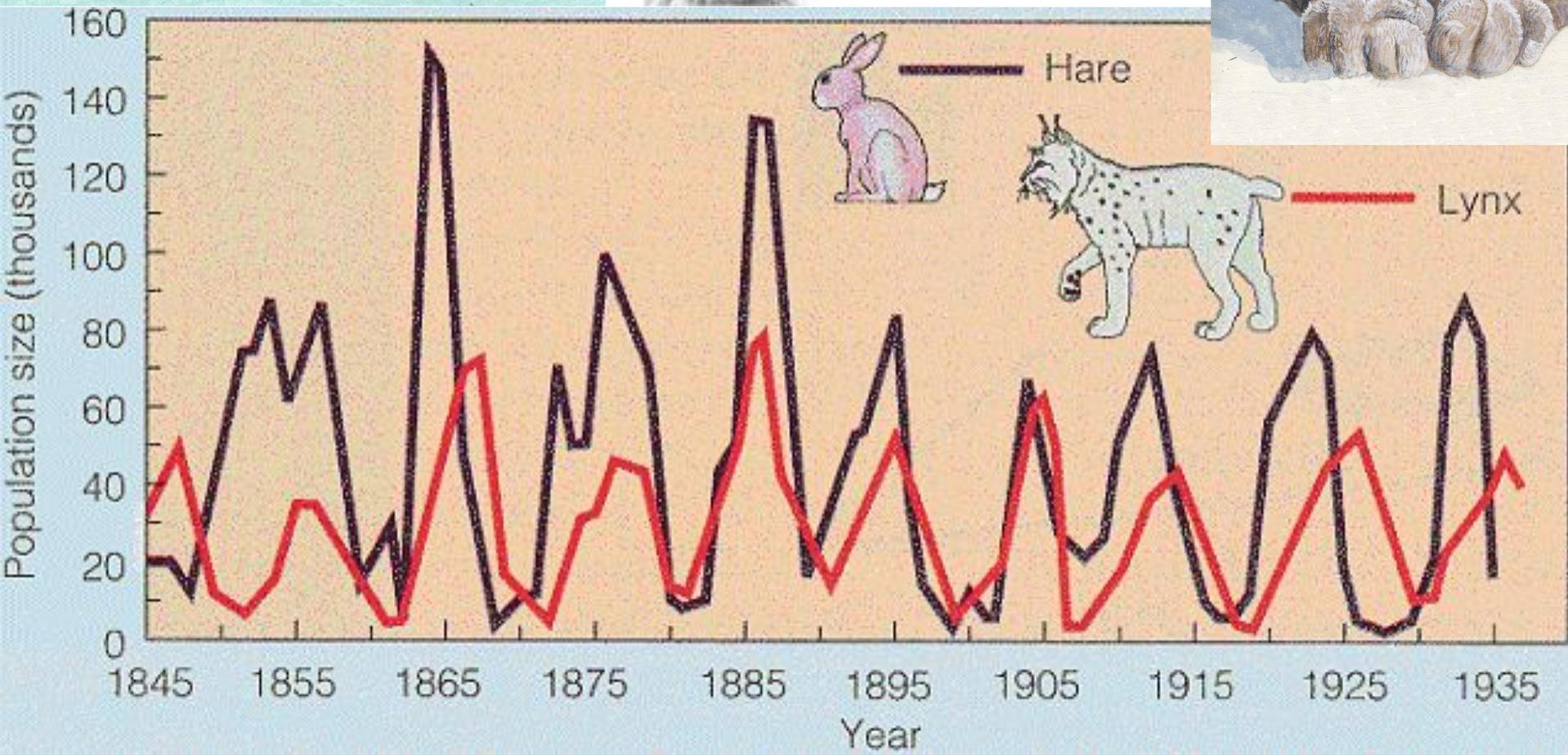
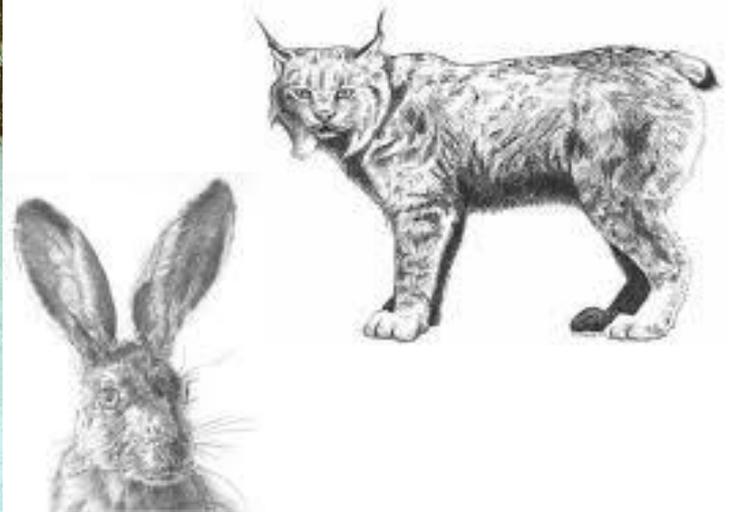
1900

2000

2025

2050

2100



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

*Экологическая стратегия.* Среди приспособлений для выживания выделяется комплекс признаков, называемых экологической стратегией – общая характеристика роста и размножения данного вида. *Два крайних типа получили название r- и K-стратегии.*

- 1) Организмы, придерживающиеся **r-стратегии** (так называемые «*оппортунистические*»), стремятся к максимально возможной скорости роста численности (параметр  $r$ ). Потомство таких видов с большой долей вероятности не доживает до зрелого возраста.
- 2) Организмы, придерживающиеся **K-стратегии** («*равновесные*»), наоборот находятся в состоянии равновесия со своими ресурсами и воспроизводят относительно мало, однако стремятся вложить в потомство как можно больше.

## Характеристика популяции, вида



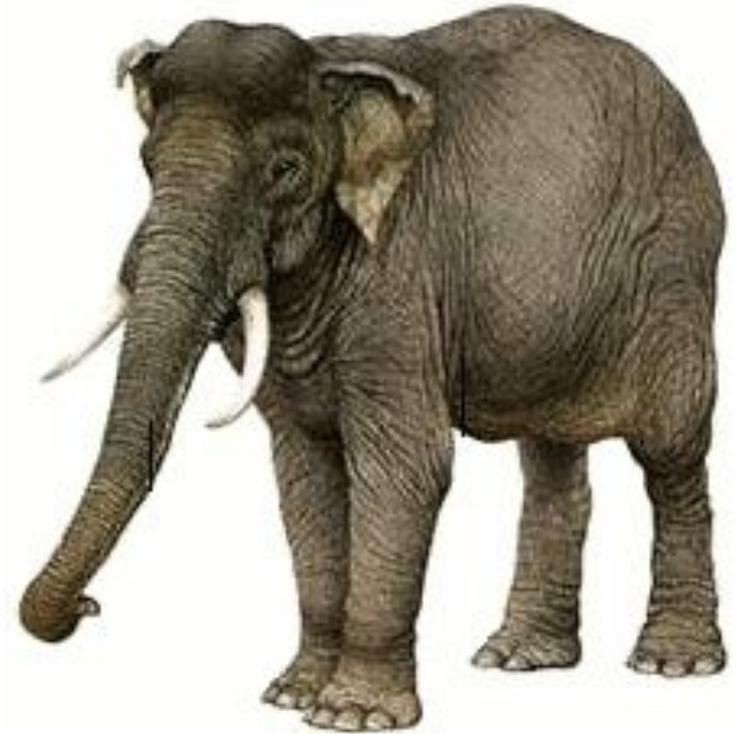
Foto: A. Nem.

© vitawater.ru

**Экологическая стратегия.** Среди приспособлений для выживания выделяется комплекс признаков, называемых экологической стратегией – общая характеристика роста и размножения данного вида. **Два крайних типа получили название r- и K-стратегии.**

**r-стратегии** быстро достигают половой зрелости, приносят большое количество мелких потомков, имеют небольшие размеры и малую продолжительность жизни.

## Характеристика популяции, вида



*K-стратеги* медленно развиваются, имеют более крупные размеры и большую продолжительность жизни, образуют небольшое число более крупных, хорошо защищенных потомков. Обитают они в средах со стабильными или закономерно изменяющимися условиями.

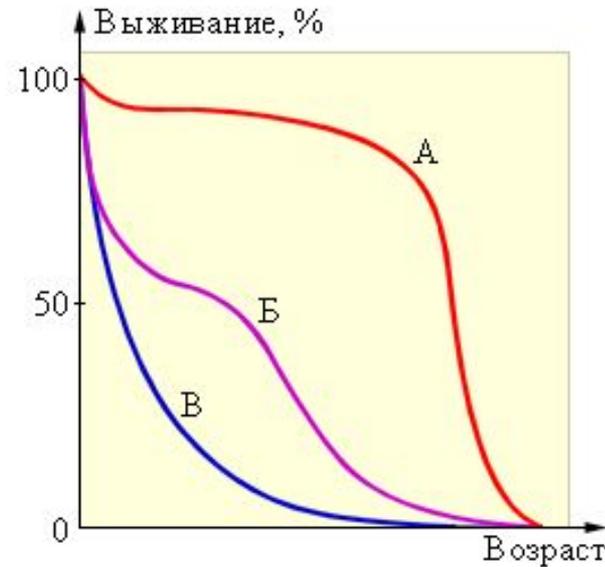
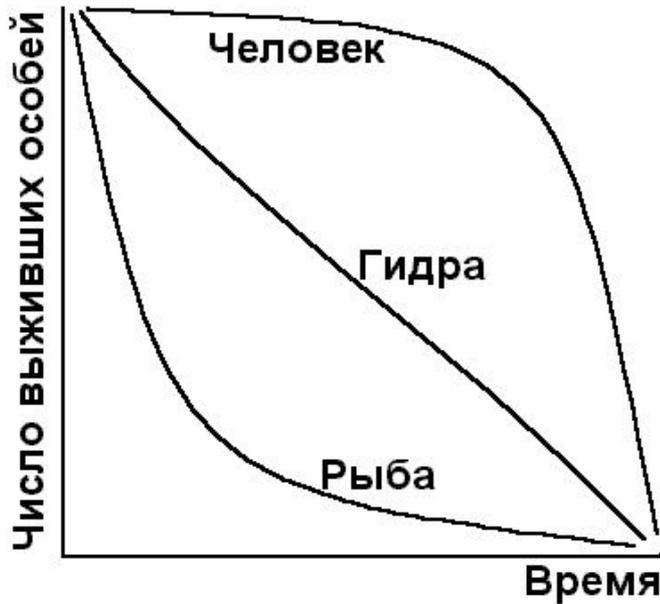
В нестабильной или непредсказуемой окружающей среде преобладает r-стратегия, так как в этом случае ключевую роль играет способность быстрого размножения, а адаптационные механизмы, позволяющие конкурировать с другими организмами, ввиду быстро изменяющихся условий не столь важны. Характерными чертами r-стратегии являются высокая плодовитость, небольшие размеры, относительно короткое время жизни поколения и способность быстрого и широкого распространения. Среди организмов, выбравших r-стратегию, встречаются бактерии и диатомовые водоросли, насекомые и сорные растения, а также головоногие и некоторые млекопитающие (особенно небольшие грызуны).

Если окружающая среда более-менее постоянная, то в ней преобладают организмы с K-стратегией, так как в этом случае на первое место выходит способность успешно конкурировать с другими организмами в условиях ограниченных ресурсов. Популяция K-стратегов, как правило, постоянна и близка к максимально возможной в данных условиях. Характерными чертами K-стратегии являются большие размеры, относительно долгий промежуток жизни и малое потомство, на воспитание которого отводится значительная часть времени. Типичными K-стратегатами являются крупные животные — слоны, человекообразные обезьяны, бегемоты, киты и человек.

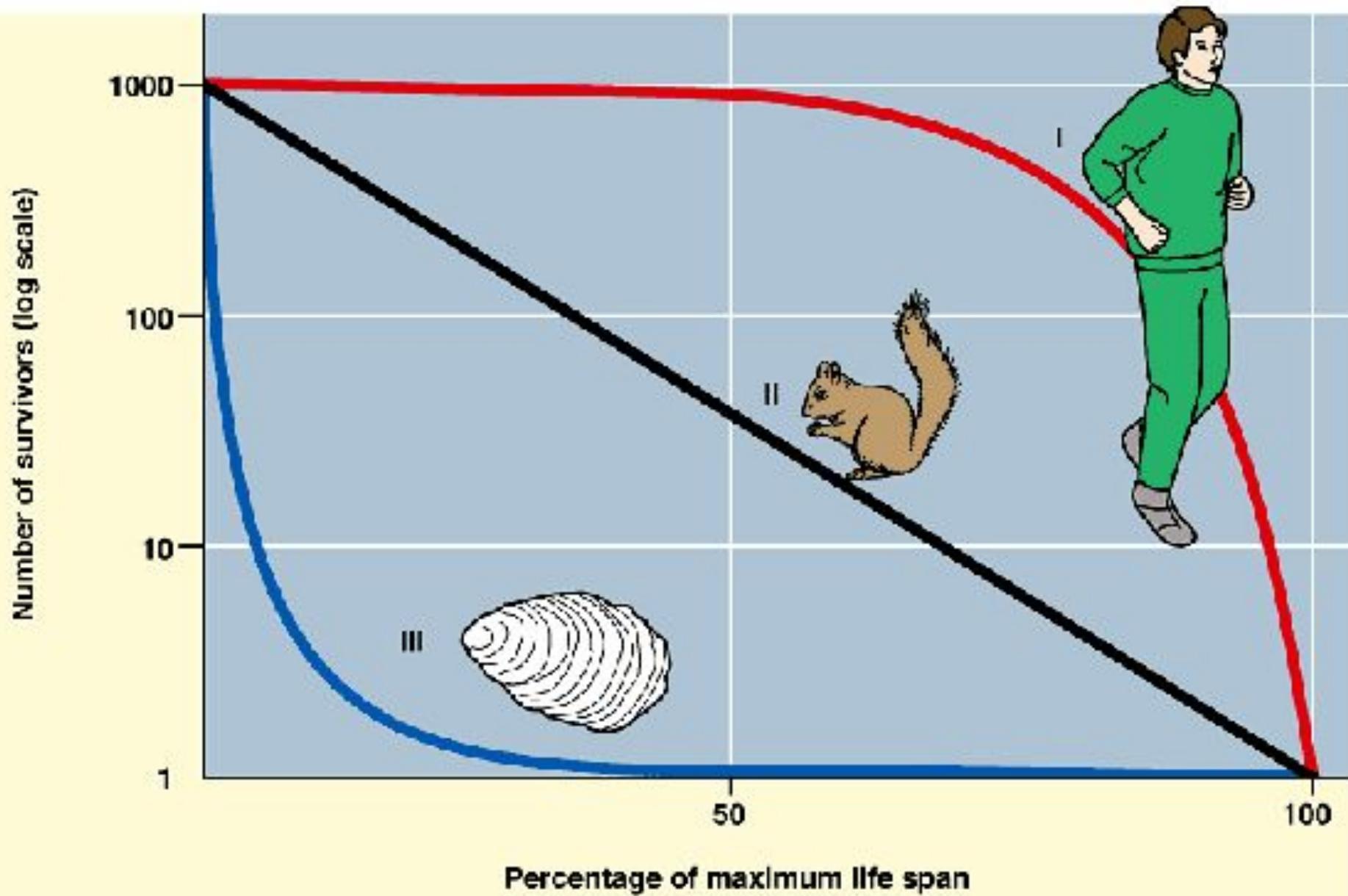
Характеристика	r-стратегия	K-стратегия
<b>Численность популяции</b>	Очень изменчива, может быть больше K	Обычно близка к K
<b>Оптимальный тип местообитания или климата</b>	Изменчивый и(или) непредсказуемый	Более-менее постоянный, предсказуемый
<b>Смертность</b>	Обычно катастрофическая	Небольшая
<b>Размер популяции</b>	Изменчивый во времени, неравновесный	Относительно постоянный, равновесный
<b>Конкуренция</b>	Часто слабая	Обычно острая
<b>Онтогенетические особенности</b>	Быстрое развитие, раннее размножение Небольшие размеры Единственное размножение Много потомков Короткая жизнь (менее 1 года)	Относительно медленное развитие Позднее размножение Крупные размеры Множественное размножение Мало потомков Долгая жизнь (больше 1 года)
<b>Способность к расселению</b>	Быстрое и широкое расселение	Медленное расселение

**Выживаемость – смертность**

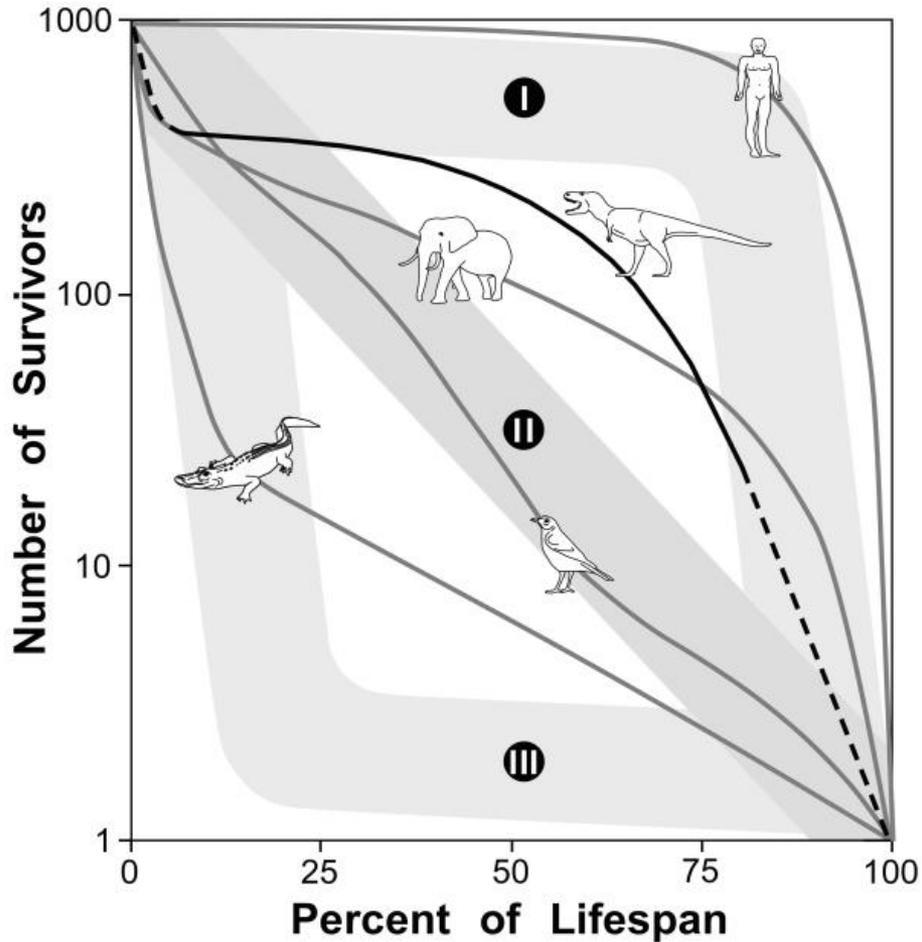
## Характеристика популяции, вида



**Различные типы кривых выживания.** Численность популяции зависит от баланса рождаемости и смертности, которые, в свою очередь, зависят от абиотических и биотических факторов. При благоприятных климатических условиях и достаточном количестве пищи численность возрастает, при неблагоприятных — уменьшается. Смертность у организмов различна в разные периоды жизни, различают три основных типа смертности: смертность, одинаковая во всех возрастах (гидры), повышенная гибель на ранних стадиях развития (рыбы), повышенная гибель старых особей (человек).

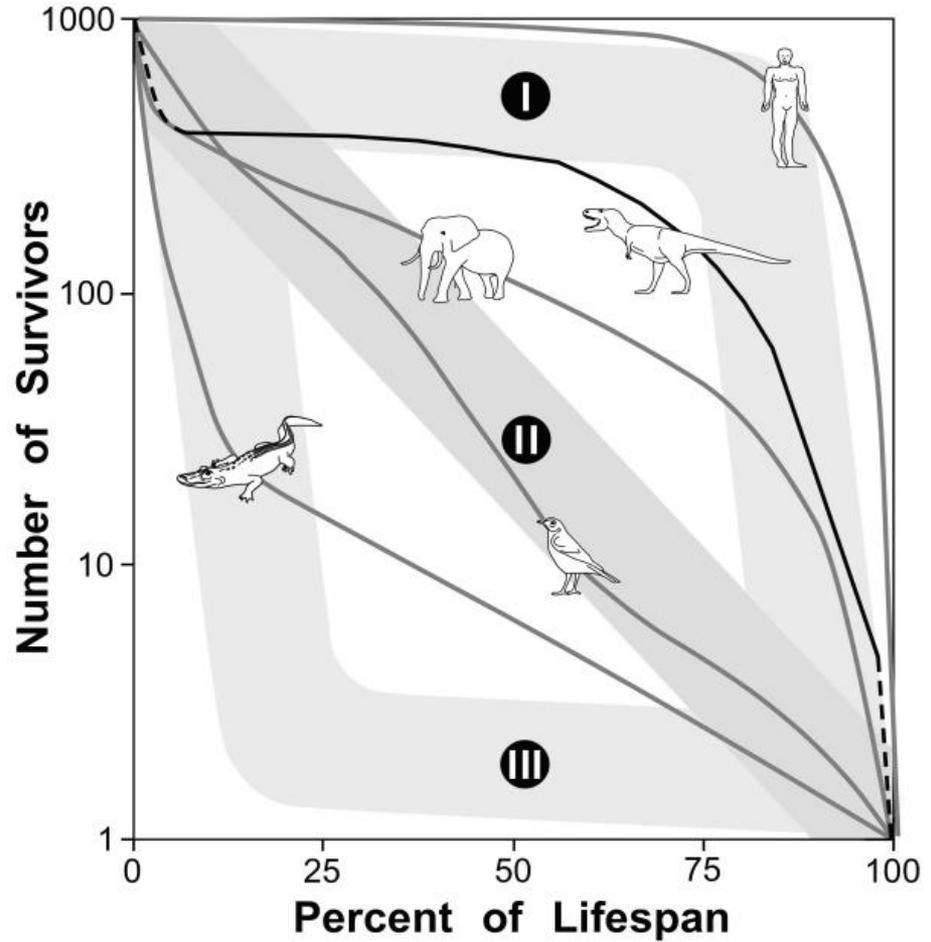


# Albertosaurus, n=22



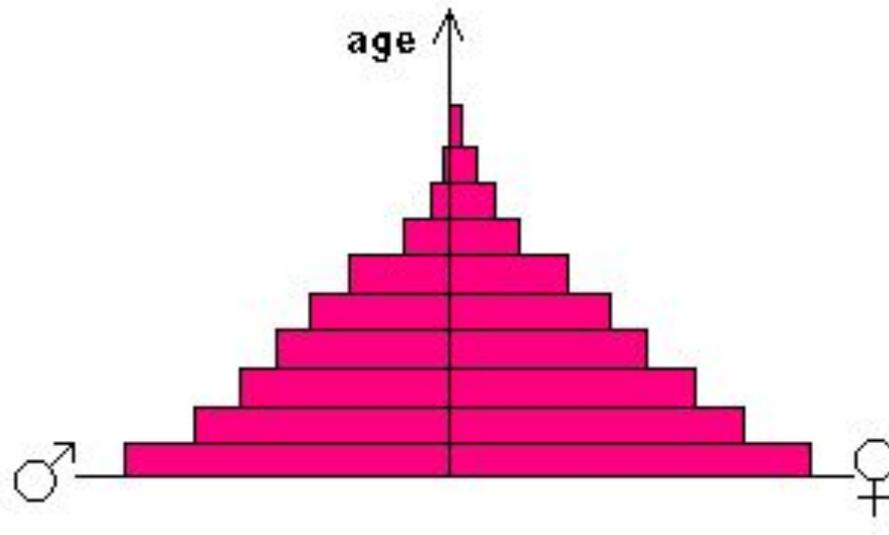
Copyright © 2006 Gregory M. Erickson

# Tyrannosaurus, n=30



Copyright © 2006 Gregory M. Erickson

# Половозрастная структура популяции



Популяционная пирамида

**Половая структура популяции** – соотношение особей мужского и женского пола.

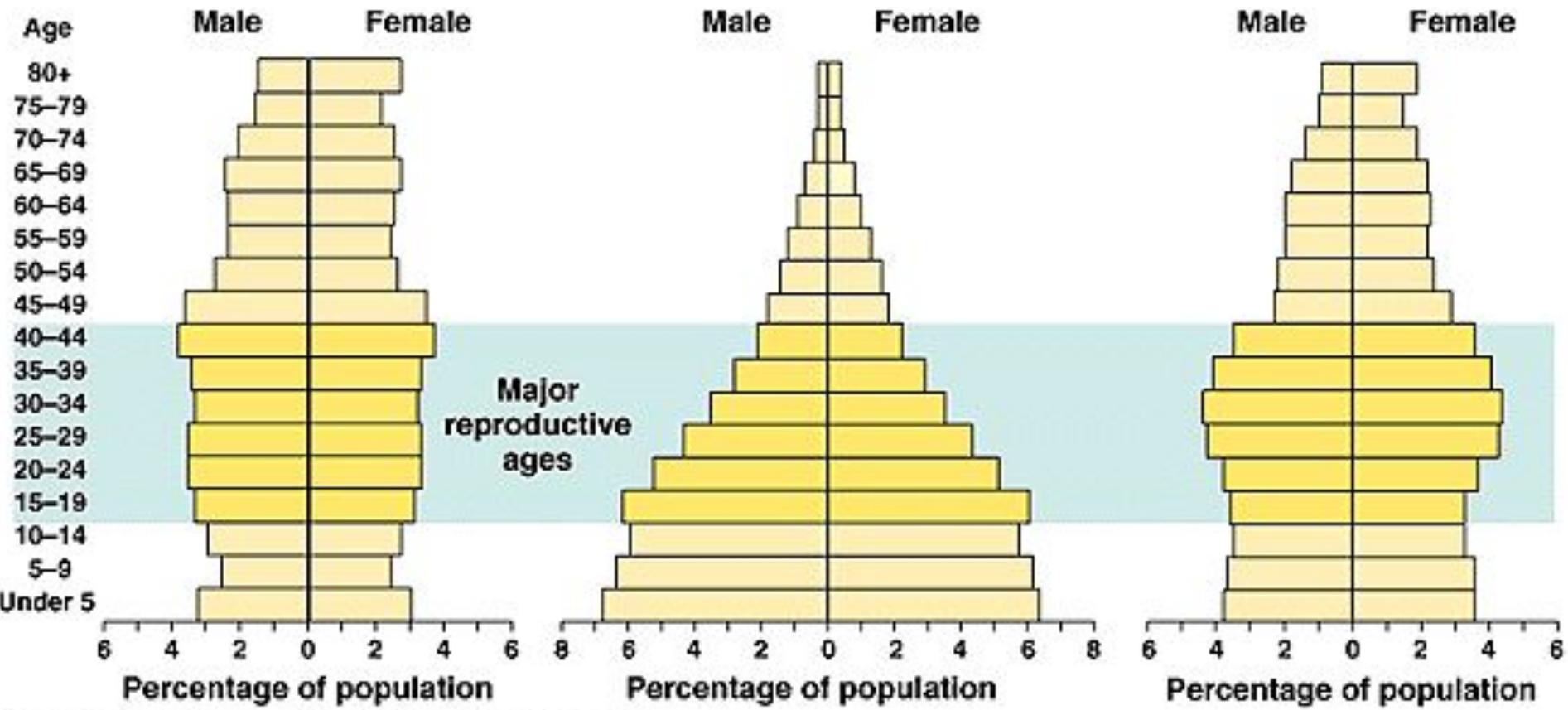
Значение половой структуры:

- биологическое, связанное с рекомбинацией генетической информации;
- адаптационное, связанное с разнокачественностью особей мужского и женского пола на биохимическом, физиологическом уровне;
- разделение ролей в обеспечении выживаемости молодняка.

### SWEDEN

### MEXICO

### UNITED STATES



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

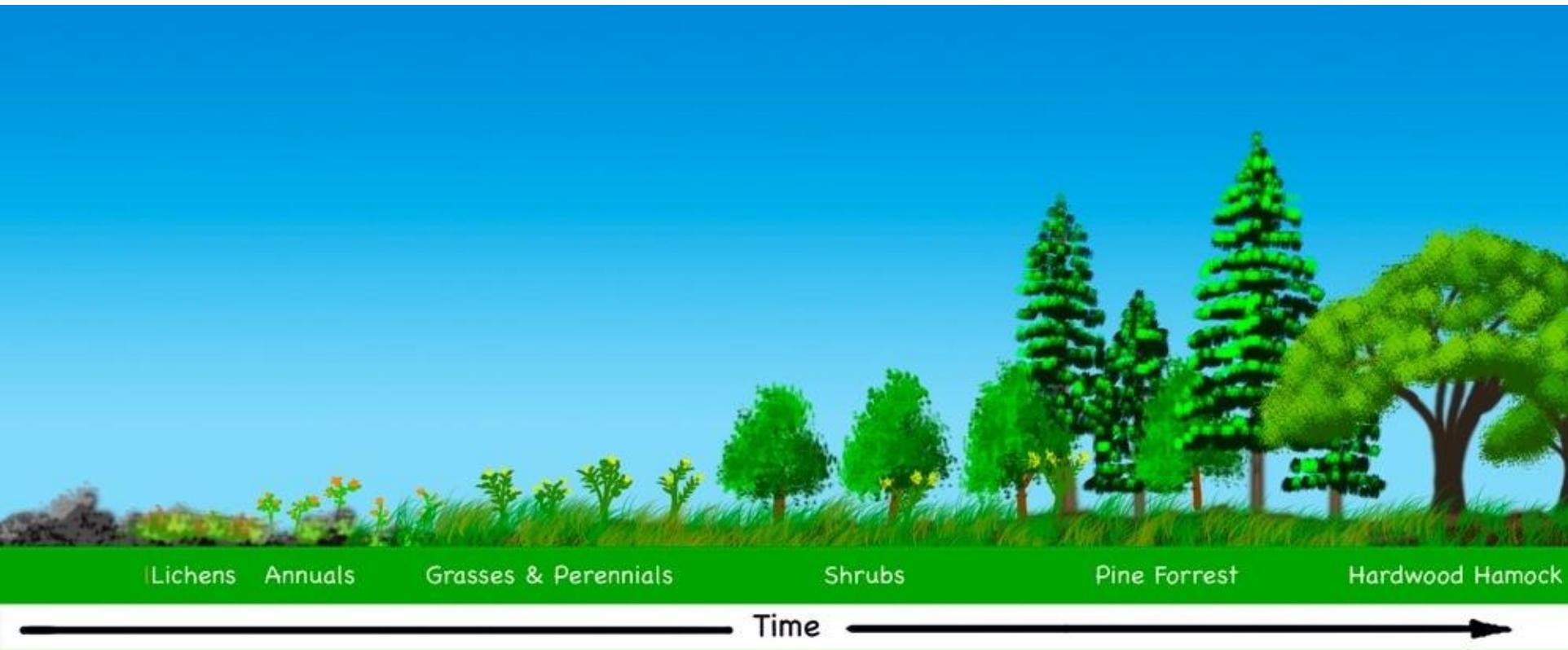
# Развитие биоценозов

# Развитие экосистем. Сукцессии.

**Сукцессия** (от лат. *succesio* — преемственность, наследование) — последовательная необратимая и закономерная смена одного биоценоза (фитоценоза, *микробного сообщества*, биогеоценоза и т. д.) другим на определённом участке среды.

Климаксное  
сообщество

Пионерное сообщество

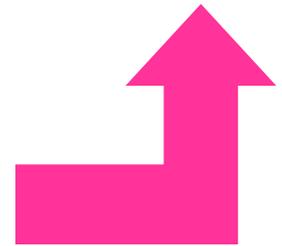


# Сукцессия

- **Сукцессия** – последовательная смена биоценозов на одной и той же территории
- Изменения, касающиеся в первую очередь биоценоза, происходят медленно, на всех стадиях процесса экосистема сбалансирована

# Виды сукцессии

- **Первичная сукцессия** – процесс развития и смены биоценозов на незаселенных ранее участках (голая скала-лишайники-мхи-травы-лес)



- **Вторичная сукцессия** происходит на месте сформировавшегося биоценоза после его нарушения по какой-либо причине (пожар, вырубка леса, засуха)



Однолетние  
дикие  
растения

Многолетние  
дикие растения  
и травы

Кустарники

Молодой  
сосновый лес

Зрелый  
дубовый лес

ВРЕМЯ 