

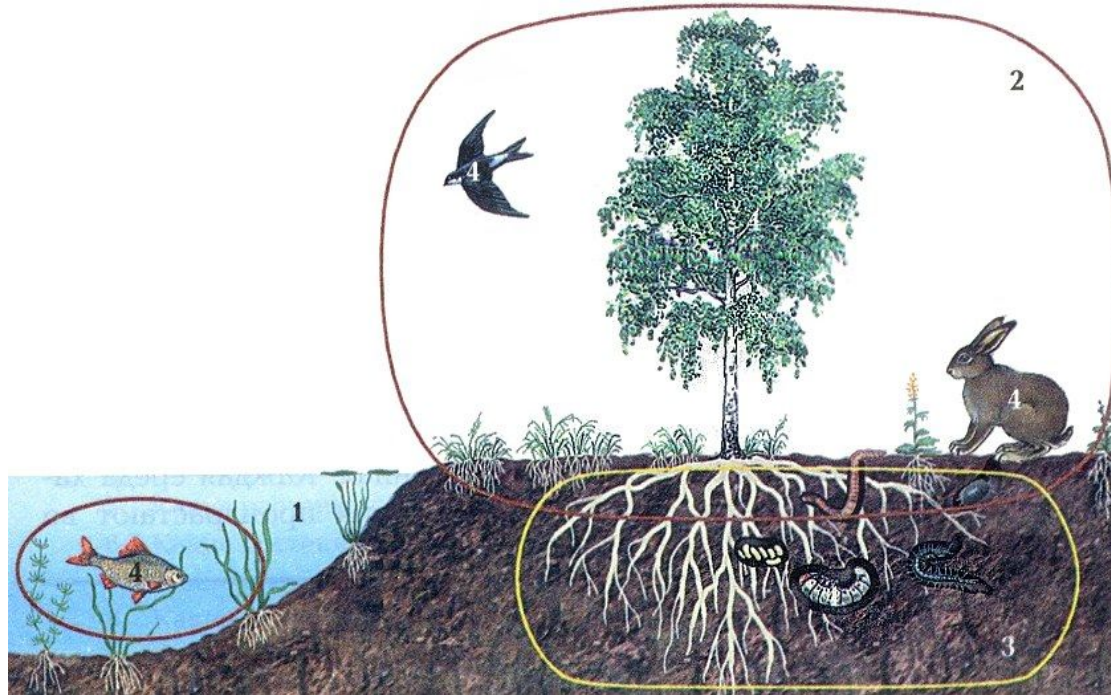
Демэкология.

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.

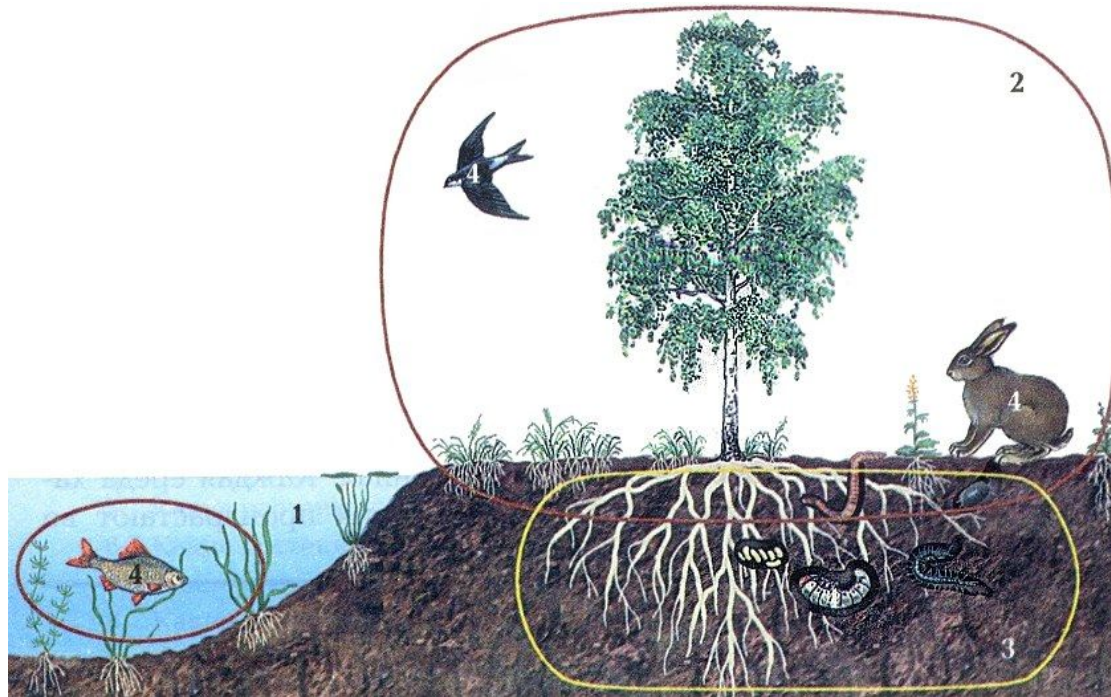
Характеристика популяции, вида



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

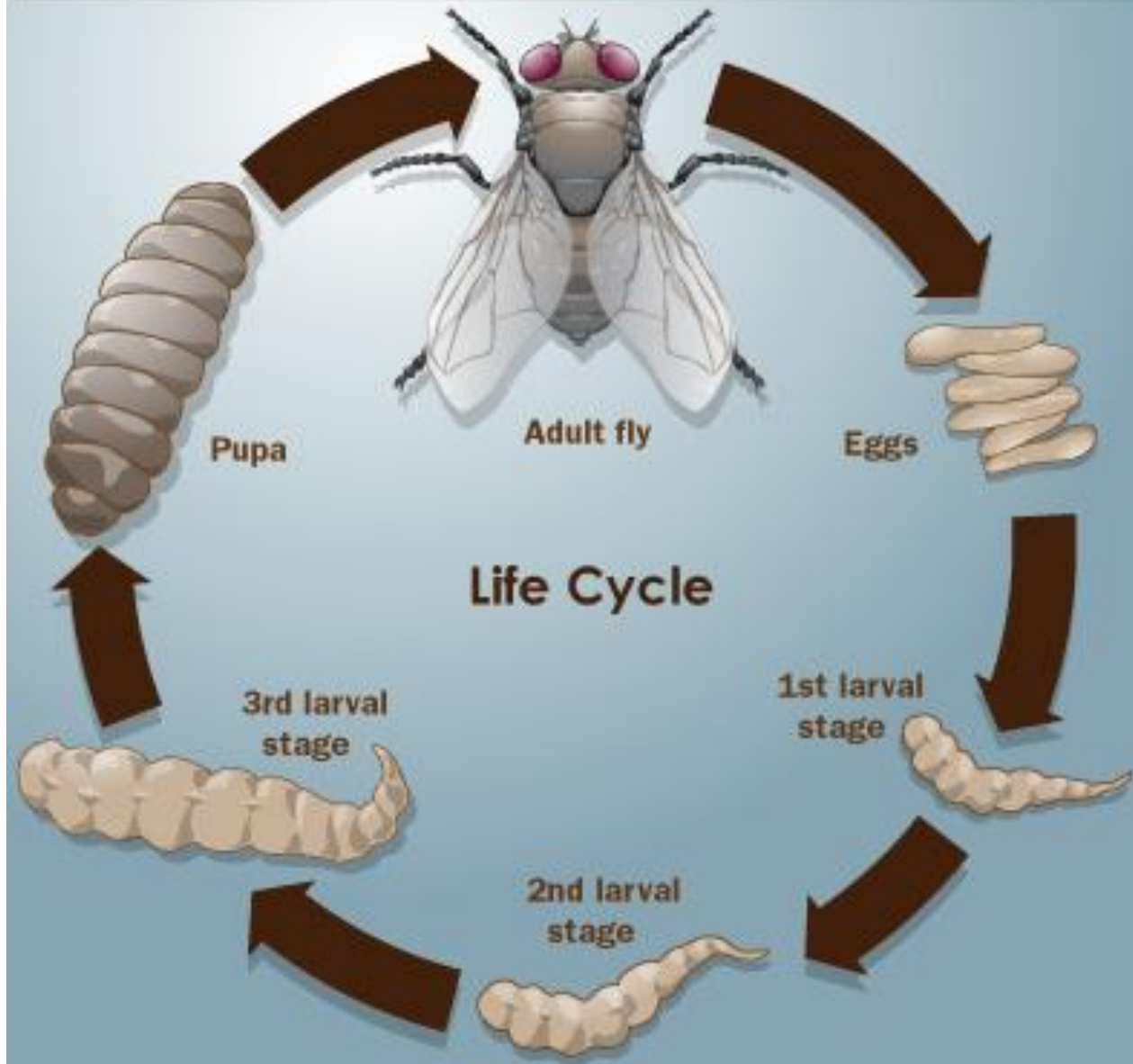
Linnaeus, 1758

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

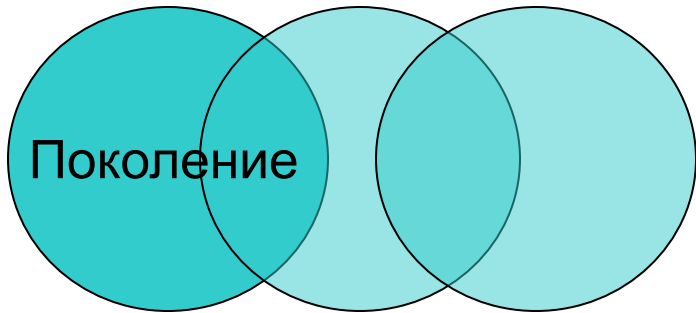
7 поколений в год

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

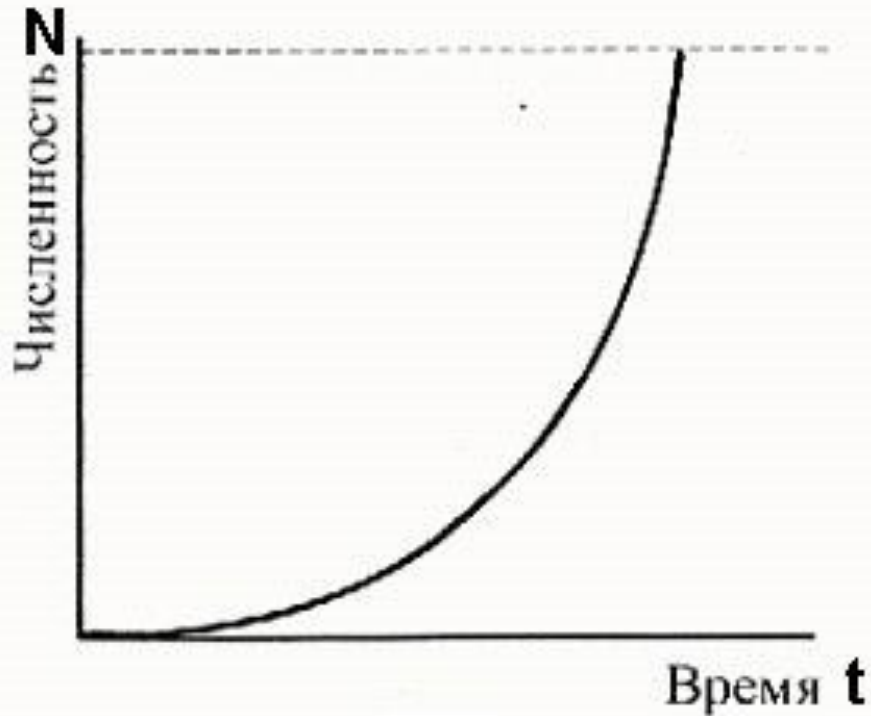
d – смертность

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 ;

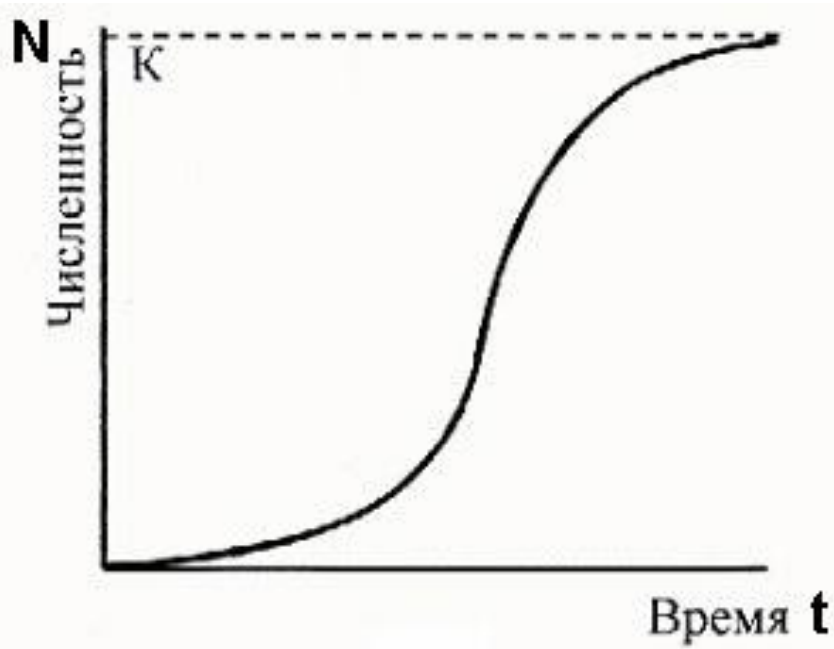
r – скорость роста популяции, обусловленная свойствами организма (потенциальная скорость роста)

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»):

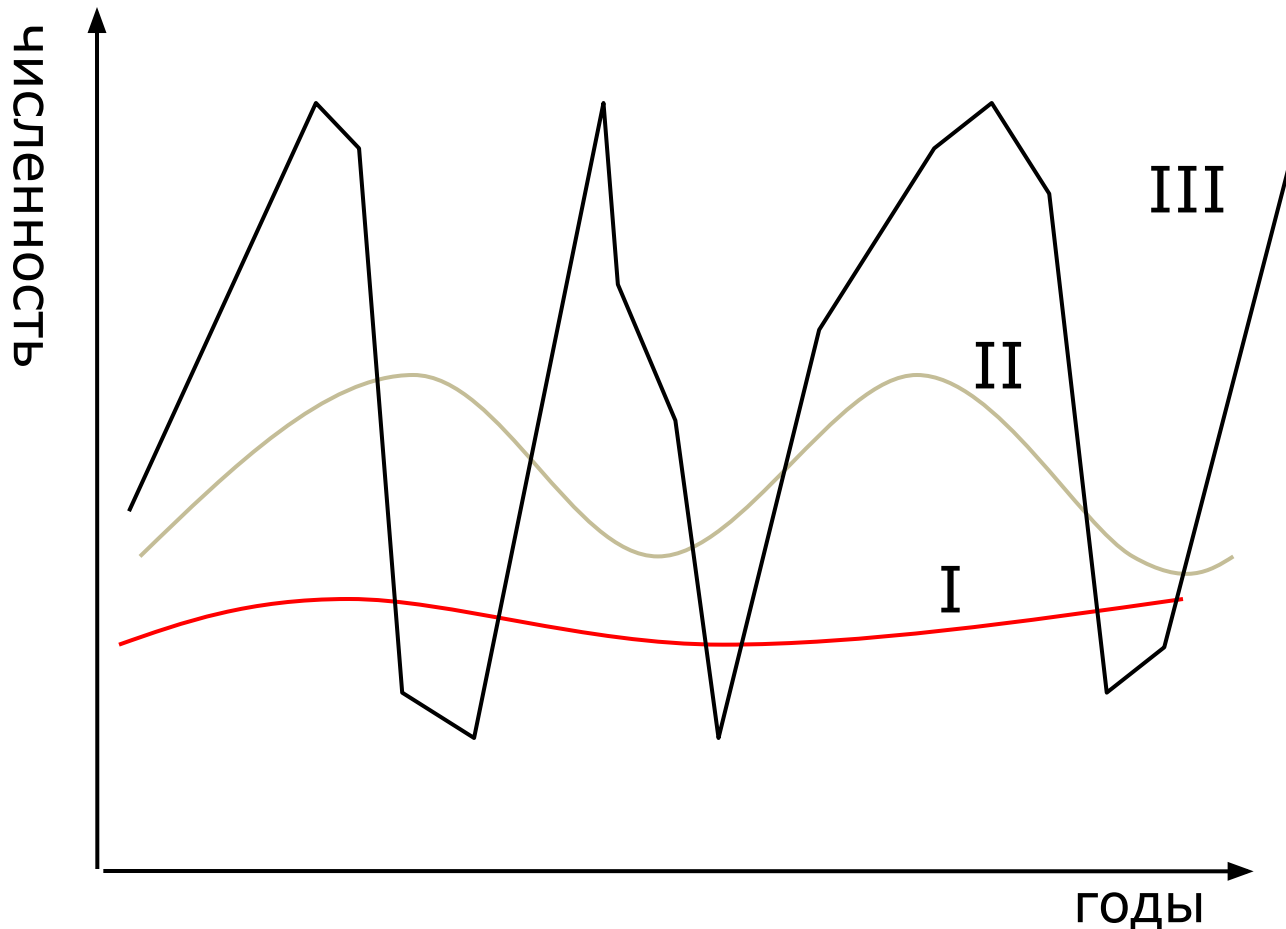
Возможен и другой сценарий роста популяции: скорость роста снижается и становится нулевой при достижении предельной численности популяции (уровень K). Такой рост популяции описывается **сигмоидной кривой (S-образной)**, например, **логистической функцией**:



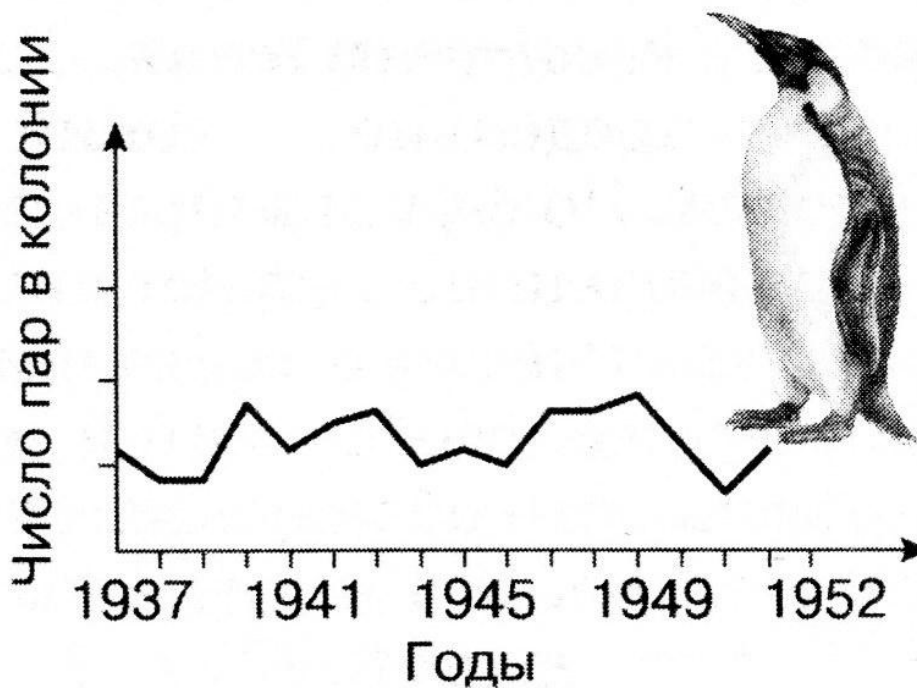
$$N_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - N_0}{N_0} \right) \cdot e^{-rt}}$$

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

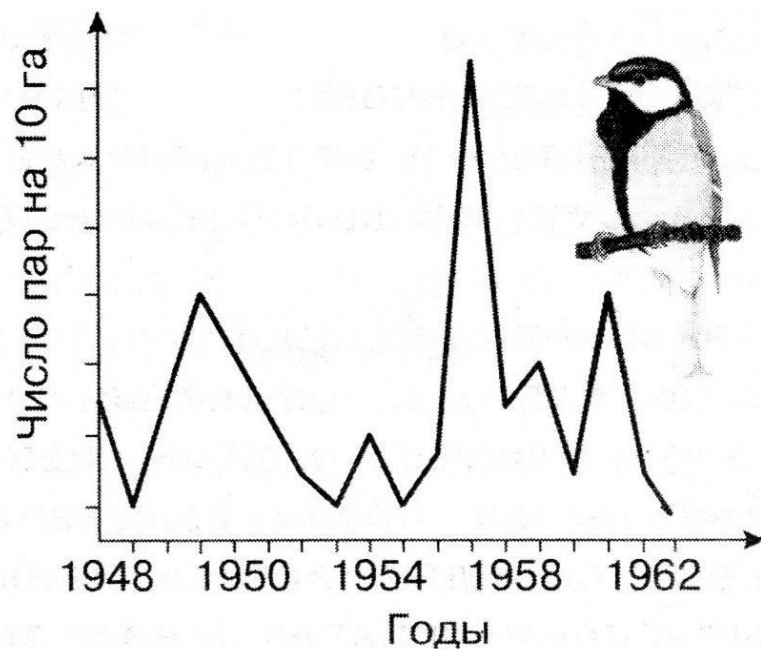
В 40-х годах С.А. Северцовым проанализирован многолетний ход численности у большого числа млекопитающих и птиц. Оказалось, что существуют различные типы динамики численности популяций.



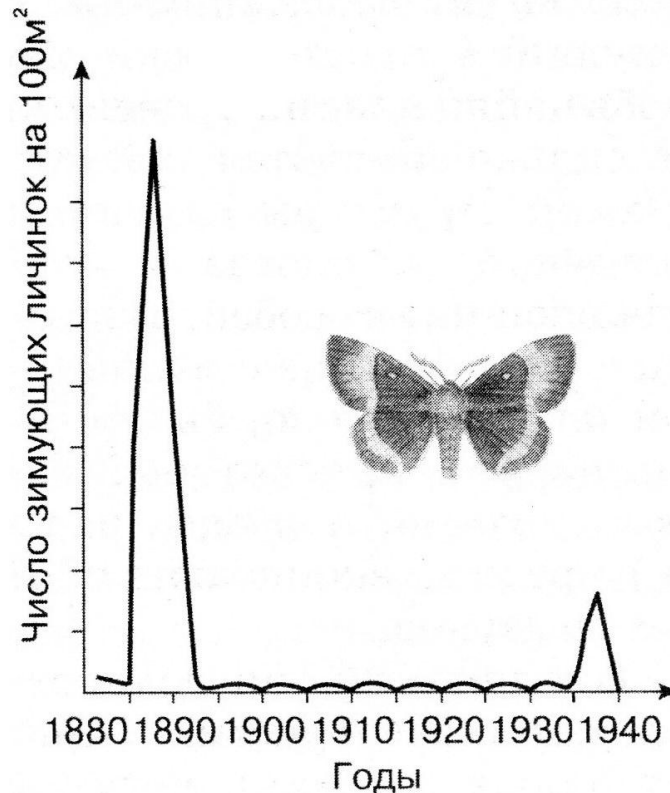
I. Стабильный тип: малая амплитуда и длительный период колебаний численности (10-20 лет). Характерно для крупных животных с большой продолжительностью жизни, низкой плодовитостью и высоким уровнем адаптации (китообразные, копытные, крупные рептилии).



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).



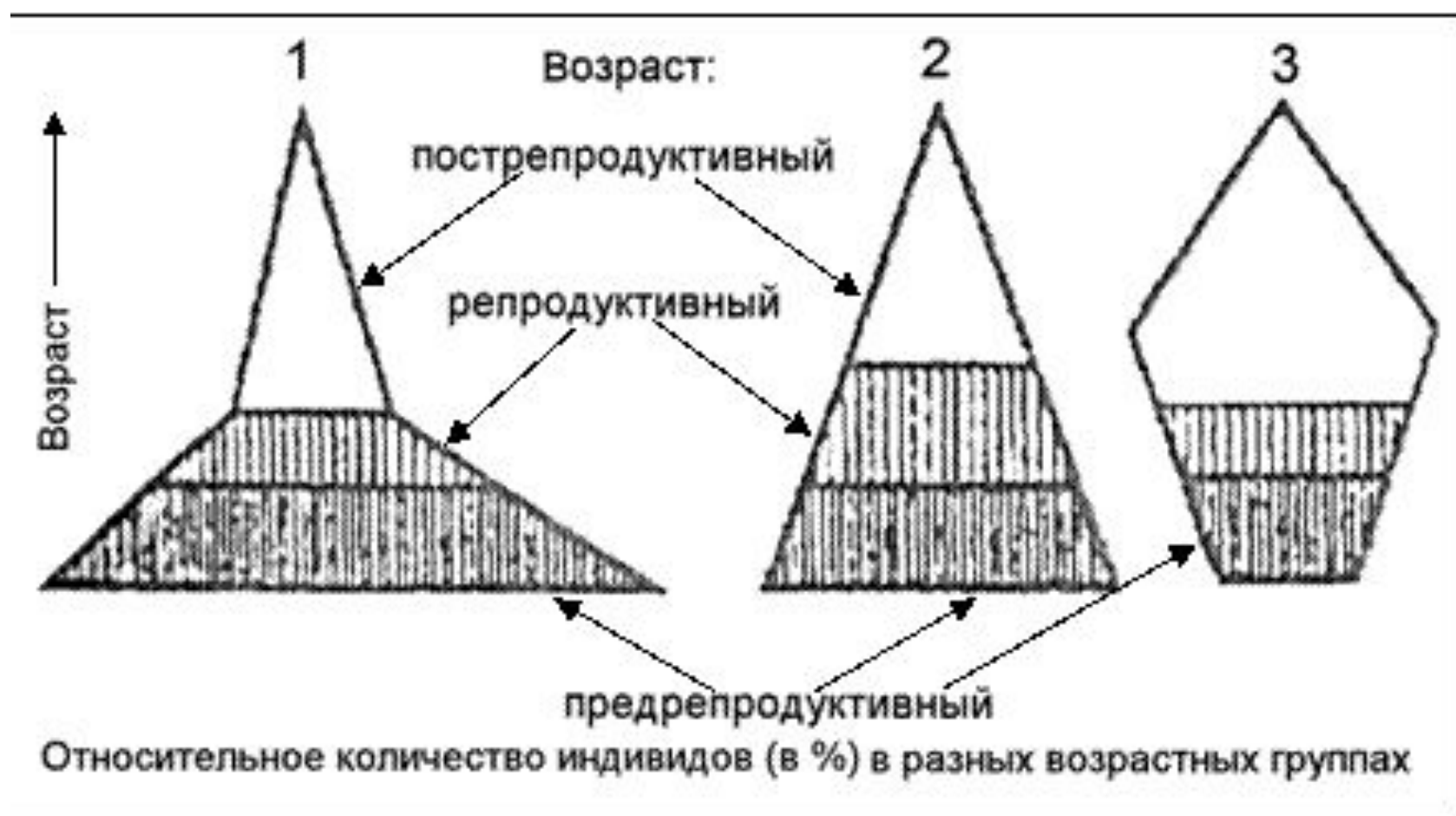


Рис. 2. Типы популяций: 1 – растущая (поползень), 2 – стабильная (барсук), 3 – сокращающаяся (тигр амурский)

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)

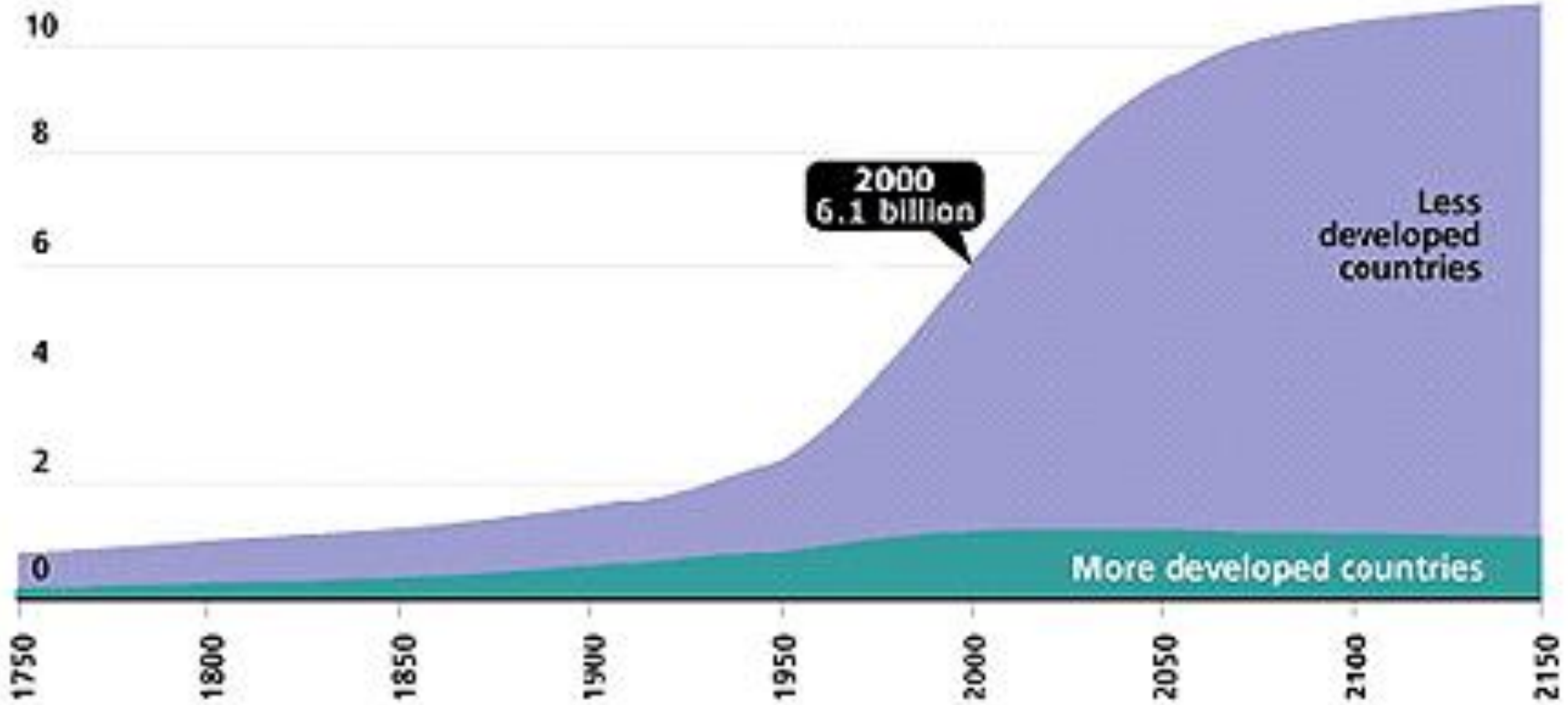
K – емкость среды, размер популяции, при котором скорость ее роста равна нулю

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

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

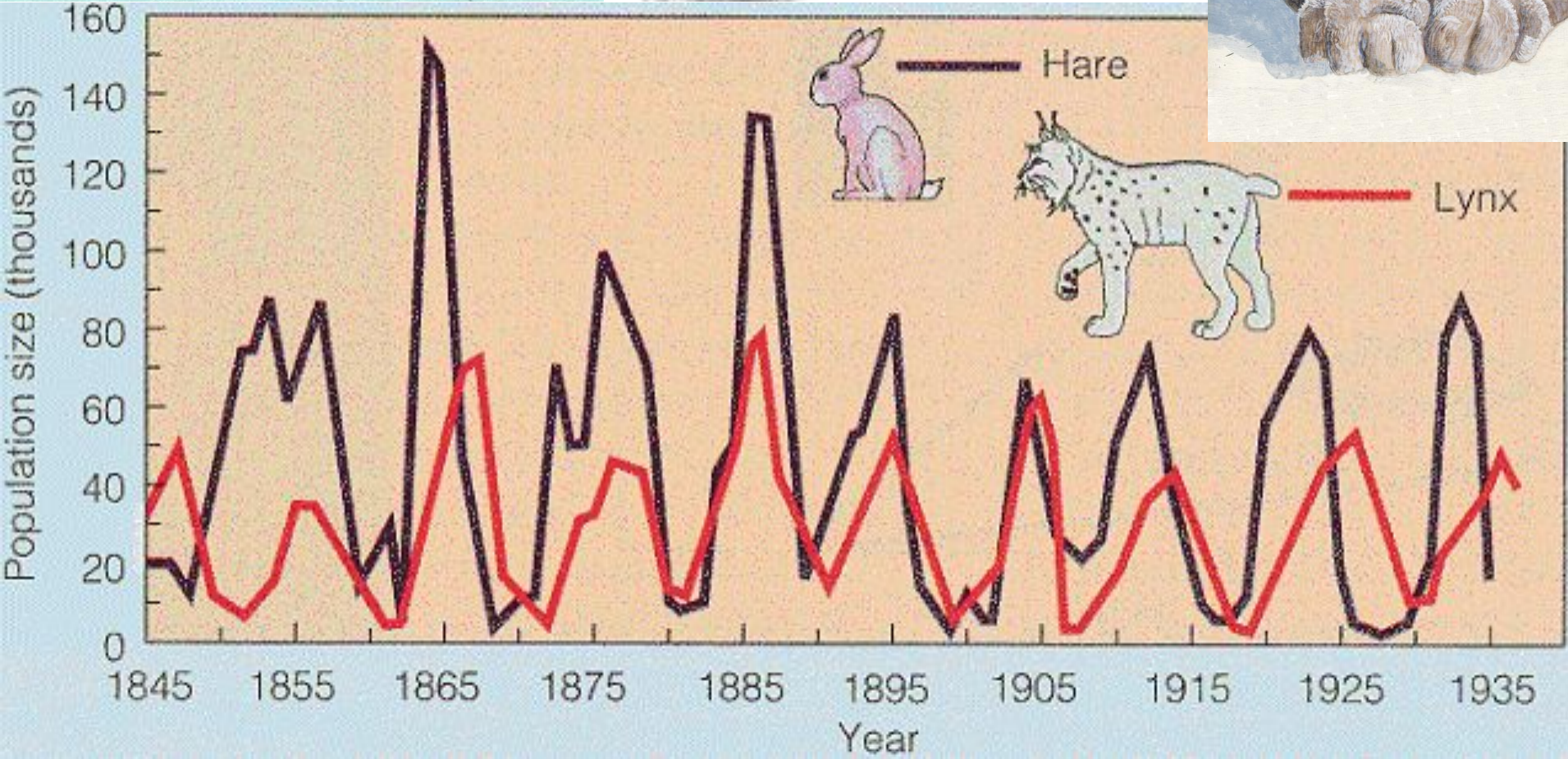
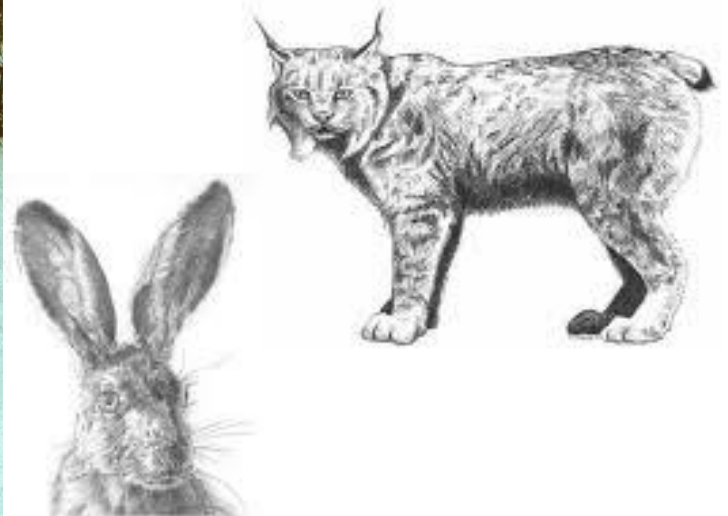
1900

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



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.

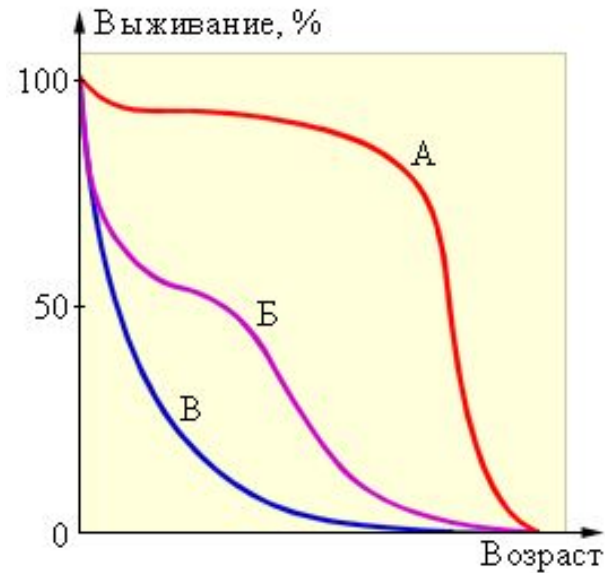
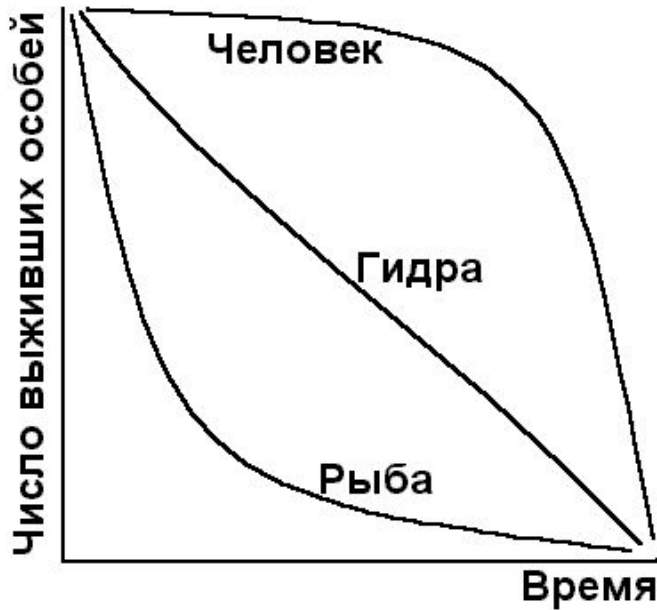
В нестабильной или непредсказуемой окружающей среде преобладает r-стратегия, так как в этом случае ключевую роль играет способность быстрого размножения, а адаптационные механизмы, позволяющие конкурировать с другими организмами, ввиду быстро изменяющихся условий не столь важны. Характерными чертами 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.

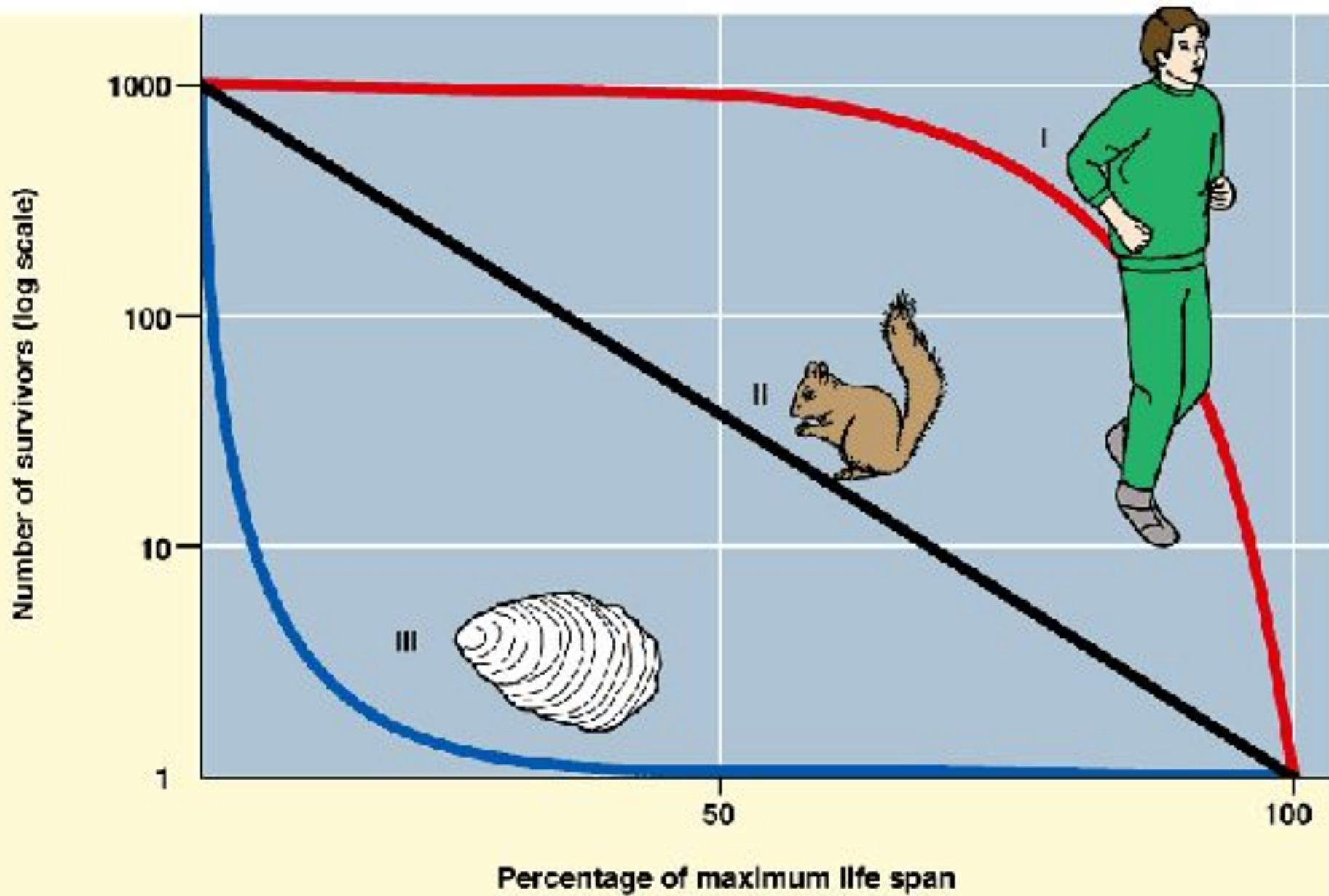
Характеристика	r-стратегия	K-стратегия
Численность популяции	Очень изменчива, может быть больше K	Обычно близка к K
Оптимальный тип местообитания или климата	Изменчивый и(или) непредсказуемый	Более-менее постоянный, предсказуемый
Смертность	Обычно катастрофическая	Небольшая
Размер популяции	Изменчивый во времени, неравновесный	Относительно постоянный, равновесный
Конкуренция	Часто слабая	Обычно острая
Онтогенетические особенности	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)
Способность к расселению	Быстрое и широкое расселение	Медленное расселение

Выживаемость – смертность

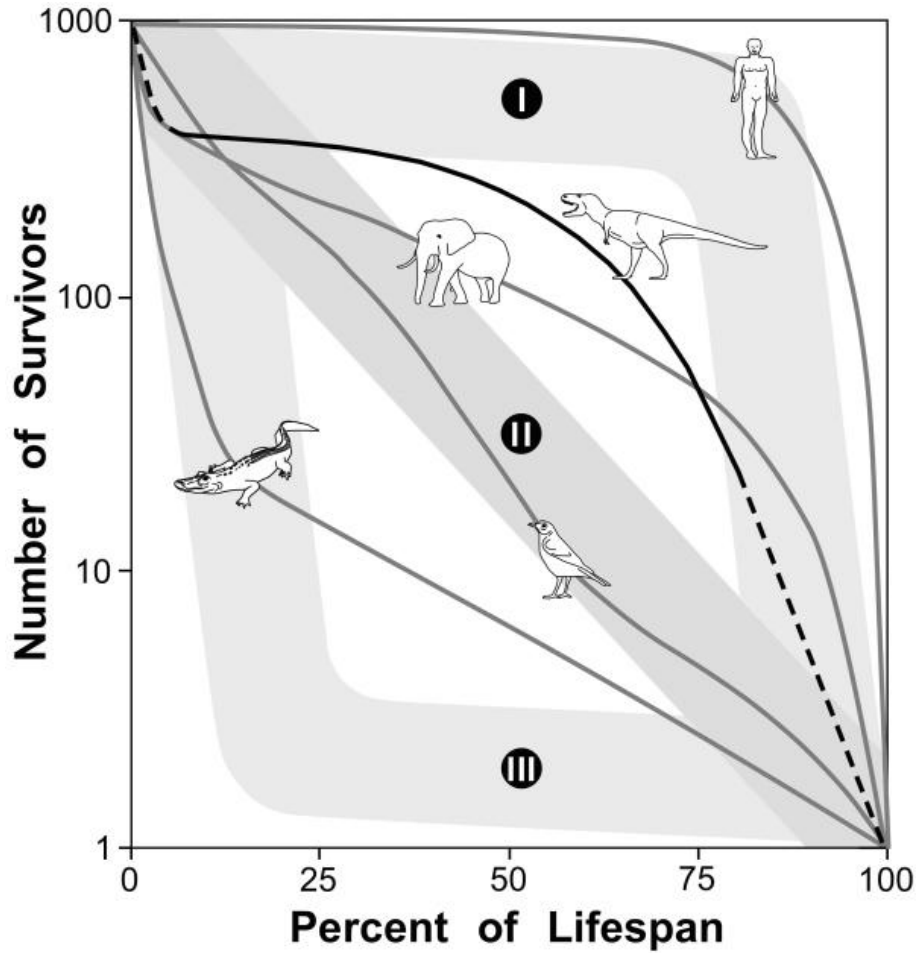
Характеристика популяции, вида



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).

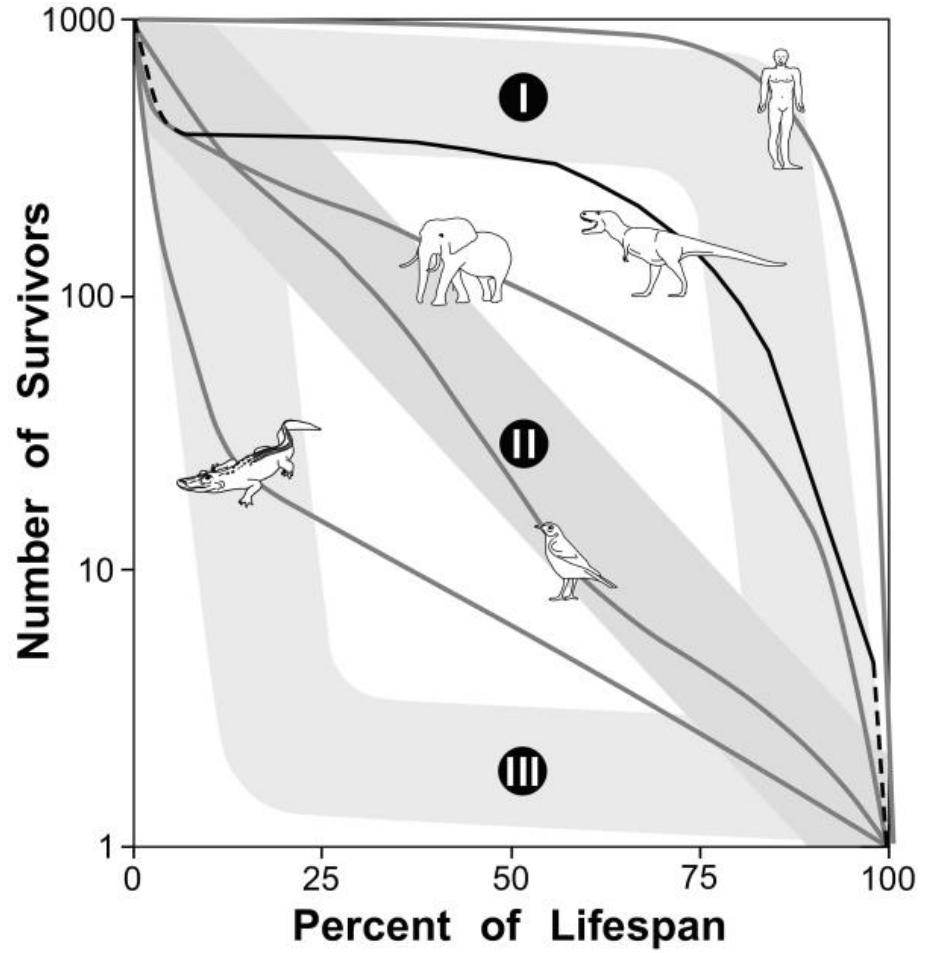


Albertosaurus, n=22



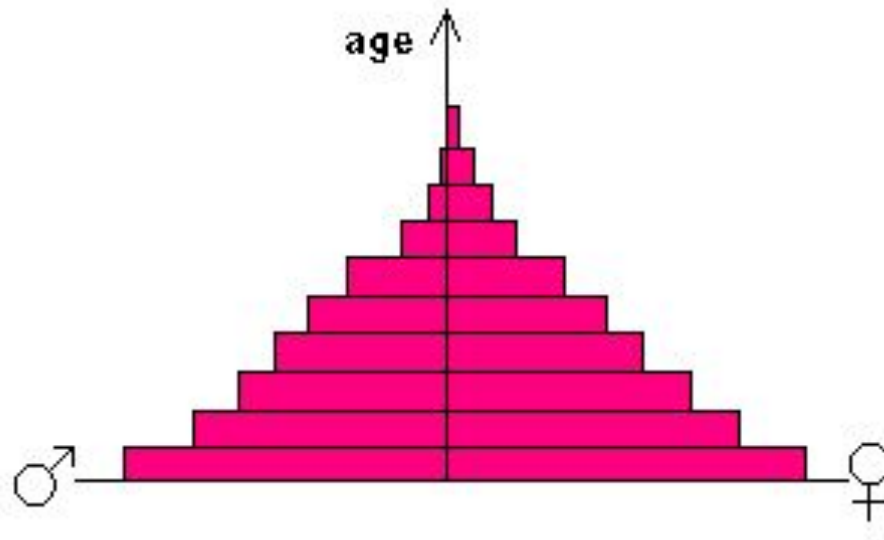
Copyright © 2006 Gregory M. Erickson

Tyrannosaurus, n=30



Copyright © 2006 Gregory M. Erickson

Половозрастная структура популяции



Популяционная пирамида

Половая структура популяции – соотношение особей мужского и женского пола.

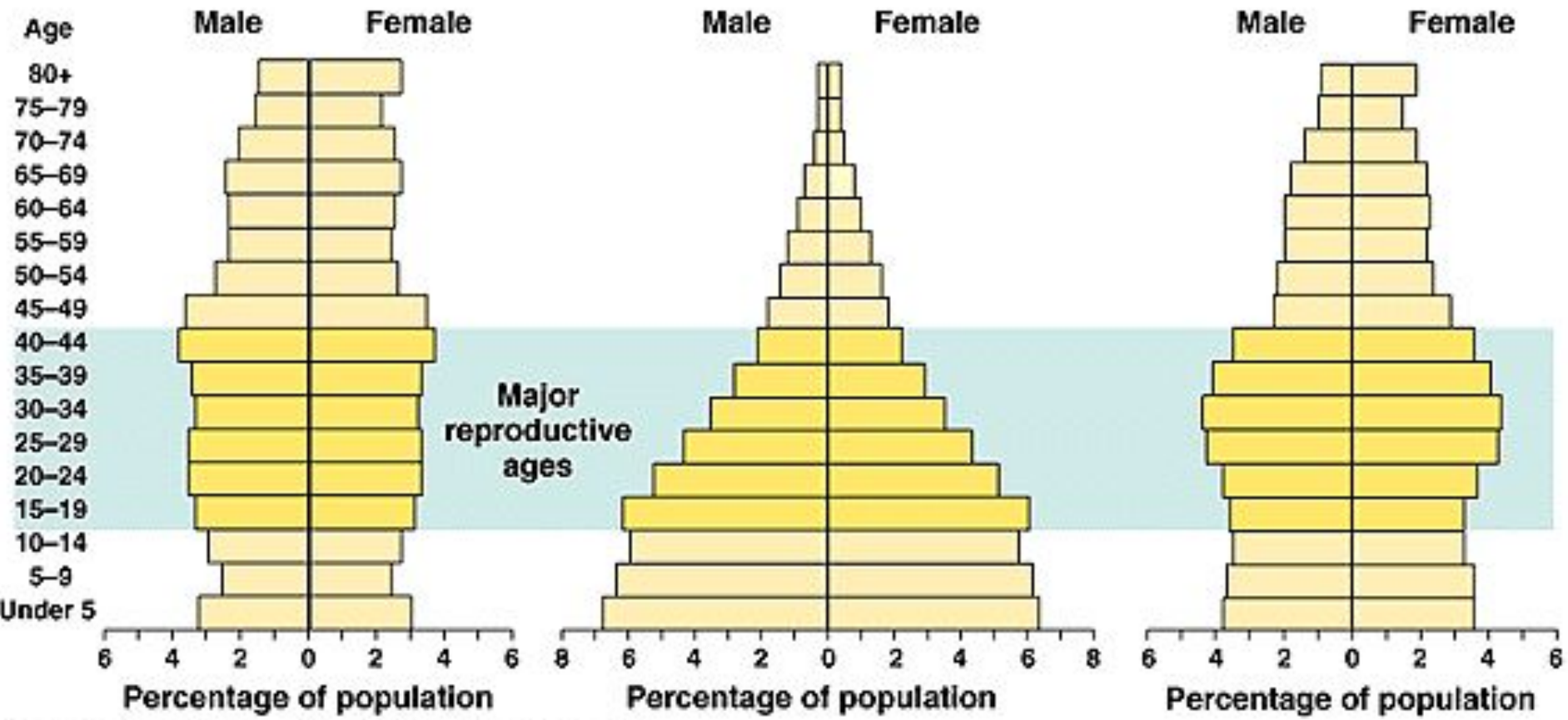
Значение половой структуры:

- 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.

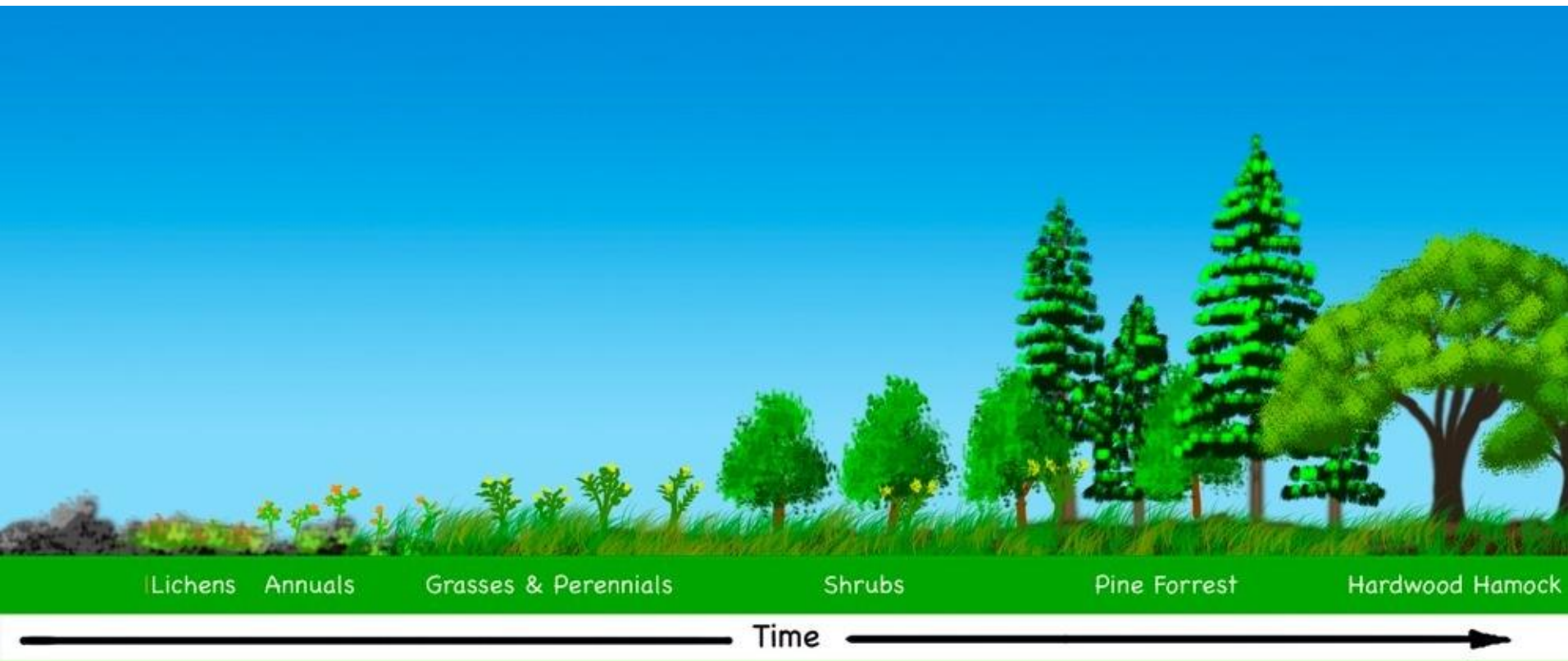
Развитие биоценозов

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

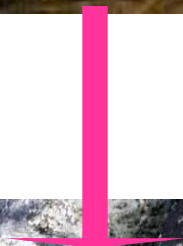
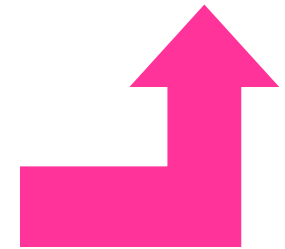


Сукцессия

- **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 