

ДЕМЭКОЛОГИЯ

Лекция 4

Рассматриваемые вопросы

- Популяция
- Ареал
- Структура популяции
- Характеристики популяции
- Взаимосвязь организмов в популяции
- Динамика популяций

Популяция



- группа особей одного вида с общим генофондом, находящихся во взаимодействии между собой и населяющих общую территорию

«популяция»(populus) – от лат.
«население» В.Иогансен, 1903 г.



Взаимосвязь организмов в популяции

Виды существуют в природе всегда в форме популяций. Взаимодействие между видами осуществляют особи различных популяций. Длительные биотические связи в биоценозах существуют только между популяциями.

Популяция – это группа особей одного вида, существующая некоторое продолжительное время на определенной территории. Любой вид состоит из популяций, потому что занимаемое им место на земном шаре пространство (ареал) неоднородно по условиям, и это проявляется в неравномерности распределения вида.

Осваивая подходящую территорию и размножаясь на ней, представители популяции вступают друг с другом в разнообразные отношения. В популяциях проявляются все формы биотических связей, но наиболее распространены внутривидовая конкуренция и взаимопомощь (мутуализм)

Группы особей одного вида могут быть большими и маленькими, существовать столетиями или всего 2-3 поколения.

Могут складываться временные группы:

- ❖ В результате разлива рек – лучше в которых живут мальки, головастики, личинки комаров и стрекоз (быстро гибнут)
- ❖ Важнее те группы, когда их численность, то увеличивается, то уменьшается (существуют длительное время)



Виды популяций

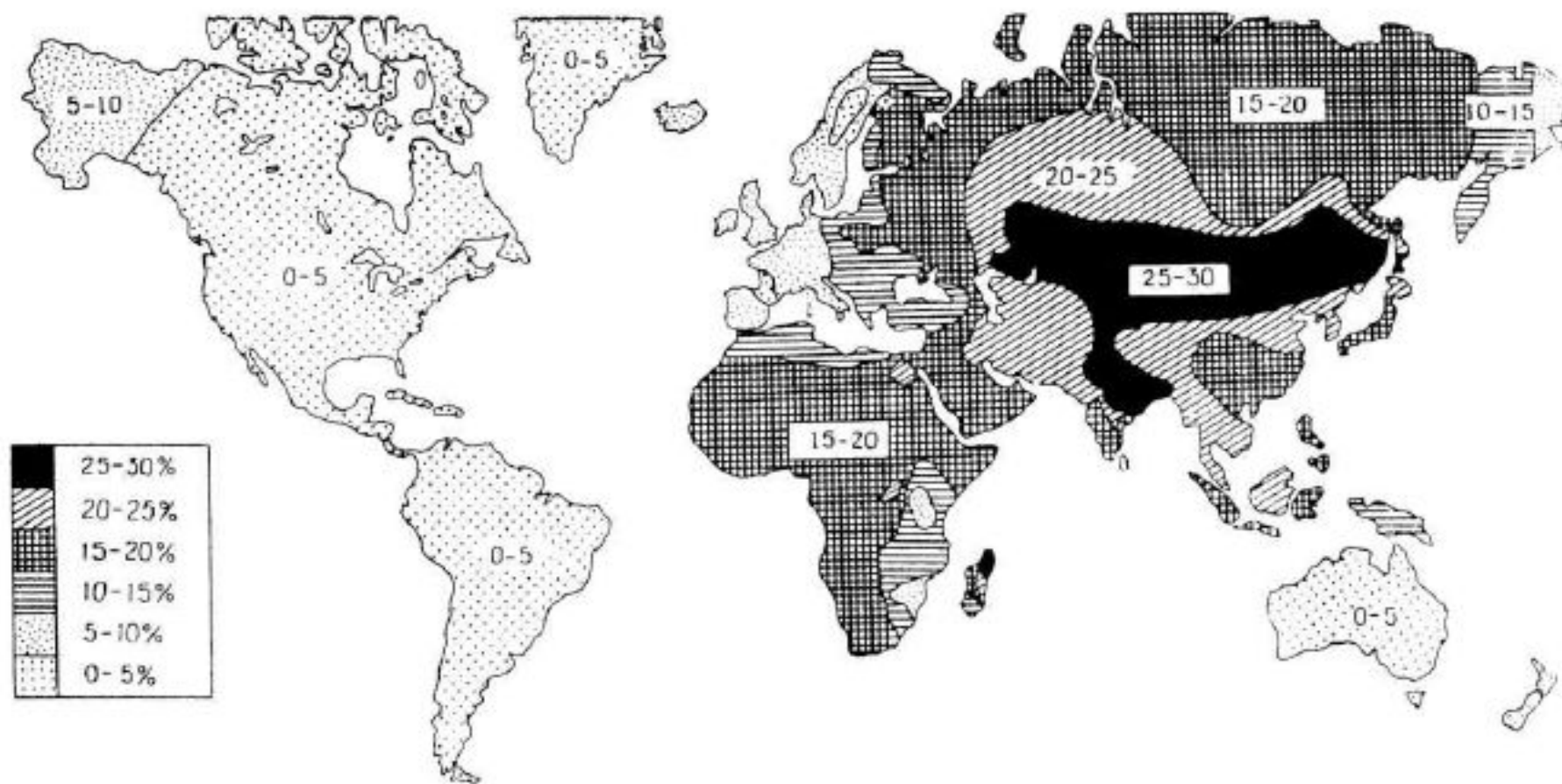
- В зависимости от размера и однородности занимаемой территории, выделяют несколько иерархических уровней организации популяций.
- Элементарная (локальная) популяция является совокупностью особей того или иного вида, которая занимает небольшой участок однородной по условиям обитания площади.
- Экологическая популяция – это совокупность элементарных популяций. В экологической популяции элементарные составляющие слабо изолированы друг от друга, поэтому происходит обмен генетической информацией, но существенно реже, чем внутри элементарной популяции.

- Географическая популяция складывается из экологических популяций. Она включает группу особей, которые заселяют территорию с географически однородными условиями существования и отличаются общностью приспособления к климату и ландшафту. Географические популяции заметно разграничены и изолированы. Для географической популяции Н.Ф. Реймерсом было введено понятие «ареал вида» – это область географического распространения особей рассматриваемого вида вне зависимости от степени постоянства их обитания в данной местности, но исключая места случайного попадания в соседние регионы

Популяция характеризуется:

- 1) целостностью;
- 2) относительной изолированностью, связанной в первую очередь с возможностью расселения особей (либо гамет!) и наличием препятствий;
- 3) довольно большим числом особей (обычно от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч);
- 4) структурированностью, т. е. наличием связанных друг с другом, но различающихся групп особей (самок, самцов, личинок и т. п.);
- 5) временной изменчивостью;
- 6) непрерывной передачей генетической информации в длительном ряду поколений;
- 7) уникальностью.

Фенотипическая и генотипическая структура популяций



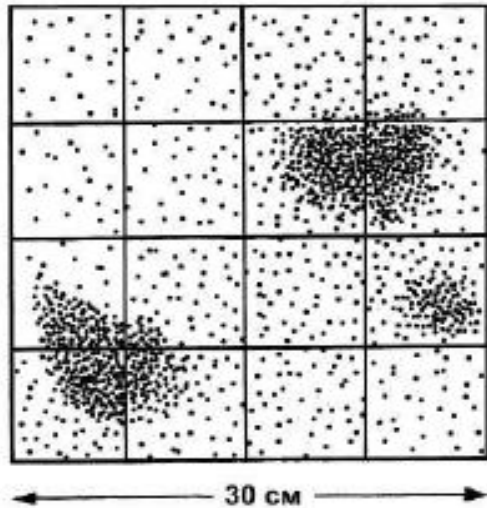
Распределение в популяциях человека частот аллеля I^b , определяющего группы III (B) и IV (AB) группы крови

Популяционный ареал – место, где обитает популяция.

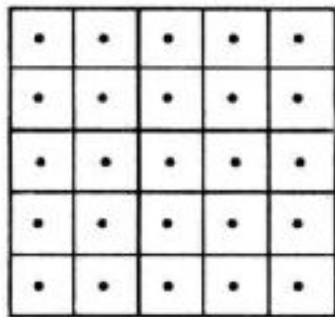
***Ареал может меняться – миграции северных оленей от берега океана в тундру и назад(из-за активности комаров)*Ареал может расширяться и сокращаться в зависимости от условий окружающей среды(стихийные бедствия, времена года)**



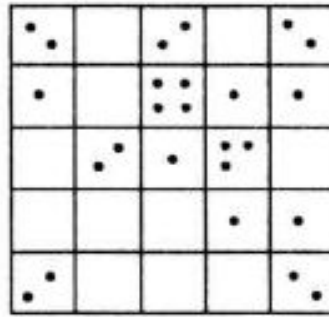
Распределение особей в пространстве



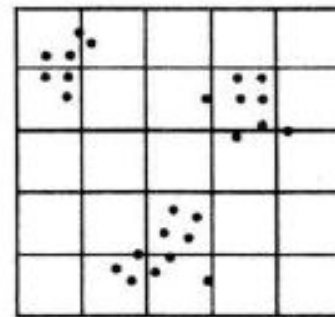
Неравномерное распределение особей в пространстве и времени



равномерное



случайное



мозаичное

- Выделяют два типа активности территориального поведения животных:
 - оно может быть направлено либо на обеспечение собственного существования и неприкосновенности своей территории,
 - либо на установление более тесных отношений с соседями.
- Тип территориального поведения животных может меняться в период размножения. По окончании сезона размножения у многих видов распределение по индивидуальным участкам сменяется групповым образом жизни с иным типом поведения (например, у травоядных), либо наоборот (у хищников).

Пространственная структура

- характер распределения особей популяции на занимаемой территории

- случайное распределение
- равномерное распределение
- групповое распределение



Семья

Устойчивое объединение особей, основанное на половом влечении, связях между родителями и потомками, на территориальной общности и необходимости совместной заботы о потомстве.



Стадо

Группа животных одного вида, которые объединяются на постоянной или временной основе для совершения совместных действий по добыче пищи, перекочёвке, защите и нападению.



Стая



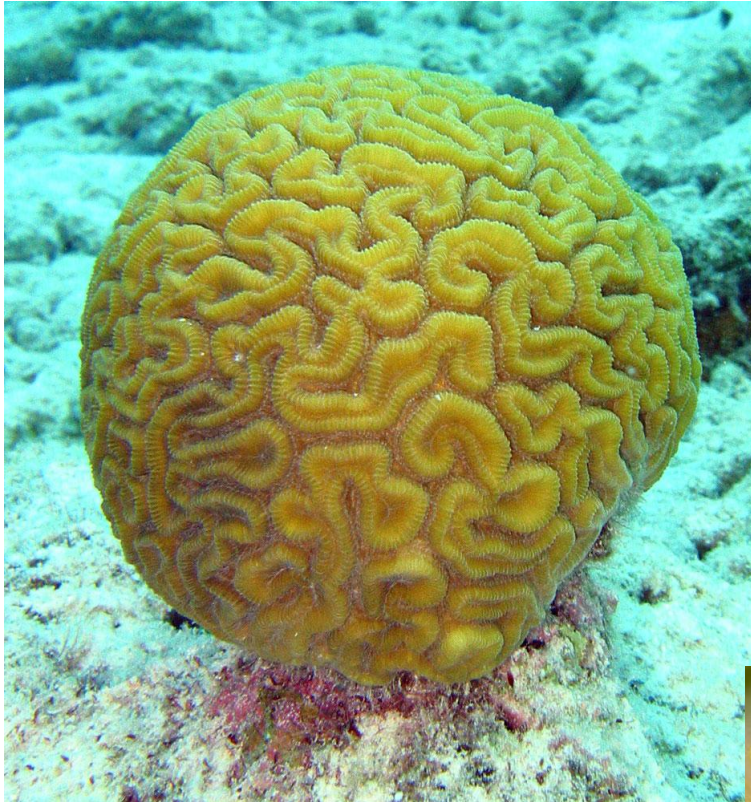
Прайд

Устойчивая группа особей в популяции львов

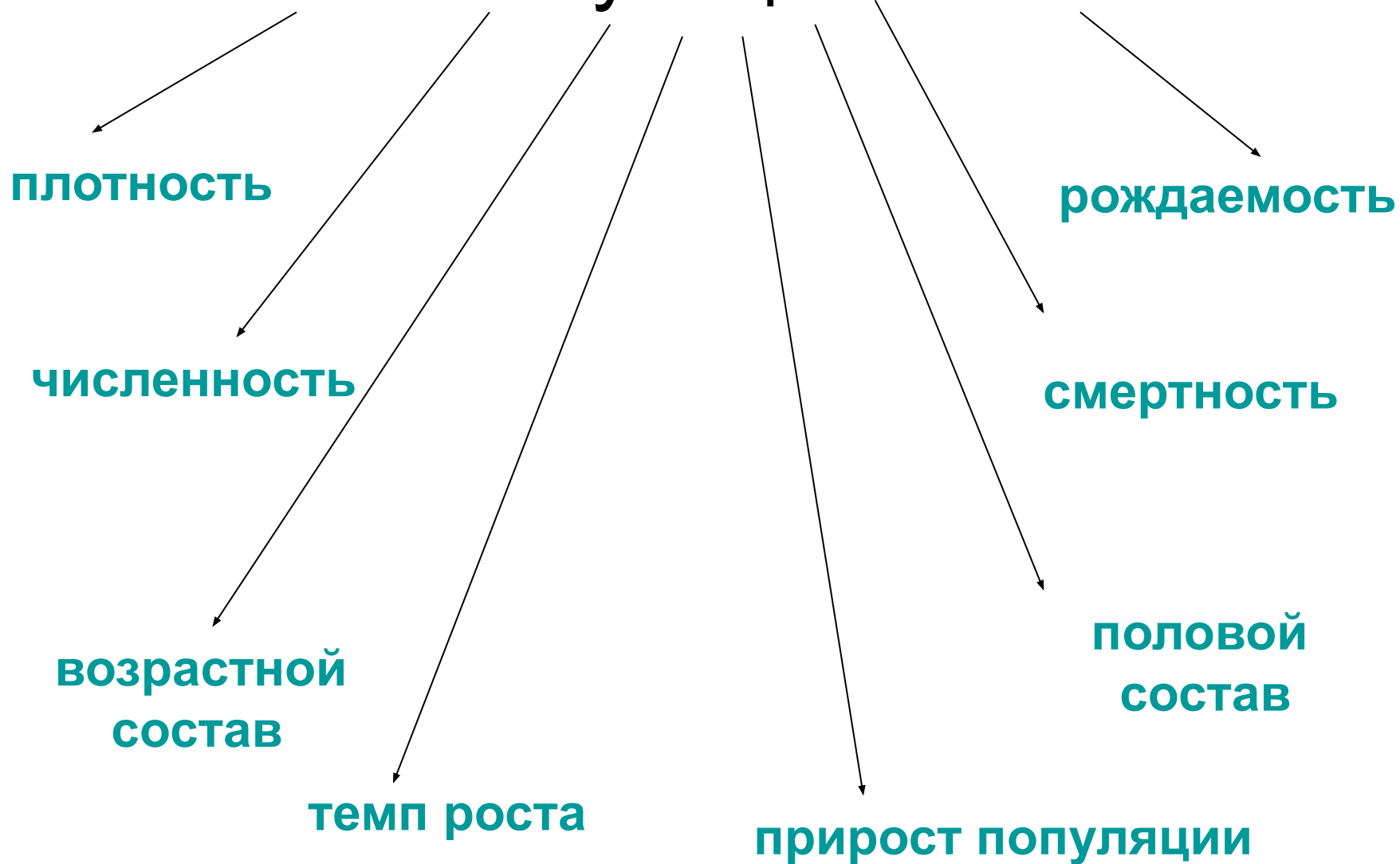


Колонии

- это отношение отдельных организмов одного вида живущих вместе, обычно на основе взаимной выгоды, например, для защиты или нападения на большую добычу



Характеристика популяции



✓ Численность популяции и ее динамика

Для разных видов существует свой оптимум численности (если численность ниже определенных пределов, то популяция не сможет существовать)

Насекомые - сотни тысяч особей, млекопитающие - сотни особей

На размеры популяции влияют:

- Величина ареала
- Обеспеченность пищей (отсюда вспышки размножения особей либо поголовная гибель)
- Наличие благоприятных мест размножения (острова размножения для тюленей и моржей)
- Биотические факторы – влияние одних популяций на другие (хищник => жертва)
- Абиотические факторы (резкая смена погоды, землетрясение, извержение вулканов и т.д.)

✓ **Возрастной и половой состав популяции:**

Характеризуется видовой особенностью. Эти особенности зависят от:

- Продолжительности жизни
- Времени достижения половой зрелости
- Типов и интенсивности размножения
- Смертности в разных возрастных группах
- Скорости смены поколений (1:1)

Устойчивая популяция включает все возрастные группы от новорожденных, до стариков. В популяциях, клонящихся к закату, слишком много старых особей.

Сибирский тигр, подвид тигра. Тигры — вымирающие животные, а сибирский тигр подвержен критической угрозе.

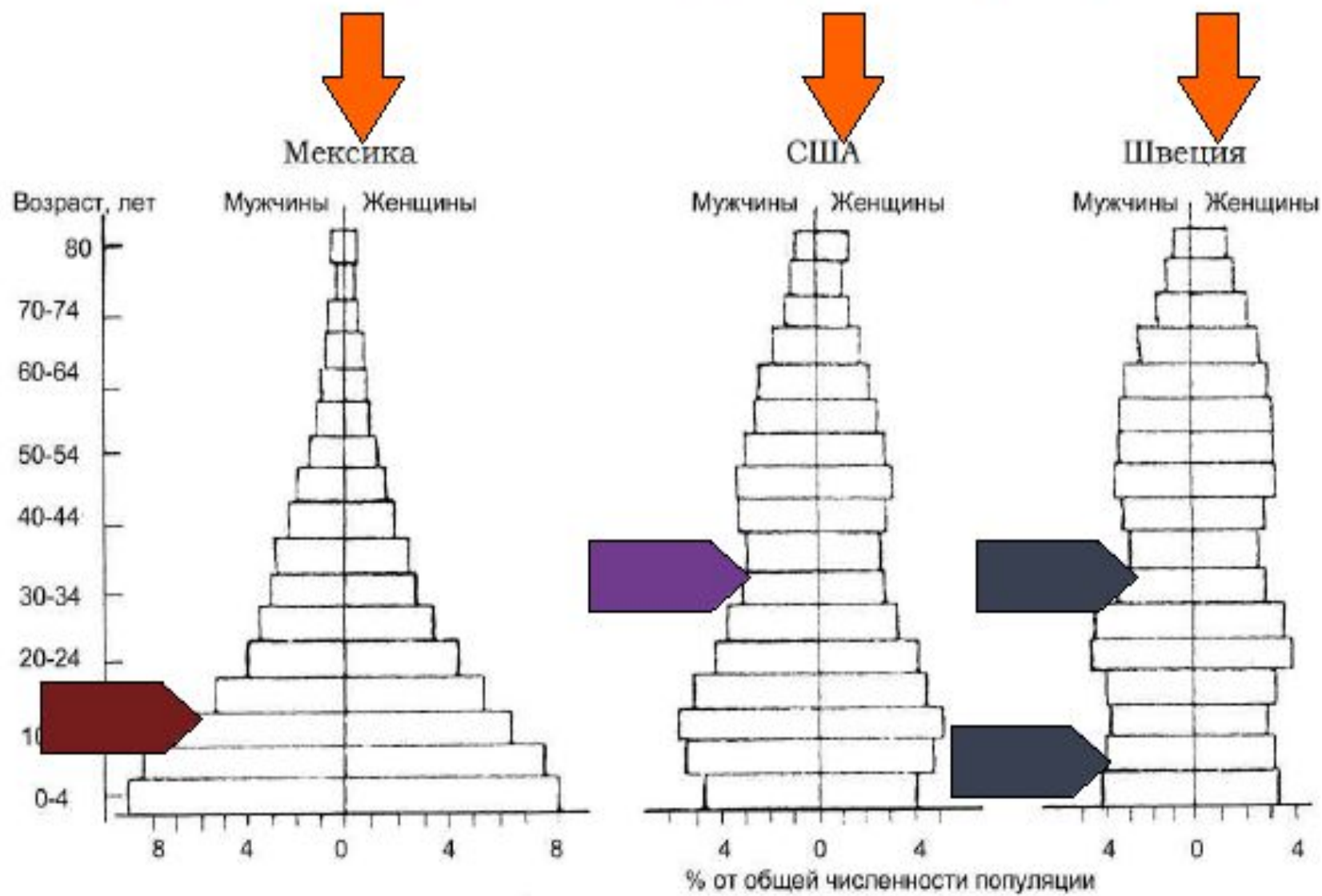


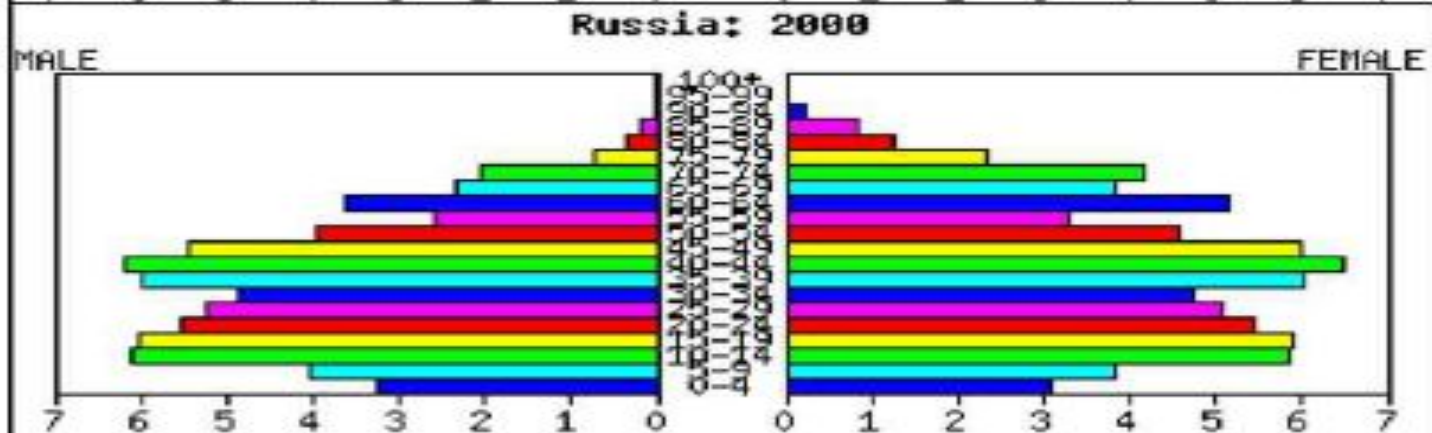
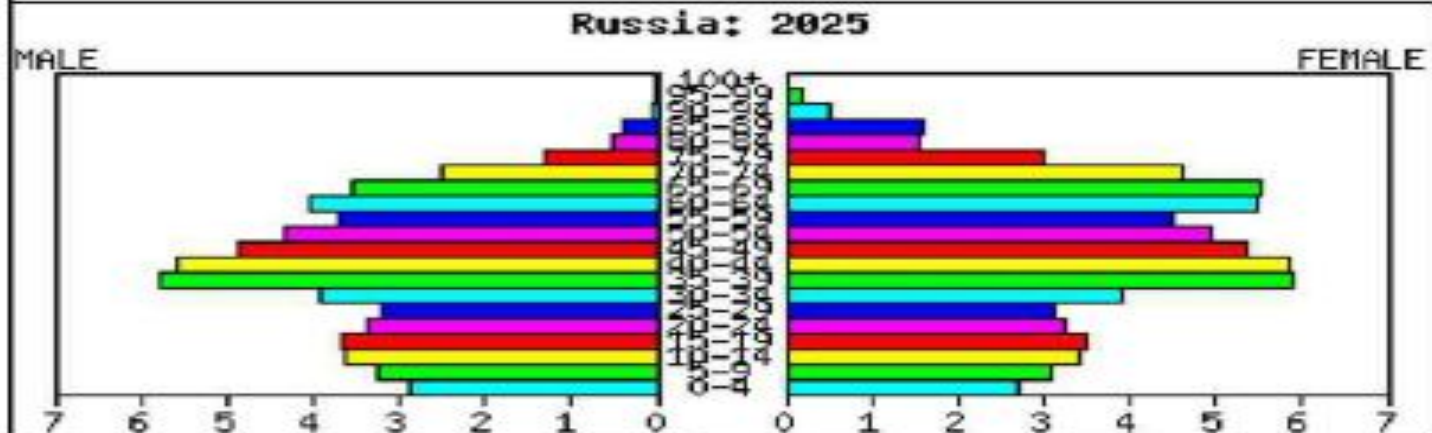
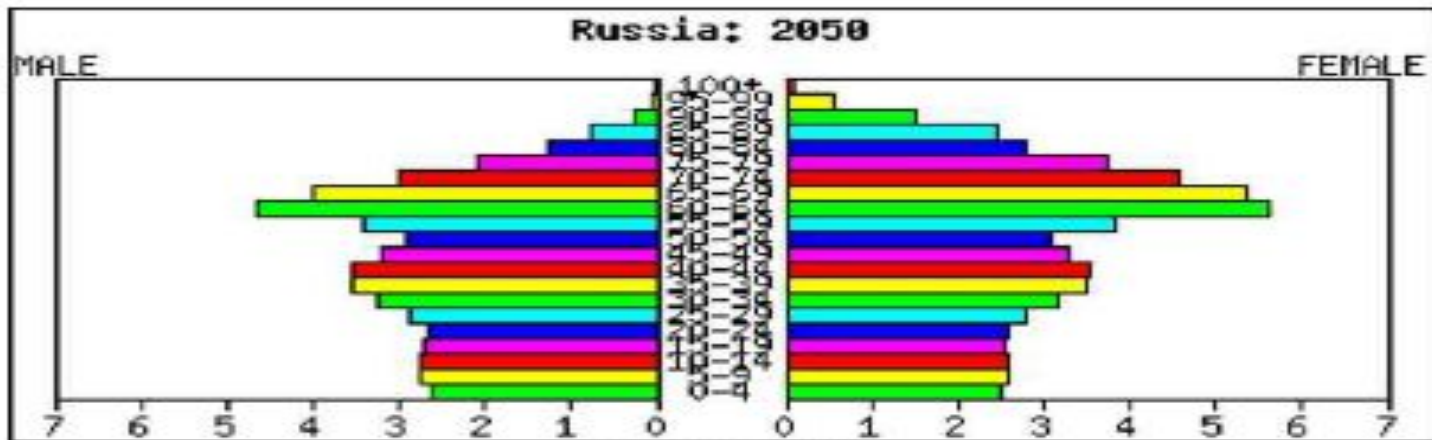
- Возрастное распределение членов популяции – описывает размер возрастных групп, составляющих популяцию. Обычно представляется в виде вертикально ориентированной столбчатой диаграммы; при наличии полового диморфизма у рассматриваемого биологического вида численность возрастных групп разного пола изображают отдельно, и диаграмма приобретает форму пирамиды. В популяции выделяют три экологические группы:
 - предрепродуктивную,
 - репродуктивную и
 - пострепродуктивную.
- Простая возрастная структура популяции состоит из представителей одного возраста; такие популяции крайне уязвимы, поскольку может происходить либо массовая гибель, либо наблюдаться взрыв численности. Сложная возрастная структура популяции возникает, когда в ней представлены все возрастные группы. Такие популяции не подвержены резким колебаниям численности.

- Смертность – число погибших в популяции особей в определенный отрезок времени, выражается в процентах к начальной или средней величине популяции. Существует три основных типа кривых выживания (смертности):
 - а) I тип – свойственен организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в ее конце (высшие животные);
 - б) II тип – характерен для видов, у которых смертность остается примерно постоянной в течение всей жизни (птицы, пресмыкающиеся);
 - в) III тип – отражает массовую гибель особей в начальный период жизни, при относительно продолжительной жизни переживших его (многие рыбы, беспозвоночные, растения).

- Половое распределение – формируется на базе различной морфологии (формы и строения тела) и экологии различных полов. Весьма часто встречается различие самцов и самок по характеру и виду пищи.
- Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью, прирост может быть положительным, нулевыми и отрицательным.
- Кроме того, иногда в приросте популяции учитывают перемещение организмов между популяциями – эмиграцию и иммиграцию.
- Темп (скорость) роста популяции – средний рост ее за единицу времени.

Поло-возрастная структура популяции





Population (in millions)

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

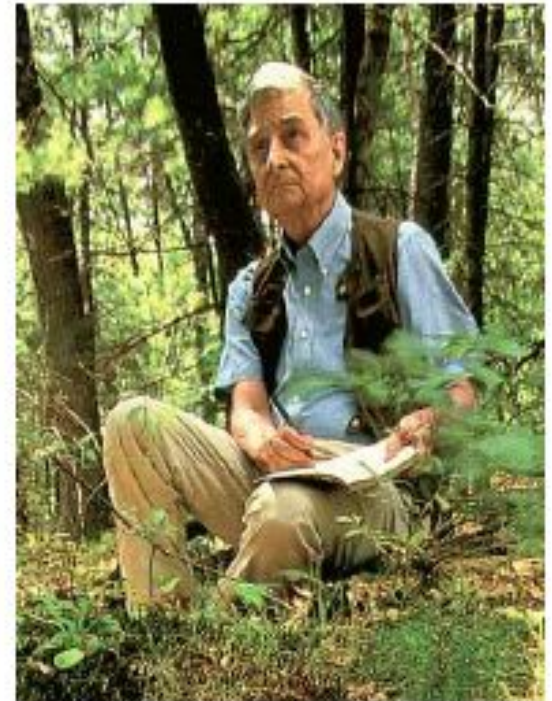
Концепции жизненных стратегий

Леонтий Григорьевич Раменский (1884 – 1953)

— **виоленты, пациенты, эксплеренты**

Роберт Хелмер Мак-Артур (1930
–1972) и
Эдвард Осборн Уилсон
(Вильсон) (р. 1929)

— ***K*- и *r*-стратеги**



Концепции жизненных стратегий

Дж. Маклиод (1884) разделил растения на
“пролетариев” и “капиталистов”

Леонтий Григорьевич Раменский (1884 – 1953)
в 1938 г. выделил для растений
3 ценобиотических типа (с. 379-380):

- ▶ виоленты (“львы”) — “конкурентно мощные растения, они захватывают территорию и удерживают ее за собой, подавляя, заглушая соперников энергией жизнедеятельности и полнотой использования среды”,
- ▶ пациенты (“верблюды”) — “берут не энергией жизнеспособности и роста, а своей выносливостью к крайне суровым условиям, постоянным или временным”,
- ▶ эксплеренты (“шакалы”) — “имею очень низкую конкурентную мощность, но зато способны очень быстро захватывать освобождающиеся территории, заполняя промежутки между более сильными растениями”.

Дж. Филип Грайм в 1979 г. переоткрыл эти стратегии



C (competitor) = виолент
S (stress-tolerant) = пациент
R (ruderalis) = эксплерент



(Из Миркина и др., 2000)

Жизненные стратегии

<i>Признак</i>	<i>r-стратег</i>	<i>K-стратег</i>
Численность популяции	Очень изменчива, может быть больше K	Обычно близка к K
Оптимальный тип климата и местообитаний	Изменчивый и(или) непредсказуемый	Более или 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, многократное размножение, мало потомков, долгая жизнь (более 1 года)
Способность к расселению	Быстрое и широкое расселение	Медленное расселение

Еще одна важная особенность популяции – **большое генотипическое сходство составляющих ее особей.**

Это объясняется тем, что внутри популяции случайное свободное скрещивание и «перемешивание» особей осуществляется легче и чаще, чем между различными популяциями, из-за их территориальной обособленности друг от друга. (между двумя популяциями горный хребет и животные не контактируют друг с другом, или наоборот две популяции оленей пересекаются в определенных участках – могут образовываться гибриды) Так пополняется генофонд популяции

Неоднородность особей в популяции создает условия для действия естественного отбора

У отдельных особей наследственные мутации приводят к генетической разнородности составляющих ее особей. Благоприятные мутации быстро распространяются, переходя от популяции к популяции. Так образуются **подвиды**.

В пределах ареала обыкновенной белки – 20 подвидов (отличаются по окрасу)

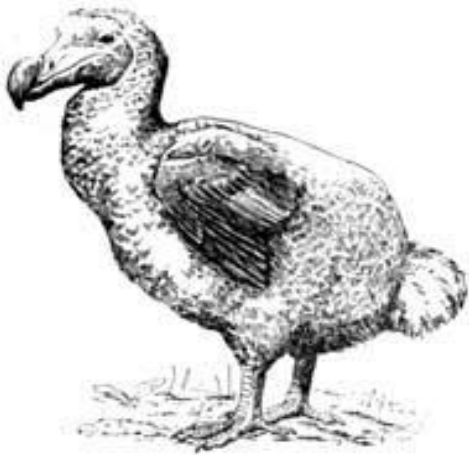
У кочующих животных меньше подвидов т.к. меньше способности к скрещиванию(песец)



Подвиды, как и популяции, представляют собой форму существования вида, обеспечивающую его приспособленность к конкретным условиям среды, Это:

1. Дает возможность виду занимать больший ареал
2. Поддерживать численность

Вывод: Процветающие виды состоят из большего числа популяций и подвидов, а зарождающиеся или вымирающие виды представлены немногими или даже одной популяцией.



Популяция как биосистема

Популяции представляют собой не просто сумму особей, а сложные надорганизменные системы, которые обладают способностью к регуляции своей численности и рационализму, неистощительному использованию ресурсов среды. Факторы неживой природы действуют на популяции односторонне, под их влиянием смертность либо усиливается, либо ослабляется. Межвидовые и внутривидовые отношения (биотические факторы) зависят от плотности популяции. Когда плотность растет, это вызывает усиление действия врагов и конкурентов, которые таким образом и служат регуляторами плотности популяции.

В пределах ареала обыкновенной белки –
20 подвигов (отличаются по окрасу)
У кочующих животных меньше подвигов
т.к. меньше способности к скрещиванию
(песец)



Подвиды, как и популяции, представляют собой форму существования вида, обеспечивающую его приспособленность к конкретным условиям среды, Это:

1. Дает возможность виду занимать БОЛЬШОЙ ареал
2. Поддерживать численность

Прорцветающие виды состоят из большего числа популяций и подвидов, а зарождающиеся или вымирающие виды представлены немногими или даже одной популяцией.



Динамика популяций

Модель Мальтуса —
рост по экспоненте

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!

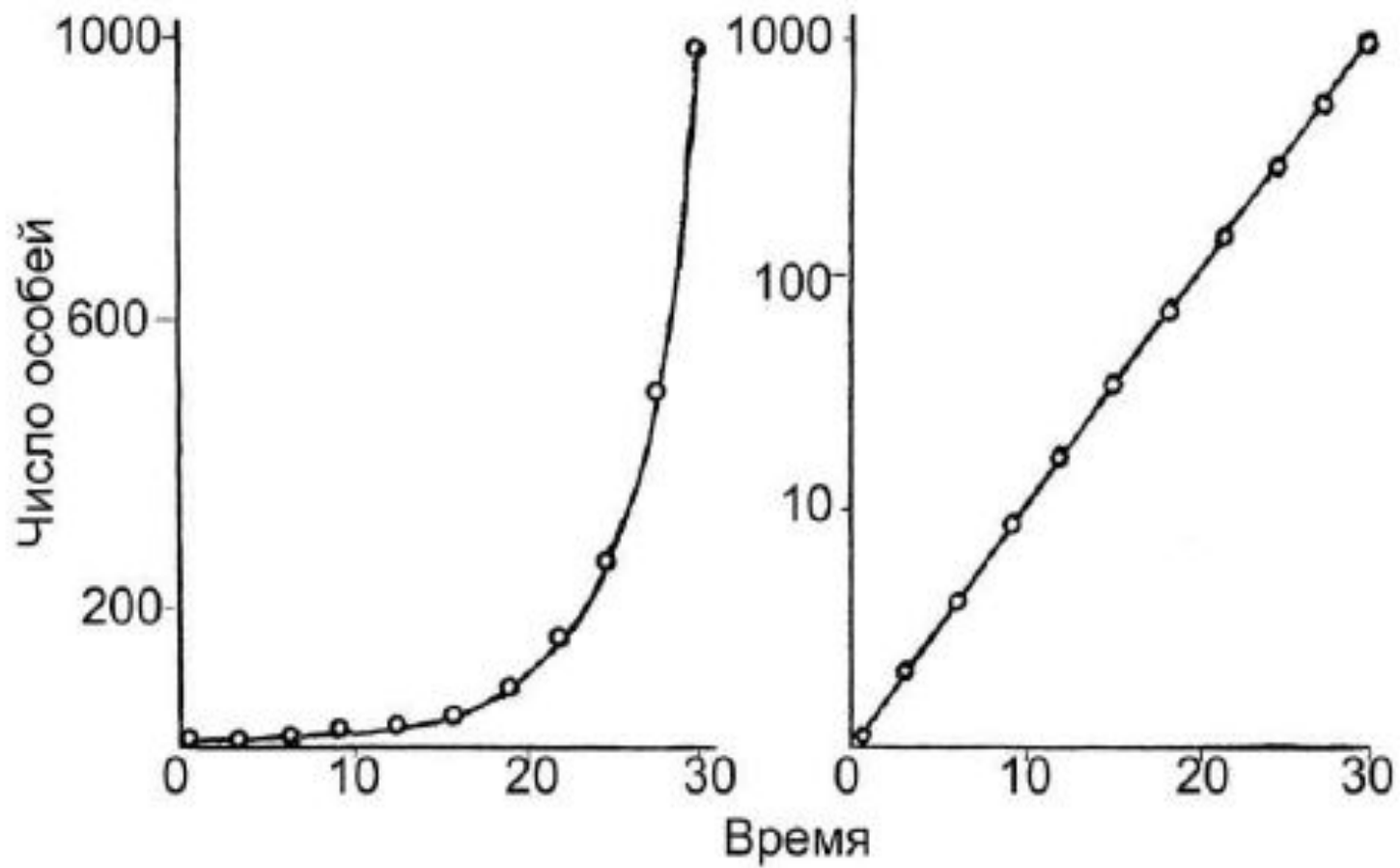


Томас Роберт Мальтус
(1766-1834)

Модель Мальтуса

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

где N_0 — исходная численность,
 N_t — численность во время t ,
 e — основание натуральных
логарифмов,
 r — врождённая скорость роста
(мальтузианский параметр).



Экспоненциальный рост

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

Динамика популяций

- Динамика популяции – это процессы изменений ее основных биологических показателей (численности особей, биомассы, популяционной структуры и т.д.) во времени. Для обобщения характера популяционной динамики различных видов, а также для прогнозирования развития популяций используются математические модели, среди которых особо выделяют две – экспоненциальную и логистическую.
- В условиях, когда развитие популяции не лимитируется факторами внешней среды (среди которых основными являются количество доступной пищи и пространства для жизни), любая популяция способна к неограниченному росту численности. При этом скорость ее роста будет определяться биотическим и репродуктивным потенциалом.
- В идеальных условиях число организмов увеличивается в геометрической прогрессии. Это динамика описывается уравнением А. Лотки

$$\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N$$

где: r – коэффициент прироста изолированной популяции.

Данная математическая модель динамики роста популяции называется также « r -модель», поскольку параметр r является ключевым в данном уравнении. Проинтегрировав дифференциальное уравнение, получим формулу для прогнозирования роста такой популяции:

$$N_{\tau} = N_0 \cdot e^{r \cdot \tau},$$

где: N_{τ} – биотический потенциал (численность популяции в момент времени τ);
 N_0 – численность популяции в нулевой момент времени;
 e – основание натурального логарифма (2,718);
 τ – время.

Экспоненциальная кривая, являющаяся графическим отображением представленной модели, отражает рост популяций некоторых относительно простых организмов (грибковые дрожжи, отдельные виды микроскопических водорослей, бактерий), однако при некоторых условиях может быть характерна и для более крупных организмов (растения, насекомые, мелкие грызуны).

Модель экспоненциального роста является наиболее упрощенной и идеализированной. В реальности рост численности популяций любого вида никогда не бывает бесконечным, и на любой территории имеет пределы. Эти пределы называют емкостью среды. Модель динамики численности популяции при ограниченных ресурсах среды предложили Р. Пирл и А. Ферхюльст:

$$\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N \cdot \frac{K - N}{K},$$

где: K – емкость среды, предел численности популяции.

После интегрирования получим разностное уравнение:

$$N_{\tau} = \frac{K}{1 + e^a}, \text{ где } a = \frac{r - K \cdot r \cdot \tau}{K}$$

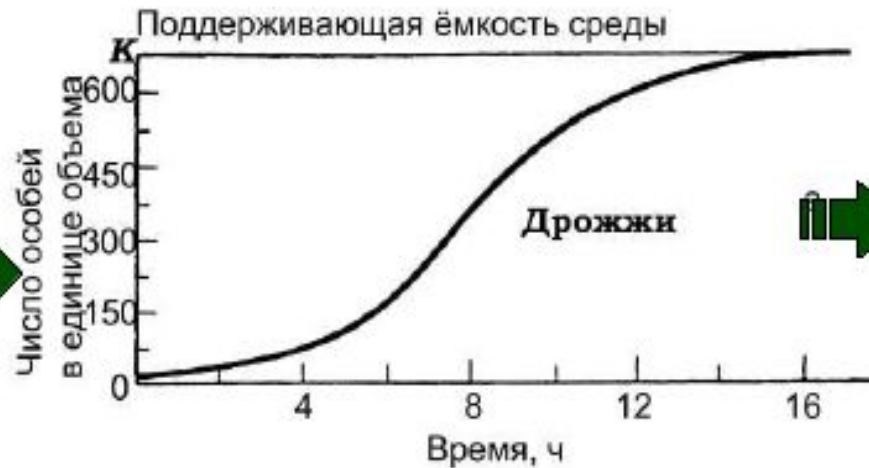
Уравнение Пирла – Ферхюльста (логистическая кривая роста) описывает наиболее реальный и универсальный тип роста популяций микроорганизмов, животных, растений и человека. Для краткого обозначения данную модель именуют также «*K*-моделью» (рисунок 7).

Популяционная динамика

Модель Ферхюльста



Логистическая кривая



Стабильная динамика, K-стратегии

J-образная кривая



Модель Мальтуса



Нестабильная динамика, r-стратегии

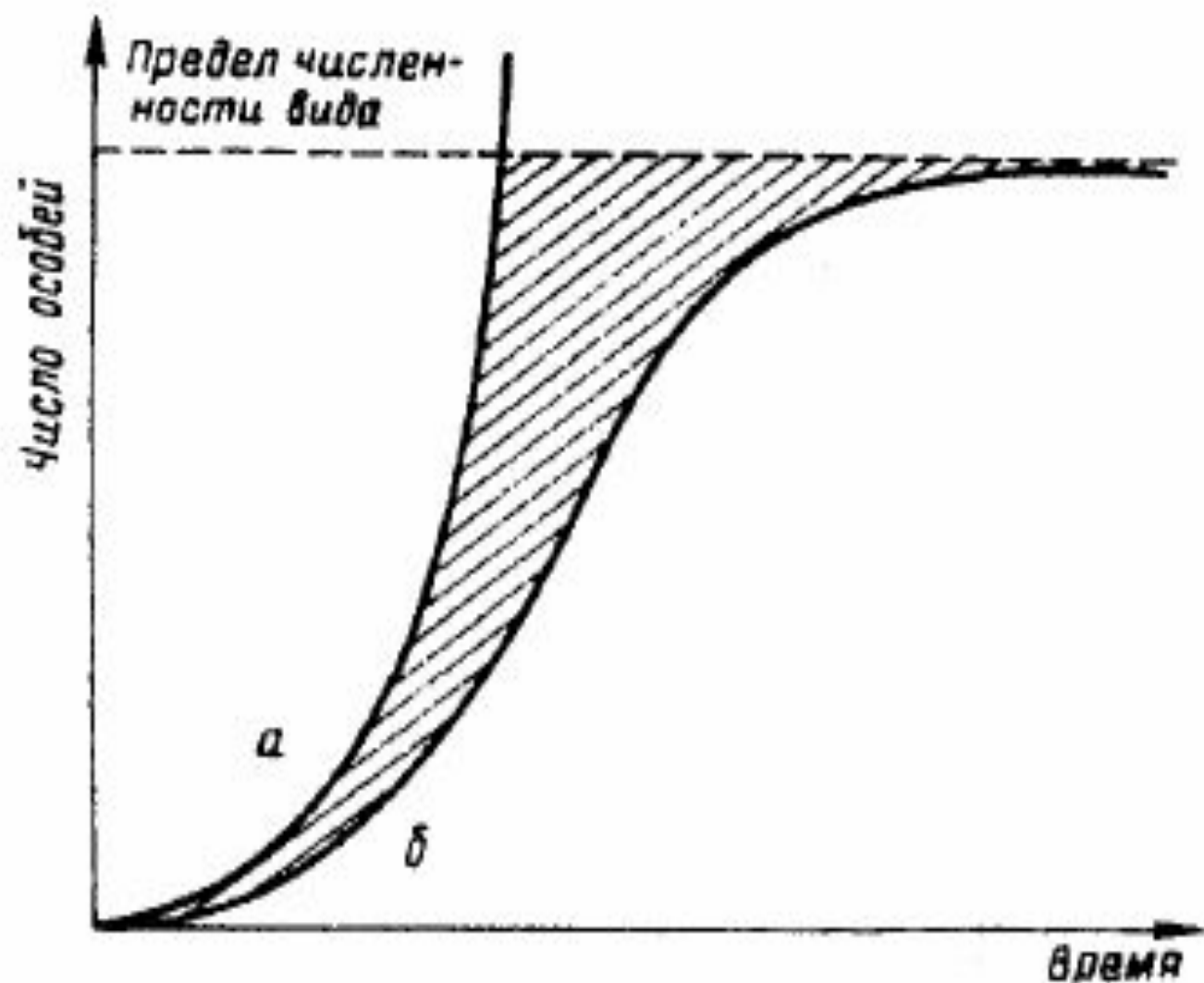


Рисунок 7. — Экспоненциальная (а) и логистическая (б) кривые роста популяции

Выражение $(K - N)/K$ характеризует сопротивление среды развитию популяции. Сопротивление среды наиболее сильно действует на молодых особей, жизненные процессы которых еще недостаточно полно сформировались. Рост, снижение или постоянство численности популяции зависит от соотношения между ее биотическим потенциалом и сопротивлением среды.

Если интенсивность рождаемости и смертности сбалансированы, то формируется стабильная популяция. Ее численность и ареал обитания сохраняются на одном уровне. Если возникает превышение рождаемости над смертностью (вспышка массового размножения), то популяция растет.

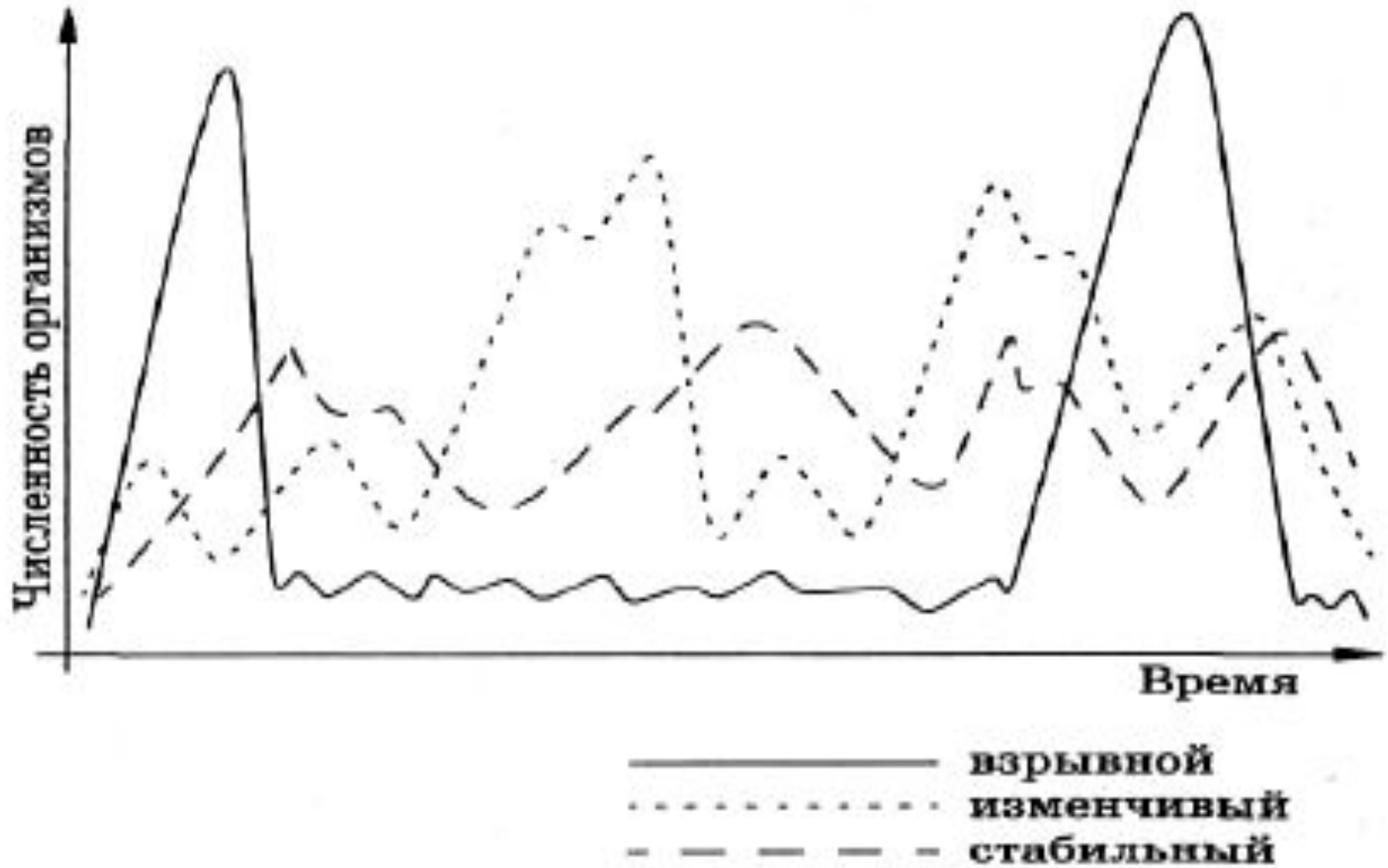
Правило Уинни-Эдвардса

- Согласно правилу пищевой корреляции (правило Уинни – Эдвардса), в ходе эволюции сохраняются только те популяции, скорость размножения которых соответствует количеству пищевых ресурсов среды их обитания.
- Отступление от этого правила ведет к вымиранию популяции, или же происходит снижение темпов размножения, и численность популяции сокращается. Однако безгранично сокращаться популяция не может. Достигнув минимально возможной численности, численность популяции начинает расти. Если при этом в определенный момент времени интенсивность смертности и рождаемости выравнивается, то популяция переходит в стабильное состояние; если такого выравнивания не происходит, численность популяции может превысить емкость среды, исчерпать доступные ресурсы и в результате погибнуть.

Принцип Олли

- Согласно принципу В. Олли, агрегация (скопление) особей, как правило, усиливает конкурентную борьбу за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышению способности группы к выживанию.
- Таким образом и «перенаселенность», и «недонаселенность» ареала могут быть лимитирующими факторами в развитии популяций.

Типы популяционной динамики



Гомеостаз популяции

- Способность популяции поддерживать определенную численность своих членов называется **гомеостазом популяции**.
- В основе этого эволюционного свойства лежат изменения физиологических особенностей, роста, поведения каждой особи в ответ на увеличение или уменьшение числа членов популяции.
- Механизмы популяционного гомеостаза определяются экологической спецификой вида, его подвижностью, степенью воздействия хищников, паразитов и др. При этом возникает отрицательная обратная связь: повышение плотности популяции усиливает действие механизмов, снижающих эту плотность.
- Положительная обратная связь, наоборот, усиливает действие фактора. В результате действия положительной и отрицательной обратной связи возникает важнейшее свойство популяции – способность к саморегуляции в динамически меняющейся среде.

Факторы среды и организм

Среда — это все, что окружает организм и влияет на его жизнедеятельность

- На Земле выделяются 4 среды жизни:
- водная,
- наземно-воздушная,
- почвенная,
- живой организм.

Закон единства организма и среды: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.

Экологическое правило Шварца: каждое изменение условий существования прямо или косвенно вызывает соответствующие перемены в способах реализации энергетического баланса организма.

Экологический фактор — любой элемент среды, оказывающий прямое или косвенное влияние на живые организмы, и на который организмы реагируют приспособительными реакциями.

- Экологические факторы подразделяются на:
- 1) факторы неживой природы (температура, свет, радиоактивное излучение, давление, солевой режим и т. д.) — абиотические;
- 2) факторы живой природы (формы взаимодействия между организмами) — биотические;
- 3) факторы антропогенные, определяющие воздействие человека на окружающую среду, приводящие к ее изменению.

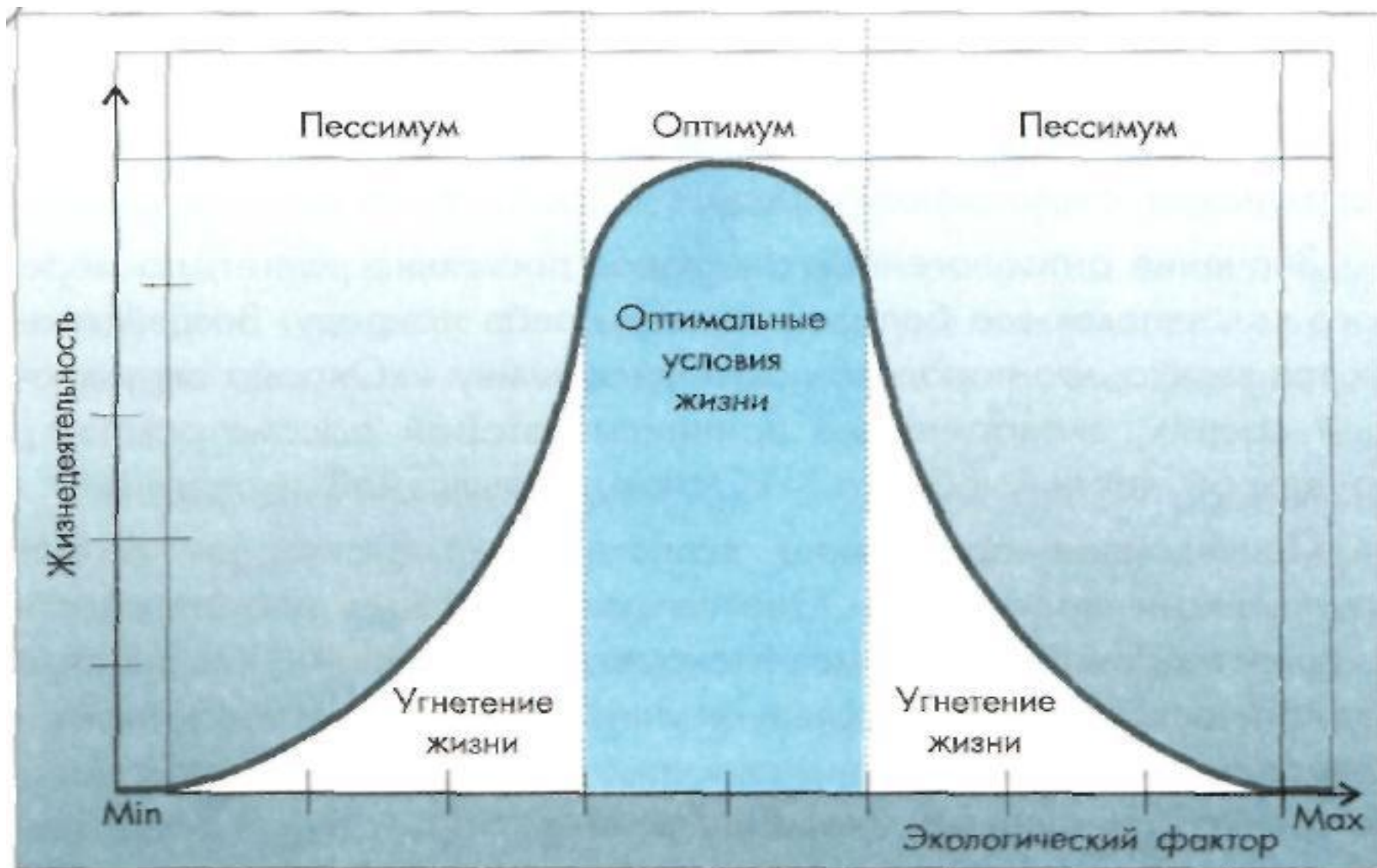
Влияние экологических факторов на организм.

Законы минимума и максимума. Толерантность и экологическая пластичность вида

Правило экологической индивидуальности Раменского:
каждый вид специфичен по экологическим возможностям адаптации, двух идентичных видов не существует.

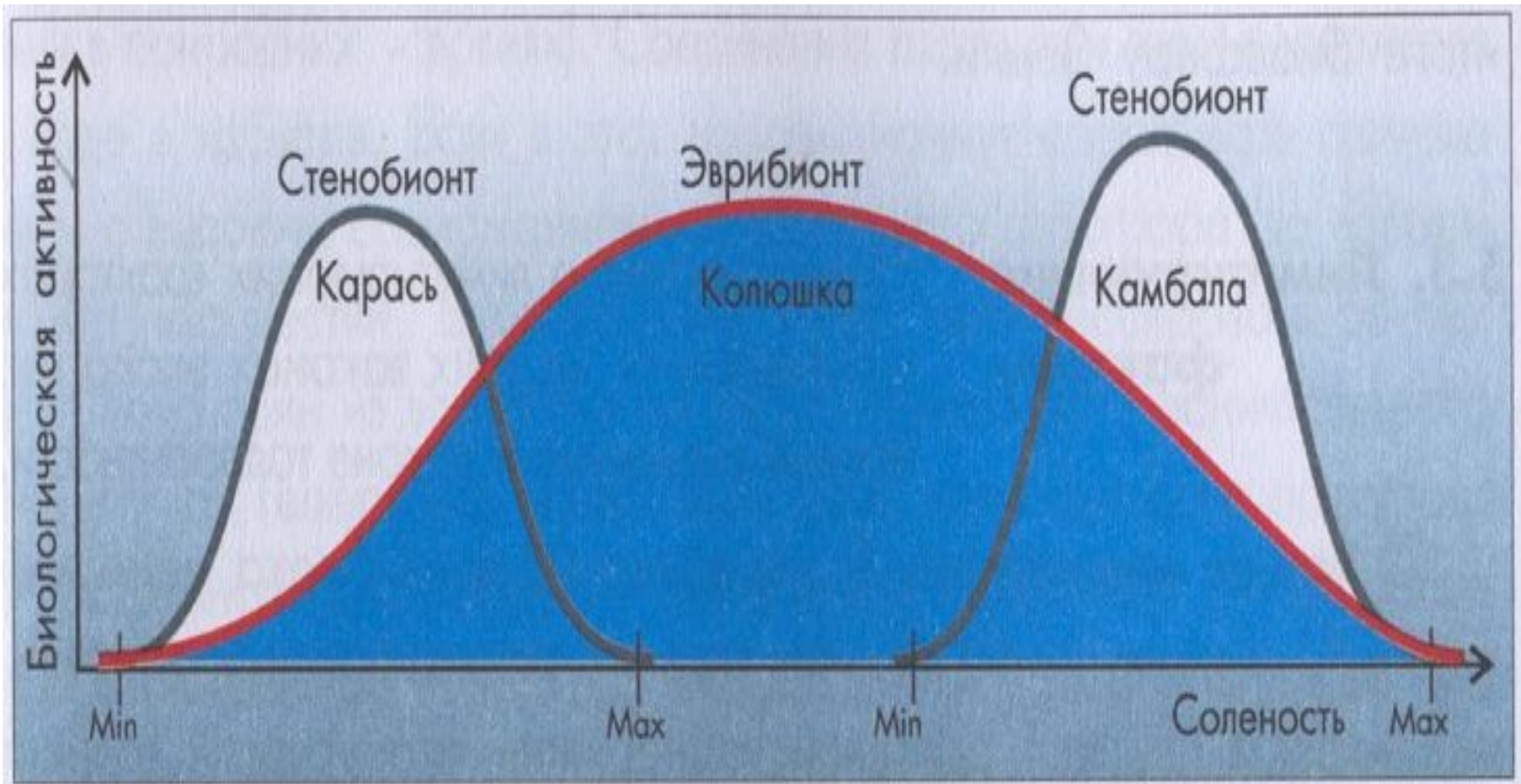
Аксиома адаптированности: *каждый вид адаптирован к строго определенной, специфичной для него совокупности условий существования.*

Зависимость выносливости вида от интенсивности экологического фактора



- *Минимум (максимум)* – это значение экологического фактора, при котором еще возможно существование организма.
- Диапазон значений экологического фактора от минимума до максимума называется *пределами выносливости (толерантности)* вида по отношению к определенному фактору среды.
- Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*.
- Условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать, — *зона пессимума*.

Экологическая пластичность (валентность) — свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды. Виды с низкой экологической пластичностью и узкими пределами выносливости называются *стенобионтными*. Виды с широкими пределами выносливости называются *эврибионтными*.



Следствия из закона толерантности

- Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий - в отношении других факторов.
- Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.
- Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам.
- Периоды размножения обычно являются критическими для организмов, т.е. пределы толерантности у размножающихся особей и потомства меньше, чем у взрослых особей.

Правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор жизни функционально близким веществом или фактором.

Закон незаменимости фундаментальных факторов: полное отсутствие в среде фундаментальных (физиологических) факторов не может быть заменено другими факторами.

Фактор, уровень которого приближается к пределам выносливости организма, называется лимитирующим.

Закон минимума Либиха:

В комплексе экологических факторов сильнее действует тот, который наиболее близок к пределу выносливости».

Спасибо за внимание

Не забудьте сделать
электронный вариант лекции!