

Лекция 4.

Экология популяций

(демэкология)



1 Понятие популяции

Все живые организмы, для того чтобы обеспечить устойчивое существование и воспроизводство вида в условиях изменяющихся экологических факторов, должны существовать группами, которые называются ***популяциями***.

Популяция — это совокупность разновозрастных особей одного вида, достаточно длительное время занимающая определенное пространство и способная к самовоспроизводству в течение многих поколений.

Ареал

Ареал – область распространения – пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности.

В зависимости от величины ареала и характера распространения различают виды:

- 1 – **космополиты** – встречаются на большей части обитаемых областей Земли (серая крыса);
- 2 – **убиквисты** – способны существовать в разнообразных условиях среды, имеют обширные ареалы (волк);
- 3 – **эндемики** – имеют небольшие ограниченные ареалы.

Классификация популяций

По размерам занимаемой популяцией территории и степени связи между особями:

1 – ***элементарная (локальная) популяция*** – это совокупность особей одного вида, занимающих небольшой участок однородной площади. Между ними постоянно идет обмен генетической информацией.

2 – ***экологическая популяция*** – совокупность элементарных популяций, внутривидовые группировки, приуроченные к конкретным биоценозам. Обмен генетической информацией между ними происходит достаточно часто.

3 – ***географическая популяция*** – совокупность групп пространственно смежных экологических популяций.

Количественные показатели (характеристики) популяции можно разделить на **статические** и **динамические**. **Статические показатели** характеризуют состояние популяции на данный момент времени (численность, плотность, показатели структуры). **Динамические показатели** популяции отражают процессы, протекающие в популяции за определенный промежуток времени (рождаемость, смертность, скорость роста популяции).

Популяция является формой существования конкретного вида живых организмов в условиях среды их обитания. При этом осуществляется важнейшая функция популяции – обеспечение выживания организмов составляющего ее вида и воспроизведение вида в конкретных условиях. Данная функция обеспечивается приспособительными изменениями (адаптациями) отдельных особей вида, имеющих морфологическую общность, а также сформированными закономерными взаимоотношениями. Все это поддерживает и регулирует возможности размножения (воспроизводство) особей вида. Процесс воспроизводства носит непрерывный характер, выражающийся в смене отдельных индивидов внутри популяции, и поэтому при оптимальных условиях жизнедеятельности существование популяции может продолжаться неограниченно долго – популяция бессмертна как структурная единица.

2 Статические показатели популяции

Численность – число особей в популяции.

Плотность – число особей или биомасса популяции, приходящаяся на единицу площади или объема.

Половая структура популяции.

Численное соотношение полов, т.е. половой состав, и особенно доля размножающихся самок в популяции, имеет большое значение для дальнейшего роста ее численности.

Возрастная структура популяции – соотношение в популяции особей разных возрастных групп.

Абсолютный возрастной состав выражает численность определенных возрастных групп в определенный момент времени.

Относительный возрастной состав выражает долю или процент особей данной возрастной группы по отношению к общей численности популяции.

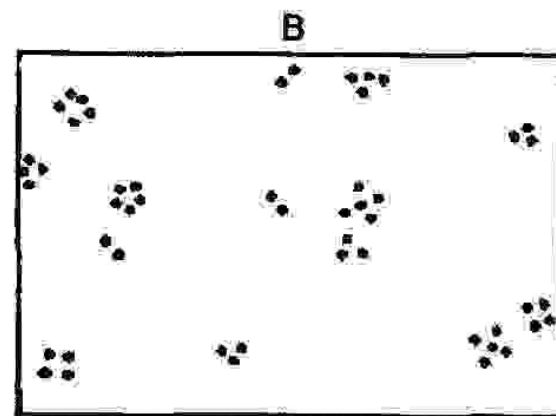
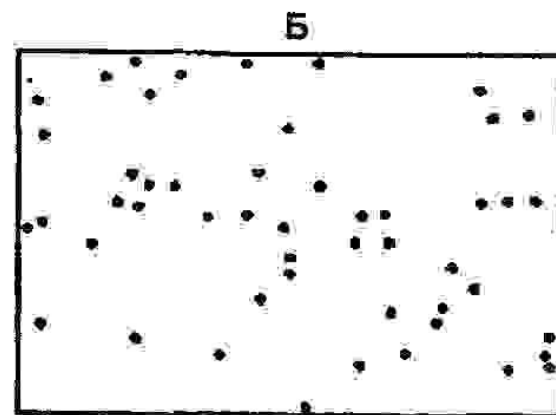
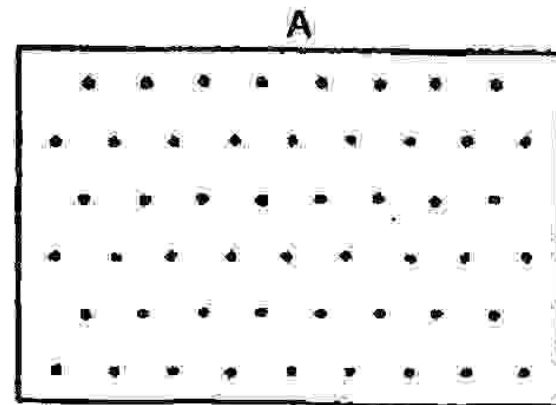
Возрастной состав популяции определяется несколькими причинами, среди которых можно указать на время достижения половой зрелости, общую продолжительность жизни, длительность периода размножения, продолжительность жизни поколения, частоту приплода, смертность, тип динамики численности.

Пространственная структура популяций.

Пространственное размещение особей в популяции может носить ***равномерный, случайный и групповой*** характер.

При ***равномерном размещении*** (А) особи распределены в пространстве примерно на одинаковых расстояниях друг от друга. Такое размещение чаще всего встречается в популяциях растений (хвойные деревья в тайге). Этот тип размещения позволяет наиболее полно использовать ресурсы окружающей среды.

Основные типы
распределения особей в
пространстве (по Ю. Одуму) :
А – равномерное;
Б – случайное; В – групповое



Случайное размещение (Б) встречается в природе наиболее часто и наблюдается как среди растений, так и среди животных. Особи при этом распределены неравномерно, расстояния между ними неодинаковы, поэтому их встречи носят достаточно случайный характер.

Групповое размещение (В) выражается в образовании группировок особей, между которыми имеются значительные незаселенные территории (многие млекопитающие, колонии насекомых и птиц, осоковые кочки на болотах).

При рассмотрении пространственной структуры популяций животных важное значение имеет степень привязанности к территории. При этом выделяют два основных образа жизни: **оседлый** и **кочевой**. При **оседлом образе** жизни, как правило, наблюдается интенсивный тип использования территории. Отдельные особи или группировки в этом случае в течение длительного времени эксплуатируют ресурсы окружающей среды на достаточно ограниченном пространстве (группы бобров).

Для популяций, ведущих **кочевой образ** жизни, характерен экстенсивный тип использования территории. При этом кормовые ресурсы и питьевая вода используются обычно группами особей, постоянно перемещающихся в пределах обширных территорий (стада северных оленей).

Этологическая структура популяций животных. Закономерности поведения животных изучает наука **этология**. При **одином образе жизни** особи популяции независимы и обособлены друг от друга. Однако такое поведение характерно для многих видов лишь на определенных стадиях жизненного цикла. При **семейном образе жизни** усиливается связь между родителями и потомством. Например, у птиц забота о птенцах продолжается до поднятия их на крыло; у некоторых млекопитающих детеныши воспитываются в семейных группах в течение нескольких лет.

Внутривидовые группировки.

Стаи — подвижные, обычно временные объединения. Скопления животных часто связаны с местами изобилия пищи или достаточно надежными убежищами.

Стада — более длительные и постоянные объединения животных. Они включают особей одного вида, которые сохраняют какое-либо время близость друг к другу, сходно себя ведут. Основой группового поведения в стадах являются взаимоотношения доминирования — подчинения.

Колонии — это групповое поселение оседлых животных. Они могут быть длительными или возникать лишь на период размножения (птицы — чайки, гагары и др.).

Генетическая структура – соотношение в популяции различных генотипов и аллелей.

Совокупность генов, которыми обладают особи популяции, называется **генофондом популяции**. Чем более разнороден и богат генофонд популяции, тем выше ее экологическая пластичность. Особи, входящие в состав популяции, неравноценны по своим функциям, генетическому вкладу и соответственно по своим индивидуальным свойствам. В этом заключается одна из особенностей функционального структурирования популяции.

Совокупность всех генов, находящихся в хромосомах организма, называется **генотипом**. Это зашифрованная программа, управляющая процессом развития и обеспечения жизнедеятельности организма. На развитие и жизнедеятельность организма оказывают воздействие экологические факторы, поэтому в любой популяции отсутствуют особи, абсолютно идентичные по своим признакам и свойствам. Совокупность всех признаков организма, представляющих собой результат взаимодействия генотипа с окружающей средой, называют **фенотипом**.

Универсальным свойством всего живого, от микроорганизмов до высших растений и животных, является способность к ***мутациям***.

Мутации – это наследуемые изменения генетических программ, приводящие к изменению определенных признаков организма. Они проявляются в фенотипе взрослого организма.

3 *Динамика популяций*

Рождаемость (скорость рождаемости) – число новых особей, появившихся в популяции за единицу времени в результате размножения.

Различают максимальную и фактическую рождаемость. **Максимальная рождаемость** – максимальная реализация возможности рождения при отсутствии лимитирующих факторов среды. **Фактическая**

рождаемость – реальная реализация возможности рождения.

Смертность (скорость смертности) — число особей, погибших в популяции за единицу времени (от хищников, болезней, старости и других причин). Смертность — величина обратная рождаемости.

Различают минимальную и фактическую смертность. **Минимальная смертность** — минимально возможная величина смертности. **Фактическая смертность** — реальная величина смертности.

Скорость роста популяции

Скорость роста популяции – изменение численности популяции за единицу времени. Скорость роста популяции может быть положительной, нулевой и отрицательной. Она зависит от показателей рождаемости, смертности и миграции (вселения – иммиграции и выселения – эмиграции). Увеличение (прибыль) численности происходит в результате рождаемости и иммиграции особей, а уменьшение (убыль) численности – в результате смертности и эмиграции особей.

Различают абсолютную и удельную скорость роста популяции.

Абсолютная (общая) скорость роста выражают отношением:

$$dN / dt,$$

где dN – изменение численности популяции за промежуток времени dt .

Удельная скорость роста – отношение скорости роста к исходной численности (N):

$$(dN / dt) / N.$$

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. Скорость роста популяции при отсутствии каких-либо экологических ограничений описывает дифференциальное уравнение:

$$dN/dt = rN,$$

где N – численность особей в популяции; t – время; r – константа скорости естественного прироста.

J-образная модель роста популяции

Если $r > 0$, то со временем численность популяции становится больше. Рост происходит сначала медленно, а затем стремительно увеличивается по экспоненциальному закону, т. е. кривая роста популяции принимает J-образный вид (рисунок 1, а). Такая модель основывается на допущении, что рост популяции не зависит от ее плотности. 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.

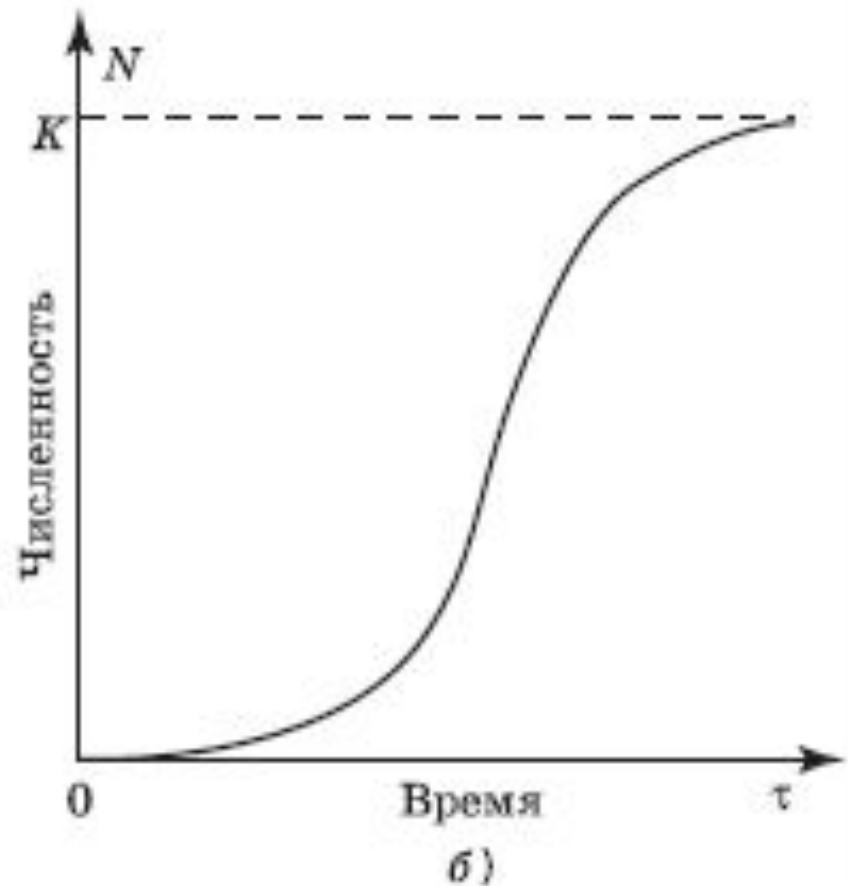
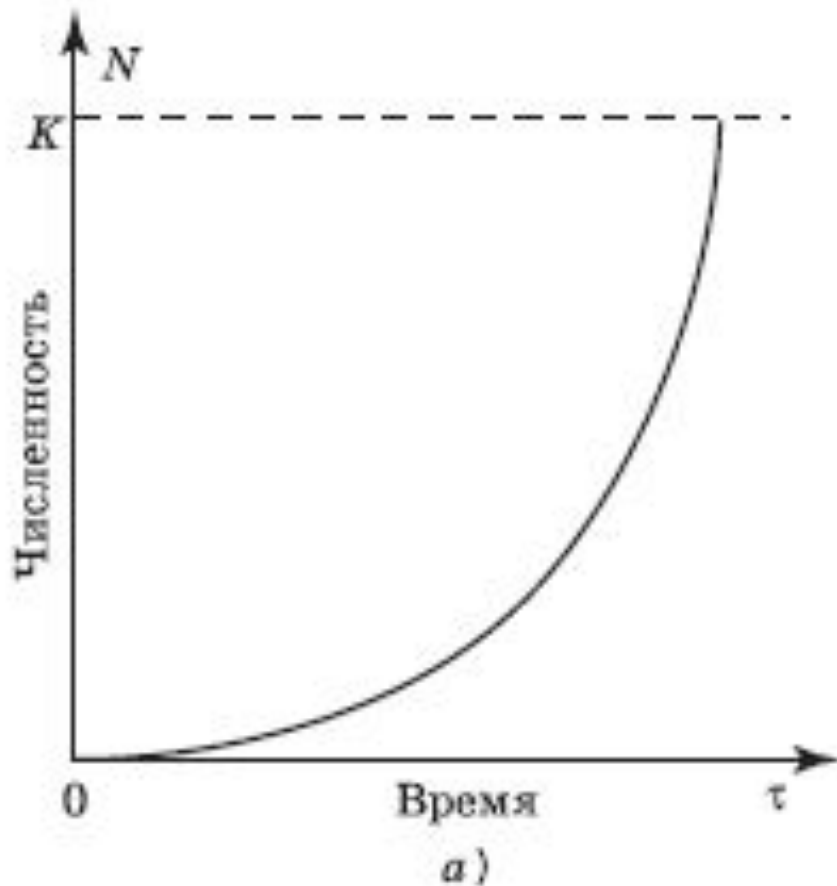


Рис. 1 – Типы кривых роста численности популяции
(модели роста популяции):

a – J -образная; b – S -образная; K – поддерживающая емкость среды

S-образная модель роста популяции

Иное развитие получается ситуация при ограниченности пищевых ресурсов либо при скоплении токсичных продуктов (отходов) метаболизма. Первоначальный экспоненциальный рост в исходных благоприятных условиях со временем продолжаться не может и постепенно замедляется. Плотность популяции регулирует истощение пищевых ресурсов, накопление токсикантов и поэтому влияет на рост численности. С увеличением плотности скорость роста популяции постепенно снижается до нуля, и кривая выходит на некоторый стабильный уровень (график образует плато). Кривая такого роста имеет S-образную форму, и поэтому соответствующая модель развития событий называется S-образной.

S-образная кривая характерна, например, для дрожжей, фактором, ограничивающим их рост, является накопление спирта, а также для водорослей, самозатеняющих друг друга.

Скорость роста численности в S-образной модели определяет дифференциальное уравнение

$$dN/dx = rN (K - N) / K,$$

где K – поддерживающая емкость среды, т. е. максимальный размер популяции, которая может существовать в данных условиях, удовлетворяя свои потребности неопределенно долго.

Если $N > K$, скорость роста отрицательна. Если $N < K$, скорость роста положительна и величина популяции N стремится к K , т. е. приводится в соответствие с поддерживающей емкостью среды. Если $N = K$, скорость роста популяции равна нулю. При нулевом росте популяция стабильна, т. е. ее размеры не меняются, хотя отдельные организмы по-прежнему растут, размножаются и отмирают. Происходящее размножение уравнивается смертностью.

В специализированной литературе J- и S-образные модели роста численности часто называют соответственно **экспоненциальной** и **логистической**.

Поддерживающая емкость играет решающую роль не только при росте популяции по S-образной, но также и по J-образной модели, ибо в некоторый момент времени все же наступает исчерпание какого-либо ресурса среды, т. е. он становится лимитирующим. Развитие дальнейших событий показано на рисунке 2. После бума с внезапным выходом J-образной кривой за пределы уровня K происходит крах популяции, т. е. катастрофа, приводящая к резкому снижению численности (рисунок 2, а). Тогда огромное число особей, не способных эмигрировать, погибает.

При наиболее благоприятном для популяции стечении обстоятельств новый уровень численности соответствует поддерживающей емкости среды или, иначе говоря, кривая роста превращается из J-образной в S-образную (рисунок 2, б).

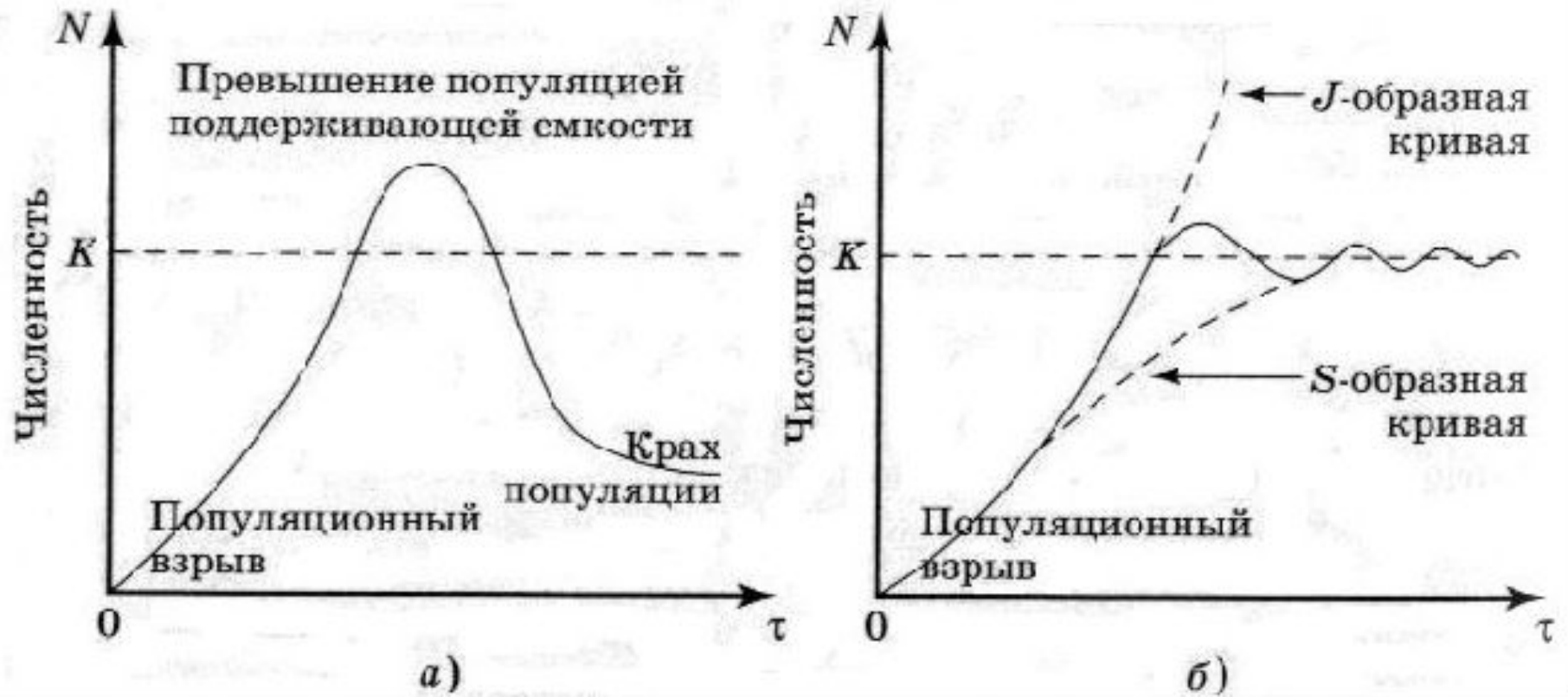


Рис. 2 – Варианты завершения роста популяции по J-образной модели:

- а – для дафнии на питательной среде;
- б – преобразование в S-образный вид

Применительно к условиям реальной природной среды принято использовать понятия **биотический потенциал** – совокупность всех экологических факторов, способствующих увеличению численности популяции, или видовая способность к размножению при отсутствии ограничений со стороны среды, а также **сопротивление среды** – сочетание факторов, ограничивающих рост (лимитирующих факторов). Любые изменения популяции есть результат нарушения равновесия между ее биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей среды.

Выживаемость – абсолютное число особей (или процент от исходного числа особей), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени. Выживаемость можно выразить в виде таблиц и кривых выживания, которые отражают снижение по мере старения численности особей одного возраста в популяции.

Различают три основных типа кривых выживания (рисунок 3): кривая типа I свойственна организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в ее конце; кривая типа II характерна для видов, у которых смертность остается примерно постоянной в течение всей жизни (птицы, пресмыкающиеся); кривая III типа отражает массовую гибель особей в начальный период жизни (организмы, не заботящиеся о потомстве и выживающие за счет огромного количества икринок, семян и т.п.).

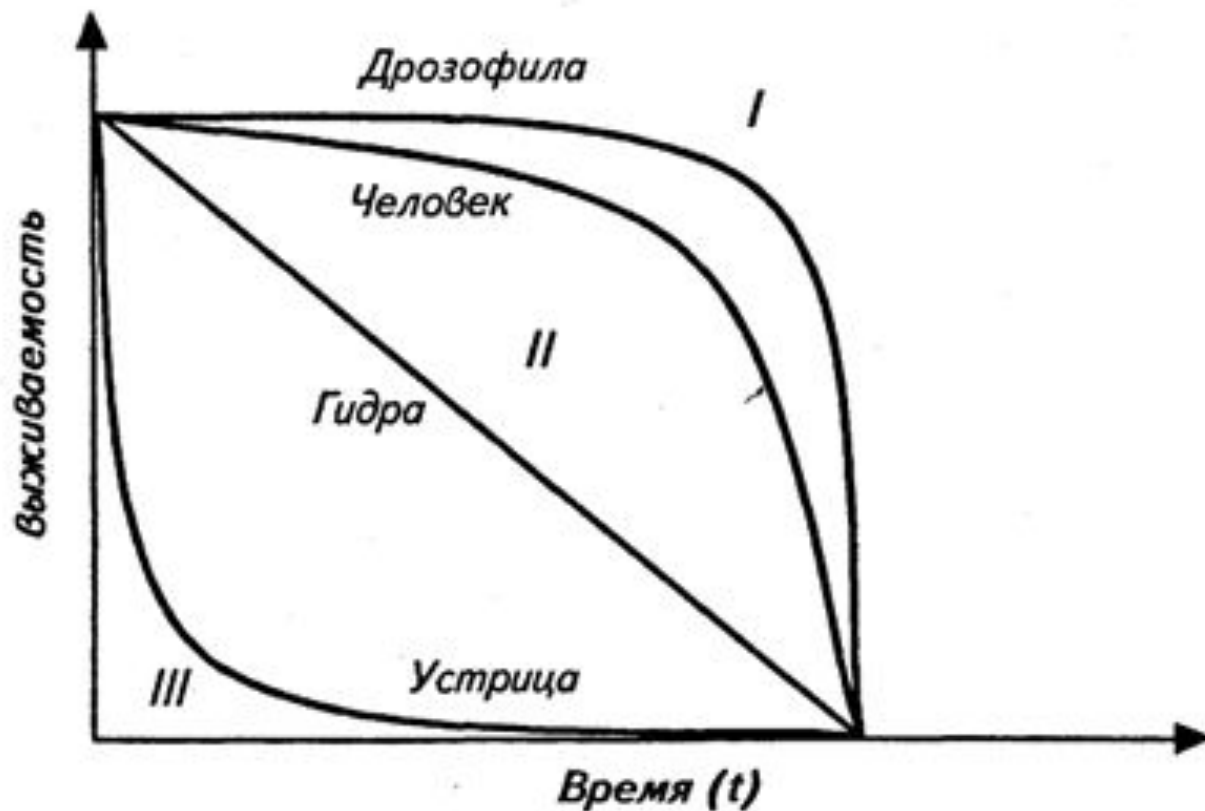


Рис. 3 – Кривые выживания (по Д. Фрё, 1976) :
I – кривая дрозофилы; II – кривая гидры;
III – кривая устрицы

Комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства, называется **экологической стратегией выживания**.

Гомеостаз популяции – поддержание определенной численности (плотности).

Изменение численности зависит от целого ряда факторов среды – абиотических, биотических, антропогенных. Однако всегда можно выделить **ключевой фактор**, наиболее сильно влияющий на рождаемость, смертность, миграцию особей и т.д.

Регуляция численности популяции

Популяции многих видов организмов способны к ***саморегуляции*** своей численности.

Выделяют три механизма торможения роста численности популяций:

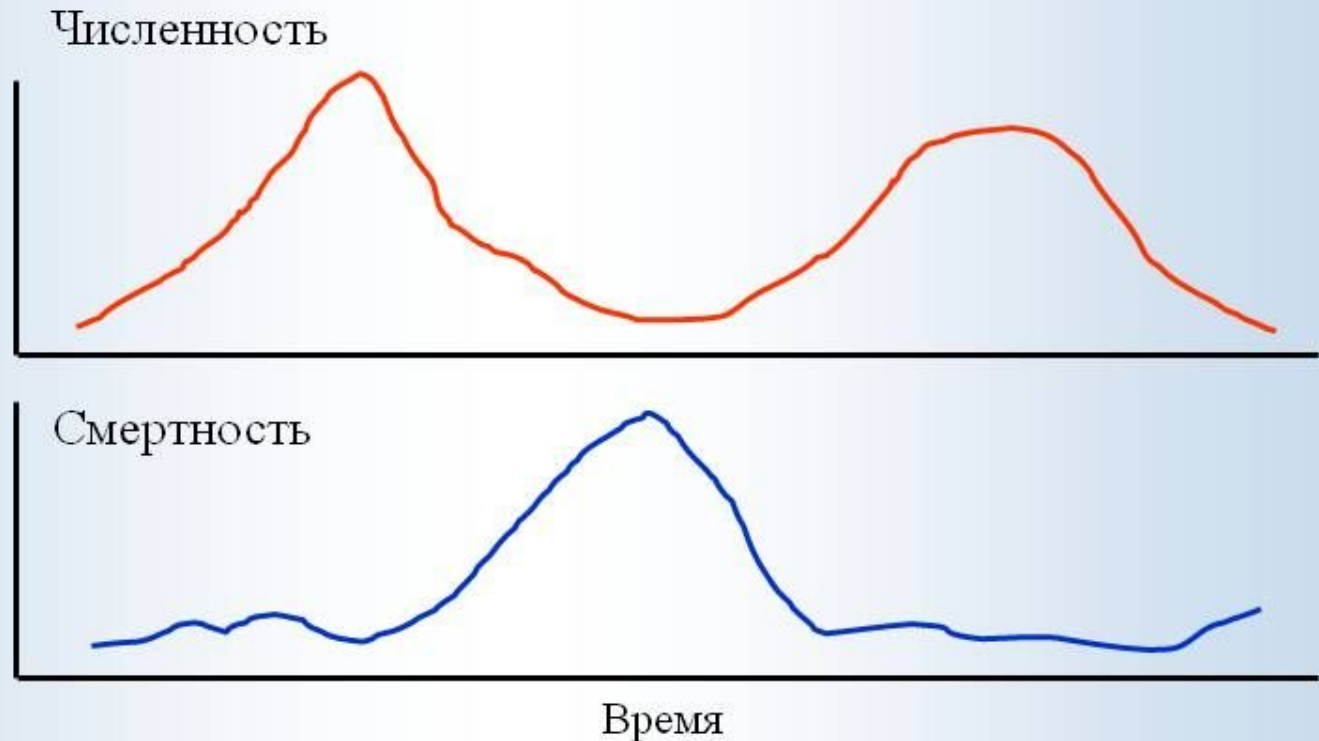
1 – при возрастании плотности повышается частота контактов между особями, что вызывает у них ***стрессовое состояние***, уменьшающее рождаемость и повышающее смертность;

2 – при возрастании плотности усиливается ***эмиграция*** в новые местообитания, краевые зоны, где условия менее благоприятны и смертность увеличивается;

Гомеостаз популяций

Существуют механизмы саморегуляции популяций.

Регуляция осуществляется по принципу обратной связи.



Динамика численности и смертности дафний

3 – при возрастании плотности происходят **изменения генетического состава популяции**, например, быстро размножающиеся особи заменяются медленно размножающимися. Понимание механизмов регуляции численности популяций чрезвычайно важно для возможности управления этими процессами. Деятельность человека часто сопровождается сокращением численности популяций многих видов. В целях сохранения видов человек использует различные **способы регулирования численности** популяции: запрещение охоты на некоторые виды животных, регулирование вырубки леса, установление сроков охоты и др.

В то же время деятельность человека создает условия для появления новых форм организмов или развития старых видов часто вредных для человека: болезнетворных микроорганизмов, вредителей сельскохозяйственных культур и т.д.

