

ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ



Популяция

- (от лат. *Populus* – народ, население) — это совокупность особей одного вида, обитающих на определенной территории, свободно скрещивающихся между собой и частично или полностью изолированных от других популяций

признаки популяции

- Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме;
- Плотность популяции – среднее число особей на единицу площади или объема;
- Рождаемость – число особей появившихся за единицу времени в результате размножения;
- Смертность – число особей популяции погибших за единицу времени
- Прирост – разница между рождаемостью и смертностью (м.б. как положительным, так и отрицательным);
- Темп роста – средний прирост за единицу времени.
- Биотический потенциал – теоретический максимум потомков от 1 пары особей за единицу времени

Половая структура

популяции

- **Первичное** соотношение – 1:1 – обеспечивается генетическим механизмом
- **Вторичное** соотношение – при рождении – 100 девочек : 106 мальчиков
- **Третичное** соотношение – к периоду полового созревания – 1:1

Возрастная структура популяции

- Определяет все **возрастные группы особей**, в том числе всех стадий и фаз развития организма.

В популяциях животных и человека выделяют **3 экологических возраста:**

- **предрепродуктивный** (ювенильный) потомство, дети и молодые особи



- **репродуктивный** (воспроизводящий) (например, у человека женщин **21 - 45 лет**, а для мужчин **26-55 лет**)



- **Пострепродуктивный** (сеньильный) включает особи, не способные к производству потомства по воз



- **Возрастное состояние особи** – этап ее онтогенеза, на котором она характеризуется определенными отношениями со средой.
- Соотношение особей популяции называют **ВОЗРАСТНЫМ СПЕКТРОМ ПОПУЛЯЦИИ**.
- Он связан с процессами смертности и рождаемости организмов.
- По возрастному спектру оценивается *способность популяции к самоподдержанию* и ее устойчивость к внешним воздействиям.

Нормальное половозрастное распределение

- Чем сложнее возрастной спектр, тем устойчивее воспроизводство популяции.
- **Наибольшей жизнеспособностью** отличаются популяции, в которых все возрастные группы представлены относительно **РАВНОМЕРНО**.
- Такие популяции называют **СТАБИЛЬНЫМИ (НОРМАЛЬНЫМИ)**.
- Если в популяции преобладают **особи пострепродуктивного периода жизни**, это свидетельствует о наличии отрицательных факторов, нарушающих репродуктивные функции.
- Такие популяции называют **РЕГРЕССИВНЫМИ (вымирающими)**

Растущие популяции

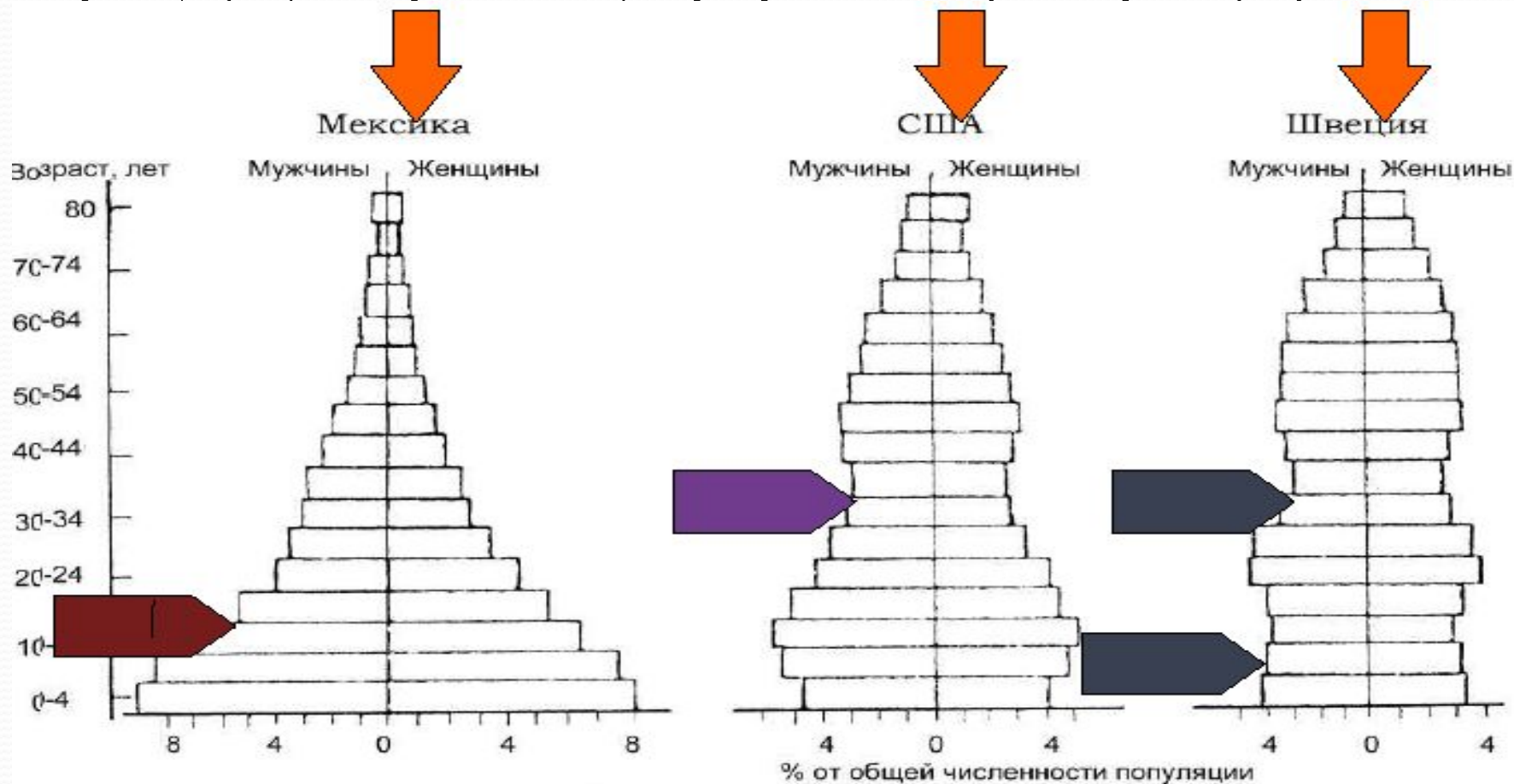
- Популяции представленные, в основном, молодыми особями называют – **РАСТУЩИМИ**.
- **Жизнеспособность их не вызывает опасения, но велика вероятность вспышки чрезмерно высокой численности особей.**
- Это особенно опасно, если такие популяции представлены **видами особей, которые здесь ранее отсутствовали.**



размножение кроликов в Австралии

Примеры возрастной структуры популяций

1- растущая; 2- нормальная; 3- регрессивная (вымирающая).



- **Исследования возрастной структуры популяций растений и животных **РЕДКИ** из-за чрезмерной сложности и трудности количественного учета особей разных возрастных групп.**
- **Исключения составляют популяции человека.**

Возрастная пирамида населения России

- Периодически проводимые переписи, позволяют достаточно полно охарактеризовать возрастной состав популяции, отражающийся на специальных диаграммах (половозрастное распределение).
- Возрастная пирамида населения России – относится к **нормальной, стабильной популяции.**

Этологическая (поведенческая) структура популяции

- Это система взаимоотношений между членами одной популяции. **Этология** – наука о биологических основах поведения животных, оформилась в 30–х годах 20 века.

ПОВЕДЕНИЕ по отношению к другим членам популяции зависит от образа жизни особи: **одиночный или групповой**.
При **ОДИНОЧНОМ ОБРАЗЕ** жизни особи популяции независимы и обособлены друг от друга.



Бегемот

Иерархия у животных

- При групповом образе жизни животные образуют **семьи, колонии, стаи, дефы (стада)**, организованные иерархически.
- **Иерархия у животных** представляет собой – систему поведенческих связей между особями группы, регулирующие их взаимоотношения и доступ к пище, убежищам и т.д.
- Иерархия группы носит приспособительный **АДАПТИВНЫЙ ХАРАКТЕР** и составляет сущность жизни вида.

Семья

- **СЕМЬЯ** – простейшая группировка особей состоит из родителей и потомков нескольких поколений (прайды у львов).
- Различают семьи **отцовского, материнского или смешанного типов**, в зависимости от того, кто из родителей берет на себя уход за потомством.
- В семьях с **устойчивым образованием пар** в выкармливании принимают участие и самец и самка.

Прайд



Бурый медведь



Колонии

- **КОЛОНИЯ** – групповое поселение оседлых животных. Существуют **длительно** или возникают на **период размножения**, у многих птиц: грачей, чаек, гагар.
- колония бакланов насчитывает не менее **10 000 особей**, в ней на **1 кв.м** площади приходится не менее **3 гнезд**.

Колония
Императорских
пингвинов



морских птиц



СТАЯ



- **временная подвижная группировка особей** для защиты от врагов, добычи пищи.
- У млекопитающих она характерна **ДЛЯ СОБАЧЬИХ Стаи у птиц** формируются при сезонных перелетах. В стаях между особями существует постоянная звуковая и зрительная связь.
- **Велика роль ВОЖАКОВ**, т.к. в стаях требуется согласованность действий.



СТАДО

- **группа животных одного вида, особи которого имеют существенные общие особенности (функциональные и морфологические), скрещивающаяся между собой, зависящие от остальной части популяции, способные к самовоспроизведению в течении жизни нескольких поколений.**
- **СТАДА (ДЕМЫ) – наиболее длительные и постоянные объединения животных**



- В стадах осуществляются все **основные функции жизни:**
- Добывание корма, защита от хищников, миграции, размножение.
- Основу группового поведения животных составляют **ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ДОМИНИРОВАНИЯ - ПОДЧИНЕНИЯ**, основанные на индивидуальных различиях между особями

Стадо слонов 9-12



Эффект группы:

- Группам присущи все типичные черты популяций, но они характеризуются **более высокой степенью объединения и способностью к саморегуляции численности.**
- Это свойство и называется **ЭФФЕКТОМ ГРУППЫ.**

показатель эффекта группы – территориальность
(каждая группа живет на своей территории).

К ней относятся **различные способы охраны занимаемых территорий** (у кошачьих и собачьих территориальность проявляется через мечение границ участков выделениями желез, мочой).

пение птиц – всего **сигнал о занятости территории** в период размножения и последующего выкармливания потомства.

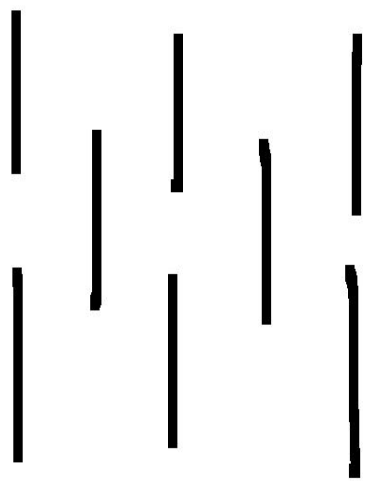
- яркое проявление **ЭФФЕКТА ГРУППЫ** свойственно **общественным насекомым** – пчелы, муравьи, термиты не могут жить изолированно, в одиночку.
- Эффект группы проявляется в **УСКОРЕНИИ ТЕМПОВ РОСТА, ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ** и т.д.



- Положительный эффект группы проявляется только **ДО НЕКОТОРОГО УРОВНЯ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ.**
- Увеличение числа особей ведет к **недостатку ресурсов среды** (ограничивающий лимитирующий фактор).
- Далее следует нарушение гомеостаза группы.



Пространственная структура



Равномерная



Случайная



Групповая

Гомеостаз популяции

- Все популяции **изменяются во времени**. Меняется генетическая структура, наблюдаются колебания общей численности, соотношения женских и мужских особей, личинок и взрослых, активных и покоящихся стадий.
- Всю совокупность таких изменений обычно называют **динамикой популяции**.

Гомеостаз и колебания численности популяци



Совокупность всех факторов способствующих росту численности называется биотическим потенциалом. Совокупность факторов, лимитирующих (ограничивающих) рост численности популяци, называют сопротивлением среды. Состояние равновесия между биотическим потенциалом вида и сопротивлением среды, поддерживающее постоянство численности популяци получило название гомеостаза или динамического равновесия. При нарушении его происходят колебания численности популяци.

Различают периодические (в течение сезона или нескольких лет) и непериодические колебания (вспышки массового размножения) численности популяций.

Периодические и непериодические колебания численности популяций свойственные всем популяциям, именуются популяционными волнами.

Механизмы гомеостаза

- **Абиотические факторы** (погодные явления, наличие пищи, различного рода катастрофы и т.п.). Группы этих факторов обычно называют **модифицирующими** (лат. *модификацио* – изменение). Эти факторы не зависят от плотности популяции
- **Биотические факторы** - зависят от плотности популяции. Их называют **регулирующими**. Они "работают" по принципу обратной отрицательной связи: чем значительнее численность, тем сильнее срабатывают механизмы, обуславливающие ее снижение, и наоборот – при низкой численности сила этих механизмов ослабевает и создаются условия для более полной реализации биотического потенциала

регулирующие факторы:

А) К межвидовым механизмам гомеостаза относятся взаимоотношения

- типа хищник – жертва.
- типа паразит – хозяин.
- конкуренция,

Б) Внутрипопуляционные механизмы гомеостаза

- в жестких формах (самоизреживание, каннибализм)
- смягченные формы (угнетающие (ингибирующие) выделения во внешнюю среду, стрессовые явления, миграции)

**В зависимости от динамики выделяются два
противоположных типа популяций: стабильный и
нестабильный**

1. Стабильный тип популяций (равновесные) r-стратегия

- **Характерен для видов со значительной продолжительностью жизни, низкой средней плодовитостью, и выживанием большей части потомков (Крупные млекопитающие)**

**2. Нестабильные популяции (K-стратегия)
характеризуются РЕЗКИМИ ПЕРЕПАДАМИ
численности (в сотни, тысячи раз).**

- **Они свойственны видам с небольшой продолжительностью жизни, очень высокой плодовитостью и значительной смертностью (малой выживаемостью потомства), например насекомые, грызуны и т.д.**

6. Экологические стратегии популяций



г-стратегия:

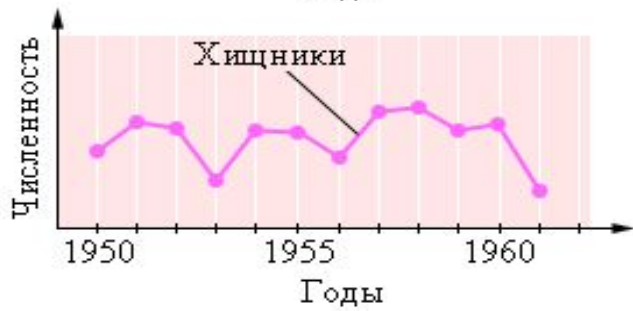
- обладают быстро размножающиеся виды;
- характерен отбор на повышение скорости роста популяции в периоды низкой плотности;
- характерна для популяций в среде с резкими и непредсказуемыми изменениями условий или в эфемерных, т.е. существующих короткое время.

Признаки г-видов: высокая плодовитость, короткое время регенерации, высокая численность, обычно малые размеры особей, малая продолжительность жизни, большие траты энергии на размножение, кратковременность местообитаний, низкая конкурентоспособность.

К г-видам относятся: бактерии, все однолетние растения и насекомые-вредители.

К-стратегия:

- обладают виды с низкой скоростью размножения и высокой выживаемостью;
- определяет отбор на повышение выживаемости при высокой плотности популяции, приближающейся к предельной.



Колебания численности популяции зимней пяденицы и её хищников

Признаки К-видов: низкая плодовитость, значительная продолжительность жизни, крупные размеры особей и семян, мощные корневые системы, высокая конкурентоспособность, устойчивость на занимаемой территории, высокая специализация образа жизни.

К-виды часто становятся доминантами биогеоценозов.

К К-видам относятся: хищники, человек, реликтовые насекомые, одиночная фаза саранчи, почти все деревья и кустарники.





- Если использовать очень простую модель роста численности популяции, в которой через одинаковые промежутки времени количество особей удваивается, а гибель их не происходит, то можно видеть, что численность популяции будет возрастать резко, даже катастрофически.
- Это так называемый **Экспоненциальный рост**

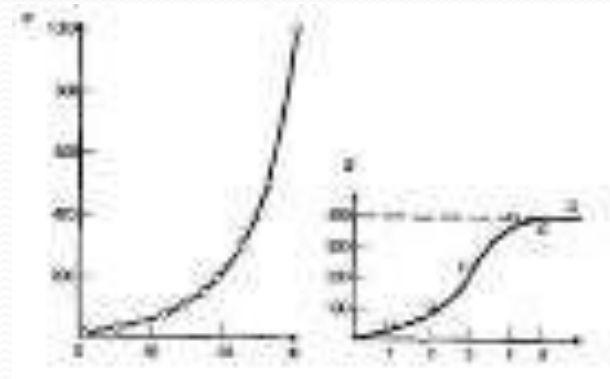
Экспоненциальный рост

- Рост численности популяции в геометрической прогрессии называется **Экспоненциальным ростом** (первая математическая модель роста популяции Т.Р. Мальтуса, Англия, 1766-1834).
- График зависимости численности популяции от времени при экспоненциальном росте представляет собой кривую, напоминающую по форме латинскую букву J, называемая **экспонентой**.
- Эта кривая показывает, что в ходе роста популяции ее численность **увеличивается с возрастающей скоростью**

- В реальных условиях экспоненциальный рост наблюдается, когда популяция растет **в условиях избытка ресурсов** (пищи, места для размножения), **отсутствия конкурентов** и не испытывает воздействия **неблагоприятных лимитирующих факторов**.
- В лабораторных условиях экспоненциальный рост можно наблюдать у популяций микроорганизмов (бактерий, дафний) в начальной фазе их роста.



Размножение дафнии



- Экспоненциально **может расти численность популяции, вселенных в новую местность,** где у них много пищи и мало врагов.
- Классическим примером такого роста является рост численности кроликов, завезенных в Австралию.
- Примером экспоненциального роста можно считать **размножение микроорганизмов в загрязненных биогенными веществами водоемах.**



В общем виде численность популяции в некое время N обычно оценивается по следующей формуле:

$$N_{t1} = N_t + B - D + C - E,$$

N_{t1} – количество особей в момент n ; N_t – количество особей в предыдущий момент времени t ; B - число особей, родившихся в промежуток времени (рождаемость), D - число погибших за это же время (смертность), C - количество иммигрантов (особей, вселяющихся из других мест обитания); E – количество эмигрантов

- Естественный рост популяции, как правило, не реализуется в форме экспоненциальной кривой.
- Если это происходит, то в течении **относительно короткого отрезка времени**, после чего скорость роста численности снижается.
- Объясняется это тем, что не только в природных, но и даже и в оптимальных лабораторных условиях рост численности **ограничен комплексом факторов внешней среды**.

- Рост численности популяции замедляется по мере увеличения ее **плотности** (т.е. N_t – количество особей на единицу объема или площади (экз.м²; экз.м³), т.к. условия для роста и размножения особей становятся **менее благоприятными**.
- животным при высокой численности популяции не хватает **пищи**.
- Растения затеняют друг друга, т.е. испытывают **недостаток солнечного света**.

- По мере ухудшения условий удельная скорость роста численности (скорость прироста на единицу особи) **снижается и при некоторой плотности** – численность популяции перестает расти.
- **предельную плотность**, которую может достигнуть популяция по численности называют **емкостью среды**.

Логистический рост численности популяции

- Если рост популяции ограничен ресурсами, то после достижения **емкости среды** численность популяции колеблется возле некоторого среднего уровня и популяция подчиняется **правилам логического роста**.
- График изменения численности популяции при логистическом росте представляет собой кривую, называемую – **логистической кривой** (модель была описана П-Ф.Ферхюльстом, 1804-1849)

Экспоненциальная и логистическая кривая роста численности популяции (зависимость числа особей от времени)

Популяционная динамика

Модель Ферхюльста



Логистическая кривая



Стабильная динамика, **K-стратегии**, равновесные популяции

J-образная кривая



Модель Мальтуса



Нестабильная динамика, **r-стратегии**, оппортунистические популяции