



ПОПУЛЯЦИЯ



- Популяция как форма существования вида.
- Свойства популяции: численность, плотность, структура, размеры и др.
- Динамика развития популяций.
- Максимальная мгновенная (биотический потенциал) и фактическая скорости прироста.
- Экспоненциальная и логистические кривые роста.
- Сопротивление среды.
- Стратегия развития r- и K - популяций.
- Межпопуляционные отношения.
- Влияние внутри- и межвидовой конкуренции на пределы выносливости популяции.

ВИД

- Живое население планеты представлено разными видами организмов.
- **Вид** – многочисленная группа сходных особей общего происхождения, которые:
 - распространены в определенном ареале,
 - имеют общие наследственно закрепленные особенности обмена веществ, морфологические признаки, приспособления к существованию в этом ареале.

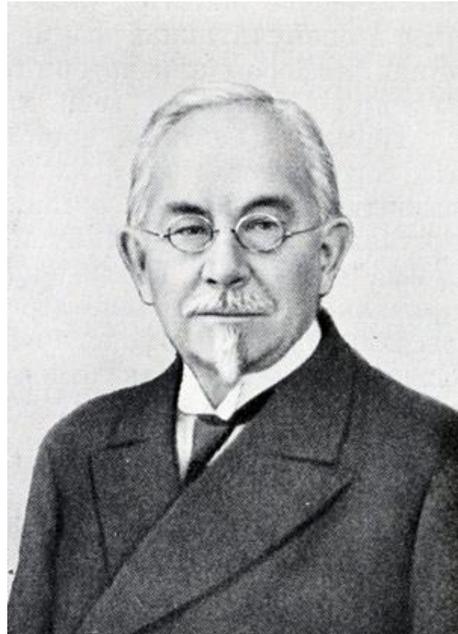
Изначально разделение вида на популяции связано с неоднородностью условий обитания в пределах ареала.

Что такое популяция?

«Популяция» (лат. *Populus*) – народ, население.

Термин - В. Иоганнсен, 1903 г., естественная смесь особей одного вида, неоднородная в генетическом отношении.

Ч. Дарвин: «шумы», т.е. различия между особями одного вида.



**Вильгельм Людвиг Иоганнсен
(1857-1927, Дания)**

Множество формулировок:

Л. Джонкерс

А. Гиляров

А. Яблоков

С. Шварц и др.

Что такое популяция?

Согласно определению С.С. Шварца,

Популяция – это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.



Станислав Семёнович Шварц
1919-1976

С позиций современной экологии,

Популяция - элементарная единица процесса микроэволюции, поскольку обладает уникальным и важнейшим качеством для поддержания жизни вида в течение длительного периода – ***способностью к перестройке своего генофонда в ответ на изменение экологических факторов среды обитания.***

Популяция - генетическая единица вида.
Изменения - эволюция вида.

Классификация популяций

Ландшафтно-биотопический подход (Н.П. Наумов)

- *Географическая*: популяция белок в смешанных лесах Беларуси.
- *Экологические*: популяция белок сосновых лесов Заволжья.
- *Элементарные* (локальные, биотопические, местные) – совокупность особей, занимающих небольшой участок однородной площади.

По размерам:

Карликовые, обычные, суперпопуляции.

Классификация популяций

По способу размножения

- *Панмиктические*: состоят из особей, размножающихся половым путем, для которых характерно перекрестное оплодотворение.
- *Клональные*: состоят из особей, для которых характерно только бесполое размножение.
- *Клонально-панмиктические* - половое размножение сочетается с бесполом.

- Первоначально «клон» (др.-греч. «веточка, побег, отпрыск») - *для группы растений*, полученных от одного растения-производителя вегетативным (не семенным) способом.
- Со временем расширилось - при выращивании культур *бактерий*.
- Позже «клонирование» перенесено на *технология получения идентичных организмов (замещение ядра)*, а потом и на *все организмы, полученные по такой технологии*, от первых головастика до овцы Долли.



Основные характеристики популяции

Специфические показатели, которые не присущи отдельно взятой особи.

Две группы количественных показателей – статические и динамические.

Статические показатели: состояние популяции на данный момент времени.

Динамические показатели: процессы, протекающие в популяции за какой-то промежуток (интервал) времени.



Основные статические показатели

Численность – общее количество особей на выделяемой территории или в данном объеме. Никогда не бывает постоянной, зависит от соотношения интенсивности размножения (плодовитости) и смертности.

Плотность популяции

Определяется количеством особей (либо биомассой) на единице площади или в единице объема, занимаемого популяцией.

150 сосен на 1 га или 0,5 г циклопов в 1 м³ воды.

Плотность популяции также изменчива, зависит от численности. Не увеличивается лишь в том случае, если возможно расселение.



Основные статические показатели

Структура популяции – определенная организация, формирующаяся на основе биологических свойств вида, а также под влиянием абиотических факторов и популяций других видов.

Пространственная, возрастная, половая, поведенческая и др.



Пространственная структура

- Особи, составляющие популяцию, могут иметь различные типы пространственного распределения, выражающие их реакции на благоприятные и неблагоприятные физические условия или конкурентные отношения.
- **Случайное, равномерное и групповое** распределение особей.

Равномерное распределение - особи размещены через более или менее равные промежутки (деревья в зрелом сосновом лесу).

Случайное распределение - широко представлено среди растений и многих видов животных.

Групповое распределение – стаи, колонии, стада. Групповое размещение обеспечивает популяции более высокую устойчивость по отношению к неблагоприятным условиям.



Половая структура популяции – соотношение мужских и женских особей. Соотношение полов в популяции устанавливается по генетическим законам, а затем на него влияет среда. Неравномерное отмирание особей одного пола или, наоборот, их появление в большом количестве в репродуктивный период приводит к изменению других характеристик популяции.



Поведенческая структура – система взаимоотношений между членами одной популяции. Особи могут вести одиночный образ жизни и групповой. Полностью одиночного существования организмов в природе нет, так как в этом случае было бы невозможно размножение. При групповом образе жизни животные образуют семьи, колонии, стаи и стада, которые организованы иерархически.

- **Возрастная структура популяции** – количественное соотношение особей разного вида. Возрастная структура обычно представлена поколениями.
- **Стабильные популяции** - число особей разных возрастов равномерно меняется и носит характер нормального распределения.
- **Сокращающиеся популяции** - преобладают старческие особи.
- **Растущие популяции** - представленные в основном молодыми особями. Жизнеспособность их не вызывает опасений, но велика вероятность вспышек чрезмерно высокой численности особей. Особенно опасно, если такие популяции представлены видами, которые на данной территории ранее отсутствовали.

Основные динамические показатели

Рождаемость

Число новых особей, появившихся в единицу времени в результате размножения.

В живых организмах заложена огромная возможность к размножению.

Биотический потенциал - скорость, с которой при непрерывном размножении (возможном при идеальных экологических условиях существования) особи определенного вида могут покрыть земной шар равномерным слоем.

1 одуванчик менее чем за 10 лет способен заселить своими потомками земной шар, если все семена прорастут.

В действительности высокая плодовитость организмов никогда не реализуется.

Основные динамические показатели

Смертность

Количество особей, погибших за определенный период.

Три типа смертности.

смертность одинакова во всех возрастах;

повышенная гибель особей на ранних стадиях развития;

повышенная гибель взрослых (старых) особей.



Основные динамические показатели

Прирост популяции

- Разница между рождаемостью и смертностью; Прирост – положительный и отрицательный.

Темп роста

- Средний прирост за единицу времени.
- R_0 - среднее число потомков, достигших репродуктивного возраста, производимых одной особью данного вида за всю жизнь (чистая скорость размножения):
 - $R_0 > 1$ популяция растущая;
 - $R_0 = 1$ популяция стабильная;
 - $R_0 < 1$ популяция сокращающаяся.



Динамика популяции

Скорость роста популяции определяется биотическим или репродуктивным потенциалом.

Уравнение А. Лотки:

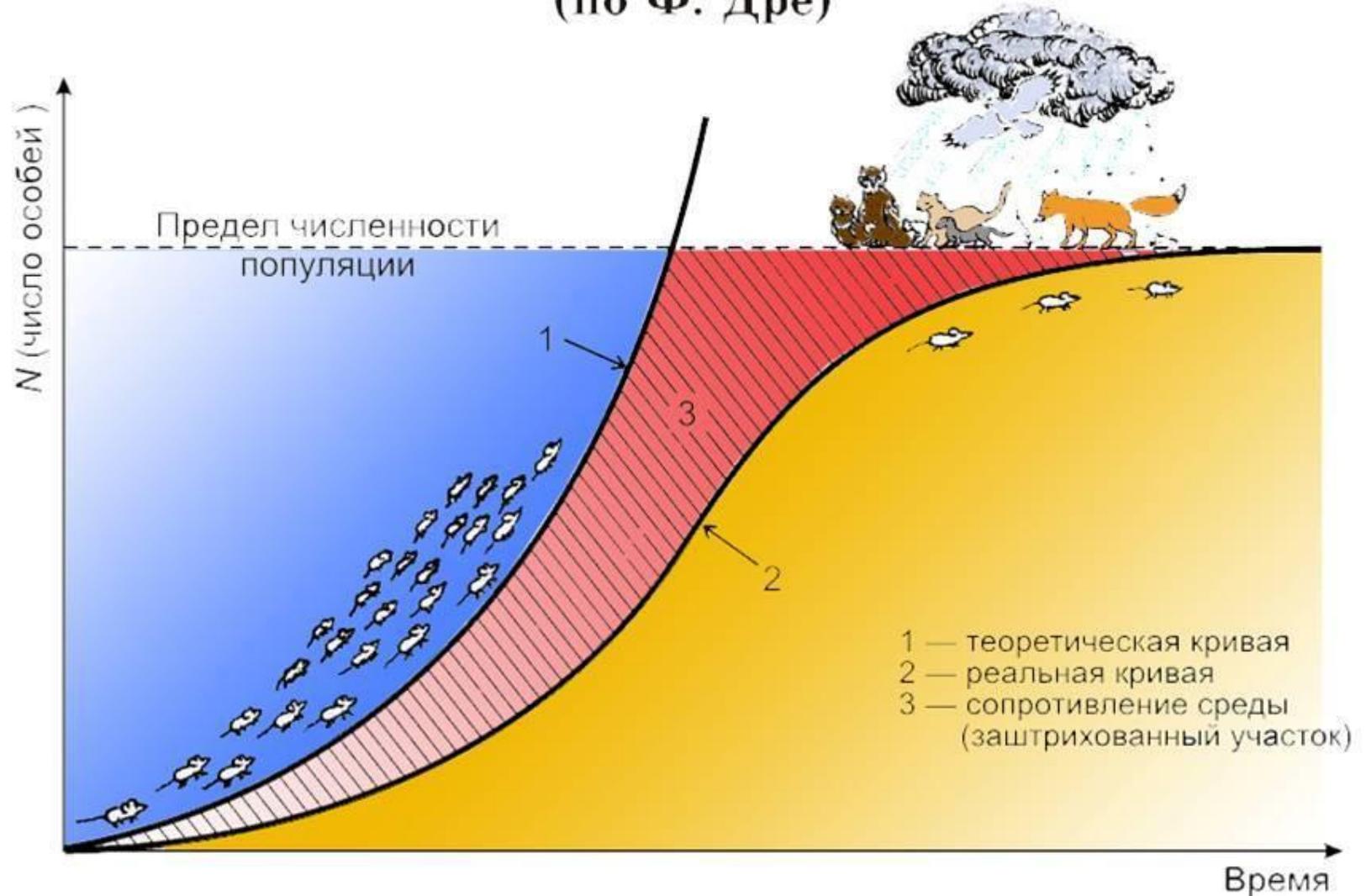
$$dN/dt \approx rN$$

N – численность особей, t – время, r – биотический потенциал.



КРИВЫЕ РОСТА ПОПУЛЯЦИЙ

(по Ф. Дрё)



При ограниченных ресурсах в общем виде уравнение динамики численности популяции:

$$dN/dt \approx rN((K-N)/K)$$

K – емкость среды

$(K-N)/K$ - сопротивление среды. Совокупность всех «ограничителей» роста популяции (неоптимальная температура, кислотность, соленость, влажность, присутствие хищников и др.).

- Наиболее сильно сопротивление среды действует на молодые особи, больше других страдающих от нападения хищников, болезней, недостатка воды и пищи и других неблагоприятных условий.
- Чем крупнее организмы, тем ближе к логистическому типу характер роста их популяций.
- Плато на логистической кривой не всегда бывает гладким, т.к. колебания численности происходят постоянно - колебания кривой вокруг асимптоты K (флуктуации численности, которые могут быть сезонными и годовыми).

Причины колебания численности популяции



- Недостаток пищи.
- Конкуренция нескольких популяций из-за одной экологической ниши.
- Взаимоотношения популяций хищника и жертвы, паразита и хозяина.
- Абиотические факторы.

Регуляция численности популяции

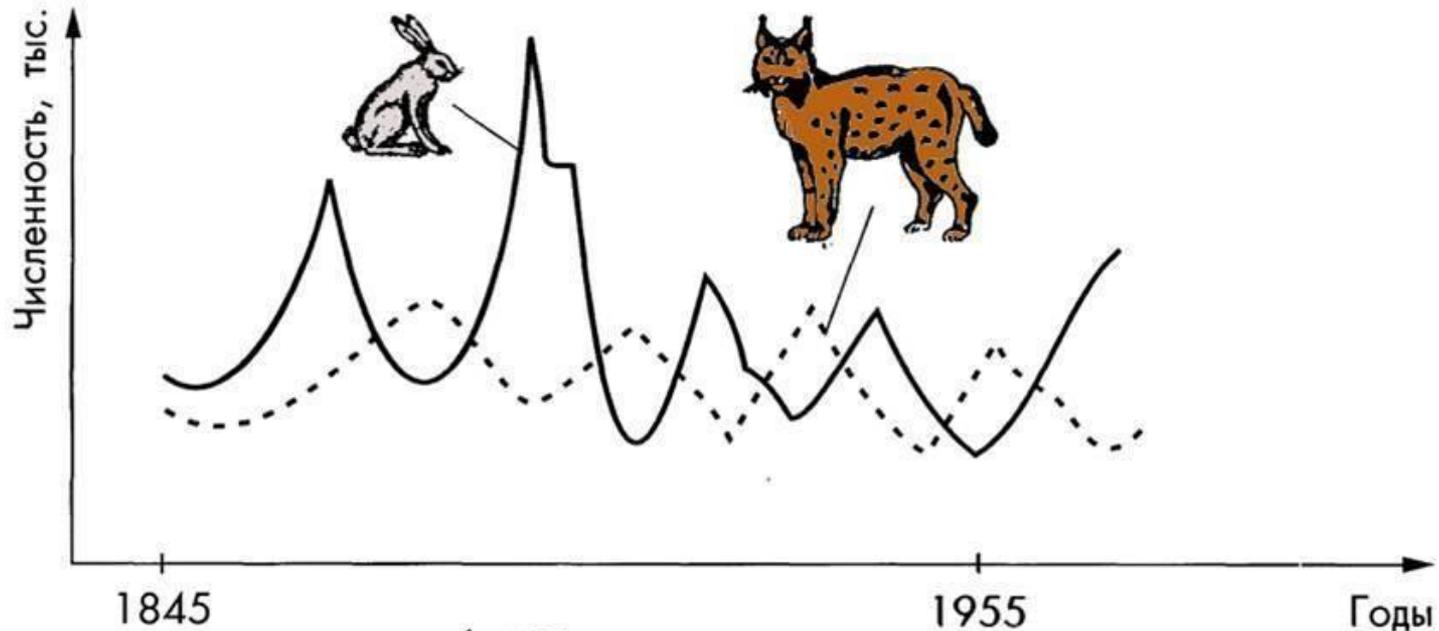
Каннибализм (от фр. *cannibale* – людоед). Наблюдается у некоторых видов рыб, у земноводных и других животных. Каннибализм известен более чем у 1300 видов животных.

Эмиграция – выселение, переселение части популяции в менее предпочитаемые места обитания того же ареала. У некоторых видов тлей повышение плотности популяции сопровождается появлением крылатых особей, способных расселяться. При переуплотнении популяции эмиграции происходят у ряда млекопитающих (особенно у мышевидных грызунов) и птиц.



Жертва – хищник

МОДЕЛЬ ЛОТКИ–ВОЛЬТЕРРА (по К. Вилли)



Чаще всего пики численности хищников меньше и несколько отстают от пиков численности жертв. Бывают случаи, когда хищники полностью подавляют популяцию жертвы, а затем сами начинают деградировать.

Модель Лотки-Вольтерра

- Закрытый ареал
- Отсутствует иммиграция и эмиграция
- Достаточно пищи для травоядных животных

Уравнение изменения количества жертв:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x,$$

α — коэффициент рождаемости жертв

x — величина популяции жертв

$\frac{dx}{dt}$ — скорость прироста популяции жертв

Модель Лотки-Вольтерра

Хищники стабильным питанием не обеспечены и вымирают.

Уравнение для хищников:

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma y,$$

γ — коэффициент убыли хищников

y — величина популяции хищников

$\frac{dy}{dt}$ — скорость прироста популяции хищников

Модель Лотки-Вольтерра

Встречи хищников и жертв (которые $\approx xy$), убивают жертв с коэффициентом β и рожают новых хищников с коэффициентом δ .

Система уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy = (\alpha - \beta y)x$$

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma y + \delta xy = (-\gamma + \delta x)y$$

Модель Лотки-Вольтерра

$$\frac{dx}{dt} = (\alpha - \beta y)x$$

$$\frac{dy}{dt} = (-\gamma + \delta x)y,$$



Модель Лотки-Вольтерра

В результате своих наблюдений В. Вольтерра сформулировал три закона:



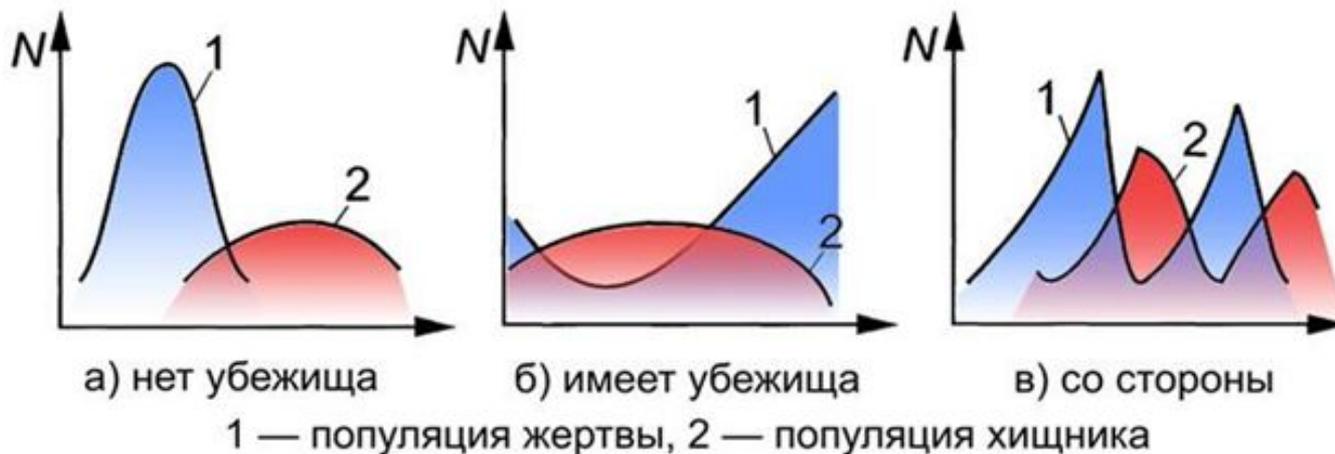
- **Закон периодического цикла.** Колебания численности двух видов являются периодическими и зависят от коэффициента роста популяций хищника и жертвы и их исходной относительной численности.
- **Закон сохранения средних величин.** Средняя численность популяций обоих видов остается относительно постоянной, независимо от первоначальной численности до тех пор, пока скорости увеличения и уменьшения популяций, а также интенсивность хищничества постоянны.
- **Закон нарушения средних величин.** Если уничтожить особей обоих видов пропорционально плотности их популяций, то средняя численность популяции жертвы будет расти, а хищника – падать.



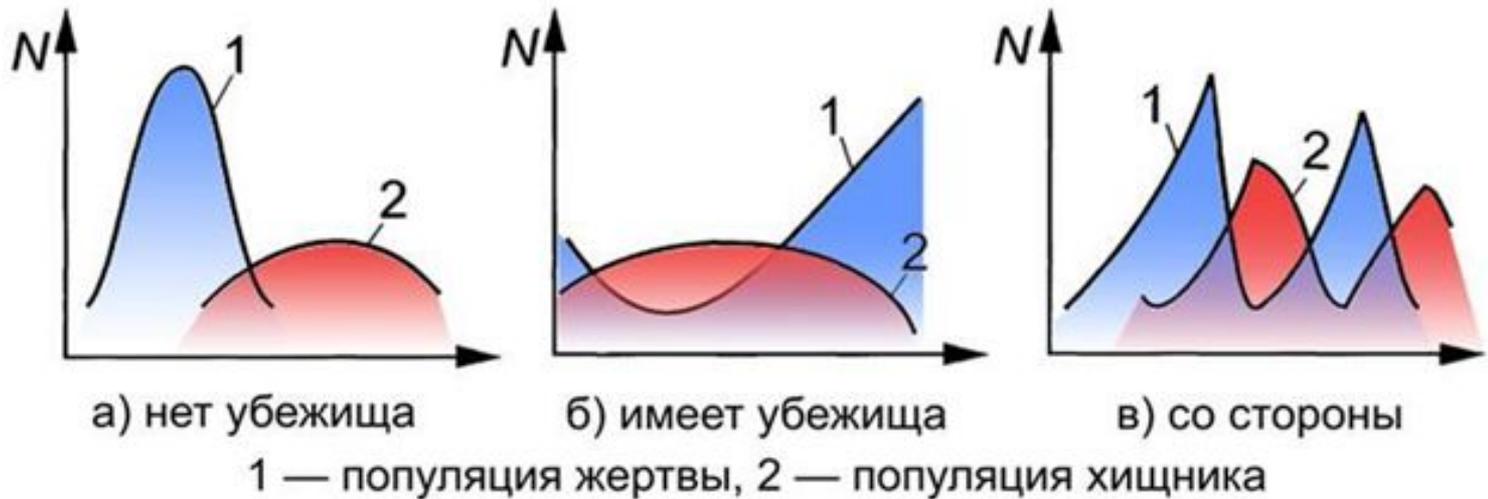
Г.Ф. Гаузе провел эксперименты в упрощенной системе инфузории (хищник) – дрожжи (жертва).

Отношения популяций могут развиваться по трем сценариям:

- У жертвы нет убежища, после пика численности жертвы нарастает пик численности хищника, затем все особи жертвы уничтожаются, после чего от голода погибает популяция хищника.



- Первый этап происходит по сценарию №1. Если какое-то количество особей жертвы имеет надежное укрытие, то после гибели хищника от голода популяция жертвы начинает интенсивно размножаться.
- У жертвы, как в сценарии №2, есть убежище или популяция жертвы пополняется пришельцами (иммигрантами), взаимоотношения популяций - в виде периодических колебаний численности по сценарию Лотки – Вольтерры.



В природе упрощенные взаимоотношения маловероятны:

хищник питается не одним видом,
жертва преследуется не одним хищником.

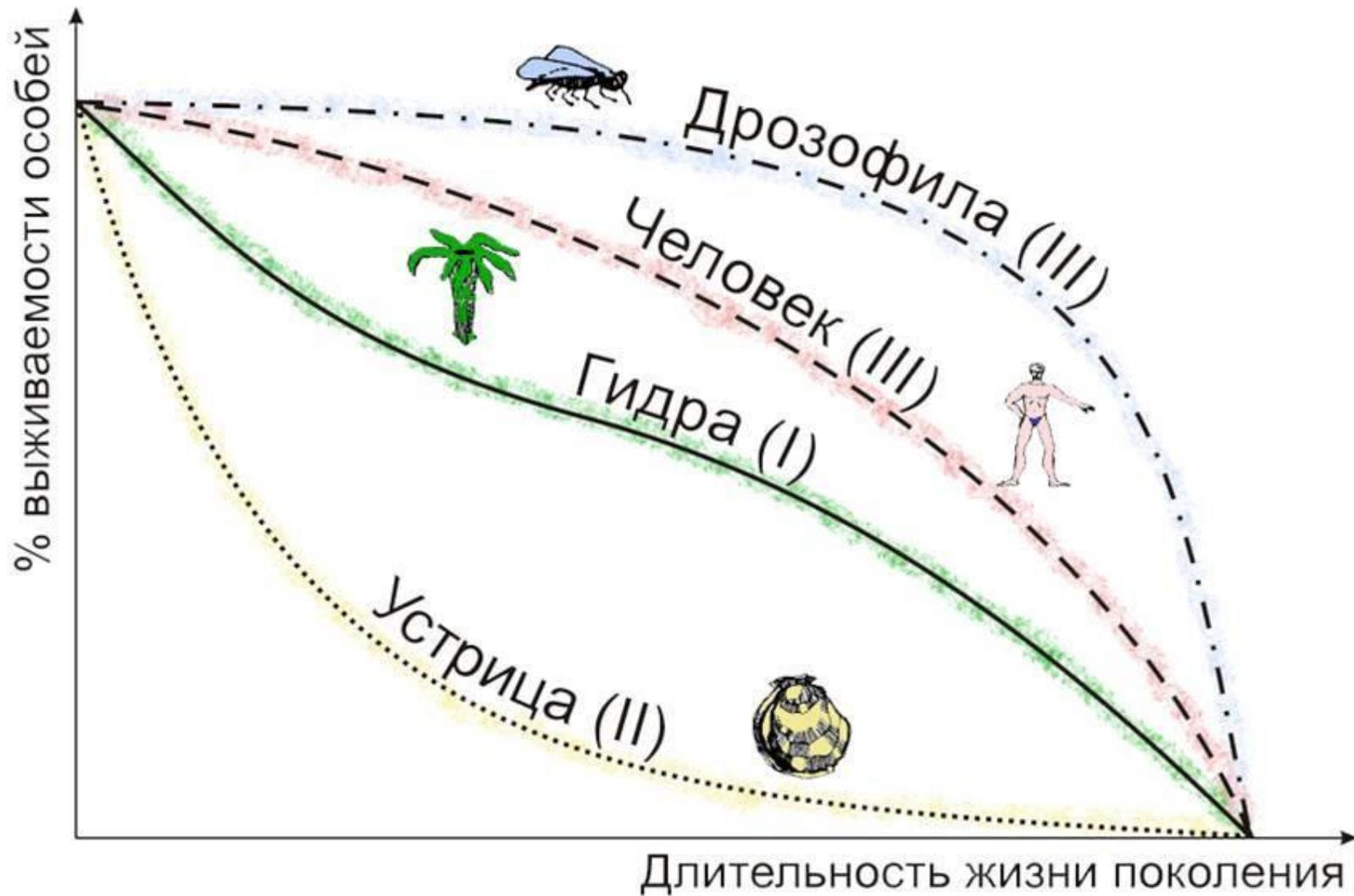
Строго циклических математически выверенных колебаний численности никогда не наблюдается.



Гомеостаз популяции

- **Способность популяции поддерживать определенную численность своих особей.**
- **Выживаемость – средняя для популяции вероятность сохранения особей каждого поколения за определенный промежуток времени.**
- **Три типа «кривых выживания».**

ТРИ ТИПА КРИВЫХ ВЫЖИВАНИЯ



Экологические стратегии выживания

Основные типы:

- **Виоленты (силовики)** – подавляют всех конкурентов (деревья, образующие коренные леса).
- **Пациенты** – виды, способные выжить в неблагоприятных условиях (тенелюбивые растения).
- **Эксплеренты** (наполняющие) – виды, способные быстро появляться там, где нарушены коренные сообщества (на вырубках, гарях, отмелях и т.д.).

Экологические стратегии выживания

r-стратегия и K-стратегия

- **r-стратегия** - отбор, направленный на повышение скорости роста популяции и таких качеств, как высокая плодовитость, ранняя половозрелость, способность быстро распространяться на новые места обитания.
- **K-стратегия** – отбор, направленный на повышение выживаемости в условиях стабилизировавшейся численности. Это отбор на конкурентноспособность, повышение защищенности от хищников и паразитов, повышение вероятности выживаемости каждого потомка.
- Каждый организм испытывает на себе комбинацию r- и K-стратегий.

Биотические факторы

Формы взаимодействия между особями и популяциями.

Две группы взаимодействий :

- **внутривидовые** (гомотипические от греч. homoios – одинаковый),
- **межвидовые** (гетеротипические от греч. heteros – разный).



Гомотипические реакции



▪ **Эффект группы.** Многие животные нормально развиваются только тогда, когда объединяются в группы: стадо слонов для выживания должно иметь не менее 25 особей, наиболее продуктивные стада северных оленей - 300-400 особей. Существование в группе, с одной стороны, облегчает поиск и добывание пищи, защиту от врагов, с другой – способствует саморегуляции численности. Группам присущи все свойства популяций, но они характеризуются более высокими уровнями объединения и способности к самоорганизации. Внутри группы наблюдается тесное общение особей посредством запахов, звуков, специфики поведения.



▪ **Эффект массы** - переуплотнение популяции. Как правило, отрицательно сказывается на плодовитости, скорости роста, длительности жизни животных.

Для каждого вида животных существует оптимальный размер группы и оптимальная плотность популяции (принцип Олли).

МЕЖВИДОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ (гетеротипические реакции)

Тип межвидовых взаимодействий	Вид А	Вид В	Пример
1. Нейтрализм	0	0	
2. Конкуренция	—	—	
3. Мутуализм (симбиоз)	+	+	
4. Сотрудничество	+	+	
5. Комменсализм	+	0	
6. Аменсализм	—	0	
7. Хищничество	+	—	
8. Паразитизм	+	—	

Условные обозначения:

(+)
(+)
0

— (+) — благоприятное влияние; (–) — неблагоприятное (отрицательное) влияние;
0 — нет влияния на данный вид.

Экологическая ниша

Местообитание – это адрес вида, экологическая ниша – это род его занятий (Одум).

Экологическая ниша (от фр. niche – углубление) – это совокупность всех требований организма к условиям существования, включая занимаемое им пространство, функциональную роль в сообществе и его устойчивость по отношению к факторам среды.

Принципы Гаузе:

Пустующая ниша всегда будет заполнена.

Два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу.



Разделение экологических ниш

Разделение экологических ниш в результате межвидовой конкуренции между обитающими совместно видами осуществляется в основном по трем направлениям:

- **Пространственное размещение.** Большой пестрый дятел ищет пропитание в основном на стволах деревьев, средний пестрый – на больших ветвях, а малый пестрый дятел – на ветках кроны.

Пищевой рацион. Близкородственные виды животных характеризуются иногда различными пищевыми потребностями. Пищевые рационы пустынных ящериц состоят у одних видов преимущественно из муравьев, у других - из термитов, у третьих - из ящериц других видов.

Распределение активности во времени. Разные типы суточной (у ласточек, летучих мышей) или сезонной (у некоторых видов ящериц, насекомых) активности.

