

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ



3. СООБЩЕСТВО И ПОПУЛЯЦИЯ

3.1. Демэкология и синэкология

Появление экологии в древе систематики

Разнообразие форм
организмов

Поиск закономерностей



Зависимости формы от
условий существования –
аналогичные органы



Экология

Последовательные
преобразования форм –
гомологичные органы



Эволюция

Структура экологии

Биоэкология

```
graph TD; A[Биоэкология] --> B[Аутэкология - изучает взаимодействие организмов отдельного вида со средой обитания]; A --> C[Популяционная экология (демэкология) - изучает структуру и динамику популяций]; B --> D[Синэкология - изучает сообщества организмов (биоценозы)]; B --> E[Биогеоценология - изучает строение и функционирование биогеоценозов]; C --> D; C --> E;
```

Аутэкология - изучает взаимодействие организмов отдельного вида со средой обитания

Популяционная экология (демэкология) – изучает структуру и динамику популяций

Синэкология - изучает сообщества организмов (биоценозы)

Биогеоценология – изучает строение и функционирование биогеоценозов

Понятия и определения, составляющие основу демэкологии и синэкологии.

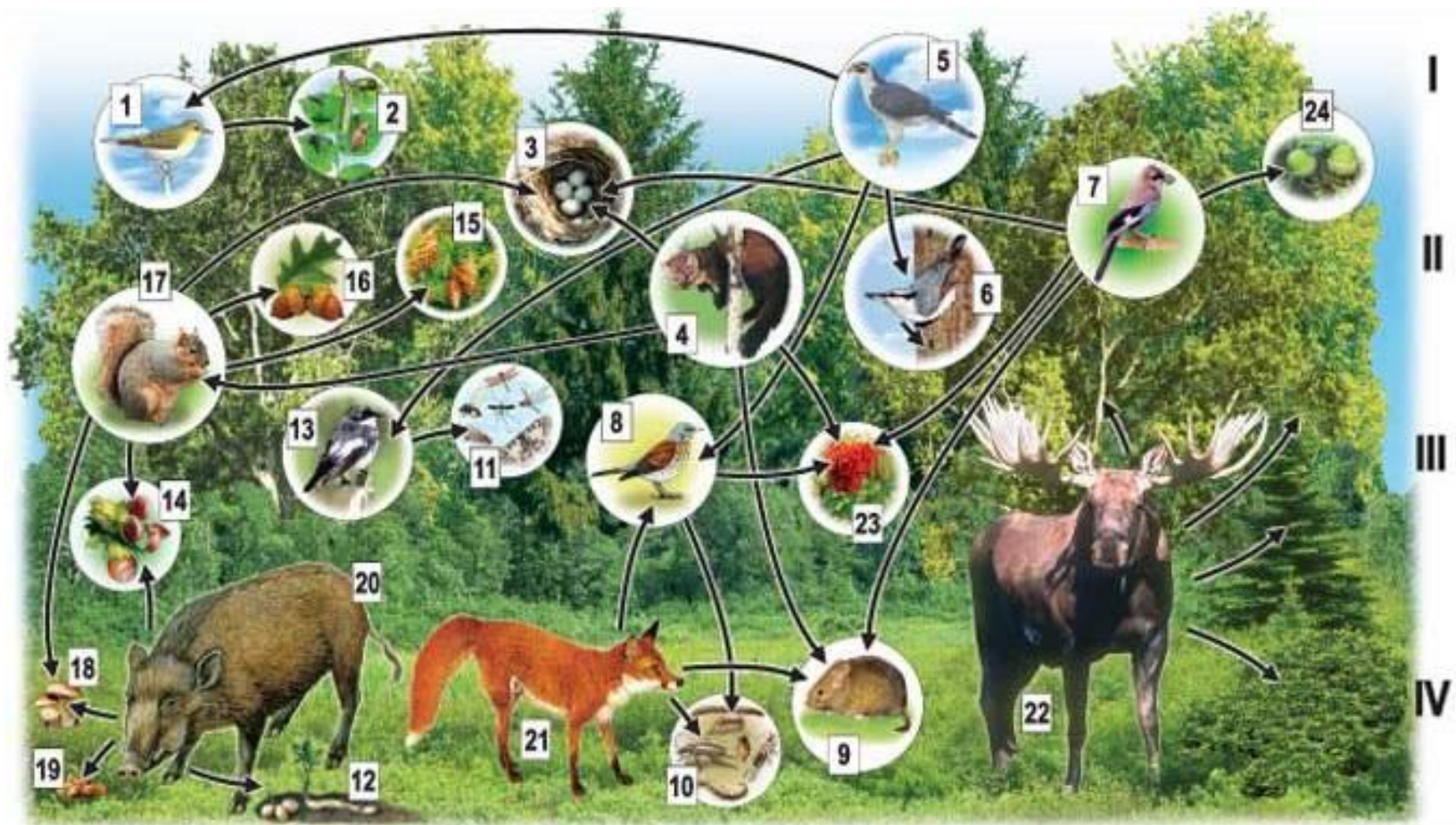
Экология разделяется:

Аутэкологию (экологию видов) греч. αὐτός — «сам») — раздел экологии, изучающий взаимоотношения организма с окружающей средой. В отличие от демэкологии и синэкологии, сосредоточенных на изучении взаимоотношений со средой популяций и экосистем, состоящих из множества организмов, исследует индивидуальные организмы на стыке с физиологией.



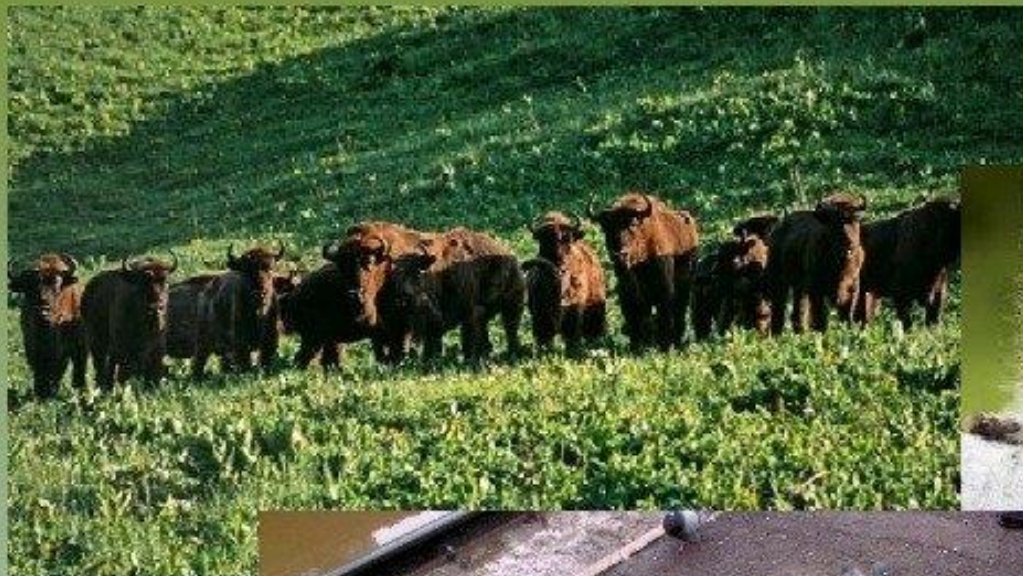
Синэкология (экология сообществ)

- **Сообщество природное (биоценоз)** — совокупность живых существ, объединённых различными видами взаимодействий.





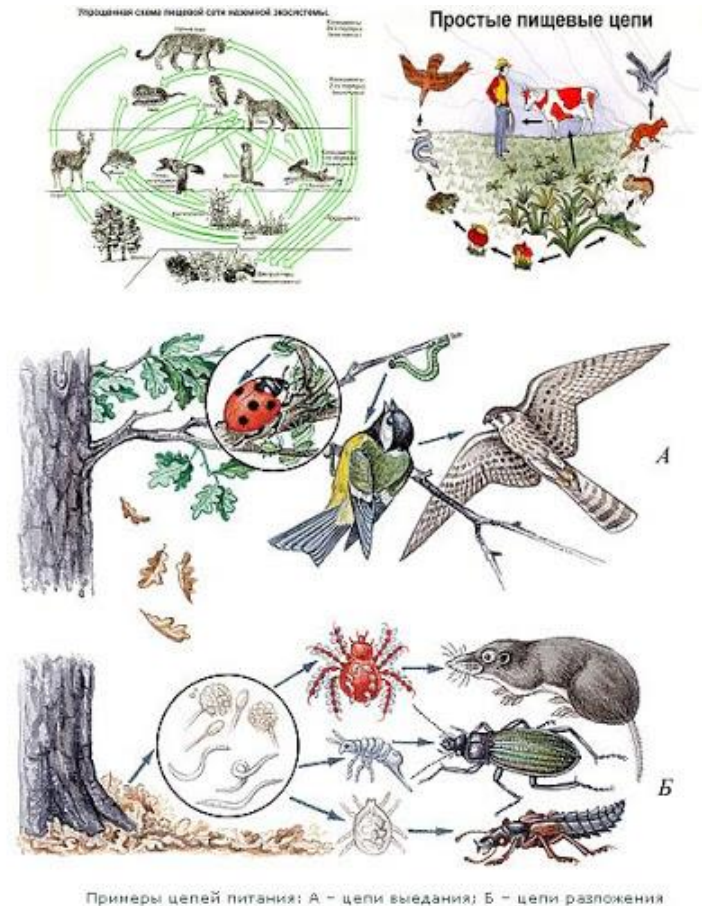
Синэкологию (экологию групп видов, представляющих определённое единство)



Экология делится

по методам изучения
(количественная э., палеоэкология,
физиологическая э.);

по объектам исследования (э.
суши, э. моря и др.).





Индивиды любого вида живого всегда представлены в природной среде не изолированными отдельностями, а только их определённым образом организованными совокупностями - **правило объединения в популяции**, сформулированное С.С. Четвериковым в 1903 г.

Популяция (население – лат.) – это группа организмов одного вида, занимающая определенную территорию и обычно в той или иной степени изолированная от других сходных групп.

Термин впервые использовал в 1903 г. датский генетик Иогансен, чтобы обозначить группу сходных по набору генов особей.

Понятие, основные свойства, параметры популяции в экосистеме.

- **Популяция** является генетической единицей вида, изменения которой осуществляет эволюция вида. Как группа совместно обитающих особей одного вида, популяция выступает первой надорганизменной биологической макросистемой.
- У популяции приспособительные возможности значительно выше, чем у составляющих ее индивидов. Популяция как биологическая единица обладает определенными структурой и функциями.

Основные принципы организации и функционирования сообществ и популяций

- В природе каждый существующий вид представляет собой сложный комплекс или даже систему внутривидовых групп, которые охватывают особей со специфическими чертами строения, физиологии и поведения.
- Таким внутривидовым объединением особей и является **популяция**.

Популяционно-видовой уровень организации систем живых организмов.

- Слово «популяция» происходит от латинского «популюс» — народ, население.
Следовательно, **популяция** — совокупность живущих на определенной территории особей одного вида, т.е. таких, которые скрещиваются только друге другом.

- Популяции могут быть монолитными или состоять из группировок субпопуляционного уровня - **семей, кланов, стад, стай** и т.п.
- Объединение организмов одного вида в популяцию создает качественно новые свойства.
- По сравнению со временем жизни отдельного организма популяция может существовать очень долго.

- Члены одной популяции оказывают друг на друга не меньшее воздействие, чем физические факторы среды или другие обитающие совместно виды организмов. В популяциях проявляются в той или иной степени все формы связей, характерные для межвидовых отношений, но наиболее ярко выражены **мутуалистические** (взаимно выгодные) и **конкурентные**.

Структура популяции

- **Структура популяции** характеризуется составляющими ее особями и их распределением в пространстве.

Разные популяции характеризуются различной пространственной структурой – расположением особей в пространстве



Случайное



Равномерное



Групповое

Возрастная структура популяции – определенное соотношение возрастных групп и генераций популяции (генерации – особи, родившиеся в разные сезоны).

Возраст особи принято делить на стадии:

- предрепродуктивный (виргильный);
- репродуктивный (генеративный);
- пострепродуктивный (сенильный).

У растений: проростки, ювенильные, имматурные, виргильные, молодые генеративные, средневозрастные генеративные, старые генеративные, субсенильные, сенильные, отмирающие.

Выделяют также латентный период (семена).

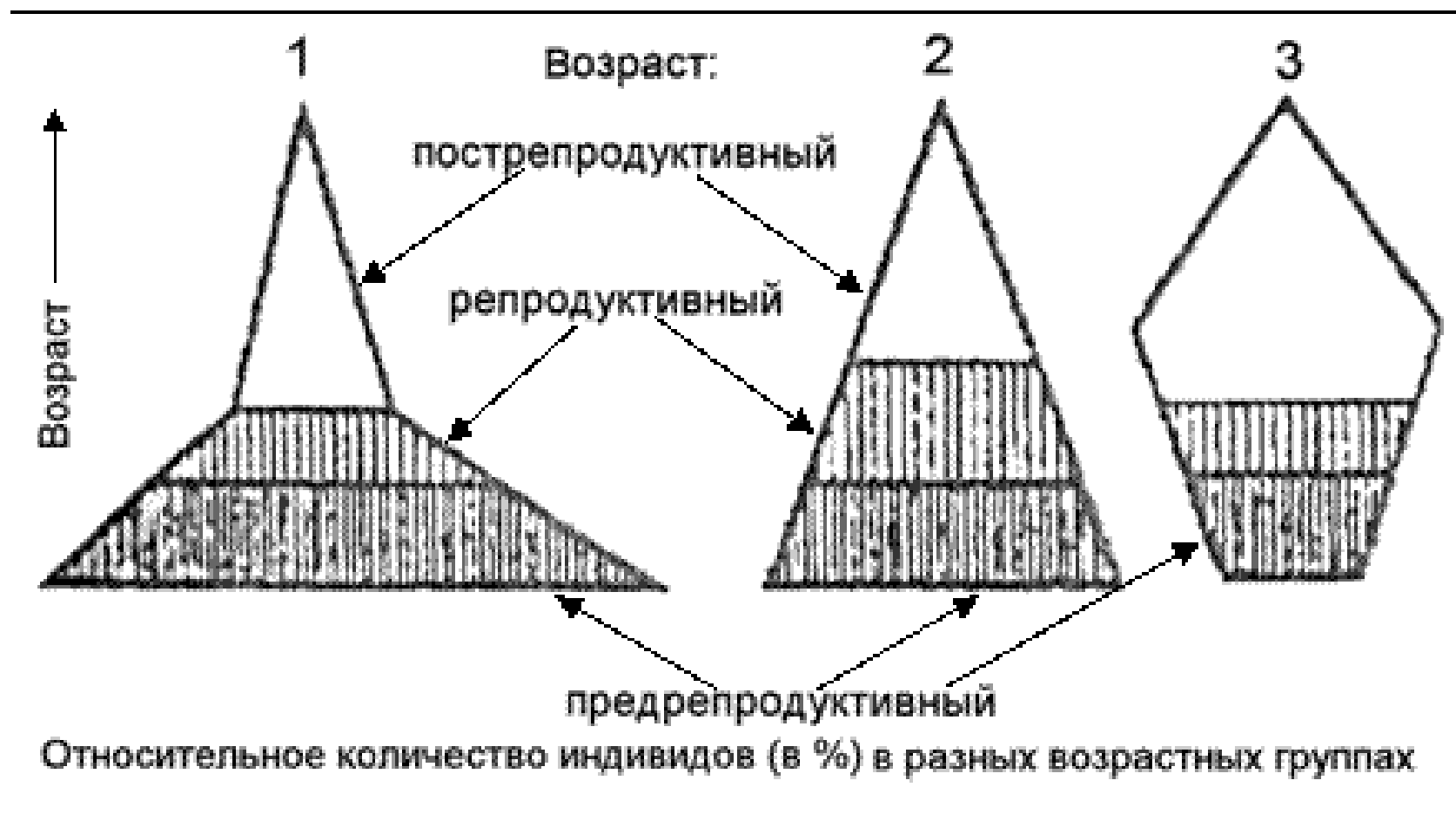


Рис. 2. Типы популяций: 1 – растущая (поползень), 2 – стабильная (барсук), 3 – сокращающаяся (тигр амурский)

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.

- Различают половую, возрастную, генетическую, пространственную и экологическую структуру популяций.
- **Половая структура популяции** представляет собой соотношение в ней особей разного пола.
- **Возрастная структура популяции** — соотношение в составе популяции особей разного возраста, представляющих один или разные приплоды одного или нескольких поколений.

Половая структура

соотношение полов



Возрастная структура

соотношение



- **Генетическая структура популяции** определяется изменчивостью и разнообразием генотипов, частотами вариаций отдельных генов — аллелей, а также разделением популяции на группы генетически близких особей, между которыми при скрещивании происходит постоянный обмен аллелями.

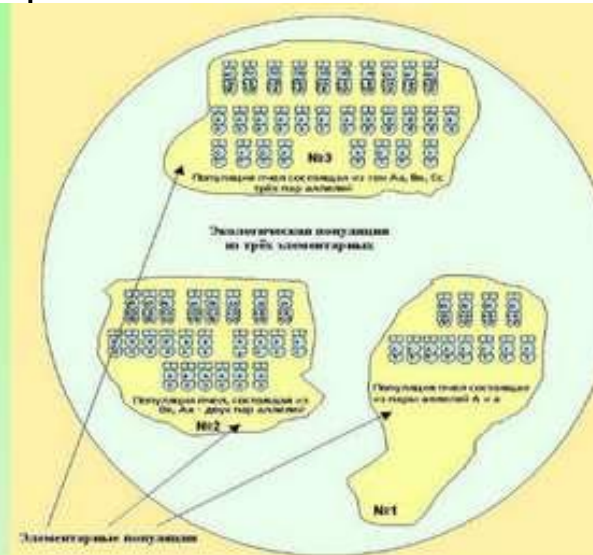
- Популяция отличается от других популяций генетической структурой — частотой генов (аллелей) и генотипов.
- Генетическая характеристика популяций включает понятия:
 - ✓ **генетического разнообразия** (наличие в генофонде популяции различных вариантов одного гена — *полиморфизм*);
 - ✓ **генетического единства** (обусловлено высоким уровнем *панмиксии*);
 - ✓ **генетической стабильности**.

- **Пространственная структура популяции** - характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок в ареале. Пространственная структура популяций заметно различается у оседлых и кочующих или мигрирующих животных.

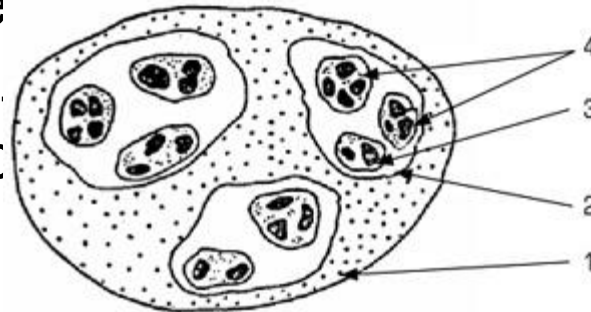


Организмы пространственно изолированных популяций могут развиваться различными путями.

Особи разных популяций могут потерять возможность скрещиваться по причине возникших различий в сроках брачных периодов, в инстинктах сооружения гнезд и нор, в поведении в период спаривания.



• Пространство или ареал, занимаемое популяцией, может быть различным как для разных видов, так и в пределах одного вида. Величина ареала популяции определяется в значительной мере подвижностью особей или радиусом индивидуальной активности. Если радиус индивидуальной активности невелик, величина популяционного ареала обычно также невелика. В зависимости от размеров занимаемой территории можно выделить элементарные, экологические и географические популяции.



• Рис. 1. Пространственное подразделение популяций: 1 — ареал вида; 2-4 — соответственно географическая, экологическая и элементарная популяции

- **Экологическая структура популяции** представляет собой разделение всякой популяции на группы особей, по-разному взаимодействующие с факторами среды.

**Этологическая (поведенческая)
структура популяций** – система
взаимоотношений между членами
популяции



Shared

- Каждый вид, занимая определенную территорию (**ареал**), представлен на ней системой популяций.
- Чем сложнее расчленена территория, занимаемая видом, тем больше возможностей для обособления отдельных популяций.
- Однако не в меньшей степени популяционную структуру вида определяют его биологические особенности, — такие, как подвижность составляющих его особей, степень их привязанности к территории, способность преодолевать естественные преграды.

Динамика развития популяции.

- **Гомеостаз** – это динамическое равновесие процессов, протекающих в организме, популяции, биоценозе, экосистеме.

В основе поддержания устойчивости экологических систем лежат механизмы популяционного гомеостаза.

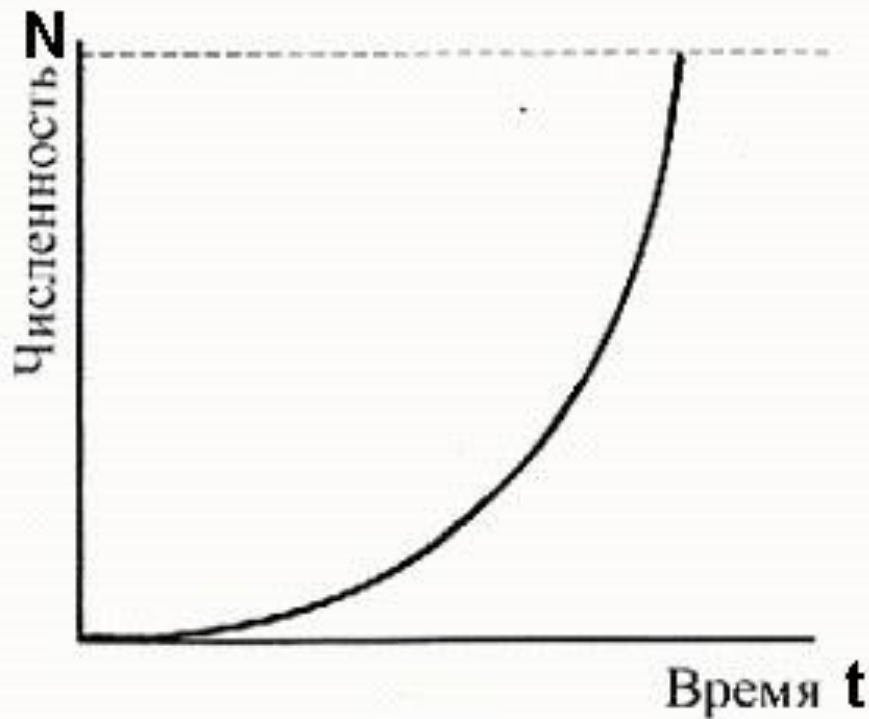
Их можно разделить на 3 функциональные категории:

- поддержание адаптивной пространственной структуры популяции.
- поддержание генетической структуры.
- регуляция плотности населения.

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 ;

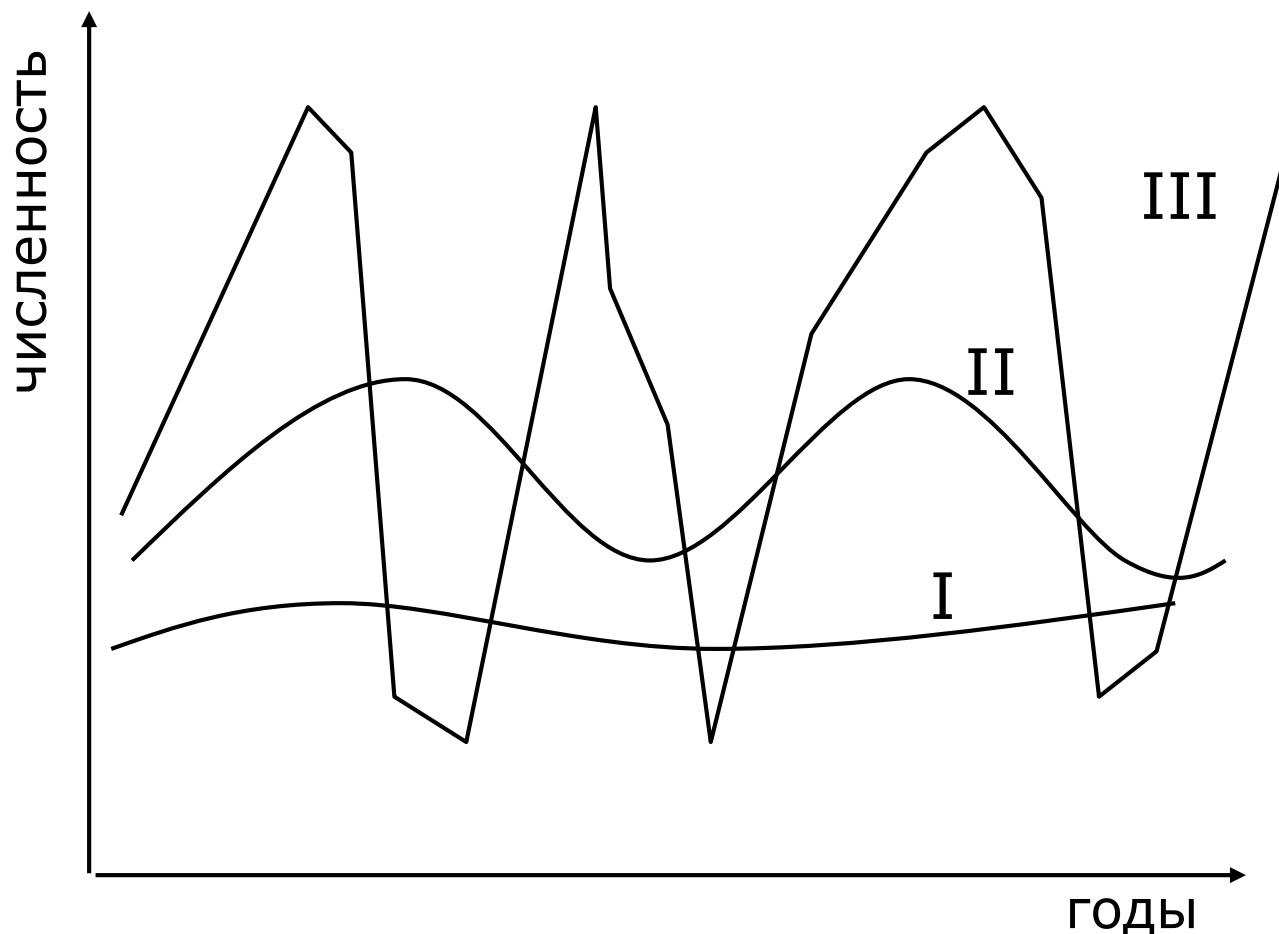
r – скорость роста популяции, обусловленная свойствами организма (потенциальная скорость роста)

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.

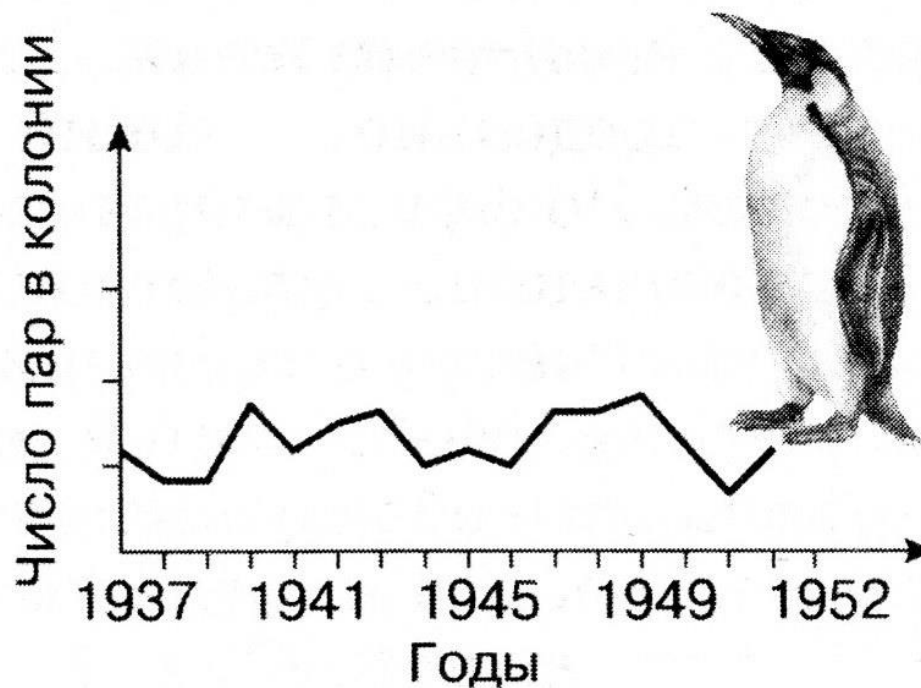


Однако неограниченный рост ведет к популяционной нестабильности. После достижения некоторого уровня K (поддерживающей емкости среды или предельной нагрузки на среду), после экспоненциального роста («бума») наступает резкий спад численности — «крах популяции» (модель «бума и краха»):

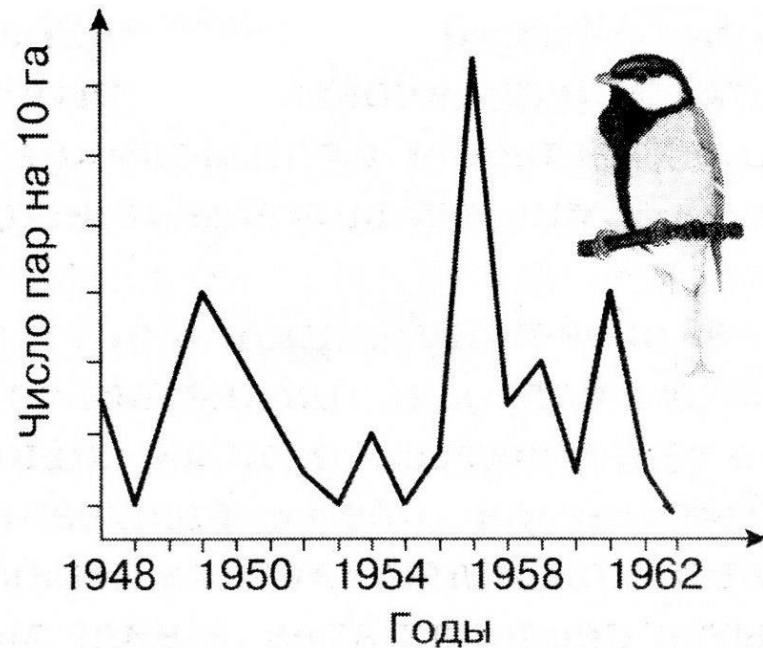
В 40-х годах С.А. Северцовым проанализирован многолетний ход численности у большого числа млекопитающих и птиц. Оказалось, что существуют различные типы динамики численности популяций.



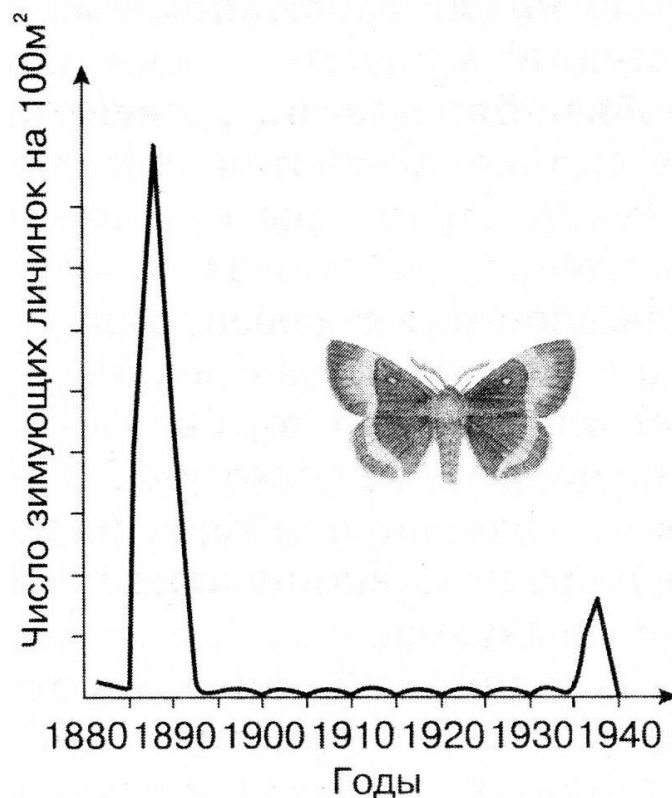
I. Стабильный тип: малая амплитуда и длительный период колебаний численности (10-20 лет). Характерно для крупных животных с большой продолжительностью жизни, низкой плодовитостью и высоким уровнем адаптации (китообразные, копытные, крупные рептилии).



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).



Управление природными
популяциями

```
graph TD; A[Управление природными популяциями] --> B[Контроль численности]; B --> C[Подавление]; B --> D[Поддержание (охрана)]; B --> E[Обеспечение роста];
```

Контроль численности

Подавление

Поддержание
(охрана)

Обеспечение
роста

Меры борьбы

```
graph TD; A[Меры борьбы] --> B[Биологические]; A --> C[Небиологические];
```

Биологические

использование
фитофагов,
хищников,
паразитоидов,
паразитов,
патогенов

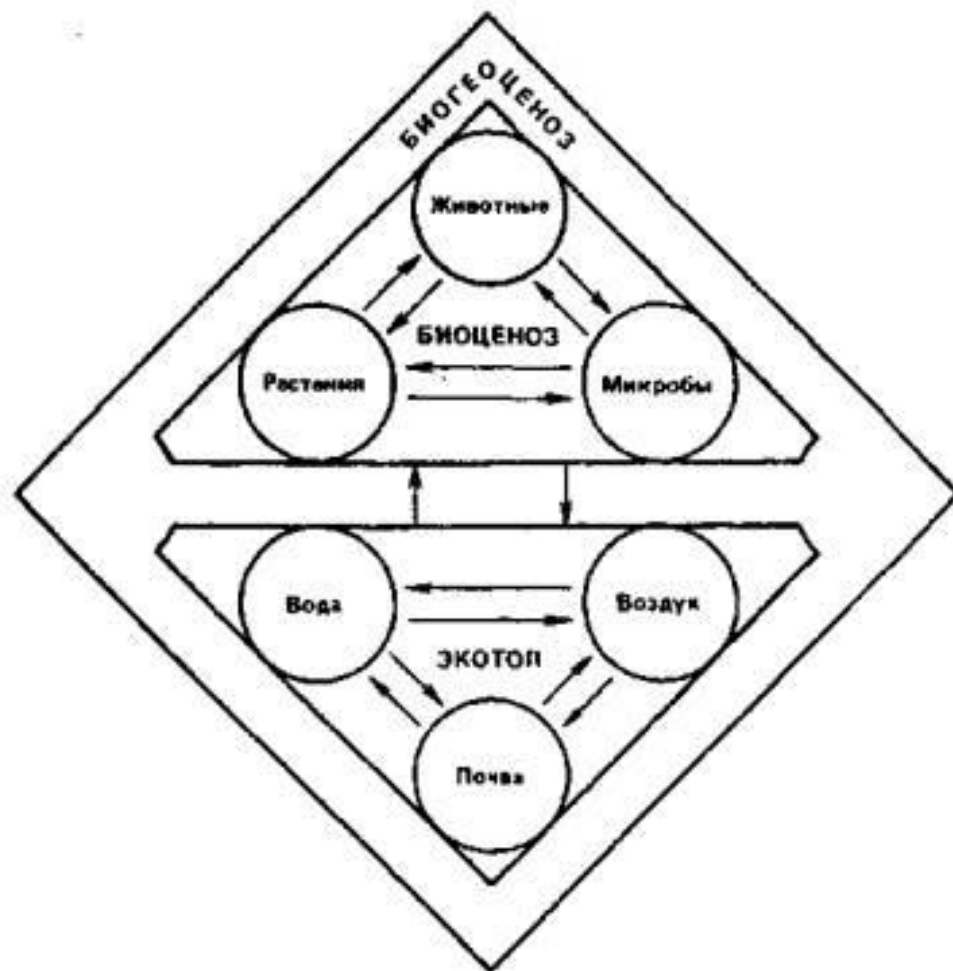
Небиологические

- Генетический
- Этолого-физиологический
- Агротехнический
- Химический
- Механический
- Карантин

Биоценоз – исторически сложившиеся группировки живого населения биосферы, заселяющие общие места обитания, возникшие на основе биогенного круговорота и обеспечивающие его в конкретных природных условиях.

Абиотическая среда, формирующая условия существования биоценоза – это **экотоп**.

**Биоценоз +
Экотоп =
Биогеоценоз
(экосистема)**



Видовая структура биоценоза

определяется разнообразием и значимостью видов организмов, которые его слагают.

Видовое разнообразие – это результат эволюции сообществ, в которой «работает» 2 «отбирающих» механизма:

- Способность вида к адаптации к данным условиям обитания;
- Способность вида выполнять определенную функцию в данном сообществе (совместимость, сочетаемость видов).

Мера доминирования (индекс Симпсона) – показывает, какую долю в видовом составе биоценоза занимают обычные, «фоновые» виды.

$$C = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

где С – концентрация доминирования;

P_i – относительная значимость видов (доля 1),

n_i – абсолютная, фактическая значимость видов, выраженная в биомассе, плотности популяции, проективном покрытии и т.п.

N – сумма фактической значимости всех видов.

Значимость вида – это его участие в формировании сообщества, она может быть выражена в плотности популяции, биомассе, проективном покрытии, продукции и т.д.

Признаки популяций живых организмов

Основными признаками популяции являются:

- 1) численность;
- 2) плотность;
- 3) возрастной состав;
- 4) соотношение полов;
- 5) рождаемость;
- 6) смертность;
- 7) пространственное распределение.

Популяция характеризуется следующими основными свойствами:

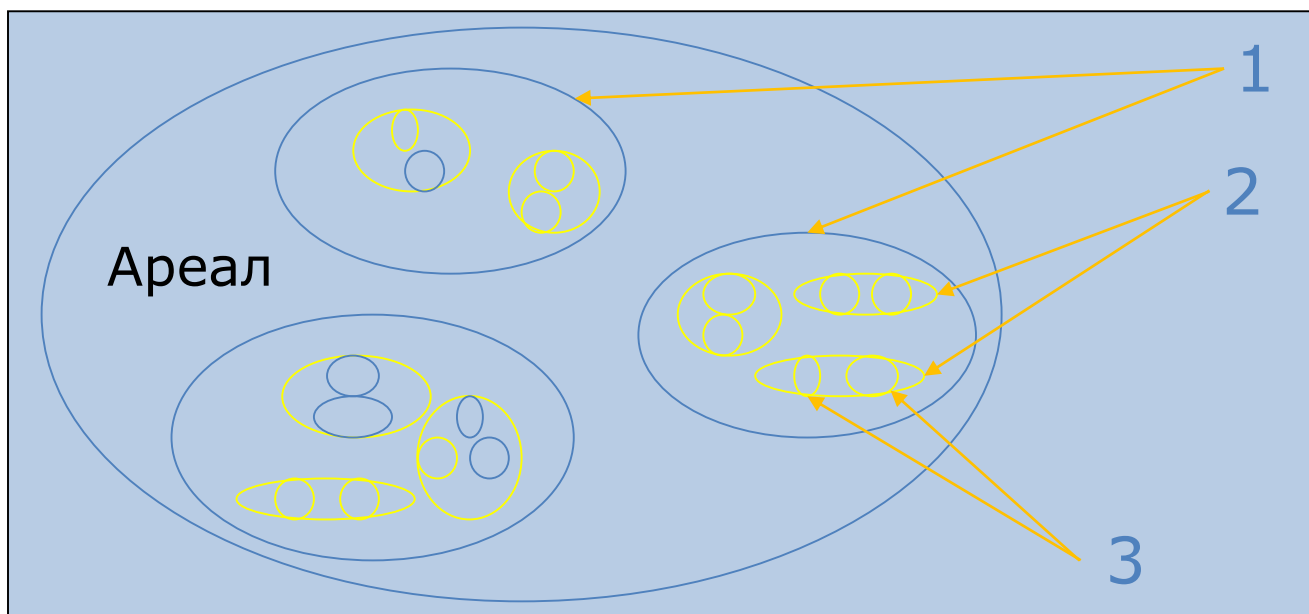
- ❖ популяция представляет собой **форму существования вида**;
- ❖ **целостность** (территориальная общность, генотипическая и фенотипическая общность);
- ❖ **разнокачественность особей** в популяции;
- ❖ **саморегуляция**.

Выделяют 3 категории популяций:

1. Географические популяции – занимают территорию обширных географических зон, но сохраняют способность к панмиксии. Характеризуются общностью приспособлений к климату и ландшафту.

2. Экологические – населяют определенный биотоп;

3. Элементарные (локальные) – населяют часть биотопа (например, опушечные популяции, «парцеллярные»).



Главным критерий выделения популяции – способность к свободному обмену генетической информацией – **панмиксия**. В связи с этим возможен такой вариант определения термина «популяция»:

Под популяцией понимается совокупность особей определенного вида, в течение достаточно длительного времени (большого числа поколений) населяющих определенное пространство, внутри которого осуществляется та или иная степень панмиксии.

Биологическое разнообразие как основа устойчивости жизни на планете Земля.

- **Биологическое разнообразие** (биоразнообразие) — совокупность всех видов живых организмов в конкретной экосистеме, на определённой территории или на всей планете. Б. р. — главное условие устойчивости всей жизни на Земле. В настоящее время науке известно около 2,5 млн. видов. Среди них 1,5 млн. — насекомые, ещё 300 тыс. — цветковые растения. Всех животных примерно столько же, сколько цветковых растений. Водорослей известно не многим более 30 тыс., грибов — около 70 тыс., бактерий — менее 6 тыс., вирусов — около тысячи. Млекопитающих — не более 4 тыс., рыб — 40 тыс., птиц — 8,4 тыс., амфибий — 4 тыс., рептилий — 8 тыс., моллюсков — 130 тыс., простейших — 36 тыс., различных червей — 35 тыс. видов.



Около 80% Б.р. составляют виды, обитающие на суше, и лишь 20%—виды водной среды жизни: разнообразие условий среды в водоёмах меньше, чем на суше. На сегодняшний день Б.р. планеты выявлено далеко не полностью.

По прогнозам, общее число видов организмов, живущих на Земле составляет не менее 5 млн (а по некоторым прогнозам — 15 и даже 30 млн).
Неизвестные виды — в основном обитатели тропиков из числа мелких насекомых и грибов.

Охрана биоразнообразия является одним из важнейших условий устойчивого развития цивилизации.

Продуктивность экосистем

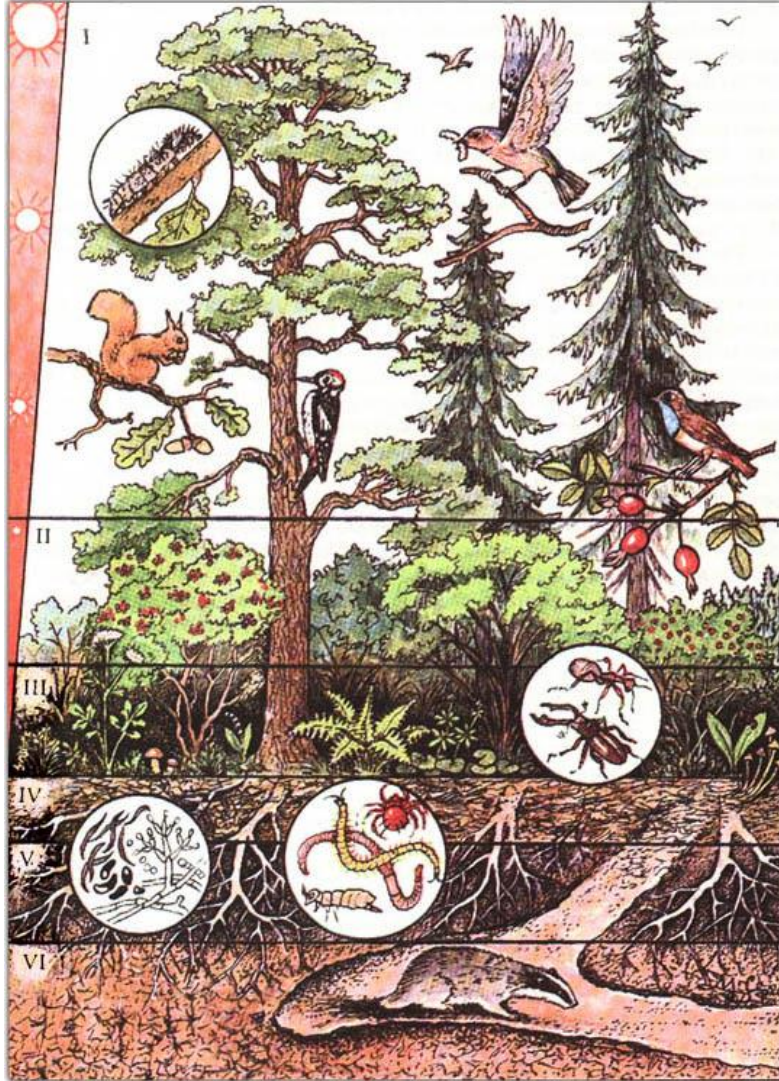
При анализе продуктивности и потоков вещества и энергии в экосистемах выделяют понятия ***биомасса*** и ***урожай на корню***.

Урожай на корню - масса тел всех организмов на единице площади суши или воды

Биомассса - масса всех организмов в пересчёте на энергию (например, в джоулях) или в пересчёте на сухое органическое вещество (например, в тоннах на гектар).

Продуктивность экосистем

- Под **первичной продукцией сообщества** (или первичной биологической продукцией) понимается образование биомассы (более точно — синтез пластических веществ) продуцентами без исключения энергии, затраченной на дыхание за единицу времени на единицу площади (например, в сутки на гектар).
- Первичную продукцию сообщества разделяют на **валовую первичную продукцию**, то есть всю продукцию фотосинтеза без затрат на дыхание, и **чистую первичную продукцию**, являющуюся разницей между валовой первичной продукцией и затратами на дыхание. Иногда её ещё называют *чистой ассимиляцией* или *наблюдаемым фотосинтезом*).
- **Чистая продуктивность сообщества** — скорость накопления органического вещества, не потребляемого гетеротрофами (а затем и редуцентами). Обычно вычисляется за вегетационный период либо за год. Таким образом, это часть продукции, которая не может быть переработана самой экосистемой. В более зрелых экосистемах значение чистой продуктивности сообщества стремится к нулю.
- **Вторичная продуктивность сообщества** — скорость накопления энергии на уровне консументов. Вторичную продукцию не подразделяют на валовую и чистую, так как консументы только потребляют энергию, усвоенную продуцентами, часть её не ассимилируется, часть идёт на дыхание, а остаток идёт в биомассу, поэтому более корректно называть её вторичной ассимиляцией.



- **Экологическая ниша** — термин, применяемый в экологии для характеристики положения вида в экосистеме. Включает в себя физическое пространство, занимаемое организмом, функциональную роль организма в сообществе (например, его трофический статус) и положение организма относительно градиентов внешних факторов (температуры, влажности и др.).

Определите верные или неверные утверждения:

- 1) Организмы в процессе эволюции освоили 4 среды обитания: верно или неверно.
- 2) Воздушная среда отличается наибольшим разнообразием живых организмов: верно или неверно.
- 3) Совокупность активно плавающих водных животных называется фитобентос: верно или неверно.
- 4) Организмы, которые часть жизненного цикла проводят в почве, называются геоксены: верно или неверно.
- 5) Тропический лес обладает наибольшим биоразнообразием: верно или неверно.
- 6) Прокариоты – это организмы, не имеющие оформленного ядра: верно или неверно.
- 7) Фототрофные организмы получают готовые органические вещества: верно или неверно.
- 8) Сапрофаги питаются мертвыми растительными остатками: верно или неверно.
- 9) Бентос – группы организмов, свободно живущие в толще воды: верно или неверно.