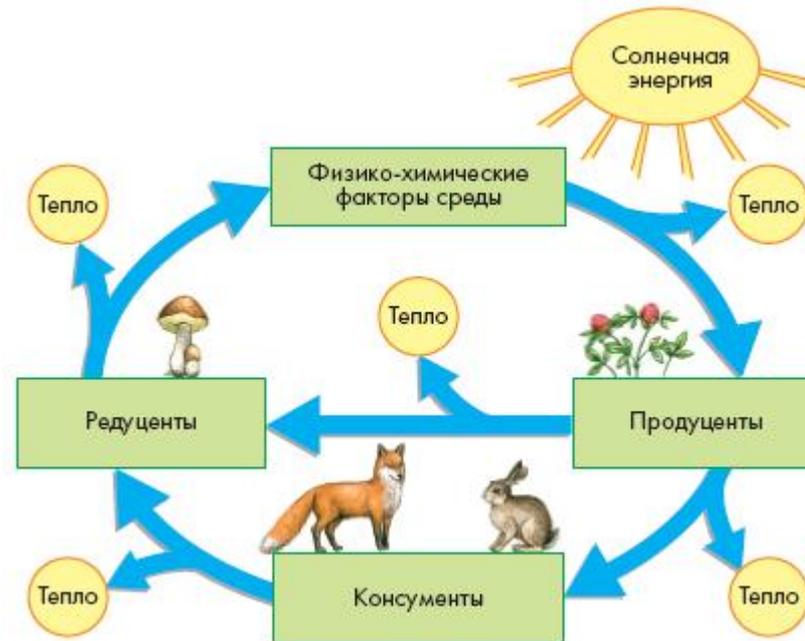


ЭКОСИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ



СООБЩЕСТВО,
ЭКОСИСТЕМА,
БИОГЕОЦЕНОЗ

СООБЩЕСТВО = биоценоз

это совокупность живых организмов, длительное время сосуществующих в определенном пространстве и представляющих собой экологическое единство.

Все виды сообщества обеспечивают друг друга пищей, укрытиями, защитой, условиями для размножения и прочим.

Сообщества складываются не случайно. В сходных условиях формируются похожие сообщества (озера средней полосы)

Термин «биоценоз» был предложен в 1877 г. немецким гидробиологом **К.Мебиусом**.

Примеры: биоценоз норы, ручья, болотной кочки, ковыльной степи

Границы биоценозов

Границы биоценоза на суше определяются:

на суше относительно однородным участком растительности

в водной среде — экологическими подразделениями частей водоемов (абиссальные и пелагические биоценозы и др).

Границы сообществ очень редко бывают четкими.

Как правило, образуются обширные пограничные зоны, отличающиеся особыми условиями – **ЭКОТОНЫ**

«**Правило экотона**», или **краевого эффекта**, состоит в том, что на стыках биоценозов увеличивается число видов и особей в них (пример – опушка леса).

Экосистема

Это сообщество живых организмов вместе с **физической средой их обитания**, объединенные **обменом веществ и энергии** в единый комплекс.

Примеры: пруд – обитатели, вода, дно, атмосферный воздух, контактирующий с поверхностью пруда, солнечная радиация.

Энергия и вещества заимствуются из неживой природы и возвращаются в неё, формируя биогеохимические циклы.

Экосистема – это очень широкое понятие

БИОГЕОЦЕНОЗ

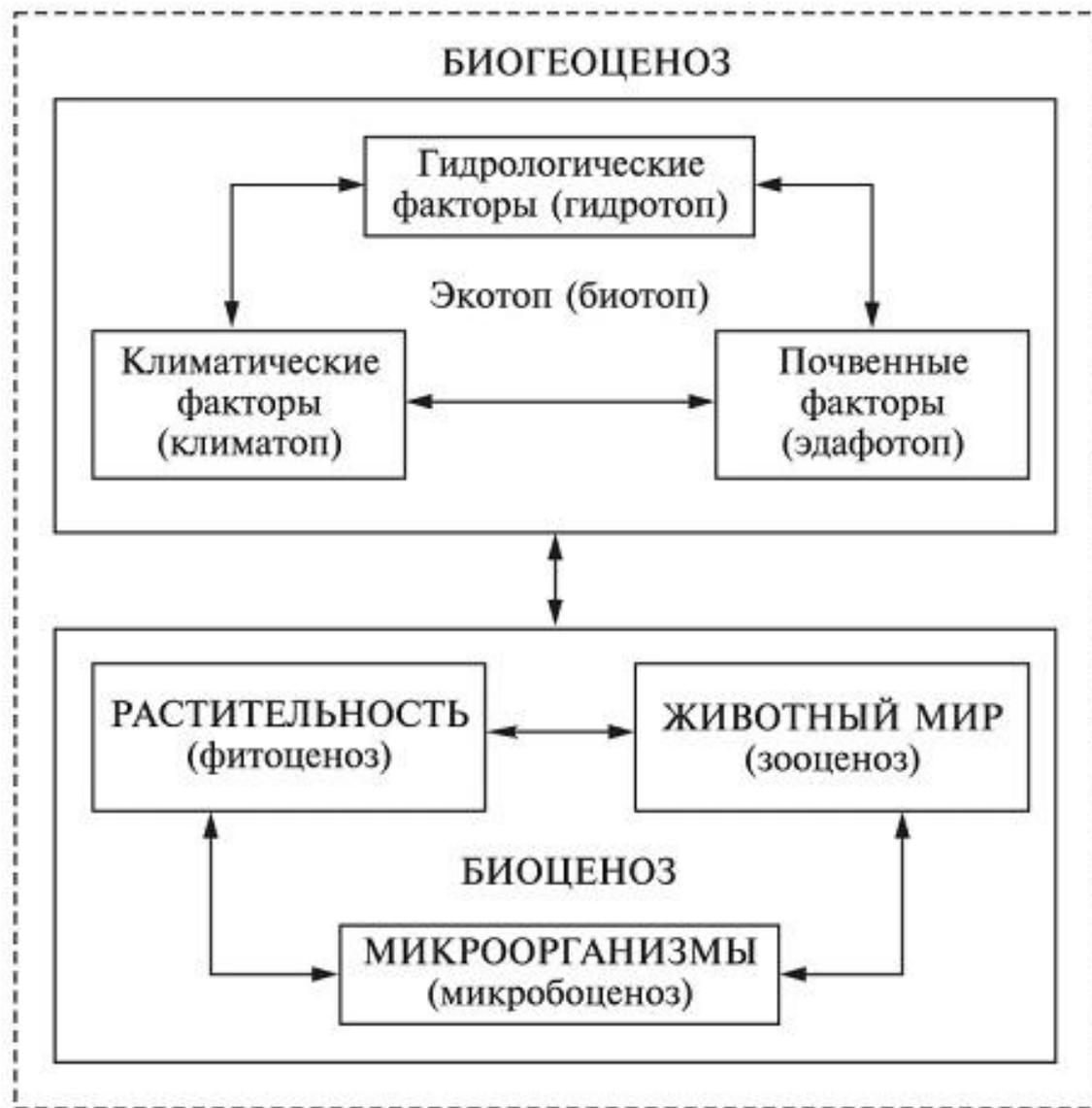
элементарная природная экосистема на как составная часть природного ландшафта



Экотоп – однородный в экологическом отношении участок территории или акватории, занятый одним биоценозом

Биоценоз – совокупность живых организмов, населяющих экотоп

Элементы биоценоза



Классификация экосистем

- Основана на доминирующем растительном сообществе с учетом климатических (зональных) признаков:
- Тундра моховая
- Лес еловый
- Степь ковыльная
- Болото сфагновое

Экосистемы не имеют четких физических границ и постепенно переходят друг в друга при смене природных условий.

Все природные экосистемы формируют глобальную ЭС – **БИОСФЕРУ** (Вернадский – «учение о биосфере»)

Экосистемный уровень

СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ

Структуры сообщества

Видовая – многообразие видов, входящих в структуру сообщества

Пространственная:

- **Горизонтальная** - расчлененность в горизонтальном направлении
- **Вертикальная** - вертикальное расслоения биоценозов на разновысокие части

Морфологическая – совокупность жизненных форм живых организмов, входящих в структуру сообщества

Трофическая – соотношение живых организмов по их участию в биологическом круговороте веществ

Видовая структура сообществ

Видовая структура биоценоза характеризуется:

видовым разнообразием

количественным соотношением видов.

Виды, которые преобладают по численности, называют **доминантными**. Они занимают господствующее положение в биоценозе. Обычно наземные биоценозы называют по доминирующим видам: лиственный лес, сфагновое болото, ковыльно-типчаковая степь.

Виды, живущие за счет доминантов, называют **предоминантами**. Например, в дубовом лесу предоминантами являются кормящиеся за счет дуба насекомые, сойки, мышевидные грызуны.

Виды, создающие условия для жизни других видов данного биоценоза называют **эдификаторами**. Как правило, это растения.

О состоянии биоценозов судят по редким видам, которые наиболее требовательны к экологическим факторам в данной экосистеме.

Пространственная структура сообщества

Пространственная структура биоценоза включает структуры:

- Вертикальную (ярусность)
- Горизонтальную (мозаичность)

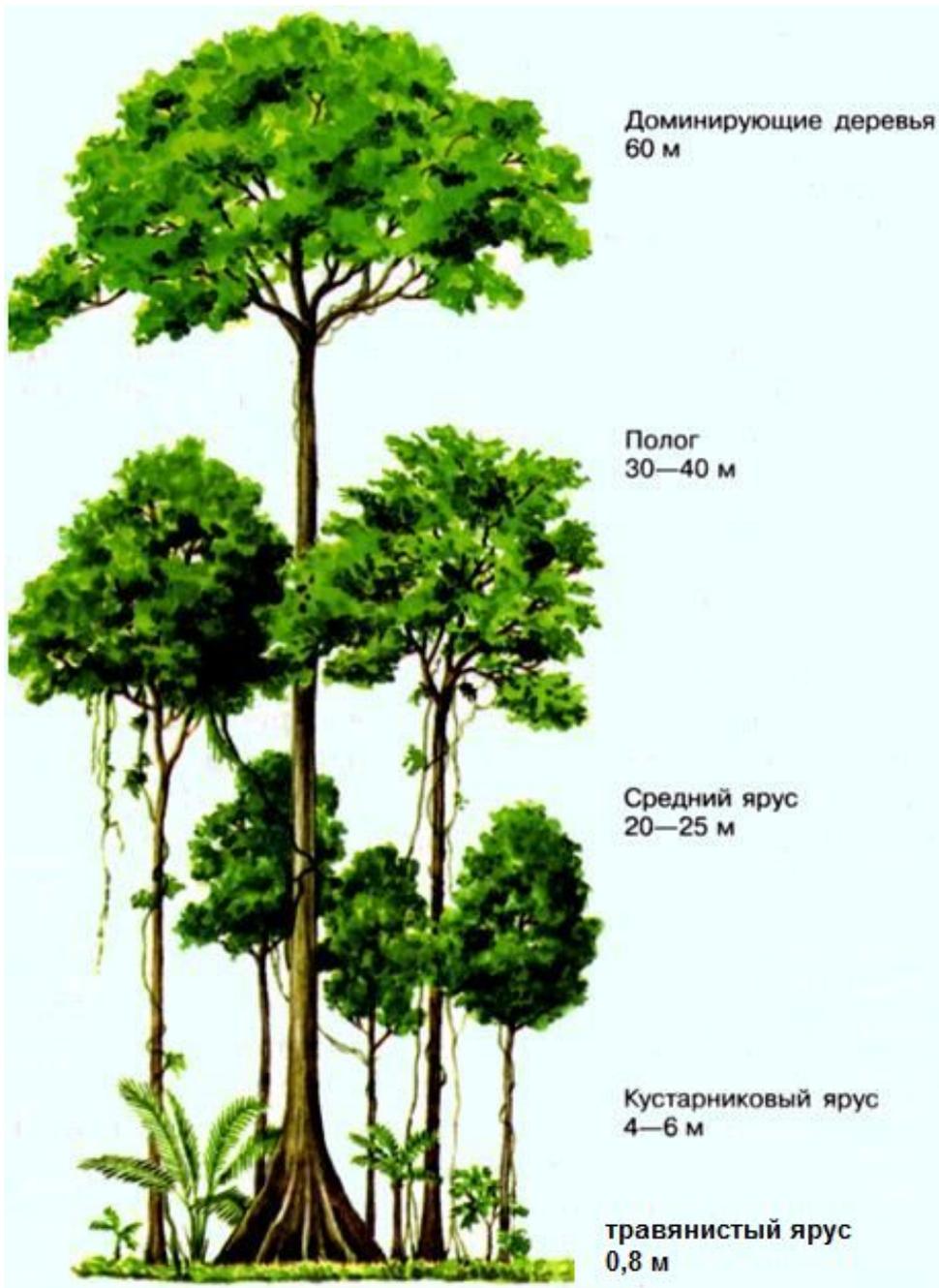
Ярусность

Ярусность — это явление вертикального расслоения биоценозов на разновысокие части. Четко определяется ярусное строение в фитоценозах.

Ярусно располагаются и подземные части растений: в поверхностных слоях почвы корней значительно больше, чем в глубинных.

Растения каждого яруса и обусловленный ими микроклимат способствуют образованию определенной ярусности фауны — от насекомых, птиц до млекопитающих. Следовательно, ярусы в биоценозе различаются не только высотой, но и составом организмов, их экологией и той ролью, которую они играют в жизни всего сообщества.

ярус — это часть слоя в сообществе, образованная функционально различными органами растений и сопряженные с нею консументы и редуценты.



1-й ярус — это деревья первой величины (дуб, ель, сосна, береза, осина);

2-й — деревья второй величины (рябина, черемуха, яблоня, груша);

3-й — подлесок из кустарников (лещина, бересклет, шиповник, жимолость, крушина);

4-й — подлесок из высоких кустарничков и крупных трав (багульник, голубика, вереск, аконит, иван-чай);

5-й — низкие кустарнички и мелкие травы (клюква, кислица);

6-й — мхи, напочвенные лишайники.

Мозаичность

Мозаичность - расчлененность в горизонтальном направлении, свойственна почти всем фитоценозам. Мозаичность обусловлена неоднородностью микрорельефа почв, биологическими особенностями растений.

Мозаичность может возникнуть в результате деятельности человека (выборочная рубка, кострища) или животных (выбросы почвы и их последующее зарастание, образование муравейников, вытаптывание травостоя копытными).

В горизонтальной структуре биоценоза выделяют **синузии** — обособленные части фитоценоза, характеризующиеся определенным видовым составом и эколого-биологическим единством входящих в нее видов. Например, синузия сосны

Синузии



Синузия орляка обыкновенного
(третий травянистый ярус)

Морфологическая структура сообщества

Это набор жизненных форм живых организмов в структуре сообщества

Жизненная форма (биоморфа) – это тип внешнего строения живого организма как результат его приспособления к условиям местообитания

Жизненные формы растений: деревья, кустарники, травы

Жизненные формы животных: бегающие, плавающие, летающие

Жизненные формы водных организмов: планктон и бентос

Жизненные формы

Общий вид организма, определяющий ту или иную жизненную форму, является **результатом адаптации в процессе эволюции к определенным аспектам окружающей среды.**

Понятие «жизненная форма» определил в 1884 г. при исследовании растительности датский ботаник И. **Варминг**: форма, в которой вегетативное тело растения находится в гармонии с внешней средой в течение всей жизни.

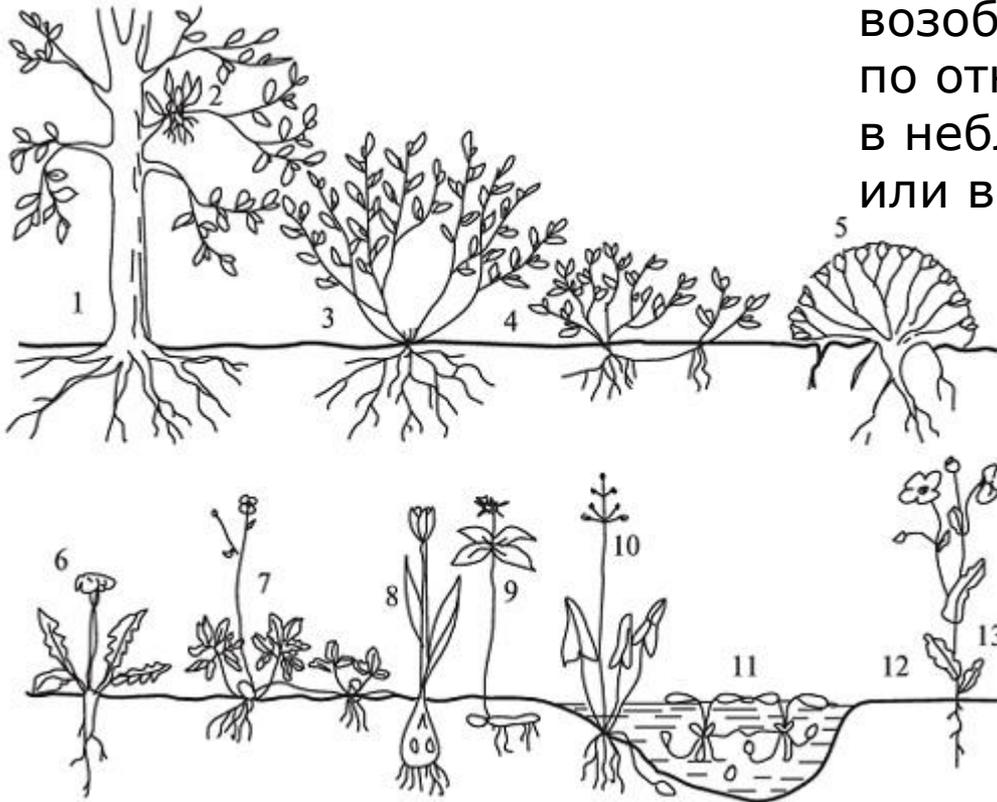
Начало изучению жизненных форм положил немецкий естествоиспытатель А. **Гумбольдт**. Он установил 19 растительных форм, которые характеризуют ландшафты: деревья, кустарники, травы, лианы и т.д.

В основу классификации животных по жизненным формам могут быть положены разные критерии: способы добывания пищи и ее особенности, степень активности, приуроченность к определенному ландшафту и т.д. Например, среди морских животных по способу добывания пищи и ее особенностям можно выделить такие группы, как растительноядные, хищные, трупоеды, детритоядные (фильтраторы и грунтоеды), по степени активности — плавающие, ползающие, сидячие, летающие.

Жизненные формы растений

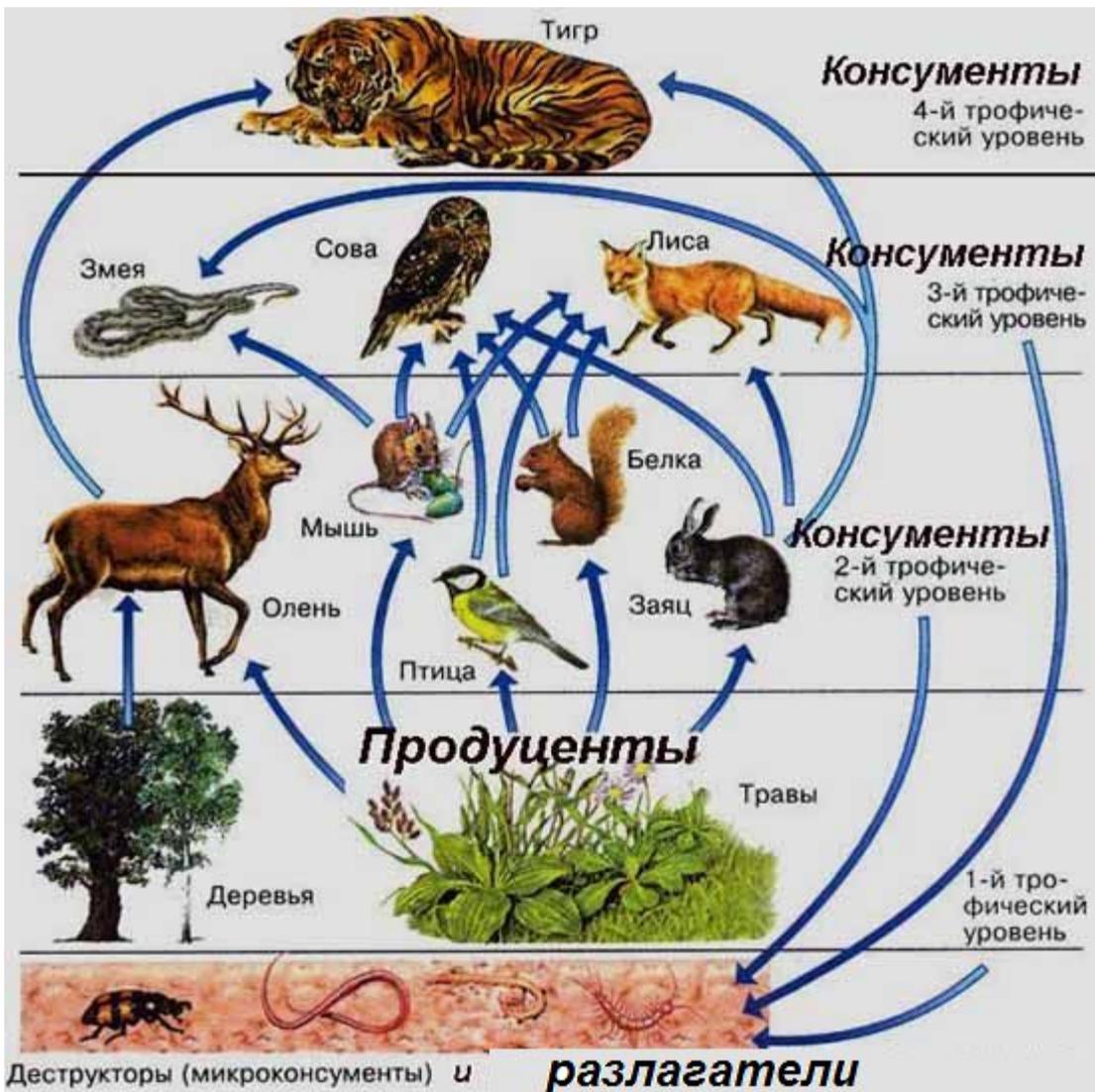
Особенно широко распространена система жизненных форм, разработанная датским экологом и геоботаником К. Раункиером в 1905 г.

Она основана на положении почек возобновления (верхушек побегов) по отношению к поверхности почвы в неблагоприятных условиях (зимой или в засушливый период).



- 1-3 — фанерофиты;
- 4, 5- хамефиты;
- 6, 7- гемикриптофиты;
- 8-11 — криптофиты;
- 12 — семя с зародышем;
- 13 — терофит

Трофическая структура сообществ



По участию в биологическом круговороте веществ в биоценозе различают три группы организмов: **продуценты, консументы, редуценты**

ПРОДУЦЕНТЫ



Продуценты — автотрофные организмы — синтезируют органические соединения с помощью солнечного света из CO_2 и H_2O , а также минеральных веществ, преобразуя при этом световую энергию в химическую.

Биомасса органического вещества, синтезированного в ходе фотосинтеза автотрофами, **называется первичной продукцией**, а скорость ее формирования — **биологической продуктивностью экосистем**.

Продуктивность выражается количеством биомассы, синтезируемой за единицу времени (или энергетическим эквивалентом), либо в единицах энергии ($\text{Дж}/\text{м}^2$ за сутки), либо в единицах сухого органического вещества ($\text{кг}/1$ га за сутки).

Накопленная в виде биомассы организмов-автотрофов чистая первичная продукция служит источником питания для представителей следующих групп организмов.

КОНСУМЕНТЫ



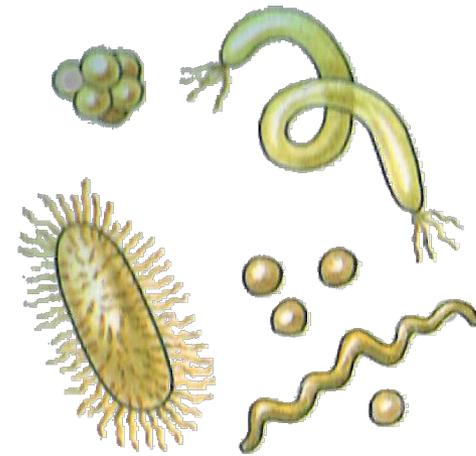
Консументы ~ гетеротрофные организмы (животные организмы) — являются непосредственными потребителями первичной продукции: они питаются готовым органическим веществом растений или животных.

Консументы частично используют пищу для обеспечения жизненных процессов, а частично строят на ее основе собственное тело, осуществляя таким образом первый, важный этап трансформации органического вещества, синтезированного продуцентами. При этом консументы выделяют в окружающую среду отходы, образующиеся в процессе их жизнедеятельности. Процесс создания и накопления биомассы на уровне консументов обозначается как **вторичная продукция**..



РЕДУЦЕНТЫ

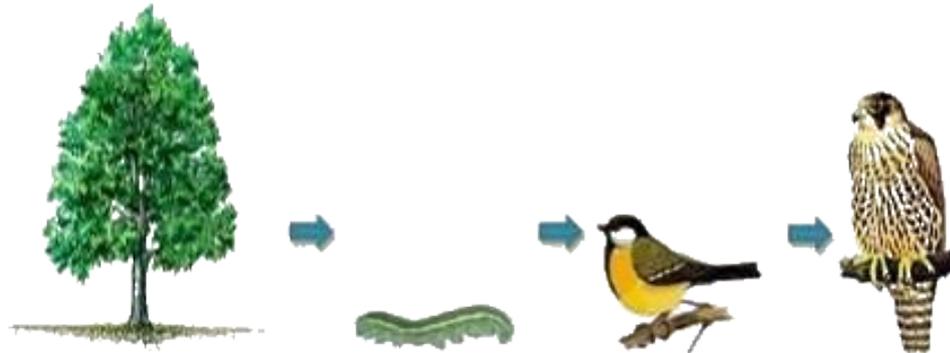
Редуценты, или **деструкторы** (бактерии, грибы), полностью разлагают все растительные и животные остатки до неорганических составляющих, которые потребляются продуцентами, тем самым замыкая путь обмена веществ, и снова могут быть вовлечены в круговорот веществ.



ЦЕПИ ПИТАНИЯ

В процессе круговорота веществ энергия, содержащаяся в одних организмах, потребляется другими организмами. Перенос энергии и пищи от ее источника — автотрофов (продуцентов) через ряд организмов происходит по пищевой цепи путем поедания одних организмов другими.

Пищевая цепь — это ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей для следующего. Число звеньев в ней может быть различным, но обычно их бывает 3 — 5.



ТИПЫ ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ

ПАСТБИЩНАЯ ЦЕПЬ ВЫЕДАНИЯ

начинается с зеленого растения и идет далее к пасущимся растительноядным животным и к хищникам

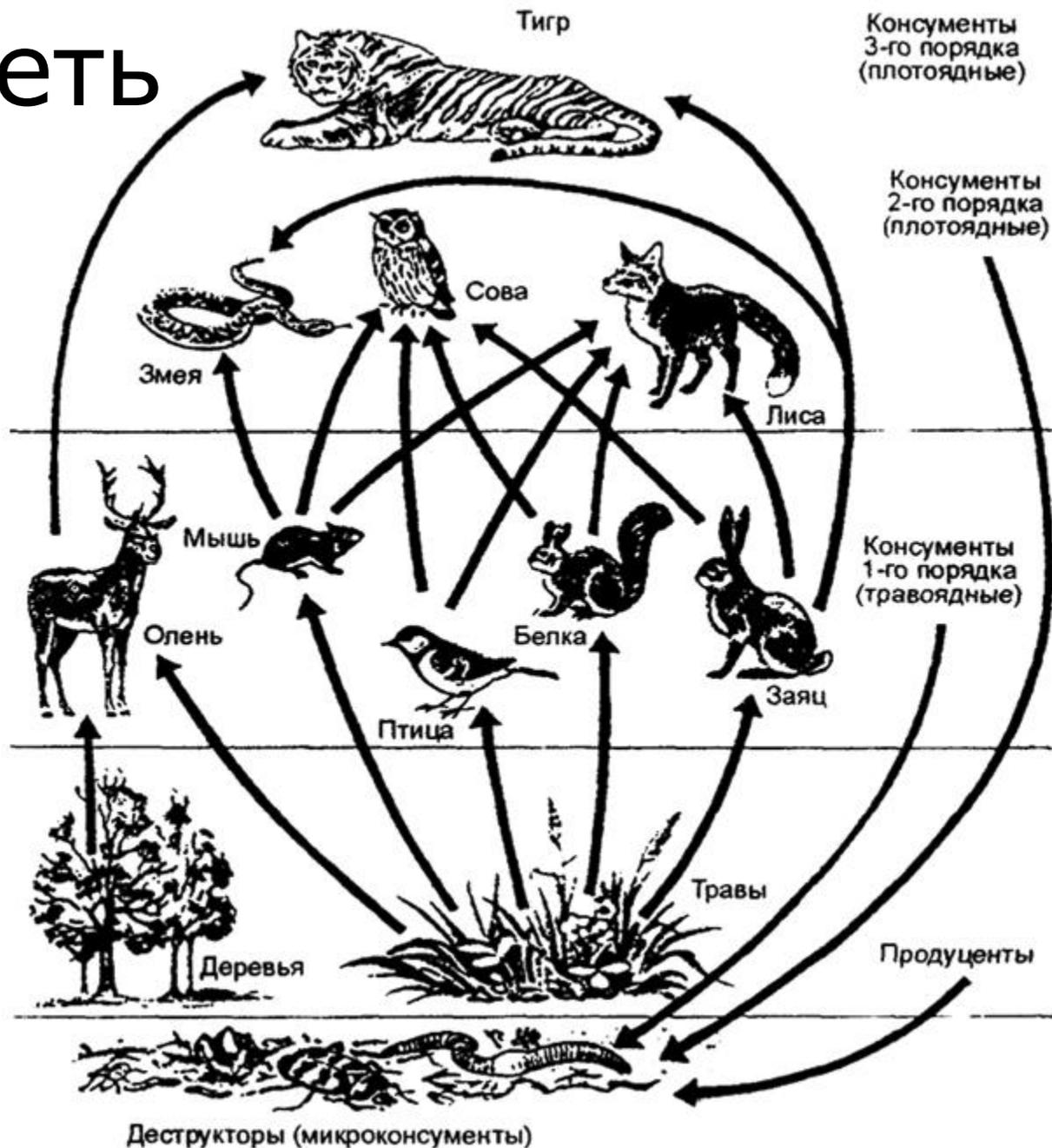
ДЕТРИТНАЯ ЦЕПЬ РАЗЛОЖЕНИЯ

- от мертвого органического вещества идет к микроорганизмам, а затем к детритофагам (организмам, поедающим детрит) и хищникам.
- «дождь трупов»

Пищевая сеть

Пищевые цепи не изолированы одна от другой, а тесно переплетаются друг с другом, образуя так называемые пищевые сети.

Пищевая сеть — условное образное обозначение трофических взаимоотношений консументов, продуцентов и редуцентов в сообществе.



Трофический уровень

Трофический уровень — совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу энергию Солнца и химических реакций (от автотрофов) через одинаковое число посредников трофической цепи, т.е. занимающих определенное положение в общей цепи питания.

Первый трофический уровень (I) занимают автотрофы — зеленые растения (продуценты),

второй (II) — травоядные (консументы первого порядка),

третий (III) — первичные хищники, поедающие травоядных животных (консументы второго порядка),

четвертый (IV) — вторичные хищники (консументы третьего порядка), питающиеся более слабыми хищниками.

Эта трофическая классификация относится к функциям, но не к видам как таковым. Группа особей одного вида может занимать один или несколько трофических уровней, исходя из того, какие источники пищи она использует

Потоки вещества и энергии в экосистемах

Правило Линдемана

только часть (примерно 10%) энергии, поступившей на определенный системный уровень, передаётся организмам, находящимся на более высоких уровнях.

Например, растения могут усваивать при фотосинтезе до 1% солнечной энергии. В свою очередь, растительноядные животные потребляют около до 10% энергии растений (или: до 90% энергии, накопленной растениями, просто теряется).

Хищники, питаясь растительноядными животными, получают 10% энергии, содержащихся в биомассе всего ими съеденного.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА

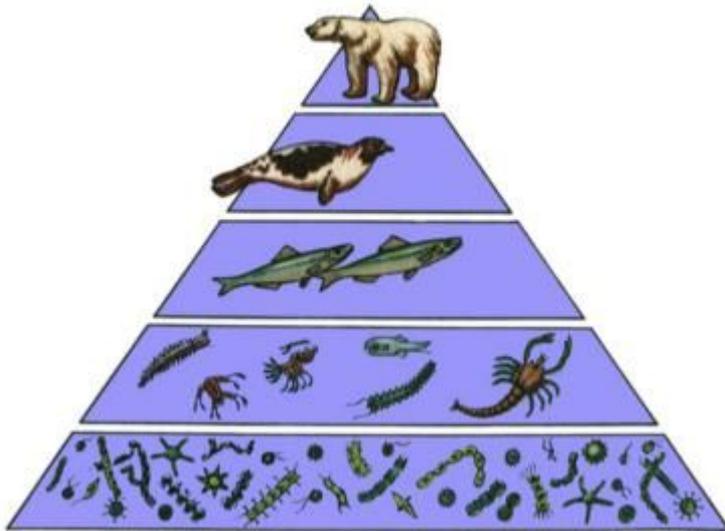
ТРОФИЧЕСКИЕ УРОВНИ



Пирамиды численности

Пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из-за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

УПРОЩЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ПИРАМИДА ЧИСЕЛ

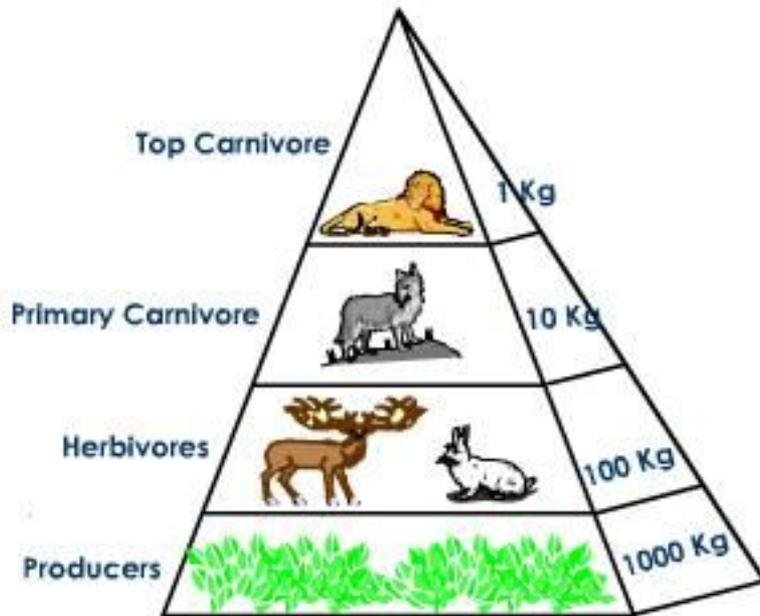


Перевернутая пирамида чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на одном дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов меньше, нежели консументов.

Пирамида биомасс

Пирамида биомасс - соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества).

Обращенная (перевернутая) пирамида биомасс - биомасса продуцентов оказывается меньше, чем консументов, а иногда и редуцентов, и в основании пирамиды находятся не растения, а животные. Это касается в основном водных экосистем. Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у зоопланктона и конечного потребителя-консумента (киты, крупные рыбы, моллюски).



Пирамида энергии

Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь.



Общая закономерность процесса передачи энергии такова: через верхние трофические уровни энергии проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и нет хищников, которые питались бы, к примеру, волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

Продукция экосистемы

Продуктивность экосистемы тесно связана с потоком энергии, проходящим через нее. В каждой экосистеме только часть поступающей энергии накапливается в виде органических соединений.

Скорость ассимиляции энергии называется **продукцией**

Величина продукции, отношение к единице площади экосистемы называется **продуктивностью**.

Первичная продуктивность

Первичная продуктивность (P) экосистемы

определяется как скорость, с которой лучистая энергия усваивается продуцентами в процессе фото- и хемосинтеза накапливаясь в виде органических веществ, количество ее выражают в сырой или сухой фазе растений или энергетических единицах (ккал, Дж).

В создании первичной биологической продукции определяющую роль играют возможности фотосинтетического аппарата растений.

Вторичная продуктивность

Вторичная продуктивность – накопление энергии на уровне консументов т.к. консументы используют ранее созданные питательные вещества часть из них расходуется на дыхание, а оставшаяся часть на формирование тканей и органов (вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого проживающего уровня, т. к. прирост массы для каждого из них происходит за счет энергии, поступающие предыдущем.

Экологическая сукцессия

Это последовательная смена одних сообществ другими, свойственна любому сообществу, не зависит от его видового состава или географического местоположения

Равновесие и сукцессия

Если первичная продукция эквивалентна энергии, требуемой на поддержание остальных уровней консументов, то общая биомасса в такой системе остается постоянной, а сама система неизменной – РАВНОВЕСНОЙ.

Отсутствие равновесия приводит к сукцессии.

Сукцессия всегда направлена в сторону равновесного состояния.

ТИПЫ РАВНОВЕСИЯ ЭКОСИСТЕМ

Замкнутые экосистемы – дополнительная биомасса не поступает, вся продукция расходуется на поддержание жизни.

Равновесие: расходы на поддержание жизни = собственной продукции экосистемы

Открытые экосистемы текучей воды – органическое вещество возникает внутри экосистемы и приносится извне.

Равновесие: расходы на поддержание жизни = собственной продукции экосистемы + биомасса привнесённого вещества

Открытые сельскохозяйственные экосистемы – органическое вещество изымается (с урожаем)

Равновесие: расходы на поддержание жизни = собственной продукции экосистемы - биомасса изъятых вещества

Стадии сукцессий

Первичная – сукцессия на лишенном жизни месте (лишайники на камнях)

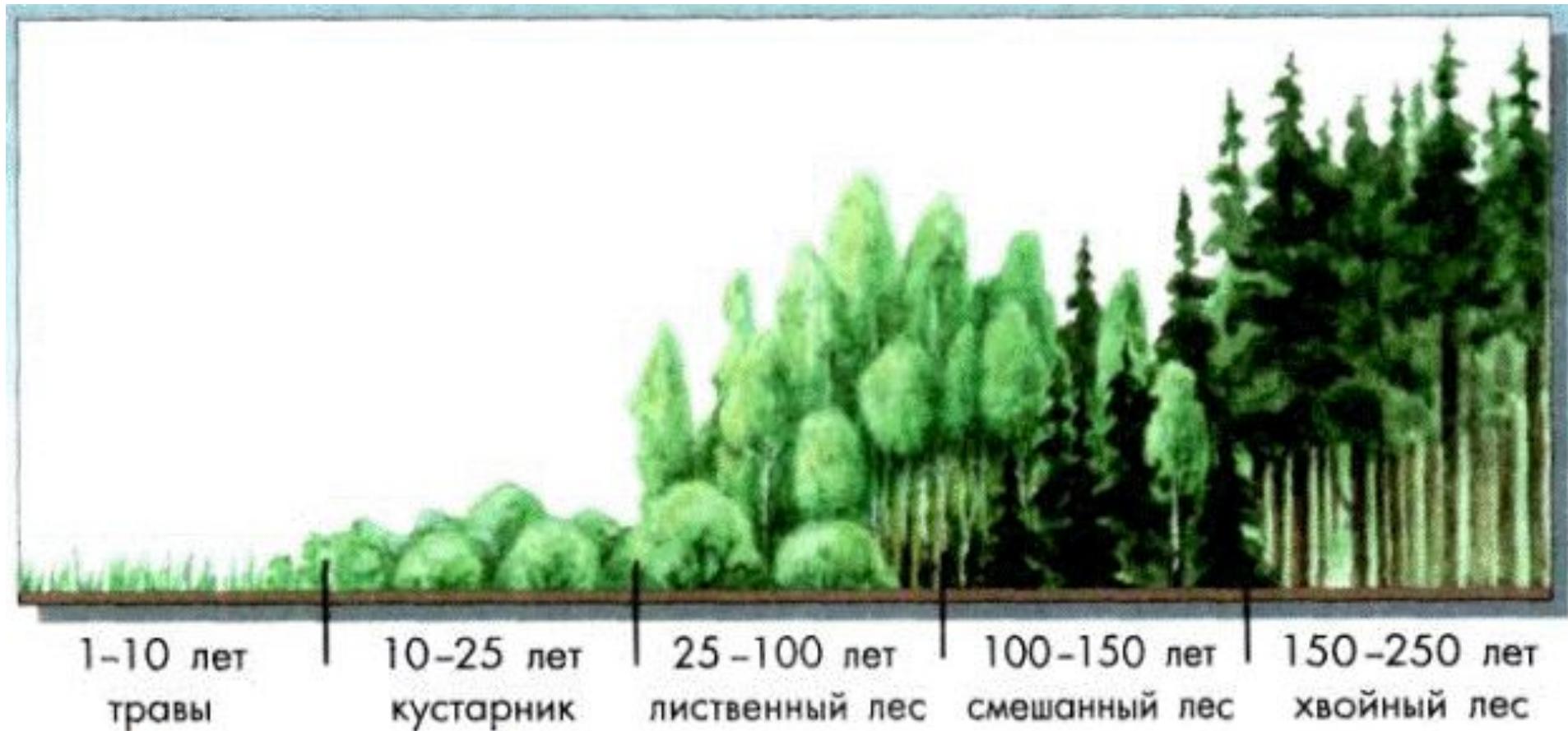
Вторичная – развитие на месте сформировавшегося ранее сообщества (развитие экосистемы на брошенной пашне)

Скорость вторичной сукцессии многократно превышает скорость первичной

Свойства сукцессий

1. Виды растений и животных в процессе сукцессии непрерывно сменяются.
2. Сукцессия сопровождается повышением видового разнообразия
3. В ходе сукцессии биомасса возрастает
4. В ходе сукцессии скорость прироста биомассы постепенно снижается

Длительность сукцессии



Значение сукцессий

Равновесное сообщество устойчиво к смене факторов окружающей среды

Развивающееся сообщество уязвимо, но
НА ПЕРВЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИИ ОНО
ПРОИЗВОДИТ ГОРАЗДО БОЛЬШЕ
БИОМАССЫ

Пример: первая стадия – зарастание пахоты пшеницей, вторая – сорняками, третья – кустарниками. Поддержание первой стадии дает максимальный прирост полезной биомассы