

Лекция 2

- Современное состояние экологической науки
- Учение о ноосфере
- Понятие экосистем

Напоминание пройденного:

Определение:

ЭКОЛОГИЯ – это комплексная наука, изучающая законы существования (функционирования) живых систем в их взаимодействии с окружающей средой

- **Связь экологии с другими науками**
- **Основные экологические проблемы**
- **Основные разделы и направления экологии**
- **Специфические особенности экологии (системный подход, глобальный характер экологических проблем)**

- **История развития биосферы**
(относительная шкала)

Отношение человека к природе

- Мифологизированное отношение
- Творение бога и человек венец природы
- Природа – неисчерпаемый ресурс, экологические проблемы преодолимы
- Антропогенный экоцид
- Осознание опасности и выработка стратегий дальнейшего развития (от защиты биосферы до замены ее на искусственную среду)

Отношение человека к природе

- Концепция устойчивого развития (1987, комиссия ООН, доклад «Наше будущее»)
- В России воплощение и развитие - в Экологической доктрине Российской Федерации, одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 года № 1225-р

“Устойчивое развитие” – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности”

Д.Медоуз (США) конкретизировал:

- рождаемость примерно равна смертности;
- темпы инвестирования равны темпам амортизации капитала;
- темпы потребления невозобновимых ресурсов не превышают темпов разработки их устойчивой возобновимой замены;
- интенсивность выбросов не превышает возможностей окружающей среды их поглощать.

американский экономист Л.Туроу:

"Если все население Земли будет обладать производительностью труда Швейцарии, стандартом потребления в Китае, социальным выравниванием Швеции и дисциплиной Японии, то планета сможет выдержать во много раз большее население, чем сегодня".
Но "если производительность будет такой же, как в Чаде, а стандарты потребления, как в США, социальное и классовое сознание, как в Индии, и общественная дисциплина, как в Аргентине, трудно будет выдержать и при современной численности населения".

Современное состояние экологической науки:

- Бурно развивается (финансирование, гос. поддержка)
- Поддержка международных организаций (ООН)
- Россия – рост экологических исследований, после спада

Современное состояние экологической науки:

Положительные моменты:

- ежегодный Государственный доклад «О состоянии природной окружающей среды РФ», с 1991 г.
- газеты и журналы «Зеленый мир», «Спасение», «Экология», «Инженерная экология» и т.д.
- Экологические партии и движения, Комитет по экологии при Государственной Думе
- Конституции Российской Федерации (статьи 42, 58, 9)
- Закон РФ "Об охране окружающей природной среды (от 19.12.91 № 2060-1 с последующими изменениями),
- Указ Президента РФ "О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития»

Группа стран экологических «тяжеловесов»:

- Бразилия 3 2 1 16
- Германия 1 8 4 0,3
- Индия 17 1 4 2
- Индонезия 4 0,7 1 3
- Китай 21 2 1 4
- Россия 3 2 7 21
- США 5 26 23 6
- Япония 2 17 5 0,7

Мировое население, мировой валовой продукт,
выброс углерода, мировые запасы леса

о возрастающей роли экологии

Нобелевский лауреат П.Л.Капица писал:

"... процессы воздействия человека на природу достигают сейчас глобальных масштабов, и, поскольку их развитие следует экспоненциальному закону, отсутствие контроля над ними может привести к взрыву ... На решение этих проблем у человечества осталось не так уж много времени, во всяком случае, меньше столетия, в течение которого можно предотвратить экологический кризис. Чтобы человечество со всей необходимой энергией принялось за решение этих проблем, первым делом люди в самых широких слоях должны осознать значимость проблемы глобального кризиса".

о возрастающей роли экологии

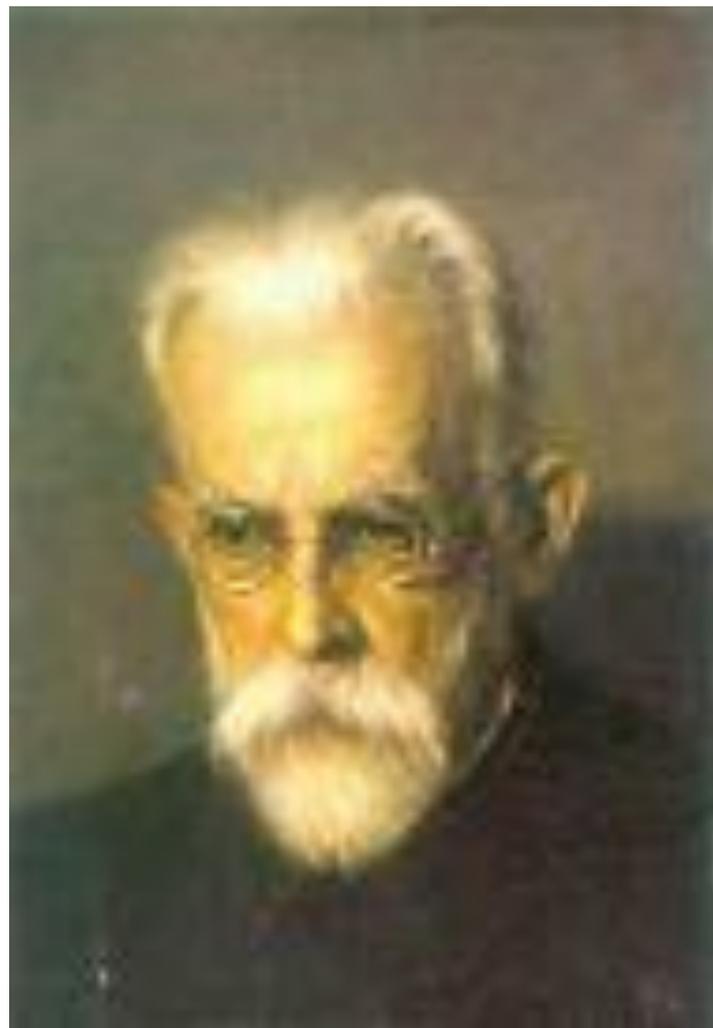
В.И.Вернадский в 1922 г. писал:

"Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не могут сравняться все им раньше пережитые. Недалеко то время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Это может случиться в ближащие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть.

Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение?

Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?".

В.И.Вернадский



Учение В.И. Вернадского (1863 – 1946) о ноосфере

многогранность интересов - 416 трудов (100 - минералогия, 70 - биогеохимии, 50 - геохимии, 43 - истории наук, 37 - организационным вопросам, 29 - кристаллографии, 21 - радиогеологии, 14 - почвоведению, остальные - разным проблемам науки, истории)

Биосфера - живая оболочка земли. (*французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк, 1803 г. для определения совокупности организмов, обитающих на земном шаре*)

В. И. Вернадский использовал этот термин в 1914 г.

учение В. И. Вернадского
в книге "Биосфера", 1926 г
(развивающаяся и самоорганизующая
система) вопросы возникновения
жизни, ноосфера и др.

Учение В.И. Вернадского о ноосфере

Постулаты:

Изначально биосфера

- отличалась богатым функциональным разнообразием
- Представлена совокупностями организмов - главной "действующей силой" **геохимических преобразований**
- во все времена шли те же циклы химических преобразований элементов, как и сейчас
- Все без исключения функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами

Учение В.И. Вернадского о ноосфере

В.И. Вернадский ввел понятие **«живое вещество»** — совокупность всех живых организмов, рассматриваемая как единое целое. Область распространения живого вещества охватывает всю гидросферу, верхние слои литосферы и нижнюю часть атмосферы, но основная концентрация живых организмов отмечается в приповерхностном слое суши и океана. Если живое вещество распределить по поверхности Земли равномерно, образуется пленка толщиной в 2 см. Среднее время его обновления — 8 лет (а в океане — 33 дня).

Учение В.И. Вернадского о ноосфере

Геохимические функции живого вещества (по В. И. Вернадскому, с некоторыми изменениями):

- **энергетическая**: аккумуляция солнечной энергии растениями в результате фотосинтеза с дальнейшим перераспределением этой энергии;
- **концентрационная**: избирательное накопление определенных элементов в теле самих организмов и образуемых при их участии осадочных пород;
- **деструктивная**: минерализация органики, разложение горных пород, вовлечение элементов в круговорот;
- **средообразовательная**: трансформация параметров среды в благоприятные для организмов (почвообразование, поддержание газового состава атмосферы, очищение водоемов и прочее);
- **транспортная**: перемещение входящих в состав живого вещества элементов и перераспределение его по поверхности планеты (пример: вынос биогенов из водоемов рыбоядными птицами и животными, имеющими водную личиночную и наземно-воздушную взрослую стадии)

Учение В.И. Вернадского о ноосфере

биосфера перерабатывает основную часть притока к поверхности Земли космической, - солнечной энергии (биологическая продуктивность биосферы Земли - $1,7 \cdot 10^{15}$ МДж/год)

Для сравнения:

- *энергия приливо-отливных течений $2,3 \cdot 10^{15}$ МДж/год*
- *энергия движения воздушных масс атмосферы - $1,3 \cdot 10^{15}$ МДж/год*
- *теплогового потока из недр Земли, равная $1,3 \cdot 10^{15}$ МДж/год*

Биосфера — оболочка Земли, преобразуемая деятельностью живых организмов

Биосфера состоит:

- **совокупность живых организмов** (*мириадах особей*) *миграцией атомов, концентрация живым веществом определенных химических элементов*
- **вещество, создаваемое живыми организмами,** *мощная потенциальная энергия (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т.д.)"*.
- **косное вещество**
- **биокосное вещество,** (*вся вода биосферы, почва*)
- **вещество, находящееся в радиоактивном распаде**
- **рассеянные атомы,** *которые непрерывно создаются*
- **вещество космического происхождения**

Границы биосферы (*или поле существования жизни*):

- **Нижняя** - донные отложения океана, а в пределах суши - горные породы, которые в прошлом подвергались воздействию жизни.
- **Верхняя** - озоновый экран, т. е. слой атмосферы на высоте примерно 18 — 22 км с повышенным содержанием трехатомного кислорода — озона

Тонкий слой жизни -

положение человека в системе биосферы

Человек – естественный компонент биосферы, возникший в результате ее эволюции и подчиняющийся ее законам

Своей разумной деятельностью человек многократно усиливает планетарную функцию живого вещества, что неизбежно приводит к постепенной трансформации биосферы в "мыслящую оболочку", сферу разума – ноосферу

положение человека в системе биосферы

- идея ноосферы была обнародована в 1927 году философом и математиком **Эдуардом Леруа**. Как подчеркивали, важным источником этой идеи стали лекции по геохимии, которые В.И. Вернадский читал в 1922–1923 гг. в Париже. В дальнейшем представления о ноосфере независимо друг от друга разрабатывались и **Тейяром, и Вернадским**.
- В целом можно сказать, что **ноосфера — состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится основным фактором ее развития**, хотя трактовка этого понятия различается даже у его создателей.

положение человека в системе биосферы

Человек – геологическая сила, изменяет состав атмосферы, вод суши и океана, Лик Земли

Необходимое условие для образования ноосферы – единство человечества (*идея объединения - религия, философия, наука*)

Становление ноосферы:

- 1. развития биосферы, связанно с появлением человека и его мыслительной способности**
- 2. Человек становится фактором развития геологических процессов**
- 3. процесс становится стихийным, не зависящий от воли одного человека, или государств**
- 4. появление нового, интеграционного мировоззрения, соразвитие различных культур, религий и традиций на всем пространстве Земли по мере перехода цивилизации от технотронной к информационной.**

Невыполнение указанных условий и отход человечества от вхождения и ноосферу означает его движение к деструкции и, в конечном итоге к самоуничтожению

Представления о соотношении биосферы и ноосферы нельзя считать устоявшимися до сего дня.

Один из аспектов этих отношений отражает полушутливая формулировка, касающаяся экологического кризиса современности: «биосфера почувствовала на себе ноосферу и пытается ее сбросить».

- В конце XX века понятие ноосферы было переосмыслено **Н.Н. Моисеевым** в рамках его **концепции коэволюции** (совместной эволюции) биосферы и человеческого общества. С этой точки зрения, **ноосфера — состояние человечества, при котором оно эволюционирует совместно с биосферой.**

Гипотеза Геи

Земля — больше, чем просто дом,
это живой организм, и мы являемся его частью.

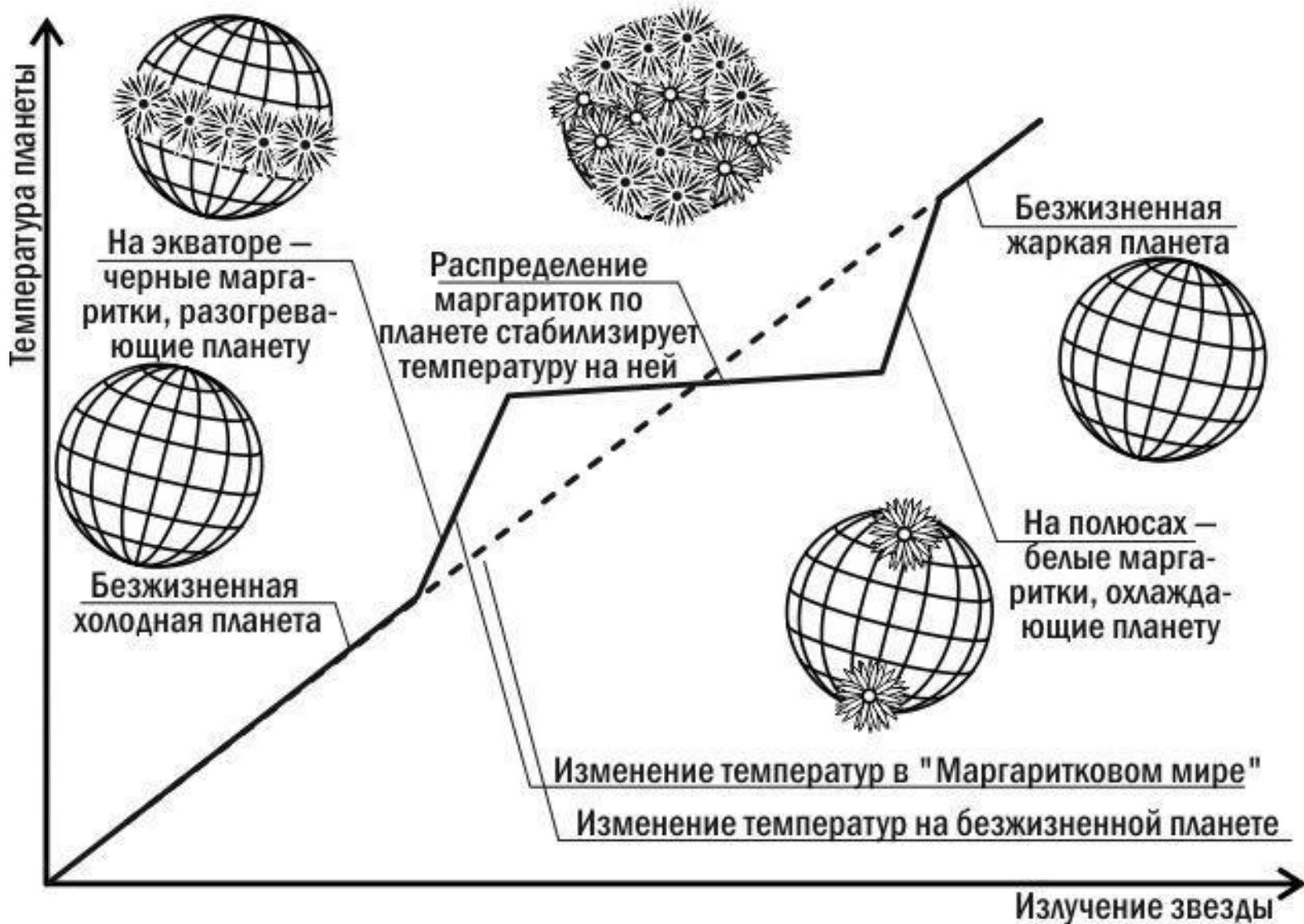
Джеймс Лавлок.

- организм поддерживает гомеостаз (сохраняет постоянными свои важнейшие свойства), это кажется нам достаточно привычным.
- Напротив, биосфера состоит в основном из неживых компонентов, не имеет «центра» и управляющих подсистем. Однако к поддержанию постоянства своих свойств способна и она!
- Это свойство биосферы произвело сильное впечатление на английского химика Джеймса Лавлока, который работал в американском аэрокосмическом агентстве (NASA) и пытался определить те признаки, по которым можно искать планеты, на которых существует жизнь.

- В 1972 году Джеймс Лавлок и Линн Маргулис предложили так называемую **«гипотезу Геи»** — представление о Земле как о сверхорганизме, который поддерживает свой гомеостаз.
- В 1979 году Дж. Лавлоком умозрительная модель глобальной регуляции, получившая название «Маргаритковый мир»

- Модель основана на предположении, что звезды того же класса, что и Солнце, со временем повышают светимость. Сейчас Солнце должно светиться на 40% сильнее, чем 4,6 млрд. лет назад. Это означает, что температура на планетах таких звезд, как Солнце, должна расти. Но в истории земной биосферы не видно проявлений такого разогрева. Дело в том, что если планеты населены, организмы могут модифицировать влияние излучения звезды.

- В модели рассматривается планета, находящаяся возле разогревающейся со временем звезды. На планете — единственный вид жизни, маргаритки, представленные двумя формами — черной и белой. Они живут лишь в определенном диапазоне температур. При температуре ниже оптимальной имеют преимущество черные маргаритки (они лучше нагреваются), а при температуре выше оптимальной — белые. Эти цветы при благоприятных температурных условиях могут покрывать всю поверхность планеты. Черные маргаритки темнее поверхности планеты (и, распространяясь, увеличивают нагревание планеты светом звезды), а белые — светлее (и способствуют охлаждению планеты)



- Эмергентные свойства «Маргариткового мира» возникают, как кажется, «из ничего». Задумайтесь: земная биосфера намного сложнее и имеет намного больше степеней свободы!
- <http://batrachos.com/>

Определение и структура экосистем

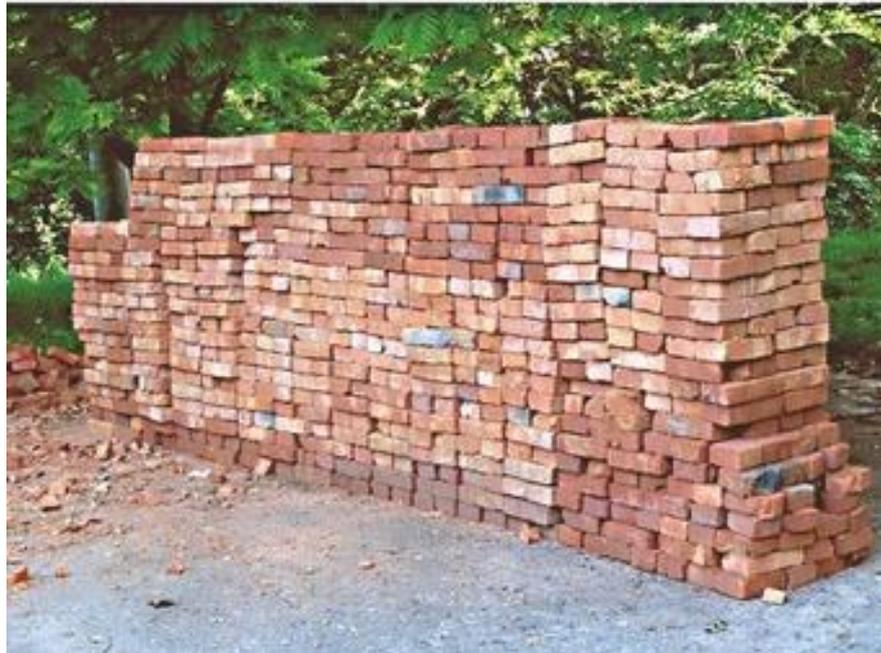
Экосистему можно определить как совокупность различных видов организмов (растений, животных и микробов), взаимодействующих друг с другом и с окружающей их средой таким образом, что вся эта совокупность может сохраняться неопределенно долгое время

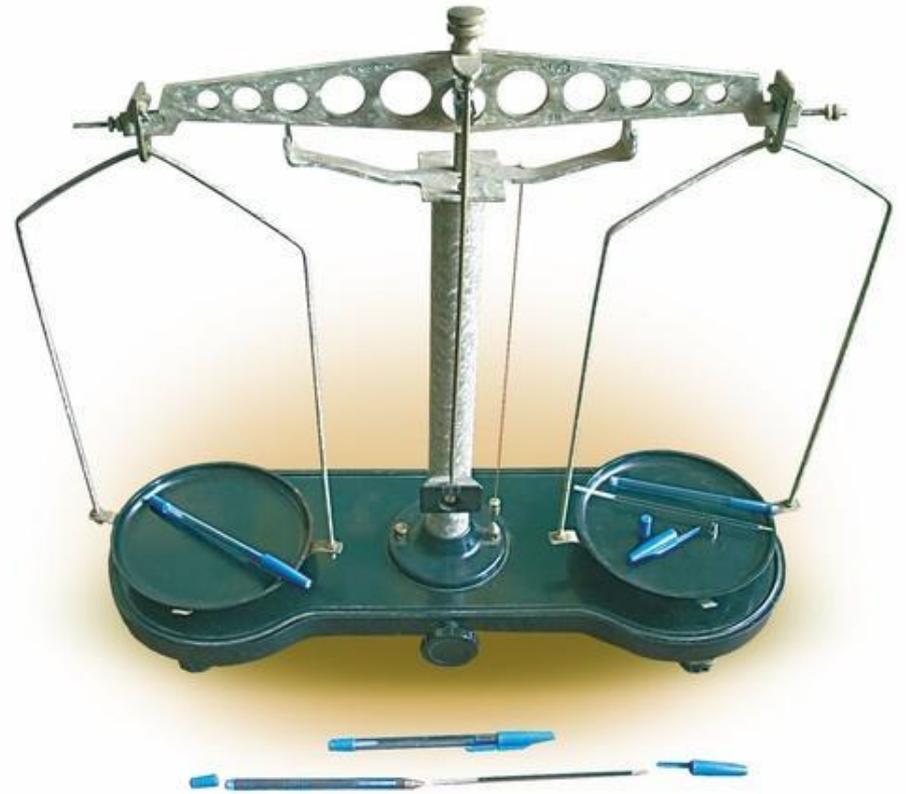
1935 год А.Тенсли

Вся живая материя восстает перед нами как одно целое, как один огромный организм, заимствующий свои элементы из резервуара неорганической природы, целесообразно управляющий всеми процессами своего прогрессивного и регрессивного метаморфоза и, наконец, отдающий снова всё заимствованное назад мертвой природе.

С.Н. Виноградский. Лекция перед императорской семьей 8.12.1896 г.

- свойства систем можно разделить на две группы:
- **аддитивные** свойства системы (лат. *additio* — прибавление) являются суммой свойств ее частей.
- **эмергентные** - качественно новые свойства системы называются (лат. *emergere* — всплывать, появляться).





- Эмергентные свойства систем могут быть в некоторых отношениях противоположны свойствам ее частей



- Биологические системы организованы иерархически, и на каждом уровне осуществляется регуляция, использующая сходные принципы. В конце XX века получил развитие системный подход, идущий от Людвиг фон Берталанфи. Он основан на том, что системы, состоящие из сходно взаимосвязанных частей, имеют сходные целостные (эмергентные) свойства

Различные уровни экосистем следует выделять потому, что каждый из уровней характеризуется свойствами, отсутствующими на нижележащих уровнях.

В зависимости от того, какие экосистемы и с какой точки зрения изучаются, надо выделять больше или меньше уровней, на каждом из которых возникают какие-то эмергентные свойства.

- Так, демографическая структура популяции отсутствует на уровне отдельного организма, а феномен человеческого сознания отсутствует на уровне отдельных структур мозга.
- Феномен жизни возникает на клеточном уровне, а феномен потенциального бессмертия — на популяционном.

Примеры биосистем различных уровней и их эмергентных свойств

Уровень	Пример	Эмергентные свойства
Молекулярный	Молекула белка	Обладает характерной конформацией, способна к выполнению определенных функций в клетке
Клеточный	Клетка	Обладает основными свойствами живых систем: способна к обмену веществ, размножению и т.д. У одноклеточных обладает свойствами организма, у многоклеточных предназначена для выполнения определенной функции
Органно-тканевой	Нейронная сеть	Управляет клеточной жизнедеятельностью (делением, обменом веществ, функциональной активностью). Способна к обработке информации и выполнению определенных кибернетических функций
Организменный	Особь	Является единицей естественного отбора (как целое гибнет или выживает и размножается). Обладает индивидуальностью, возникающей в результате онтогенеза
Популяционный	Популяция раздельнополых организмов	Обладает потенциальным бессмертием и способностью к эволюции. Характеризуется определенной половозрастной, пространственной, генетической, иерархической структурой
Биогеоценотический	Биогеоценоз	Способен к развитию (сукцессии), осуществляет частично замкнутый круговорот веществ
Биосферный	Биосфера	Осуществляет замкнутые биогеохимические циклы (с учетом обмена веществом с космосом и земными недрами). Регулирует некоторые свойства планеты (гипотеза Геи). Способна к биосферной эволюции

- <http://batrachos.com/node/405>

В.Н.Сукачев в 1940 г.

Биогеоценоз – совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою, особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении, развитии

Биогеоценоз по отношению к экосистеме выступает, как частное по отношению к общему

В каждой экосистеме можно выделить:
биотический компонент (биоту)
абиотический компонент

Биота – это исторически сложившаяся совокупность растений, животных и микроорганизмов, объединенных общей областью распространения

Пути взаимодействия разных категорий организмов образуют биотическую структуру экосистемы, а формы этого взаимодействия – биотические факторы

Абиотический компонент – это совокупность неживых (физических, химических и т.д.) факторов окружающей среды

Экологический фактор – это любой нерасчленяемый элемент окружающей среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы

антропогенный компонент и антропогенные факторы, совокупность воздействий деятельности человека на окружающую среду (истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, разрушение природных ландшафтов и т.д.).

Биота, биотическая структура

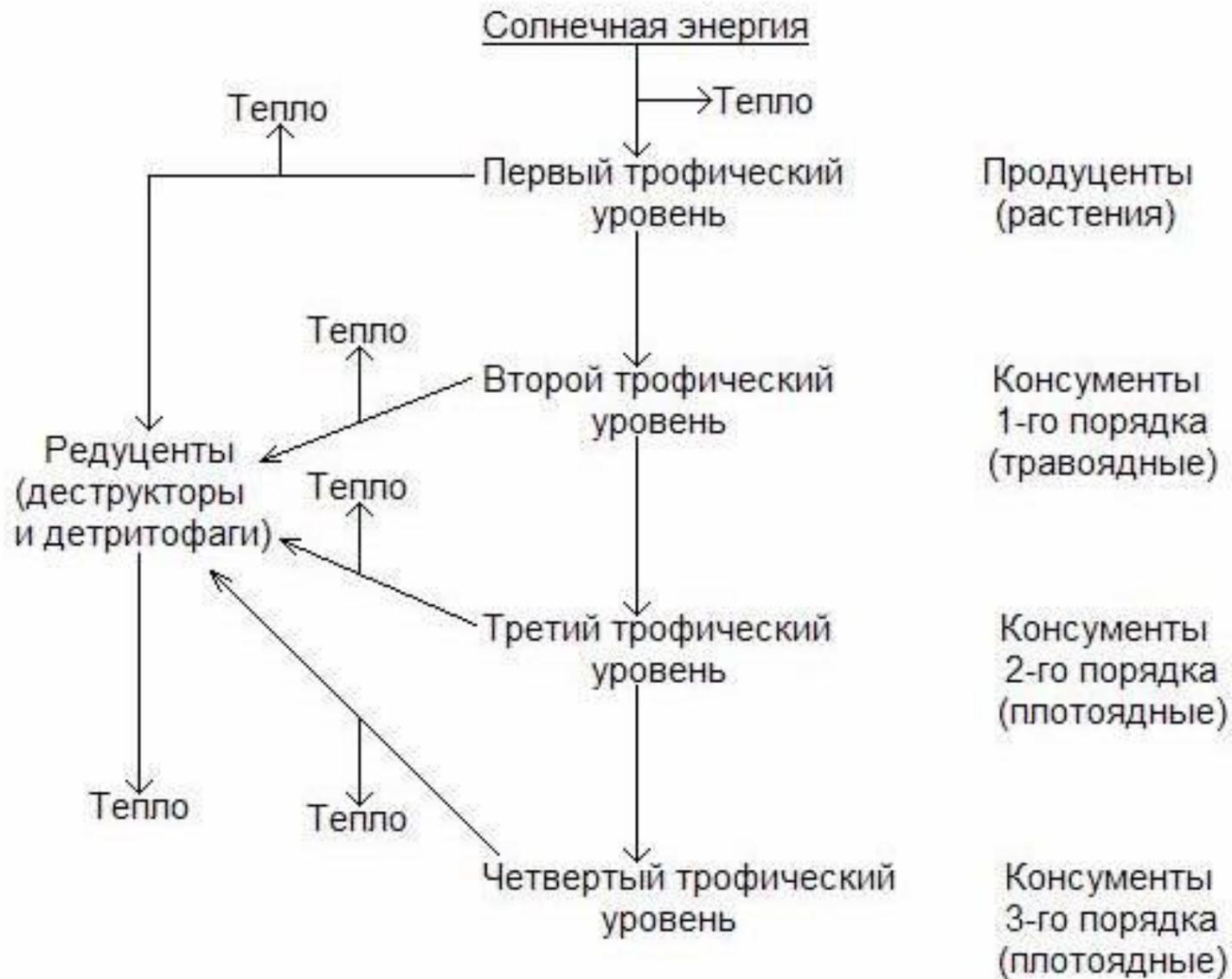
выделяют четыре основные категории организмов:

- **продуценты** (по способу питания -автотрофы)
- **консументы** (по способу питания – гетеротрофы, существуют – миксотрофы, 1 -фитофаги, эврифаги и 2- плотоядные) — отношения м/у -:
"хищник – жертва", и "паразит – хозяин"
(некротрофы, биотрофы)
- **детритофаги** (по способу питания - сапрофиты)
- **редуценты** - грибы и бактерии

Существует множество путей движения вещества в экосистеме от организма к организму. Каждый такой путь называется **пищевой**, или **трофической цепью**

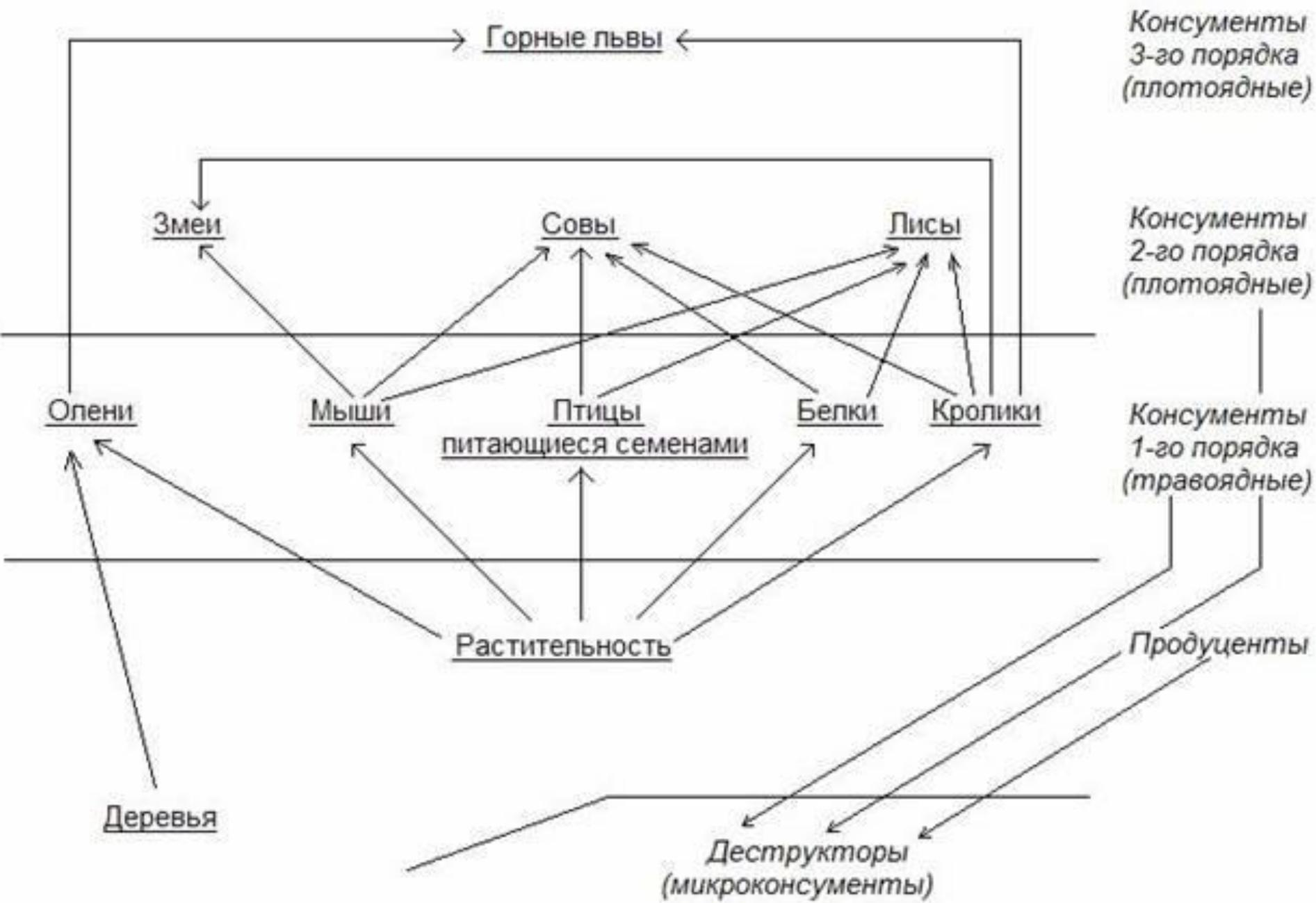
все трофические цепи соединены между собой и образуют сложную сеть пищевых взаимоотношений, называемую **пищевой**, или **трофической сетью**

трофические уровни



Примерами таких цепей могут служить:

- ягель - олень - волк (экосистема тундры);
- трава - корова - человек (антропогенная экосистема);
- микроскопические водоросли (фитопланктон) - жучки и дафнии (зоопланктон) - плотва - щука - чайки (водная экосистема).



Биотические факторы -

формы взаимодействия между особями и популяциями.

Различают две группы биотических факторов: **внутривидовые**, или **гомотипические** и **межвидовые**, или **гетеротипические** взаимодействия

Гомотипические реакции – это взаимодействия между особями одного вида.

- **Эффект группы**

- **Эффект массы**

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

- **Внутривидовая конкуренция**

Гетеротипические реакции – это взаимодействия между особями, принадлежащими к разным видам

Гетеротипические реакции	Вид А	Вид В
Нейтрализм (мыши и синицы)	0	0
Конкуренция	-	-
Хищничество	+	-
Сотрудничество (страусы, зебры)	+	+
Аменсализм (плесень, бактерии)	-	0

Гетеротипические реакции Вид А Вид В

Симбиотические взаимоотношения:

Паразитизм	+	-		
Мутуализм (лишайники)	+	+		
Санитарный симбиоз (тиркушки)			+	+
Комменсализм (прилипада)		+	0	
Карпоз (птицы, осы)	+		0	
Трофобиоз (муравьи, тля)	+		0	
Инквилинизм	+		0 или	+
Квартирантство (вар. сожит)		+		0
Синойкия (вар. сожит)			0	0

Биотические факторы -

формы взаимодействия между особями и популяциями.

Различают две группы биотических факторов: **внутривидовые**, или **гомотипические** и **межвидовые**, или **гетеротипические** взаимодействия

Гомотипические реакции – это взаимодействия между особями одного вида.

- **Эффект группы**

- **Эффект массы**

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

- **Внутривидовая конкуренция**

Гетеротипические реакции – это взаимодействия между особями, принадлежащими к разным видам

Хищничество, паразитизм, конкуренция...
Отношения между биосистемами какого уровня описывают эти понятия? Обычно мы подразумеваем под ними взаимоотношения между организмами, хотя правильнее рассматривать их как взаимодействия между популяциями. Именно популяции — это потенциально бессмертные биосистемы, способные к эволюции

американский эколог **Юджин Одум**
выделял три типа отношений
популяций друг с другом:

положительное влияние (+),
отрицательное влияние (–) и
отсутствие влияния (0)

- К примеру,

одним из немногих видов животных, численность которых не контролируется хищниками, являются африканские слоны.

Однако в недавнем геологическом прошлом численность слонов регулировалась саблезубыми кошками.

Позже эту роль взяли на себя коренные африканские племена охотников на слонов.

Еще позже эту же функцию выполняли вооруженные огнестрельным оружием браконьеры.

А в конце XX века слонов, наконец, взяли под охрану. Как ни удивительно, выяснилось, что работники таких национальных парков должны проводить периодические отстрелы слонов!

Дело в том, что слоны так влияют на окружающую среду, что, размножившись выше определенного предела, способны уничтожать всю древесную растительность в саванне и редколесье, подрывая тем самым ресурсную базу собственного существования.

Ограничивая численность слонов, хищники могли бы тем самым повысить устойчивость существования этого вида

- Так как ответить: положительное или отрицательное влияние в данном случае оказывает истребление хищниками (или отстрел)? В краткосрочной перспективе — отрицательное (гибель слонов), в долгосрочной — положительное (стабилизация их динамики).
- будем использовать формальный, способ разделения типов взаимодействия между популяциями, основанный на модели Лотки-Вольтерра: по тому, как изменится численность одной популяции в ответ на изменение численности другой

$$\begin{cases} \frac{dN_A}{dt} = r_A N_A \frac{K_A - N_A + \beta N_B}{K_A} \\ \frac{dN_B}{dt} = r_B N_B \frac{K_B - N_B + \alpha N_A}{K_B} \end{cases}$$

можно выделить 6 основных форм взаимодействия между видами

Классификация отношений между популяциями и видами

Знак		Тип взаимодействия	Подтип
α	β		
—	—	Конкуренция	эксплуатационная (без затрат энергии на взаимодействия)
			интерференционная (с затратой энергии)
+	—	Эксплуатация	голофагия или истинное хищничество
			мерофагия или пастбищное хищничество (питание частями)
			паразитоидность
			паразитизм
+	+	Симбиоз	протокооперация (факультативное, необязательное взаимодействие)
			мутуализм (облигатное, неразрывное взаимодействие)
—	0	Аменсализм	
+	0	Комменсализм	
0	0	Нейтрализм	

взаимодействия следует разделить на прямые и опосредованные.

- Когда лиса ловит полевок, взаимодействие популяций осуществляется благодаря взаимодействию особей. Это **прямое** взаимодействие между популяциями
- Когда жуки скарабеи выкармливают личинок навозом копытных, прямого взаимодействия особей не происходит, но на жуков влияет производимый копытными ресурс. Это **опосредованное через абиотическую среду** взаимодействие между популяциями
- Наконец, в результате размножения полевок охотничья активность лис может переключиться на них, что снизит уровень эксплуатации популяции зайцев. Это пример **опосредованных через другие популяции** (или косвенных) взаимодействий

Мутуализм

- мутуализм - это облигатные взаимовыгодные отношения между популяциями

Как установить, что определенные отношения являются облигатными?

Если организмы, стоящие во взаимовыгодных отношениях, встречаются в естественных условиях только вместе, это свидетельствует о неразрывной характер их связи

Примеры

- На корнях ряда растений (бобовых, ольхи и т.д.) формируются специальные губчатые разрастания, которые населяются бактериями, способными связывать атмосферный азот. Такой процесс приносит пользу не только самому растению, развивающему азотфиксирующие клубеньки, но и другим растениям, так как приводит к обогащению почвы азотом
- Все растительноядные млекопитающие в той или иной степени используют эндосимбиотическую микрофлору своих кишечника. Желудок этих животных состоит из нескольких отделов, один из которых — рубец — является, по сути, микробиологическим ферментером — емкостью для выращивания микроорганизмов. Результатом работы этого многовидового комплекса является глубокая переработка целлюлозы
- классическим примером мутуализма являются лишайники — лишенообразующие грибы. Эти организмы могут существовать только при условии тесного контакта грибных гиф с клетками цианобактерий или водорослей

Протокооперация

протокооперация — это необязательные взаимовыгодные отношения между двумя популяциями. Связанные этими отношениями виды могут встречаться как вместе, так и порознь

- раки-отшельники - актинии
- зебры – страусы

Комменсализм

Комменсализмом называются прямые или опосредованные через среду отношения между двумя популяциями, от которых одна — популяция комменсала — получает выгоду (увеличивает свою численность в ответ на увеличение численности партнера), а другая — популяция хозяина — индифферентна к этим отношениям и не зависит от численности комменсала

Примеры

Пища

Комменсал может питаться отмершими хозяевами или их частями, а также отходами их жизнедеятельности. Так, копрофаги питаются пометом более крупных животных, а некрофаги — их трупами.

Отшелушивающиеся чешуйки кожи людей являются пищей для разнообразных клещей, живущих в домашней пыли. Песцы питаются объедками белых медведей, а рыбы-лоцманы — объедками акул

Убежище и защита

В норах сурков живут разнообразные жуки чернотелки, бабочки, жабы, мокрицы и многие другие животные.

Воробьи вьют свои гнезда рядом с гнездами орлов и других крупных хищных птиц — те не подпустят к своим (а заодно и к воробьиным) кладкам ворон, которые разоряют гнезда.

Рыбы морские уточки прячутся между иглами морских ежей.

В примерах из этой весьма многочисленной категории комменсал получает от хозяина именно безопасное убежище

Перемещение

Домовые мухи и прусаки, питающиеся нашей пищей, переносят на своих телах целый комплекс бактерий и грибов

Лоцманирование — сопровождение мелкими активноплавающими животными более крупных. Дело в том, что возле крупного тела, плывущего под водой, возникают турбулентности, облегчающее плавание более мелких тел. И рыбы (в том числе рыбы-лоцманы, давшие название этому явлению), сопровождающие акулу, и дельфины, плывущие рядом с быстроходным кораблем, используют этот эффект

Зоохории — перенос животными семян растений. Иногда растения «заинтересовывают» животных, снабжая плоды мясистыми частями, съедобными для потенциальных переносчиков, а иногда просто используют животных, формируя цепкие или клейкие плоды и семена

Разнообразие форм эксплуатации

*...Лодейников прислушался. Над садом
Шел смутный шорох тысячи смертей.
Природа, обернувшись адом,
Свои дела вершила без затей.
Жук ел траву, жука клевала птица,
Хорек пил мозг из птичьей головы,
И страхом перекошенные лица
Ночных существ смотрели из травы.
Природы вековечная давилъня
Соединяла смерть и бытие
В один клубок, но мысль была бессильна
Соединить два таинства ее...*

Н.А. Заболоцкий

Обыденное сознание считает «хищниками» представителей отряда Хищные из млекопитающих, отряда Соколообразные, да еще, наверное, акул и крокодилов.

Тем страннее осознать, что с экологической точки зрения хищниками являются и охотящаяся на тлей божья коровка, и отфильтровывающая из воды водоросли дафния, и даже росянка, постепенно переваривающая севшего на ее лист комара. Для всех названных организмов характерно то, что они потребляют иные живые организмы и условием потребления этих организмов является лишение их жизни

Естественно, убийство зебры львом куда более драматичное и кровавое событие, чем «убийство» одноклеточных водорослей дафнией, но принципиальной границы между этими событиями нет

рассмотрим **хищничество** как часть более широкой категории отношений — **эксплуатации**

Голофаги, истинные хищники, убивают жертву сразу и съедают за свою жизнь множество жертв (лев, божья коровка, дафния, кашалот, росянка)

Мерофаги, пастбищные хищники (корова, слепень, медицинская пиявка) обычно съедают только часть жертвы, нанося ей при этом определенный, но не обязательно смертельный ущерб. *За свою жизнь мерофаги эксплуатируют многих жертв, с которыми не имеют особо тесных связей*

Паразиты (солитер, ВИЧ, тля) тесно связаны со своим хозяином, забирают у него лишь часть его ресурсов и не обязательно причиняют смерть. Их связь с хозяином очень тесна; в типичном случае особь паразита всю свою жизнь связана с одним-единственным хозяином

Паразитоиды, к которым относятся многие перепончатокрылые (наездники, роющие осы) и некоторые двукрылые, ведут свободный образ жизни, но откладывают свои яйца в жертву, на нее или около нее. Выходящие из яйца личинки поедают жертву заживо, а потом убивают ее: смерть жертвы неизбежна, но отсрочена. *С учетом численности насекомых вообще и перепончатокрылых в частности, такая стратегия вовсе не является редкой*

в этой классификации «размылись» привычные понятия «хищник» и «паразит»

К числу пастбищных хищников мы отнесли и корову, и медицинскую пиявку.

Однако как только мы отвлечемся от эмоциональных оценок и, например, попробуем моделировать такие отношения, мы сразу увидим, что отношения коровы и пиявки с их жертвами весьма подобны

Мерофаги перемещаются в пространстве, находя своих жертв и отнимая у них часть их биомассы.

Однако когда медицинская пиявка нападает не на пришедшую на водопой корову, а на головастика лягушки, она взаимодействует с ним как истинный хищник: убивает и поедает значительную часть его тела

В обыденной трактовке понятие «паразиты» включает внутренних и внешних паразитов.

- В приведенном здесь смысле слова настоящими паразитами являются почти исключительно внутренние паразиты и лишь немногие из внешних. Например, вши тесно связаны со своими хозяевами и относительно редко переходят от одного к другому. И их жизни, и их размножение тесно связаны с телом хозяина. Поэтому вшей можно считать паразитами
- В отличие от вшей, блохи или постельные клопы размножаются не на теле хозяина, а в его «логове» и легко переходят от одного хозяина к другому. Для их питания важен поиск того хозяина, которым они будут питаться в очередной раз. Сказанное позволяет считать этих насекомых мерофагами, пастбищными хищниками

Хищничество

- Важнейшей характеристикой хищников является то, насколько они **специализированы** на питании определенными видами жертв. Например, обыкновенная лисица — чрезвычайно **пластичный хищник**, жертвами которого могут быть самые разные мелкие и даже средние по размеру млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся, амфибии, самые разнообразные беспозвоночные и немало различных растений
- На противоположном полюсе **высокоспециализированных хищников** находятся, например, морские змеи из рода Микроцефалюс (буквально «мелкоголовые»). Голова и передняя часть туловища этой средней по размерам змеи очень узкие, «откалиброванные» по размерам норки донных морских угрей, которыми питаются эти змеи

- Гигантский муравьед **высокоспециализирован** на питании муравьями и термитами: его когти позволяют проламывать стенки термитников или добираться до муравьев, а длинный липкий язык, высовывающийся из вытянутой в трубку беззубой морды, дает возможность подхватывать и проглатывать одновременно сотни насекомых. Ничем другим, кроме муравьев и термитов, муравьед питаться не способен, но зато практически любой из достаточно многочисленных видов этих социальных насекомых может стать жертвой этого хищника-олигофага
- Специализированный хищник может быть более эффективным, чем неспециализированный, и это позволяет частично избегать конкуренции. С другой стороны, полифаги могут иметь более сбалансированную диету, легче находить корм, иметь более устойчивую популяционную численность

Хищничество - один из важнейших механизмов передачи энергии от одних популяций к другим и является поэтому важным механизмом, делающим экосистему единым целым

Примеры воздействия хищников на видовое разнообразие их жертв

В степных заповедниках на территории бывшего СССР **были вынуждены** использовать умеренный выпас скота

Когда-то на степных территориях паслись стада копытных — диких лошадей тарпанов, диких ослов и южнее — даже джейранов и сайгаков.

Поедая быстрорастущие растения, эти копытные не давали им вытеснить те виды, которые росли медленно.

После того, как люди истребили стада диких копытных, они вывели в степи стада, табуны и отары домашних.

А после того, как эти степи становились заповедными, вслед за прекращением выпаса скота в них начинали исчезать редкие виды трав.

Исправить ситуацию помогает умеренный выпас домашнего скота — например, лошадей

В типичном случае популяции хищника стабилизируют численность популяций своих жертв

Когда жертв становится мало, хищники-полифаги переключаются на другие виды добычи, а хищники-олигофаги снижают свою численность вслед за жертвами в результате недокорма. Поскольку в большинстве случаев хищники размножаются медленнее своих жертв, восстановление их численности происходит медленнее, чем восстановление жертв. Таким образом, в типичном случае хищники просто не могут уничтожить своих жертв без остатка!

- Полностью уничтожить определенный вид своих жертв может тот хищник, численность которого мало зависит от численности этого вида жертв. Значит, этот хищник должен быть полифагом и не быть специализированным на данном виде жертв
- Опасности подвергаются те жертвы, которые даже в условиях низкой численности не теряют привлекательности для хищников и будут приоритетно и эффективно потребляться в пищу. Это свойство было характерно для пары видов «человек-мамонт»: даже когда мамонтов было мало, они могли оставаться для древних людей «главной» добычей, которая эффективно отслеживалась и добывалась в первую очередь

Паразитизм

- Настоящие паразиты весьма тесно связаны со своими хозяевами
- Они живут внутри организма хозяев или тесно прикреплены к их поверхности
- Хозяин является для паразитов средой обитания или ее важнейшим компонентом
- Обычно на протяжении жизни (или этапа жизненного цикла) паразит связан с одним хозяином
- Для того, чтобы использовать хозяина, паразиту вовсе не нужно его убивать (иногда хозяин гибнет, но это не является необходимым условием его употребления)

- Хозяин является для паразита не только источником энергии, но и средой
- Зачастую самые опасные паразиты — те, которые перешли к новому виду хозяев и не имеют приспособлений для сохранения его жизни. Так, самые опасные эпидемии человека вызываются чумой (бактерией, паразитирующей на грызунах), гриппом (вирусом, паразитирующем на птицах), ВИЧ (вирусом, пришедшим к человеку от других приматов) и многими другими «пришлыми» паразитами
- Такие паразиты еще не успели в достаточной степени отточить приспособления, позволяющие эксплуатировать хозяина и сохранять его численность

Конкуренция и экологические ниши

- конкуренцией называется такое отношение между двумя популяциями, при котором увеличение каждой из них вызывает снижение численности другой. Впрочем, это определение касается только **межвидовой конкуренции**, а кроме нее существует также **внутривидовая конкуренция**, которая разворачивается внутри одной популяции
- При конкуренции две популяции могут неблагоприятно влиять друг на друга двумя разными способами

Первый (косвенная, или **эксплуатационная конкуренция**) связан с тем, что две популяции используют один и тот же ресурс. При возрастании численности одной из этих популяций усилится потребление ею общего ресурса, и другой достанется меньшее его количество

Второй (прямая, или **интерференционная конкуренция**) связан с затратами энергии особей на причинение друг другу ущерба. *Примером прямой конкуренции может быть **аллелопатия** — выделение растениями веществ, угнетающих другие виды*

Примеры:

1. Сине-зеленые водоросли выделяют вещества, которые тормозят развитие других водорослей. Если в водоеме развиваются сине-зеленые, то биомасса всех других видов водорослей резко падает
2. Многие виды полыни выделяют колины - вещества, тормозящие развитие высших растений. Поэтому в зарослях полыни ничего другого расти либо не может, либо растет плохо
3. Борщевик обыкновенный - лидер по выработке колинов. Если появился борщевик, то вся остальная растительность угнетается

Аллелопатия (от греч. allelon - взаимно и pathos - страдание, испытываемое воздействие), - это взаимодействие растений через выделение биологически активных веществ (фитонцидов, колинов, антибиотиков и друг.) во внешнюю среду. Иногда под аллелопатией подразумевают только вредное влияние одних растений на другие, но в более широком понимании аллелопатия - это и отрицательное, и положительное взаимодействие растений друг с другом путём выделения химических веществ

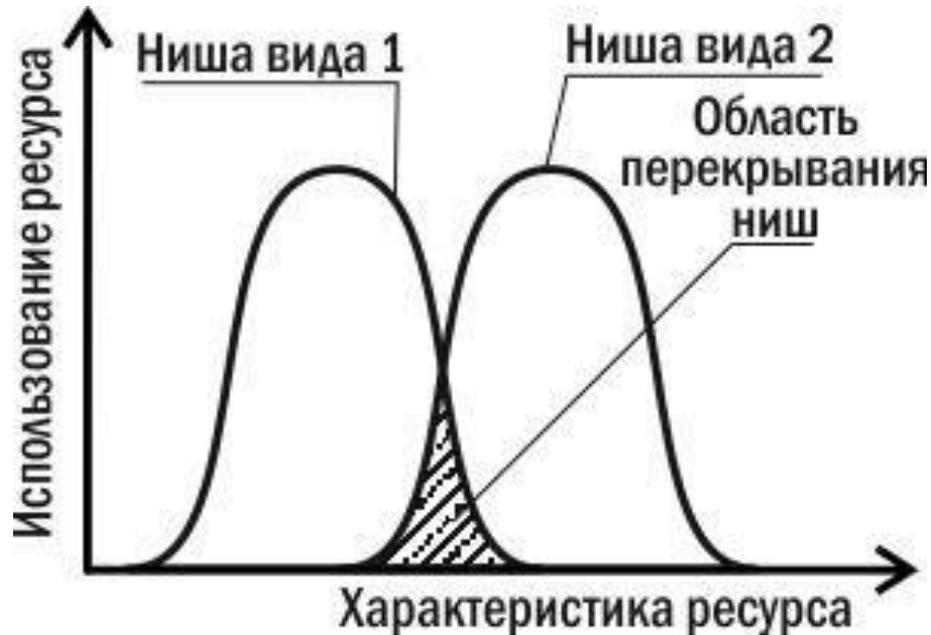
Какие виды сильнее конкурируют друг с другом: подобные или отличающиеся?

- Чем более сходны виды, тем сильнее пересекаются их потребности в ресурсах, тем острее будет конкуренция между ними. Для описания отношения конкуренции очень полезным оказывается понятие **экологической ниши**
- Впервые словосочетание «экологическая ниша» употребил Дж. Гринелл в 1917 году. Он обозначал таким образом **характерное местообитание вида, совокупность условий, в которых какой-то вид встречается в природе**
- Ю. Одум пояснил, что ниша является характеристикой требований вида к окружающей среде и присущего ему образа жизни

Двумерная экологическая ниша сине-зеленого мошколова;
показана частота захвата насекомых разного размера на
разной высоте от земли



Экологическая ниша - это комплексная характеристика образа жизни вида, включающая потребляемые им ресурсы, а также те условия, при которых он может существовать



*Чем более похожи два вида, тем сильнее пересекаются их потребности в ресурсах и тем сильнее конкуренция между ними. **Самая острая конкуренция — внутривидовая.** Но особи одного вида, хотя и конкурируют весьма остро за ресурсы, совместно формируют следующее поколение*

В 1931–1935 годах молодой советский биолог **Георг Францевич Гаузе** пытался экспериментально проверить уравнения конкуренции (В. Вольтерра)

Эксперименты Гаузе, прославившее его имя, выполнены на инфузории туфельке (*Paramecium caudatum*) и ее ближайших родственниках

На основании описанных наблюдений был сформулирован **принцип конкурентного исключения**, или **правило Гаузе**:

Два вида, занимающие одну и ту же экологическую нишу, не могут устойчиво сосуществовать в одном местообитании, сосуществование видов возможно благодаря разделению их ниш

Внутривидовая конкуренция расширяет экологические ниши: всем особям не хватает оптимальных для вида ресурсов, и некоторые вытесняются «на край», использовать хоть как-то подходящие ресурсы.

Межвидовая конкуренция, согласно правилу Гаузе, наоборот, сужает экологические ниши

Наблюдаемая нами в природе ширина ниш является, таким образом, результатом уравнивания двух противоположенных процессов, их расширения из-за внутривидовой конкуренции и сужения вследствие межвидовой

Сообщество можно представить себе как **n-мерное пространство**, занимаемое экологическими нишами разных видов. При диффузной конкуренции каждый вид взаимодействует со множеством других, конкурируя с ними по разным факторам среды. Успех или неудача закрепления вида в сообществе в первую очередь зависит от отношения конкуренции и эксплуатации с другими видами. Представьте себе ящик, заполненный надутыми воздушными шариками: каждый из них давит на все остальные. Если популяция какого-то вида (шарик) «проигрывает», то есть не сможет себя воспроизводить (лопнет), эффект от ее исчезновения приведет к сдвигу равновесия между всеми остальными популяциями (перемещению остальных шариков)

С другой стороны, пары видов, сильно перекрывающиеся по одному из измерений ниши, могут существенно отличаться по другому, ослабляя тем самым конкуренцию.

Можно говорить о дифференциальном перекрывании, при котором диффузно конкурирующие виды делят нишу по разным параметрам.

Например, хищники чаще делят ресурсы по времени суток, так как их добычи тоже могут характеризоваться определенной суточной активностью. Для растительноядных животных распределение по времени суток мало свойственно

Разделение экологических ниш

пространственное размещение (как по "горизонтали", так и по "вертикали") дятлы

пищевой рацион (различные виды или даже близкородственные виды имеют иногда различные пищевые потребности) бакланы

распределение активности по времени (например, различные типы суточной или сезонной активности у разных видов), например, у ласточек и летучих мышей

- https://batrachos.com/Модель_Конкуренция_и_разделение_ниш

Аменсализм и нейтрализм

Аменсализм, или отношение, при котором одна популяция испытывает неблагоприятное воздействие другой, а та никак не зависит от первой, является крайним случаем конкуренции. Такие отношения возникают, когда один из конкурентов оказывается существенно сильнее другого. Крупное дерево затеняет траву у его подножия, почти не испытывая от этой травы неблагоприятных воздействий

Нейтрализм - отношение, при котором популяции не влияют друг на друга. Сказанное означает, что эти две популяции как бы не существуют друг для друга

Нейтрализм — не отсутствие влияния двух популяций друг на друга, а ситуация, когда таким влиянием можно пренебречь

В каком случае взаимодействие двух популяций в составе одной экосистемы будет минимальным?

Когда между популяциями нет прямых связей, когда они принадлежат к разным трофическим цепям, каждая из которых хорошо зарегулирована. Вероятно, многоножка, питающаяся мелкими беспозвоночными детритной пищевой цепи, и соня, питающаяся плодами и насекомыми в кронах деревьев, очень слабо влияют друг на друга

Окружающая среда – это все, что прямо или косвенно влияет на состояние организма и его функционирование (природная и техногенная среда)

выделяют четыре качественно различные среды жизни:

- водную,
- наземно-воздушную,
- почву и
- живой организм

Экологическая ниша – это совокупность всех требований организма к условиям существования, включая занимаемое им пространство, функциональную роль в сообществе и его устойчивость по отношению к факторам среды

Ф.Джонсоном, 1910 г.

принцип Гаузе: два вида со сходными экологическими условиями не могут длительное время занимать одну и ту же экологическую нишу (1934 год)

Разделение экологических ниш :

- **пространственное размещение** (как по "горизонтали", так и по "вертикали") дятлы;
- **пищевой рацион** (различные виды или даже близкородственные виды имеют иногда различные пищевые потребности) бакланы;
- **распределение активности по времени** (например, различные типы суточной или сезонной активности у разных видов), например, у ласточек и летучих мышей

Абиотический компонент

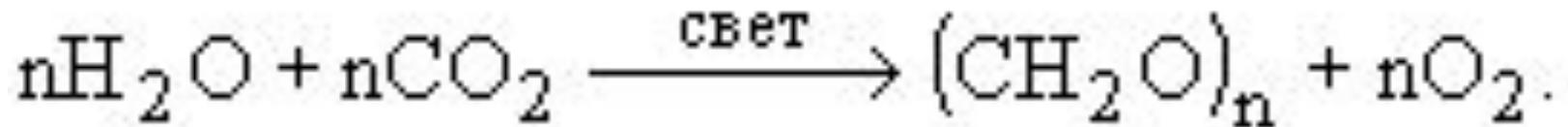
физические, химические и т.п. факторы окружающей среды, влияющие на живые организмы

свет, температура, давление, влажность, кислотность, соленость, радиационный фон, химический состав атмосферы, водной среды, почв, донных отложений, климатические и погодные условия, механические свойства почвы, прозрачность воды, рельеф земной поверхности, уровень солнечной активности, приливно-отливные явления и т.д

Свет

процесс фотосинтеза

В общем виде процесс фотосинтеза может быть выражен уравнением:

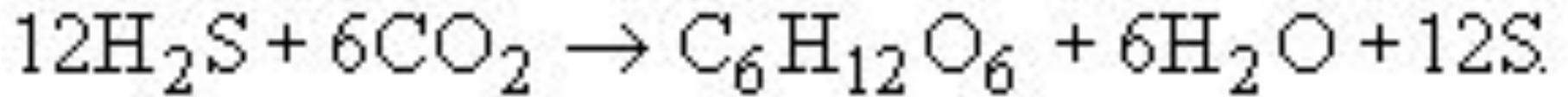


В соответствии с законами химической термодинамики все процессы идут в направлении убывания свободной энергии Гиббса

Растения, использующие процесс фотосинтеза для превращения неорганических веществ в органические, относятся к так называемым **фототрофам**: зеленые растения, сине-зеленые водоросли

Организмы, использующие процесс синтеза органики за счет энергии расщепления неорганических веществ, называются **хемотрофами**, к ним относятся, например, серные бактерии и др

процесс **хемосинтеза**



Температура, атмосферное давление, влажность, атмосферные осадки и климат

- среднее значение
- временное распределение температуры

Самыми жаркими местами на Земле являются Калифорния, Сахара, Аравия, Иран, Средняя Азия (до 57-58 С)

Россия, Якутия (- 72С)

В Санкт-Петербурге среднегодовая температура составляет +4,3 °С, средняя температура января отрицательна, -7,7 °С, средняя температура июля – +17,8 °С.

В зависимости от вида теплообмена различают два экологических типа животных:

пойкилотермные организмы – (холоднокровные): беспозвоночные, рыбы, амфибии, земноводные и др.;

гомойотермные организмы – животные с постоянной температурой тела (теплокровные): птицы и млекопитающие.

гетеротермные организмы - суслики, ежи, летучие мыши, медведи, стрижи, утконосы, ехидны, кенгуру

величина атмосферного давления (760 мм рт.ст., или 1 атм)

влажность (определяется количеством **атмосферных осадков**) Годовая сумма атмосферных осадков меняется от практически 0 до 3000 мм. В Санкт-Петербурге среднегодовое количество осадков составляет 673 мм

выделяют следующие экологические группы растений:

гидатофиты (водоросли, ряска, элодея, кувшинка и др.);

гидрофиты (стрелолист, частуха и др.);

гигрофиты (папоротники, кислица, болотные растения, и др.);

мезофиты (луговые травы, многие лесные травы, лиственные деревья, большинство сельскохозяйственных культур и сорняков);

ксерофиты - суккуленты, способных накапливать в тканях большое количество воды (кактусы, алоэ, агава и др.), и склерофиты, способных эффективно задерживать испарение воды (саксаул, верблюжья колючка, полынь, ковыль и др.).

Среди наземных животных различают следующие группы:

гидрофилы – влаголюбивые животные (мокрицы, ногохвостки, комары, наземные планарии, наземные моллюски и амфибии и др.);

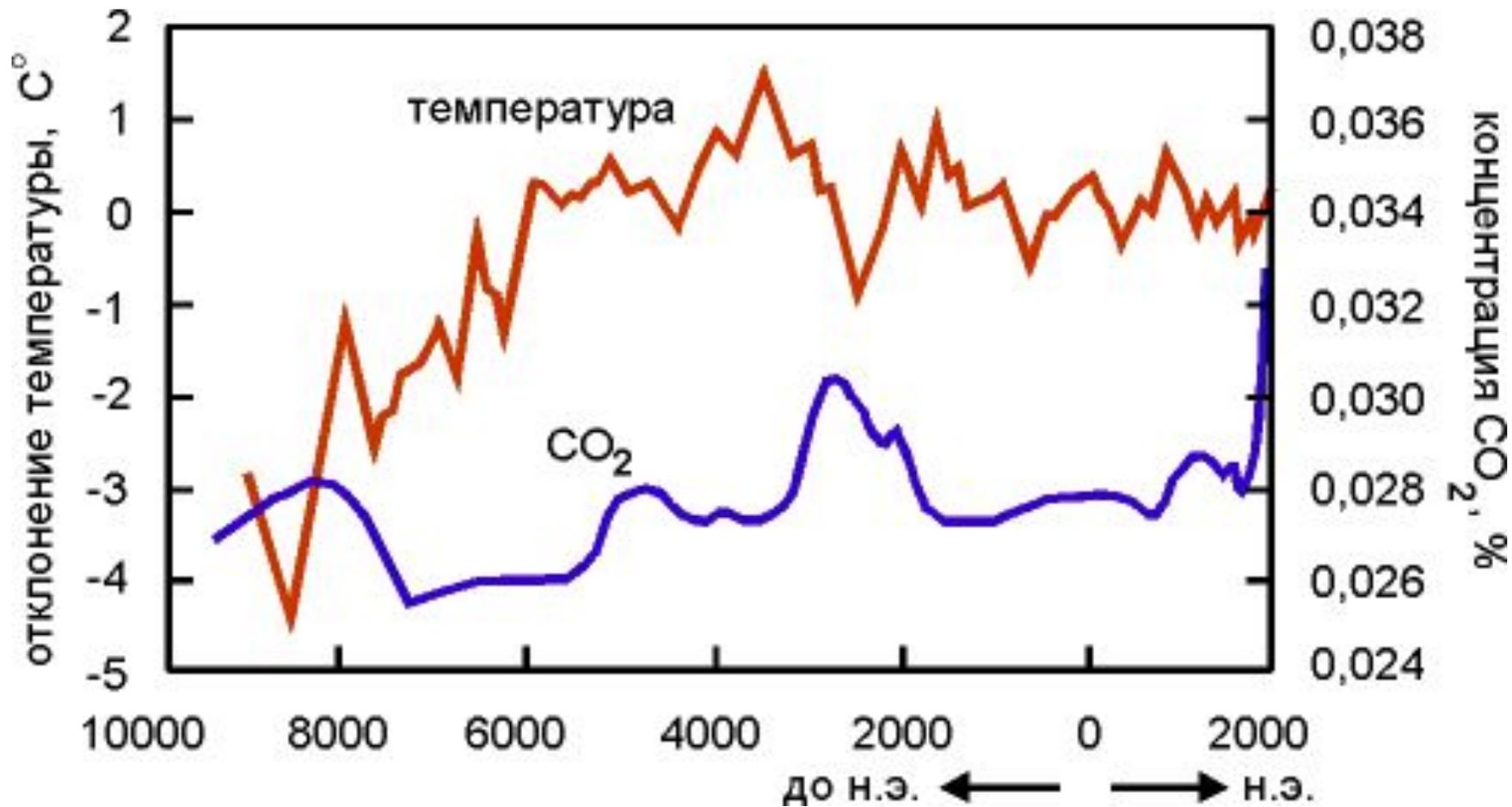
мезофилы – животные, обитающие в районах с умеренной влажностью (многие насекомые, птицы, млекопитающие и др.);

ксерофилы – сухолюбивые животные (верблюды, пустынные грызуны и пресмыкающиеся и др.).

Режим температуры и осадков на некоторой территории в течение достаточно долгого периода времени называется **климатом**

при количестве осадков:

- более 750 мм в год будут развиваться лесные сообщества, (хвойный, листопадный или вечнозеленый).
- от 250 до 750 мм в год развиваются злаковые степи,
- при меньших количествах – пустыни



Отклонения среднегодовой температуры Северного полушария и концентрация CO₂ в атмосфере за последние 11000 лет

Шесть основных факторов, влияющих на климат:

1. концентрации парниковых газов атмосферы;
2. концентрации тропосферных аэрозолей – сернокислотных или сульфатных аэрозолей;
3. солнечная постоянная, т.е. тепловой поток, поступающий от Солнца на внешнюю границу тропосферы;
4. вулканическая активность, определяющая степень насыщения стратосферы аэрозолями серной кислоты;
5. апериодические колебания в системе "атмосфера – океан" (явление Эль-Ниньо) – колебания температуры морской воды в гигантской акватории Тихого океана (0 – 12 ° южной широты, 180 – 80 ° западной долготы);
6. параметры орбиты Земли (эксцентриситет, прецессия, угол наклона оси вращения Земли к плоскости эклиптики).

Соленость и кислотность

водный баланс в клетках регулируется отношением концентраций солей с внешней и внутренней сторон от клеточной мембраны (**явление осмоса**)

Единицей солености является промилле, обозначаемая как "‰" и соответствующая содержанию 1 г минеральных веществ в 1 л воды.

галофиты, галофилы

КИСЛОТНОСТЬ

Кислотность выражается в единицах водородного показателя, или рН, который определяется

$$pH = -\lg C_{H^+}.$$

при 22 °С, выраженной в молях на литр:

Значение рН = 7 соответствует нейтральной среде (чистая вода).

лимон – 2,4;
апельсин – 2,8;
газированная вода – 3,0;
сухое вино – 3,5;
помидор – 4,3;
кофе – 5,0;
чистый дождь – 5,6;
моча – 6,0;
молоко – 6,6;
слюна – 7,3;
кровь человека – 7,4;
мыло – 8,4;
морская вода – 8,8.