

# Лекция № 1

Экология как наука и  
её роль в обществе

# План лекции

- 1. Определение слова «экология». История развития науки.
- 2. Основные разделы экологии.
- 3. Основные законы (законы Коммонера).
- 4. Экологические проблемы и их значение.
- 5. Связь экологии с другими науками.

# 1. Определение слова «экология».

## История развития науки.

- Происхождение: греч. «ойкос»-дом, «логос» – наука.
- Понятие «экология» было впервые предложено в 1866 г. немецким натуралистом Э. Геккелем для характеристики совокупности процессов саморегуляции в сообществах живых организмов при их взаимодействии друг с другом и окружающей абиотической средой.

- Современное определение: Экология – это наука, занимающаяся изучением взаимоотношений организмов, в том числе и человека с окружающей средой, определением, масштабов и допустимых пределов воздействия человеческого общества на окружающую среду, возможности уменьшения или полной нейтрализации этих воздействий.
- В стратегическом плане- это наука о выживании человечества и выходе из глобального экологического кризиса.

# История развития науки

- Общеэкологические подходы можно обнаружить в трудах Аристотеля и его ученика Теофраста (3-4 вв. до н.э.).
- Общеэкологическими принципами и подходами пронизан даосизм (древнекитайское учение).
- Многие ученые внесли вклад в развитие экологии, но особо следует выделить труд Ч. Дарвина «Происхождение видов» (1859), в котором большое внимание уделяется приспособлениям и взаимоотношениям организмов. Отечественные ученые : В.В. Докучаев и акад. В.И. Вернадский.
- **До 60-70гг. 20 века экология не была отдельной наукой, а являлась разделом биологии.**

## 2. Основные разделы экологии

В экологии много разделов, ниже приведены основные:

- 1) Общая экология изучает наиболее общие закономерности взаимоотношений организмов и их сообществ со средой обитания в естественных условиях.
- 2) Социальная экология – взаимоотношения в системе «общество-природа» и специфическую роль человека в системах различного ранга, пути оптимизации взаимоотношений человека со средой.
- 3) Прикладная экология – решает конкретные вопросы природопользования и определения допустимых нагрузок.
- 4) Сельскохозяйственная экология – производство с/х продукции приемлемого качества а также с/х использование загрязненных территорий. Производство экологически чистой продукции – вопрос отдельный и дорогой.
- 5) Промышленная экология – изучает вопросы воздействия промышленных предприятий на окружающую среду и способы минимизации этих воздействий.
- 6) Военная экология – влияние ведения военных действий на окружающую среду и сокращение до минимума негативных последствий. Цель: территория, захваченная у противника, должна быть пригодна для проживания и ведения хозяйственной деятельности, а не быть выжженой пустыней.

### 3. Основные законы экологии

1. Всё связано со всем.
2. Всё должно куда-то деваться.
3. Природа знает лучше.
4. Ничто не дается даром (за всё надо платить).

Некоторые примеры негативного вмешательства человека в природные экосистемы: интродукция камчатского краба в Баренцевом море; завоз кроликов в Австралию; расселение бычка-ротана в московских и подмосковных водоемах.



Бушуев Н.Н.

## 4. Экологические проблемы и их значение

Экологические проблемы в настоящее время приобрели глобальный характер и угрожают существованию человечества.

Экологические проблемы часто используются в политических целях. Например, в ФРГ партия «зеленых» собирает на выборах до 15% голосов и часто входит в правящую коалицию.



Бушуев Н.Н.

Спасибо за  
внимание

# Исторический аспект взаимоотношений человека и природы

# План лекции

1. Основные исторические этапы
2. Воздействие охотниче-собирательской культуры на природу
3. Воздействие аграрной культуры на природу
4. Воздействие промышленного общества на биосферу
5. Взаимодействие человека и природы на современном этапе

Для лучшего понимания современных проблем взаимоотношений человека и окружающей среды необходимо проследить как они складывались на разных этапах развития человеческого общества.

## **Основные исторические этапы**

1. Охотниче-собирательская культура
2. Аграрная культура
3. Промышленное общество
4. Информационное (постиндустриальное) общество

Исторические этапы взаимодействия человека и природы не всегда совпадают с общественно-историческими формациями в человеческом обществе

# Охотничье-собирательская культура

Основу жизни человеческого общества в тот период составляло собирательство готовых продуктов: кореньев, плодов, ягод, орехов, грибов, морепродуктов и т.д.; а также рыболовство и охота на крупных животных.

Вид *Homo sapiens* сформировался примерно 200 тыс. лет назад (но некоторые ученые утверждают до 1 млн. лет), но лишь 10-15 тыс. лет назад человечество расселилось по современному ареалу обитания. Общая численность населения Земли 10 тыс. лет назад составляла 3-5 млн. чел., средняя плотность 1 чел на 20 км<sup>2</sup>.

Считалось, что воздействие человеческого общества на природу тогда было несущественным, но это не совсем так. Численность людей была невелика и их потребности ограничены, но равновесие в природе можно сместить и при помощи каменного топора.

Человек в процессе охоты полностью истребил мамонтов и ряд видов крупных копытных животных. Также истреблению подвергались крупные хищники, жившие в пещерах и представлявшие опасность для человека: пещерный медведь, пещерный лев, саблезубый тигр и т.д. Пещеры являлись основным местообитанием человеческих сообществ – шла борьба за жизненное пространство.

Ожесточенная борьба шла и внутри человеческого общества. 30-40 тыс. лет назад кроманьонцы вытеснили и истребили неандертальцев. Снежный человек, сасквач, леший – последние неандертальцы. Современное человечество – это потомки кроманьонцев.

Использование людьми огня приводило к опустошительным пожарам и смене растительности на обширных пространствах, но на биосферу в целом особого влияния не было.

Экологический императив в диких племенах – не убивать животных больше, чем нужно для выживания племени.

Однако охотниче-собирательское хозяйство нестабильно и неспособно прокормить большое количество людей.

# Аграрная культура

Эпоха начинается с появлением сельского хозяйства (~8 тыс. лет назад) и продолжалась до середины 18 века. Основа материального производства – земледелие и скотоводство.

Земледелие возникло ~10 тыс. лет назад на базе собирательства диких злаков, плодов и т.д. Примерно в то же время началось приручение животных для получения молока, мяса, шерсти. Одомашниванию подвергались виды, ведущие общественный образ жизни.

Очаги земледельческих цивилизаций: Междуречье (Ирак), Египет, Ближний Восток, Китай, Индия, Юго-Восточная Азия, Центральная и Южная Америка; несколько позже – Европа.

# **Неолитическая революция**

Переход к аграрной культуре называют **неолитической революцией**, т.к. человек перешел от присваивающей экономике к производящей. С экологической точки зрения присваивающее хозяйство – адаптация человеческого общества к природным экосистемам, а производящее хозяйство – адаптация природных экосистем к системам хозяйства.

# Последствия неолитической революции

1. Увеличение численности и плотности населения.
2. Переход от кочевого к оседлому образу жизни.
3. Появление деревень и городов.
4. Разделение труда и появление сословий: земледельческое, ремесленное, военное, религиозное, торговое.
5. Резкое ускорение научно-технического прогресса.
6. Изменение природных ландшафтов. Леса вырубались и сменялись пастбищами и полями. Подсечно-огневая система земледелия приводила к замене экосистем. Домашние животные конкурировали с дикими за пастбища. Перевыпас скота уничтожал растительность степей и саванн и способствовал процессам опустынивания.

# Экологические кризисы

В аграрную эпоху начались первые экологические кризисы, но они носили локальный характер. Экологический кризис – это необратимые изменения биосфера или её частей на значительном пространстве, сопровождающиеся изменением среды обитания.

1. Уйгурья (современный Синьцзян-Уйгурский автономный район КНР).
2. Пустыня Сахара.
3. Вавилонское царство (7 в. до н.э.). Повторение истории в 9 в. н.э. – Арабский халифат.

В первых двух примерах причиной экологического кризиса стал перевыпас скота, в третьем – чрезмерный отбор воды на орошение и засоление почв.

# Промышленное общество

Промышленное общество возникло в середине 18 века в Англии и Нидерландах и к середине 20 века охватило большую часть земного шара.

Основа материального производства – промышленность, сельское хозяйство играет вспомогательную роль. Применение машин и механизмов в сельском хозяйстве резко повысило производительность труда. Пример: 2,5 млн фермеров США не только кормят население страны (326 млн), но также отправляют значительную часть продукции на экспорт.

# **Промышленное общество**

В промышленную эпоху начался процесс урбанизации – переселения людей в города, сосредоточения населения и экономической жизни в крупных городах. Основная часть населения занята в промышленности.

Техносфера – часть географической оболочки Земли, охваченная влиянием технических устройств и средств, созданных современной цивилизацией.

В индустриальную эпоху загрязнение окружающей среды стало повсеместным и приобрело глобальный характер. В результате промышленной деятельности человека в окружающую среду попадают химические соединения и даже химические элементы (например, плутоний), которых ранее никогда не было в природе.

**Человечество поставило под угрозу свое дальнейшее существование.**

# **Информационное (постиндустриальное) общество**

В настоящее время осуществляется переход к постиндустриальному обществу. Это общество будущего, но его ростки заметны уже сейчас. Основа производства – производство знаний, в том числе научные исследования, разработка программных продуктов и т.д. Промышленность и сельское хозяйство будут играть вспомогательную роль.

Произойдет частичная деурбанизация.

Экологические проблемы будут решены на основе гармонии человека и природы.

Спасибо  
за  
внимание

# Лекция № 3. Биосфера и её структура

# План лекции

1. Понятие биосфера
2. Состав и границы биосферы
3. Свойства живого вещества
4. Средообразующие функции живого вещества в биосфере
5. Основные свойства биосферы

# 1. Понятие биосфера

Биосфера (область жизни) – пространство на поверхности земного шара, в котором распространены живые существа.

Термин был впервые предложен в 1875 г. австрийским ученым-геологом Э.Зюссом, но не имел четкого определения.

Ж.Б. Ламарк и В.В. Докучаев рассматривали вопросы влияния жизни на формирование земной коры и на природные явления. Внесли важный вклад в учение о биосфере, но сам термин не употребляли.

Акад. Вернадский В.И. в 1926 г. опубликовал свой труд «Биосфера» - создано и разработано учение о биосфере.

Биосфера – это земная оболочка, где существует или когда-либо существовала жизнь, и обладающая в связи с этим своеобразной геологической и физико-химической организованностью.

В биосфере геохимические и энергетические превращения определяются суммарной активностью всех живых организмов – живого вещества. Человечество входит в эту систему как составная часть.

В.И. Вернадский, 1944

«Человечество как живое вещество непрерывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли – с её биосферой. Оно не может быть физически от неё независимым ни на одну минуту.»

Бушуев Н.Н.

## 2. Состав и границы биосферы

Состав биосфера определяется  
деятельностью живых организмов,  
представляет собой результат их  
совокупной химической активности в  
настоящем и в прошлом.

Различают современную биосферу и палеобиосферы  
Необиосфера – живые организмы встречаются в  
настоящее время.

Палеобиосфера – жизнь была в прошлом (залежи  
каменного и бурого углей, нефти, горючих сланцев, а  
также запасы других минералов и горных пород  
биогенного происхождения).

Бушуев Н.Н.

## Границы необиосферы:

В атмосфере вверх до озонового слоя: у полюсов 8 км, у экватора 18 км, есть сведения, что живые организмы проникают до 20-25 км.

Гидросфера вся занята жизнью + донные отложения.

В литосферу жизнь проникает вглубь на несколько метров, но по трещинам и пещерам – на сотни метров и километры.

# Состав биосферы

По Вернадскому В.И. различают:

1. Живое вещество – вся совокупность живых организмов
2. Косное вещество – все геологические образования, не входящие в состав живых организмов и не созданные ими.
3. Биокосное вещество – комплекс взаимодействующих живого и косного веществ (почва, океанические воды, нефть и т.д.)
4. Биогенное вещество – геологические породы, созданные деятельностью живого вещества (известняки, каменный уголь и т.д.)
5. Радиоактивное вещество
6. Космическое вещество
7. Редкоземельное вещество

Бушуев Н.Н.

### 3. Свойства живого вещества

1. Способность быстро занимать (осваивать) всё свободное пространство.
2. Движение не только пассивное, но и активное.
3. Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти.
4. Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным условиям.
5. Феноменально высокая скорость протекания реакций.
6. Высокая скорость обновления живого вещества: в среднем для биосфера 8 лет, для суши 14 лет, для океана 33 дня.

Бушуев Н.Н.

## 4. Средообразующие функции живого вещества (по Вернадскому и Лапо)

1. Энергетическая. Связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей её по цепям питания и рассеиванием.

### **Биогеохимические принципы Вернадского:**

- 1) Геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению.
- 2) В процессе эволюции выживают те организмы, которые своей энергией увеличивают геохимическую энергию.

2. Газовая – способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и биосфера в целом.
3. Окислительно-восстановительная. Связана с интенсификацией под воздействием живого вещества процессов окисления и восстановления.
4. Концентрационная – способность организмов концентрировать в своем теле рассеянные химические элементы. Примеры: залежи каменного угля, известняков, железомарганцевые конкреции и т.д.
5. Деструктивная – разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности как самих остатков органического вещества, так и косных веществ. Тесно связана с круговоротом веществ. Наиболее важны грибы и бактерии.

6. Транспортная – перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов.
7. Средообразующая – в значительной мере интегративная функция. В широком смысле – вся природная среда. В узком смысле – почвы, сообщества живых организмов, биоценозы.
8. Рассеивающая – проявляется через трофическую и транспортную деятельность живых организмов.
9. Информационная – живые организмы и их сообщества накапливают определенную информацию, накапливают её в наследственных структурах, а затем передают последующим поколениям.

# Роль живого вещества

Закон биогенной миграции атомов

Вернадского В.И., но сформулирован  
Перельманом А.И.

«Миграция химических элементов на земной поверхности в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества или же она протекает в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом»

# 5. Основные свойства биосферы

1. Биосфера – централизованная система. В центре – живое вещество, а не человек.
2. Биосфера – открытая система. Её существование невозможно без поступления энергии извне. Пример: циклы солнечной активности их связь с природными процессами
3. Биосфера – саморегулирующаяся система. Принцип Ле Шателье-Брауна: При действии на систему сил, выводящих её из состояния устойчивого равновесия, последнее смещается в том направлении, при котором эффект этого воздействия ослабляется.
4. Биосфера – система с большим разнообразием. Закон Эшби: Чем больше разнообразие, тем система устойчивее.

Важное свойство биосферы – наличие в ней механизмов, обеспечивающих круговорот веществ и связанную с ним неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.

# Спасибо за внимание

Бушуев Н.Н.

# Экологические факторы среды

План лекции:

1. Определение экологического фактора.
2. Классификация экологических факторов.
3. Общие закономерности действия факторов среды.
4. Лимитирующие факторы среды.
5. Экологическая ниша. Закон Гаузе.

# Экологический фактор

Под экологическим фактором понимают любой элемент или свойство среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Для разных видов растений и животных условия, в которых они могут существовать, неодинаковы. Приспособление организмов к среде называется адаптацией. Способность к адаптации – одно из основных свойств живых организмов, обеспечивает саму возможность их существования, выживания и размножения. Она проявляется на разных уровнях организации живой материи.

# Классификация экологических факторов

Выделяют три основных группы факторов:

1. Абиотические (факторы неживой природы) – комплекс условий неорганической среды, влияющих на живой организм. Химические, физические, климатические и др. параметры.
2. Биотические (факторы живой природы) – влияние одних организмов и их сообществ на другие.
3. Антропогенные – факторы, обусловленные человеческой деятельностью.

# Классификация экологических факторов

**По периодичности различают:**

1. Строго периодические факторы – смена времени суток, сезонов года, приливы и отливы.
2. Факторы без строгой периодичности – погодные явления, стихийные бедствия, техногенные аварии и катастрофы.

**По направленности действия:**

1. Факторы направленного действия – изменения идут в одном направлении (зарастание водоемов, заболачивание территории).
2. Факторы колебательного действия – изменения идут попеременно в двух направлениях (смена сезонов года).
3. Факторы циклического действия (циклы солнечной активности).
4. Факторы неопределенного действия (обычно антропогенные факторы), действие которых изменяется в зависимости от их концентрации или интенсивности.

# Общие закономерности действия факторов среды

В природе каждый экологический фактор имеет количественное значение. Наиболее благоприятный диапазон значений для конкретного живого организма называется зоной оптимума. Чем больше значения экологического фактора отличаются от оптимальных, тем сильнее угнетается жизнедеятельность организма. Диапазон значений, за границами которого нормальная жизнедеятельность становится невозможной, называется пределами выносливости.

# Воздействие экологического фактора на организмы

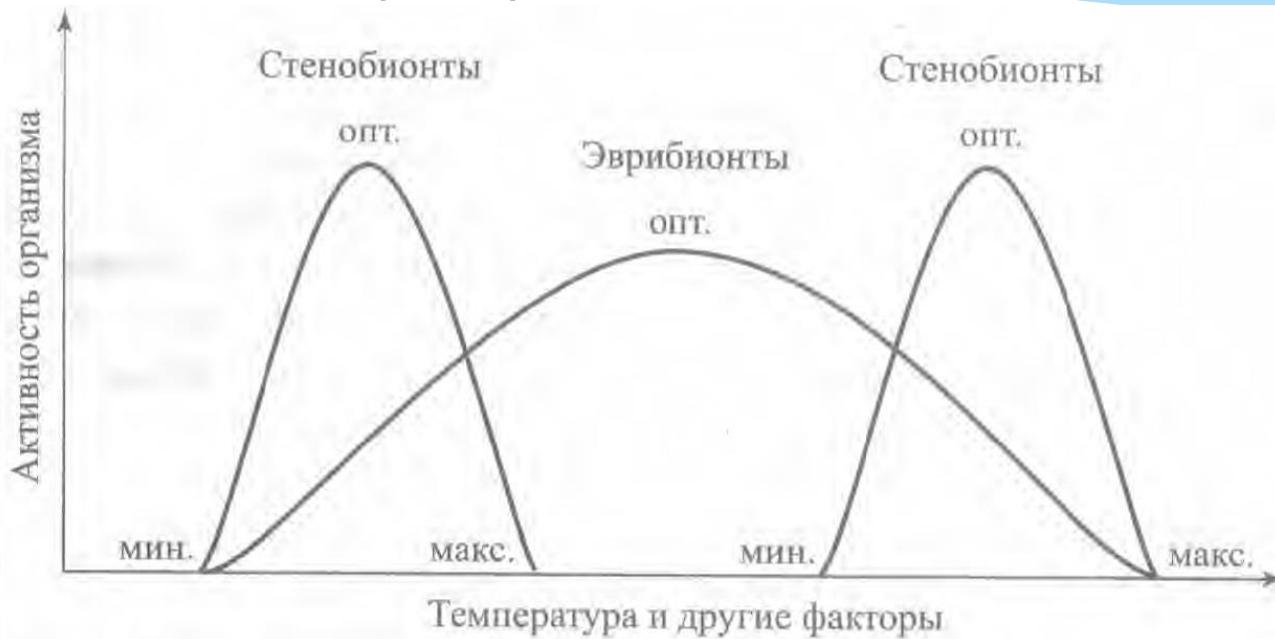


Общий характер зависимости воздействия экологических факторов на организмы

Между зоной оптимума и пределами выносливости находятся зоны угнетения (стрессовые зоны). За пределами зон угнетения находятся летальные зоны, в которых существование организма невозможно. При значении фактора, близком к пределам выносливости, организм может жить лишь непродолжительное время. Таким образом, для каждого вида растений и животных по всем экологическим факторам существует зона оптимума, стрессовые зоны, пределы устойчивости (выносливости) и летальные зоны.

# Эврибионты и стенобионты

Зоны оптимума для различных видов неодинаковы. Организмы, выдерживающие большие вариации значений фактора без значительных изменений процессов жизнедеятельности, называются эврибионтами, а организмы с узким пределом выносливости по отношению к тому же фактору называются стенобионтами.



Экологическая пластиность видов:

опт. — оптимальные значения фактора; мин. — минимальные значения фактора; макс. — максимальные значения фактора

# Эврибионты и стенобионты

Свойство организмов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов называется экологической пластичностью.

Эврибионтность и стенобионтность характеризуют различные типы приспособления организмов к среде обитания. Виды, живущие в относительно стабильных условиях (в водной среде) как правило стенобионты. Виды, живущие в изменчивой среде обитания становятся эврибионтами.

По отношению к различным факторам среды различают:

- \* Стенотермный – эвритермный (в отношении температуры);
- \* Стеногалинныи – эвригалинныи (в отношении солености);
- \* Стенофагный – эврифагный (разнообразие пищевых ресурсов).

Эврибионтность по отношению ко всем экологическим факторам среды встречается редко.

# Лимитирующие факторы среды

Любой фактор среды, приближающийся к пределу устойчивости (толерантности) или превышающий его, называется ограничивающим (лимитирующим) фактором.

**Закон Либиха** (закон минимума): При стабильном состоянии экологических факторов лимитирующим будет тот из них, значение которого близко к необходимому минимуму. Иллюстрация – «бочка Либиха».

Лимитирующим может быть не только недостаток, но и избыток фактора.

**Закон Шелфорда** (закон толерантности). Любой живой организм имеет генетически определенные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору.

# Взаимодействие факторов среды

Экологические факторы обычно действуют совместно.  
Существуют 3 типа взаимодействия факторов:

1. Аддитивность – суммирование эффектов влияния.
2. Синергизм – взаимное усиление влияния факторов.
3. Антагонизм – взаимное ослабление влияния факторов (цинк и кадмий в почве взаимно нейтрализуют негативное влияние друг друга).

# Экологическая ниша

Экологическая ниша – совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе. В упрощенном понимании – территориальные и пищевые ресурсы, необходимые для выживания вида.

Экологические ниши могут быть пространственными, трофическими и многомерными. Многомерная ниша – это диапазон всех условий, в которых живет и воспроизводит себя особь или популяция.

# Закон Гаузе

Закон Гаузе (правило конкурентного исключения): Два биологических вида не могут существовать в одной экологической нише, выживает тот из них, который имеет какое-либо преимущество.



# **СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

# Абиотические факторы среды

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Основные экологические факторы
2. Солнечная радиация как фактор
3. Температура как абиотический фактор
4. Прочие абиотические факторы

# Основные абиотические факторы

Основными абиотическими факторами среды являются свет, температура, влажность, давление, гравитационное и магнитное поля, состав, физико-химические свойства и подвижность самой среды. Они могут быть как лимитирующими, так и регулирующими факторами.

Основными факторами среды для наземных экосистем являются свет, температура и количество осадков. В водной среде основные факторы – свет, температура, давление, содержание кислорода, соленость.

Живые организмы не только приспосабливаются к физическим факторам среды обитания, но и используют естественную периодичность изменений этих факторов для распределения своих функций во времени.

# Солнечная радиация

Свет – один из важнейших абиотических факторов, является первоисточником энергии в биосфере. Почти вся энергия, получаемая поверхностью Земли, исходит от Солнца.

Распределение солнечной энергии по длинам волн (верхняя граница атмосферы)

УФ-излучение (100-390 нм) – 1% энергии;

Видимое излучение (390-700 нм) – 50% энергии;

Тепловое или ИК-излучение (700-4000 нм) – 49%.

# Судьба солнечного излучения

Жесткое УФ-излучение (<300 нм) задерживается озоном и окислами азота и до поверхности Земли не доходит. Вредоносно для всего живого. Мягкое УФ-излучение (>300 нм) доходит до поверхности Земли, играет важную роль в процессах фотосинтеза, жизненно необходимо человеку, т.к. при его участии под кожей идет синтез витамина D и некоторых гормонов.

Видимый свет ослабляется в атмосфере равномерно, а ИК-излучение поглощается неодинаково в зависимости от длины волны.

Итого:

42% - отражается атмосферой обратно в космос;

15% - поглощается атмосферой и идет на её нагрев;

43% - достигает поверхности Земли, из них 27% - прямая солнечная радиация и 16% - рассеянная (диффузная).

# Судьба солнечного излучения в биосфере

Часть потока солнечной энергии в видимой части спектра трансформируется в ходе фотосинтеза в энергию химических связей органического вещества и приводит в действие все биологические системы биосферы.

1% энергии – расходуется на фотосинтез;

76% - преобразуется в тепло;

23% - расходуется на испарение, осадки, ветер, волны.

Эта энергия не теряется для биосферы зря, т.к. она поддерживает оптимальную температуру, приводит в действие системы погоды и круговорот воды.

# **Влияние света на живые организмы**

С участием света у растений и животных протекают следующие процессы:

1. Фотосинтез – образование органического вещества за счет энергии света.
2. Транспирация – испарение воды листьями растений.
3. Фотопериодизм.
4. Зрение у человека и животных
5. Синтез пигментов и витаминов.

# Фотосинтез

При фотосинтезе из неорганических веществ образуются глюкоза и кислород. Фотосинтез идет в 2 стадии:

- 1) Световая (фотолиз воды и синтез АТФ).
- 2) Темновая (синтез органического вещества с участием  $\text{CO}_2$  по циклу Кальвина).

Фотосинтетически активная радиация (ФАР):

- 400-500 нм – каротиноиды  
610-690 нм – хлорофилл.

В океане с увеличением глубины количество света и фотосинтезирующих организмов снижается. С увеличением интенсивности излучения скорость фотосинтеза возрастает, но до определенного предела.

По отношению к свету растения бывают светолюбивые, тенелюбивые и теневыносливые.

# Эффективность фотосинтеза

В биосфере в целом – 1%.

В наземных экосистемах – 1%.

В водной среде (океане) – 0,04%.

В агроэкосистемах (поля, сады, виноградники и т.д.) – 1-3%.

Защищенный грунт (парники, теплицы) – до 5%.

Чемпион по эффективности – хлорелла (36%).

# **Другие реакции с участием света**

**Транспирация** обеспечивает восходящий поток от корней к листьям. На транспирацию расходуется до 75% поступившей на растение энергии.

**Фотопериодизм** – реакция живых организмов на изменение длины светового дня. Влияет на рост, цветение, листопад у растений; на линьку, накопление жира, процессы миграции и размножения у птиц и животных. Однако фотопериодические реакции контролируются температурой и другими факторами.

**Зрение** у человека и животных. Человек до 70% информации получает через глаза.

**Синтез пигментов и витаминов.** Синтез витамина Д у человека.

# Температура

Температура – один из важнейших абиотических факторов, влияет на скорость многих физических и физико-химических реакций.

Температура окружающей среды во многом определяет зональность (географическое распространение организмов) и стратификацию (вертикальное распределение) в водных и наземных экосистемах.

Живые организмы бывают теплокровные и холоднокровные.

Распределение тепла на планете неравномерно – природно-климатические зоны.

# **Другие абиотические факторы**

**Вода.** Обязательный спутник жизни, участвует во многих биологических процессах. Осадки и влажность воздуха – важные показатели климата.

**Атмосферные газы.** В основном играет роль содержание кислорода и углекислого газа.

**Атмосферное давление.** С увеличением высоты атмосферное давление падает, люди и животные не могут дышать.

**Гравитационное поле.** Играет роль лимитирующего фактора для растений и животных.

**Подвижность среды.** Перемещение водных и воздушных масс влияет на климат на планете.

**Биогенные элементы.** Это химические элементы, входящие в состав организмов и необходимые для их жизнедеятельности. Различают макроэлементы и микроэлементы.

# **Спасибо за внимание**

Бушуев Н.Н.

# **Биотические факторы среды**

# План лекции

1. Определение и классификация биотических факторов.
2. Гомотипические реакции.
3. Гетеротипические реакции.
4. Взаимодействия между растениями

# Классификация биотических факторов

Биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие.

Выделяют 3 группы биотических факторов:

1. Зоогенные факторы – обусловлены влиянием животных.
2. Фитогенные факторы – обусловлены влиянием растений.
3. Антропогенные – влияние человека.

При взаимодействии между организмами выделяют 2 типа реакций: гомотипические и гетеротипические.

# **Гомотипические реакции**

Гомотипические реакции – взаимодействия между особями одного вида.

## **Виды гомотипических реакций.**

1) **Групповой эффект.** Выражается в повышении жизнеспособности организмов при их объединении в группы. При совместном обитании особей облегчаются поиски пищи, борьба с врагами, уменьшается энергетический обмен, повышается плодовитость и скорость развития. Могут меняться формы поведения и даже внешний вид.

**2) Массовый эффект.** Вызывается негативными изменениями в среде обитания, происходящими при увеличении численности и плотности популяции особей выше критического уровня. Выражается в снижении плодовитости, скорости роста и продолжительности жизни. При этом пищевых ресурсов обычно в избытке. Пример: мучные черви и др. амбарные вредители.

Принцип Олли: для каждого вида существует оптимальный размер группы и оптимальная плотность популяции; как перенаселенность, таки недонаселенность оказывают негативное влияние.

**3) Внутривидовая конкуренция.** Выражается в защите охотничьей территории, места гнездовья, борьбе за пищу, наличии социальной иерархии у животных, борьбе за свет у растений.

# Гетеротипические реакции

Гетеротипические реакции – это взаимоотношения между особями разных видов, обитающих в одном биоценозе.

## Виды гетеротипических реакций

- 1) **Нейтрализм.** Взаимоотношения между видами, занимающими одну территорию, но почти не оказывающими влияние друг на друга.
- 2) **Хищничество.**
- 3) **Паразитизм.** Существование за счет органического вещества, получаемого от других организмов. Различают эндопаразитов (обитают на внутренних органах или внутри организма) и экзопаразитов (обитают на поверхности тела хозяина). Многие экзопаразиты являются переносчиками опасных для человека инфекционных заболеваний.

- 4) **Межвидовая конкуренция.** Взаимодействие двух или более видов организмов, стремящихся получить один и тот же ресурс. Эта конкуренция бывает прямая и косвенная.
- 5) **Симбиоз.** Межвидовые взаимоотношения, благоприятные для их роста и выживания, причем в естественных условиях часто раздельное существование невозможно. Мицеллий грибов и корни растений.
- 6) **Мутуализм (очень тесный симбиоз).** Организмы очень трудно или невозможно физически отделить друг от друга. Лишайник – водоросль + гриб в одном слоевище.

- 7) **Протокооперация.** Совместное существование, являющееся полезным, но не обязательным условием для выживания видов.
- 8) **Сотрудничество.** Взаимоотношение видов, которое не является необходимым для выживания видов. Обычно осуществляется на нерегулярной основе.
- 9) **Комменсализм (нахлебничество).** Взаимоотношения, при которых только один из партнеров получает выгоду, не нанося ущерба другому. Пример: львы и гиены в африканской саванне.
- 10) **Аменсализм.** Межвидовые отношения, при который один вид угнетается в росте и развитии, а второй никаких изменений не испытывает.

Таким образом, биологические взаимодействия могут быть нейтральными, полезно-нейтральными, нейтрально-вредными, полезно-вредными, взаимно-вредными.

# **Взаимодействия между растениями**

- 1) Механические – взаимное давление, сцепление стволов, сдавливающее действие лиан.
- 2) Физиологические (паразитизм, сапрофитизм, срастание корней).
- 3) Косвенные (взаимодействие идет через другие организмы – животные и бактерии и через среду обитания).
- 4) Химические (выделение в почву, воздух и воду различных химических веществ – фитогормонов и ингибиторов). Они оказывают стимулирующее и токсическое действие.

**Аллелопатия (самоотравление).** Отмечается у георгин и баобаба.

**Спасибо за  
внимание**

# Антропогенные факторы

Бушуев Н.Н.

# План лекции

- 1) Определение и классификация антропогенных факторов.
- 2) Физические факторы.
- 3) Химические факторы.
- 4) Биологические факторы.

# **Определение и классификация**

Антропогенные факторы – это прямые или косвенные воздействия человеческой деятельности на природную среду, вызывающие изменения природных экосистем и здоровья населения.

Выделяют:

- 1) Антропогенные факторы прямого действия** – непосредственное воздействие человека на окружающую среду: охота, рыболовство, вырубка лесов и т.д.
- 2) Антропотехногенные (факторы косвенного действия)** – урбанизация территорий, деятельность промышленности, сельского хозяйства и транспорта, загрязнение окружающей среды.

## **Негативное воздействие человека на природные экосистемы**

- 1) Хищническое уничтожение ряда видов животных и растений.
- 2) Загрязнение промышленными отходами и токсикантами окружающей среды.
- 3) Нарушение круговоротов веществ в биосфере.
- 4) Нарушение функционирования многих природных биоценозов, а ряде случаев их исчезновение.
- 5) Создание новых видов организмов (вирусов, бактерий, генетически модифицированных видов (ГМО) растений и животных.

При загрязнении окружающей среды важным обстоятельством является эффект биоаккумуляции – увеличение концентрации загрязнителей в живых организмах на каждом следующем уровне трофической цепи. Коэффициент накопления может достигать 100000 раз.

## **Негативные проявления антропогенных факторов на разных уровнях структурной организации:**

- 1) На молекулярном уровне – хромосомные и генные мутации;
- 2) На клеточном уровне – снижение иммунитета, возникновение канцерогенеза;
- 3) На организменном уровне – болезни и тератогенные эффекты (уродства);
- 4) На популяционном уровне – увеличение заболеваемости организмов;
- 5) На экосистемном уровне – снижение видового разнообразия, разбалансировка биогеохимических циклов, деградация экосистем.

# Классификация

Все экологические опасные факторы можно разделить:

- 1) Физические: шум, вибрация, тепловое загрязнение, электромагнитные поля и излучения, свет, радиоактивное излучение и загрязнение.
- 2) Химические: тяжелые металлы, диоксины, пестициды, ПАУ (полициклические ароматические углеводороды), нитраты и т.д.
- 3) Биологические: вирусы, бактерии, паразитические грибы, гельминты, ГМО, прионы (инфекционные белки).

# **Физические факторы**

**Шум** – комплекс звуков, вызывающих неприятные ощущения. Измеряется в дБ. Делится на 3 диапазона: инфразвук 1-16 Гц, среднечастотный 16 – 20000 Гц, высокочастотный (ультразвук) > 20 кГц. Человек не слышит инфразвук и ультразвук.

**Инфразвук** отмечается при извержениях вулканов, при землетрясениях, сильных штормах, воздействии ветра на конструкции строящихся высотных зданий, при работе ж/д механизмов, копров на шахтах, турбин, двигателей. Распространяется на большие расстояния.

Частота инфразвука совпадает с частотой колебаний внутренних органов человека (печень, почки, сердце и головной мозг), что обеспечивает вредоносность воздействия. Инфразвук может быть смертелен.

**Слышимый человеком шум** разделяют на 3 диапазона: низкочастотный (< 350 Гц), среднечастотный (350-800 Гц) и высокочастотный (> 800 Гц). Шум всегда существует в природе, полное его отсутствие вызывает гнетущее ощущение у человека. Реакция на шум начинается с 40 дБ, при 70 дБ отмечаются серьезные нарушения здоровья. Шум более 120 дБ – повреждение органов слуха, а более 150 дБ может быть смертелен. Шум приводит к сокращению продолжительности жизни на 8-12 лет.

**Ультразвук.** Человек не слышит, но его слышат животные. Ультразвук используется в измерительных приборах, промышленных установках, при медицинской диагностике и терапии.

Ультразвук нарушает процессы синтеза белка и нуклеиновых кислот, убивает бактерии, вирусы, фаги. Влияет на репродуктивную функцию, вызывает аномалии развития плода.

**Вибрация.** Измеряется в дБ. Источники – промышленное оборудование, транспорт. Влияет на иммунную, сердечно-сосудистую, репродуктивную системы и состав крови человека. Вызывает вибрационную болезнь

# Электромагнитные поля и излучения

Электромагнитные поля (ЭМП) делятся на несколько диапазонов. На вредоносность ЭМП влияют: интенсивность и частота излучения, продолжительность облучения, модуляция сигнала, сочетание частот ЭМП, периодичность действия.

Наиболее опасны высокочастотные излучения сантиметрового диапазона (мобильные телефоны и СВЧ-печи).

ЭМП влияют на нервную, иммунную, эндокринную и половую системы человека. В условиях длительного многолетнего воздействия на человека эффект ЭМП накапливается. Могут вызывать раковые заболевания, уродства, особенно опасны для детей, беременных, больных и людей с ослабленным иммунитетом.

Наиболее велико ЭМП в метро, электричке, трамвае, вблизи ЛЭП, радио- и телецентров, радиолокационных установок.

# Радиоактивное излучение

Радиация всегда была одним из природных факторов, но уровни радиационного фона на планете в большинстве случаев невелики. Радионуклиды попадают в окружающую среду в результате испытаний ядерного оружия, аварий на АЭС, сжигания минерального топлива. Различают следующие виды излучения:

$\alpha$  – излучение;

$\beta$  – излучение;

$\gamma$  – излучение.

При воздействии радиоактивного излучения на живые организмы возникают мутации, онкологические заболевания, эмбриотоксические и тератогенные эффекты (уродства). При больших дозах – лучевая болезнь. При наружном облучении наиболее опасно  $\gamma$  – излучение, а при внутреннем облучении -  $\alpha$  – излучение. Газ радон выделяется из земли и он радиоактивен.

# **Свет и температура**

**Световые факторы** – неионизирующее ЭМ-излучение. В основном опасность для живых организмов и человека представляет ультрафиолетовое излучение. Оно может вызывать ожоги, угнетение иммунитета, развитие раковых заболеваний. Уменьшение озонового слоя несет опасность для всего живого.

**Тепловое загрязнение** – остаток тепла от сжигания топлива, не использующийся по прямому назначению и попадающий в окружающую среду. Обычно отмечается вблизи мегаполисов и крупных энергетических объектов.

Тепловое загрязнение негативно сказывается на здоровье человека и природных экосистемах (упрощение экосистем, снижение биоразнообразия).

# **Химические опасные факторы**

К наиболее опасным химическим загрязнителям относятся:

- 1) Тяжелые металлы – свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, никель и т.д. (около 40 элементов), а также их органические соединения;
- 2) Пестициды – химические соединения, используемые в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями с/х культур.
- 3) Промышленные химические вещества (ПХВ, фталаты, нитробензол, цианиды и т.д.).
- 4) Побочные продукты производства (диоксины, фураны, ПАУ, хлороформ и т.д.)

# Тяжелые металлы

Всего около 40 элементов, но наиболее опасными считаются ртуть, кадмий и свинец.

**Ртуть** – жидкий металл, пары не имеют вкуса, запаха, цвета и очень опасны для человека. Поражает многие органы и системы органов, а также центральную нервную систему, вызывая психические заболевания. Хроническое отравление ртутью – болезнь Минамато. Соли токсичнее самого металла, а органические соли токсичнее неорганических. Обладает кумулятивным эффектом и может накапливаться в организме.

**Кадмий.** Используется в ядерной энергетике, для защиты металлоконструкций от коррозии, при производстве резиновых изделий. Очень токсичен для человека, накапливается в печени и почках, почти не выводится из организма, обладает кумулятивным эффектом.

**Свинец.** Используется во многих промышленных производствах. Накапливается в костной ткани, головном мозге и печени, обладает кумулятивным эффектом. Вызывает свинцовую болезнь. Особенно опасен для детей.

# **Диоксины, пестициды, ПАУ**

**Диоксины.** Образуются в качестве примесей при многих химических синтезах и при сжигании отходов. Диоксины – супертоксиканты: токсичны, канцерогенны, мутагенны, тератогенны, чрезвычайно устойчивы к химическому и биологическому разложению, способны длительное время сохраняться в окружающей среде и накапливаться в живых организмах.

**Пестициды.** Обычно малотоксичны для человека, но могут быть очень устойчивы в окружающей среде (ДДТ) и накапливаться в живых организмах. Вызывают снижение иммунитета и аллергию у человека, наиболее опасны для детей.

**ПАУ (полициклические ароматические углеводороды).** Образуются при неполном сжигании топлива, при переработке нефти. Мутагенны, канцерогенны, эмбриотоксичны, обладают кумулятивным эффектом.

# Биологические опасные факторы

Под биологическим загрязнением понимают все виды биологического вторжения в экосистемы и организм человека, приводящие к нарушению их адаптивных возможностей, патологическим заболеваниям и деградации. Вирусы, бактерии, паразитические грибы, гельминты, ГМО, прионы, а также случайная или преднамеренная интродукция организмов в экосистемы, где их ранее не было.

**Гельминты** всегда есть в природы, но широкое распространение получают лишь при нарушении санитарных норм человеком.

Отдельного рассмотрения заслуживают **ГМО**. Это живые организмы, геном которых был изменен человеком при помощи методов генной инженерии. Вредны или полезны ГМО – вопрос очень спорный, но во многих странах ГМО-продукция под запретом.

# Прионы (инфекционные белки)

Прионные заболевания вызываются патогенными прионами, обладающими измененной вторичной структурой. Нормальные прионы всегда присутствуют в организме человека и животных и отвечают за передачу нервных импульсов.

Прионные заболевания: болезнь Крейфельда-Якоба, болезнь Альцгеймера, куру-куру, смертельная бессонница, коровье бешенство (губчатая энцефалопатия) и др.

Прионные заболевания – медленные инфекции, имеют длительный инкубационный период (до 30 лет) и неизлечимы.

Пути передачи: при употреблении мяса и мясопродуктов от зараженных животных, при медицинских манипуляциях, при физическом контакте.

Прионы не уничтожаются при кулинарной и термической обработке, поэтому туши зараженных животных надо сжигать при высокой температуре. В пищу употреблять нельзя.

# **Спасибо за внимание**

Бушуев Н.Н.

# **Гидросфера как среда жизни**

Бушуев Н.Н.

# Среды жизни

- Под средой жизни понимают часть природной среды, которая окружает организмы и оказывает прямое или косвенное воздействие на их состояние, развитие, выживание и размножение.

Существуют 4 среды жизни:

1. Водная
2. Наземно-воздушная
3. Почвенная
4. Организменная

# Водная среда жизни

- Жизнь на нашей планете зародилась в водной среде – гидросфере.
- Вода занимает 70% поверхности планеты.
- 97% воды на Земле – соленая вода, а пресной лишь 3%.
- $\frac{3}{4}$  запасов пресной воды сосредоточено в ледниках.
- 20% мировых запасов жидкого пресных вод – [озеро Байкал](#), причем это чистейшая вода.
- В водной среде обитает 150 тыс видов животных и 10 тыс видов растений.

# Особенности водной среды

1. Относительно высокая плотность.
2. Низкая скорость движения.
3. Низкая амплитуда суточных и сезонных температур.
4. Хорошая освещенность только в верхнем слое 50-70 м.
5. Быстрое нарастание давления с глубиной.
6. Низкое содержание кислорода и/или углекислого газа в воде.

# Особенности Мирового океана

1. В океане нет безжизненных зон, однако вблизи материков и островов воды заселены значительно гуще.
2. Все океаны соединены друг с другом, но барьерами на пути передвижения морских организмов являются температура, соленость и глубина.
3. Постоянная циркуляция водных масс – морские течения и апвеллинг.
4. Приливы и отливы, связанные с солнечно-лунным циклом. Высота приливов достигает 18 м (залив Фанди).
5. Соленость морской воды в разных частях океана различна. В среднем 35 г/л, в окраинных морях и вблизи устьев крупных рек 2-10 г/л, в Красном море – до 40 г/л.

# Основные зоны океана

- Континентальный шельф – глубины 0-200 м;
- Континентальный склон – глубины 0,2-3 км;
- Океаническое ложе – глубины 3-6 км, в некоторых районах до 10 км.

Наиболее важен в экономическом отношении континентальный шельф:

1. Зона промыслового рыболовства;
2. Месторождения полезных ископаемых.

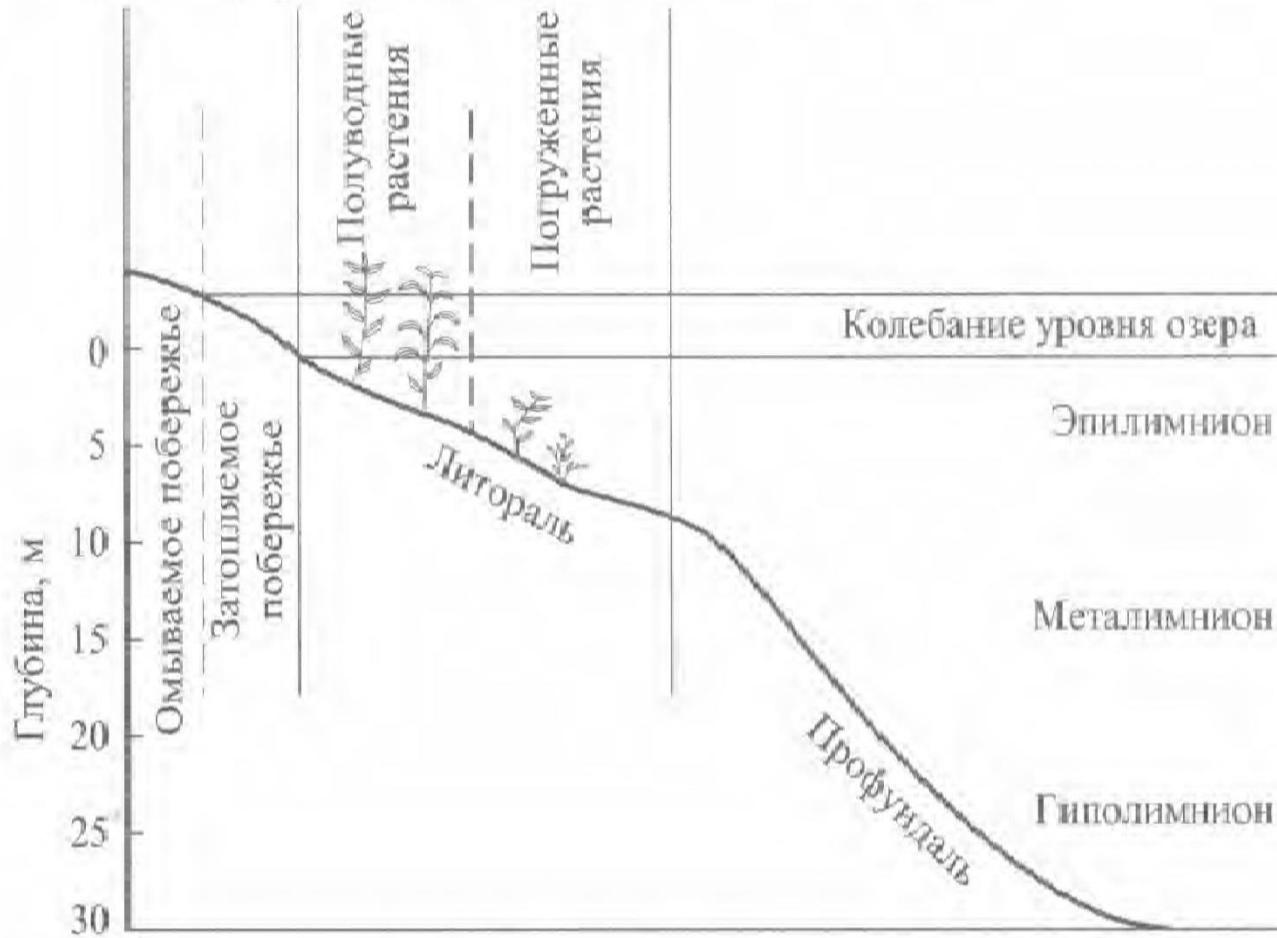
# Основные группы гидробионтов

- Живые организмы, обитающие в водной среде, называются **гидробионты**.
- Основные группы гидробионтов:
  1. Нектон – активно передвигающиеся в воде живые организмы: рыбы, кальмары, киты, ластоногие.
  2. Планктон – свободно парящие в толще воды живые организмы, не способные к быстрым активным передвижениям: фитопланктон, зоопланктон, плавучие водоросли.
  3. Бентос – организмы, обитающие на грунте и в грунте: некоторые виды рыб, черви, моллюски, ракообразные, оседлые виды водорослей.

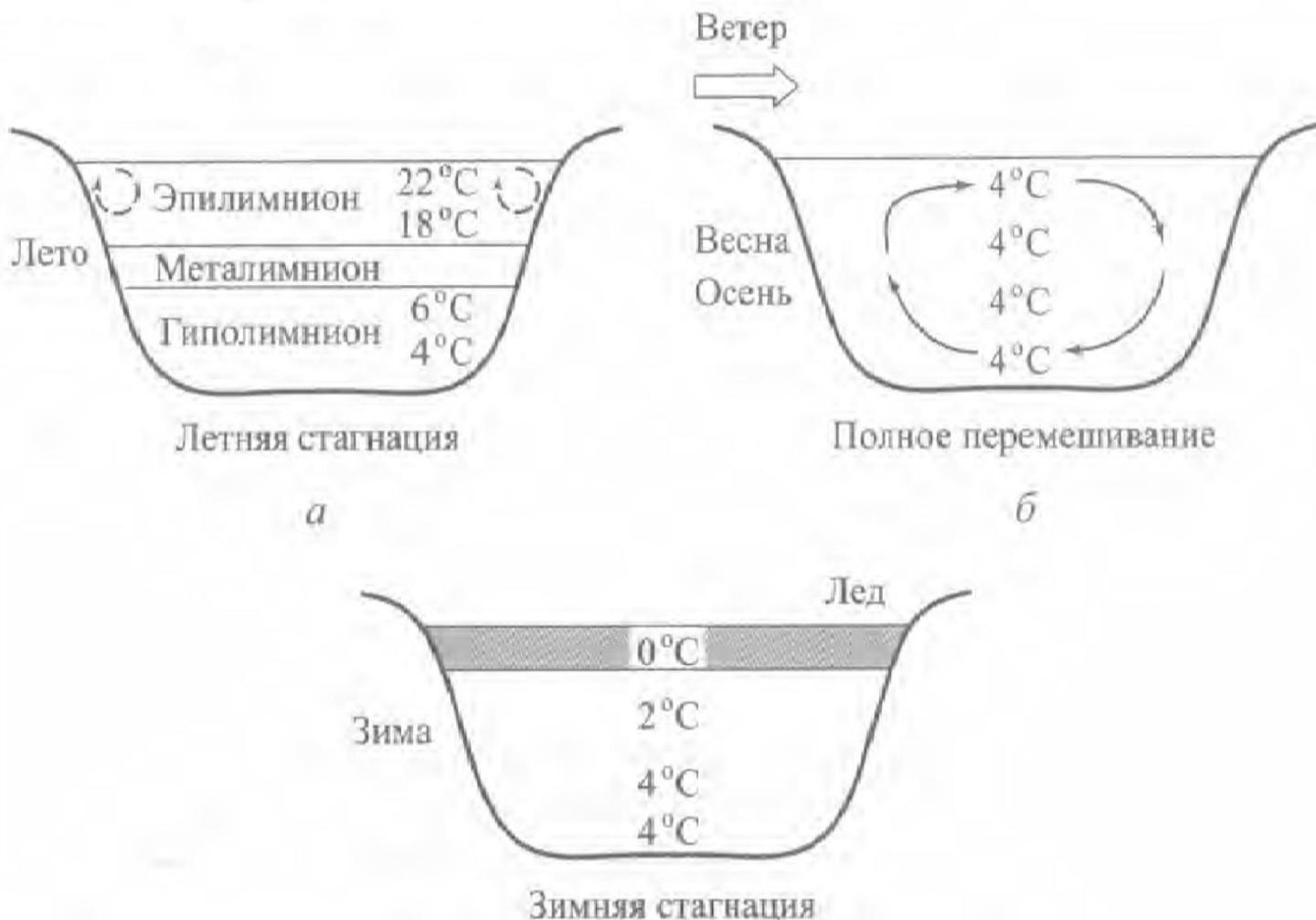
# Поверхностные пресные воды

- Стоячие воды (озера, пруды);
- Текущие воды (реки, ручьи, родники);
- Заболоченные участки суши.

# Основные экологические зоны озера



# Температурный режим воды в озере



# Спектральный состав света в воде в зависимости от глубины



Изменение спектрального состава света в воде с увеличением глубины цветных компонентов белого света (лучей) (шкала по оси абсцисс логарифмическая):

к — красных; о — оранжевых; ж — желтых; з — зеленых; г — голубых; с — синих; ф — фиолетовых

- **Оsmос** – это процесс односторонней диффузии через полупроницаемую мембрану молекул растворителя в сторону большей концентрации растворенного вещества из объема с меньшей концентрацией растворенного вещества.
- **Оsmотическое давление** –избыточное гидростатическое давление на раствор, отделенный полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану (осмос).

- У большинства гидробионтов осмотическое давление в теле зависит от солености окружающей среды.
- Пресноводные организмы обитают в среде, где концентрация растворенных веществ ниже, чем в жидкостях тела и тканей, поэтому у них хорошо выражены процессы осморегуляции.
- Концентрация солей в жидкостях тела и тканей морских организмов равна концентрации солей, растворенных в окружающей среде, поэтому процессы осморегуляции у них выражены слабее, чем у пресноводных.

# Спасибо за внимание!

# **Наземно-воздушная, почвенная и организменная среды жизни**

Бушуев Н.Н.

# Наземно-воздушная среда

Для наземно-воздушной среды характерны:

- высокие амплитуды суточных и сезонных температур,
- низкая плотность среды,
- высокая скорость движения воздушных масс,
- хорошая освещенность,
- высокое содержание кислорода,
- высокая влажность атмосферы.

Лимитирующими факторами обычно выступают недостаток или избыток тепла и влаги.

# Сравнение характеристик водной и наземно-воздушной среды

Экологический фактор	Наземно-воздушная среда	Водная среда
Вода	Часто в дефиците	Всегда в избытке
Плотность среды	Низкие значения	Высокие значения
Давление	Низкие значения (с незначительными колебаниями)	Сильно варьирует (возрастает с увеличением глубины и может достигать 1000 атм)
Температура	Сильно варьирует (от –80 до +100 °C и более)	Варьирует в меньшей степени, чем в наземно-воздушной среде (от –2 до +40 °C)
Кислород	Часто в избытке	Часто в дефиците
Углекислый газ	То же	То же

# Наземно-воздушная среда

- Газовый состав воздуха отличается относительным постоянством, а высокое содержание кислорода способствует высокой скорости обмена веществ у наземных организмов.
- В равнинных районах содержание кислорода не является лимитирующим фактором, а в высокогорье низкое содержание  $O_2$  ухудшает условия существования живых организмов.

# Классификация растений по отношению к свету и теплу

По отношению к свету:

- Светолюбивые;
- Тенелюбивые;
- Теневыносливые.

По отношению к температурным условиям:

- Морозоустойчивые,
- Неморозоустойчивые,
- Нехолодостойкие,
- Теплолюбивые,
- Пирофиты.

# Классификация растений по отношению к условиям влажности

- Гидрофиты – растения, свободно произрастающие и плавающие в водной среде.
- Гигрофиты – наземные растения в районах с высокой влажностью.
- Ксерофиты – наземные растения, выдерживающие длительное низкое содержание влаги в почве и воздухе.
- Мезофиты – растения, произрастающие в районах с умеренной влажностью.

# Почвенная среда жизни

- **Почва** – это слой вещества, лежащий поверх горных пород, состоящий из исходного материала подстилающего минерального субстрата и органических компонентов, в которых организмы и продукты их жизнедеятельности перемешаны с мелкими частицами измененного исходного материала.

# Состав почвы

В состав почвы входят 4 компонента:

- 1) Минеральная основа – 50-60%;
- 2) Органическое вещество – до 10%;
- 3) Воздух – 15-20%;
- 4) Вода – 25-35%.

# Органическое вещество почвы

- Важнейшей частью почвы является органическое вещество – в основном гумус.
- Гумус – это продукт разложения мертвых организмов или их частей (например, опавших листьев) темного (обычно черного) цвета. Гумус образует верхний плодородный слой почвы.
- Плодородие почвы зависит от мощности гумусового горизонта и содержания в нем гумуса.

# Почвенная среда

- Почвенная среда жизни обладает следующими **особенностями**:
  1. Малая мощность (не более 2 метров)
  2. Высокая плотность
  3. Среда практически неподвижна
  4. Низкие амплитуды суточных и сезонных температур, и они быстро уменьшаются с глубиной
  5. Освещенность – только на поверхности
  6. Часто отмечается недостаток кислорода

- Лимитирующими факторами в почвенной среде являются:
  - 1) Недостаток тепла
  - 2) Недостаток/избыток влаги
  - 3) Недостаток кислорода
  - 4) Избыток углекислого газа

# Организменная среда жизни

- Организменная среда жизни – внутри живого организма (растения, животного, человека). Обычно в ней обитают организмы, ведущие паразитический и полупаразитический образ жизни. Однако некоторые микроорганизмы приносят пользу хозяину (синтез витамина В<sub>12</sub> в кишечнике человека).

# Обитатели организменной среды

- Бактерии
- Вирусы
- Простейшие
- Грибы
- Некоторые беспозвоночные

## Особенности организменной среды жизни:

- Кондиционированная и очень комфортная среда (по температуре, влажности и др. параметрам).
- Обилие легкодоступной и усвоемой пищи.

Хорошие условия для существования гельминтов, некоторые из них достигают в длину 8-12 м.

Паразиты имеют высокую плодовитость (аскарида – до 250 тыс. яиц в сутки).

При выходе во внешнюю среду взрослые особи обычно погибают, но устойчивы яйца, цисты, личинки паразитов.

# Спасибо за внимание!

# Биогеохимические круговороты веществ

Бушуев Н.Н.

- Биогеохимические циклы (круговороты) – это циклические процессы обмена веществ между различными компонентами биосферы, обусловленные жизнедеятельностью организмов.
- Термин «биогеохимия» был предложен ученым академиком Вернадским В.И. и означает область науки об обмене веществ между живым и неживым веществом биосферы («био» - живые организмы, «гео» - горные породы, воздух, вода).
- Геохимия изучает химический состав Земли и миграцию элементов между различными частями биосферы.

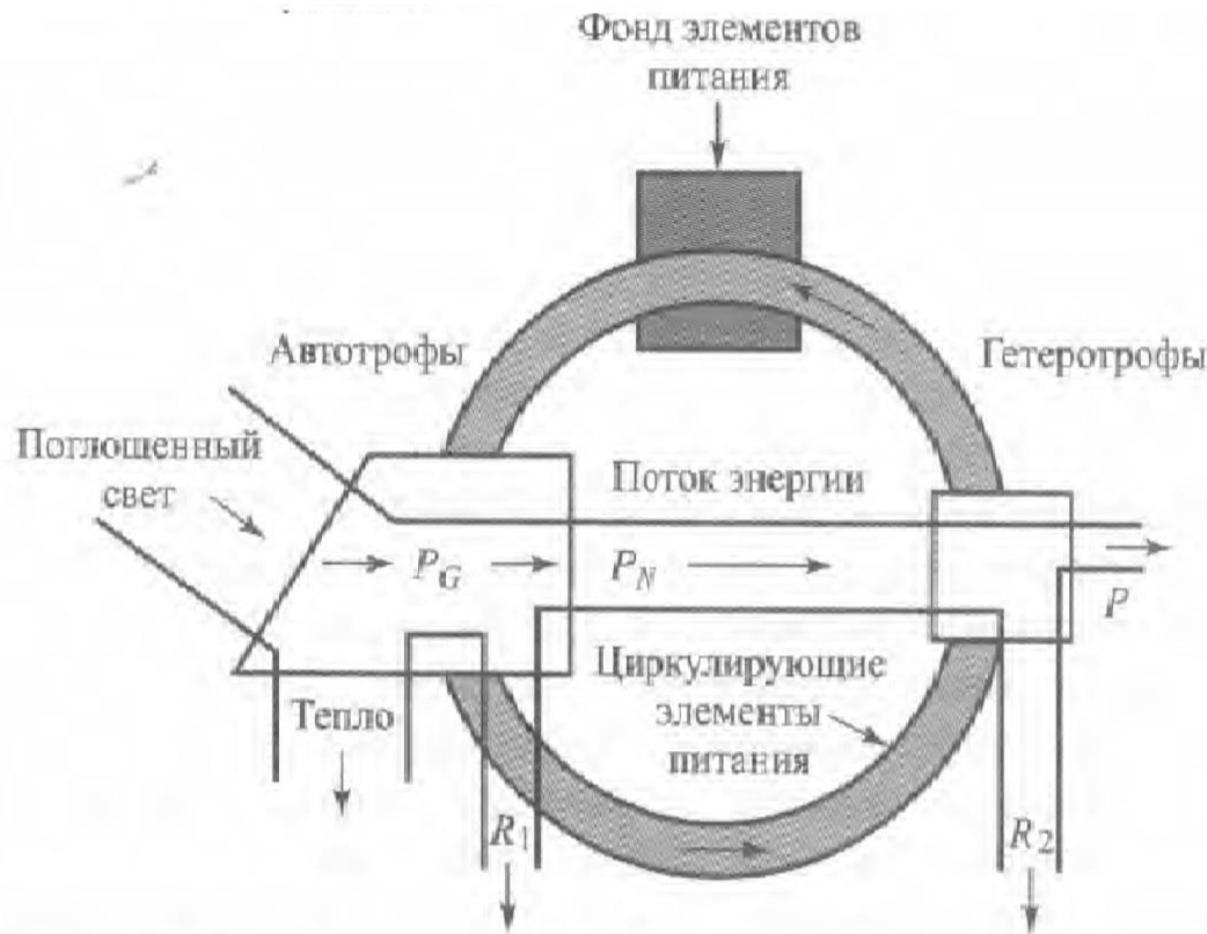
- Для нормального существования большинства живых организмов и экосистем максимальное значение имеют круговороты биогенных (входящих в состав живого вещества) элементов, таких как: **кислород, водород, углерод, азот, сера и фосфор.**

- В круговоротах любых химических элементов и веществ различают две части:
- 1) резервный фонд – большая масса медленно движущихся в биогеохимическом цикле веществ.
- 2) обменный (подвижный) фонд – меньшая, но более активная масса вещества, для которой характерен быстрый обмен между живыми организмами и их непосредственным окружением.

# Типы биогеохимических циклов

- 1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере или гидросфере (океане);
- 2) Осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.
- Резервные фонды в атмосфере или океане легкодоступны, поэтому круговороты первого типа относительно устойчивы, а осадочные циклы менее стабильны.

# Схема биогеохимического цикла на фоне упрощенной схемы потока энергии

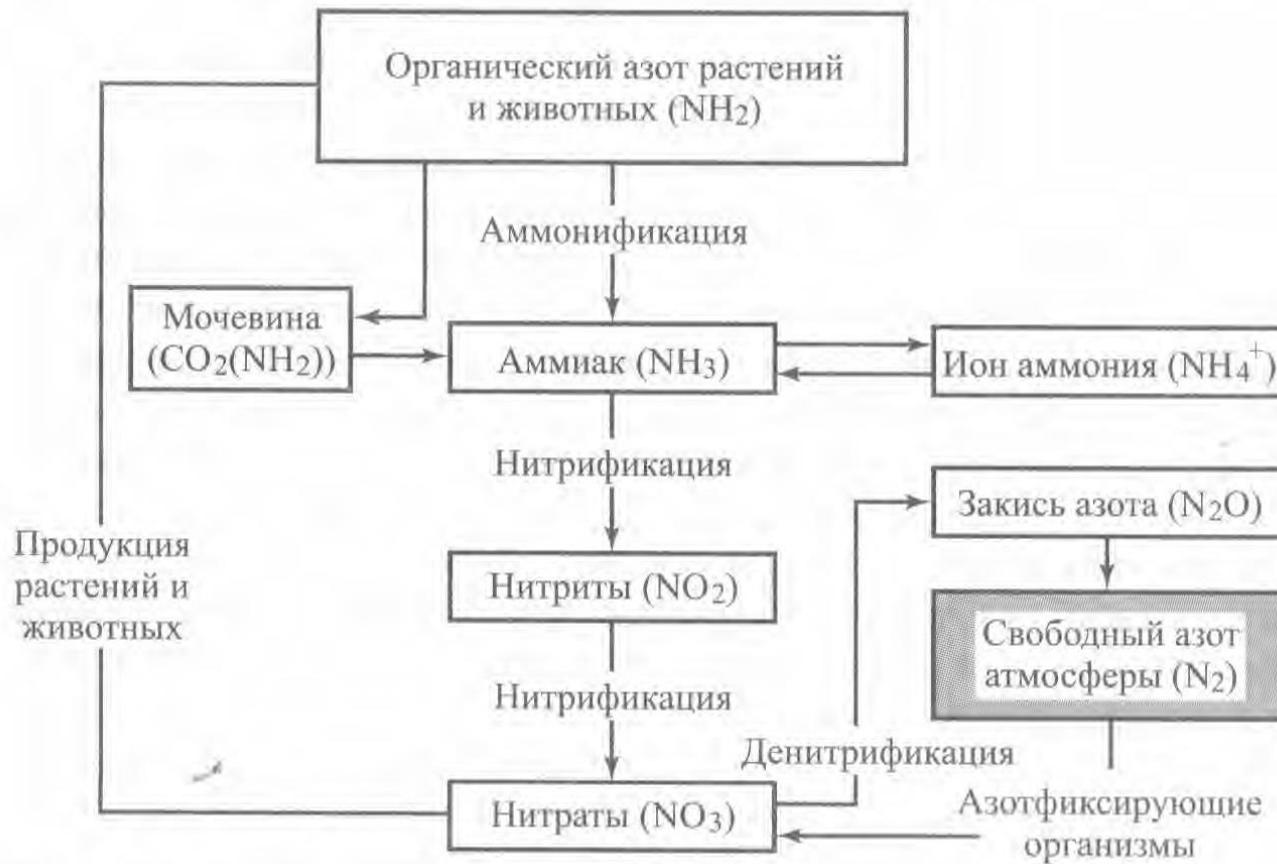


- Схема биогеохимического цикла показывает, что односторонний поток энергии приводит в движение круговорот вещества.
- При этом вещество может использоваться в круговороте многократно, а энергия течет только в одну сторону и используется один раз.

# Влияние человека на биогеохимические циклы

- При антропогенном вмешательстве эти процессы могут перестать быть замкнутыми и в одних местах биосфера может возникнуть **недостаток**, а в других – **избыток** каких-либо веществ.
- Меры по охране природы должны быть направлены на предотвращение нарушений цикличности.

# Круговорот азота



- Круговорот азота включает в себя газовую и минеральную фазы, очень сложен, хорошо сбалансирован и обеспечивает быструю циркуляцию.
- Основной резервный фонд азота – атмосфера (78%).
- Микроорганизмы играют важную роль в трансформации соединений азота на многих этапах круговорота.

# Источники поступления азота в биосферу

- 1) электрические грозовые разряды;
- 2) вулканы;
- 3) применение человеком азотных удобрений в сельском хозяйстве;
- 4) образование окислов азота при сжигании топлива.

# Круговорот фосфора



# Круговорот фосфора

- Фосфор входит в состав АТФ и АДФ, которые являются переносчиками и аккумуляторами энергии в клетках растений и животных. Также фосфор входит в состав костной ткани.
- Естественный круговорот фосфора не сбалансирован. Основные запасы фосфора находятся в горных породах (апатиты, фосфориты). При этом отмечается движение соединений фосфора в водоемы и накопление его в водной среде.

# Круговорот серы



# Круговорот серы

- Сера входит в состав некоторых незаменимых аминокислот (метионин, цистин, цистеин).
- Основной источник серы для живых организмов – сульфаты, многие из которых растворимы.
- Как правило, в экосистемах серы требуется меньше по сравнению с азотом и фосфором и ее недостаток бывает редко.
- Сера в ходе круговорота может накапливаться в осадочных породах.
- Источники поступления серы в круговорот: вулканы, сжигание топлива и производство серной кислоты человеком.

# Круговорот углерода



# Круговорот углерода

- Углерод входит в состав любого органического вещества, поэтому его круговорот во многом определяет интенсивность образования и разрушения органического вещества в биосфере.
- В природе углерод существует в виде карбонатов, углекислого газа и в чистом виде (уголь).
- Запасы углерода: в атмосфере ( $\text{CO}_2$ ) - 0,7 трлн т, в океанах - 39 трлн т, в ископаемом топливе - 12 трлн т, в наземных экосистемах – 3,1 трлн т. 93% углекислого газа находится в океане и образует карбонатную систему.
- Углерод накапливается в биомассе растений и животных и в гумусе – запас углерода в биосфере. Некоторая часть углерода уходит в осадки в виде торфа, угля, нефти и известняка, но в целом биогеохимический цикл углерода устойчив.

# Круговорот углерода

## Ежегодный баланс CO<sub>2</sub> в атмосфере (млрд т)

Составляющие баланса	Ежегодные поступления/ поглощение CO <sub>2</sub>
Поступление в атмосферу:	
индустриальные выбросы	6,41
в процессе вырубки лесов	1,08
при эрозии почв	0,91
Поглощение из атмосферы:	
экосистемами суши (фотосинтез)	4,05
Мировым океаном (карбонатная система)	1,05
CO <sub>2</sub> , остающийся в итоге ежегодно в атмосфере	3,3

# Спасибо за внимание

# Популяции

Бушуев Н.Н.

# Термин «популяция»

- Каждый существующий в природе биологический вид – это сложный комплекс внутривидовых групп организмов с однотипными чертами строения, физиологией и образом жизни. Этими внутривидовыми группами являются популяции.
- **Популяция** – это группа организмов одного вида, способная поддерживать свою численность длительное время, занимающая определенное пространство (территорию) и функционирующая как часть биотического сообщества экосистемы.
- Термин «популяция» был впервые предложен в 1903г. датчанином В.Иогансоном. Термин происходит от анг.-фр. слова population – население.

# Значение популяции

- Приспособительные возможности у популяции значительно выше, чем у слагающих её особей. При стабильных условиях окружающей среды популяция обеспечивает биологическому виду потенциальное (но не реальное) бессмертие. Именно на уровне популяции проявляется эволюция вида.
- Популяция обладает определенной структурой – состав особей и их распределение в пространстве.

# Свойства популяции

- Свойства у популяции бывают биологические и групповые.
- К биологическим свойствам популяции относятся рост и участие в круговороте веществ.
- К групповым свойствам относятся: численность, плотность, рождаемость, смертность, возрастная структура, половая структура, распределение в пространстве, репродуктивная непрерывность и т.д.

# Показатели популяции

- Численность – это общее число особей какого-либо вида на данной территории или в данном объеме. Численность никогда не бывает постоянной и зависит от множества факторов. Численность постоянно меняется из-за рождения и гибели особей, а также миграционных процессов.

# Барьеры численности

- Численность не может возрастать бесконечно, т.к. существуют барьеры численности.
- Для животных:
  - 1) Пища, вода (кормовая база);
  - 2) Хищники;
  - 3) Болезни;
  - 4) Стressовые гормоны.
- Для растений:
  - 1) Вода, свет, тепло, питательные вещества;
  - 2) Травоядные животные, вредители;
  - 3) Болезни;
  - 4) Фитогормоны, ингибиторы.
- В природных условиях численность популяции обычно ограничивают первые два барьера.

# Показатели популяции

- **Плотность** – это количество особей в единице площади или объема. Плотность бывает удельная (на единицу обитаемого пространства) и средняя (на единицу географической площади). Плотность не является постоянной величиной и зависит от ряда условий.
- **Распределение в пространстве:** равномерное, случайное и групповое.

# Показатели популяции

- Рождаемость – это частота появления новых особей независимо от того, рождаются они, отпочковываются, возникают путем деления и т.д.
- Различают:
- 1)максимальную (потенциальную) рождаемость – при идеальных условиях и отсутствии лимитирующих факторов;
- 2)экологическую (фактическую) рождаемость – при реальных условиях окружающей среды;
- 3)специфическую рождаемость – для различных возрастных групп.

# Показатели популяции

- Смертность – количество особей в популяции, погибших за определенный период (частота гибели особей).
- Различают:
- 1) минимальная смертность – при идеальных условиях;
- 2) экологическая (фактическая) смертность – при реальных конкретных природных условиях;
- 3) специфическая смертность – для различных возрастных групп.

# Типы кривых выживания

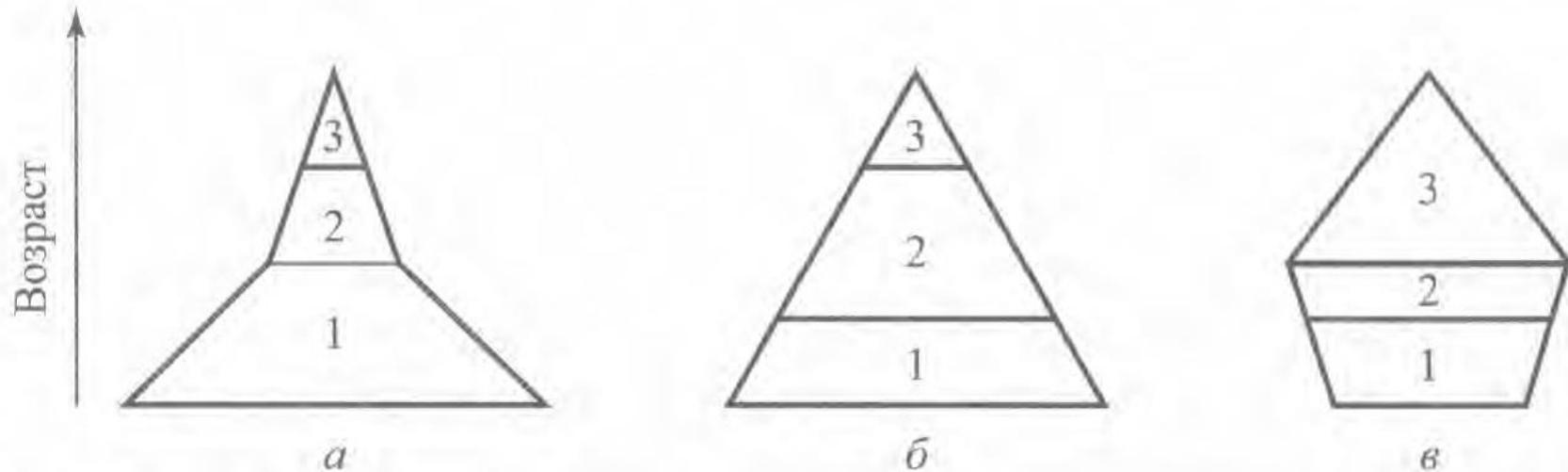
1-дрозофилы; 2-человек; 3-пресноводная гидра; 4-устрица.



# Показатели популяции

- **Возрастная структура популяции**
- Различают 3 возрастные группы:
  - 1) предрепродуктивная – особи, не достигшие половой зрелости;
  - 2) репродуктивная – особи, способные к размножению;
  - 3) пострепродуктивная – старые особи, утратившие способность к размножению.

# Возрастные пирамиды



Три типа возрастных пирамид, характеризующих популяции с высокой (*а*), умеренной (*б*) и малой (*в*) относительной численностью молодых особей (в % от общей численности популяции):

1 — предрепродуктивная возрастная группа; 2 — репродуктивная; 3 — пострепродуктивная

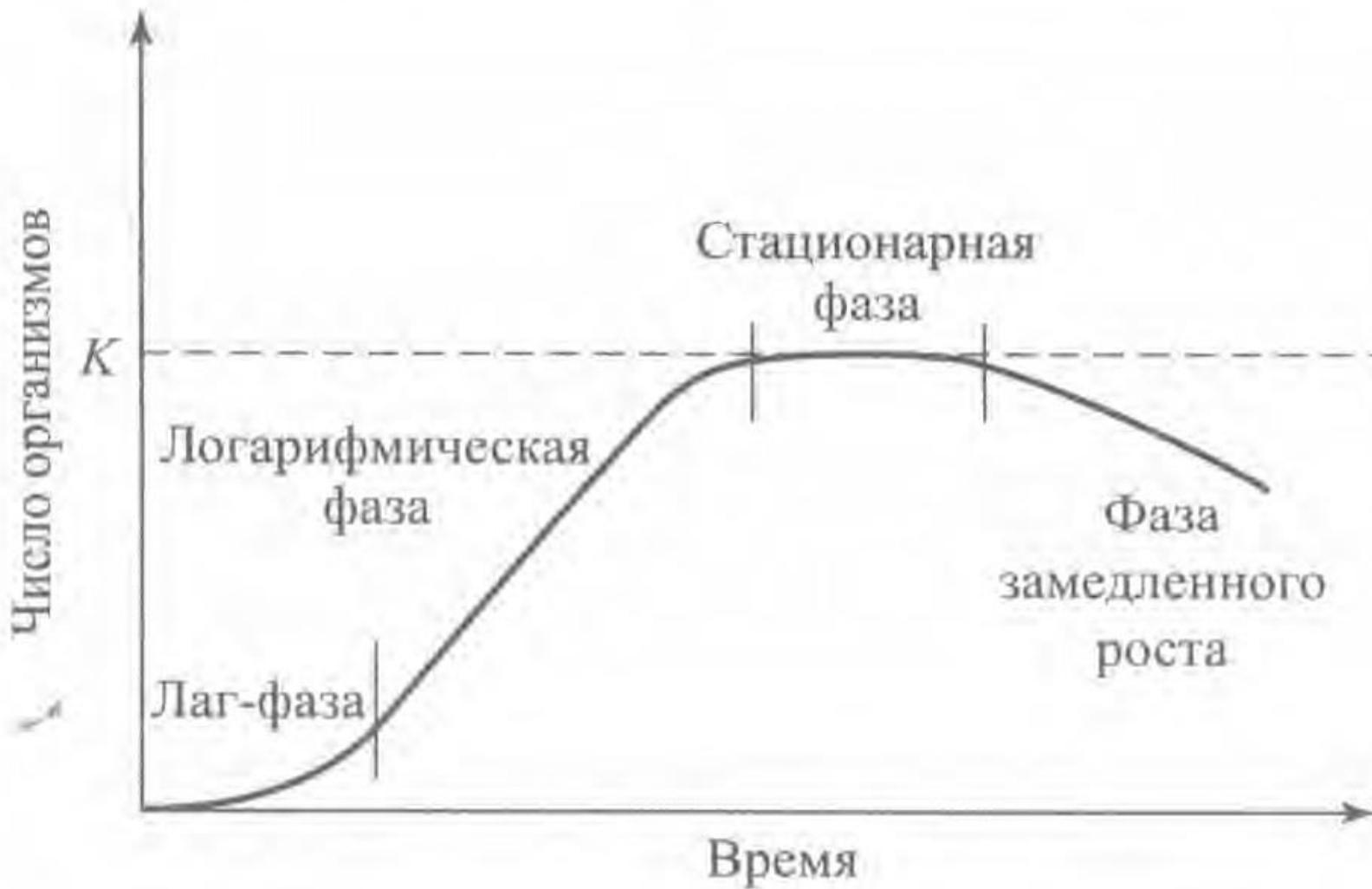
# Кривые роста популяции.

## J-образная кривая роста



# Кривые роста популяции.

## S-образная кривая роста



# Экологические стратегии

- Экологическая стратегия вида – это совокупность приспособлений организмов, обеспечивающих максимально возможную численность популяций данного вида в конкретном сообществе.
- Различают 2 типа экологических стратегий r- и K-стратегии.
- r-стратегия характерна для видов, обладающих высокой скоростью размножения и малой конкурентоспособностью. K-стратегия характерна для видов с низкой скоростью размножения, но высокой устойчивостью к действию факторов среды.

# Характерные особенности r- и K-стратегий

Параметры и характеристики	r-стратегия	K-стратегия
Рождаемость	Высокая и независимая от плотности популяции	Низкая и зависимая от плотности популяции
Конкурентоспособность	Низкая	Высокая
Кривая выживания	Обычно 4-го типа	Обычно 1–3-го типов
Кривая роста популяции	J-образная кривая	S-образная кривая
Продолжительность жизни	Короткая, обычно менее одного года	Долгая, обычно более одного года
Расселение	Быстрое и широко-масштабное	Медленное
Размеры организмов	Небольшие	Большие
Забота о потомстве	Нет	Есть
Примеры	Бактерии, тли, однолетние растения, грызуны	Млекопитающие, дубы, буки, секвойи

# Спасибо за внимание!

# Структура и функции экосистем

Бушуев Н.Н.

# Определение экосистемы

Экосистема – это сообщество живых существ и их среда обитания, образующие единое функциональное целое на основе причинно-следственных связей между отдельными экологическими компонентами.

Основные свойства экосистем определяются их способностью осуществлять круговорот веществ и создавать биологическую продукцию.

# Свойства экосистем

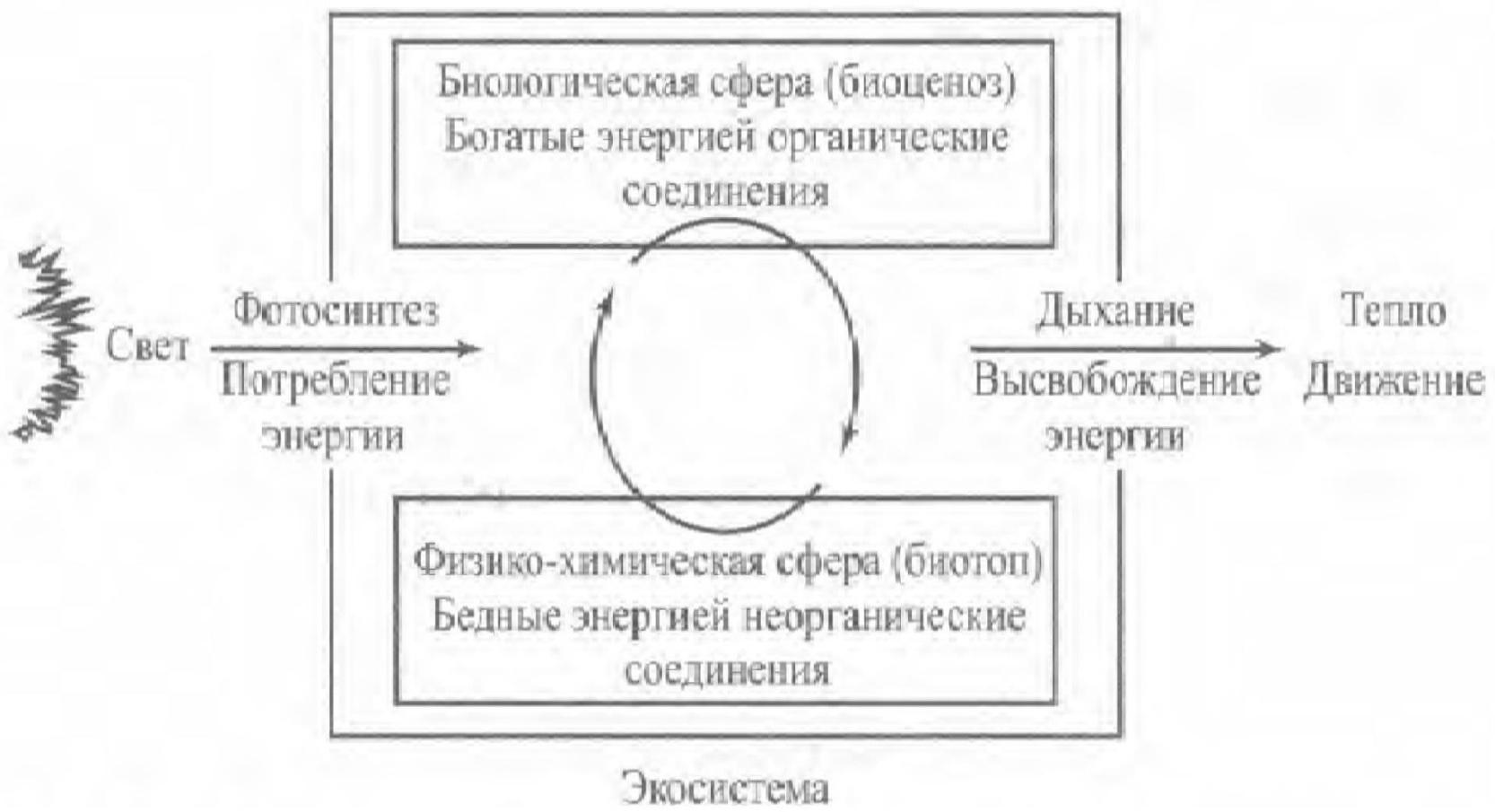
- Изоляция;
- Интеграция;
- Целостность;
- Стабильность;
- Равновесие;
- Управление;
- Устойчивость (гомеостаз);
- Эмерджентность.

# Размеры экосистемы

- Микроэкосистемы (небольшой водоем, аквариум, гниющий ствол упавшего дерева);
- Мезоэкосистемы (лес, пруд, озеро, река, болото и т.д.);
- Макроэкосистемы (океаны, континенты, природные зоны);
- Глобальная экосистема (биосфера в целом).

Крупные экосистемы включают в себя экосистемы меньшего ранга.

# Круговорот вещества и энергии в экосистеме



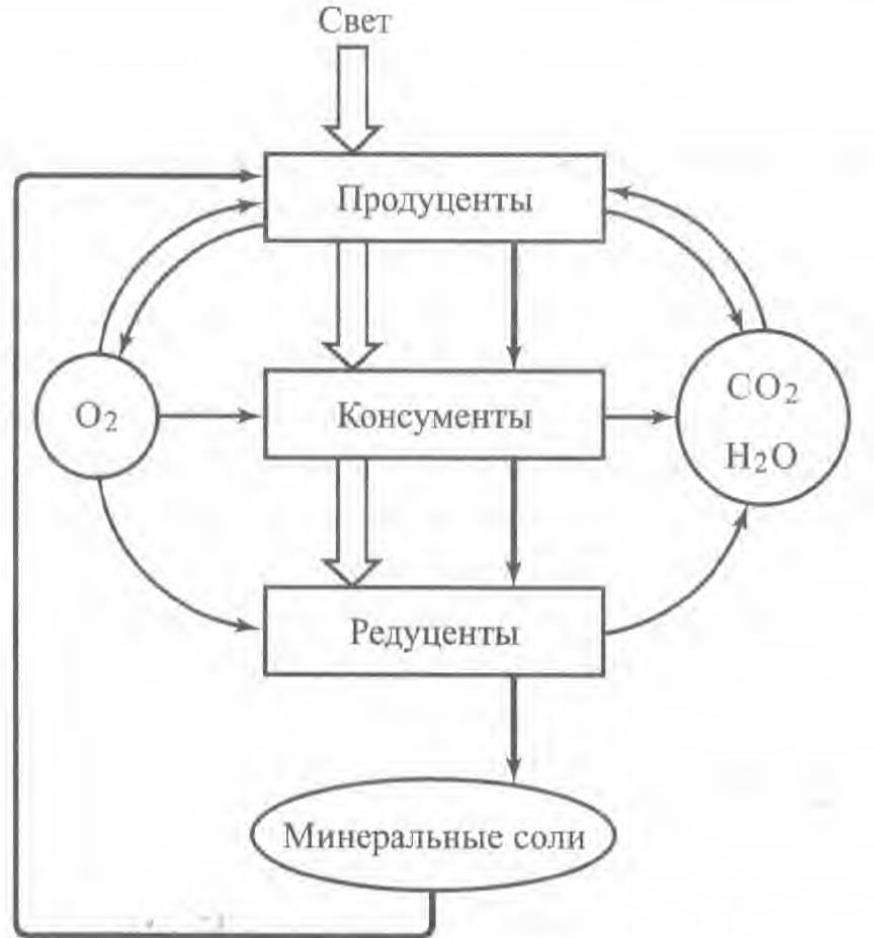
# Структура экосистемы

- Экосистема состоит из двух основных блоков:
  1. Биоценоз – комплекс взаимосвязанных между собой популяций живых организмов.
  2. Экотоп – совокупность факторов среды обитания.

# Компоненты экосистемы

- Неорганические вещества;
- Органические соединения;
- Водная, воздушная и субстратная среда;
- Продуценты;
- Консументы;
- Редуценты.

# Потоки вещества и энергии в экосистеме



## Типы питания

По типу питания все живые организмы делятся на две группы:

- 1) автотрофы (зеленые растения, водоросли, некоторые бактерии) – самостоятельно синтезируют органическое вещество.
- 2) гетеротрофы (травоядные и хищные животные, беспозвоночные, бактерии, грибы) – потребляют готовое органическое вещество.

Процессы синтеза и потребления органического вещества могут быть частично разделены во времени и в пространстве.

# Видовое разнообразие

Каждая экосистема характеризуется **видовой структурой** – **разнообразие видов** и **соотношение их численности или биомассы**. Наибольшее видовое разнообразие отмечается в экосистемах влажных тропических лесов и коралловых рифов. Видовое разнообразия зависит также от возраста экосистемы.

**Виды-доминанты** имеют большую численность, продуктивность, биомассу, но большая часть видов в экосистеме имеют низкие показатели значимости.

**Виды-эдификаторы** в процессе своей жизнедеятельности формируют окружающую среду и без них существование большинства других видов в экосистеме невозможно.

## Баланс пищи и энергии

Баланс пищи и энергии для отдельного живого организма

$$\mathcal{E}_\text{п} = \mathcal{E}_\text{д} + \mathcal{E}_\text{пр} + \mathcal{E}_\text{пв}$$

Где  $\mathcal{E}_\text{п}$  – энергия потребленной пищи,  $\mathcal{E}_\text{д}$  – энергия, пошедшая на процессы жизнедеятельности (дыхание),  $\mathcal{E}_\text{пр}$  – энергия прироста,  $\mathcal{E}_\text{пв}$  – энергия продуктов выделения.

Максимальные затраты на дыхание доставляют около 90% поступившей с пищей энергии и лишь 10% переходят на следующий пищевой уровень – **правило десяти процентов**.

Следствие из правила 10% - пищевая цепь не может быть длинной и обычно насчитывает не более 4-5 звеньев.

## Пищевые цепи

Пищевая цепь – это последовательность живых организмов, поедающих друг друга.

Два основных типа пищевых цепей:

**Пастбищные цепи:** зеленые растения – пастбищные животные – хищники (человек).

**Детритные цепи:** мертвое органическое вещество – черви – мелкие хищники – крупные хищники.

Пищевые цепи не изолированы друг от друга, они тесно переплетены в экосистеме и образуют **пищевые сети**.

# Экологические пирамиды

- Пирамиды численности
- Пирамиды биомассы
- Пирамиды энергии

# Продуктивность экосистем

- Продуктивность экосистемы – это образование органического вещества в виде биомассы животных, растений и микроорганизмов, составляющих биотическую часть системы, в единицу времени на единицу площади или объема.
- Различают 4 вида продуктивности:
  - 1) Валовая первичная продуктивность – общая скорость фотосинтеза, включая количество органического вещества, пошедшего на собственное потребление продуцентов.

# Продуктивность экосистем

- 2) Чистая первичная продуктивность – скорость накопления органического вещества в растительных тканях.
- 3) Чистая продуктивность сообщества – скорость накопления органического вещества, не потребленного гетеротрофами (животные, бактерии) в сообществе за конкретный период.
- 4) Вторичная продуктивность – скорость накопления органического вещества (биомассы) на уровне консументов (животных).

Гомеостаз - это способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять динамическое относительное постоянство состава и свойств.

# Спасибо за внимание!

Бушуев Н.Н.

# Развитие и эволюция экосистем

Бушуев Н.Н.

# Что такое сукцессия?

Отдельные виды живых организмов не только сами приспосабливаются к экологической среде, но и в ходе своей совместной деятельности в экосистемах приспосабливают геохимическую среду экосистемы к своим потребностям.

**Сукцессия (развитие экосистемы)** – это направленное и закономерное изменение во времени видовой структуры и биоценотических процессов в экосистеме.

# Сукцессия

В ходе сукцессии изменяется окружающая среда и одни виды заменяются другими.

В отсутствие внешних нарушающих воздействий сукцессия является направленным, закономерным и предсказуемым процессом изменения экосистемы в сторону большей стабильности и сбалансированности.

# Виды сукцессии

- Аутогенная
- Аллогенная
- Первичная
- Вторичная
- Автотрофная
- Гетеротрофная
- Автохтонная
- Аллохтонная

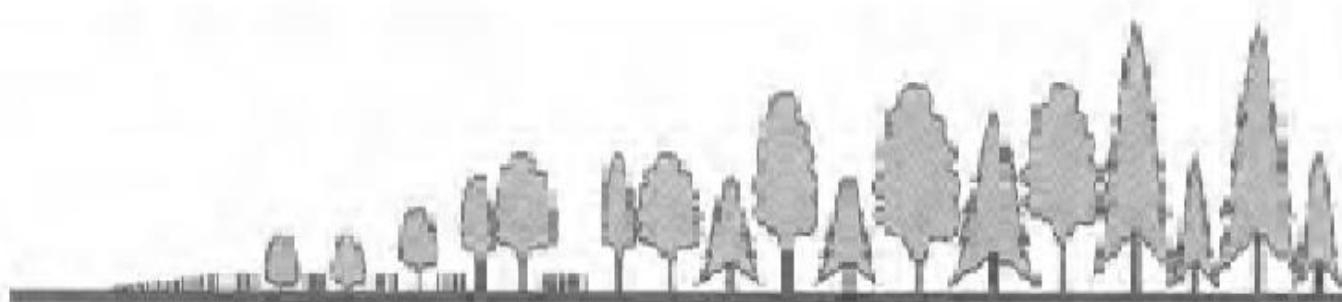
# Аутогенные и аллогенные сукцессии

- Если сукцессионные изменения определяются преимущественно внутренними изменениями в экосистеме, то такая сукцессия называется **аутогенной** (самопорождающейся).
- Если сукцессионные процессы находятся под постоянным или регулярным воздействием внешних нарушающих факторов, то такая сукцессия называется **аллогенной** (порожденной извне). Внешние нарушающие факторы могут быть естественными (изменения климата, наводнения, землетрясения, пожары и т.д.) или антропогенными (вырубка леса, распашка степи, создание водохранилищ, загрязнение окружающей среды).

# Первичные и вторичные сукцессии

- Первичные сукцессии начинаются при заселении пустынных мест обитания, где жизни либо не было вовсе, либо она была уничтожена в результате природного или техногенного катализма. Пример – заселение (восстановление экосистемы) острова Кракатау после катастрофического извержения вулкана в 1883г.
- Вторичные сукцессии начинаются в местах, где ранее существовали биологические сообщества, частично или полностью уничтоженные в результате воздействия естественных или антропогенных причин, но при этом в почве или в донных отложениях сохранились семена растений, споры бактерий и грибов. Примеры – зарастание лесом заброшенных полей, зарастание вырубки или гари в лесу.

# Пример вторичной сукцессии



Годы	0-10	10-15	15-20	20-50	50-70	70-90	90-120
Этапы сукцессии	1	2	3	4	5	6	7

## Этапы типичной вторичной сукцессии

1 - безжизненный субстрат, водоросли, лишайники; 2 - травы;  
3 - травы и кустарники; 4 - береза и осина; 5 - лиственный лес с  
подростом ели; 6 - смешанный лес; 7 - еловый лес.

# Автотрофные и гетеротрофные сукцессии

- **Автотрофная сукцессия** характерна при заселении новых местообитаний или создании водохранилищ. На ранних стадиях скорость образования органического вещества намного превосходит скорость его расходования в процессе дыхания. На поздних стадиях эти два процесса выравниваются.
- **Гетеротрофная сукцессия** начинается, если имеется запас легкодоступного для гетеротрофов мертвого органического вещества. Затраты на дыхание (потребление органического вещества) превосходят валовую первичную продуктивность, особенно на начальных этапах. **Гетеротрофная сукцессия может быть только вторичной**. Примеры – река, загрязненная большим количеством органических отбросов, порча продуктов в холодильнике.

# Автохтонные и аллохтонные сукцессии

- Автохтонная сукцессия всегда идет за счет местных, коренных видов.
- Аллохтонная сукцессия идет за счет видов-пришельцев, не характерных для данной экосистемы.

## Климакс экосистем

Сукцессия не может идти бесконечно, она идет до некоторого предела, называемого климаксом экосистемы, когда дальнейшие изменения видового состава в сообществе не происходят. Климаксная экосистема – это зрелая экосистема, характерная для данной природно-климатической зоны (тундра, тайга, степь, саванна и т.д.). Климаксная экосистема для Московской области – дубрава с подлеском орешника.

## Изменение сообщества в ходе сукцессии

- Увеличивается биомасса сообщества, возрастает видовое разнообразие, усложняются внутренние функциональные связи, *r*-стратеги вытесняются *K*-стратегами, увеличивается валовая первичная продуктивность и количество детрита, уменьшается чистая продуктивность.
- **Деградация экосистемы**, как правило, идет под воздействием человека. Уменьшается видовое разнообразие, биомасса экосистемы, упрощаются внутренние функциональные связи, уменьшается стабильность и устойчивость экосистемы.

# Спасибо за внимание!

Бушуев Н.Н.