

ЭКОЛОГИЯ

Копытова Анастасия Игоревна

к.экон.н., старший преподаватель
кафедра экологии и
безопасности жизнедеятельности
136 ауд. 8 к.

Литература

- Назаренко О.Б. Экология: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 100 с.
- Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В. Д. Экология для инженера. Учебное пособие. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.

Рейтинг-план

| | Кол-во | Мах кол-во баллов |
|--------------------|--------|----------------------|
| Посещение лекций | 9 | 9 |
| Работа на практике | 9 | 18 |
| ИДЗ | 3 | 13 |
| Контрольная работа | 2 | 20 |
| Итого: | | 60 |
| Зачет | 1 | 40 |
| Всего: | | 100 |

Тема 1. Проблемы взаимодействия общества и природы

Понятие и предмет экологии

- οίκος (ойкос) – дом, жилище, родина и λόγος (логос) – наука, и в переводе означает «наука о доме».
- Экология – это наука о взаимоотношениях живых организмов и сообществ между собой и с окружающей средой обитания.

Основные понятия и определения

- Биоценоз («биос» – жизнь, «ценоз» – сообщество)
- Биотоп («топос» – место)
- Экологическая система, биогеоценоз
- Биосфера

История развития экологии

1. Зарождение и становление экологии как науки (...– до 60-х г.г. XIX века)
2. Оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (60-е г.г. XIX в. – 50-е г.г. XX в.)
3. Современный этап (50-е г.г. XX в. – до настоящего времени) – превращение экологии в комплексную науку

1. Зарождение и становление экологии как науки (... – до 60-х г.г. XIX века)

| Автор | Годы | Наименование трудов и исследований ученых |
|---|----------------------|---|
| Аристотель | 384-322 гг. до н. э. | «История животных» |
| Теофраст | 372-287 гг. до н. э. | «История растений» |
| конец XIII в. –XVI в. (Средневековье) Развитие науки сдерживает церковь | | |
| XVII–XVIII в. (Эпоха Возрождения): | | |
| К. Линней | 1707–1778 | «Экономика природы» |
| Ж. Б. Ламарк | 1744–1829 | «Гидрогеология», «Философия зоологии» |
| Ж. Кювье | 1769–1832 | «Теория катастроф» |
| Т. Мальтус | 1766–1834 | Опыты о законе народонаселения |
| С. П. Крашенинников | 1713– 1755 | «Описание земли Камчатской» |

2. Оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (60-е г.г. XIX в. – 50-е г. г. XX в.)

| Автор | Годы | Наименование трудов и исследований ученых |
|------------------|-----------|---|
| Ч. Дарвин | 1809–1882 | «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» (1859 г.), «Происхождение человека» (1871 г.) |
| К. Ф. Рулье | 1814-1858 | Один из создателей экологической зоогеографии |
| В. В. Докучаев | 1846–1903 | Создал учение о почве |
| Э. Геккель | 1834–1919 | Предложил понятие «экология», 1866 г. |
| В. И. Вернадский | 1863–1945 | «Биосфера», 1926 г. «Несколько слов о ноосфере», 1944 г. |
| А. Тенсли | 1871–1955 | Предложил понятие «экосистема», 1935 г. |
| В. Н. Сукачев | 1880–1967 | Предложил понятие «биогеоценоз», 1942 г. |

3. Современный этап – превращение экологии в комплексную науку (50-е г.г. XX в. – до н. в.)

| Автор | Годы | Наименование трудов и исследований ученых |
|-----------------|-----------|--|
| Ю. Одум | 1913-2002 | «Основы экологии», учебник «Экология», 1953 г. |
| Б. Небел | | Наука об окружающей среде |
| Н.Н. Моисеев | 1917-2000 | Модели динамики биосферы и её стабильности при антропогенных воздействиях; Педагогические и этические проблемы формирования нового мировоззрения для пересмотра взаимоотношения человека и природы, идей эпохи ноосферы В. И. Вернадского и провозглашение коэволюции человека и биосферы как условия выживания человека на планете |
| Н.Ф. Реймерс | 1931-1993 | Словарь-справочник «Природопользование», 1990 г. «Популярный биологический словарь», 1991г. Монография «Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология», 1992 г. |

Предмет экологии

- Это изучение законов существования и развития природы, совокупности или структуры связей между организмами и средой, закономерностей реакции природы на воздействие человека, а также предельно-допустимых нагрузок на природные системы, которые может себе позволить общество

Главный объект изучения в экологии – экосистемы (структурные единицы биосферы).

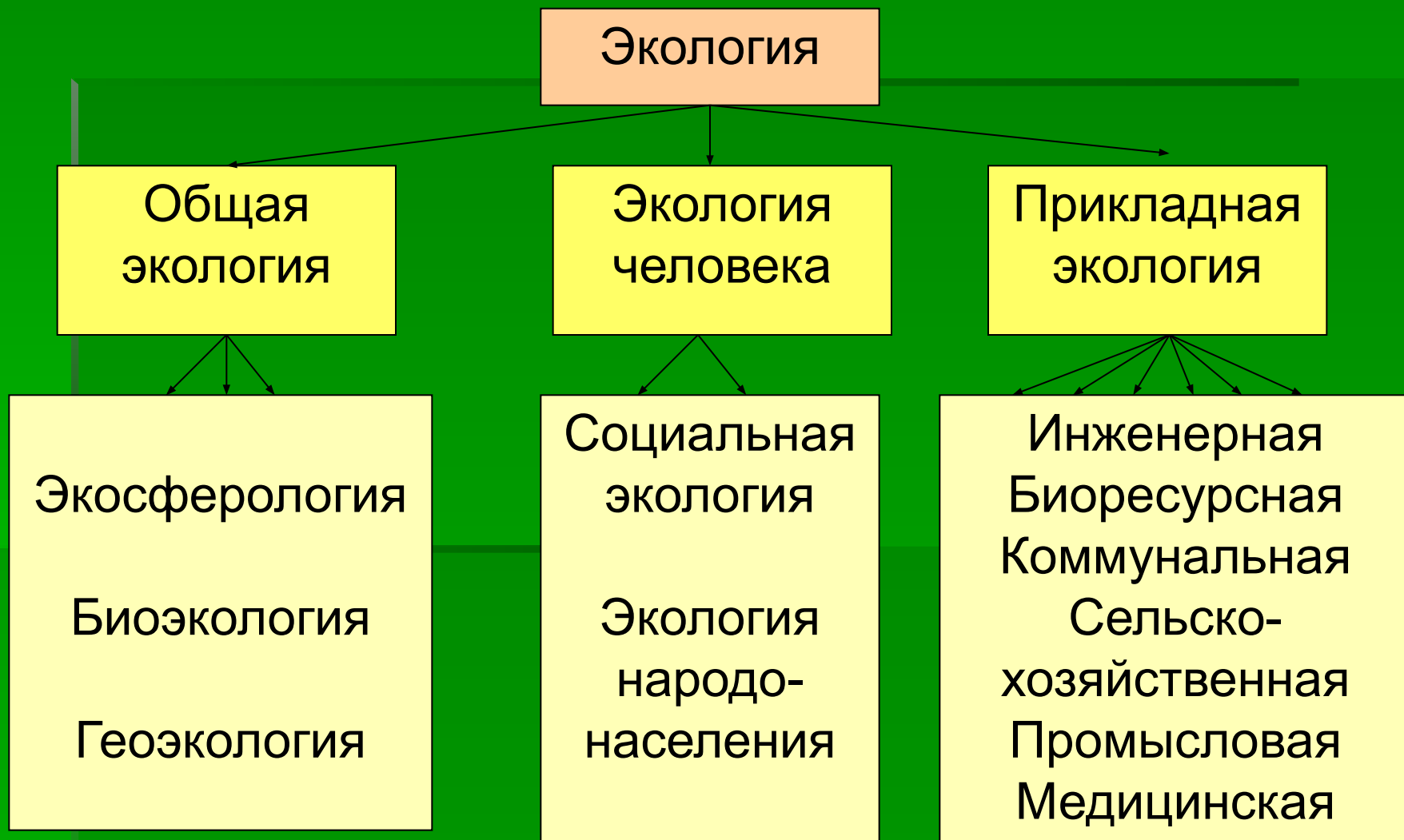
Теоретические задачи экологии

- Разработка общей теории устойчивости экологических систем
- Изучение экологических механизмов адаптации к среде
- Исследование регуляции численности популяций
- Исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости
- Моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов

Прикладные задачи экологии

- Сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов
- Оптимизация инженерных экономических организационно-правовых, социальных решений для экологически безопасного устойчивого развития
- Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий деятельности человека для окружающей среды

Структура экологии



Структура экологии

Биоэкология

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

Аутэкология - изучает взаимодействие организмов отдельного вида со средой обитания

Популяционная экология (демэкология) – изучает структуру и динамику популяций

Синэкология - изучает сообщества организмов (биоценозы)

Биогеоценология – изучает строение и функционирование биогеоценозов

Этапы взаимодействия человеческого общества и природы

- 1 этап – этап охотничества-собираательства
- 2 этап – этап аграрной цивилизации ~ 10 тыс. лет назад
- 3 этап – этап индустриальной цивилизации
- Современное состояние биосферы

1. Этап охотничества-собираательства

- Влияние человека на среду незначительное
- Использование огня для загона и ловли дичи
- Пожары, разрушение растительных сообществ,
- Обеднение видового состава крупных позвоночных

2. Этап аграрной цивилизации

(Скотоводство и земледелие, ~ 10 тыс. лет назад)

Положительный результат:

- ✓ Увеличение численности населения
- ✓ Возникновение ремесел
- ✓ Совершенствование орудий труда
- ✓ Зарождение процесса урбанизации

Негативные последствия:

- ✓ Уничтожение лесов,
- ✓ Засоление почв
- ✓ Опустынивание,
- ✓ -Вымирание крупных представителей фауны

3. Этап индустриальной цивилизации

(Зарождение и развитие промышленности, XIX в.)

Положительный результат:

- ✓ Строятся города
- ✓ Улучшается медицинское обслуживание
- ✓ Улучшается качество питания
- ✓ Люди получают образование

Негативные последствия:

- ✓ Демографический взрыв
- ✓ Уменьшение разнообразия естественной среды
- ✓ Нарушение круговорота веществ
- ✓ Резкий рост потребления энергии – нехватка энергоресурсов

Современное состояние биосферы

1. Преобразование планеты: уничтожение лесов, истощение полезных ископаемых, создание новых водохранилищ и т.п.
2. Изменяется химический состав воздуха, воды, почвы.
3. Снижаются темпы процесса самоочищения

Экологический кризис

- Это стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой до предела обостряются противоречия между экономикой и экологией, а способности саморегулирования экосистем в условиях антропогенного воздействия существенно подорваны.

Экологическая катастрофа характеризуется невозможностью восстановления нарушенных характеристик системы

Современные проблемы ЭКОЛОГИИ

- демографическая проблема
- истощение природных ресурсов
- проблемы энергетики
- загрязнение биосферы:
 - кислотные дожди
 - разрушение озонового слоя
 - парниковый эффект и др.
- проблемы здоровья человека

Пути выхода из экологического кризиса

- экологизация технологий;
- экономизация производств;
- административно-правовое воздействие;
- экологическое просвещение;
- международно-правовая защита.

Концепция устойчивого развития Рио-де-Жанейро, **1992** г.

- **Устойчивое развитие** – самоподдерживающееся развитие, сбалансированное развитие
- **Устойчивое развитие** – развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводящий к деградиционным изменениям окружающей среды

Системные законы экологии

Основные законы

- Закон больших чисел
- Принцип Ле Шателье – Брауна
- Закон всеобщей связи

Следствия

- Закон цепных реакций
- Закон оптимальности
- Законы экологии Б. Коммонера

Закон больших чисел

Совокупное действие большого числа случайных факторов приводит, при некоторых общих условиях, к результату, почти не зависящему от случая, т.е. имеющему системный характер.

Принцип Ле Шателье – Брауна

При внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в направлении, при котором эффект внешнего воздействия уменьшается.

Закон всеобщей связи

Любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды; изолированное саморазвитие невозможно.

Закон цепных реакций

Любое частное изменение в системе неизбежно приводит к развитию цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых взаимосвязей и новой системной иерархии.

Закон оптимальности

Любая система функционирует с наибольшей эффективностью в некоторых характерных для нее пространственно-временных пределах.

Законы экологии

Б. Коммонера

«Все связано со всем»

«Все должно куда-то деваться»

«Природа знает лучше»

«Ничто не дается даром»

Тема **2.** Закономерности развития биосферы

Учение о биосфере

- **Биосфера** – это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами
- Биосфера - живые организмы и продукты их жизнедеятельности

Ж. Б. Ламарк (нач. XIX в.)

Э. Зюсс (1875 г.)

В. И. Вернадский

Планета Земля

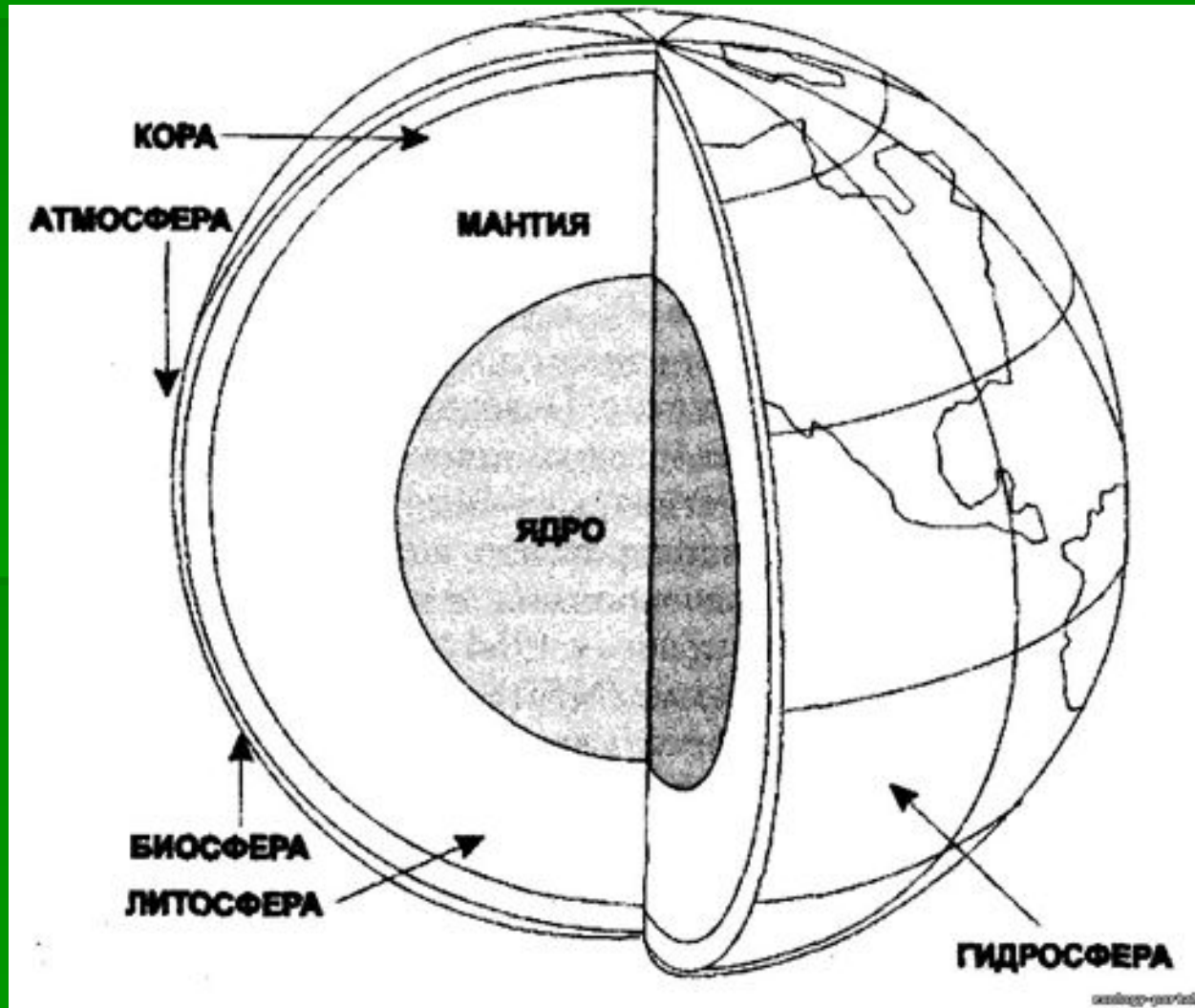
$m = 6\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$ тонн

$V = 1\,083\,000\,000\,000$ куб. км.

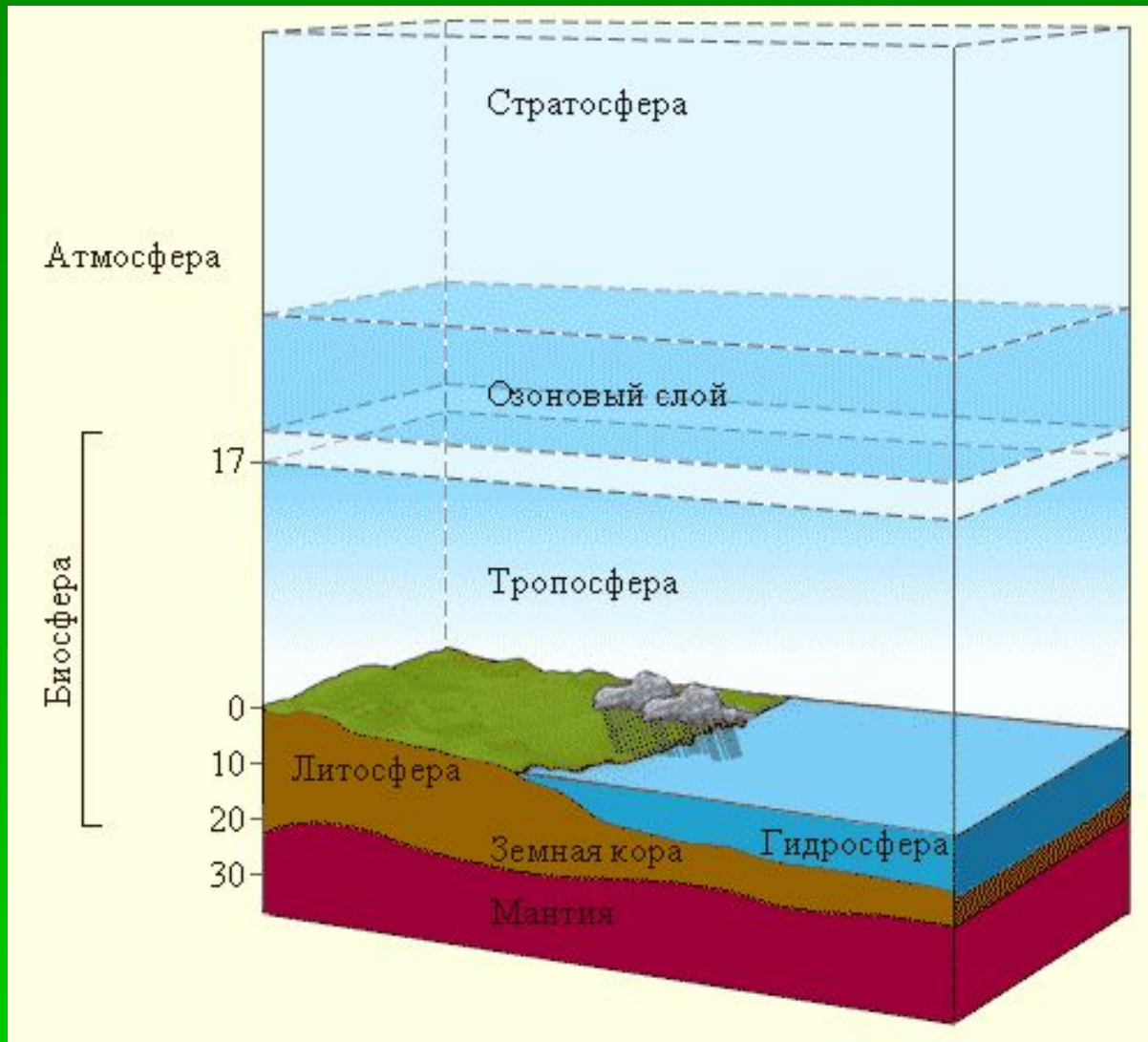
$S = 5\,102\,000\,000$ кв. км.



Структура биосферы



Структура биосферы



Аэробiosфера
Тропобiosфера
Альтобiosфера
Парабiosфера
Гидробiosфера
Аквабiosфера
Маринобiosфера
Литобiosфера
Террабiosфера
Узлитосфера

Категории вещества в биосфере

- *Живое вещество (2.4×10^{12} т, 97% растения, 3% животные)*
- *Косное вещество*
- *Биокосное вещество*
- *Биогенное вещество*
- *Радиоактивное вещество*
- *Вещество космического происхождения*
- *Рассеянные атомы*

Сущность учения Вернадского В. И.

- Роль живого вещества
- Функции биосферы

Функции биосферы

1) *организованность;*

2) *устойчивость;*

3) *эмерджентность;*

4) *разнообразие видов.*

Свойства живого вещества

- Высокая химическая активность благодаря биологическим катализаторам (ферментам)
- Высокая скорость протекания реакций
- Высокая скорость обновления живого вещества
- Способность быстро занимать все свободное пространство (правило «максимального давления жизни»)
- Возможность произвольного перемещения в пространстве
- Наличие специфических химических соединений
- Высокая приспособительная способность (адаптация)

Функции живого вещества в биосфере

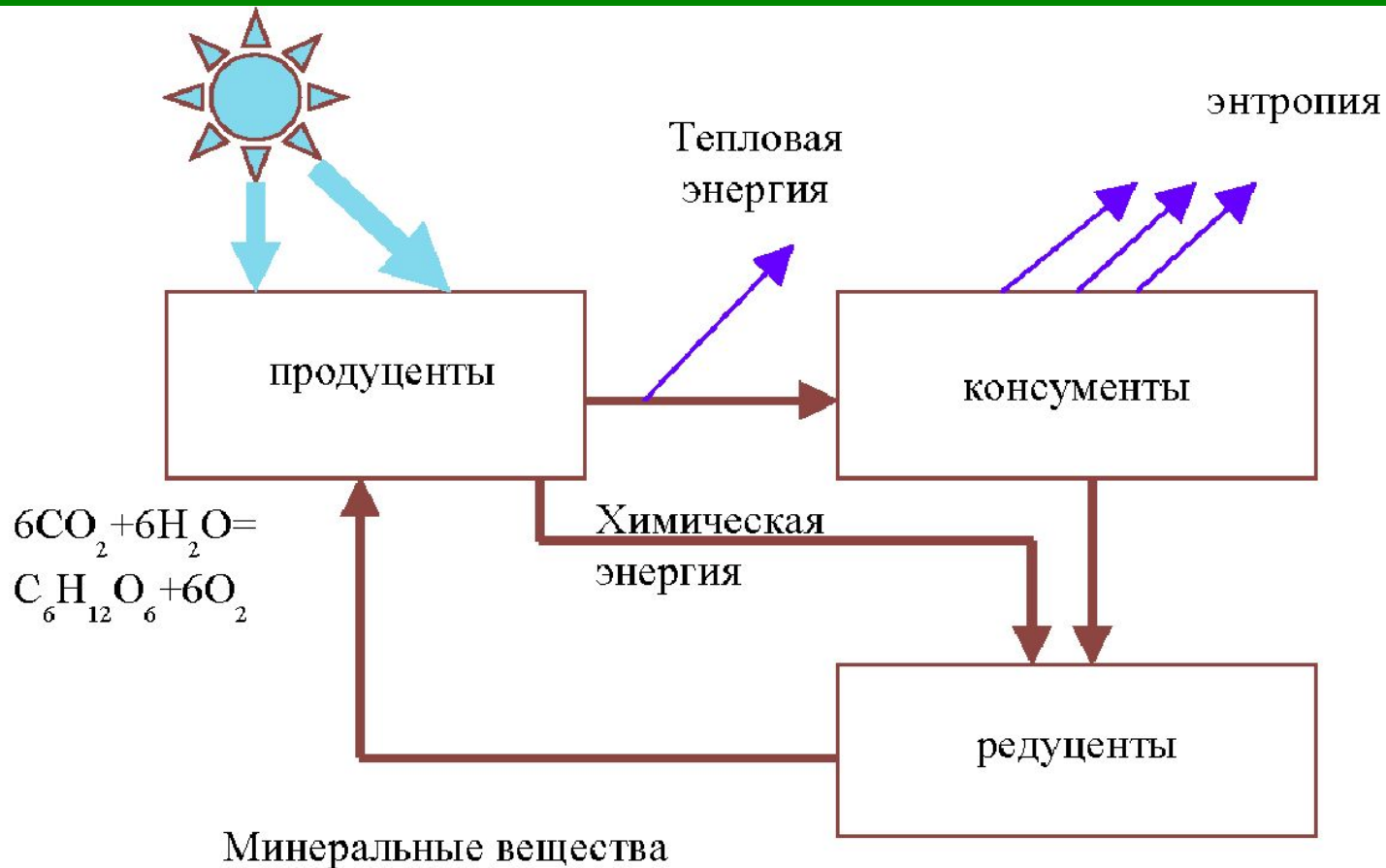
- Энергетическая
- Газовая функция
- Концентрационная
- Окислительно-восстановительная
- Деструктивная
- Средообразующая
- Информационная

Категории живого вещества в биосфере

- Продуценты (автотрофы) – самопитающиеся
- Консументы (гетеротрофы) – питающиеся другими
- Редуценты (миксотрофы) – разлагающие живые вещества



Потоки вещества и энергии в биосфере



Эволюция биосферы

| | |
|----------------------------|---|
| ~ 4,7–4,6 млрд. лет назад | Вода является первой средой жизни на Земле. |
| ~3,5 - 1,5 млрд. лет назад | Первые простейшие одноклеточные организмы, анаэробы, прокариоты. Начинается выделение кислорода. |
| ~1,5 - 2 млрд. лет назад | Появление эукариотов. Избыток кислорода в воде и его выделение в атмосферу. |
| ~1,4 млрд. лет назад | Развиваются многоклеточные организмы |
| ~ 600 млн. лет назад | Кораллы, черви, первые позвоночные животные – рыбы, паразиты. Содержание кислорода достигло 0.6 %. Формируется вторая среда жизни – живой организм. Выход растений на сушу. |
| 400–350 млн. лет | Наземная растительность, пресмыкающиеся, бурный рост лесов, первые насекомые, крупные животные. Уровень кислорода – 21 %. Формирование почвы и воздушно-наземной среды жизни. |
| 40 тыс. лет назад | Появление человека. |
| Н.в. | Экологический кризис. Техносфера. |

Ноосфера

- Будущая стадия развития биосферы
- **Сфера разума**
- Качественно новая, высшая стадия развития биосферы под контролем разумной деятельности человека

Тема 3. Экологические факторы

Экологические факторы

- *Среда, среда обитания, окружающая среда*
- *Экологические факторы* – это определенные условия и элементы среды, которые оказывают специфическое воздействие на живой организм.

Классификация экологических факторов

1. Абиотические факторы

- Физические факторы
- Химические факторы
- Эдафические факторы

2. Биотические факторы

- Внутривидовые взаимодействия
- Межвидовые взаимодействия
- Воздействие на неживую природу (микроклимат)

3. Антропогенные факторы

Абиотические факторы

Физические факторы

- ❖ Температура
- ❖ Влажность воздушной среды
- ❖ Давление
- ❖ Движение воздушных масс

Химические факторы

- ❖ Соленость воды
- ❖ Содержание кислорода в воздухе

Эдафические факторы

- ❖ Влажность почвы
- ❖ Структура почвы
- ❖ Содержание биогенных элементов

Классификация экологических факторов

1. Абиотические факторы

2. Биотические факторы

- Внутривидовые взаимодействия
- Межвидовые взаимодействия
- Воздействие на неживую природу (микроклимат)

3. Антропогенные факторы

Межвидовые взаимодействия

| | | |
|-----|-------------------------------------|-------------------|
| 00 | нейтрализм | белка и лось |
| +0 | комменсализм | собака и репейник |
| -0 | амменсализм | травы под елью |
| ++ | симбиоз: мутуализм, протокооперация | |
| -- | конкуренция | растения |
| + - | хищничество | лиса и заяц |
| + - | паразитизм | корова и блоха |

благоприятные (+), неблагоприятные(-),
нейтральные (0)

Антропогенные факторы

- Изменение структуры земной поверхности;
- Изменение состава биосферы, круговорота и баланса входящего в нее вещества;
- Изменение энергетического и теплового баланса отдельных участков и регионов;
- Изменения, вносимые в биоту.

Закономерности действия экологических факторов

Закон минимума Ю. Либиха (1840 г.):
величина урожая определяется количеством в почве того из элементов питания, потребность растения в котором удовлетворена меньше всего.

Закономерности действия экологических факторов

Уточнения закона Ю. Либиха:

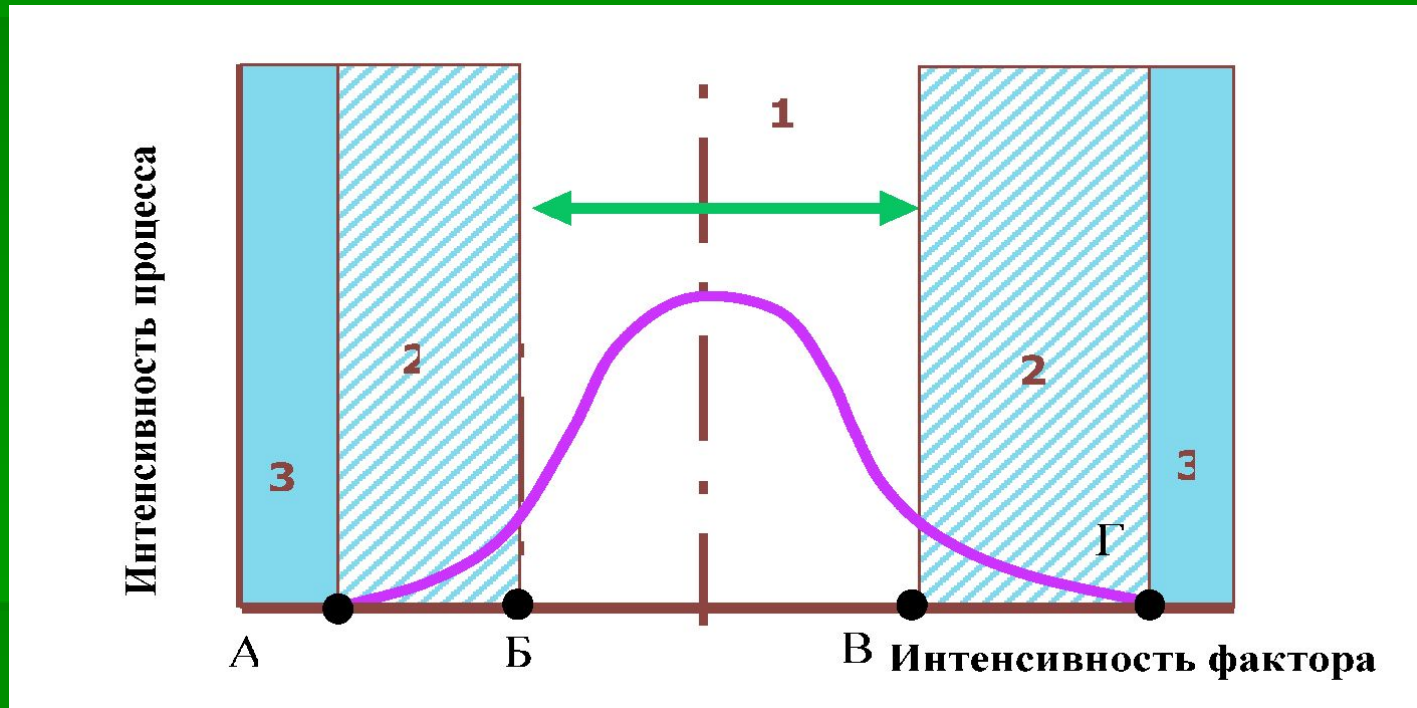
- Неоднозначное действие фактора на различные функции организма
- Эффект компенсации (взаимозаменяемости) факторов
- Закон незаменимости фундаментальных факторов
- Правило фазовых реакций «польза – вред»

Закономерности действия экологических факторов

Закон толерантности В. Шелфорда (1913 г.):
жизнеспособность организма определяет как недостаток, так и избыток экологического фактора

Лимитирующие факторы

Схема действия экологического фактора на живые организмы



- 1 – оптимум, зона нормальной жизнедеятельности
- 2 – зона пониженной жизнедеятельности (угнетение)
- 3 – зона гибели

Адаптация живых организмов

- Поведенческая
- Физиологическая
- Морфологическая

Адаптация – процесс приспособления организма к определенным условиям окружающей среды.

Экологическая ниша

- *Ареал, местообитание*
- **Экологическая ниша** – это совокупность всех факторов и условий среды (физической пространство, способ питания, образ жизни, взаимоотношения с другими видами), в пределах которых может существовать вид в природе.

Экологическая ниша

- Каждый организм имеет специфическую экологическую нишу
- Два вида не занимают одну и ту же нишу
- Пустующая экологическая ниша всегда будет заполнена

Абиотические факторы наземной среды (климатические)

❖ Температура

$t > 80^{\circ}\text{C}$ насекомые, моллюски

t до -70°C водоросли, лишайники, пингвины

❖ Свет, энергия солнца

❖ Количество осадков

$\lambda < 380$ нм

ультрафиолетовая
часть спектра

❖ Влажность воздушной среды

$\lambda = 380-760$ нм видимая
часть спектра

❖ Давление

$\lambda > 760$ нм инфракрасная
часть спектра

❖ Движение воздушных масс

❖ Высота над уровнем моря

❖ Рельеф местности

< 250 мм/год пустыни

250-750 мм/год степи (злаковые)

> 750 мм/год леса

Абиотические факторы почвенного покрова

Физические характеристики:

- ❖ Структура < 0,002 мм в диаметре глина
- ❖ Пористость 0,002-0,02 мм ил
- ❖ Температура 0,02-2,0 мм песок
- ❖ Теплоемкость > 2,0 мм гравий
- ❖ Влажность

Химические характеристики:

- ❖ Реакция среды
- ❖ Степень засоления
- ❖ Химический состав

Биологические характеристики:

- ❖ Живые организмы
 - ❖ Черви, населяющие почву
- pH < 7 кислая среда
pH = 7 нейтральная среда
pH > 7 щелочная

Абиотические факторы водной среды

❖ Плотность

❖ Теплоемкость

❖ Подвижность

❖ Температура

❖ Прозрачность

❖ Соленость

Мертвое море 240 г/л солей

Мировой океан 35 г/л

Черное море 19 г/л

Каспийское море 14 г/л

Тема 4. Экологические системы

Схема биогеоценоза (экосистемы) по В.Н.Сукачеву



Экосистема = биоценоз + биотоп

Экосистема А. Тенсли (1935 г.)
Биогеоценоз В.Н. Сукачев (1940 г.)

Классификация экосистем



Трофическая структура экосистемы

Пищевые (трофические) цепи - это последовательность организмов, в которой каждый из них съедает или разлагает другой. По пищевым цепям происходит передача веществ и энергии в экосистеме от звена к звену.

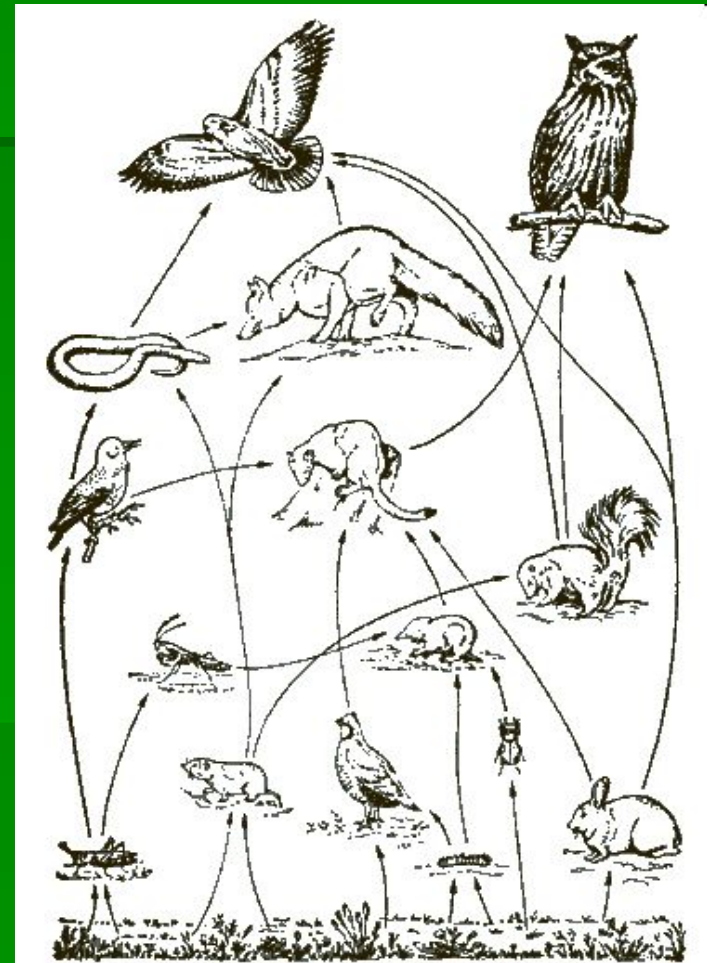
Трофическая структура экосистемы

- Продуценты (зеленые растения) - 1-й трофический уровень
- Растительноядные консументы – 2-й уровень
- Плотоядные консументы (хищники) – 3-й уровень.



Трофическая структура экосистемы

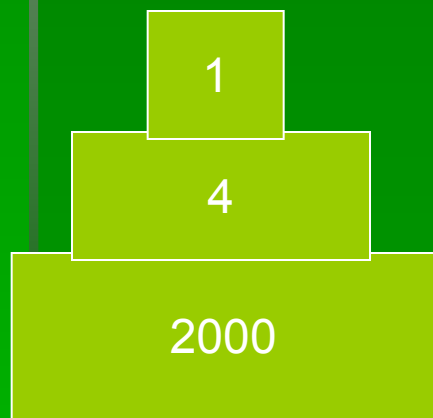
В природе пищевые цепи переплетаются, образуют пищевые трофические сети.



Пищевые связи в простой трофической сети
(по Р. Риклефсу).

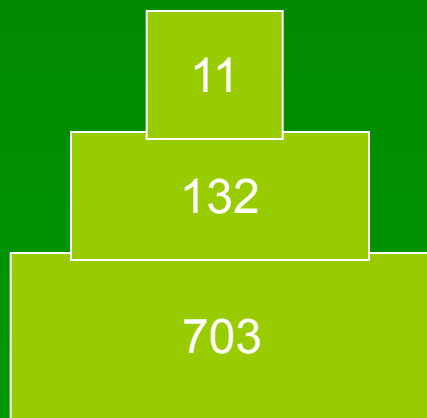
Экологические пирамиды

Пирамида численности



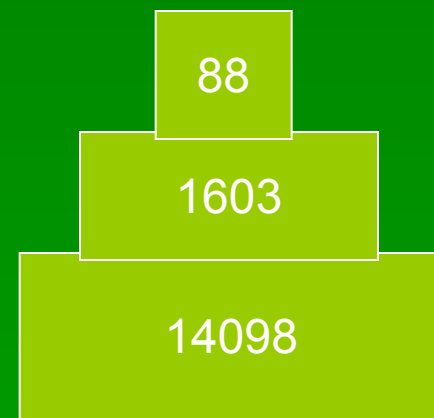
число особей, шт.

Пирамида биомассы



биомасса сухого
вещества в г на м².

Пирамида энергии



количество энергии
Дж/(м²×г).

Сверху вниз 1, 2, 3 трофические уровни

Экологические пирамиды

Правило десяти процентов

С одного трофического уровня экологической пирамиды на другой, более высокий ее уровень передается около 10 % энергии (1942 г. Р. Линдеман).

Правило биологического усиления

Если полезное вещество при его излишке легко выводится из организма, то вредное не только плохо выводится но и накапливается в пищевой цепи.

Продуктивность экосистем

Продуктивность - биомасса, производимая на единице площади в единицу времени

Первичная продукция – органическая масса, создаваемая продуцентами в единицу времени

Вторичная продукция – прирост массы консументов за единицу времени



Функционирование экосистем



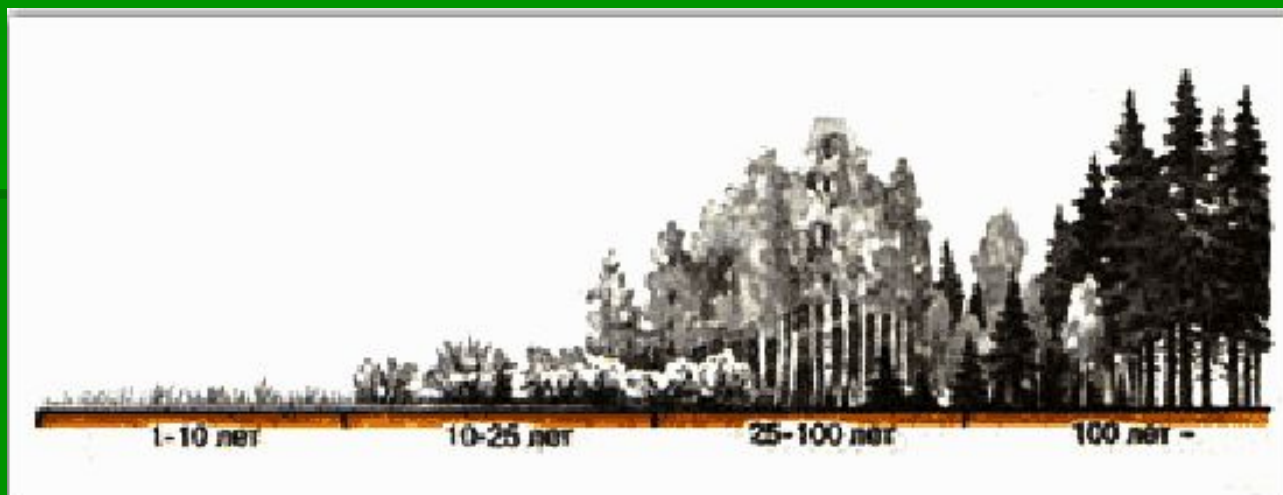
Гомеостаз - способность экосистем (организмов, популяций) противостоять изменениям и сохранять равновесие

Функционирование экосистем

Сукцессия – последовательная смена биоценозов на одной и той же территории в направлении повышения устойчивости экосистемы

Виды:

- первичная сукцессия
- вторичная сукцессия

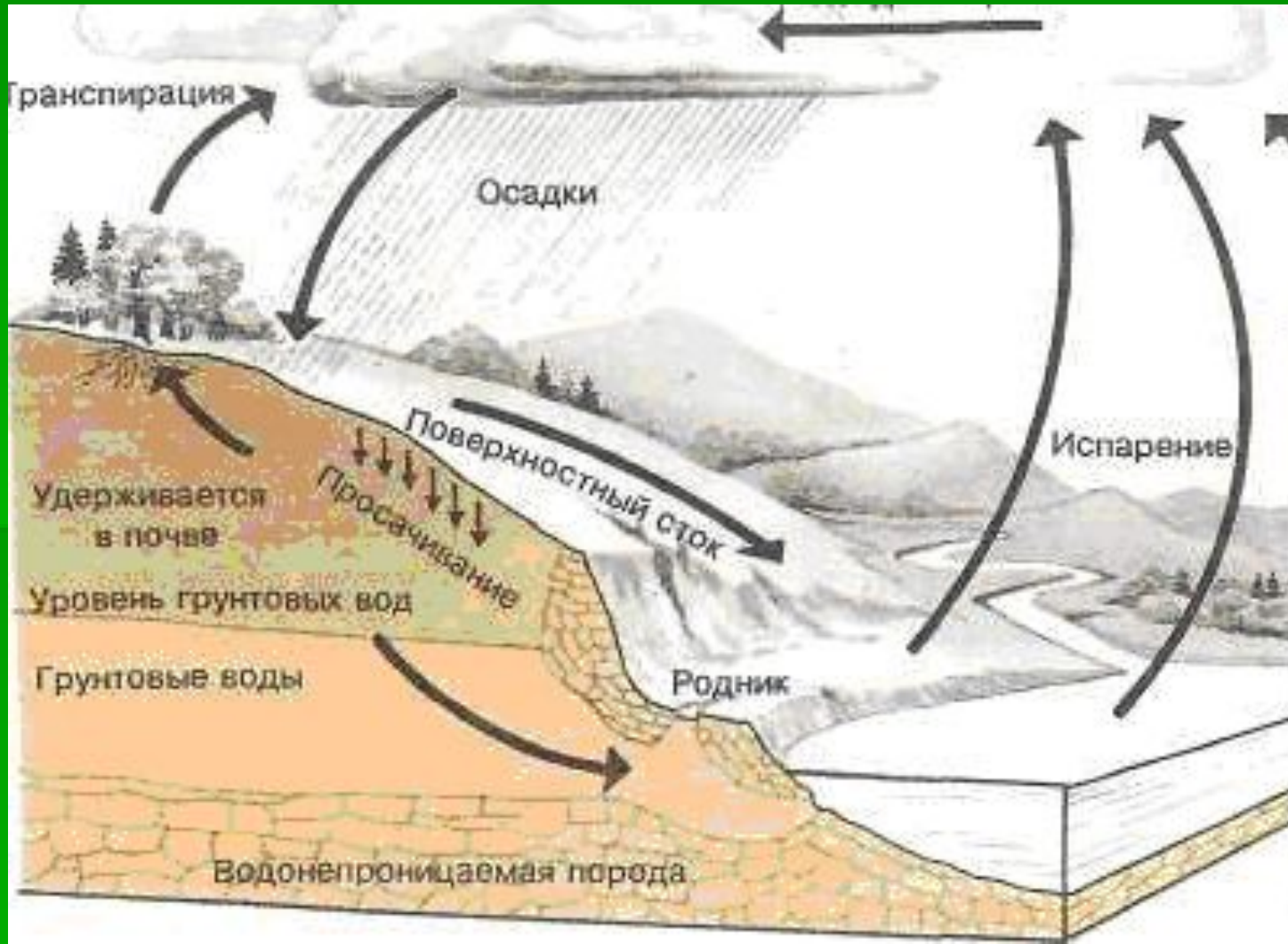


Общая картина вторичной сукцессии на покинутом сельскохозяйственном участке

Функционирование экосистем

- **Круговорот биогенных элементов (биогеохимический круговорот).**
Наиболее важные: вода, кислород, углерод, азот и фосфор.
- **Основной принцип функционирования экосистем:** Получение ресурсов и переработка отходов происходит в процессе круговорота всех элементов.

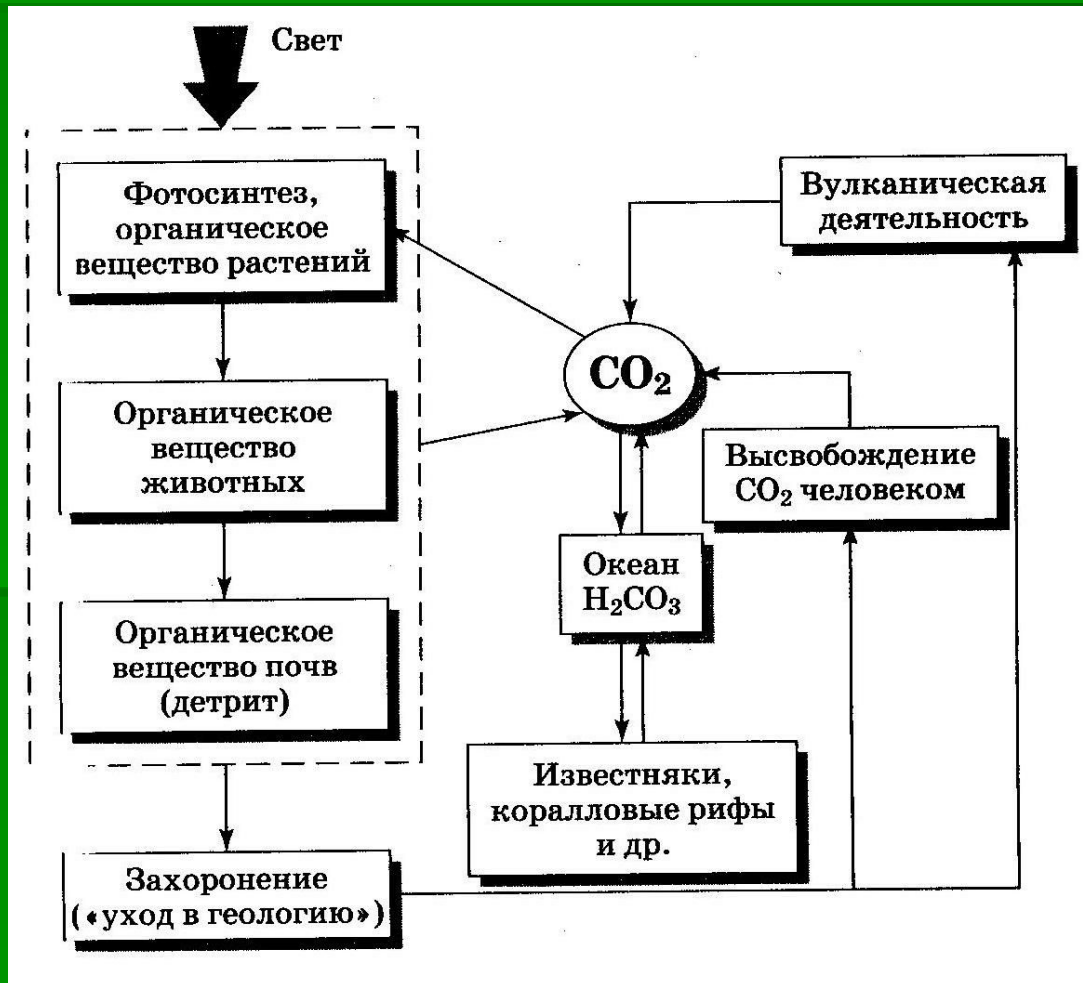
Круговорот воды в биосфере



Круговорот азота



Круговорот углерода



Тема 5.

Популяции

Популяции

Популяция – это совокупность особей одного вида, способная к самовоспроизведению, более или менее изолированная в пространстве и во времени от других аналогичных совокупностей одного и того же вида.

Количественные характеристики популяций:

Статические

Динамические

Статические показатели




Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

Плотность популяции – число особей, приходящихся на единицу занимаемого пространства (кол-во чел/км²)

Показатели структуры – возрастная, половая, размерная структуры

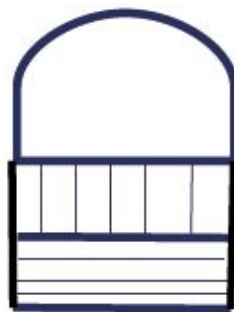
Статические показатели

Возрастная структура:

-  1. Предрепродуктивная (молодые особи)
-  2. Репродуктивная (взрослые особи)
-  3. Пострепродуктивная (старые особи)



Быстрорастущая,
развивающаяся популяция



Стабильная
популяция



Деградирующая,
сокращающаяся
популяция

Динамические показатели

1. Рождаемость – это число особей ΔN_n , родившихся в популяции за некоторый промежуток времени (Δt):

$$P = \Delta N_n / \Delta t$$

Удельная рождаемость – отношение рождаемости к исходной численности N

$$b = P / N = \Delta N_n / N \Delta t$$

Динамические показатели

2. Смертность – это число особей ΔN_m , погибших в популяции за некоторый промежуток времени Δt :

$$C = \Delta N_m / \Delta t$$

Удельная смертность – отношение смертности к исходной численности:

$$d = C / N = \Delta N_m / N \Delta t$$

Динамические показатели

3. Скорость изменения численности популяции:

$$\Delta N / \Delta t$$

Удельная скорость изменения численности:

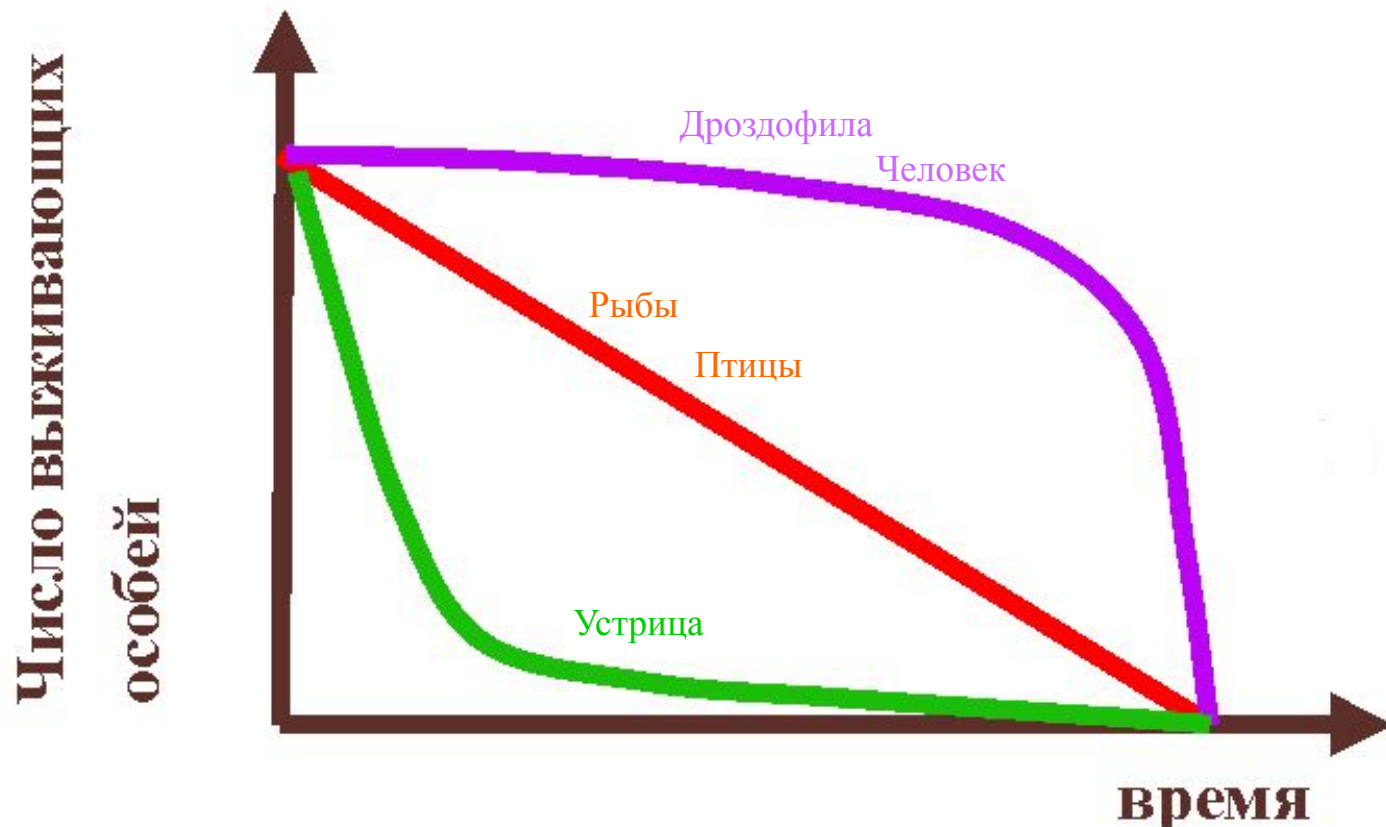
$$r = b - d$$

$b = d$, то $r = 0$ стационарное состояние

$b > d$, то $r > 0$ рост популяции

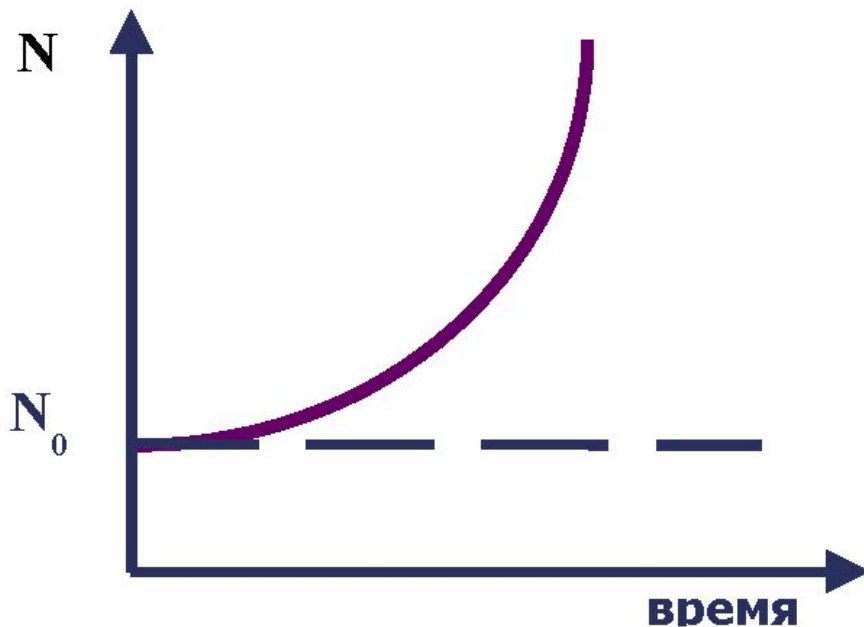
$b < d$, то $r < 0$ снижение численности

Динамика популяций: кривые выживания

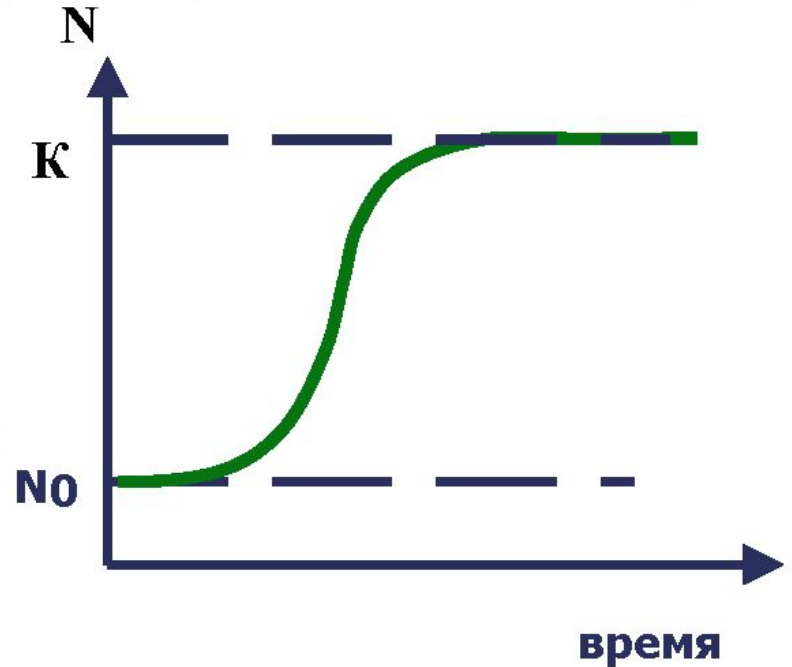


Динамика популяции: кривые роста

Экспоненциальный рост численности



Логистическая кривая роста



J-образная кривая роста численности

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

S-образная кривая роста численности

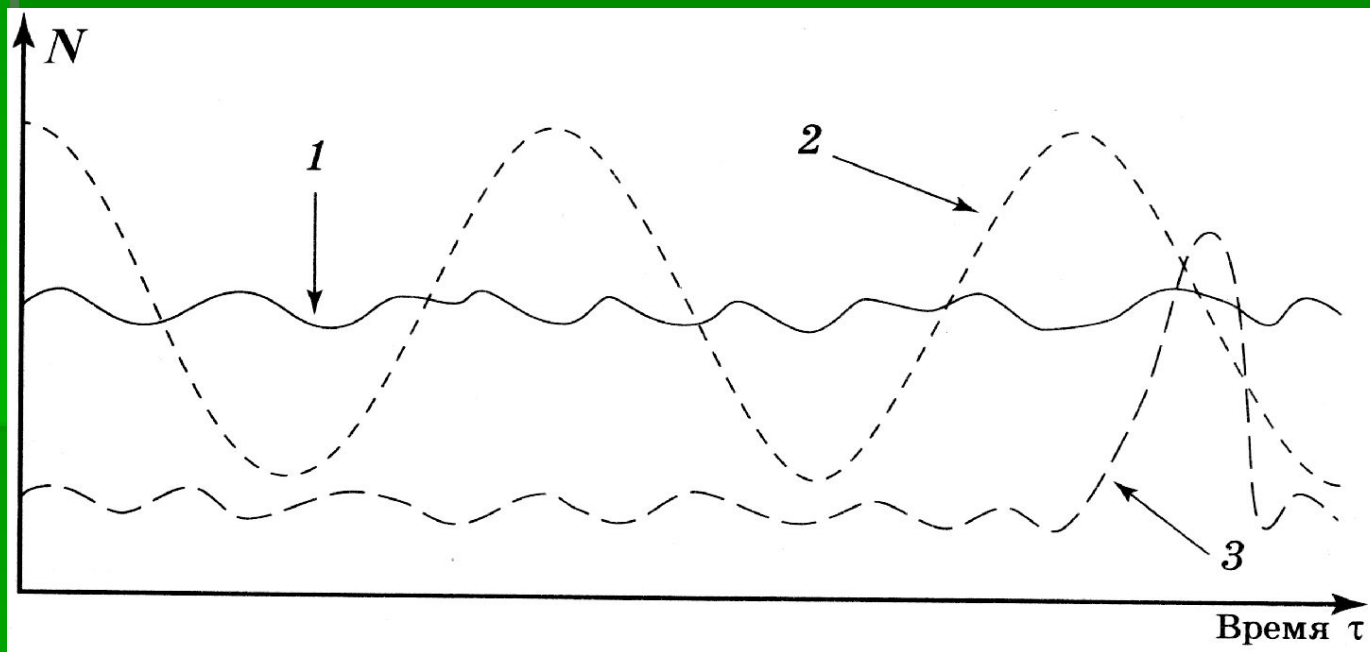
$$\frac{dN}{dt} = r_{\max} N \frac{(K-N)}{K}$$

Популяции

Биологическая емкость среды - степень способности природного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность (дыхание, питание, размножение, отдых и т.п.) определенному числу организмов и их сообществ без заметного нарушения самого окружения.

Популяционные волны

Популяционные волны – периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды



Кривые изменения численности популяций различных видов:
1 – стабильный; 2 – циклический; 3 – скачкообразный

«Паразит-хозяин» А. Лотка, «Хищник-жертва» В. Вольтерра