

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 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).

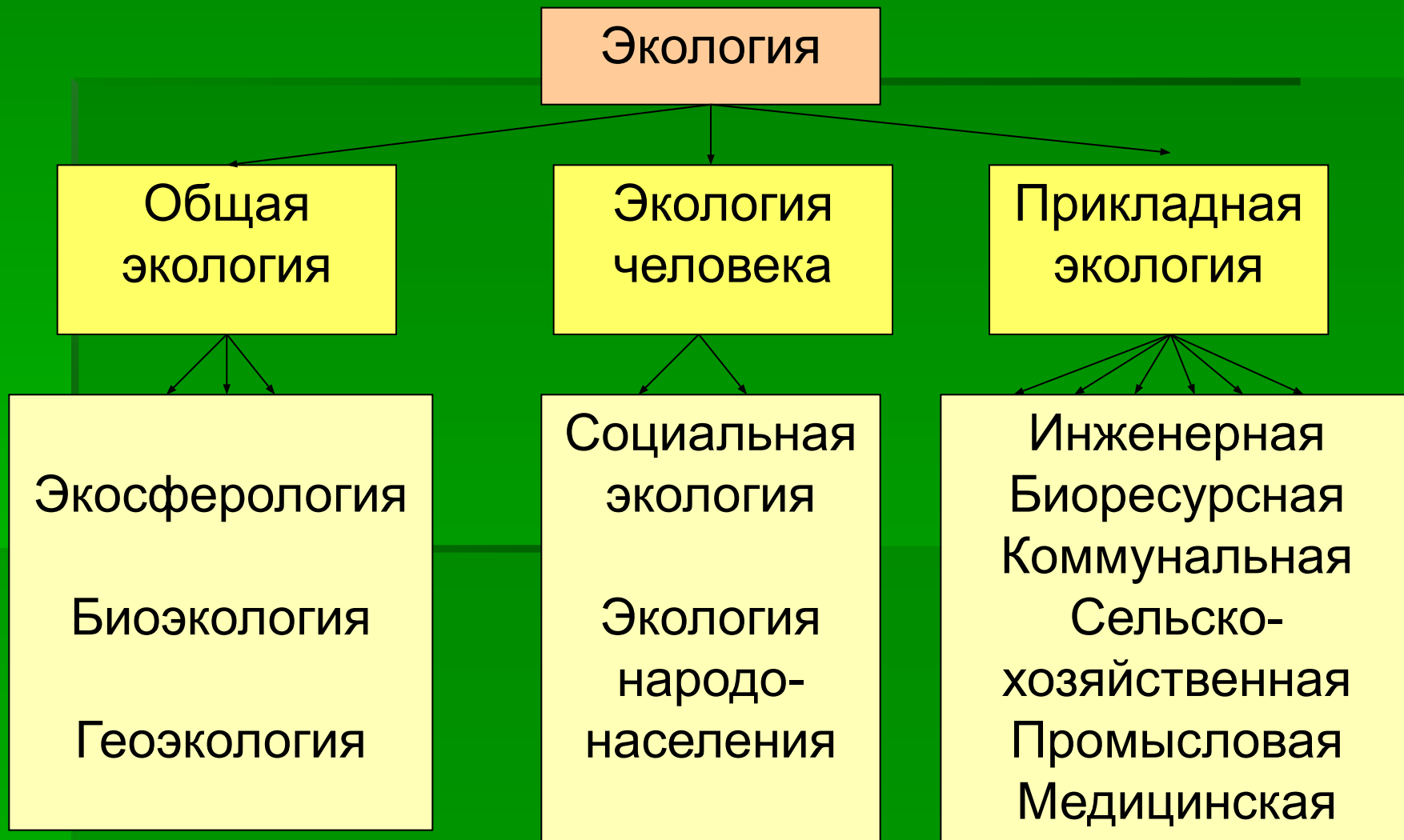
Теоретические задачи экологии

- 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];
```

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

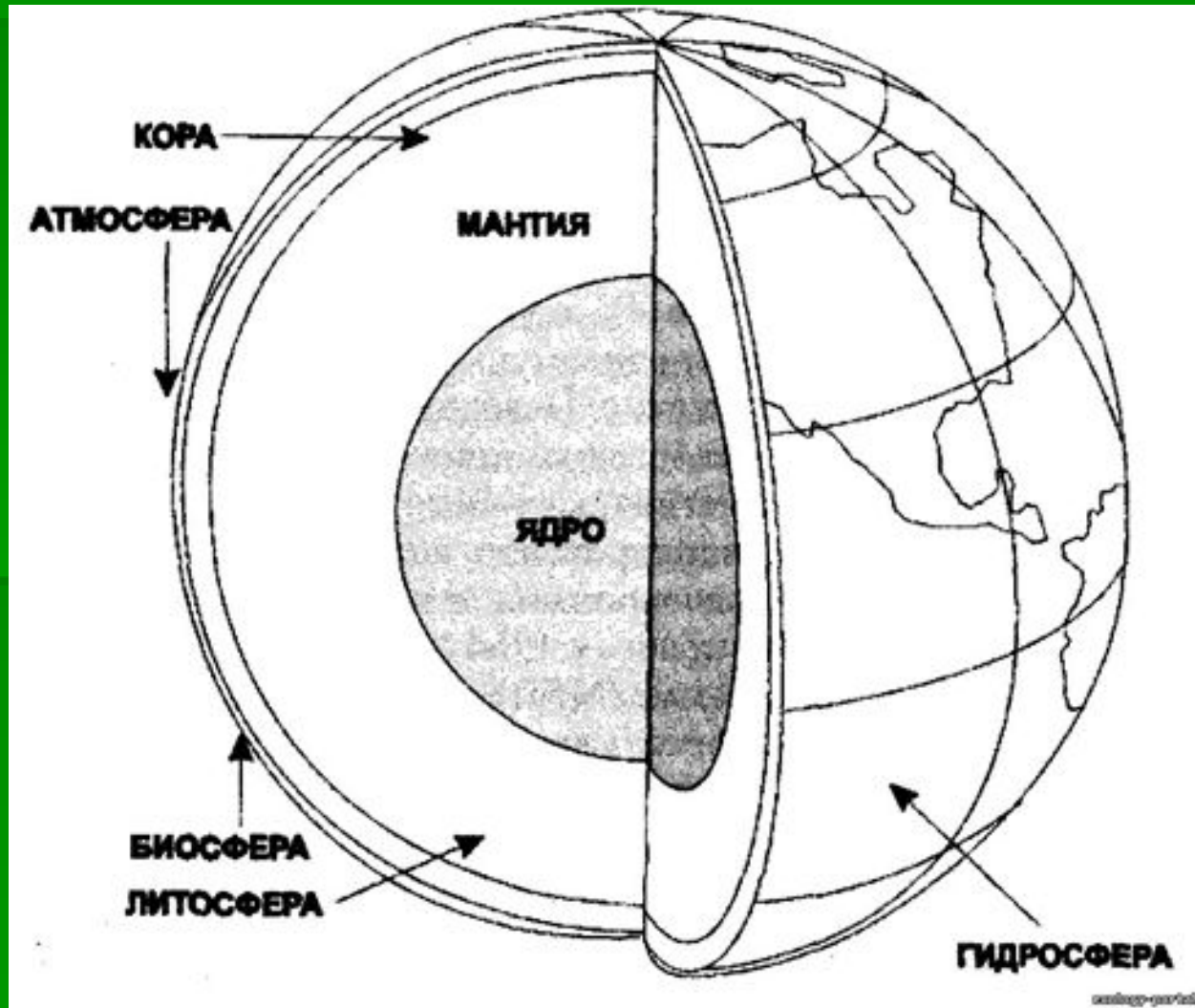
$m = 6\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$ тонн

$V = 1\,083\,000\,000\,000$ куб. км.

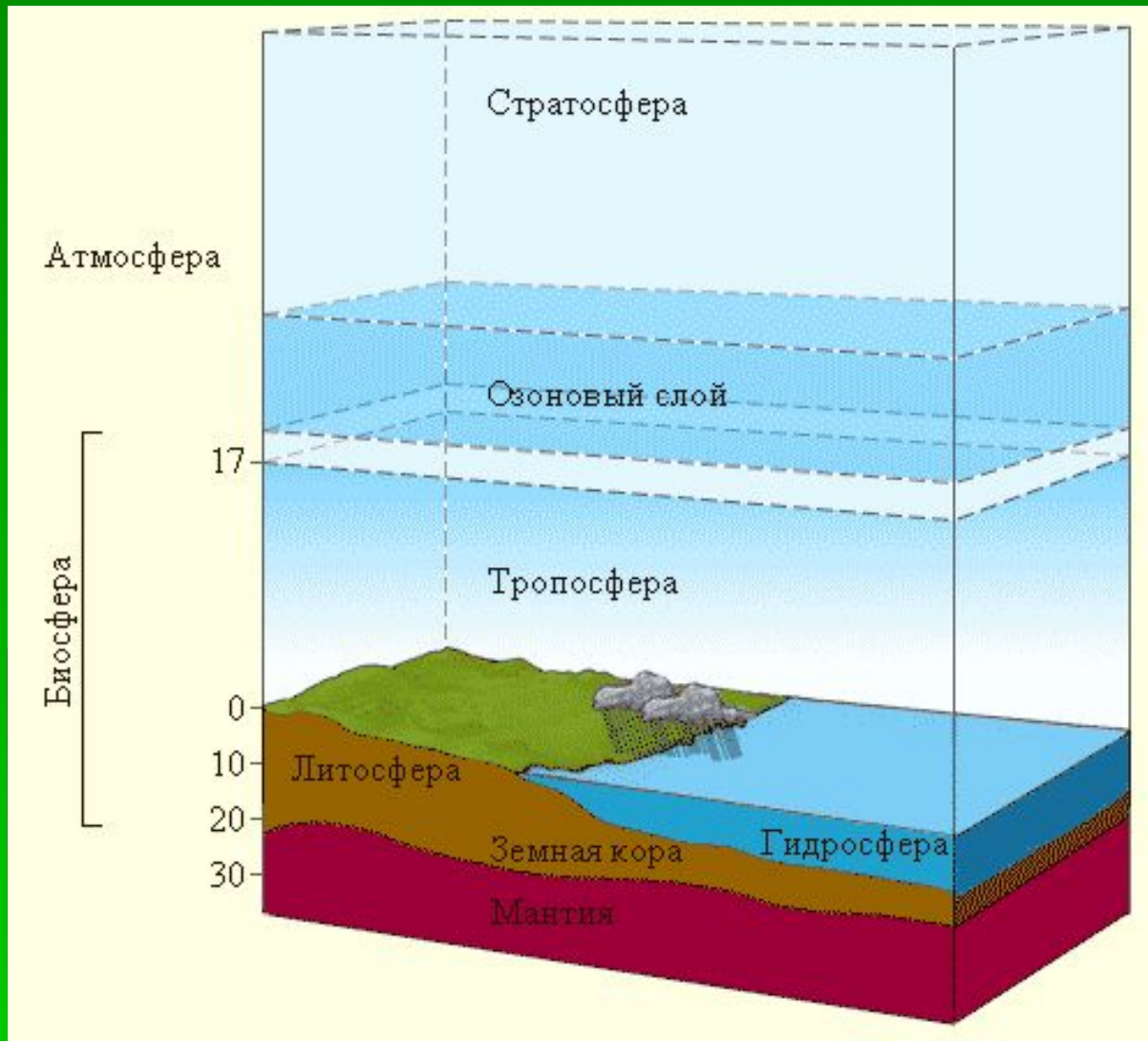
$S = 510\,200\,000$ кв. км.



Структура биосферы



Структура биосферы



*Аэробииосфера
Тропобииосфера
Альтобииосфера
Парабииосфера
Гидробииосфера
Аквабииосфера
Маринобииосфера
Литобииосфера
Террабииосфера
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

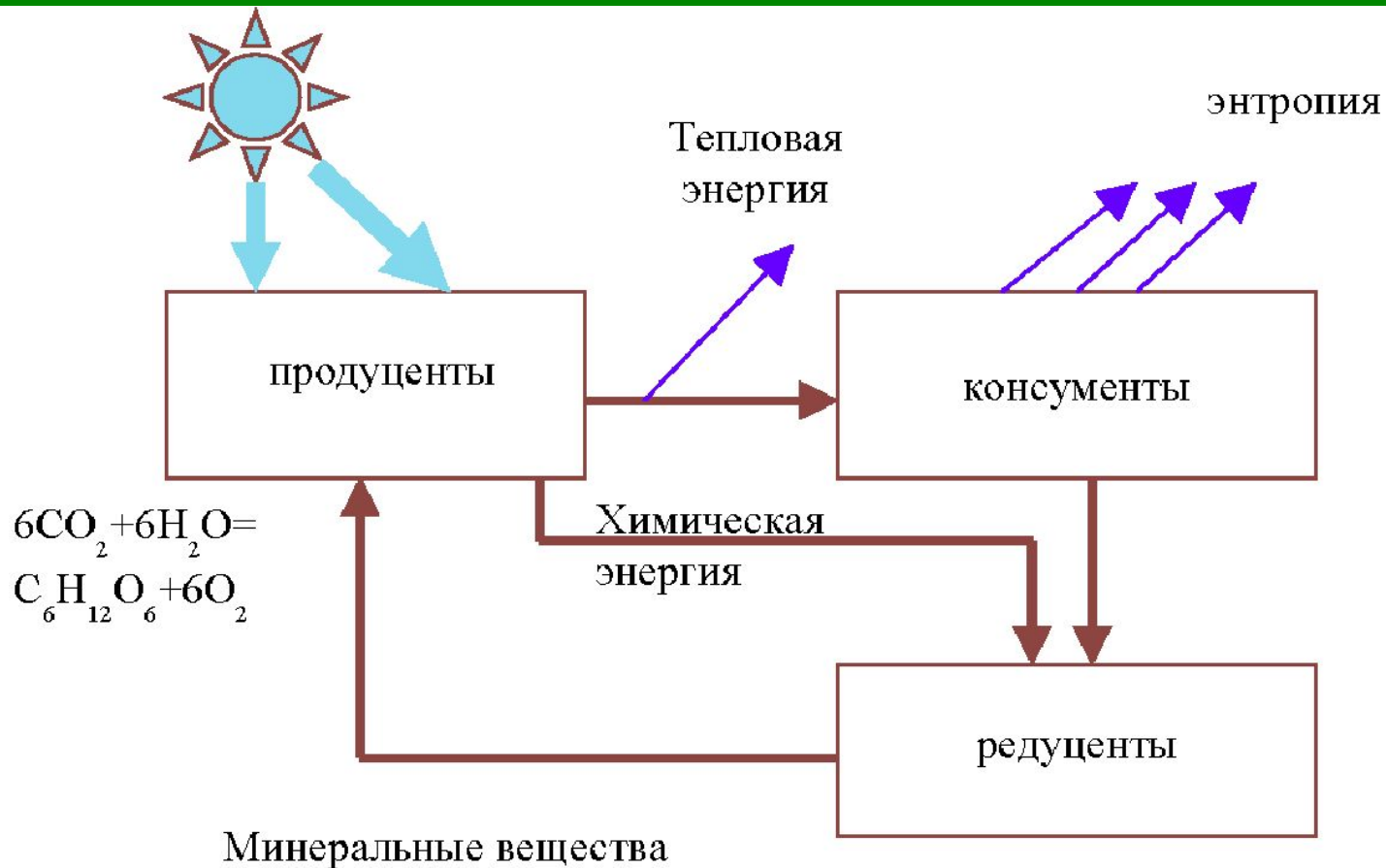
- Энергетическая
- Газовая функция
- Концентрационная
- Окислительно-восстановительная
- Деструктивная
- Средообразующая
- Информационная

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	аменсализм	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:

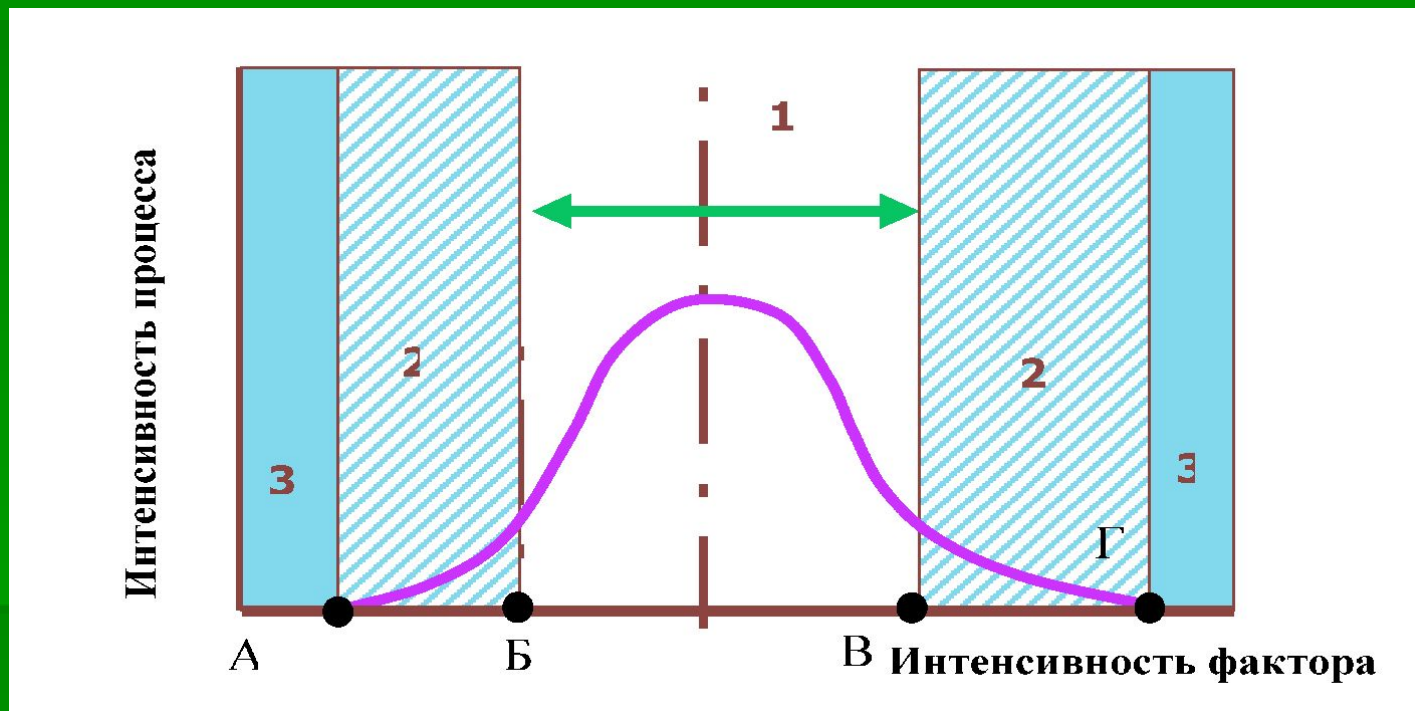
- Неоднозначное действие фактора на различные функции организма
- Эффект компенсации (взаимозаменяемости) факторов
- Закон незаменимости фундаментальных факторов
- Правило фазовых реакций «польза – вред»

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

❖ Влажность воздушной среды

❖ Давление

❖ Движение воздушных масс

❖ Высота над уровнем моря

❖ Рельеф местности

$\lambda < 380 \text{ нм}$

ультрафиолетовая
часть спектра

$\lambda = 380-760 \text{ нм}$ видимая
часть спектра

$\lambda > 760 \text{ нм}$ инфракрасная
часть спектра

$< 250 \text{ мм/год}$ пустыни

$250-750 \text{ мм/год}$ степи (злаковые)

$> 750 \text{ мм/год}$ 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.

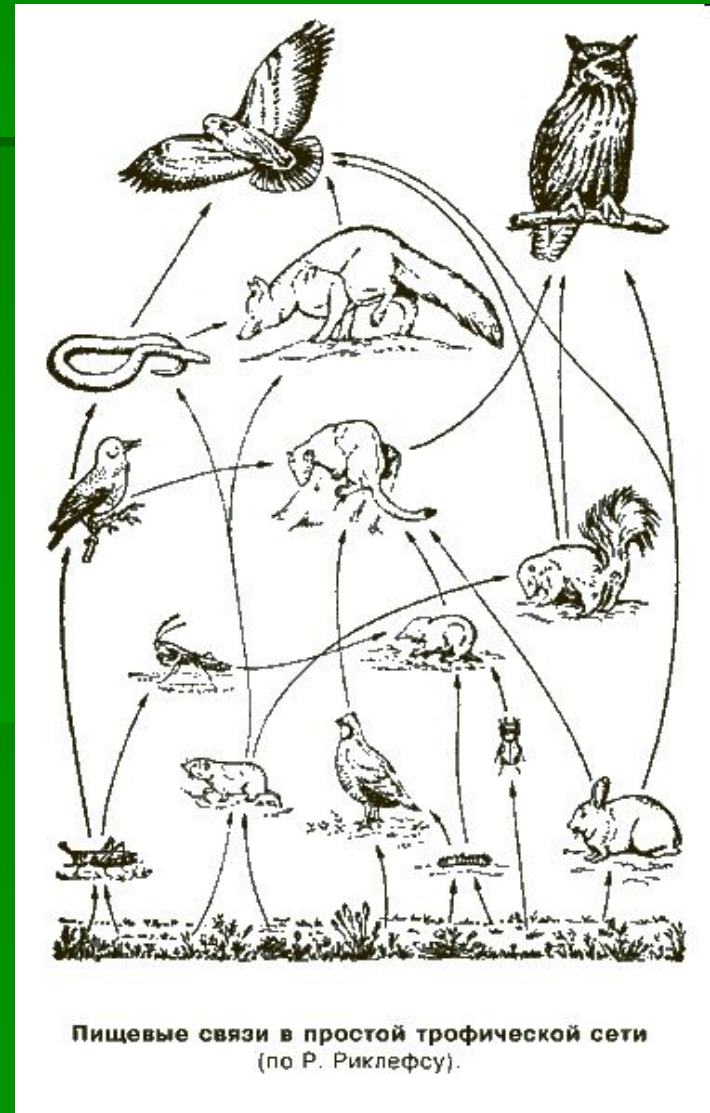
Трофическая структура экосистемы

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



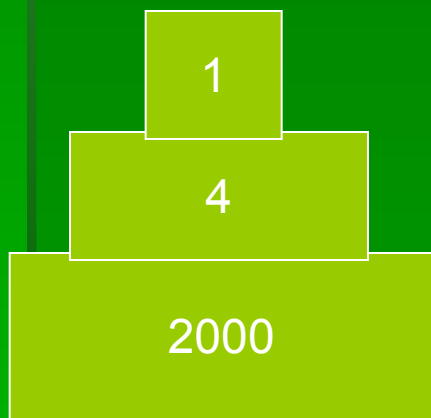
Трофическая структура экосистемы

В природе пищевые цепи переплетаются, образуют пищевые трофические сети.



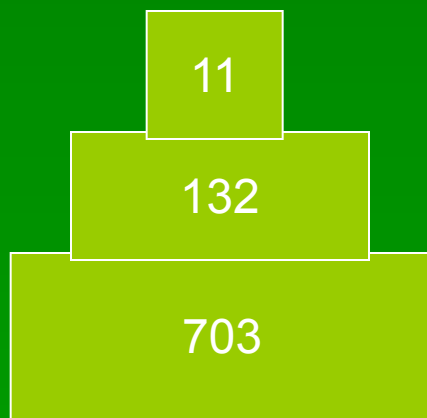
Экологические пирамиды

Пирамида численности



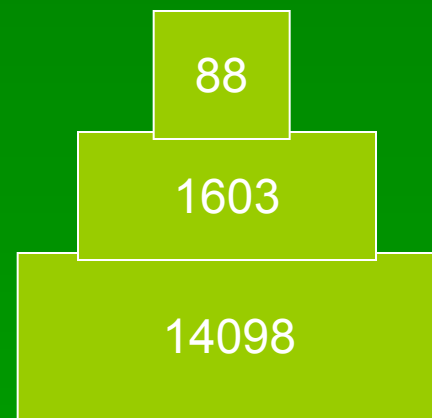
число особей, шт.

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

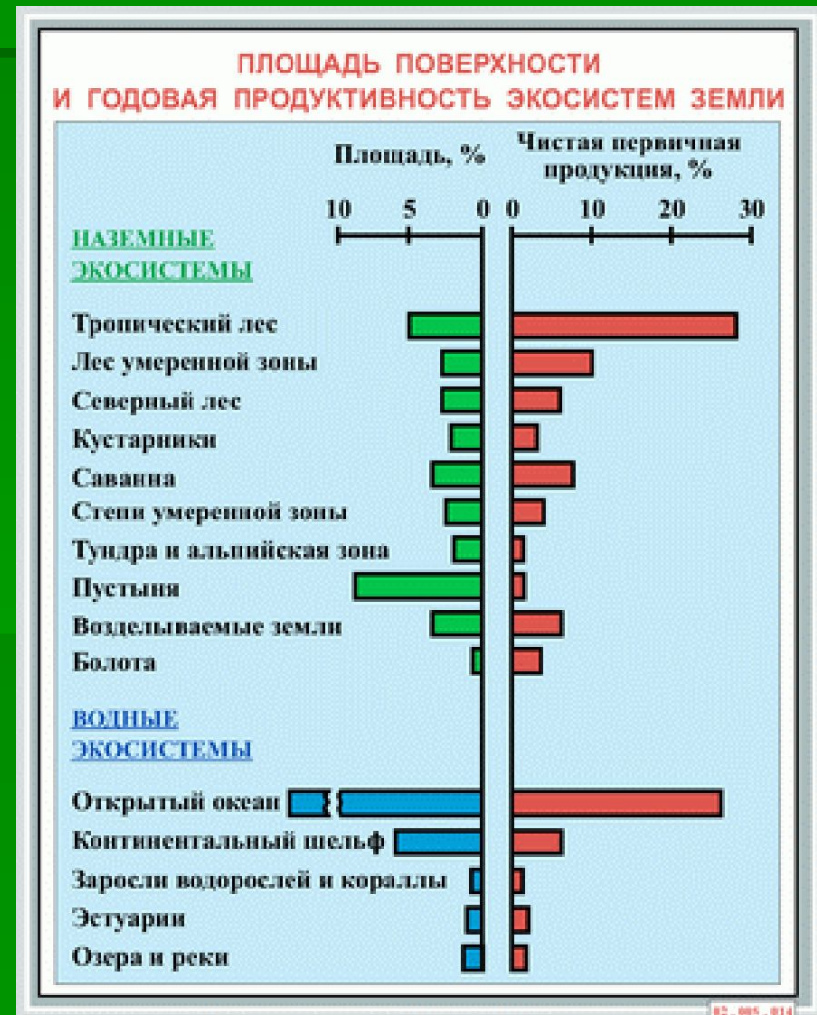
Если полезное вещество при его излишке легко выводится из организма, то вредное не только плохо выводится но и накапливается в пищевой цепи.

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



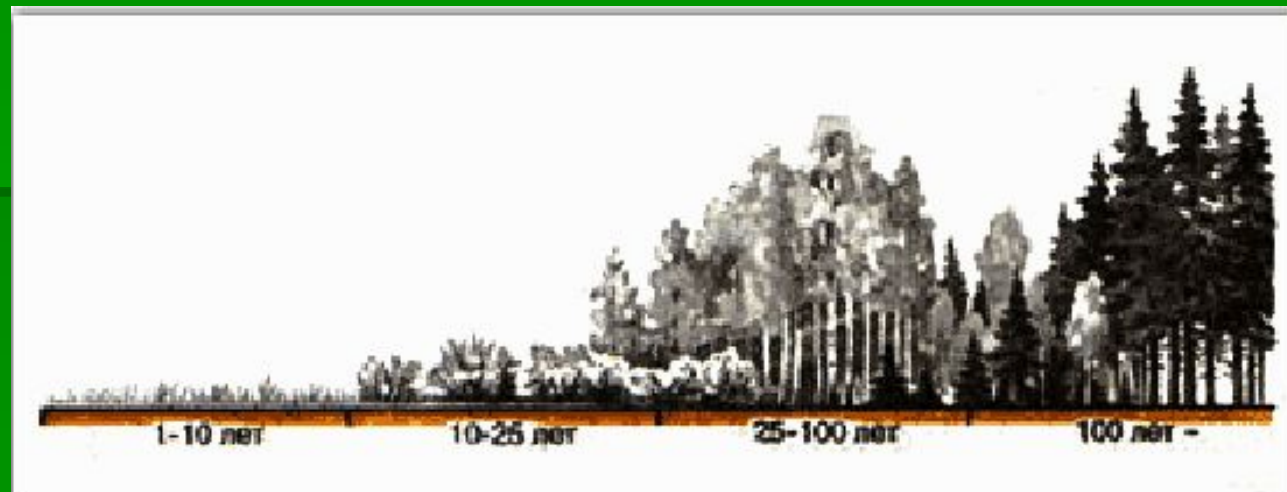
Гомеостаз - способность экосистем (организмов, популяций) противостоять изменениям и сохранять равновесие

Функционирование экосистем

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

Виды:

- первичная сукцессия
- вторичная сукцессия

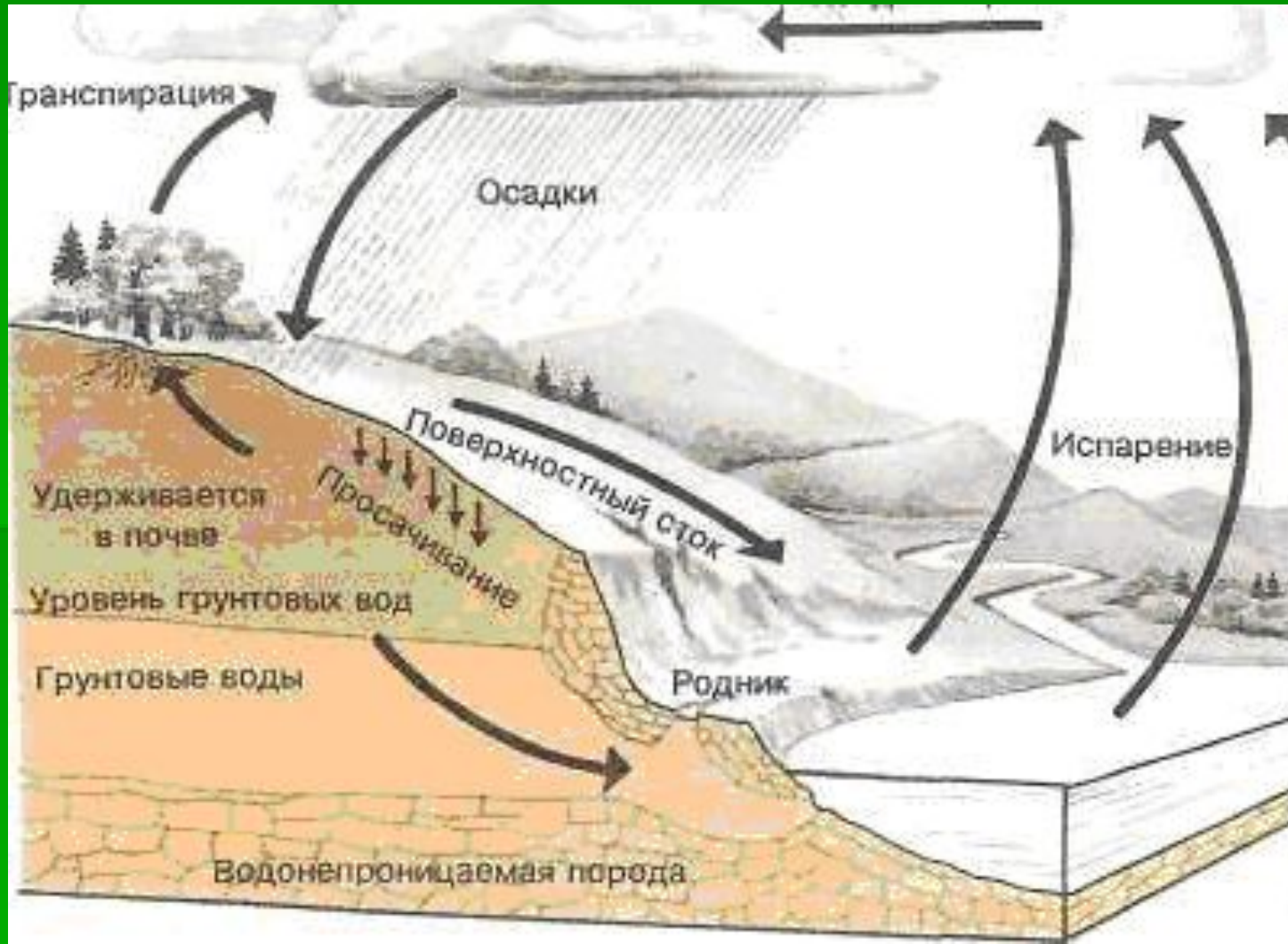


Общая картина вторичной сукцессии на покинутом сельскохозяйственном участке

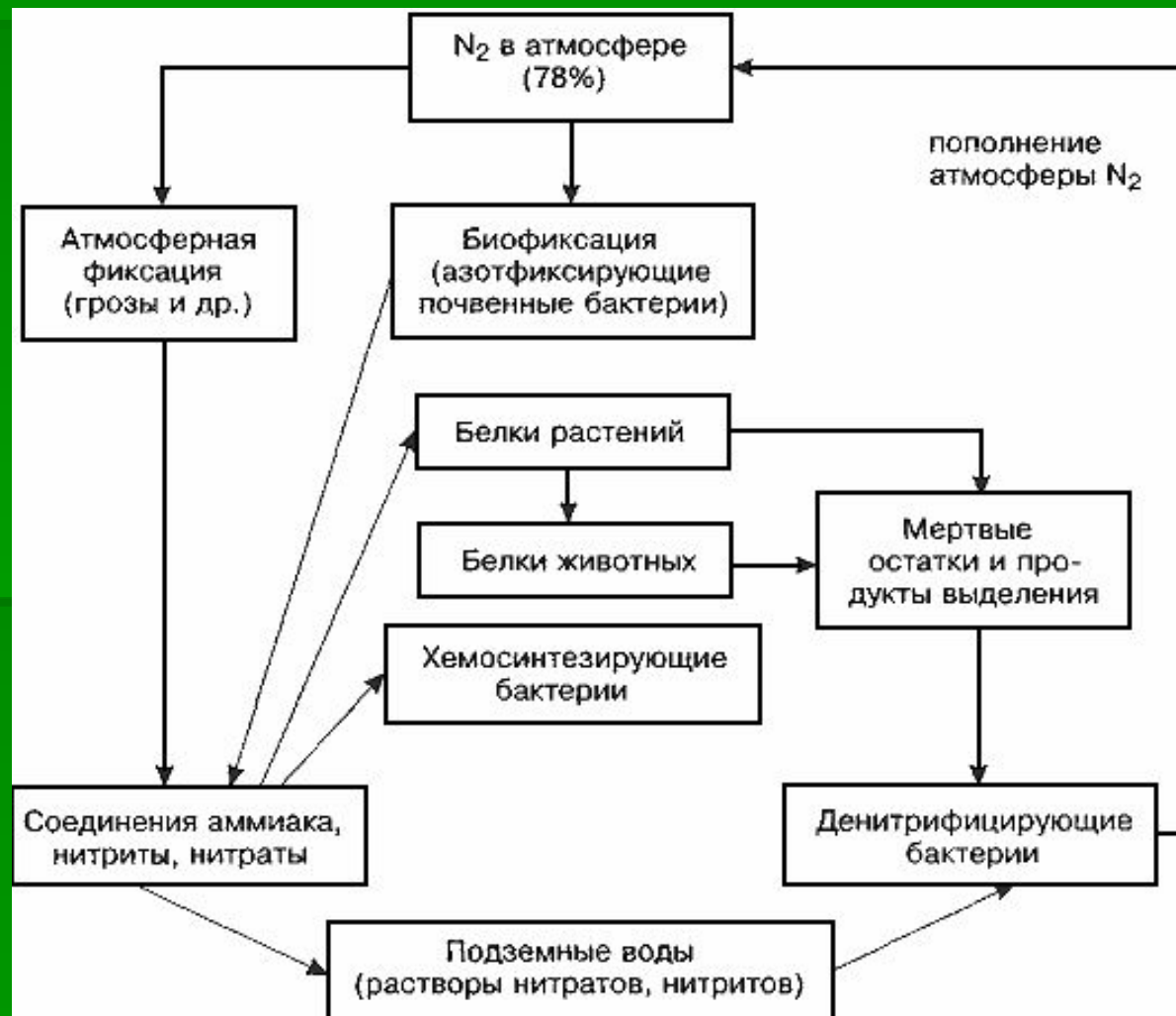
Функционирование экосистем

- 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.

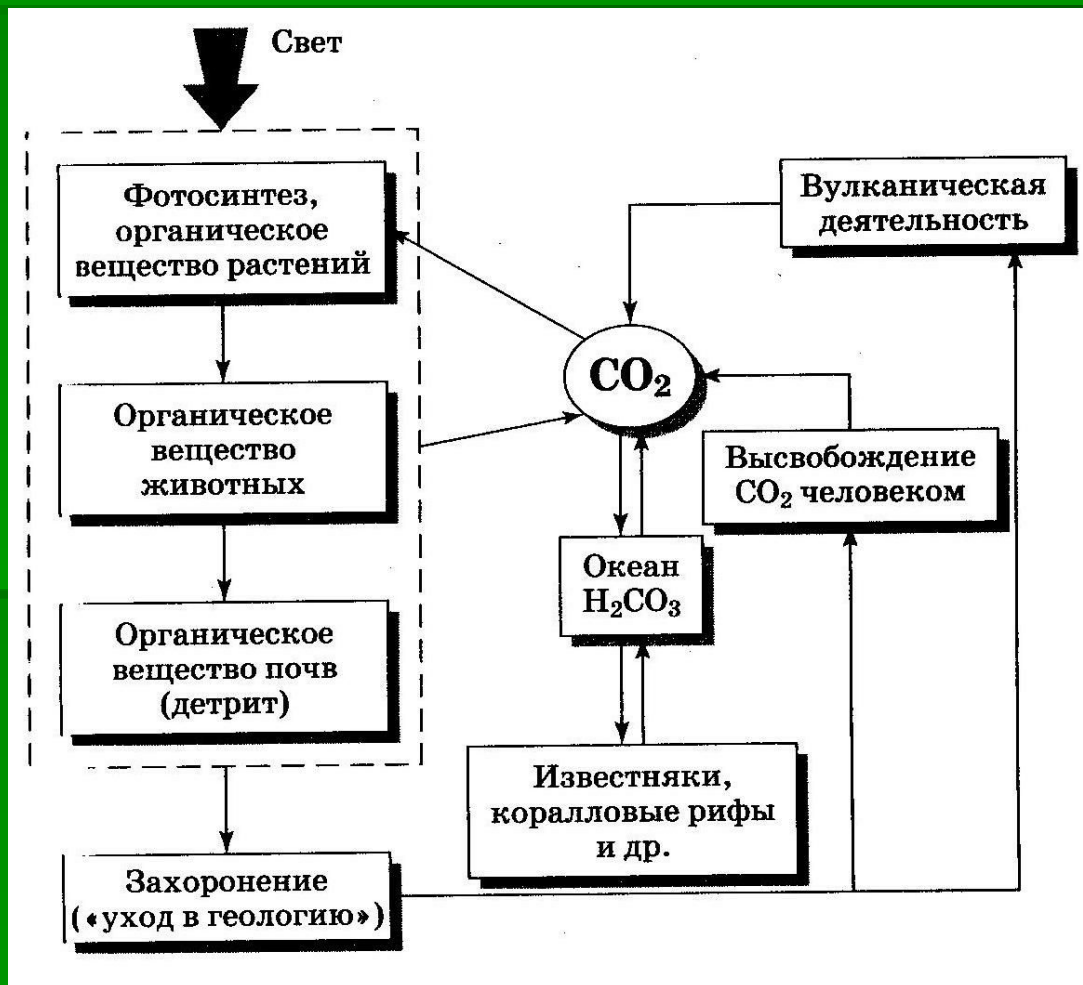
Круговорот воды в биосфере



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

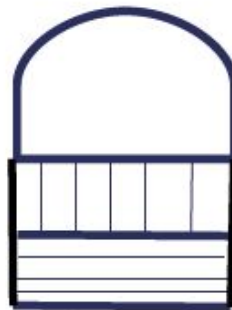
Статические показатели

Возрастная структура:

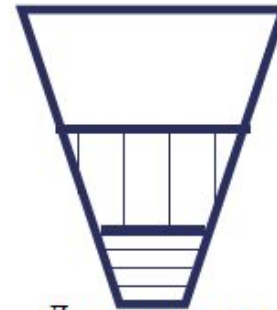
-  1. Предрепродуктивная (молодые особи)
-  2. Репродуктивная (взрослые особи)
-  3. Пострепродуктивная (старые особи)



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:

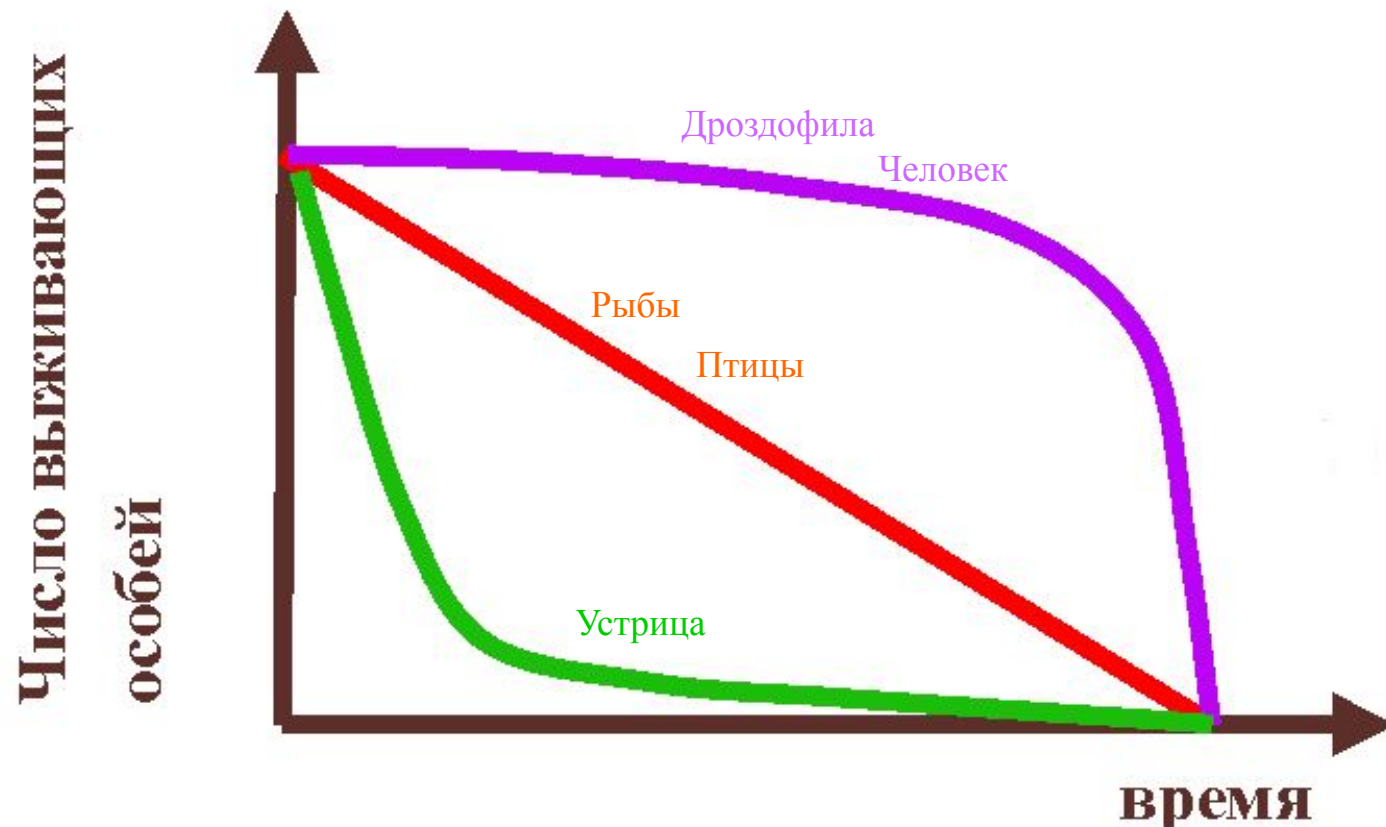
$$r = b - d$$

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

$b > d$, то $r > 0$ рост популяции

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

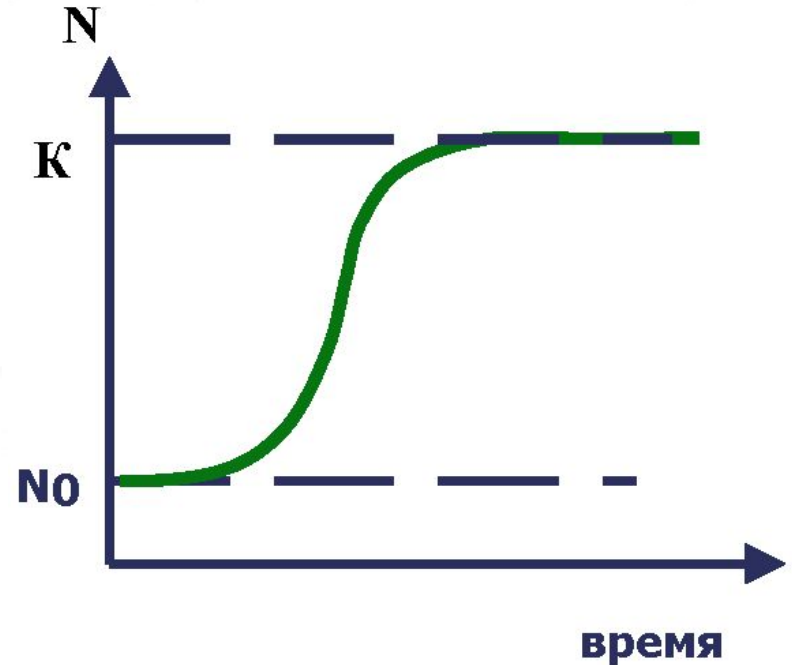
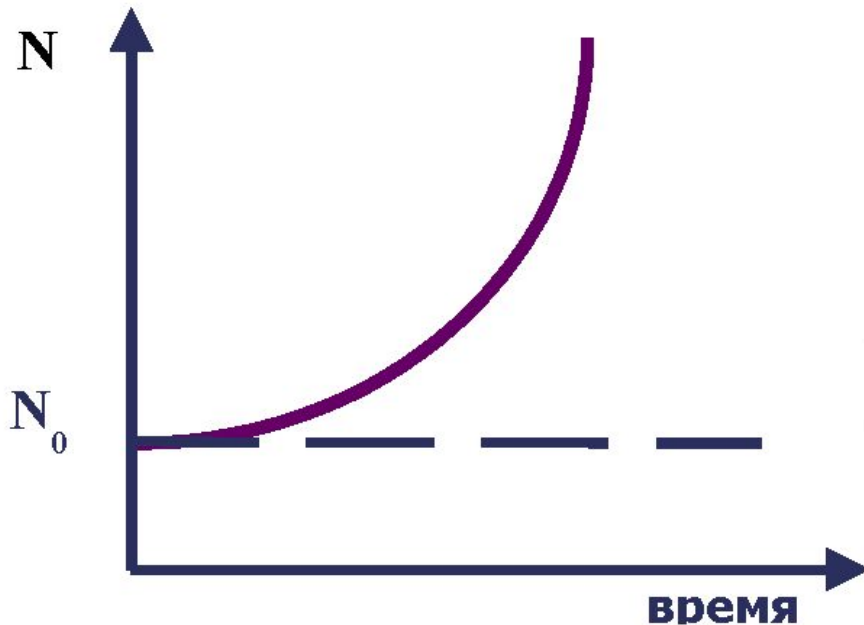
Динамика популяций: кривые выживания



Динамика популяции: кривые роста

Экспоненциальный рост численности

Логистическая кривая роста



J-образная кривая роста численности
 $N_t = N_0 e^{rt}$

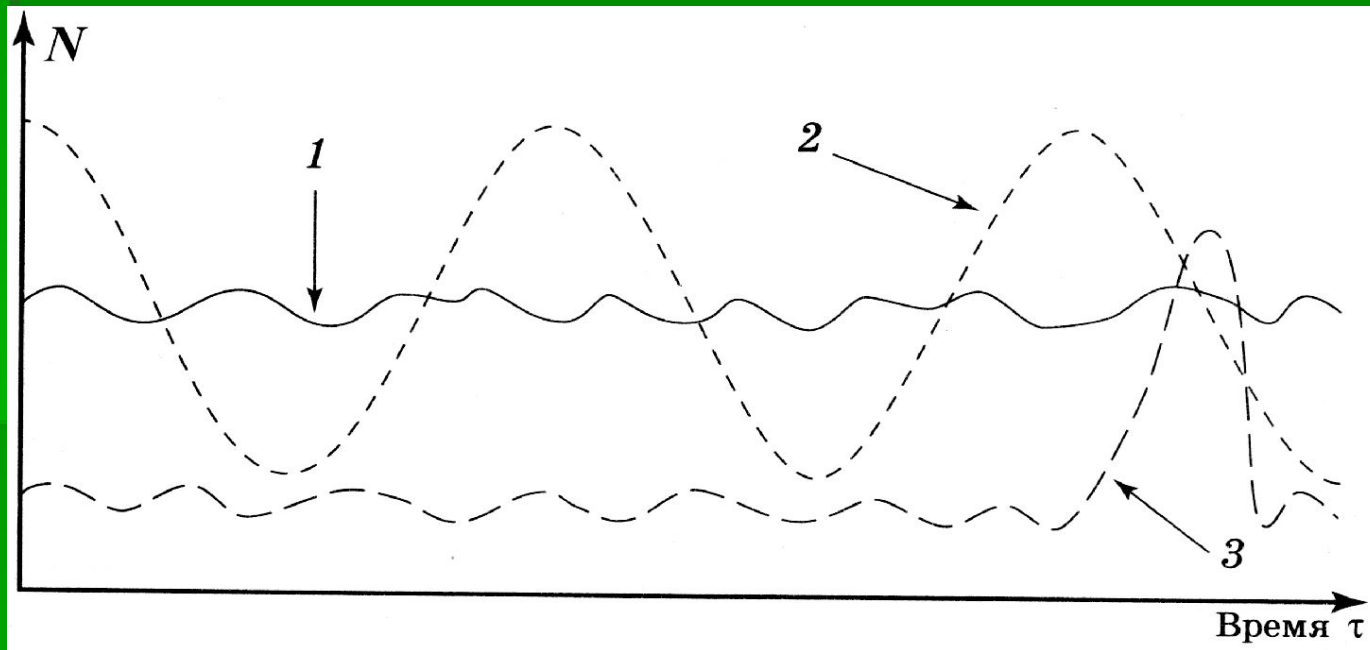
S-образная кривая роста численности
 $\frac{dN}{dt} = r_{\max} N \frac{(K-N)}{K}$

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**