

Московский государственный университет
путей сообщения
(МИИТ)

кафедра «Инженерная экология»

Курс лекций по дисциплине «Экология»

Петров Сергей Викторович

к.т.н.

Москва, 2010

Содержание курса

1. Биосфера.
2. Экосистемы.
3. Сообщества и популяции.
4. Организм и среда.
5. Глобальные экологические проблемы.
6. Источники и виды техногенных загрязнений.
Источники загрязнений на железнодорожном транспорте.
7. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды.
8. Социально-экономические аспекты экологии.
9. Управление природопользованием и охраной окружающей среды на транспорте.

Введение

Экология - наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.

Термин "экология" предложен в 1869 г. немецким ученым Эрнстом Геккелем

Задачи экологии применительно к деятельности инженера промышленного производства или проектно-конструкторского предприятия:

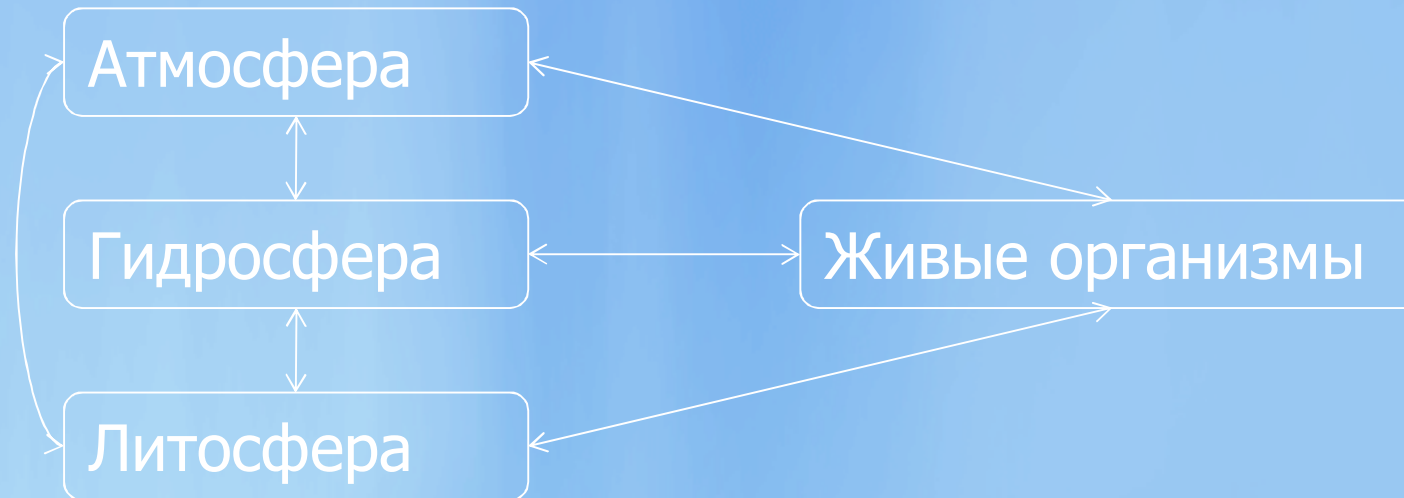
- Оптимизация технологических, и конструкторских решений, исходя из минимального ущерба окружающей среде.
- Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий действующих и проектируемых предприятий на окружающую среду.
- Своевременное выявление и корректировка технологических процессов, наносящих ущерб окружающей среде.
- Создание систем переработки отходов промышленности.

Учение о биосфере

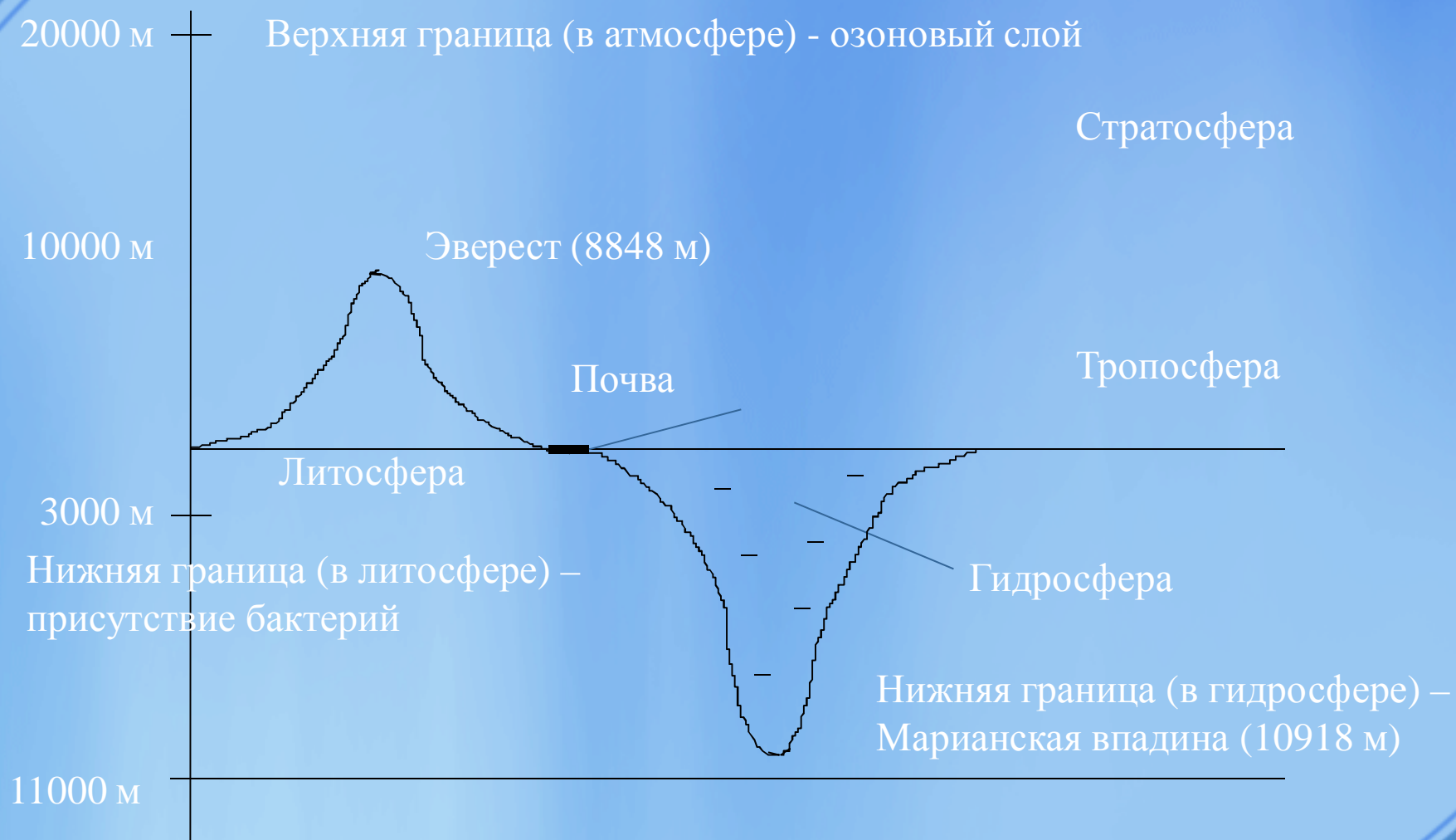
Термин "биосфера" введен в 1875 г. австрийским геологом Зюссом. Основоположник современного учения - русский ученый В.И. Вернадский.

Биосфера включает:

- 1) Живые организмы (растения, животные, микроорганизмы).
- 2) Тропосфера (нижний слой атмосферы).
- 3) Гидросфера (океаны, моря, реки и т.д.).
- 4) Литосфера (верхняя часть земной коры).



Строение биосферы



Биосферу составляют следующие типы веществ:

- 1) **Живое вещество** - живые организмы.
- 2) **Биогенное вещество** - продукты жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, нефть и т.п.).
- 3) **Косное вещество** - горные породы (минералы, глины...).
- 4) **Биокосное вещество** - продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почвы, ил, природные воды).
- 5) **Радиоактивные вещества**, получающиеся в результате распада радиоактивных элементов (радий, уран, торий и т.д.).
- 6) **Рассеянные атомы** (химические элементы), находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии.
- 7) **Вещество космического происхождения** - метеориты, протоны, нейтроны, электроны.

Таблица биомассы организмов Земли

Среда	Организмы	Масса, 10^{12} т	%
Суша	Растения	2,4	99,04
	Животные	0,02	0,825
Океаны	Растения	0,0002	0,008
	Животные	0,003	0,124
Суммарный	Общая биомасса	2,4232	100

Этапы развития биосферы

- **Биосфера** (где человек воздействовал на природу незначительно. Возраст человечества примерно 1,5 млн. лет).
- **Биотехносфера**
Современная биосфера - это результат длительной эволюции органического мира и неживой природы. Человеческое общество - это один из этапов развития жизни на Земле.
- **Ноосфера** - сфера разума.
Понятие ввел французский математик и философ Ле-Руа в 1927 году, а обосновал Вернадский в 1944 г. Это высшая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором развития.

Классификация экологических факторов

Экологический фактор - это любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. В свою очередь организм реагирует на экологический фактор приспособительными реакциями.

Абиотические факторы:

- климатические (свет, влага, давление, температура, движение воздуха);
- почвенные (состав, влагоемкость, плотность, воздухопроницаемость);
- орографические (рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- химические (составы газового воздуха, солевой состав воды, кислотность) .

Биотические факторы:

- фитогенные (растения);
- зоогенные (животные);
- микробиогенные (вирусы, бактерии);
- антропогенные (деятельность человека).

Абиотические факторы наземной среды

- 1) **Лучистая энергия солнца** - основной источник энергии на Земле, основа существования живых организмов (процесс фотосинтеза).
- 2) **Освещение** - определяется годовой суммарной солнечной радиацией, географическими факторами (состояние атмосферы, характер рельефа и т. д.).
- 3) **Температура** - непосредственно влияет на жизнедеятельность растений и животных, определяя их активность и характер существования в конкретных ситуациях.
- 4) **Влажность атмосферного воздуха** - Наиболее богаты влагой нижние слои атмосферы (до высоты 2 км), где концентрируется до 50% всей влаги.
- 5) **Атмосферные осадки** - определяют перемещение и распространение вредных веществ в окружающей среде.
- 6) **Газовый состав атмосферы** - практически постоянен и включает: N_2 - 78%, O_2 - 20,9%, CO_2 , аргон и другие газы, частицы воды, пыль.
- 7) **Движение воздушных масс (ветер)** - направление ветра в сторону меньшего давления. Ветер переносит примеси в атмосфере.
- 8) **Давление атмосферы** - нормальное давление 760 мм ртутного столба или 10 кПа.

Абиотические факторы почвенного покрова

Почва - это поверхностный слой земной коры, который образуется и развивается в результате взаимодействия растений, животных, микроорганизмов, горных пород и является самостоятельной экосистемой.

Плодородие - способность обеспечивать рост и развитие растений.

Гумус - органическое вещество почвы. Главный источник питания растений.

Состав почвы: твердые частицы, жидкость (вода), газы (воздух- O_2 , CO_2), растения, животные, микроорганизмы, гумус.

Толщина почвы: 0,5м - тундра, горы; 1,5м - на равнинах.

Типы почв:

- | | |
|--|---|
| 1. Арктические и тундровые (гумус до 1 -3 %) | 4. Каштановые (в сухих степях, гумус до 4%). |
| 2. Подзолистые (хвойные леса, гумус до 4-5 %). | 5. Серо-бурые (пустыни субтропические пояса, гумус 1-1,5%). |
| 3. Черноземы (степь, гумус до 10 %). | 6. Красноземы (влажный субтропический лес, гумус до 6 %). |

Физические свойства:

1. Механический состав.
2. Плотность.
3. Теплоемкость, теплопроводность.
4. Влагоемкость, влагопроницаемость.
5. Аэрация.

Химические свойства:

1. Химический состав:
 - до 50 % SiO_2 - кремнезем
 - до 25 % Al_2O_3 - глинозем
 - до 10 % - оксиды Fe
 - остальное - оксиды Ca, K, Mg, P и т.д.
2. Кислотность - кислые почвы (pH < 6,7); Нейтральные почвы (pH 6,7 - 7,0); щелочные почвы (pH > 7,0)
3. Содержание вредных веществ (пестициды, тяжелые металлы и т.д.)

Абиотические факторы водной среды

Гидросфера включает океаны, моря, реки, озера, болота, ледники и т. д.

Вода занимает преобладающую часть биосферы Земли (71 % земной поверхности).

Средняя глубина – 3554 м, вес 0,022 % веса планеты, площадь - 1350 млн. кв. км - океаны, 35 млн. кв. км - пресные воды.

Физические свойства:

1. **Плотность** - определяет условия передвижения организмов.
2. **Температура**. Температурный режим водоемов более устойчив, чем на суше.
3. **Световой режим** - играет важную роль в распределении водных организмов.
4. **Подвижность** - постоянное перемещение водных масс в пространстве.
5. **Прозрачность** - зависит от содержания взвешенных частиц.

Химические свойства:

1. **Соленость воды** - содержание растворенных сульфатов, хлоридов, карбонатов.
2. **Количество растворенного O_2 и CO_2** , необходимого для дыхания живых организмов.
3. **Кислая, нейтральная, щелочная среда.**

Биотические факторы

Биотические факторы - это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую природу.

Классификация биотических взаимодействий

1. **Нейтрализм** - ни одна популяция не влияет на другую.
2. **Конкуренция** - это использование ресурсов (пищи, воды, света, пространства) одним организмом, который тем самым уменьшает доступность этого ресурса для другого организма.
3. **Паразитизм** - один организм (паразит) живёт за счёт питания тканями или соками другого организма (хозяина), тесно связан в своём жизненном цикле. Паразитов различают по месту обитания: находятся на поверхности хозяина или внутри хозяина.
4. **Хищничество** - поедание одного организма (жертвы) другим организмом (хищником).
5. **Симбиоз** - сожительство двух организмов разных видов при котором организмы приносят друг другу пользу. По степени партнерства симбиоз бывает:
 - **Комменсализм** - один организм питается за счет другого, не нанося ему вреда. Рак - актиния.
 - **Мутуализм** - оба организма получают пользу, при этом они не могут существовать друг без друга. Лишайник - гриб + водоросль.

Экосистема

Экосистема - это совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом.

Термин предложен в 1935 году английским экологом Тенсли. Самая большая экосистема - биосфера Земли, далее по уменьшению: суша, океан, тундра, тайга, лес, озеро, пень от дерева, горшок с цветами.



Биотическая структура экосистемы



1. Продуценты - зелёные растения.

Фотосинтез - это химическая реакция, протекающая при участии хлорофилла клетки зеленых растений за счет солнечной энергии.



O_2 выделяется в атмосферу. Из глюкозы и минеральных элементов из почвы растения синтезируют сложные вещества, входящие в состав организма (белки, жиры, углеводы, ДНК и т.д.).

2. **Консументы** - животные питаются органическим веществом, используя его как источник энергии и материал для формирования своего тела.

3. **Редуценты (детритофаги)** - это организмы, которые питаются мёртвыми растительными и животными остатками (опавшие листья, мёртвые животные - это называется детрит).

Пищевая сеть. Трофические уровни

Одно из важнейших взаимоотношений между организмами - это пищевое.

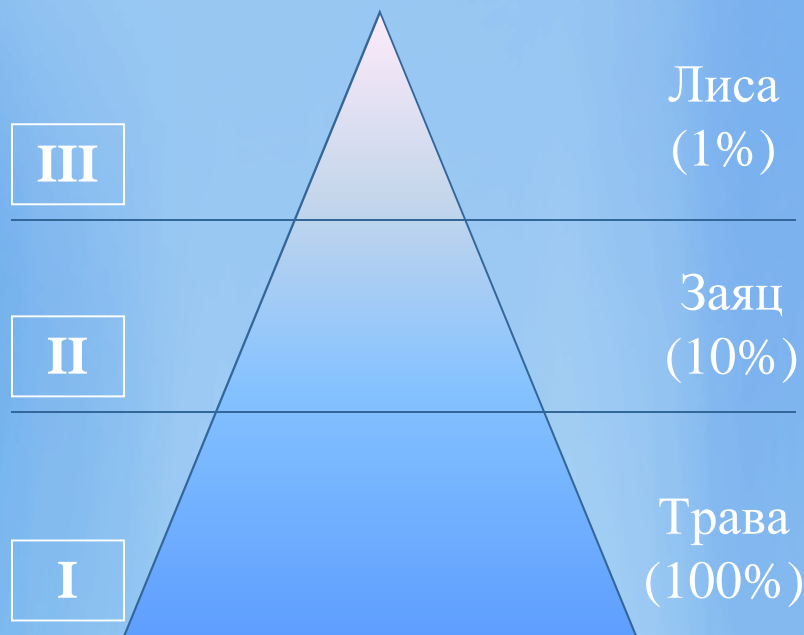
Пищевая цепь - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому.

Пищевая сеть - это сложная сеть пищевых взаимоотношений.

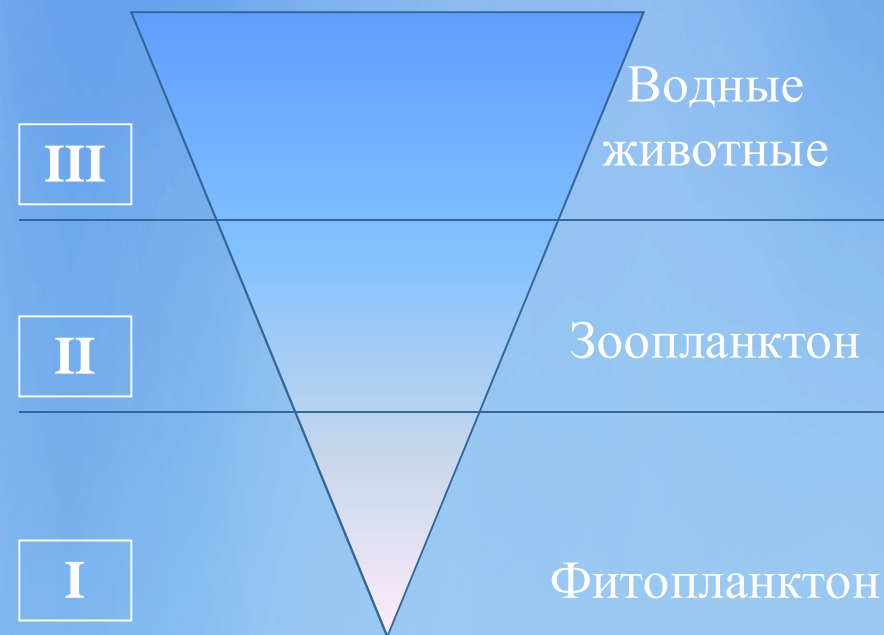


Пирамида биомассы

Показывает соотношение биомасс различных организмов на трофических уровнях. Значительная часть потребляемой пищи тратится на энергию (90 - 99 %), поэтому масса каждого трофического уровня меньше предыдущего. На формирование тела организма идет относительно немного (1 - 10 %).



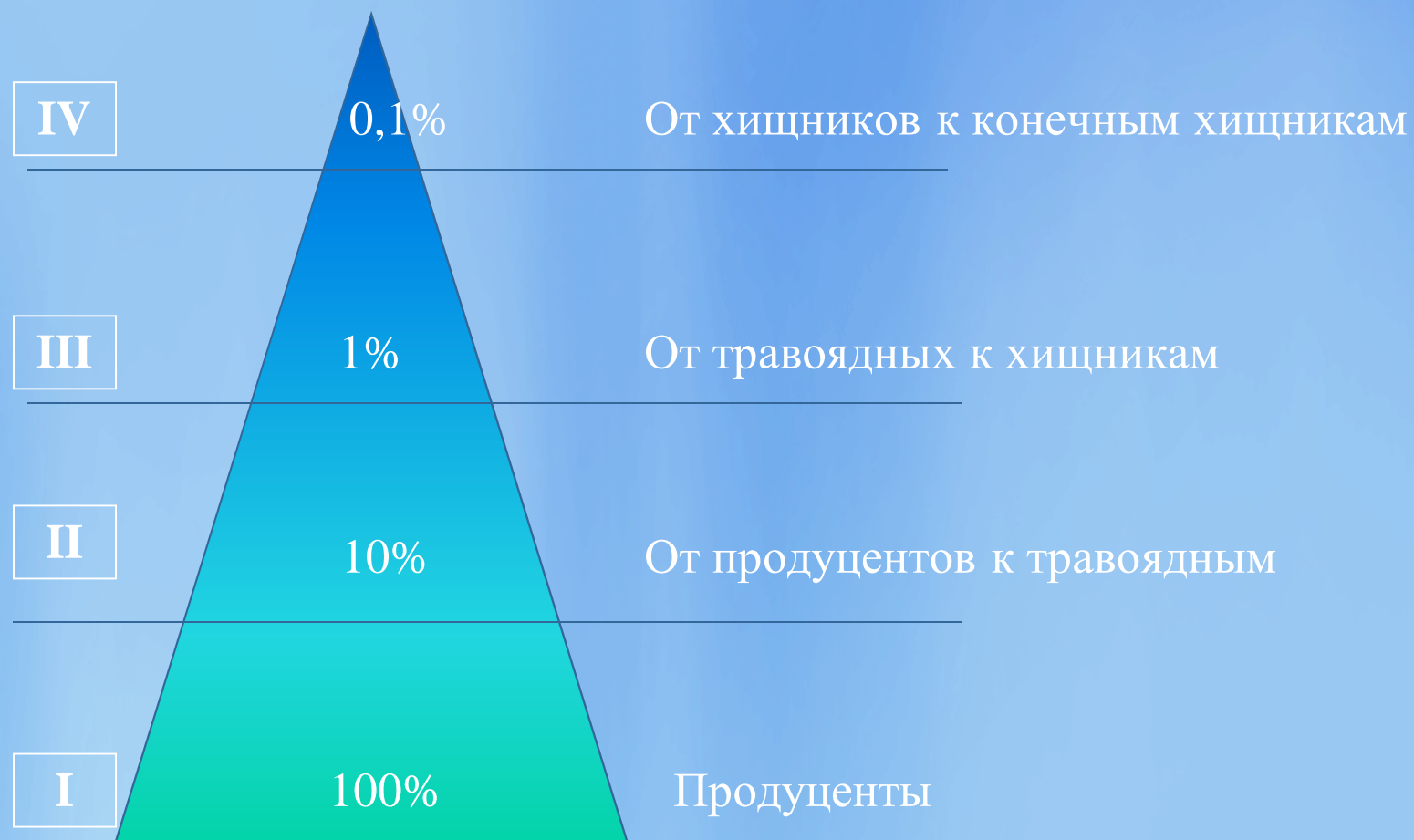
Пирамида биомассы суши



Пирамида биомассы океана

Пирамида энергии

Показывает поток энергии через экосистему.



Изменение вещества и энергии в организмах

Показывает поток энергии через экосистему.

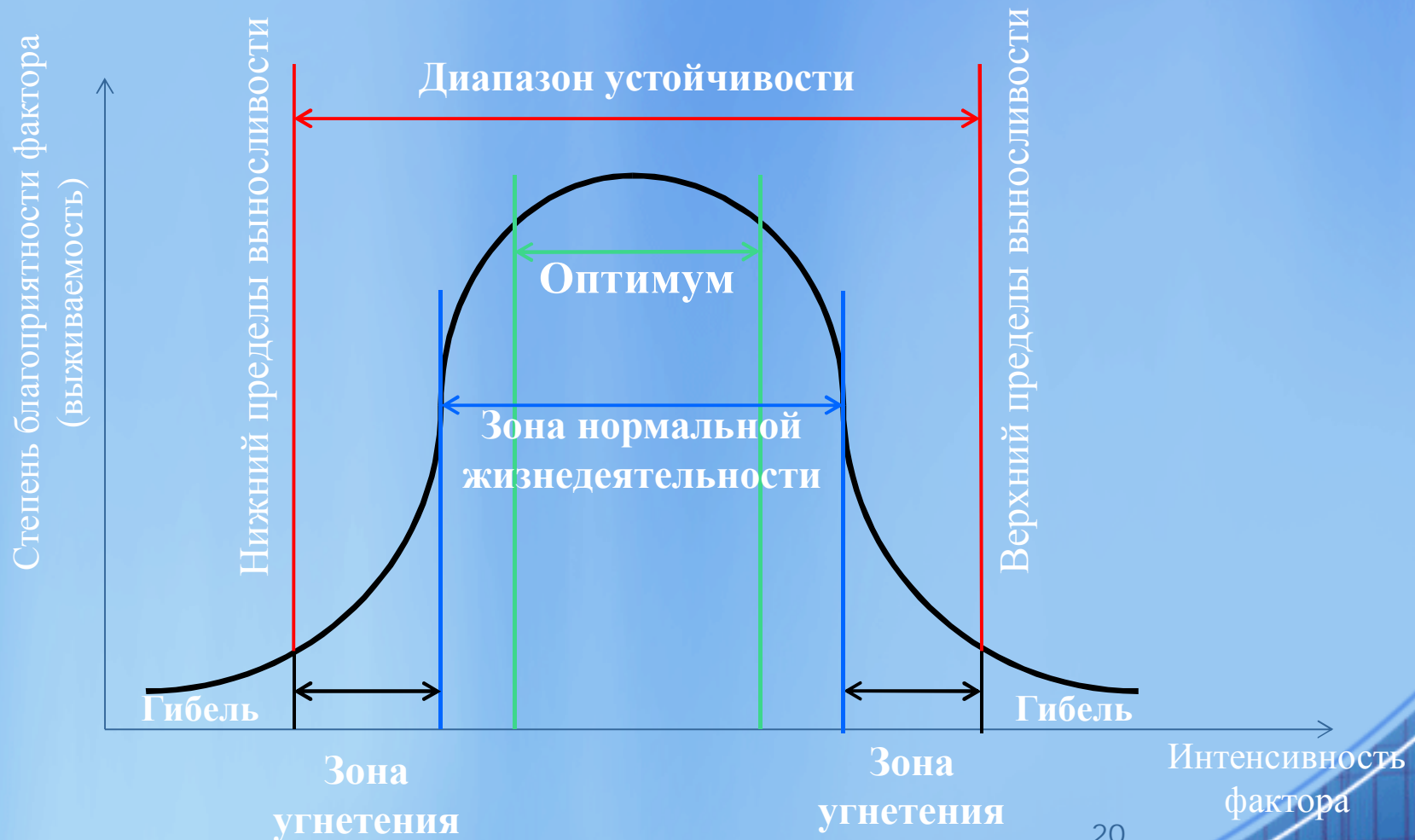


Принцип функционирования экосистем

1. Получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках кругооборота всех элементов.
2. Экосистемы существуют за счёт не загрязняющей среду и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно.
3. Чем больше биомасса популяции, тем ниже занимаемый ею трофический уровень.

Закон лимитирующего фактора

Закон толерантности (Закон Шелфорда). Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) или экологическую валентность организма к данному фактору.



Круговороты веществ в биосфере

Выделяют 2 основных круговорота:

- большой (геологический);
- малый (химический).

Большой круговорот длится миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течении длительного времени приводят к возвращению на сушу этих веществ. И процессы начинаются вновь.

Малый круговорот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы. Продукты распада почвенной микрофлоры вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вновь вовлекаются в поток вещества.

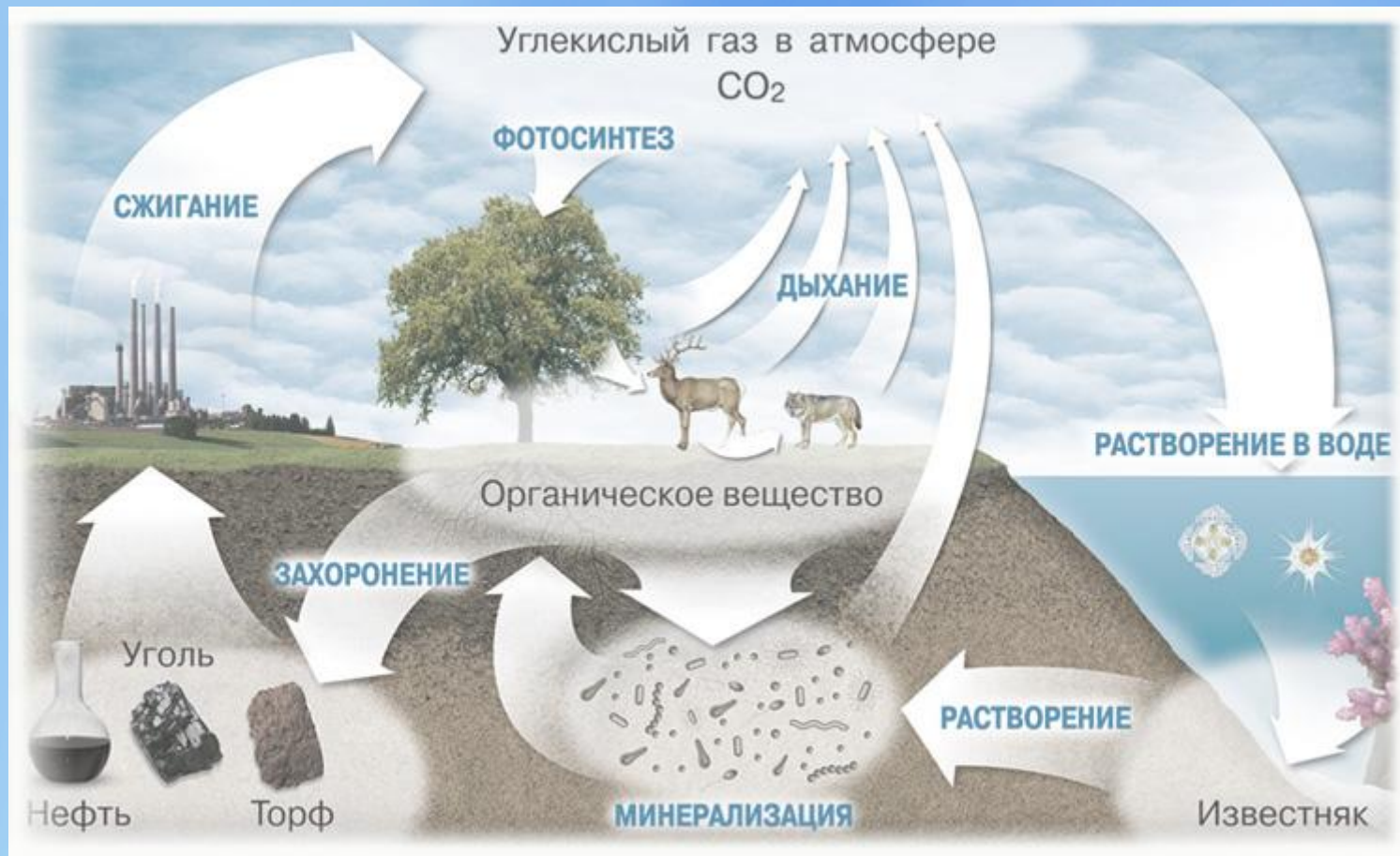
Круговорот воды



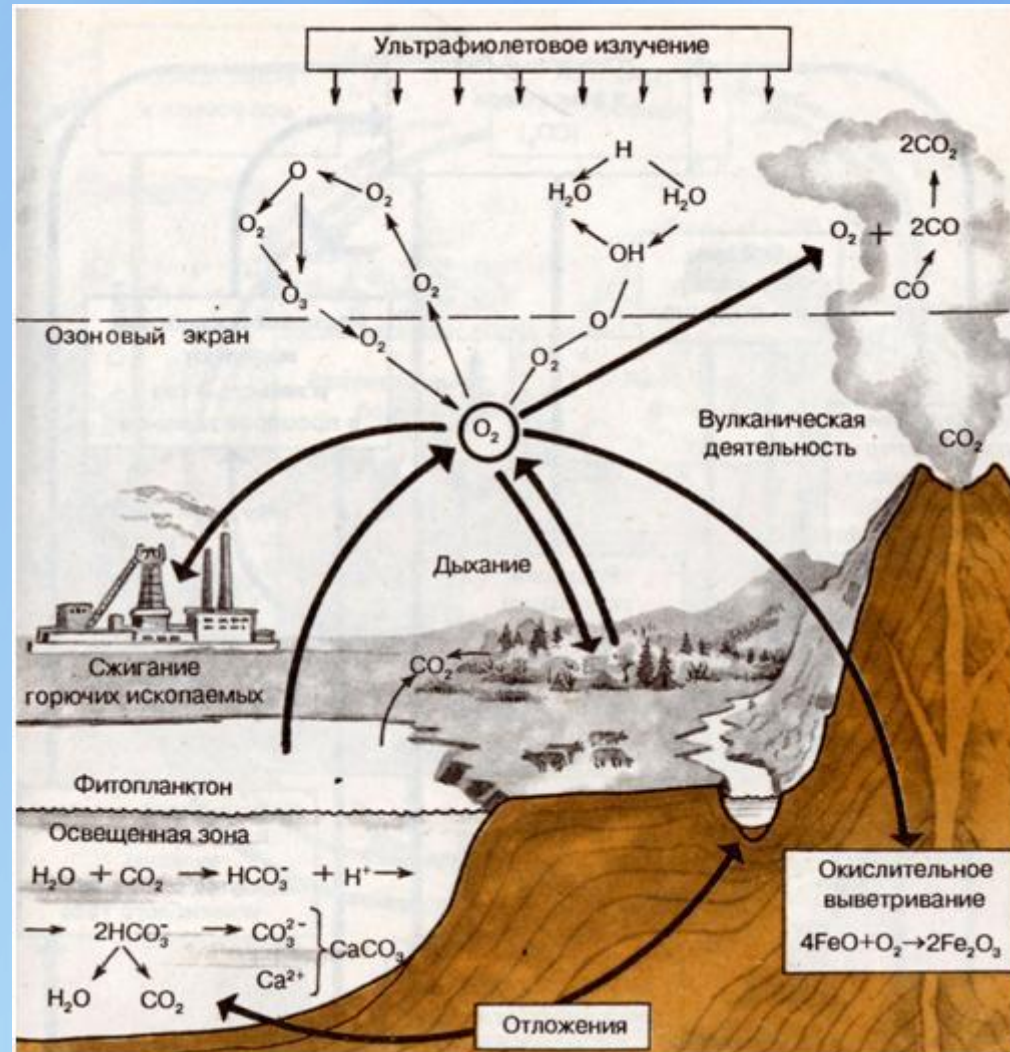
Круговорот углерода

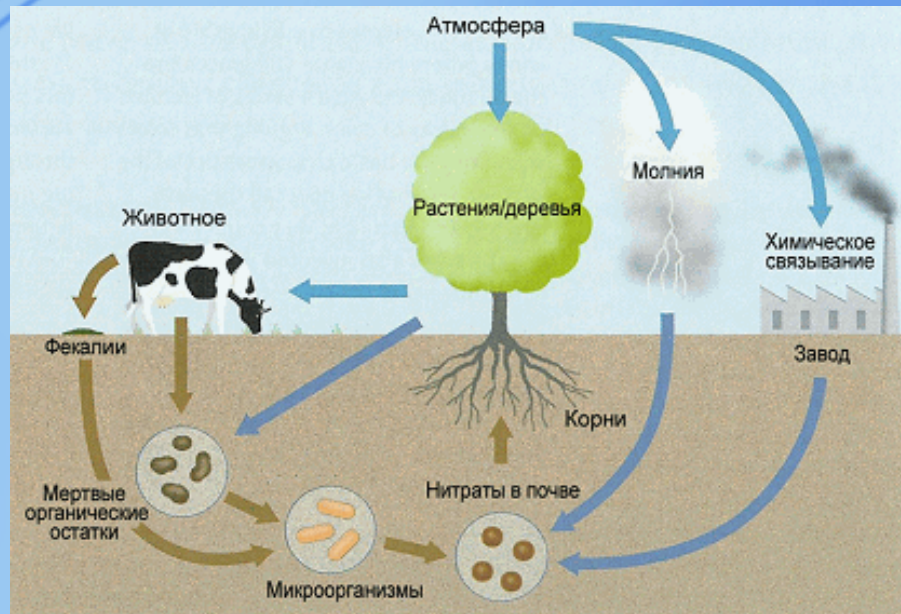
Особенности:

- есть газообразная фаза;
- есть твердая фаза.



Круговорот кислорода





Круговорот азота

Включает газообразную и минеральную фазы.

Содержание N_2 в воздухе – 78%. Растения усваивают азот в виде ионов NH_4^+ и NO_3^- .

Круговорот фосфора

Газовой фазы нет.

Растения поглощают ионы PO_4^{3-} из водного раствора и включают в состав различных органов соединений.



Биотический потенциал и сопротивление среды

Биотический потенциал – совокупность факторов, способствующих увеличению численности вида

Сопротивление среды– сочетание всех лимитирующих факторов

Биотический потенциал

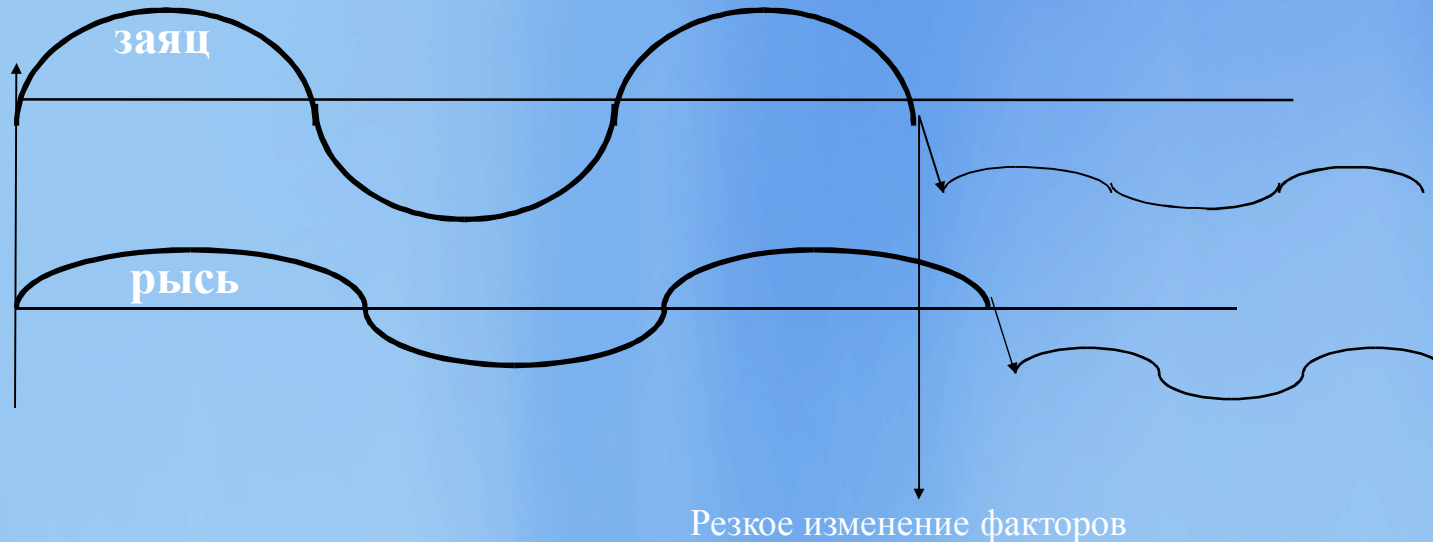
- рождаемость;
- способность к расселению;
- способность к захвату новых мест обитания;
- защитные механизмы;
- способность выдерживать неблагоприятные условия.

Сопротивление среды

- нехватка питания;
- нехватка воды;
- нехватка подходящих мест обитания;
- неблагоприятные погодные условия;
- хищники;
- болезни;
- паразиты;
- конкуренты.

Равновесие экосистемы

Гомеостаз - это состояние подвижно-стабильного равновесия экосистемы



Экосистемы тем стабильнее во времени и пространстве, чем они сложнее, т.е. чем больше видов организмов и пищевых связей

Экологическая ниша - пространственно-временное положение организма в рамках экосистемы

Адаптация к разным нишам связана с действием закона лимитирующего фактора. Пытаясь использовать ресурсы за пределами своей ниши животное сталкивается со стрессом, т.е. с ростом сопротивления среды. Иными словами, в собственной нише его конкурентоспособность велика, а вне её значительно ослабевает или пропадает вовсе.

Адаптация, изменение или вымирание экосистем

Адаптация - это процесс приспособления живых организмов к определённым условиям внешней среды.

Виды адаптации:

- *Адаптация к климатическим и другим абиотическим факторам* (чистая шерсть, перелёт птиц на юг, зимняя спячка у медведей, опадение листвы, холодостойкость хвойных деревьев).
- *Адаптация к добыванию пищи и воды* (у жирафа - длинная шея, чтобы есть листья с деревьев, паук плетёт сеть, хищники - быстро бегают, длинные корни растений в пустыне).
- *Адаптация, направленная на защиту от хищников и устойчивость к заболеваниям и паразитам* (заяц - быстрый бег, ёж - иглы, заяц - окраска, комочки у растений).
- *Адаптация, обеспечивающая поиск и привлечение партнёра у животных и опыление у растений* (яркое оперение, пение, запах, яркий цвет у цветков).
- *Адаптация к миграциям у животных и распространение семян у растений* (перелёт птиц, стада лошадей, крылья у семян для переноса ветром, колючки у семян).

При изменении любого абиотического или биотического фактора вид ожидает один из трёх путей:

Миграция - часть популяции может найти новое местообитание с подходящими условиями и продолжить там своё существование.

Адаптация - в генофонде могут присутствовать гены, которые позволят некоторым особям выжить в новых условиях и восстановить потомство. Через несколько поколений под действием естественного отбора возникнет популяция, хорошо приспособившаяся к новым условиям.

Вымирание - если ни одна пара особей не может мигрировать, спасаясь от воздействия неблагоприятных факторов, а те выходят за пределы устойчивости всех индивидов, то популяция исчезнет (динозавры).

Сукцессия

Сукцессия (от лат. *succesio* — преемственность, наследование) — последовательная необратимая и закономерная смена одного биоценоза другим на определённом участке среды.

Под покровом осинового или берёзового леса развиваются растения ели, со временем вытесняющие лиственные породы.



Вторичная сукцессия - ельник, уничтоженный после пожара. На занимаемой им ранее территории сохранилась почва и семена. Травяное сообщество образуется уже на следующий год. Под покровом осинового или берёзового леса развиваются растения ели, со временем вытесняющие лиственные породы.

Сменяющие друг друга во времени сообщества, образуют сукцессионный ряд, где каждая предыдущая стадия формирует условия для развития последующего. Если при этом не происходит вызывающих новую сукцессию событий, то ряд завершается относительно устойчивым сообществом, имеющим сбалансированный при данных факторах среды обмен - **климакс**.