
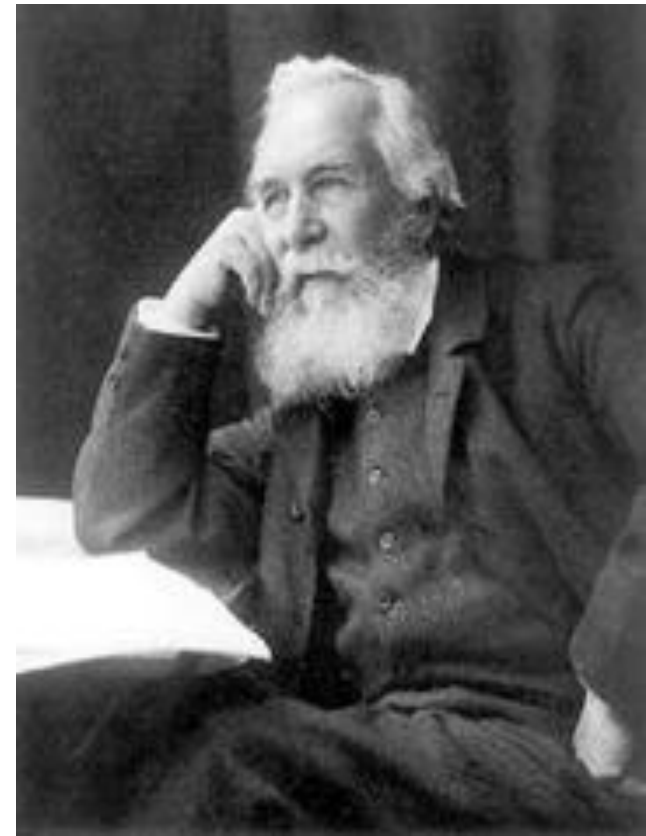




# **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

- 
- **Экология** – это наука о взаимоотношениях живых организмов и сообществ между собой и с окружающей средой обитания

- Э. Геккель, 1866 г.
- **Экология = наука о доме**
- οίκος — дом, обиталище
- λόγος — учение





Размеры «дома» могут колебаться от небольшого пространства





до природной зоны





материка





и всей биосферы.





# Предмет экология

- В настоящее время экология представляет собой разветвленную систему наук:

**Аутэкология** - раздел экологии, изучающий влияние факторов окружающей среды на отдельные организмы, популяции и виды (растений, животных, грибов, бактерий).

**Синэкология** – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организмов различных видов внутри сообщества организмов.

**глобальная экология** изучает биосферу и вопросы ее охраны.

**Экологические факторы** – отдельные элементы среды, взаимодействующие с организмом прямо или косвенно хотя бы на протяжении одной из стадий индивидуального развития.

## **Экологические факторы**

**Абиотические**

**е**  
(температура,  
давление,  
радиационный фон,  
влажность, состав  
атмосферы, почвы)

**Биотические**  
(совокупность влияний  
жизнедеятельности  
одних организмов на  
другие)

**Антропогенные**  
(совокупность влияний  
деятельности человека на  
окружающую среду)

**Биологический оптимум** – наилучшее сочетание условий существования организма.

**Ограничивающий (лимитирующий) фактор** – состояние среды обитания, за пределами которого существование организма невозможно.

**Толерантность** – способность организмов выдерживать изменение условий среды.

Закон толерантности В.Шелфорда(1913г.):

«Лимитирующим фактором может быть как минимум, так и максимум экологического фактора, диапазон между которыми определяет величину выносливости организма к данному фактору».



# Организмы

```
graph LR; A[Организмы] --- B[Эврибионты]; A --- C[Стенобионты];
```

**Эврибионты** –  
организмы,  
выдерживающие широкие  
изменения условий среды

**Стенобионты** –  
организмы, требующие  
строго определенных  
условий среды.

# Среды жизни

Среда	факторы	обитатели
Водная	Солевой режим, плотность воды, скорость течения, содержание кислорода.	Гидробионты.
Почвенная	Химический состав, структура, влажность	Геобионты
Наземно-воздушная	Температура, влажность, содержание кислорода, освещенность	аэробиионты
Организменная	Обилие пищи, стабильные условия среды	паразиты

# Факторы сред обитания

<b>Факторы среды</b>	<b>наземно-воздушная</b>	<b>водная</b>	<b>почва</b>
<b>Кислород</b>	достаточно	не хватает	недостаточно
<b>Вода</b>	часто не хватает	предостаточно	достаточно
<b>Температура</b>	значительно изменяется	изменяется	ровная
<b>Свет</b>	достаточно	мало	нет

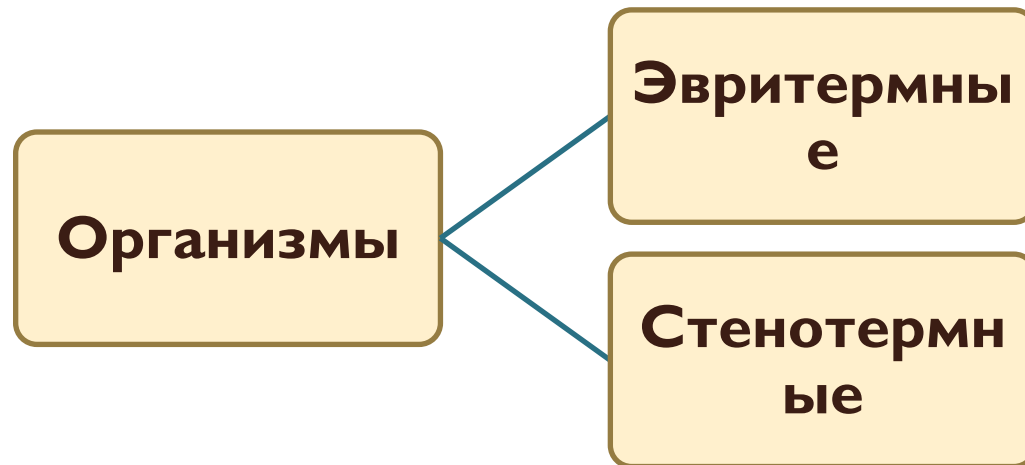




# **Абиотические факторы среды**

# Температура

- Влияет на скорость физических и химических реакций, на процессы, протекающие в живых организмах.



# Температурные группы растений

## По устойчивости к низким $t^{\circ}$ :

- **нехолодостойкие** (разбалансировка метаболизма при  $t^{\circ}$  выше  $0^{\circ}$ ). Тропики.
- **неморозостойкие** (гибнут от образования льда). Субтропики.
- **морозостойкие** (надземные органы могут промерзнуть).

## По устойчивости к высоким $t^{\circ}$ :

- **нежаростойкие** (до  $30-40^{\circ}$ , в основном водные)
- **жаростойкие** (пустынные ксерофиты).

# Группы животных по способности регулировать температуру тела

## 1. Пойкилотермные или холоднокровные.

Непостоянная температура тела и почти полное отсутствие механизмов терморегуляции. Температура тела незначительно или вообще не отличается от температуры окружающей среды и изменяется вместе с ней.

**Примеры:** растения, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы, рептилии и др.



# Группы животных по способности регулировать температуру тела

3. Частный случай гомойотермии – гетеротермия. Температуры тела зависит от функциональной активности животного:— в период активности они обладают постоянной температурой тела, а в период отдыха или зимней спячки она значительно понижается и мало отличается от температуры окружающей среды (лишь незначительно превышает).

**Примеры:** суслики, барсуки, летучие мыши, ежи, бурые медведи, кенгуру.



*Жизнедеятельность большинства организмов ограничена температурным интервалом от 0 до 40° С, но некоторые организмы живут в горячих гейзерах, температура воды в которых достигает 70°С, многие способны переносить отрицательные температуры в неактивном состоянии.*

В зимний период времени при недостатке корма гомойотермные животные или **мигрируют**, или находятся в состоянии **сна** или **спячки**.

**Зимняя спячка** наблюдается у некоторых грызунов, летучих мышей. Уменьшается частота дыхательных движений и частота сердечных сокращений, понижается температура тела.

**Зимний сон.** При этом состоянии животное можно разбудить.

**Анабиоз.** Временное состояние организма, при котором все жизненные процессы замедлены до минимума.





В зимний период времени при недостатке корма гомойотермные животные или **мигрируют**, или находятся в состоянии **сна** или **спячки**.

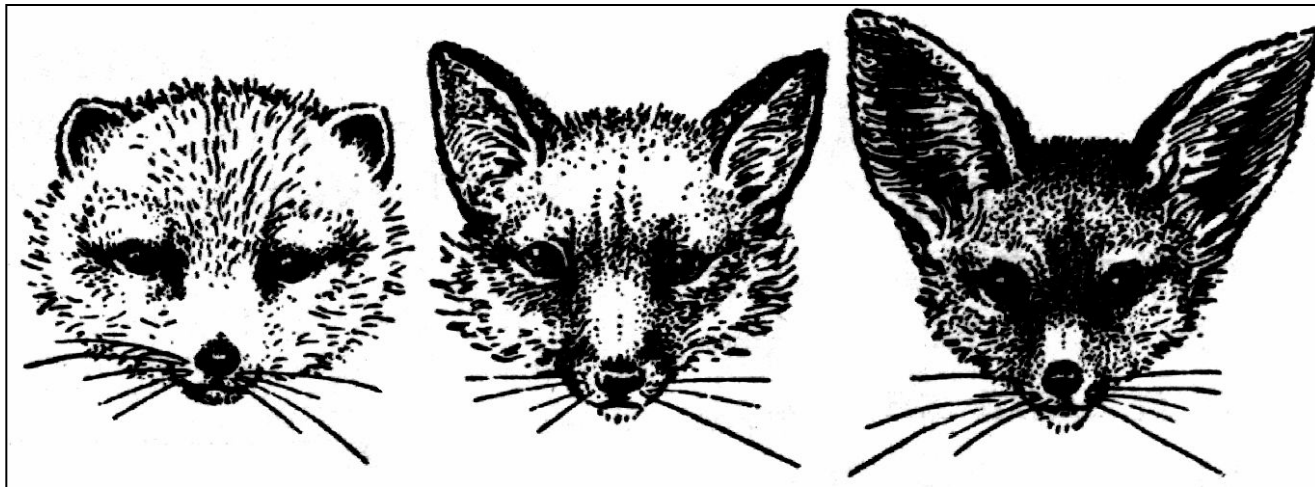
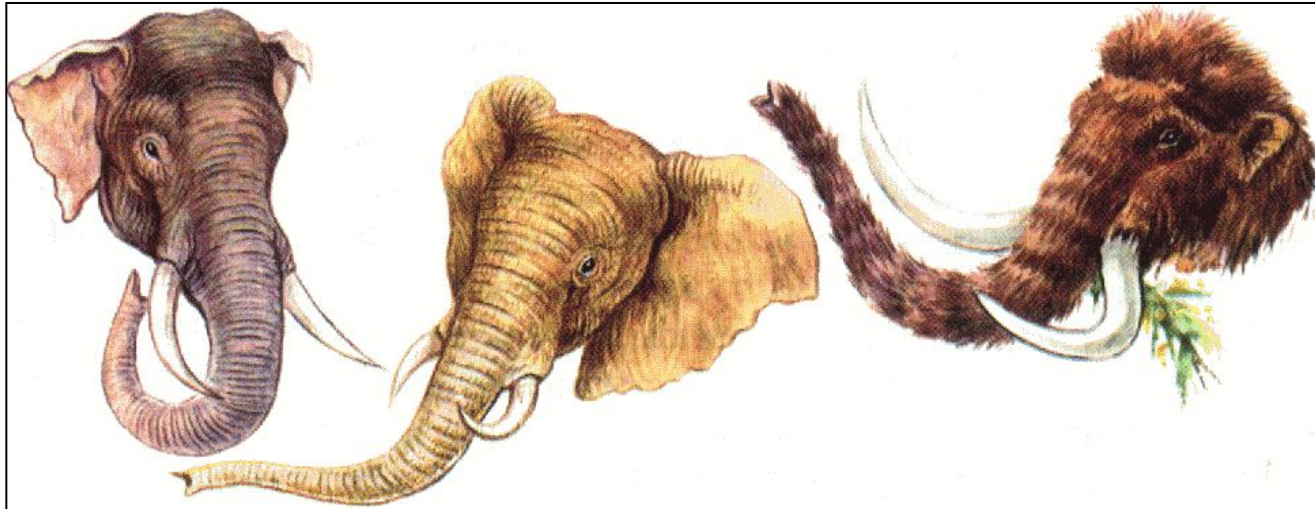


***Зимняя спячка*** наблюдается у некоторых грызунов, летучих мышей. Уменьшается частота дыхательных движений и частота сердечных сокращений, понижается температура тела.

*Состояние зимнего покоя.* Наблюдается у многолетних растений, направлено на перенесение низких температур. Растения накапливают различные *«антифризы»*, чтобы в цитоплазме клеток не образовались кристаллики льда и не разрушили клеточные структуры.



Правило Аллена: выступающие части северных животных меньше, чем у южных того же вида.



Правило Бергмана: размеры северных животных больше, чем у южных того же вида.



# Влажность

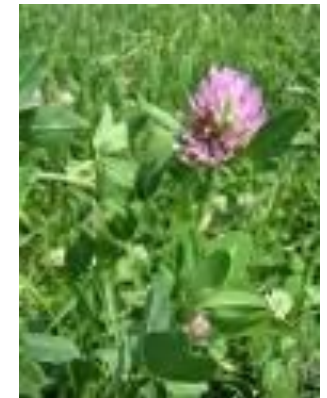
- Биохимические реакции протекают только в жидкой среде. Вода – универсальный растворитель. Вещества взаимодействуют и транспортируются только в растворенном виде.

# Группы растений по отношению к водному режиму

**Гигрофиты** – растения влажных местообитаний, не переносящие водного дефицита.



**Мезофиты** – растения умеренно увлажненных местообитаний. Способность переносить почвенную и атмосферную засухи у них ограничена.



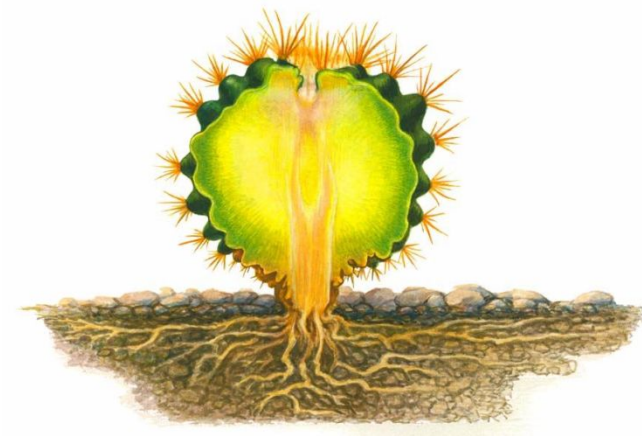
**Ксерофиты** – растения сухих местообитаний, способные переносить перегрев и обезвоживание, благодаря ряду приспособительных признаков и свойств.



*ксерофиты*, имеют следующие приспособления:

*у склерофитов* хорошо развиты механические ткани, мелкие жесткие листья с хорошо развитой кутикулой, длинные корни, высокое осмотическое давление в клетках (например, верблюжья колючка);

*у суккулентов* (кактусы, агавы) сильно развита водозапасающая ткань листьев или стебля, часто листья редуцированы в колючки, корневая система расположена у поверхности и позволяет во влажные периоды запасти большое количество воды.





## Влажность (олимпиадникам)

**Эфемеры** — однолетние растения, успевают за короткий влажный период отцвести и образовать плоды и семена.

**Эфемероиды** — многолетние растения, цветение которых происходит ранней весной, а летом надземные побеги полностью отмирают, засушливый период переносят под землей в виде луковиц, клубней, корневищ.

**Гигрофиты**, напротив, приспособились к избыточной влажности (растения влажных тропических лесов, болотные растения).

**Гидрофиты** погружены в воду частично (тростник, рогоз).

**Гидатофиты** погружены в воду целиком, или большей частью (элодея, рдест, кувшинки).



# Группы наземных животных по отношению к воде

**Гигрофилы** - наземные организмы, приспособленные к обитанию в условиях высокой влажности.

В среде с низкой влажностью эти животные быстро теряют воду, что может привести их к гибели. Обитают на заболоченных территориях, во влажных лесах, поймах рек, по берегам озёр и др. водоёмов, а также в почве (дождевые черви и др.) или в гниющей древесине (многие беспозвоночные - насекомые, многоножки и др.).



# Группы наземных животных по отношению к воде

**Мезофилы** – животные, обитающие в условиях умеренной влажности.



**Ксерофилы** – сухолюбивые животные, не переносящие высокой влажности. Обитатели пустынь: верблюды, пустынные грызуны, пресмыкающиеся. Легко переносят сухость воздуха в сочетании с высокой температурой.

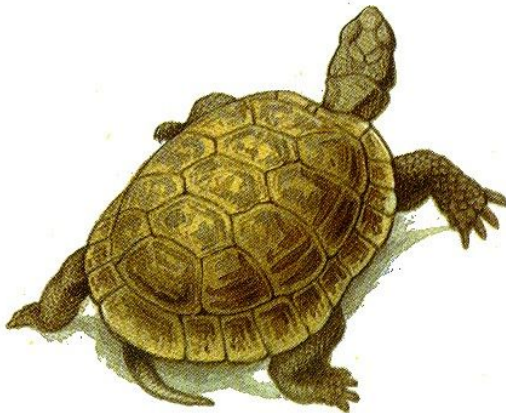




Животные также приспособились к жизни в условиях с различной влажностью. Для сохранения влаги в организме в условиях ее дефицита многие животные *ведут ночной образ жизни, имеют плотные покровы и пониженное потоотделение.*

Некоторым животным *достаточно воды, которая содержится в пище* (кенгуровая крыса). Многие животные степей и пустынь могут переносить недостаток воды и высокую температуру, *впадая в состояние летней спячки.*

Среднеазиатская черепаха



Для многих раннецветущих растений (тюльпаны), для свежесобранных семян, клубней, луковиц характерно *состояние летнего покоя.*

# Адаптации животных к недостатку воды

<b>Физиологические</b>	<p>Образование метаболической влаги</p> <p>Экономия воды при выделении мочи и кала</p> <p>Потоотделение и испарение воды со слизистых</p>	
<b>Морфологические</b>	<p>Раковины, роговые покровы, эпикутикула насекомых</p>	
<b>Поведенческие</b>	<p>Поиски водопоев, выбор местообитания, рытье нор</p>	



# Свет



## видимые лучи излучение

(основной  
источник света  
на Земле),  
количествах

длина волны 0,4 – 0,75 мкм,  
Д)

45 % от общего количества  
лучистой энергии на Земле  
(фотосинтез)

## инфракрасные

основной источник  
тепловой энергии,  
45 % лучистой энергии

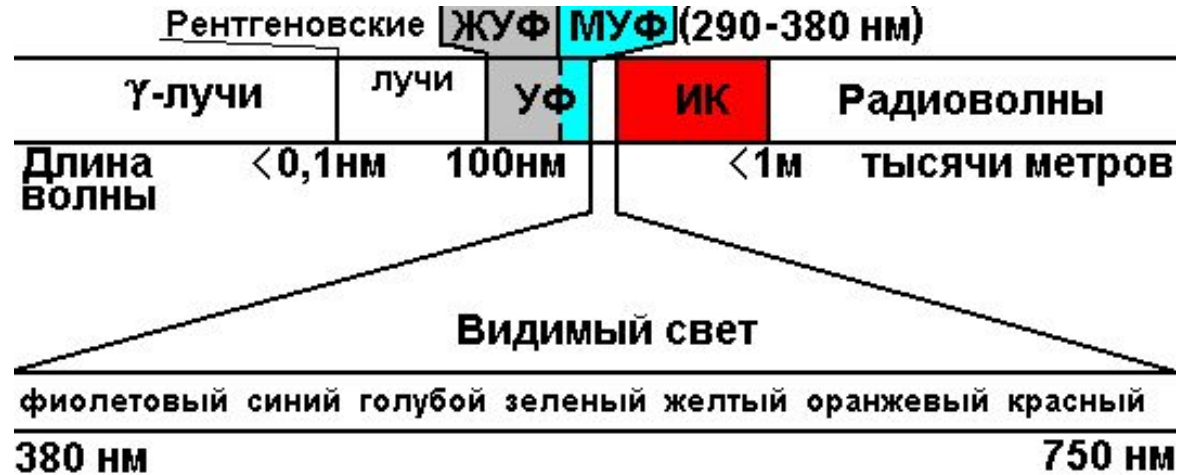
## ультрофиолетовое

длина волны 0,3 мкм,  
10 % лучистой энергии,  
в небольших

необходим (витамин



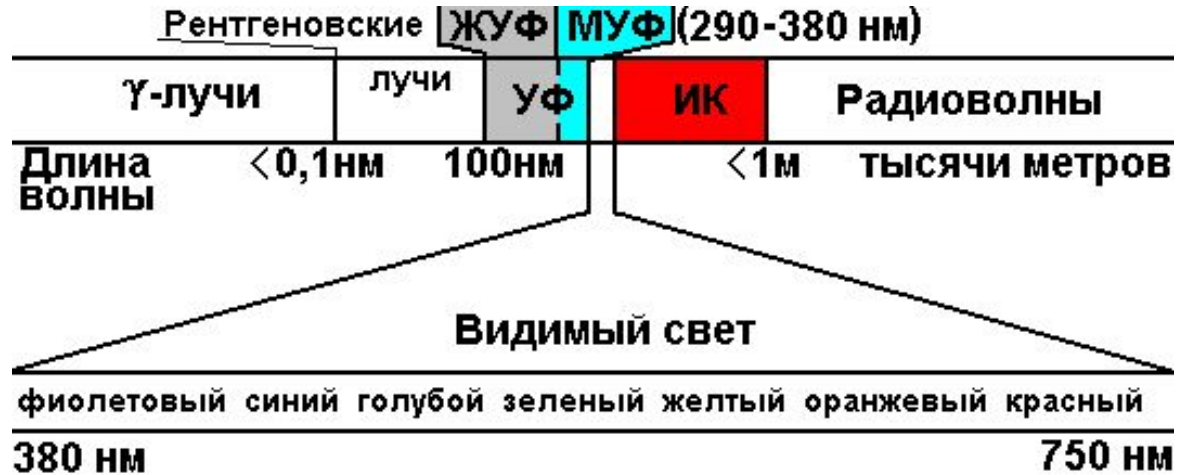
# Свет



*Фактор, поставляющий энергию для жизнедеятельности фотоавтотрофных организмов и обеспечивающий синтез основной части органического вещества на Земле, поддерживающий определенную температуру на поверхности Земли.* Для живых организмов наиболее важны: свет ультрафиолетовой части спектра, видимый свет и инфракрасное излучение.

*Жесткий ультрафиолет с длиной волны менее 290 нм губителен для живых клеток, до поверхности Земли не доходит, так как отражается озоновым экраном.*

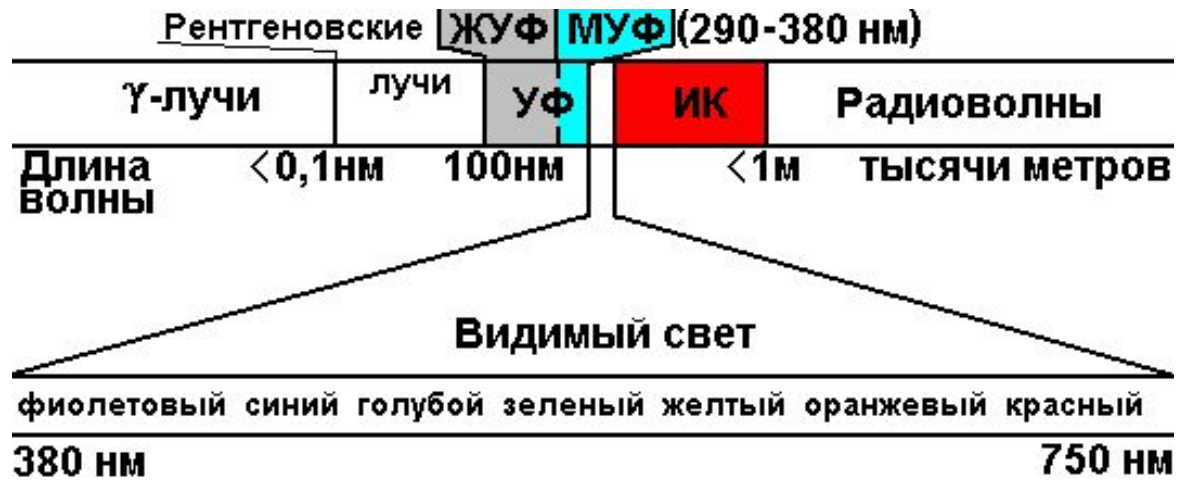
# Свет



*Мягкий ультрафиолет с длиной волны от 290 до 380 нм* несет много энергии и вызывает образование витамина D в коже человека, он же воспринимается органами зрения многих насекомых.

*Видимый свет с длиной волны от 380 до 750 нм* используется для фотосинтеза фототрофными организмами (растениями, фотосинтезирующими бактериями, сине-зелеными) и животными для ориентации.

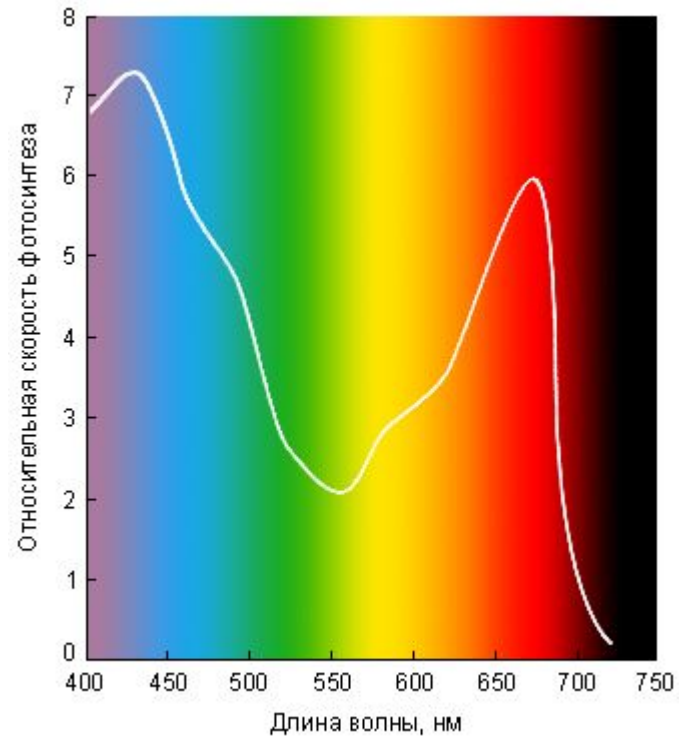
# Свет



*Инфракрасная часть* солнечного спектра (тепловые лучи) с длиной волны более 750 нм вызывает нагревание предметов, особенно важна эта часть спектра для животных с непостоянной температурой тела — *пойкилотермных*.

*Количество энергии, которое несет свет обратно пропорционально длине волны, то есть меньше всего энергии несут инфракрасные лучи.*

# Свет



Растения для фотосинтеза используют, в основном, синие и красные лучи.



## Экологические группы растений по отношению к свету

**Светолюбивые.** Обитают на открытых местах с хорошей освещенностью и в лесной зоне встречаются редко (растения степей).

имеют мелкие листья, сильно ветвящиеся побеги, много пигмента. Но увеличение интенсивности освещения сверх оптимального подавляет фотосинтез, поэтому в тропиках трудно получать хорошие урожаи.



- **Теневые.** Не выносят сильного освещения и живут под пологом леса в постоянной тени. Это в основном лесные травы. На вырубках при резком осветлении они проявляют явные признаки угнетения и часто погибают (мхи, папоротники).
- имеют тонкие темно-зеленые листья, крупные, расположены горизонтально, с меньшим количеством устьиц.



- **Теневыносливые.** Могут жить при хорошем освещении, но легко переносят и некоторое затемнение. К ним относится большинство растений лесов (большинство лесообразующих пород).



# Роль света в жизнедеятельности ЖИВОТНЫХ



## Действие на физиологические процессы

- Пигментация (меланизация) кожи
- Образование некоторых факторов роста (витамин D)
- Канцерогенное действие
- Мутагенное действие



## Ориентация в пространстве

Органы зрения



# Пути адаптации животных к недостатку света

– **редукция** органов зрения.

У постоянных обитателей пещер наблюдается полная или частичная редукция глаз;

– **гипертрофия** органов зрения. Жизнь при сумеречном освещении может приводить к гипертрофированному развитию глаз, способных улавливать ничтожные доли света;

– **собственный свет** (биолюминесценция). Характерна для глубоководных животных, осуществляется за счет симбиоза со светящимися бактериями.



# Фотопериодизм

- Реакция организмов на изменение длины светового дня.
- Если продолжительность светового дня искусственно поддерживать более 15 часов, наши листопадные деревья становятся *вечнозелеными*, а если весной с помощью ширмы устроить им осенний день (меньше 12 часов), их рост прекращается, они сбрасывают листву и у них наступает состояние зимнего покоя.

**По отношению к фотопериодизму растения делятся на три типа:**

- Растения короткого дня.
- Растения длинного дня.
- Растения нейтральные к длине дня.

- Растения короткого дня  
(зацветание и плодоношение  
наступает при 8-12-часовом  
освещении). Это растения  
южных районов. Например,  
гречиха, подсолнечник, просо,  
конопля и др.



**- Растения длинного дня**  
(требуют удлинения дня  
до 16-20 часов). Это  
большинство растений  
умеренных широт.  
Например, рожь,  
ячмень, лук, лен,  
морковь.





- Растения, нейтральные к длине дня. Среди таких растений можно назвать виноград, бархатцы, флоксы, сирень.



## Свет



У животных во второй половине лета и осенью происходит **накопление жировых запасов, осенняя линька, кочующие и перелетные начинают свои сезонные миграции.**

Осенью у насекомых формируются **зимующие стадии**, например, бабочка-капустница зимует на стадии куколки, малярийный комар и бабочка-крапивница – в стадии взрослого насекомого, непарный шелкопряд – в стадии яйца.

- 
- **Биотические факторы среды – совокупность взаимоотношений между живыми организмами**

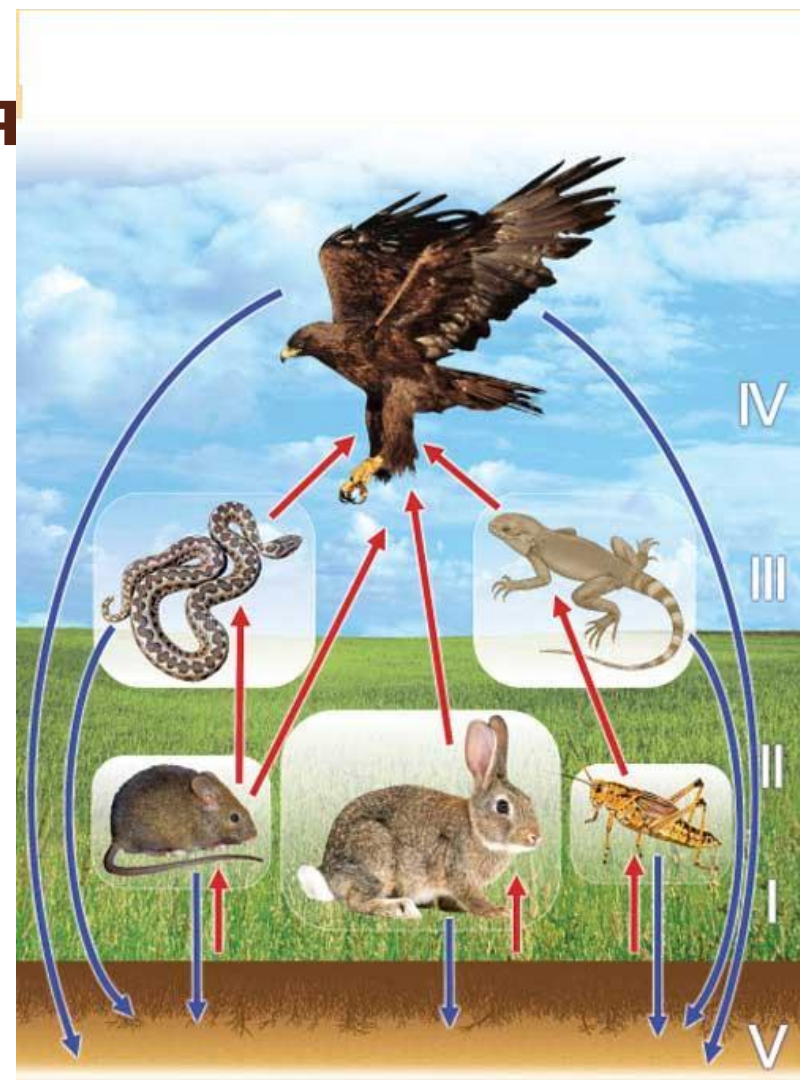
# Типы связей между видами

- Трофические
- Топические
- Форические
- Фабрические



# Трофические связи

● Возникают, когда один вид питается другим: живыми особями, мертвыми остатками, продуктами жизнедеятельности



- Трофические связи
  - прямая
  - косвенная

# Топические связи

- Изменение одним видом условий обитания другого вида. Еловый лес создает условия для произрастания черники, кислицы, папоротников.



# Форические связи

- Один вид участвует в распространении другого вида
- **Зоохория** – перенос животными семян, спор, пыльцы растений
- **Форезия** – перенос мелких особей



# Фабрические связи

- Один вид использует для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки или живых особей другого вида.
- Птицы, использующие для постройки гнезда траву, листья, пух и перья других видов птиц.



# Внутривидовые взаимоотношения:



- Внутривидовая конкуренция (за пищу, жизненное пространство, полового партнера и др. ресурсы)

# Межвидовые взаимоотношения

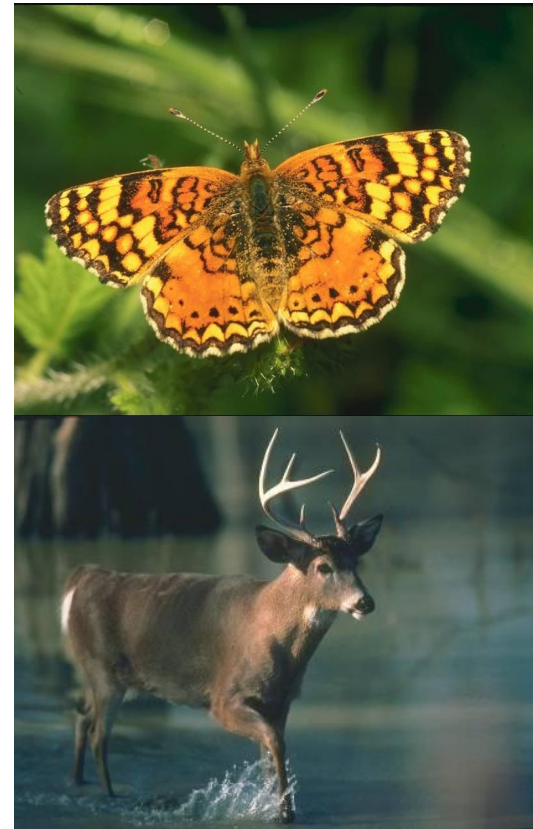
- Полезные (симбиотические)
- Вредные (антибиотические)
- Безразличные (нейтрализм)

«0» - безразличные

«+» - полезные

«-» - вредные

# Нейтрализм (00)



- Сожительство двух видов на одной территории, не имеющие для них ни положительных, ни отрицательных последствий

# Протокооперация(++)



- Взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которых извлекают все участники





**Пчелы опыляют различные растения.**



**Муравьи распространяют семена некоторых растений.**

# Мутуализм (облигатный симбиоз)(++)

- Взаимовыгодное сожительство, когда либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя

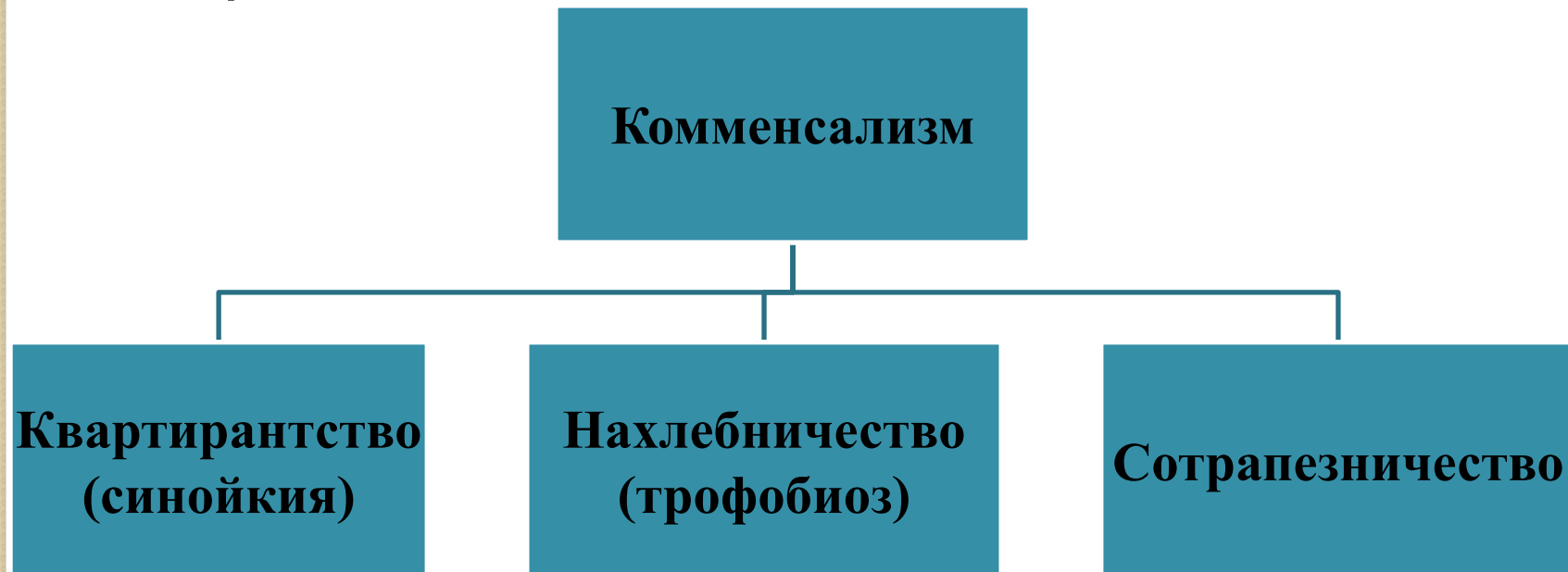
Симбиоз грибов и корней деревьев – микориза (грибокорень).



Лишайник - симбиоз гетеротрофного гриба и автотрофной водоросли.

# Комменсализм(+0)

- Один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично





# Квартирантство (синойкия)

Вид-квартирант обитает на другом виде или в его жилище, не принося виду-хозяину ни вреда, ни пользы.



**Рыба клоун прячется между щупалец актиний.**



**Лиана на стволе дерева.**



# Нахлебничество



**Потребление остатков пищи хозяина.**

# Сотрапезничество



# Хищничество(+/-)

- Взаимоотношения, при которых один из участников (хищник) умерщвляет другого (жертва) и использует его в качестве пищи
- Каннибализм – умерщвление и поедание себе подобных






# Паразитизм(+/-)

- Взаимоотношения, при которых паразит длительное время использует своего хозяина как среду обитания и источник пищи





- 
- **Облигатные паразиты** – ведут исключительно паразитический образ жизни и вне хозяина либо погибают, либо находятся в неактивном состоянии (вирусы)
  - **Факультативные паразиты** – в случае необходимости могут нормально жить во внешней среде, вне организма хозяина (патогенные грибы, бактерии)

# Конкуренция(- -)

- Взаимоотношения, при которых организмы соперничают друг с другом за одни и те же ресурсы внешней среды



# Аменсализм(- 0)



- Взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких отрицательных влияний со стороны подавляемого




**Биогеоценоз.  
Экологическая система.**





- **Биоценоз** – сообщество взаимосвязанных живых организмов разных видов.
- К. Мёбиус (1877),

- 
- **Биотоп** - совокупность всех абиотических факторов, определяющих условия существования организмов на определенной территории.
  - **Биотоп** — участок среды обитания биоценоза.



- **Биогеоценоз** – совокупность организмов (популяций) разных видов, обитающих на одной территории, взаимосвязанных друг с другом и с условиями окружающей среды.

Термин биогеоценоз в 1942 г. был предложен академиком В.Н. Сукачевым

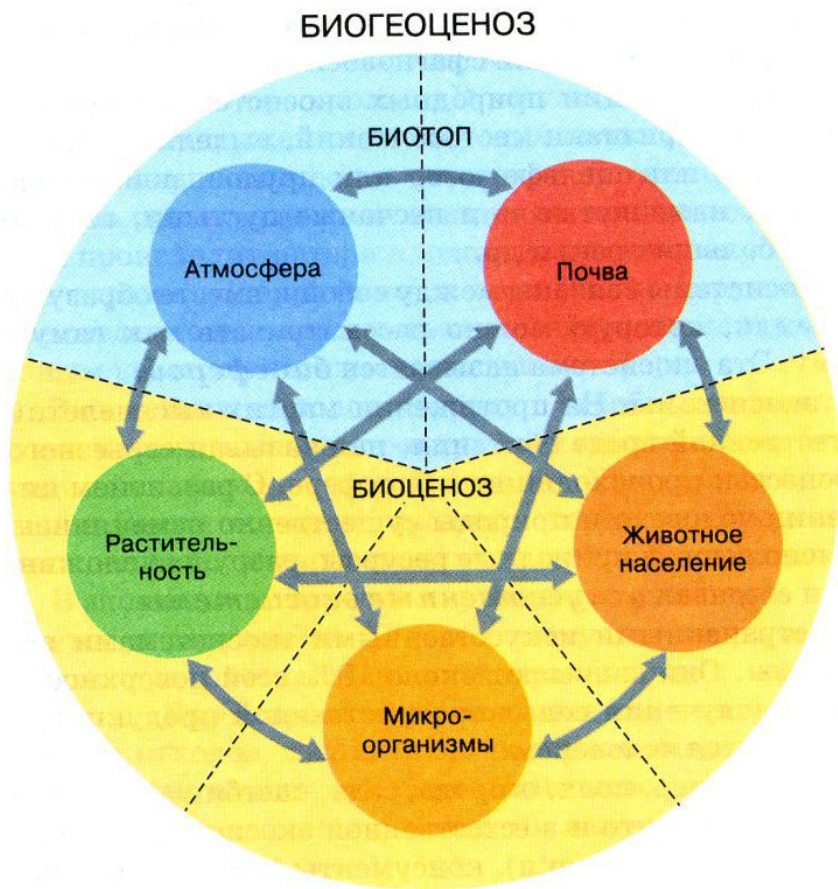
**Биогеоценоз =**

**Биоценоз + Биотоп**

**Совокупность  
растений, животных,  
микробов, живущих  
совместно в одних  
условиях среды**

**Пространство с  
более или менее  
однородными  
условиями,  
заселенное  
биоценозом**





**Биогеоценоз - устойчивая, саморегулирующаяся система**, образованная живыми организмами, приспособленными к совместной жизни на определенной территории с более или менее однородными условиями существования.



# **Экологическая система**

Артур Тенсли (1935 г.)

## **Отличие биогеоценоза от экосистемы:**

Биогеоценоз имеет четкие границы, определяемы фитоценозом (растительным сообществом).

Биогеоценоз ельника, дубравы, березовой рощи.

Экосистема — более широкое понятие.

**Каждый биогеоценоз — это экосистема, но не каждая экосистема — биогеоценоз**

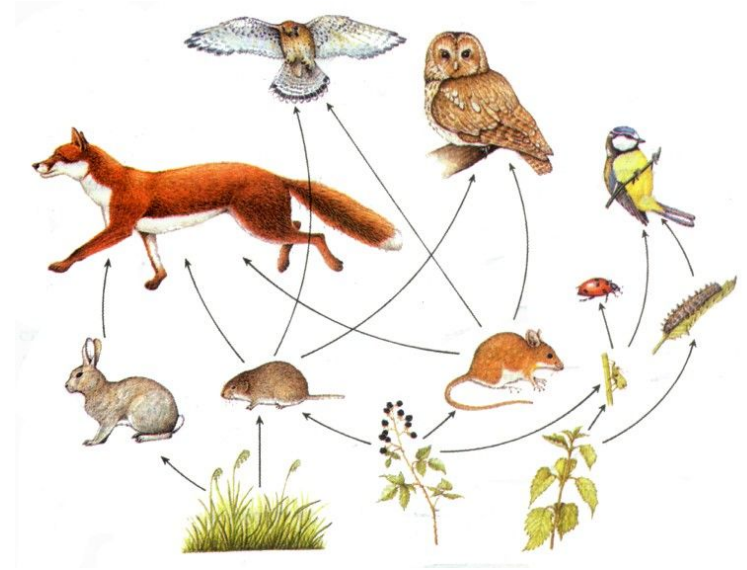
# Свойства биогеоценоза

- Естественная, исторически сложившаяся система;
- Система, способная к саморегуляции и поддержанию своего состава на определённом постоянном уровне;
- Характерен замкнутый круговорот веществ;
- **Открытая система** для поступления и выхода энергии, основной источник.





# Саморегуляция



численность популяций каждого вида за счет **саморегуляции** поддерживается на оптимальном для данных условий уровне.

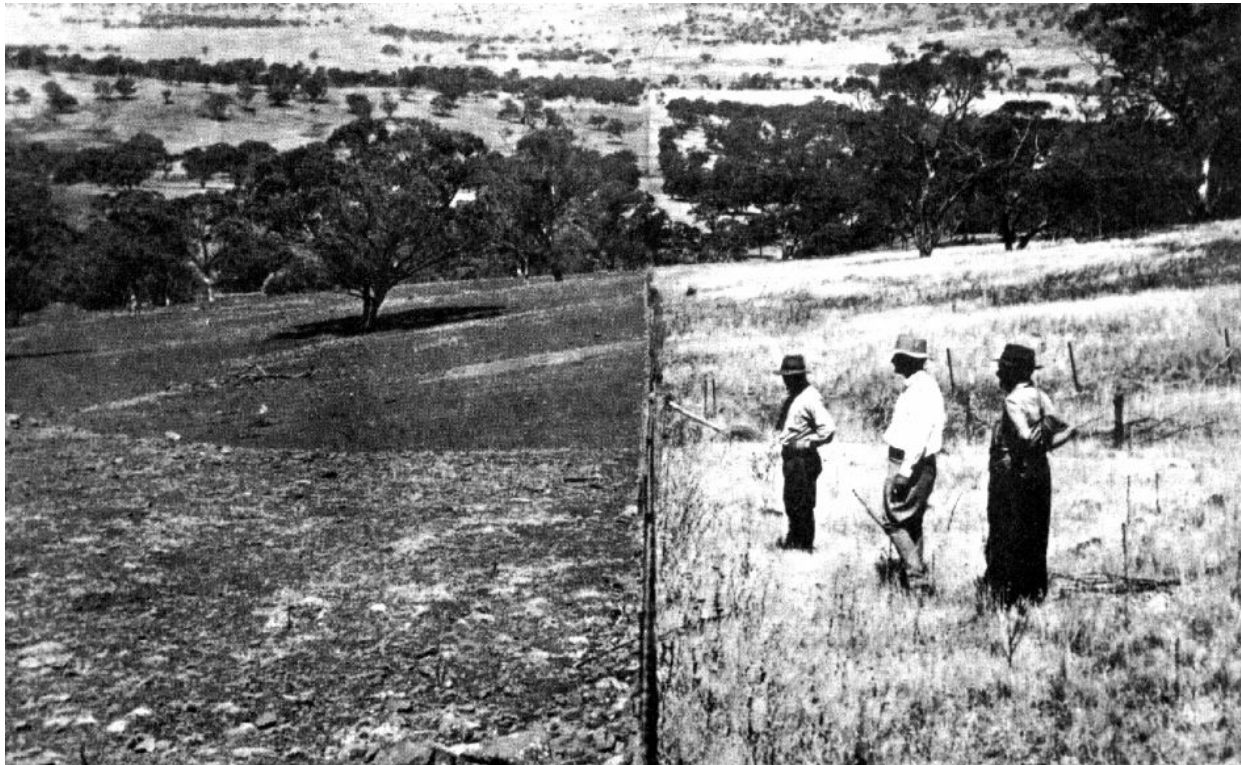
Причем, чем больше видов входит в состав биогеоценоза, тем сложнее сети питания, тем он устойчивее. Выпадение одного звена в такой экосистеме обычно не приводит к её гибели.

# 1. Саморегуляция



хищники контролируют численность животных, которыми питаются, добычей хищников становятся в первую очередь больные и ослабленные животные.

На Аляске, в одном из заповедников, чтобы защитить четыре тысячи оленей, был организован полный отстрел волков. В результате через 10 лет оленей стало 42 тысячи, они подорвали кормовую базу и стали вымирать.



введение в экосистему нового вида может привести к серьезным ее изменениям, особенно если у иммигранта не будет естественных врагов.

Например, кролики, которые были завезены в Австралию, так размножились, что лишили корма овец и принесли фермерским хозяйствам огромные убытки.



# Основные показатели биогеоценоза

- **Видовой состав** – количество видов, обитающих в биогеоценозе.
- **Видовое разнообразие** – количество видов, обитающих в биогеоценозе на единицу площади или объёма.
- **Биомасса** – количество организмов биогеоценоза, выраженное в единицах массы.



# Структура биогеоценоза (экосистемы)



# Структура биоценоза

**пространственная**

**Проявляется в  
закономерном  
размещении  
разных  
видов  
относительно  
друг друга в  
пространстве**

**видовая**

**Определяется  
видовым составом  
организмов  
и численностью  
популяций**

**трофическая**

**Основу образуют  
пищевые цепи  
всех  
представленных  
в сообществе  
ВИДОВ**

# Пространственная структура биоценоза



Древесный ярус  
(5–20 м)

Кустарниковый ярус  
(2–5 м)

Травянистый ярус  
(0–2 м)

Приземный ярус  
Подстилка

Обеспечивает возможность размещения на небольшой территории земной поверхности большого количества видов из разных царств живой природы.

# Приспособленность к совместному существованию.

- 1. Неодинаковые темпы и сроки развития(чередование цветения, плодоношения)
- 2. различные типы взаимоотношений-микориза(высшее растение и грибы), образование лишайников, взаимоотношение растения паразита и хозяина.



# Пищевые связи в биогеоценозах



# Поток энергии и цепи питания

- Пищевая цепь – цепь организмов, где каждое предыдущее звено служит пищей для следующего.
- Одно звено цепи – трофический уровень.

# Функции живых организмов в биосфере

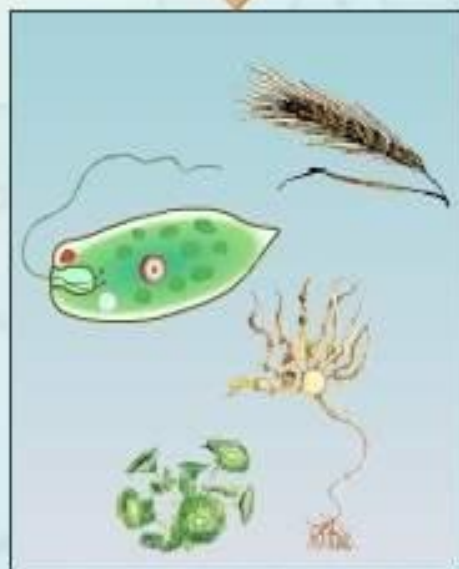
Автотрофы

Гетеротрофы

Продуценты

Консументы

Редуценты



• **Продуценты** (лат. производящий) – автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (*растения и автотрофные бактерии*).





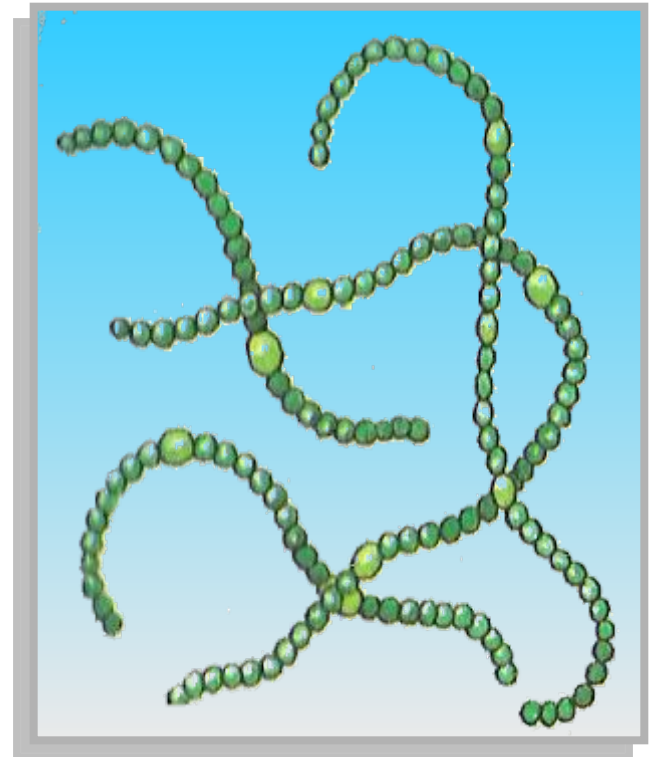
Продуцентами являються:

- **Растения.**



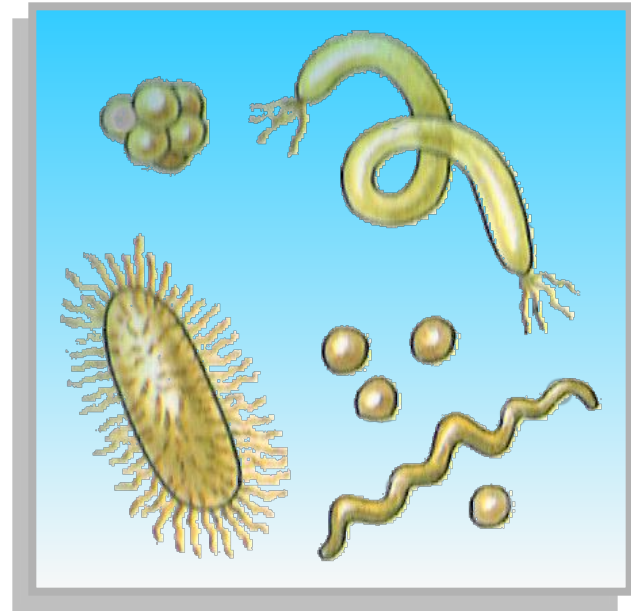
Продуцентами являются:

- **Цианобактерии.**



Продуцентами являются:

- **Хемосинтезирующие бактерии.**



- **Консументы** (лат. потреблять, расходовать) – гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество.

Консументы бывают трех порядков:

**растительноядные животные**

**плотоядные животные**

**всеядные**

жи

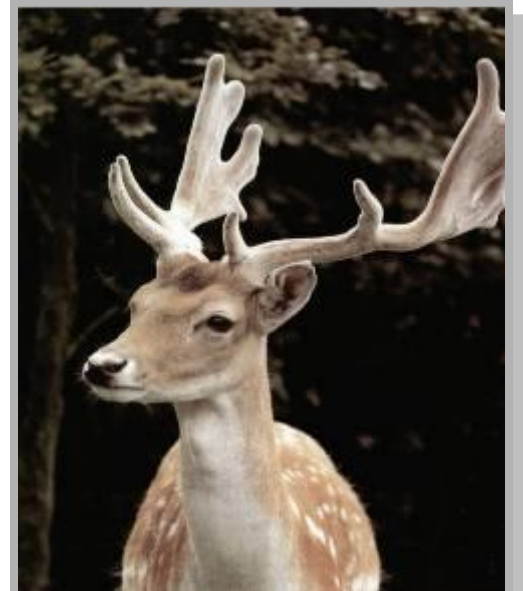




Консументы I порядка  
потребители 1 порядка) -

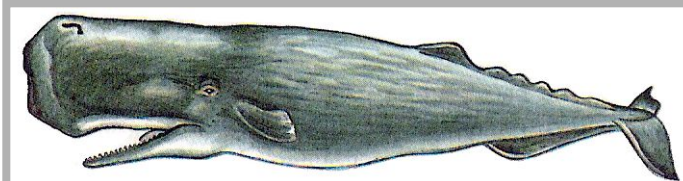
**Растительноядные**

**животные**



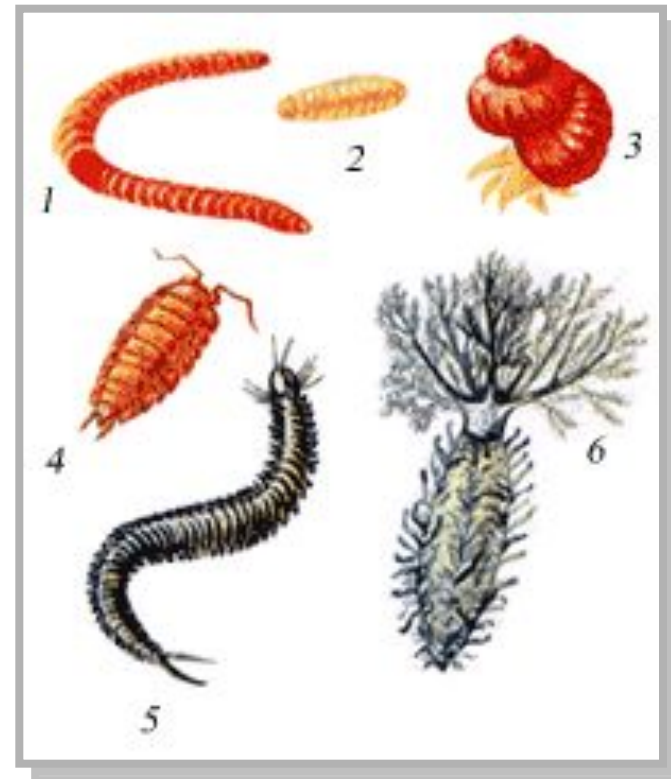
# Консументы 2 порядка потребители 2 порядка) -

Хищные животные, питающиеся  
растительноядными, паразиты растительноядных  
животных



# Консументы 3 порядка потребители 3 порядка) -

Крупные хищники, питающиеся мелкими хищниками, падальщики, паразиты хищников.



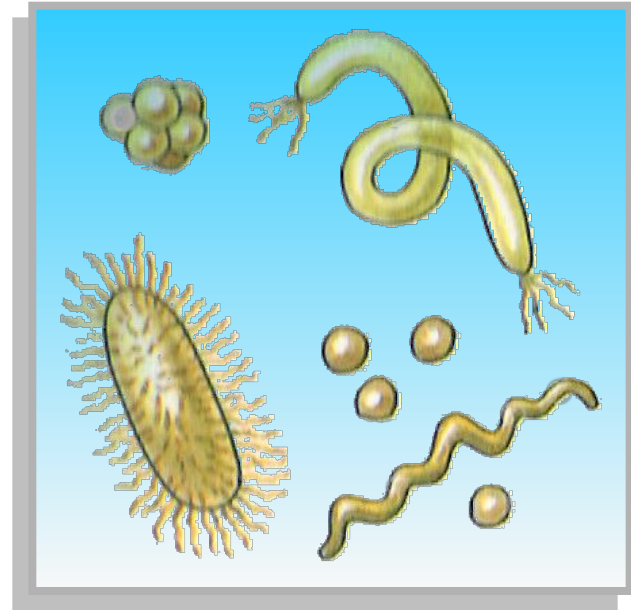
# **Редуценты** (разрушители) -

организмы, разрушающие  
органические вещества до  
неорганических.



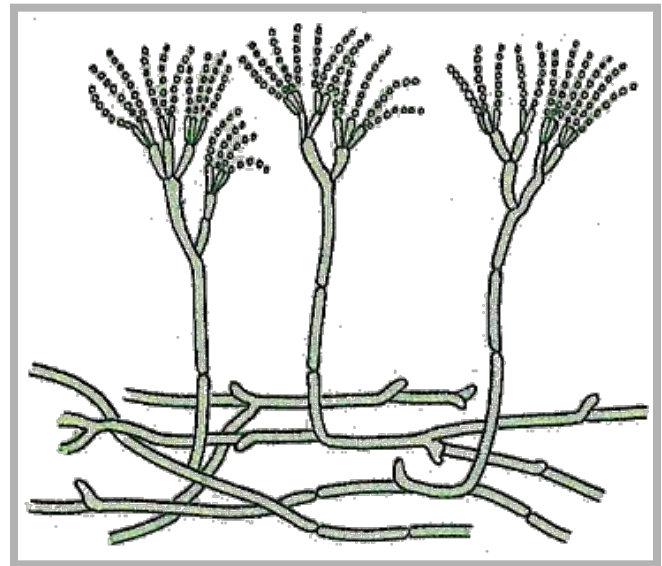
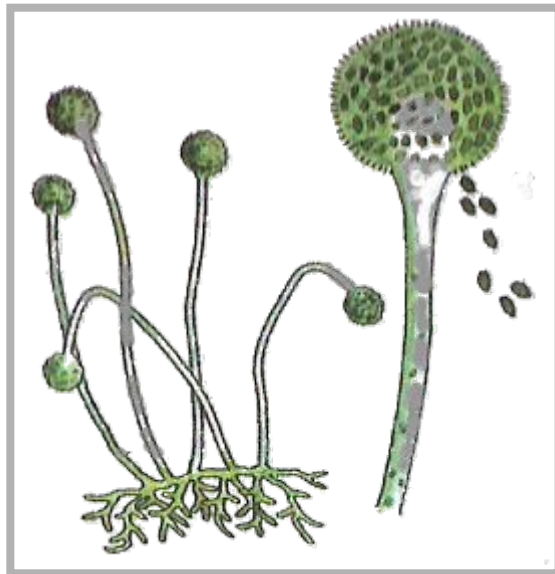
Редуцентами являются:

- бактерии;



Редуцентами являются:

**грибы.**



**Редуценты** - это сапрофиты (обычно, бактерии и грибы), питающиеся органическими остатками мёртвых растений и животных (детритом).

Детритом могут также питаться животные – детритофаги, ускоряя процесс разложения остатков



# Цепи питания

**пастбищные**

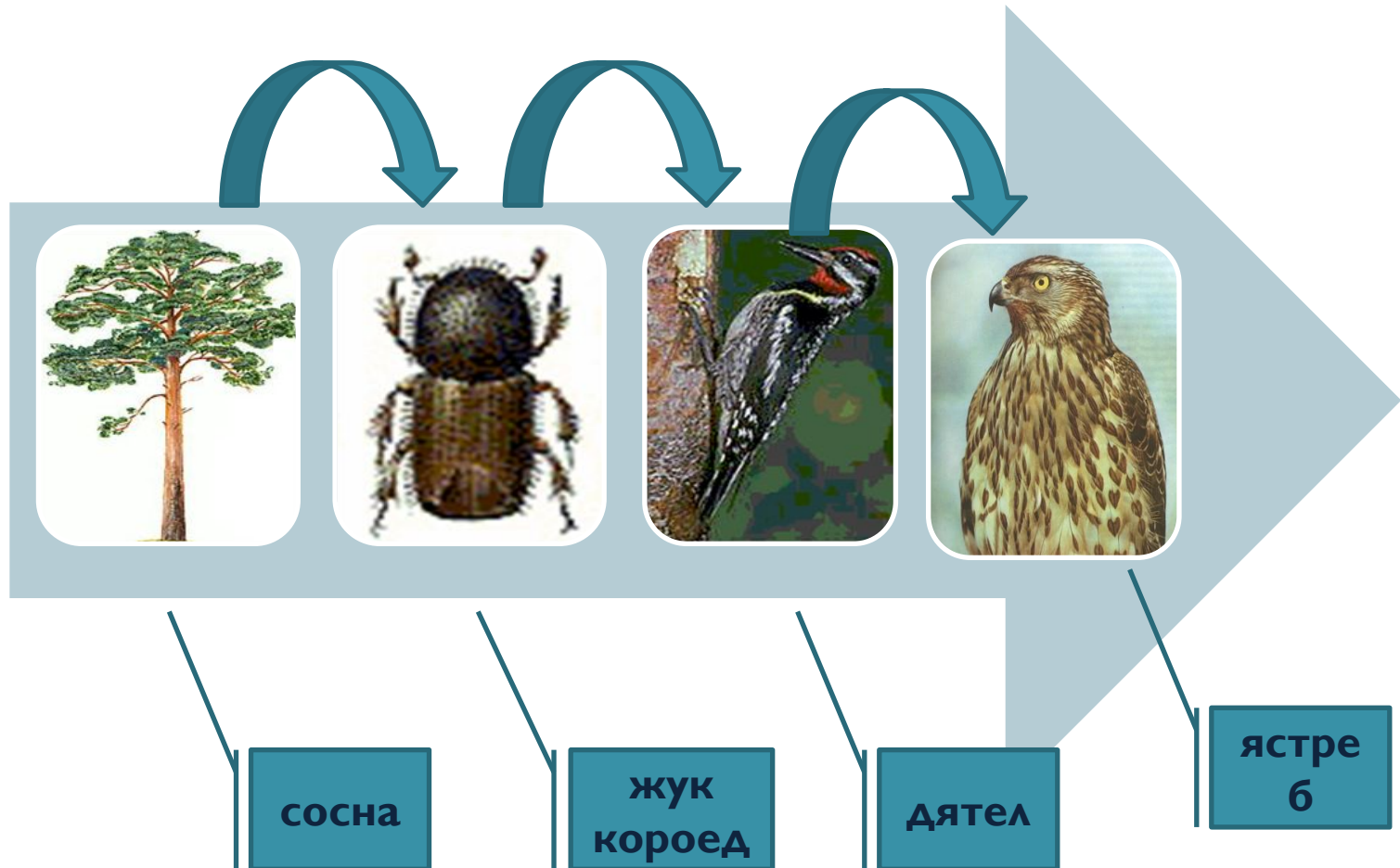
**начинается  
с ЖИВЫХ  
фотосинтезирующих  
организмов**

**детритные**

**начинаются  
с отмерших остатков  
растений, трупов и  
экскрементов  
животных (детрита)**



# Пастбищная цепь питания









# ТИПИЧНЫЕ ДЕТРИТНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ ЛЕСОВ



Мёртвое  
животное

муха

лягушка

уж



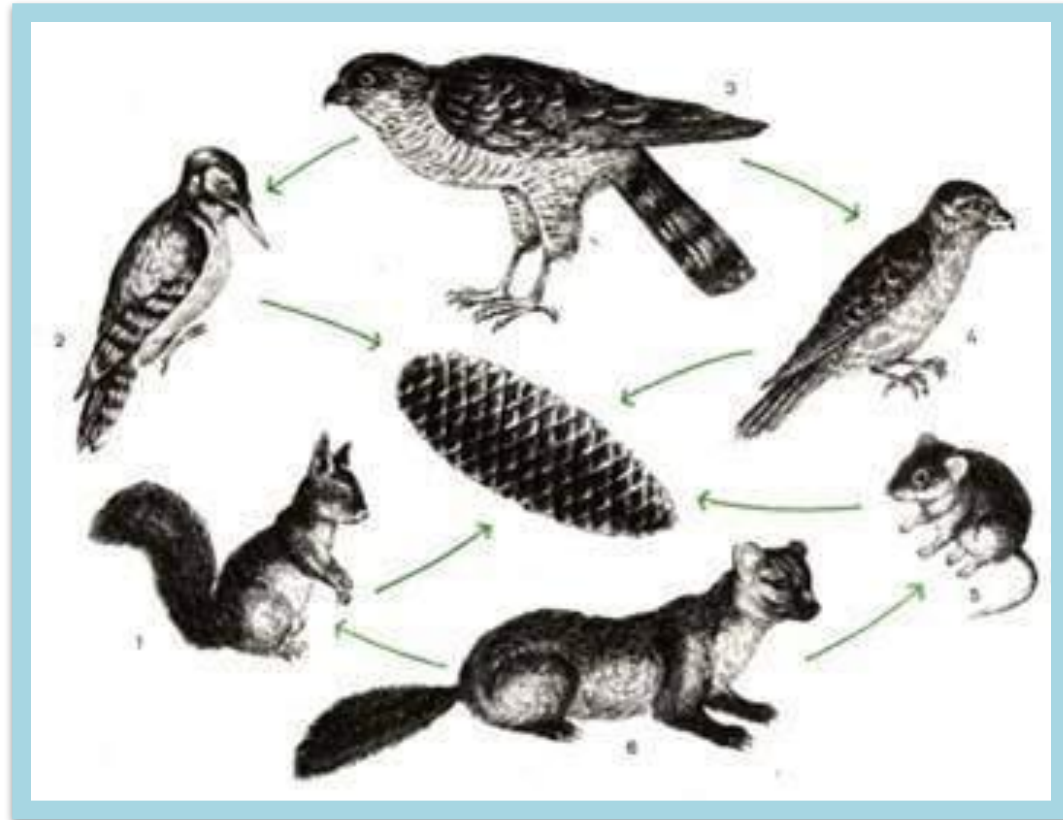
опад

Дождевой  
червь

дрозд

Ястреб –  
перепелятник

Линейные пищевые цепи - большая редкость в природе. Как правило, пищевые цепи в экосистеме тесно переплетаются.



Совокупность пищевых связей в экосистеме образует **пищевые сети**, в которых многие консументы служат пищей нескольким членам экосистемы.



# Экологические пирамиды

- Графическое изображение пищевой цепи – экологическая пирамида.

## Типы экологических пирамид

- Пирамида численности
- Пирамида биомассы
- Пирамида энергии (или продукции)

# Экологическая пирамида.



# Правило экологической пирамиды

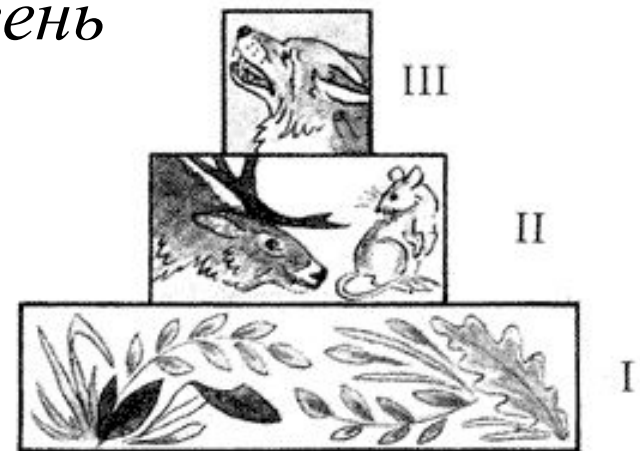
(правило 10%)




Раймонд Линдеман  
(1915-1942)

Каждый последующий трофический уровень ассимилирует не более 10% энергии предыдущего.

*(с уровня на уровень переходит около 10% энергии)*





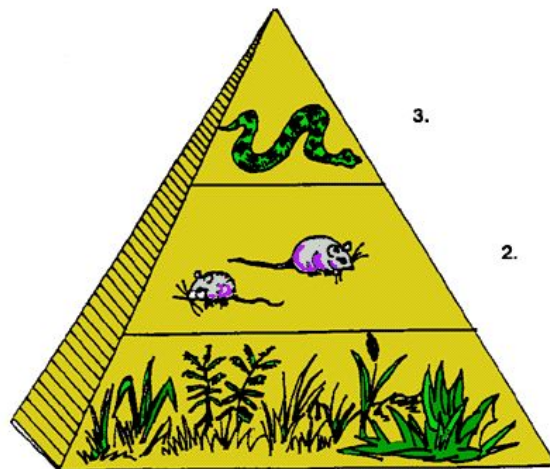
Чем длиннее пищевая цепь, тем больше теряется полезной энергии. Поэтому длина пищевой цепи обычно не превышает 4 - 5 звеньев.

- Энергия расходуется на процессы жизнедеятельности: синтез органических веществ, движение, рост. Органические вещества расходуются в процессе дыхания. Часть органического вещества и энергии теряется с непереваренными остатками пищи, продуктами жизнедеятельности.

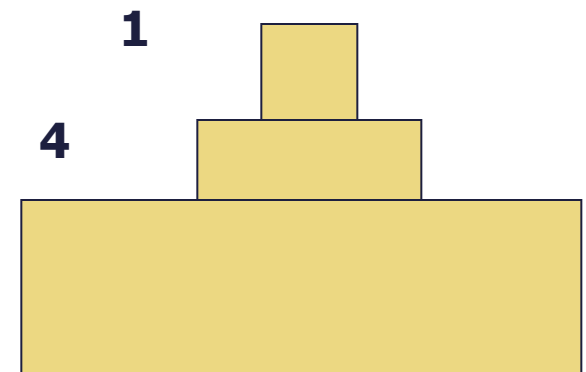


# Пирамида чисел (пирамида Элтона)

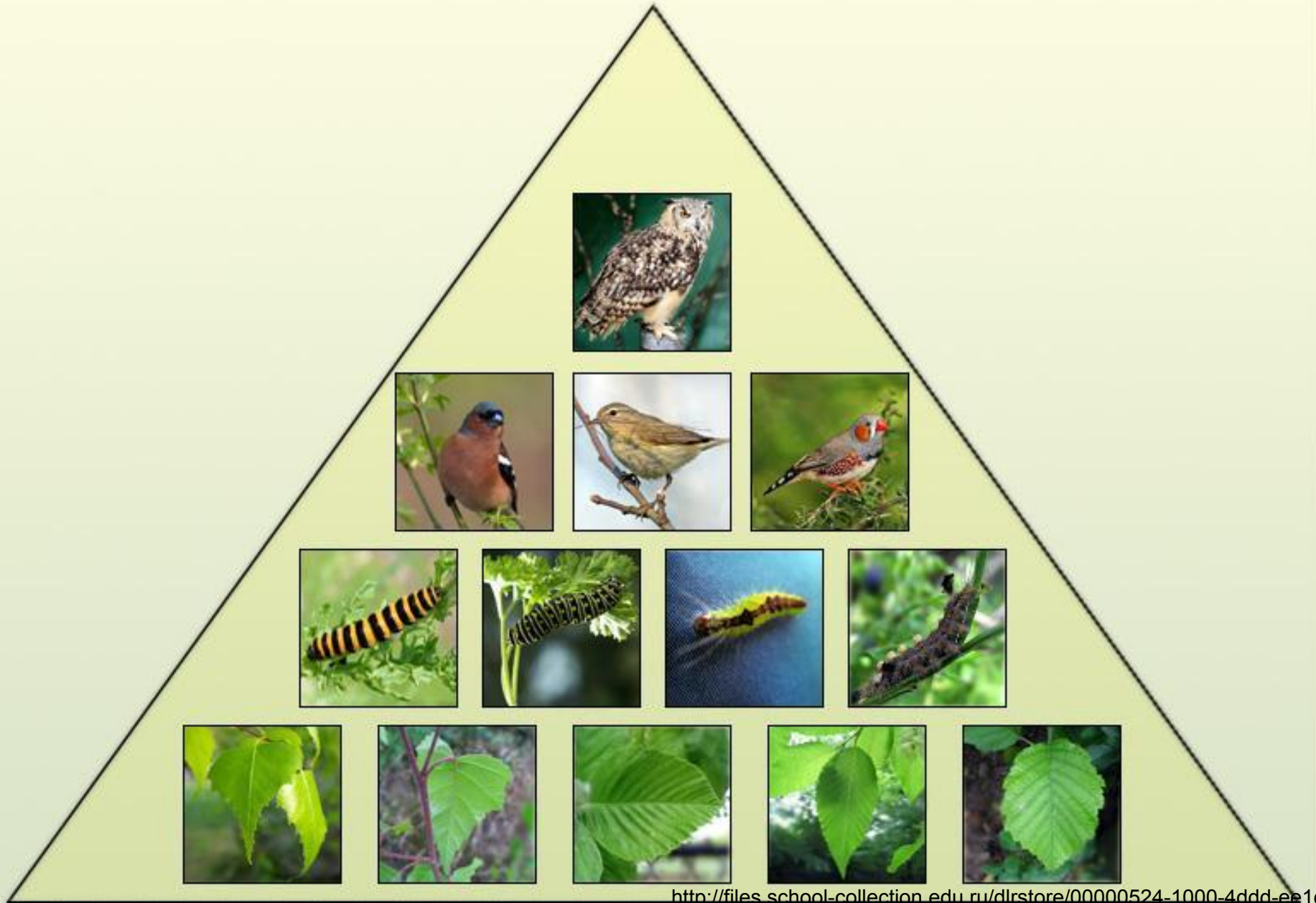
- показывает численность организмов на каждом трофическом уровне
- **Количество особей, составляющих последовательный ряд звеньев от продуцентов к консументам, неуклонно уменьшается**



2000



ПИРАМИДА ЧИСЕЛ  
(по Ч. Эптону, 1927г.)



# Пирамида биомасс

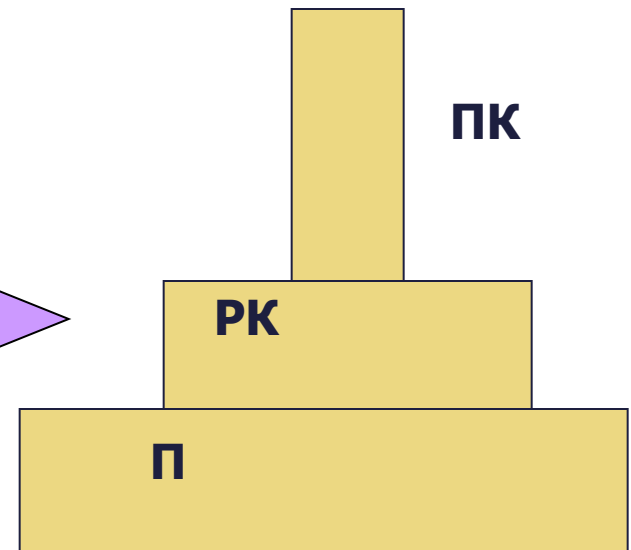
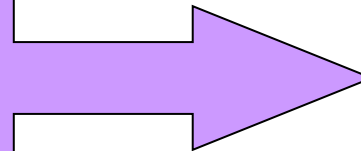
характеризует суммарную  
массу живого вещества на  
данном трофическом уровне  
 $\text{г/м}^2, \text{г/м}^3$

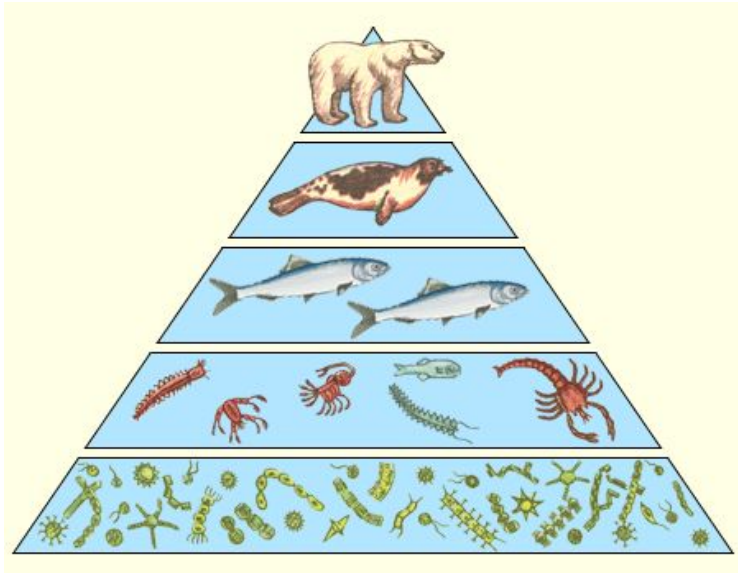
**П** – продуценты

**РК** – растительоядные  
консументы

**ПК** – плотоядные консументы

Пирамида биомасс наземной  
экосистемы





Если для простоты взять на прирост биомассы 10% от съеденной пищи, то медведь массой 500 кг съел тюленей:

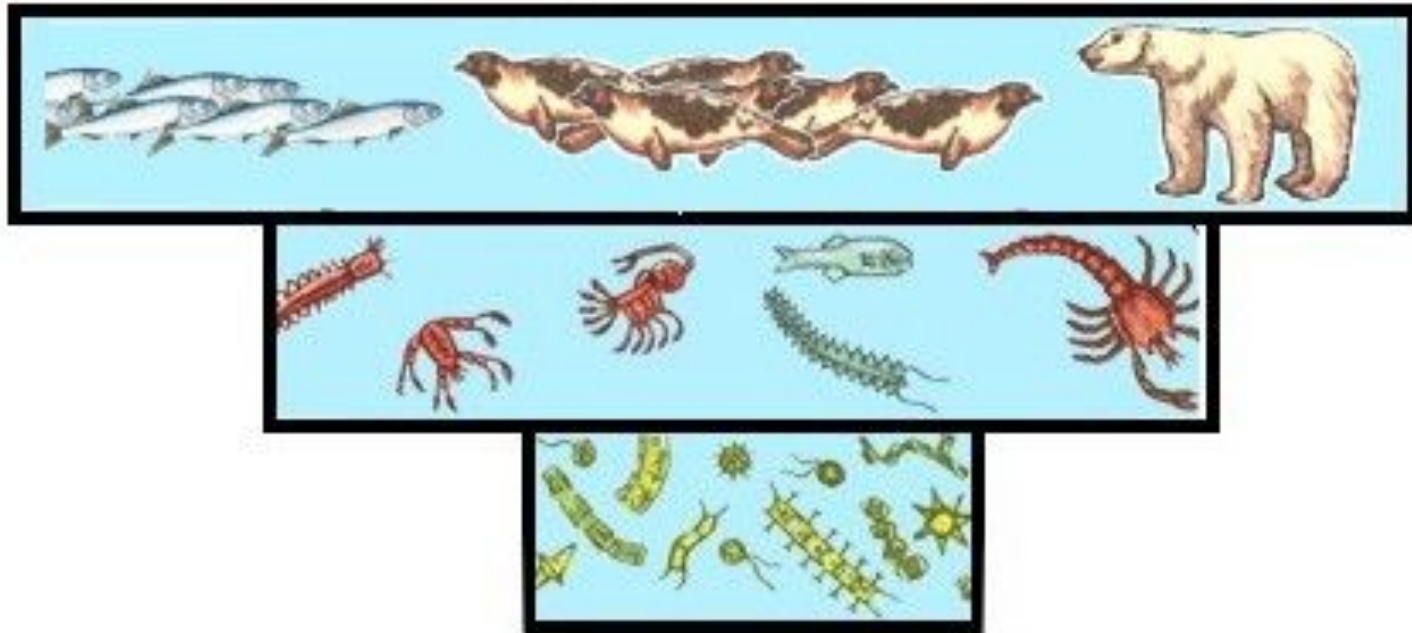
5 т, которым понадобилось рыбы:

50 т, рыба съела зоопланктона:

500 т, а в основании этой экологической пирамиды будут находиться съеденные зоопланктоном:

5000 т фитопланктона.

Это *правило экологической пирамиды биомассы* — биомасса каждого последующего уровня в пищевой цепи прогрессивно уменьшается — *верно для большинства экосистем*.



Но в морских экосистемах биомасса каждого последующего уровня увеличивается, наблюдается *перевернутая пирамида биомассы*.



Перевернутая пирамида биомассы свойственна морским экосистемам, где первичные продуценты (фитопланктонные водоросли) очень быстро делятся, а их потребители (зоопланктонные ракообразные) гораздо крупнее, но размножаются значительно медленнее. Морские позвоночные имеют еще большую массу и длительный цикл воспроизводства.

# пирамиды энергии

- показывает величину потока энергии или продуктивности на последовательных уровнях



# Экологические сукцессии

**Экологической сукцессией называется последовательная смена биоценозов в рамках одного биотопа.**

# Причины смены биогеоценозов

- Внешние:

1. природные катаклизмы

2. антропогенные факторы

- Внутренние:


деятельность самих организмов.

# Виды смены биогеоценоза



## Постепенные (Сукцессии)

- Изменение среды самими организмами.
- Смена климата
- В процессе эволюции

- 
- ## Скачкообразные, внезапные, «катастрофические»
- Природные катастрофы
  - Антропогенный фактор.



# Виды экологических сукцессий

- **Первичные сукцессии (постепенные).** Сукцессии на территориях, впервые осваиваемых организмами.
- **Вторичные сукцессии.** Сообщество развивается на месте, где ранее существовала хорошо развитая экосистема

# Первичная сукцессия



Сукцессия, которая начинается на абсолютно лишенном жизни месте, называется **первичной**.

Она идет **от первичных стадий к климаксным**. Количество видов постепенно увеличивается, увеличивается и биомасса сообщества.

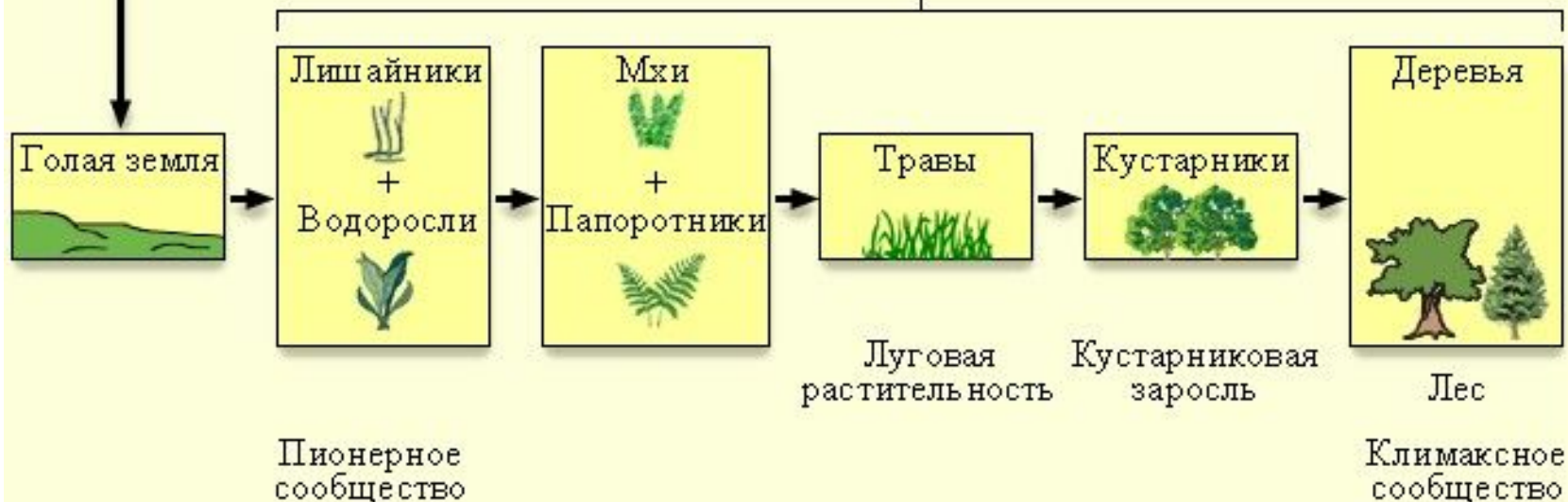
# Этапы первичной сукцессии

- Выветривание горных пород
- Заселение бактерий, водорослей, накипных лишайников и образование почвы
- Поселение мхов, листовых лишайников
- Появление травянистых растений-  
формирование сообщества
- Поселение кустарников
- Лес- устойчивая экосистема.

Крупное  
нарушение в  
окружающей среде

## Вторичная сукцессия

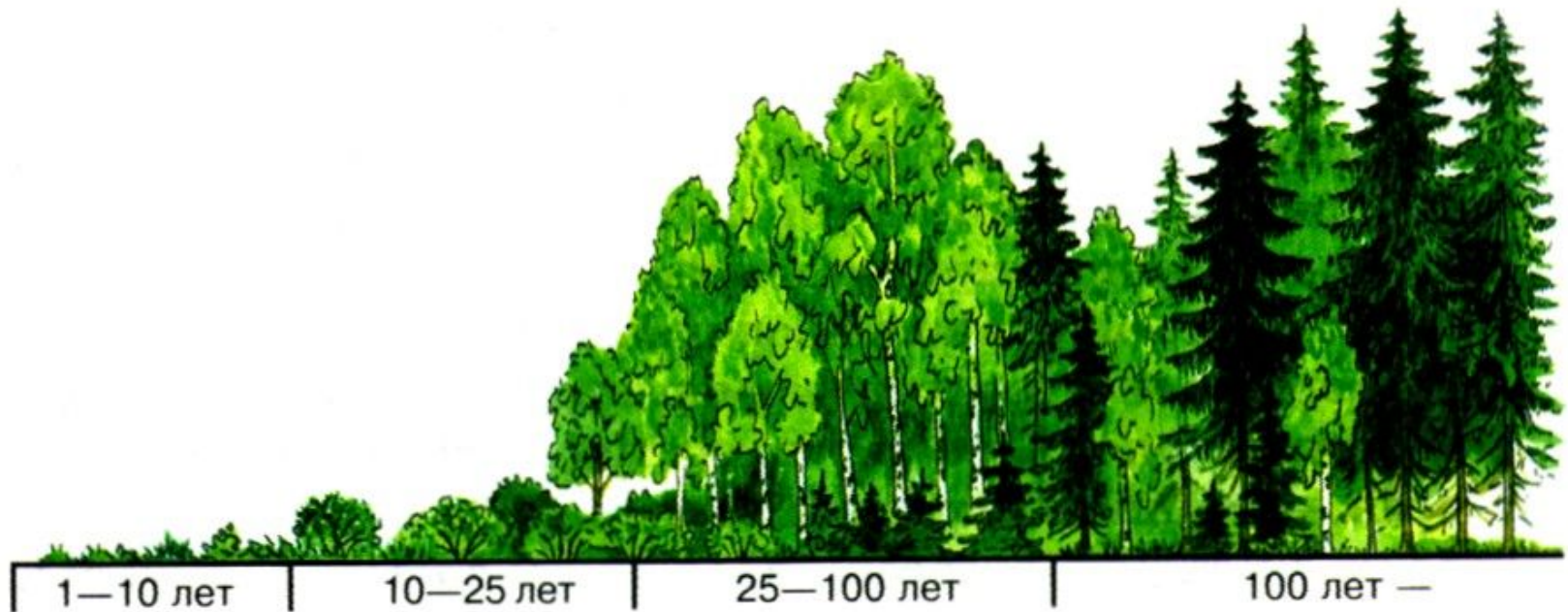
Сообщества серии



Если сообщество развивается на месте, где существовал хорошо развитый биоценоз, то **сукцессия будет вторичной**.

В таких местах обычно сохраняются богатые жизненные ресурсы, поэтому вторичные сукцессии приводят к образованию климаксного сообщества **значительно быстрее, чем первичные**.

## Смена экосистем



Например, после пожара или вырубке елового леса происходит его самовосстановление через ряд менее устойчивых экосистем: сначала развивается сообщество светолюбивых травянистых растений, затем подрастают светолюбивые древесные породы, под их защитой появляются всходы ели и **примерно через двести лет ели вытесняют светолюбивые породы деревьев.**



## • **ОБРАЗОВАНИЕ БОЛОТ**

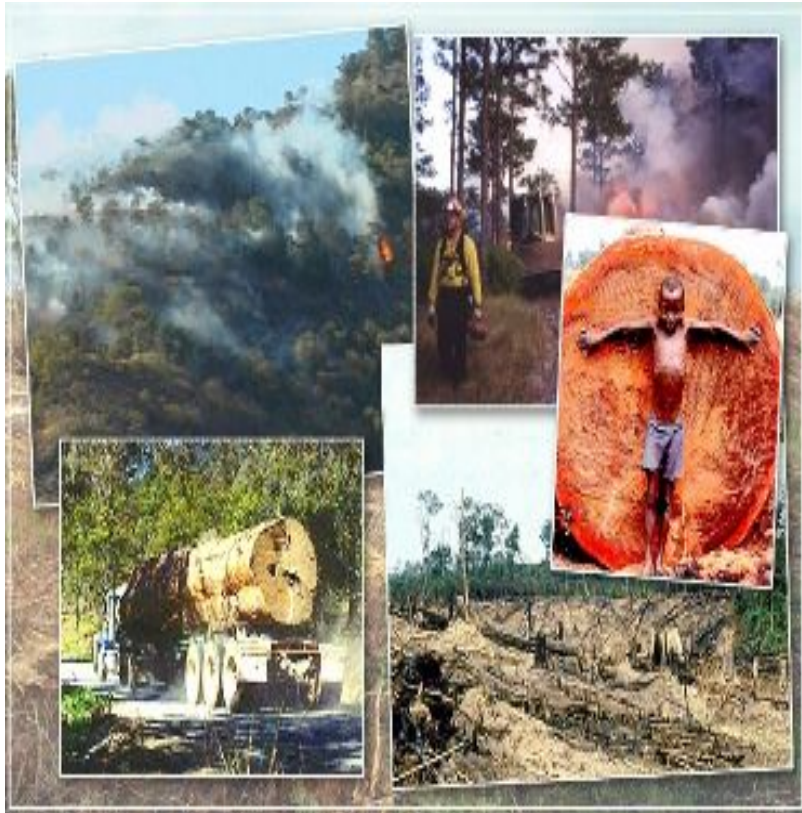
- **Болота образуются различными способами:**
- **заболачиванием лесов,**
- **зарастанием водоемов,**
- **заболачиванием лугов.**
- **Основным условием заболачивания леса является накопление и застаивание воды.**
- **В таких случаях в лесу поселяется мох — кукушкин лен, который способен хорошо задерживать влагу, выпадающую в виде дождя.**
- **Постепенно кукушкин лен отмирает, в результате создаются условия для образования торфа.**
- **В это время в зарослях кукушкина льна появляется сфагновый мох, который быстро его вытесняет.**

- **Интенсивный процесс торфообразования и буйный рост сфагнома оказывает губительное влияние на древесную растительность.**
- **Деревья хуже растут,**
- **начинают выпадать,**
- **в результате вместо леса образуется торфяное болото с характерными для него растениями.**
- **Заболачивание водоемов и озер происходит двумя способами — зарастанием и нарастанием.**
- **В тех случаях, когда водоем (или озеро) имеет *мелкие, пологие берега,***
- **он *постепенно зарастает* береговой растительностью.**

- **Сначала у берега появляются**
- **водоросли,**
- **затем цветковые растения — рдесты,**
- **за ними кувшинки.**
- ***Эти растения водные, их стебли не поднимаются над водой.***
- **За водоплавающими растениями следуют высокорослые —**  
**тростник, камыш, рогоз и др.**
- **Стебли и листья их поднимаются над водой, а корни укореняются на дне.**
- **Постепенно прибрежная растительность *продвигается вглубь водоема.***
- **На дне откладываются остатки растений, водоем постепенно мелет**
- **Каждая группа растений подготавливает благоприятные условия для роста следующей группы растений, а сама движется к центру водоема.**
- **Так постепенно водоем зарастает и превращается в болото,**
- **сначала травяное, а затем моховое.**

- Вследствие недостатка кислорода в придонных слоях воды часть органического вещества остается неокисленной и не используется в дальнейшем круговороте.
- В глубоких местах остатки планктона откладываются на дне, образуя мелкозернистый ил.
- В прибрежной зоне накапливаются остатки водной растительности, образующие торфянистые отложения.
- Водоем мелеет, чему способствуют также отложения глины и песка.
- Прибрежная водная растительность распространяется к центру водоема, образуются торфяные отложения.
- Озеро постепенно превращается в болото. Исчезают рыбы и планктон открытых участков. Многие растения и животные замещаются другими видами, более приспособленными к условиям болот.
- Окружающая наземная растительность постепенно надвигается на место бывшего водоема.
- В зависимости от условий здесь может возникнуть осоковый луг.

# Антропогенный фактор смены биогеоценоза



- Пожар
- Вырубка леса
- Расселение и акклиматизация организмов
- Вытаптывание
- Выпас скота





# *Агроценозы*

# Агроценозы



*Биоценозы, которые возникают на землях сельскохозяйственного пользования, называют агроценозами.* Сады, парки, посевы сельскохозяйственных растений называются агроценозами.

*Источник энергии:*

Не только солнечный свет, но энергия вносимых органических удобрений, энергия трудовой деятельности человека, энергия сжигаемого горючего.

# Агроценозы



*1. Малое разнообразие видов, короткие, неразветвленные цепи питания.*

Биоценоз отличается меньшим разнообразием видов, часто возделывается одна культура растений (монокультура) — пшеница, рожь, кукуруза.



# Агроценозы



## 2. Незамкнутый круговорот веществ.

Круговорот неполный. Урожай, забирается человеком. В результате происходит обеднение почвы и для того, чтобы восстановить ее плодородие, необходимо вносить удобрения.

# Агроценозы



## 3. Отсутствие саморегуляции

Саморегуляция проявляется очень слабо, так как видовое разнообразие консументов невелико, хищников и паразитов недостаточно для ограничения роста численности растительноядных животных. Поэтому человеку приходится самому регулировать численность многих консументов в агроценозе.



## Агроценозы



*6. Ослабленный естественный отбор*  
направляющим фактором является  
искусственный отбор, отбор в пользу  
наиболее продуктивных сортов растений.