

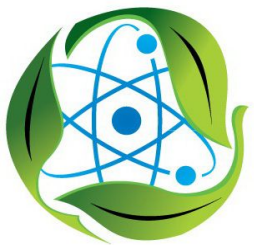
# Дисциплина “Экология”

## ЛЕКЦИЯ 3

## ЭКОСИСТЕМЫ

**Кутергин Андрей Сергеевич**

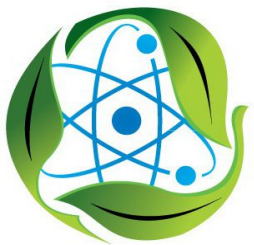
Доцент кафедры радиохимии и прикладной экологии



## *Содержание лекции*

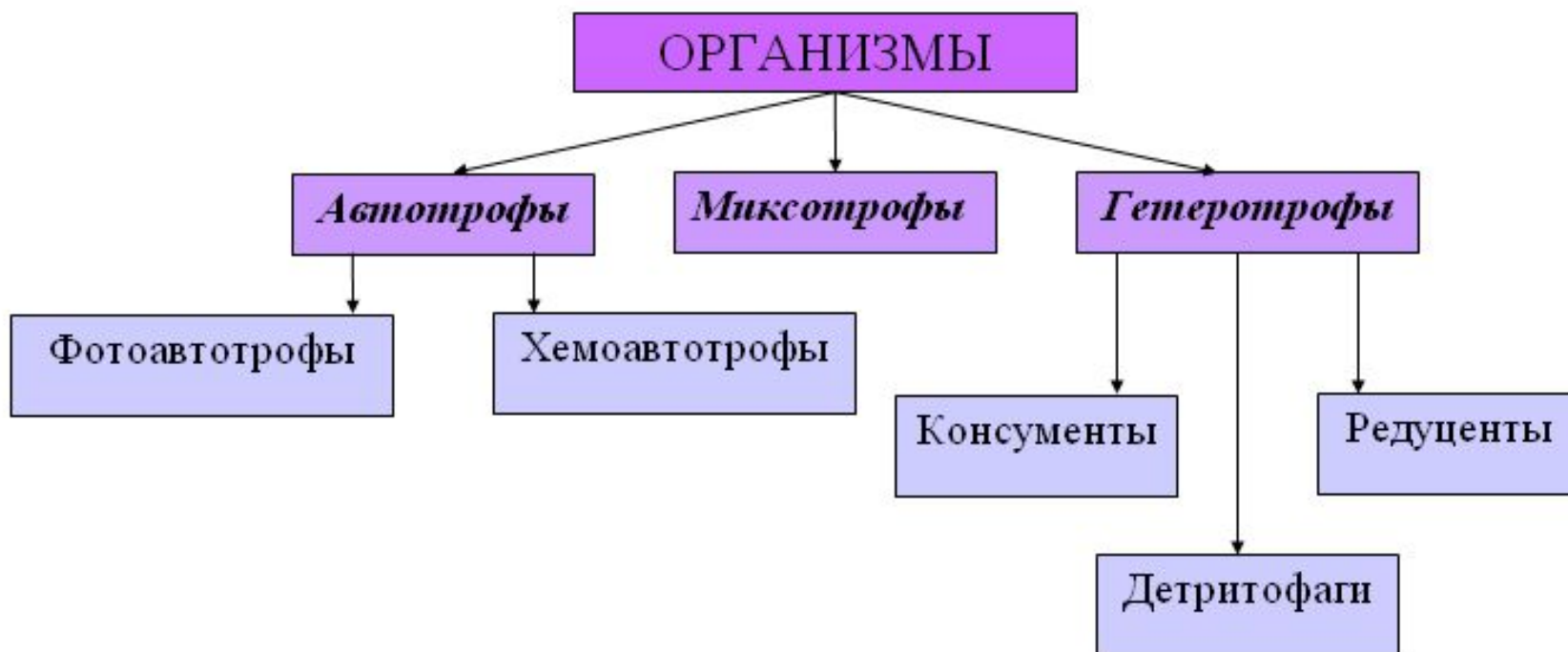
*Состав и функциональная структура экосистем.  
Пищевые цепи и сети. Трофические уровни.  
Основные принципы функционирования экосистем.  
Развитие экосистем и проблема устойчивости.*

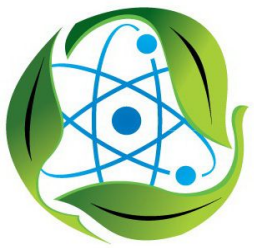
*Классификация экологических факторов среды.  
Общие закономерности действия экологических  
факторов на живые организмы Обобщенный закон  
Либиха и закон толерантности Шелфорда.  
Экологическая ниша.*



# Функциональная структура Экосистем

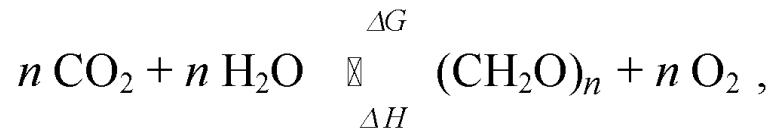
**Экосистема** – пространственно определенная совокупность живых организмов и среды их обитания, объединенных вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями.





# Автотрофы

**Автотрофы** (самопитающиеся) – организмы, образующие органическое вещество своего тела из неорганических веществ углекислого газа и воды посредством процессов фотосинтеза или хемосинтеза. Фотосинтез осуществляют **фотоавтотрофы** – все зеленые растения и микроорганизмы.

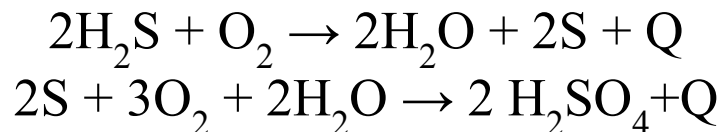


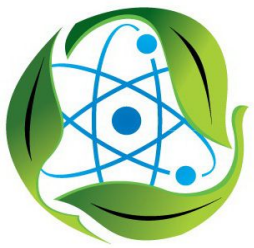
где  $\Delta G$  – энергия солнечного света, потреблённая в процессе фотосинтеза.

$\Delta H$  – энергия окисления органических веществ (дыхания).

$$\Delta G = \Delta H \approx 478 \text{ кДж/моль.}$$

Хемосинтез осуществляют **хемоавтотрофные** бактерии. Хемосинтез – синтез органических веществ с помощью энергии, генерируемой окислением неорганических соединений: аммиака, сероводорода, оксида железа.

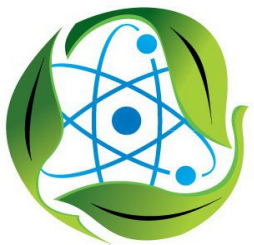




# Гетеротрофы

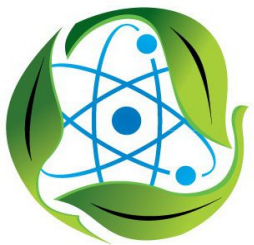
**Гетеротрофы** (питающиеся другими) – организмы, потребляющие готовое органическое вещество других организмов и продуктов их жизнедеятельности.

- **Консументы** – потребители органического вещества живых организмов:
  - растительноядные животные (фитофаги);
  - плотоядные животные (зоофаги);
  - паразиты;
  - симбиотрофы.
- **Детритофаги** – организмы, питающиеся мертвым органическим веществом – остатками растений и животных.
- **Редуценты** – бактерии и низшие грибы – завершают деструкционную работу консументов и детритофагов, доводя разложения органики до ее полной минерализации.



# *Значение видового состава в экосистеме*

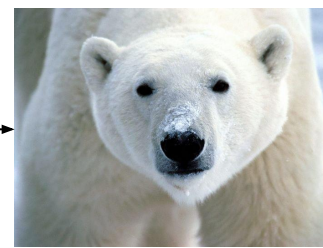
- Чем разнообразнее условия биотопов в пределах экосистемы, тем больше видов содержит соответствующий биоценоз;
- Чем больше видов содержит экосистема, тем меньше особей насчитывают соответствующие видовые популяции;
- Чем больше разнообразие биоценоза, тем больше экологическая устойчивость экосистемы, биоценозы с малым разнообразием подвержены большим колебаниям численности доминирующих видов;
- Эксплуатируемые человеком системы, представленные одним или очень малым числом видов (агроценозы с сельскохозяйственными монокультурами), неустойчивы по своей природе и не могут самоподдерживаться;
- Никакая часть экосистемы не может существовать без другой.



# Пищевые цепи и сети

- **Трофические цепи** (от греч. *trophe* – пища) – пищевые цепи – это последовательный перенос вещества и энергии от одного организма к другому.
- **Пищевые сети** образуются при пересечении пищевых цепей.

## Пищевая цепь животных арктического моря



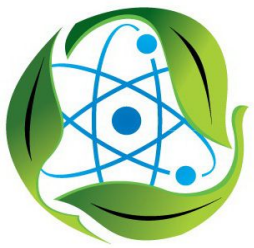
Диатомовые  
водоросли  
*Diatomeae*

Веслоногий  
рачок  
*Calanus finmarchicus*

Сайка  
*Boreogadus saida*

Кольчатая  
нерпа  
*Phoca hispida*

Белый медведь  
*Ursus maritimus*



# *Типы наземных пищевых цепей*

## *1. Пастбищные пищевые цепи.*

Пример такой цепи: трава → полёвки → лисица, или  
трава → насекомые → лягушка → цапля → коршун.

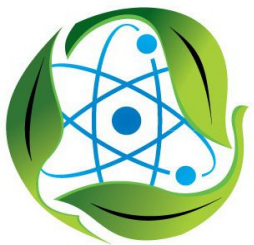
## *2. Цепи паразитов*

Пример такой цепи: корова → слепень → бактерии →  
фаги.

## *3. Детритные цепи.*

Включают только редуцентов. Это опавшие листья →  
плесневые грибы → бактерии



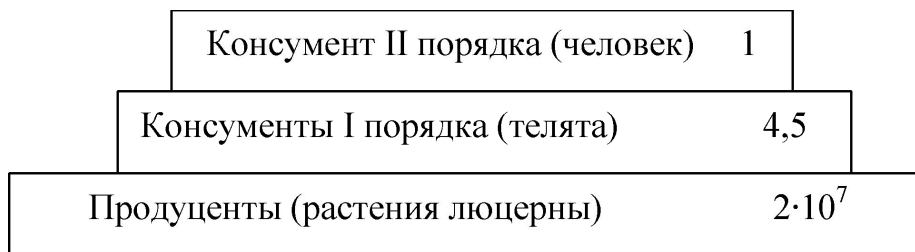


# Пищевые пирамиды

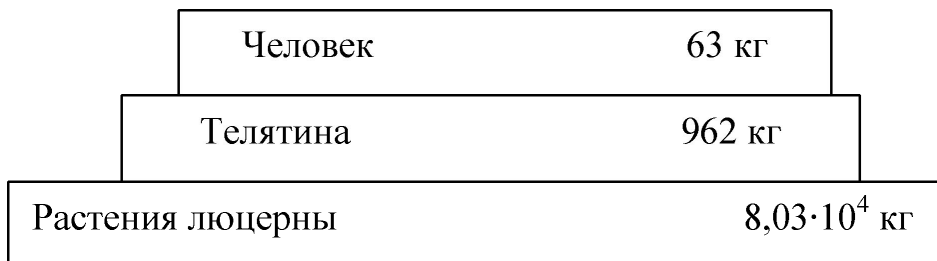
Место каждой группы организмов, сходных по типу питания, в цепи питания называют *трофическим уровнем*.

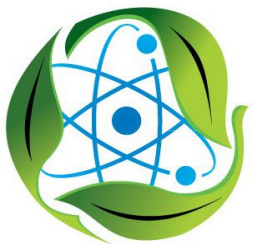
Совокупность трофических уровней составляет *трофические пирамиды* (численности, биомасс, энергий).

- *Пирамида численности* – отображение числа особей на каждом трофическом уровне в единицах (штуках).



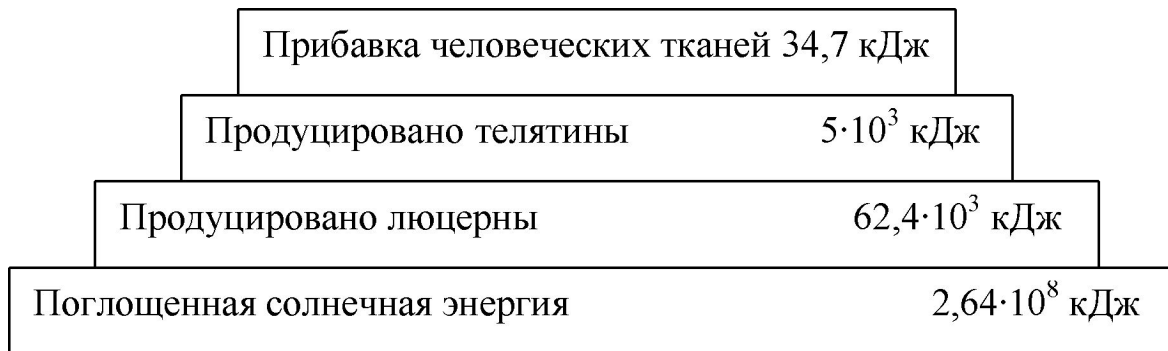
- *Пирамида биомасс* выражается в единицах тоннажа сухой или сырой массы: кг, т и т. д.



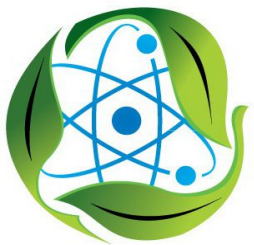


# Пирамида энергии

- **Правило пирамиды энергий Линдемана (1942 г.) или правило 10 %:** в среднем при переходе с одного трофического уровня на другой общая энергия уменьшается примерно в 10 раз.

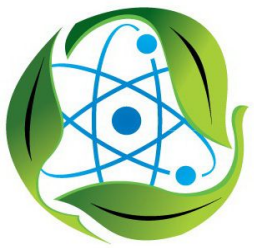


- **Правило биологического усиления:** накопление попадающих в организм синтетических ядов, не участвующих в нормальном обмене веществ, увеличивается примерно в 10 раз.



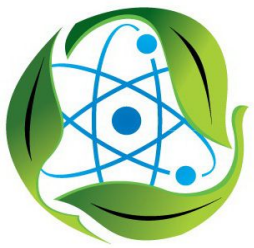
# Основные принципы функционирования экологических систем

- ✓ Постоянный приток солнечной энергии
- ✓ Круговорот биогенов;
- ✓ Снижение биомассы на высших трофических уровнях.



# Развитие и устойчивость экосистем

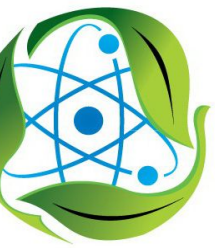
- **Гомеостаз** - устойчивое динамическое равновесие между биотическими потенциалами входящих в сообщество популяций и сопротивлением среды.
- Состояние окончательного равновесия системы (гомеостаза сообщества) называют **климаксным**.
- **Экологическая сукцессия** (от лат. *succession* – последовательность, преемственность) - последовательная смена во времени одних экосистем другими, замена одних сообществ растений и животных другими сообществами растений и животных.



# Экологические факторы

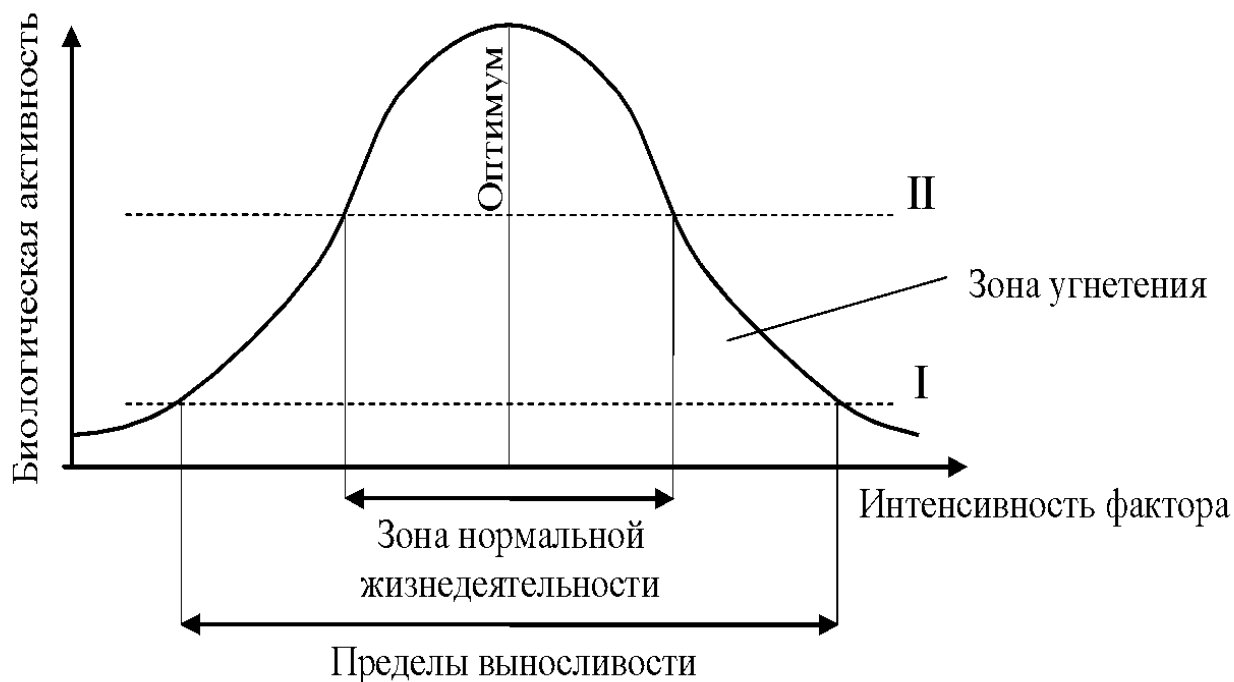
**Экологические факторы** – это такие элементы или условия среды, способные оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы хотя бы на протяжении одной из фаз их развития.

- **Абиотические факторы** - факторы неорганической (неживой) природы: климатические; химические; эдафические или почвенные; орографические.
- **Биотические факторы** - это прямые или опосредованные воздействия других организмов, населяющих среду обитания данного организма: фитогенные; зоогенные; микробиогенные.
- **Антропогенные факторы** - порожденные деятельностью человека, человеческого общества. .



# Действие абиотических факторов на живые организмы

График зависимости биологической активности (для отдельного организма это может быть скорость роста и развития, активность; для популяции – выживаемость, численность) от количественных значений какого-либо фактора называется *диаграммой выживания или существования*.





## *Закон минимума Либиха*

В **1840** году немецкий химик Юстус Либих установил зависимость, что величина урожая определяется количеством того элемента в почве, потребность растения в котором удовлетворена меньше всего.

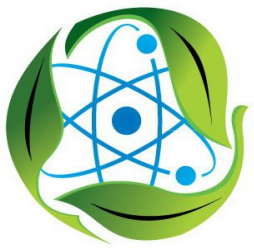
***Обобщенный закон минимума Либиха:*** выносливость организма определяется слабым звеном в цепи его экологических потребностей.



# *Закон толерантности*

- *Закон толерантности (выносливости)* сформулирован американским учёным Шелфордом в **1913** году: лимитирующим может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости организма к данному фактору.





# Экологическая ниша

- Совокупность экологических факторов окружающей среды, в пределах которых возможно длительное существование организмов данного вида, называют *экологической нишей*.

## Экологическая ниша

пространственная ниша

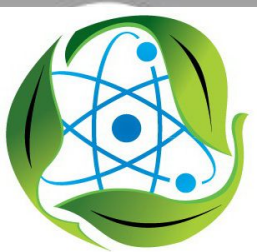
трофическая ниша

- Места обитания вида, т. е. физическое пространство, занимаемое видом, организмом или сообществом, можно назвать *пространственной нишей*.
- Функциональное положение в сообществе, в путях переработки вещества и энергии, в процессе питания – *трофической нишей*.



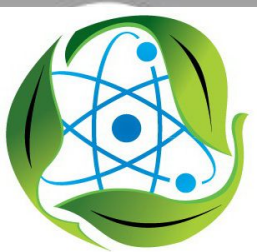
## *Типы экологических ниш*

- ***Не соприкасающиеся ниши.*** Организмы занимают одну нишу, но в различных местах обитания (питающиеся травой кенгуру в Австралии и антилопа в Африке).
- ***Соприкасающиеся, но не перекрывающиеся ниши.*** Ниши не перекрываются во времени. Филлин ест мышей и на этой же территории лиса ест мышей, но у лисы есть ещё и другие источники питания.
- ***Соприкасающиеся и перекрывающиеся ниши.*** Два вида не могут занимать одну экологическую нишу. Один вид обязательно должен вытеснить другой в результате конкуренции.



## Закономерности действия биотических факторов

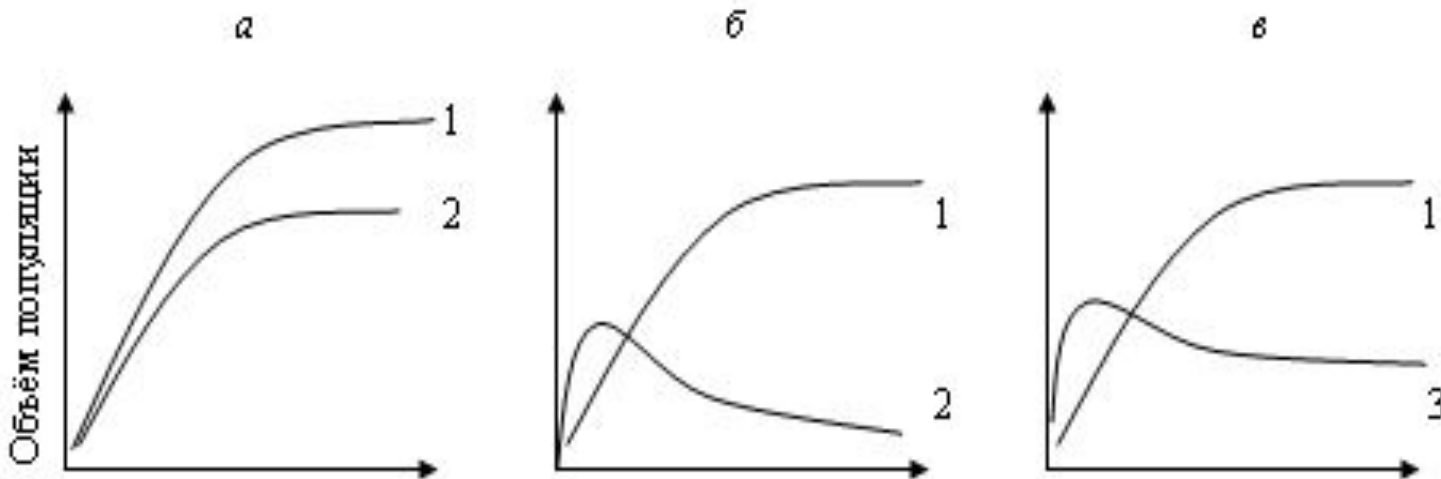
- **Нейтрализм** (0, 0) предполагает отсутствие отношений или тип отношений, при котором нет видовых взаимодействий (волк и капуста, белка и лось).
- **Аменсализм** (–, 0) – одностороннее угнетение (грибы – продуценты антибиотиков и бактерии, фитонциды растений и микроорганизмы).
- **Комменсализм** (+, 0) – одностороннее благоприятствование. Это может быть “квартирование” одних организмов на других (при отсутствии пищевой связи): птицы в дуплах или на ветвях деревьев, “транспортировка” животными других животных, семян, плодов растений.



# Закономерности действия биотических факторов

**Конкуренция** (–, –) – двустороннее, взаимное угнетающее действие одних организмов на другие.

**Внутривидовая конкуренция** – при абсолютном совпадении экологических ниш, когда речь идет об организмах одного вида. популяция

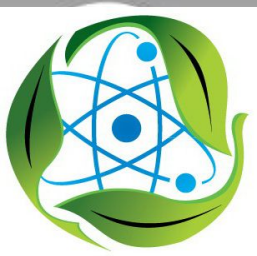


**Межвидовая конкуренция:**

а – отдельно две популяции;

б – совместно две популяции: популяция 1 подавляет популяцию 2;

в – совместно две популяции: популяция 3 может жить совместно с популяцией 1



# Закономерности действия биотических факторов

## • *Ресурс-эксплуататор* (+, -).

В этом виде взаимодействий реализованы отношения организмов, принадлежащих к смежным трофическим уровням.

Характерными примерами такого рода отношений являются:

- растительноядные животные и растения;
- хищники и жертвы (поедание особей одного вида другим видом);
- паразита и его хозяина.

## • *Мутуализм* (+, +) – взаимное положительное воздействие, эти два взаимодействующие организма не могут жить самостоятельно (бобовые растения и клубеньковые азотфиксирующие бактерии).