

# Функционирование экосистем



# Свойства экосистем, характеризующие их функционирование

- Соотношение скоростей автотрофных и гетеротрофных процессов
- Целостность
- Устойчивость
- Динамика экосистем
- Саморегуляция экосистем
- Экологическая структура биоценоза
  - ✓ Видовая
  - ✓ Пространственная
  - ✓ Экологические ниши
- Закономерности динамического равновесия экосистем

# Свойства экосистем

соотношение скоростей  
автотрофных и гетеротрофных процессов



Создание органического  
вещества из  $\text{CO}_2$  с помощью  
солнечной энергии и  
выделением  $\text{O}_2$



Разложение  
органического  
вещества с  
выделением  $\text{CO}_2$

Отношение концентраций  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  отражает  
соотношение скоростей этих процессов в  
экосистемах,

т. е. соотношение аккумулярованной  
продуцентами  
и рассеянной консументами энергии

# Свойства экосистем

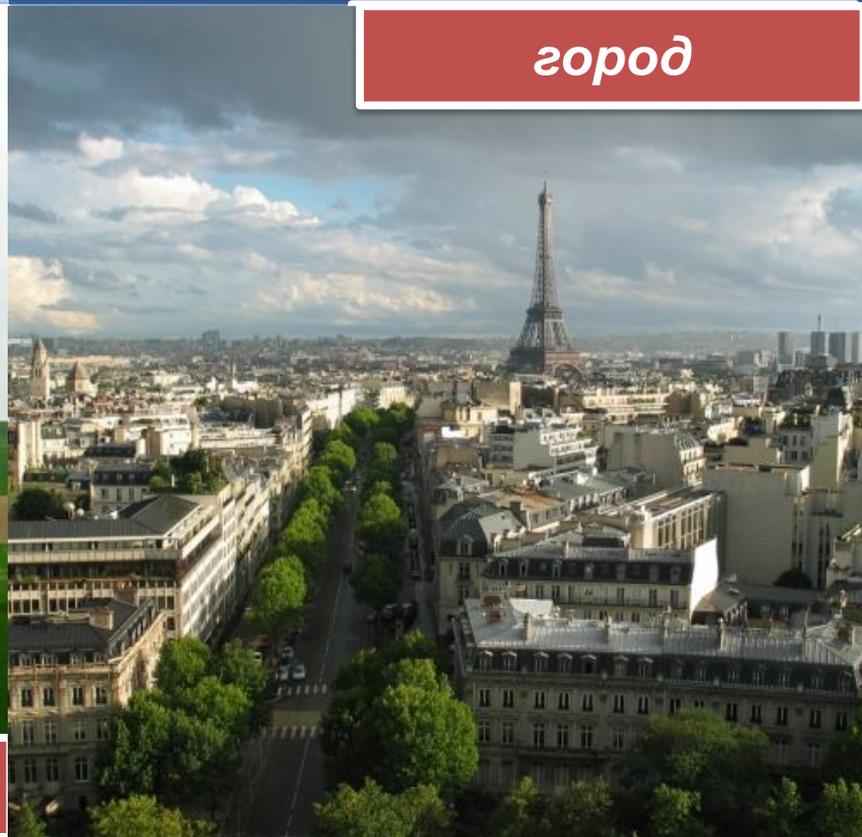
При этом в разных экосистемах баланс этих процессов может быть либо положительным, либо отрицательным

Положительный (+)



*агросистема*

Отрицательный (-)



*город*

# Свойства экосистем

Деятельность человека значительно ускоряет процессы разложения органического вещества

В атмосферный воздух выбрасывается большое количество CO<sub>2</sub> до этого связанного в угле, нефти, торфе, древесине, гумусе почв

# Свойства экосистем

Два глобальных явления - круговороты веществ и поток энергии обеспечивают

**ЦЕЛОСТНОСТЬ** экосистемы

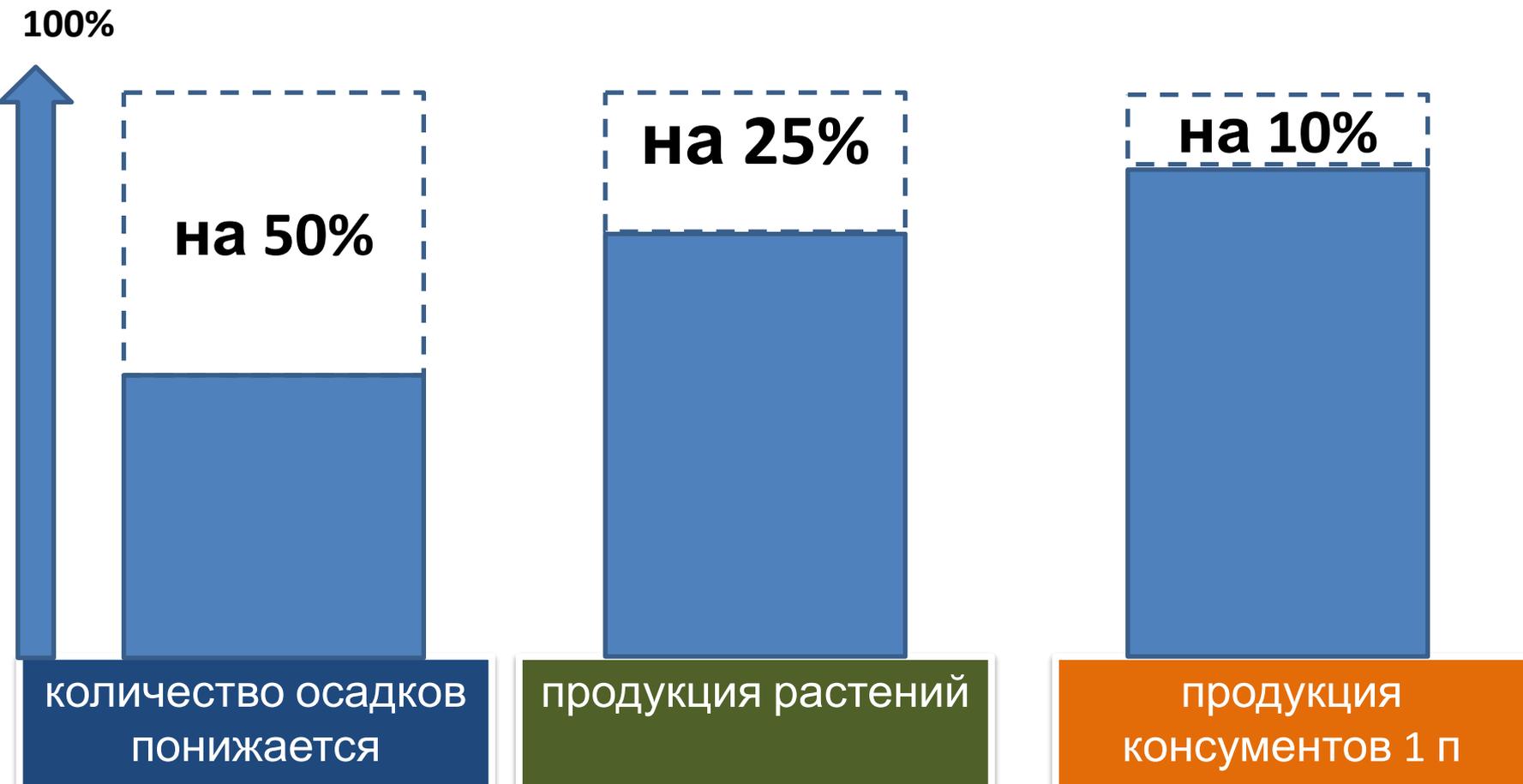
— это взаимосвязанность организмов в экосистеме, не позволяющая им существовать друг без друга и обеспечивающая протекание всех процессов в экосистеме (поток веществ и энергии по цепям питания, саморегуляцию, круговорот веществ)

# Устойчивость экосистемы

способность  
экосистемы и ее  
отдельных частей  
противостоять  
колебаниям внешних  
факторов  
и сохранять свою  
структуру и  
функциональные  
особенности



Относительное затухание колебаний в среде по мере их прохождения по пищевым цепям служит мерой внутренней устойчивости экосистемы - ее способности противостоять изменениям



Устойчивость экосистем напрямую зависит от количества видов

- чем больше видовое разнообразие, тем устойчивее экосистема.

Причина этой закономерности:

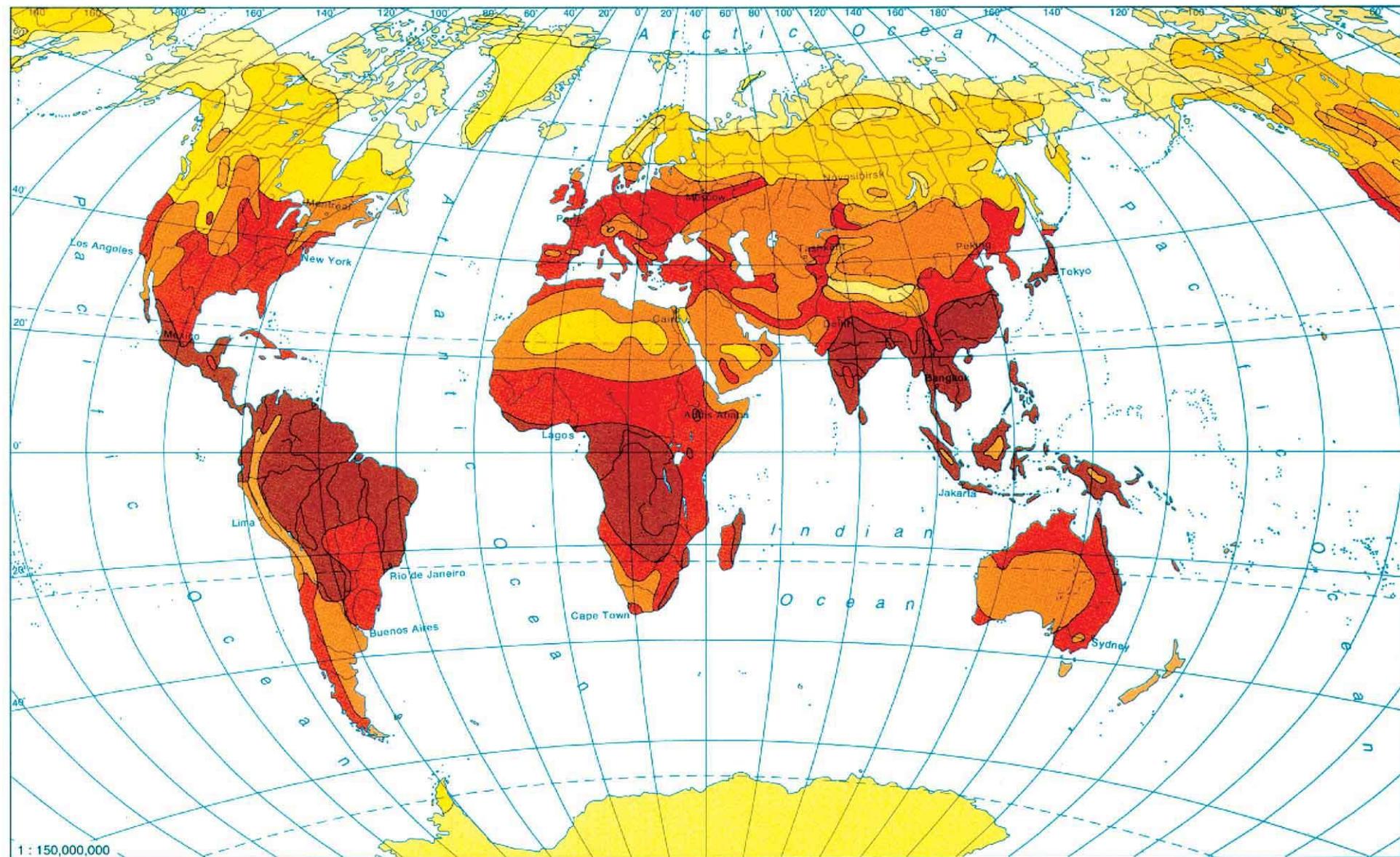
чем больше видов в экосистеме,

тем больше возможностей у организмов добывать альтернативные виды пищи,

и тем больше шансов выжить при нехватке пищи, есть возможность найти другой источник питания.

Поэтому биоразнообразие в природе - это важнейшее условие экологического равновесия в биосфере.

А непрерывная работа экосистем обеспечивает для человека благоприятные условия жизни на Земле.



Число видовое животных (на 100 кв. км суши)

>3000



# Типы устойчивости экосистем

- Резистентная устойчивость - это способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменной свою структуру и функцию.
- Упругая устойчивость - это способность системы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены.

Оба типа стабильности исключают друг друга



калифорнийские заросли чапаралья очень легко выгорают (низкая резистентная устойчивость), но быстро восстанавливаются, буквально за несколько лет (отличная устойчивость)

# Динамичность экосистем



одно из фундаментальных свойств экосистем, которое отражает не только зависимость от комплекса факторов, но и приспособительную реакцию всей системы на



# Динамика экосистем



Г

Э

# Динамическое равновесие

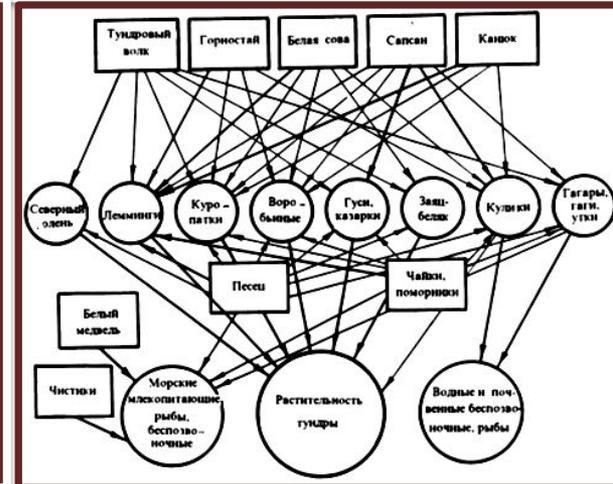
## Гомеостаз

- состояние внутреннего динамического равновесия природной системы, поддерживаемое регулярным возобновлением основных ее структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов

# Саморегуляция экосистем

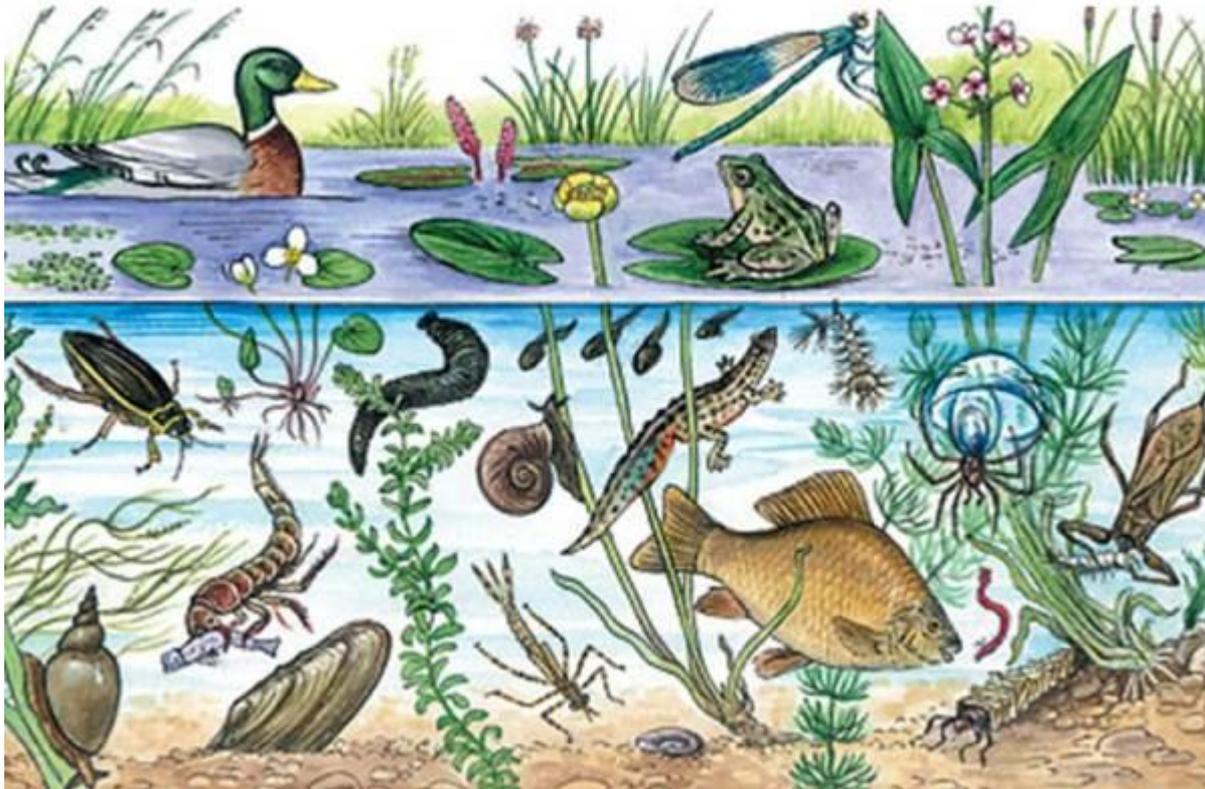
- это способность экосистем к изменению внутренних свойств и количественных характеристик экологических компонентов, обеспечивающая сохранение общих функциональных и морфологических черт природной системы.

Эффективность саморегуляции определяется разнообразием видов и пищевых взаимоотношений между ними.



Биоценоз характеризуется следующей экологической структурой:

- Видовой структурой
- Пространственной структурой
- Экологическими нишами



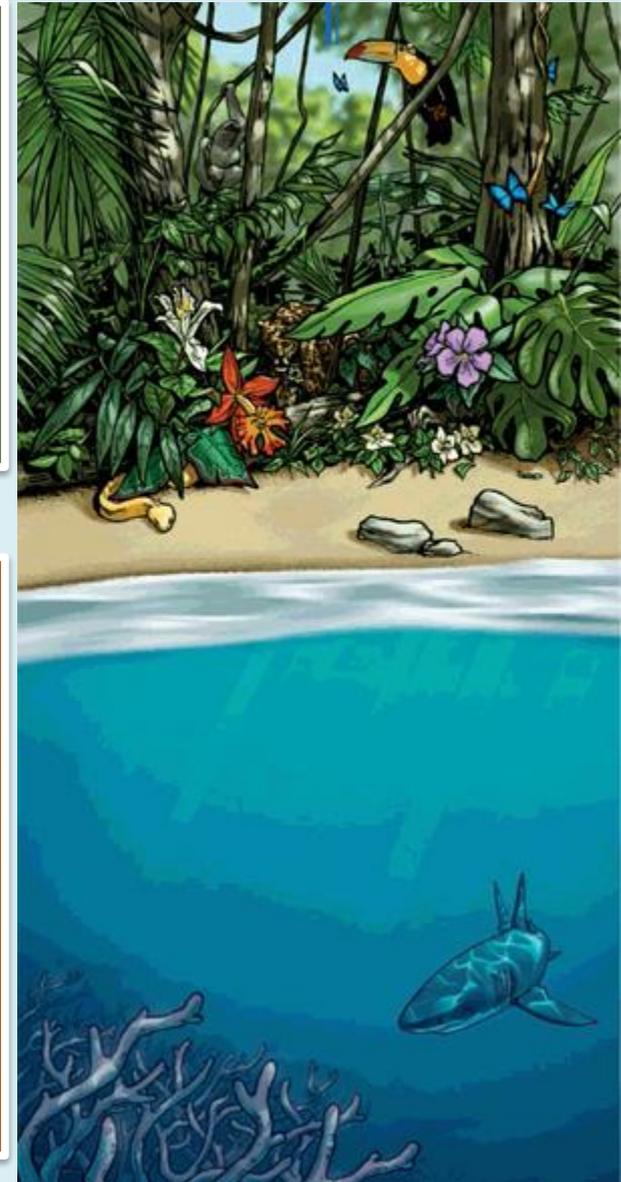
# Видовая структура биоценоза

Качественный признак – «Видовое богатство»

– это общий набор видов сообщества, который выражается списками представителей разных групп организмов

Количественный признак «Видовое разнообразие»

– это показатель, отражающий не только качественный состав биоценоза, но и количественные взаимоотношения видов.



# Доминанты

Виды, преобладающие по численности, являются доминантами сообщества

В травяном покрове



кислица



плауны



еловый лес



Среди деревьев доминирует **ЕЛЬ**



рысь



белка



медведь



Среди птиц



королёк



зарянка



пеночка-теньковка

# Эдификаторы

(от лат. *aedificator* — строитель)

виды с сильно выраженной средообразующей способностью



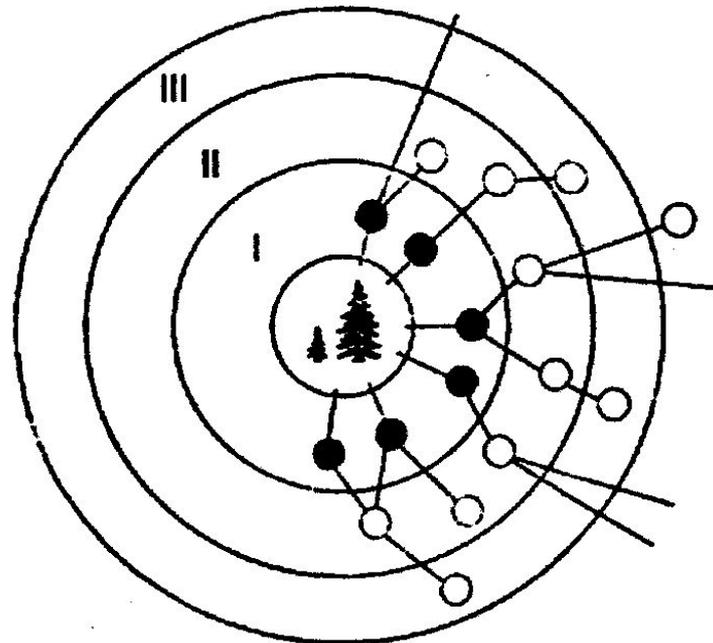
Бобры строя плотины и хатки являются средообразователями



# Консорция

(от англ. *consortium* — соучастие, сообщество)

— это совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биоценоза трофически или топически связана с центральным видом — автотрофным растением



Так, по данным российского ученого В. В. Мазинга (1976), только в состав **двух популяций березы (повислой и пушистой)** ВХОДИТ

- 91 вид паразитических и 35 видов микоризообразующих грибов,
- 46 видов эпифитных лишайников,
- 23 вида эпифитных мхов,
- 8 видов клещей,
- 574 вида насекомых,
- 8 видов птиц,
- 9 видов млекопитающих

всего **795 видов**, не считая бактерий, простейших, водорослей, актиномицетов

# БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ТИНЕМАНА

сформулированы А. Тинеманом (1939) как закон отношения между числом особей и числом видов (закон экологического разнообразия), согласно которому

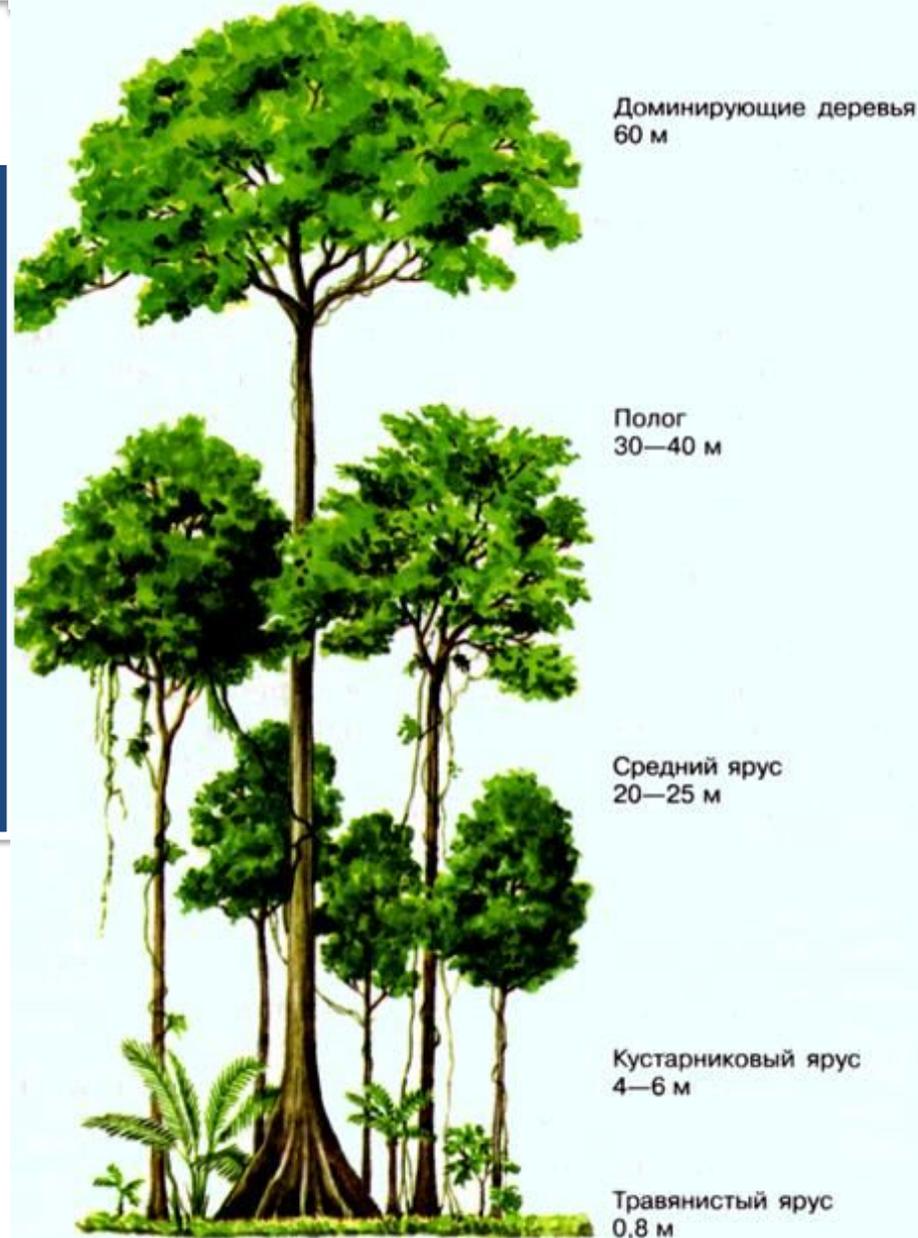
1. чем разнообразнее условия существования в пределах биотопа, тем больше число видов;
2. чем больше отклоняются от оптимума условия существования, тем беднее видами становится биоценоз и тем больше особей будет иметь каждый вид.

✓ Следовательно, число особей и число видов обратно пропорциональны.

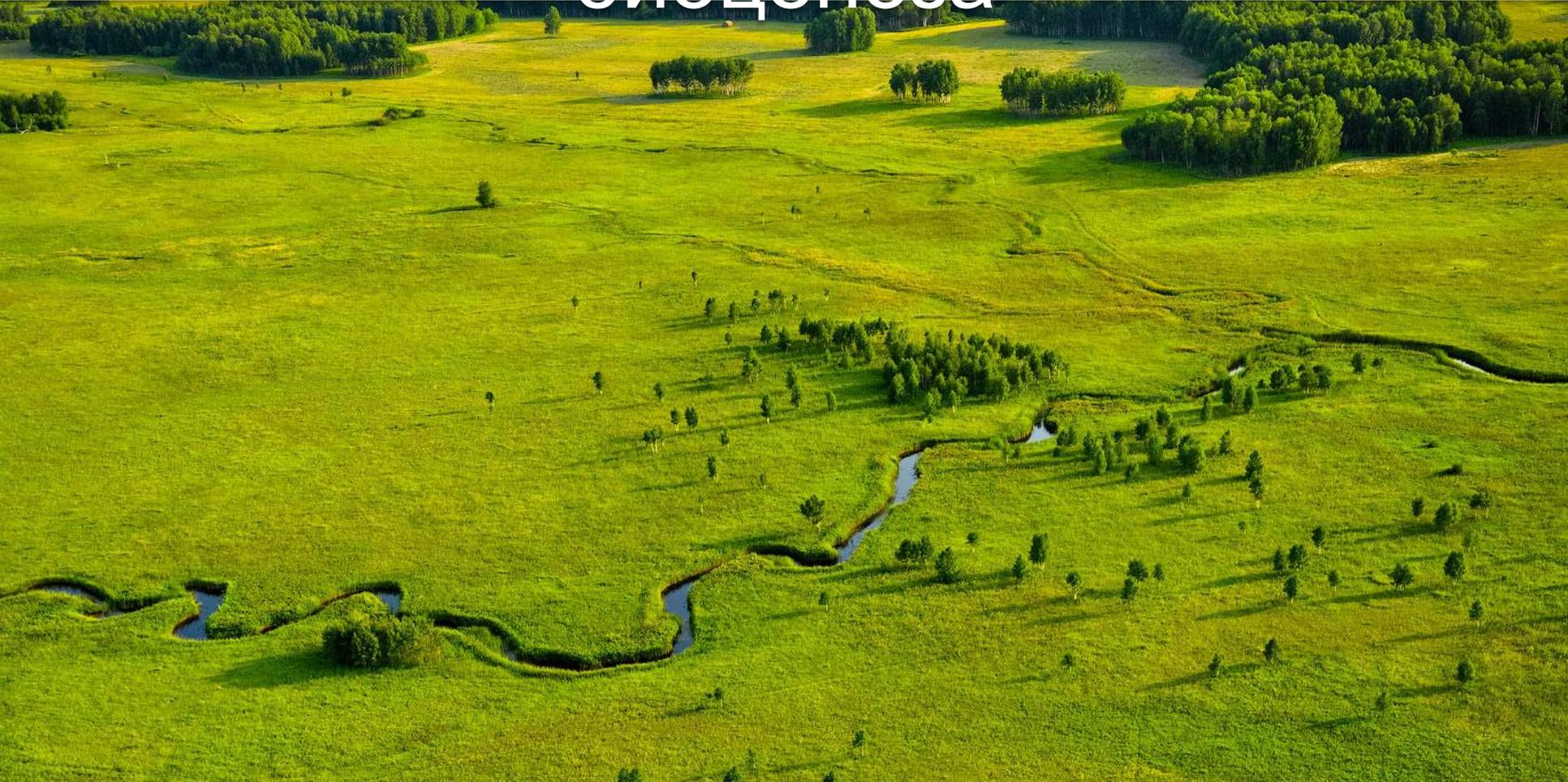
# Пространственная структура биоценоза

## Ярусность

*это вертикальное  
расслоение биоценозов  
на разновысокие  
структурные части*



# Пространственная структура биоценоза



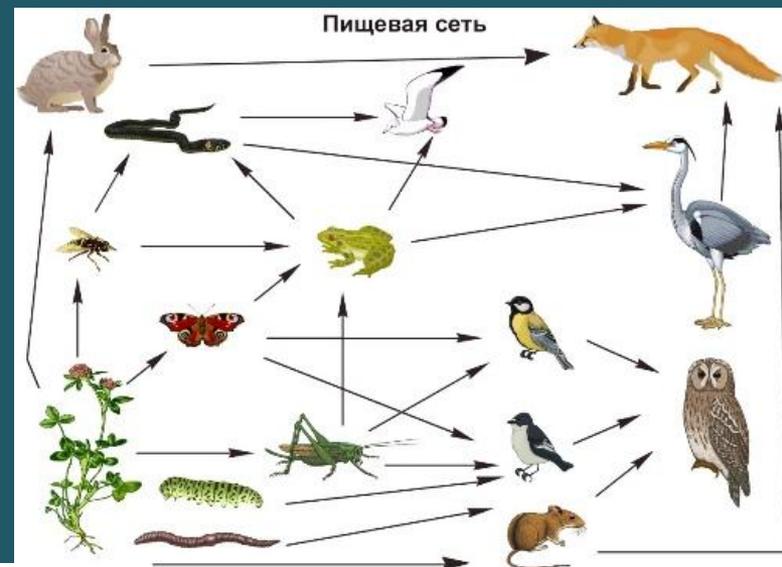
## Мозаичность

это расчлененность биоценоза в горизонтальном направлении

# Экологическая ниша

- Термин «экологическая ниша» предложен Дж. Гриннеллом (1917) для характеристики пространств, распределения видов
- (т. е. экологическая ниша определялась как понятие, близкое к местообитанию).

Позднее Ч. Элтон (1927) определил **экологическую нишу** как положение вида в сообществе, подчеркнув особую важность трофических связей.



# Экологическая ниша

место вида в природе, включающее

не только положение вида в

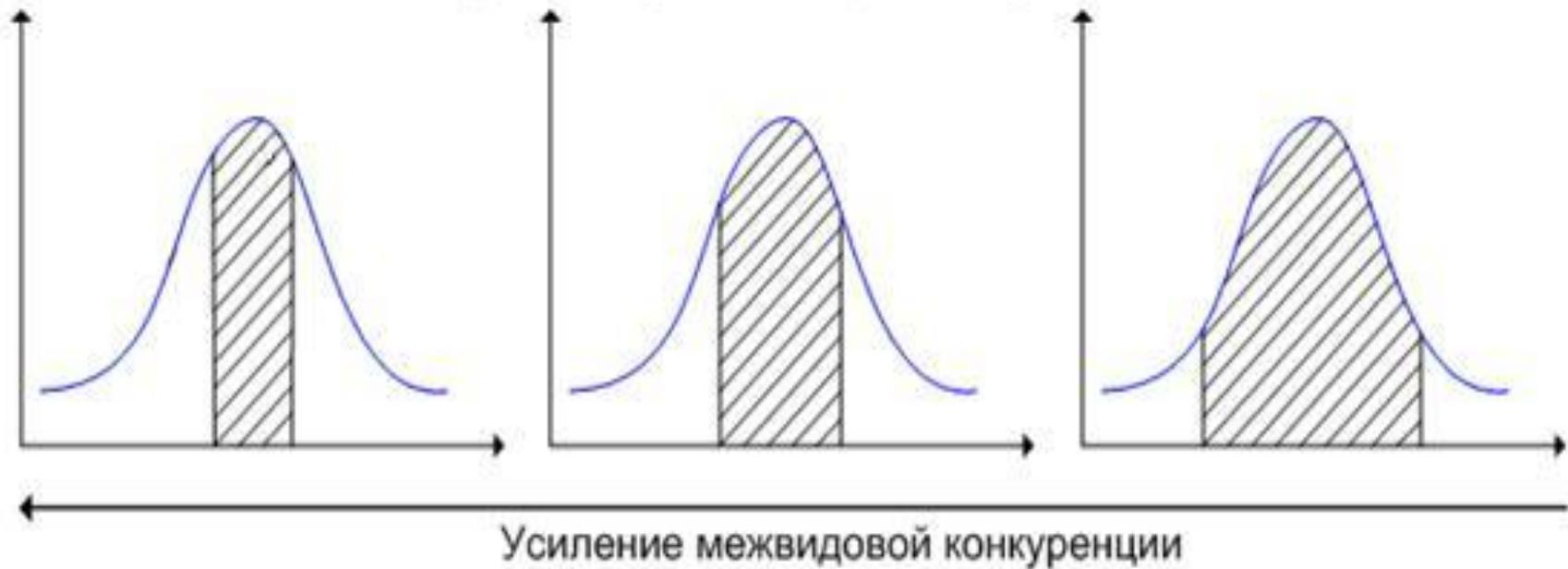
пространстве,

но и функциональную роль его в сообществе (напр., трофический статус)

и его положение относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т. п.).

Если местообитание — это как бы «адрес» организма, то экологическая

Усиление межвидовой конкуренции приводит к сужению реализованной экологической ниши



фундаментальная экологическая ниша характеризует потенциальные возможности вида, а реализованная – ту их часть, которая может осуществиться в данных условиях, при данной доступности ресурса.

***Таким образом, реализованная ниша всегда меньше, чем фундаментальная.***

# Экологические ниши

**принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе)**

✓ Если два вида со сходными требованиями к среде (отношение к питанию, поведению, местам размножения, и т.д.) вступают в конкурентные отношения, то один должен либо погибнуть, либо изменить свой образ жизни и занять новую нишу.

**два вида не могут сосуществовать, если они занимают одну экологическую нишу**

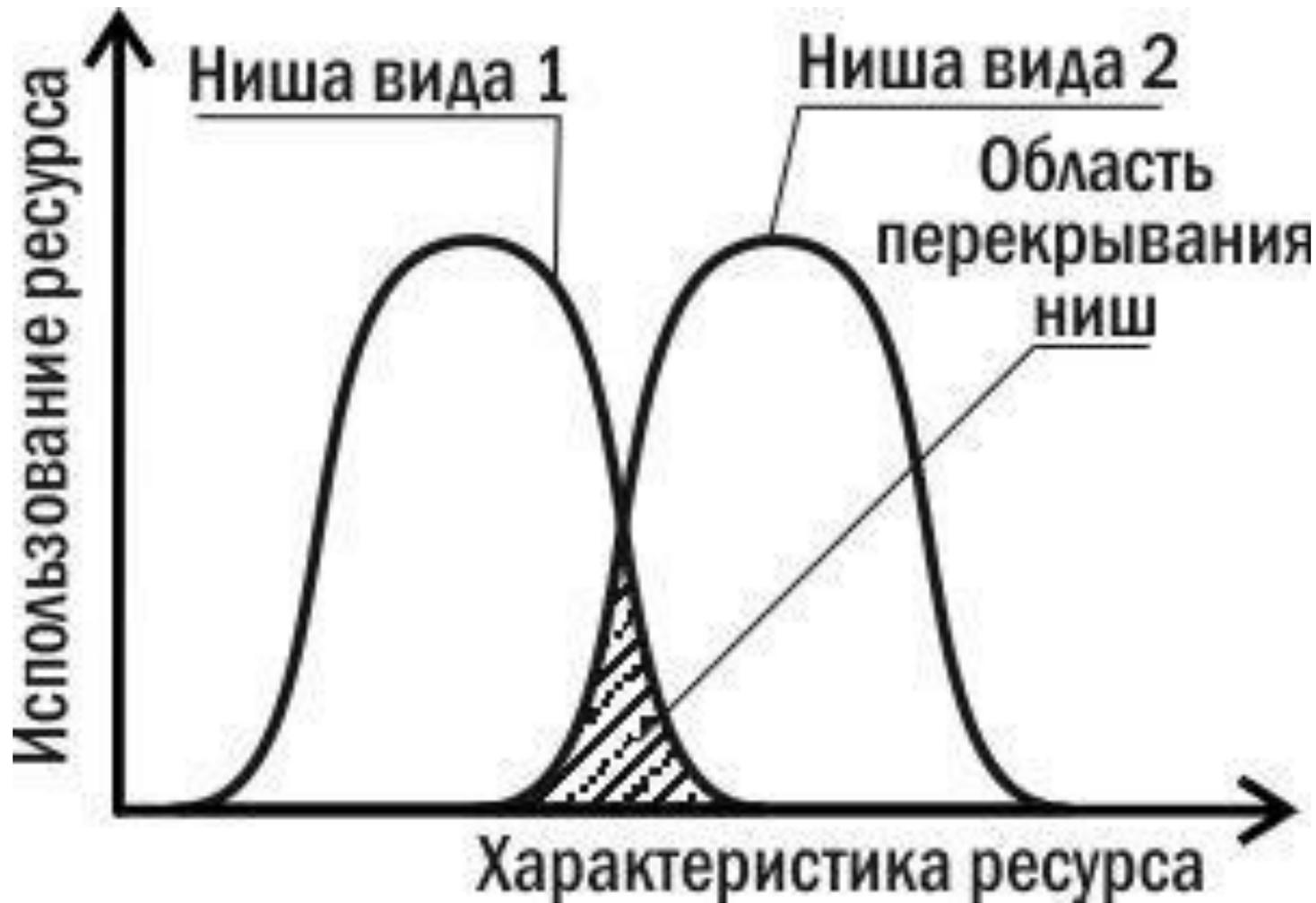
# Экологическая ниша

- Два вида в сообществе не могут занимать одну экологическую нишу, однако один вид в различных сообществах может занимать различные экологические ниши.



Песец - как хищник питается маленькими грызунами типа леммингов, в голодное время собирает остатки, выброшенные морем включая морскую капусту, или остатки пищи брошенные белым медведем

# Сравнение экологических ниш двух видов по одному параметру



У близкородственных видов, живущих вместе, обычно наблюдаются очень тонкие разграничения экологических ниш

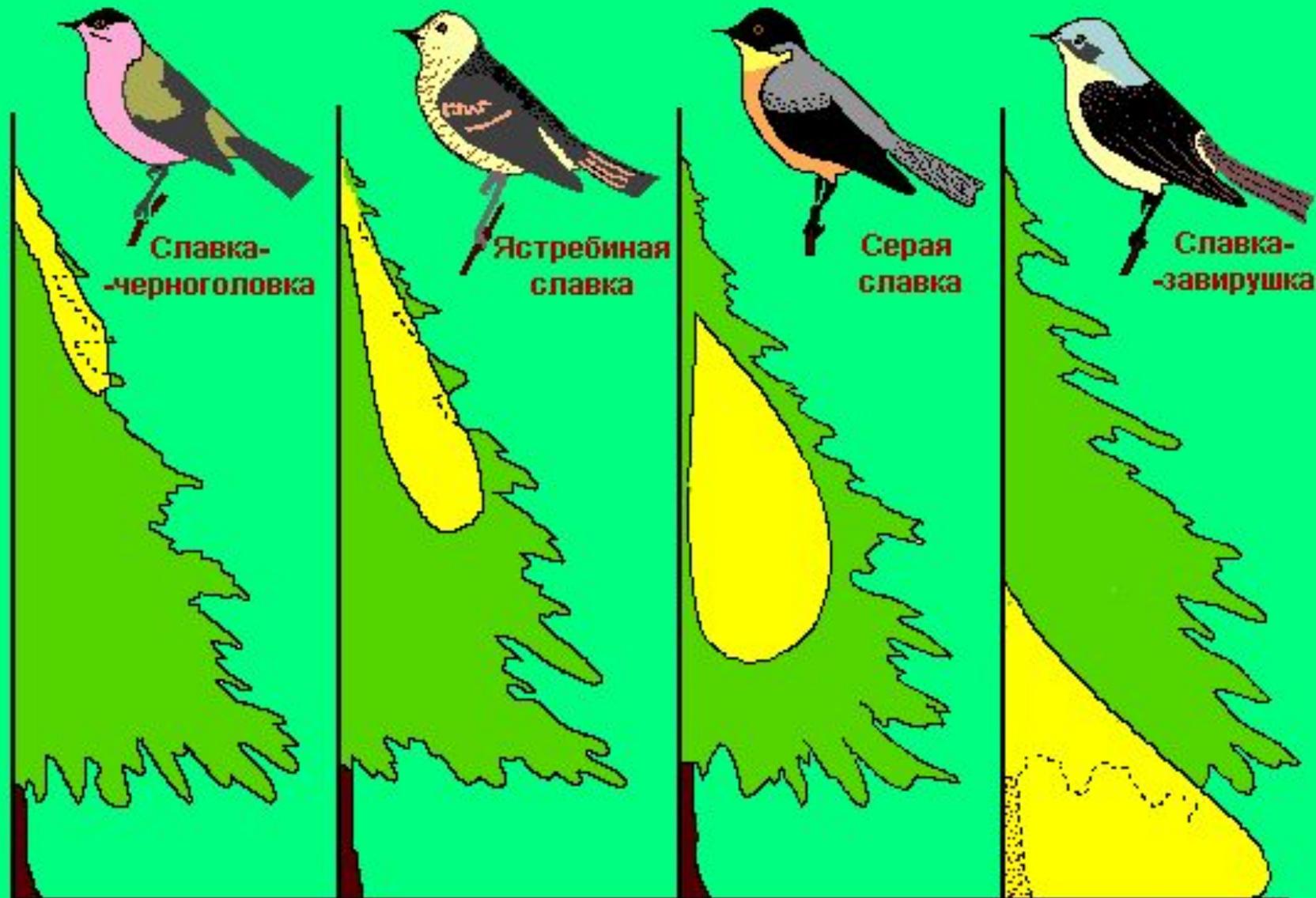


**зебры обрывают в основном верхушки трав,  
антилопы гну кормятся тем, что оставляют им**



**газели выщипывают самые низкие травы  
антилопы топи довольствуются высокими сухими**

**Пасущиеся в африканских саваннах копытные по-разному используют пастбищный корм**



**Разные виды славок собирают корм  
в разных частях кроны дерева**

# Экологические ниши

## *Правило обязательного заполнения экологической ниши*

✓ Экологическая ниша не может быть пустой.

Если ниша пустеет в результате вымирания какого-то вида, то она тут же заполняется другим видом

*Например: хищник может замениться паразитом*

В природном сообществе обычно все

НИШИ ЗАНЯТЫ

# ГИПОТЕЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДУБЛИРОВАНИЯ

Кактусы (сем. Cactaceae) широко представлены в пустынях Нового Света и полностью отсутствуют в Старом Свете





Молочаи (сем. Euphorbiaceae) африканских пустынь выглядят точно так же, как кактусы – это суккуленты с колючками, как у кактусов.

*Таким образом, экологическая структура биоценоза — это его состав из экологических групп организмов, выполняющих в сообществе в каждой экологической нише определенные функции.*

Разделение совместно живущими видами экологических ниш с частичным их перекрыванием – один из механизмов **УСТОЙЧИВОСТИ** природных биоценозов.

Если какой-либо из видов резко снижает свою численность или выпадает из состава сообщества, его роль берут на себя другие.

Чем больше видов в составе биоценоза, тем ниже численность каждого из них, тем сильнее выражена их экологическая специализация.

В этом случае говорят о «более плотной упаковке экологических ниш в биоценозе».

# ПРИНЦИП "ПЛОТНОЙ УПАКОВКИ" ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ Мак-Артура (дифференциации экологических ниш)

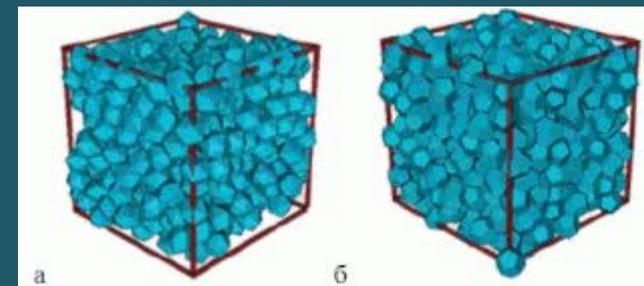
Виды, объединенные в сообщество (экосистему), стремятся использовать все возможности для существования, представляемые средой и биотическим окружением, и максимизировать биопродуктивность в конкретном биотопе

# ЗАКОН МАКСИМУМА ПЛОТНОСТИ УПАКОВКИ ВИДОВ СООБЩЕСТВА В ДАННОЙ СРЕДЕ

Сообщество конкурирующих за жизненное пространство видов эволюционирует к состоянию с максимальной плотной упаковки видов, причем в процессе эволюции плотность упаковки всегда возрастает, достигая в равновесном состоянии максимально возможного для данной среды значения.

*Р. Мак-Артур*

*«В тесноте, но не в обиде»*



Процесс саморегуляции экосистемы  
проявляется в том,  
что все разнообразие ее населения  
существует совместно,  
не уничтожая полностью друг друга,  
а лишь ограничивая численность  
особей каждого вида до  
определенного уровня