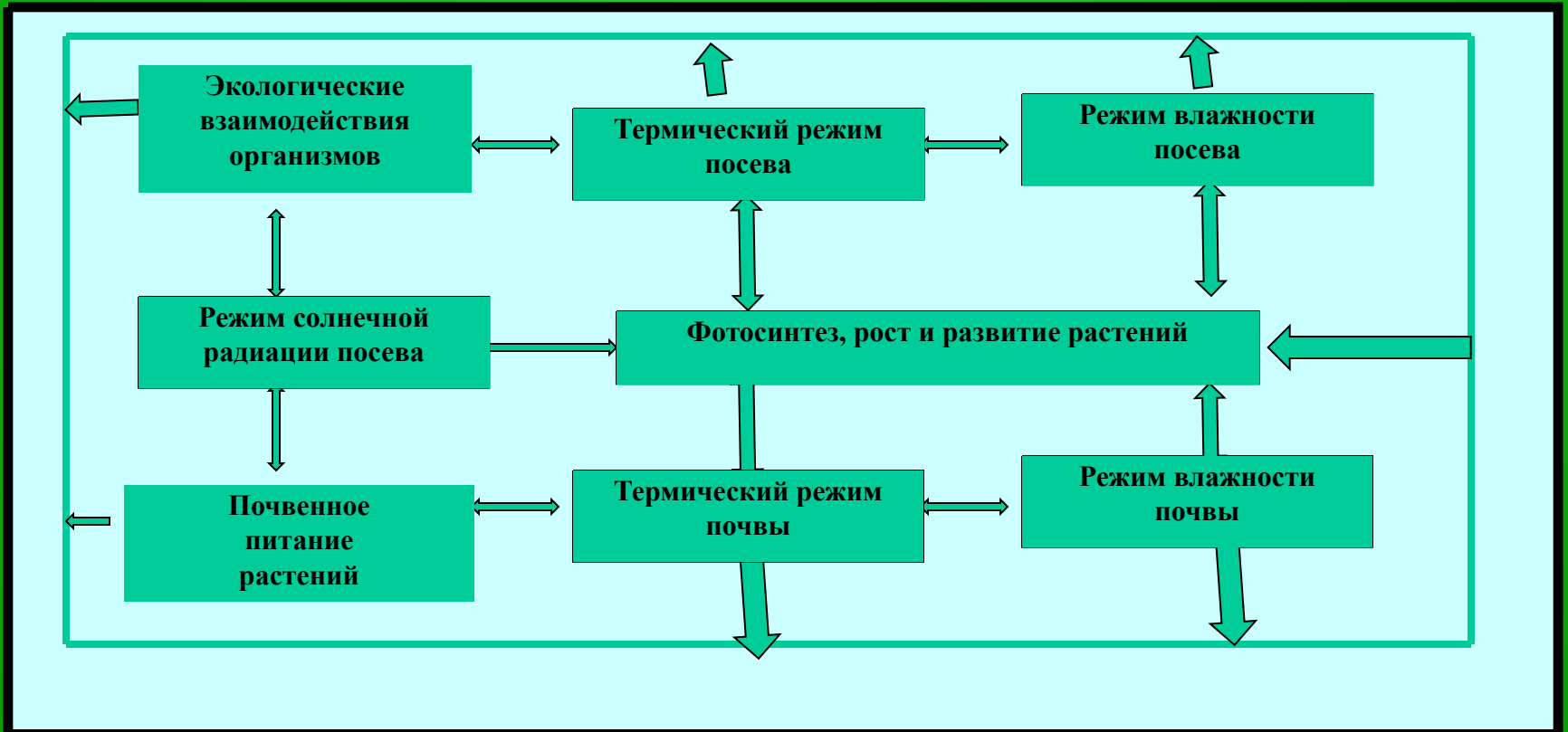


## Лекция 8

# ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИИ



## *Лекция 8*

# ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИИ

- **ОБЪЕКТ, МЕТОД И ЗАДАЧИ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИИ**
- **УРОВНИ АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭКОСИСТЕМ**
- **ПРИЧИНЫ ГРУППИРОВКИ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ**
- **ПИЩА КАК ГЛАВНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР**
- **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША**

*ЭКОЛОГИЯ - это наука, изучающая совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой обитания некое единство, в пределах которого осуществляется процесс преобразования (трансформации) энергии и органического вещества.*

**Любая наука должна базироваться  
на трех составляющих:**

**объект  
изучения**

**метод  
изучения**

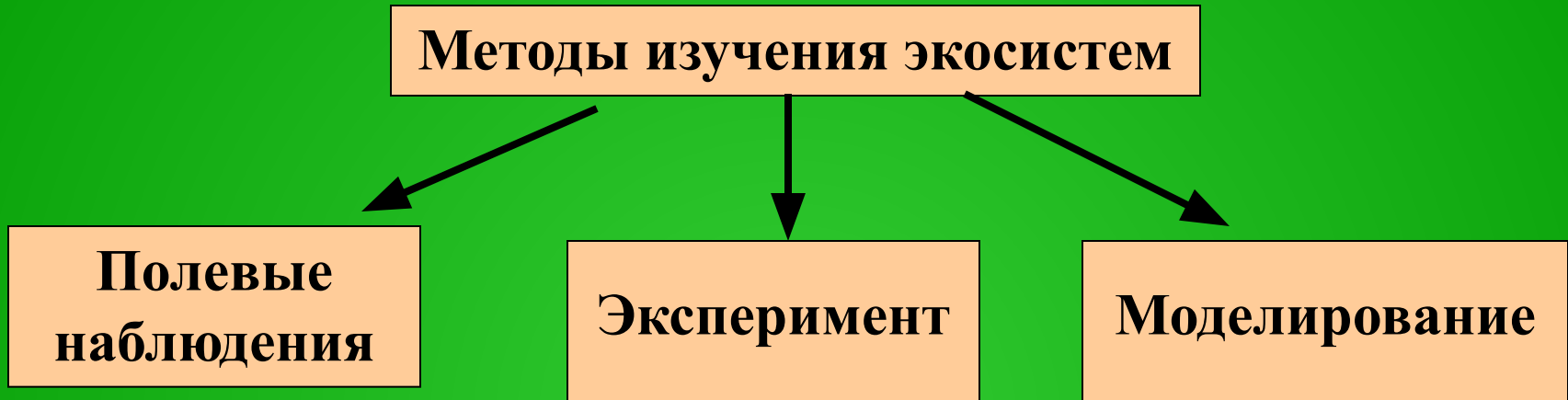
**решаемая  
задача**

## *Объект системной экологии*

**Объектом изучения экологии является экосистема (или, при наличии антропогенного фактора - агроэкосистема),**

***то есть устойчивый комплекс популяций растений, животных, микроорганизмов и населенной ими территории, включая прилегающий слой атмосферы, а также подстилающий почву грунт или грунтовые воды, если они активно взаимодействуют с почвой, водной массой или с организмами***

# *Метод системной экологии*



**последовательное** использование которых является обязательным, если исследователь претендует на полноту данных по изучаемому объекту.

**Полевые наблюдения - это непосредственные наблюдения изучаемой экосистемы или определенных ее компонентов в естественных условиях при невмешательстве человека.**

**Например, можно изучать динамику прироста биомассы растения, динамику численности популяций насекомых или микроорганизмов и на основе этих наблюдений выделять основные факторы на которые следует воздействовать, чтоб достичь заданного результата.**

**Потом можно перейти к следующему этапу:**

**Эксперимент.** На этом этапе *исследователь пытается сознательно действовать на те или иные факторы экосистемы, тем самым обеспечивая определенные их изменения.*

Например, если наблюдением установлено, что динамика прироста биомассы растений зависит от динамики азотного питания, то целесообразно попытаться изменить режим питания с помощью различных доз азотных удобрений, дробного внесения азота, сроков подкормок и др.

В результате получим ответ на вопрос: "Что происходит, если..?",

то есть выходом любого направления эксперимента должно быть моделирование того или иного уровня сложности.

**Причем важна не констатация факта, а, по возможности, ответ на вопрос: "Почему?".**

**моделирование** - это попытка путем упрощения *естественной системы* получить модель, свойства и поведение которой можно было бы эффективно изучать, но которая в то же время оставалась бы достаточно *сходной с оригиналом*, чтобы результаты этого изучения все же были применимы и к оригиналу.

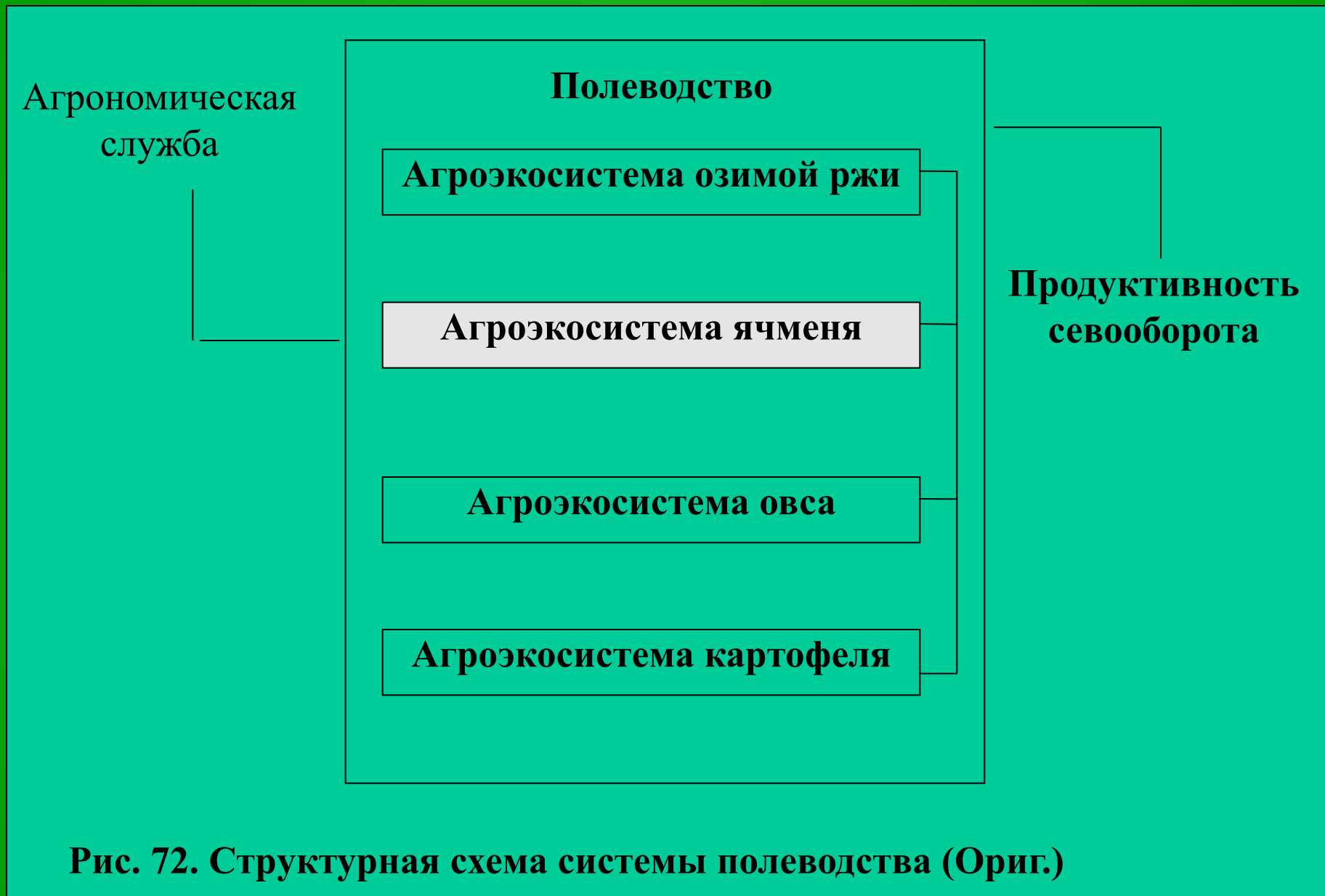
**В** нашем примере, если с помощью уравнений описать зависимость прироста биомассы органов растения от уровня азотного питания в ту или иную фазу развития, да еще реализовать эту модель на компьютере, то можно добиться желаемого изменения биомассы путем изменения динамики азотного питания **намного быстрее и дешевле**, чем проводя полевые эксперименты.



## *Задачи системной экологии*

С помощью указанных методов исследования реализуется *системный подход* изучения экосистемы (или агроэкосистемы) и решаются три основные **задачи**:

1. Определение образующих экосистему **составных** частей и взаимодействующих с ней объектов окружающей среды.
2. Установление **структуры** экосистемы, то есть совокупности внутренних связей и отношений между составными частями, а также внешних связей между данной экосистемой и окружающей средой.
3. Нахождение **функции** экосистемы, определяющей характер изменения компонентов экосистемы и связей между ними под действием внешних объектов.

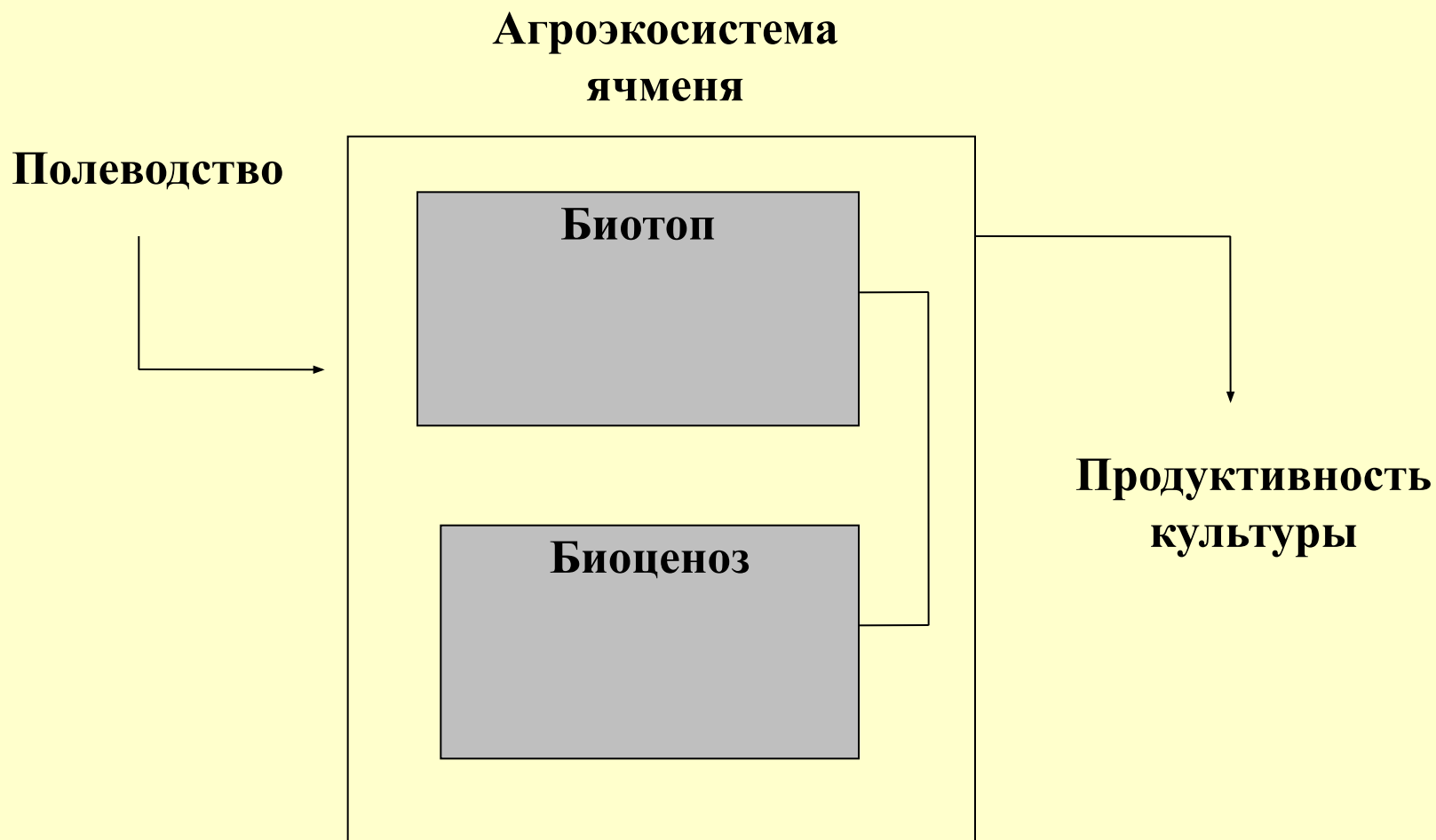


**Рис. 72. Структурная схема системы полеводства (Ориг.)**

# УРОВНИ АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭКОСИСТЕМ

Изучать, а тем более моделировать  
одновременно всю экосистему  
чрезвычайно трудно,  
поэтому обычно используется тот или иной  
уровень агрегирования, то есть  
*группировки объектов.*

**Всю экосистему можно разделить на две части:**



**Рис. 74. Структурная схема агрегирования агроэкосистемы ячменя (Ориг.).**

**В биотоп** (в литературе часто "абиотические факторы") входят

- солнечная энергия,
- не связанная физиологически вода,
- лишенный живых организмов воздух,
- минеральная часть и гумусовые вещества почвы.

Таким образом, биотоп тоже является *системой*, поэтому для него характерны все системные признаки (**состав, структура и функция**)

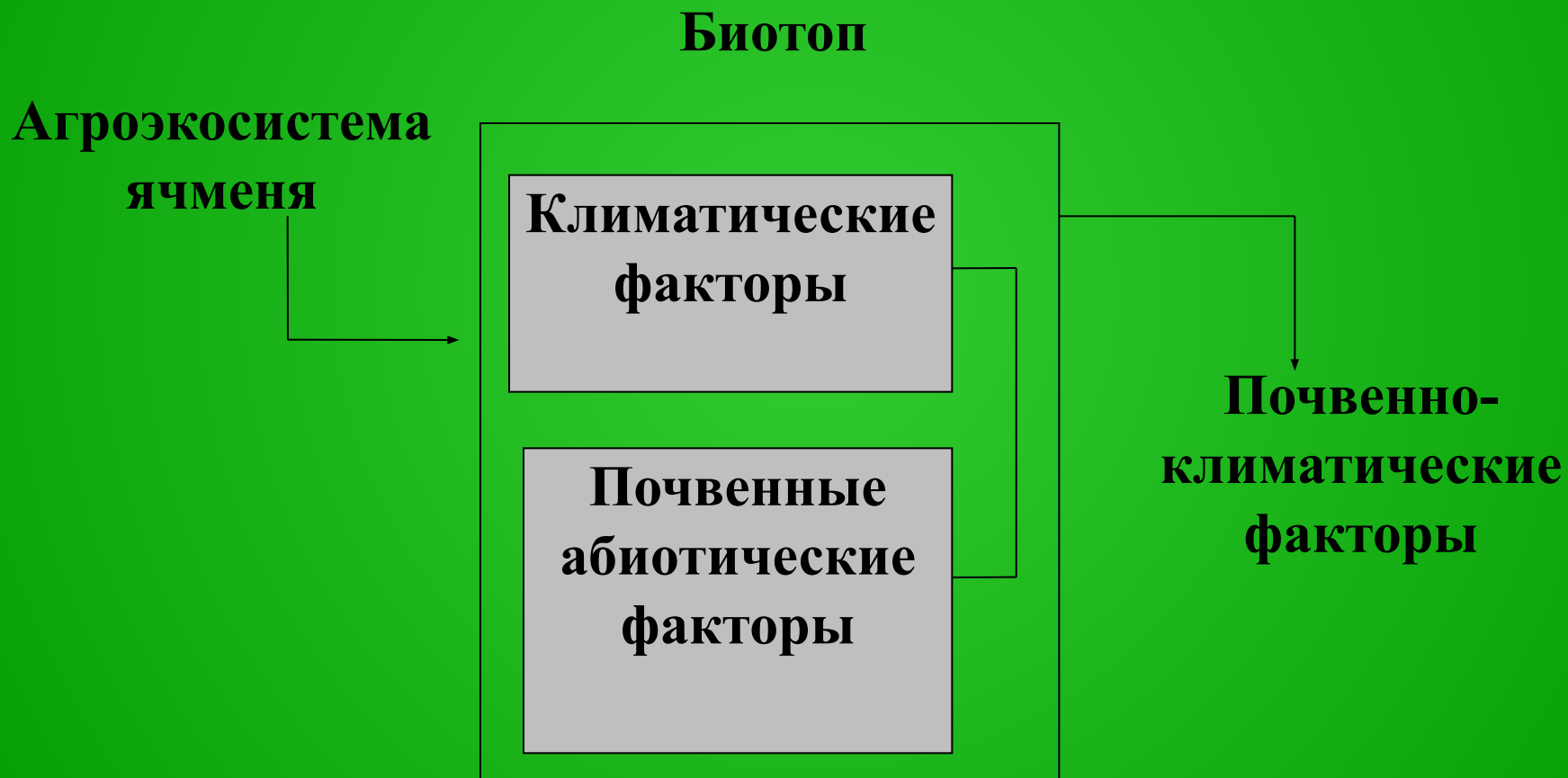
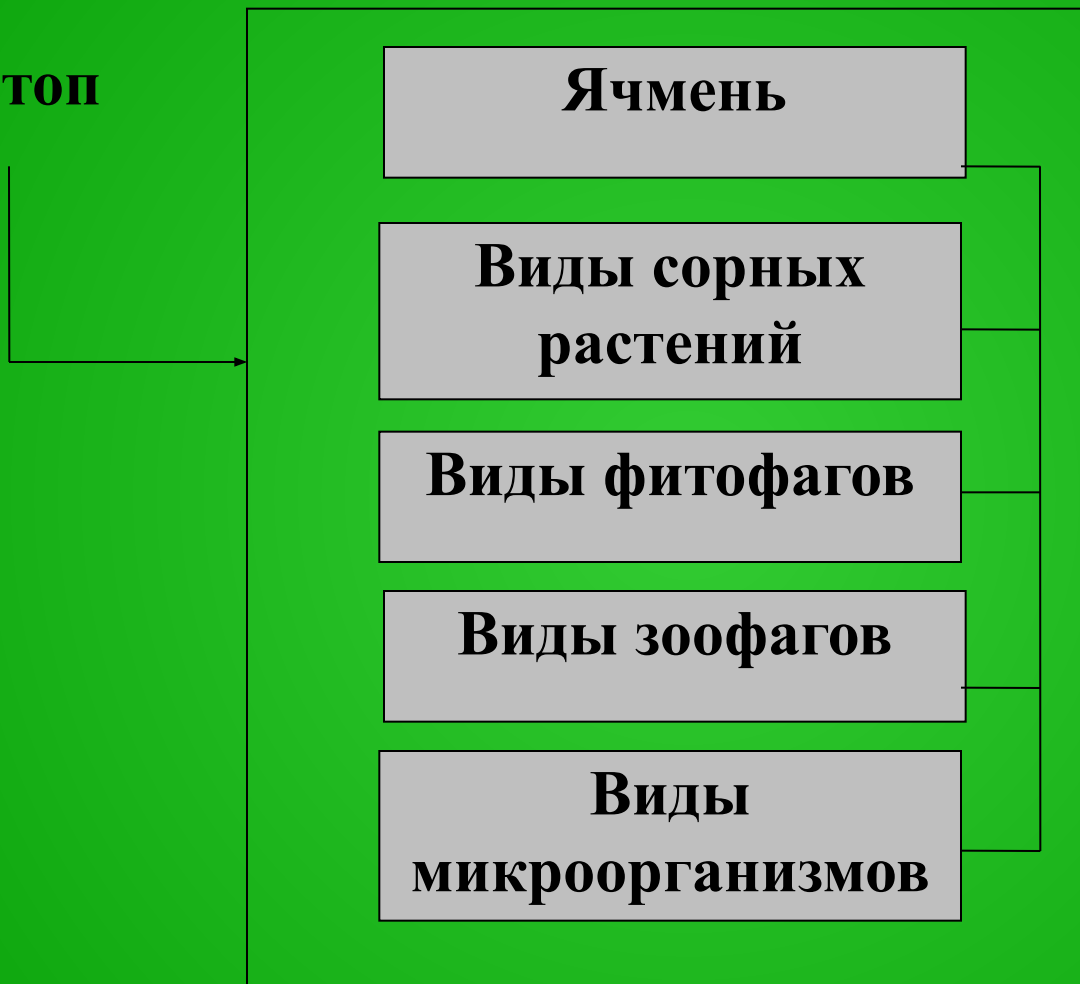


Рис. 75. Структурная схема биотопа агроэкосистемы ячменя (Ориг.).

**Биоценоз** определяется как *совокупность всех популяций биологических видов, принимающих постоянное или периодическое существенное участие в функционировании данной экосистемы.*

# Агробиоценоз ячменя

Биотоп



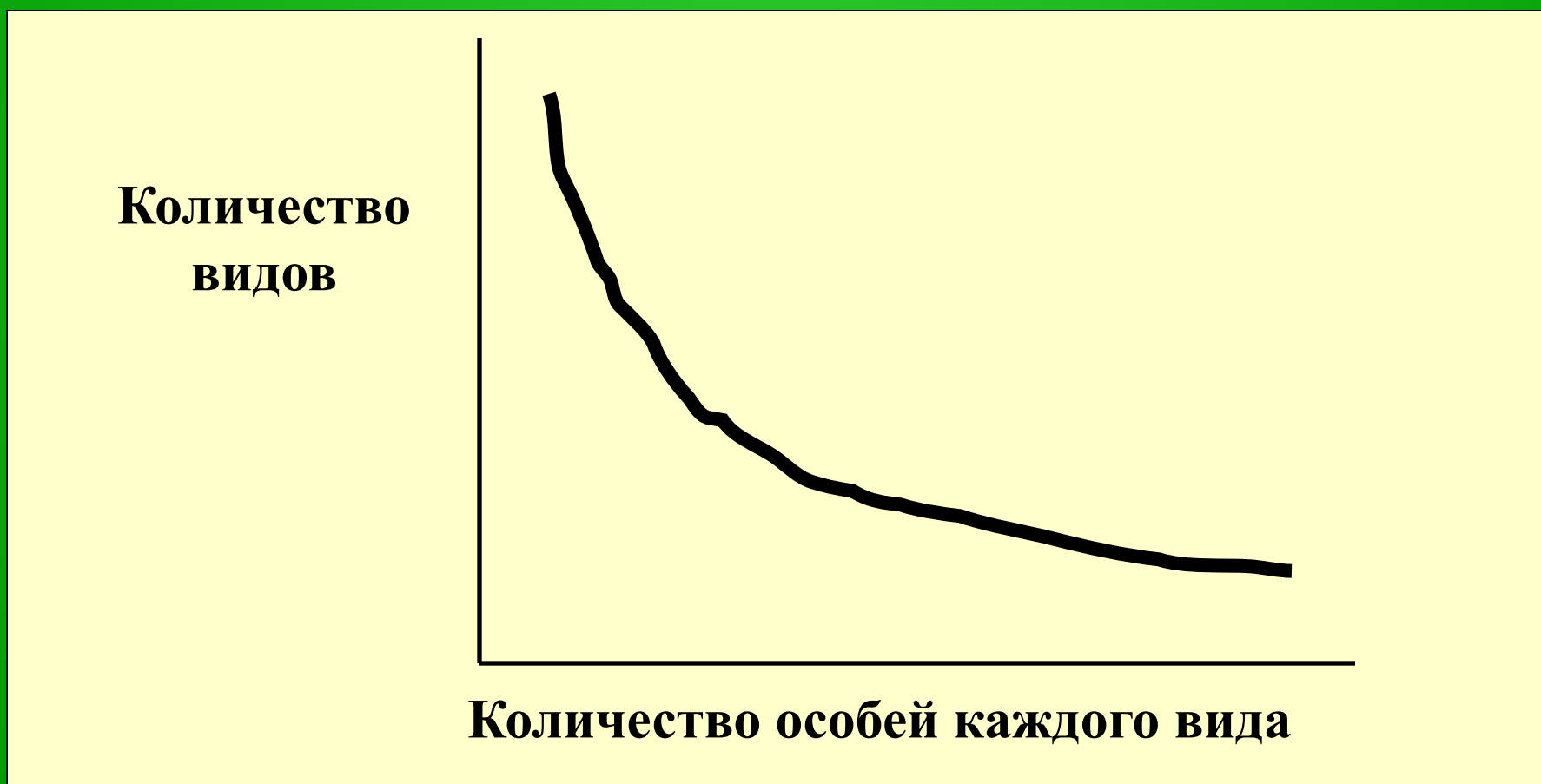
Агроэкосистема  
ячменя

Рис. 76. Структурная схема биоценоза агроэкосистемы ячменя (Ориг.).



В каждый момент времени биоценоз имеет определенное **видовое богатство**, которое измеряется *числом входящих в него видов*, и **количественный состав**, характеризующийся *количеством экземпляров каждого вида*.

Количественный состав является обратной функцией от видового богатства, то есть *чем более разнообразен видовой состав биоценоза, тем меньше количество особей каждого вида.*



Следующий уровень агрегирования, когда изучается только часть видов, так или иначе существенно связанная с одним видом, называется **консорцией**.

*консорцией называется совокупность видов, связанных пищевыми или прочими связями с некоторым видом, называемым эдификатором (или детерминатором) консорции, в качестве которого обычно выступает растение-автотроф.*

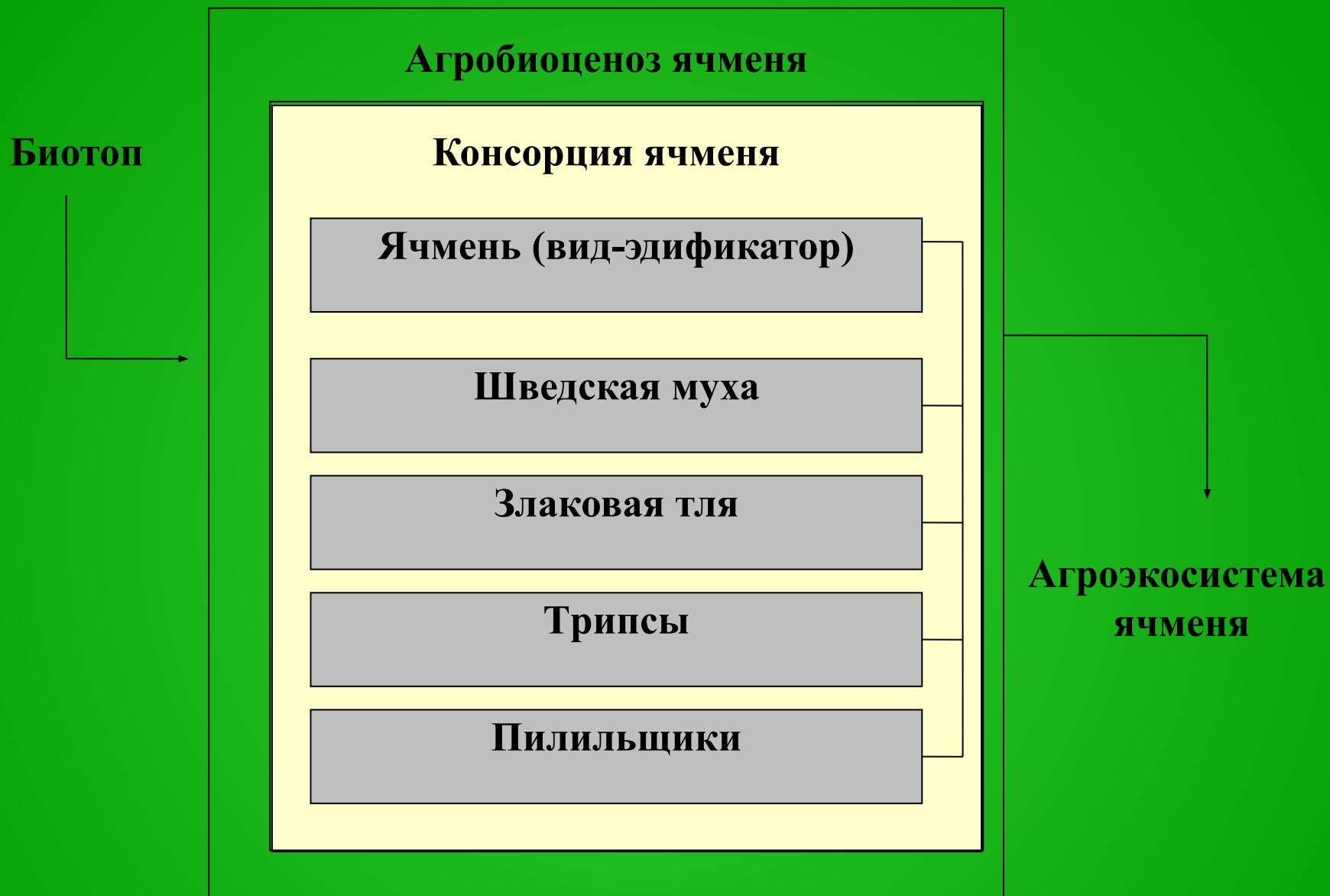


Рис. 77. Структурная схема консорции ячменя (Ориг.).

Часто изучается группа видов, обитающая на каком-либо органе растения.

Такая *группа видов, использующая один и тот же класс ресурсов одинаковым способом* называется гильдией.

Она отличается от консорции тем, что в последней *разные виды используют один и тот же класс ресурсов разным способом.*

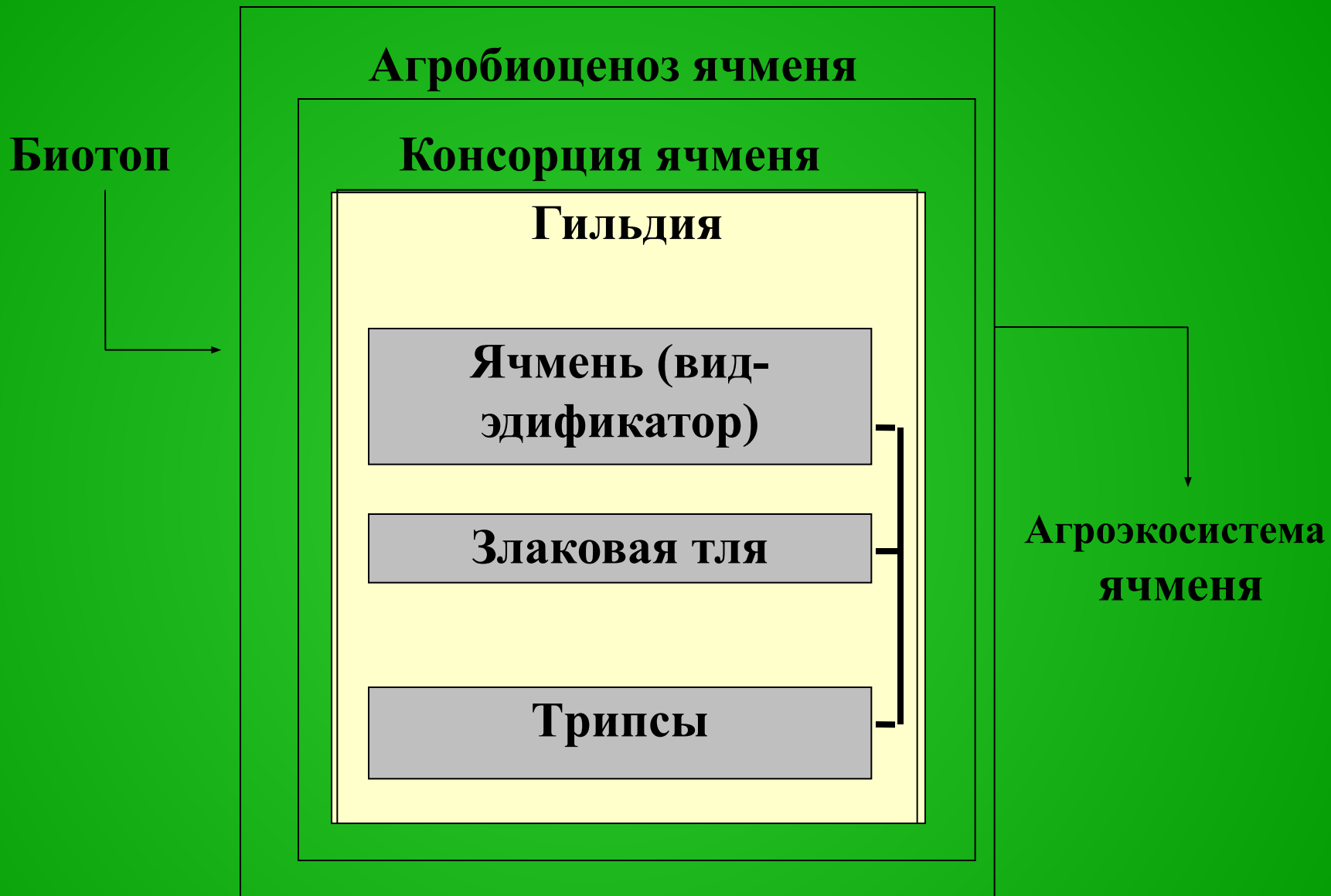


Рис. 78. Структурная схема гильдии ячменя (Ориг.).22

Если изучаются взаимосвязи только *двух видов*, *один из которых служит пищей другому*, такое объединение называется **станция**.

Название станции дается обычно по виду-эдификатору.

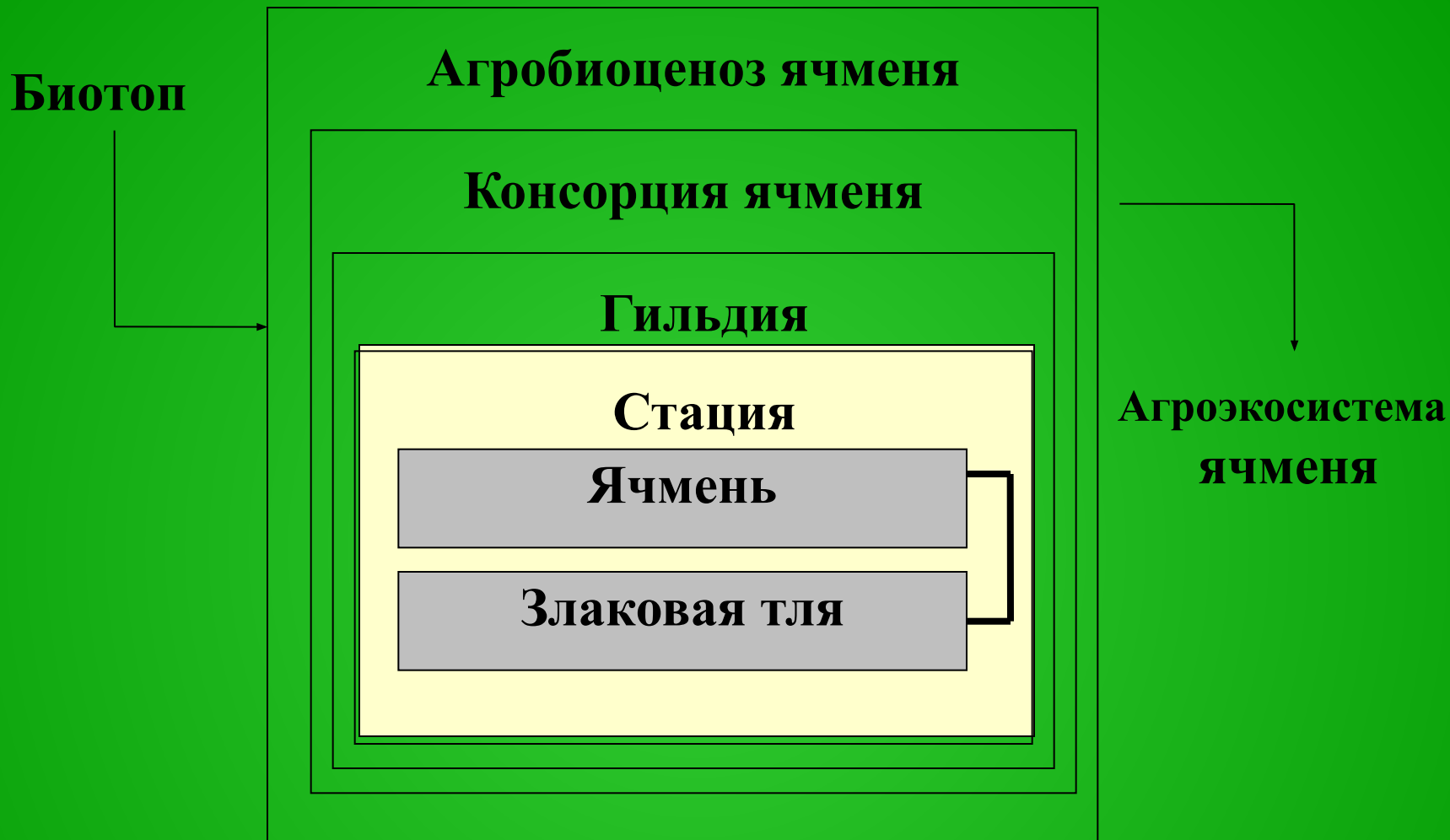


Рис. 79. Структурная схема станции ячменя (Ориг.).



Исследования на уровне какого-либо одного вида называется популяционным.

**Популяция** — это совокупность особей одного вида, в течение продолжительного времени населяющих определенную территорию, связанных между собой теми или иными связями и достаточно изолированных от других таких же совокупностей.

Большинство агроэкосистем характеризуются кратковременным существованием.

Такие кратковременные (1...2-летние), а, следовательно, неустойчивые объединения называются демами.

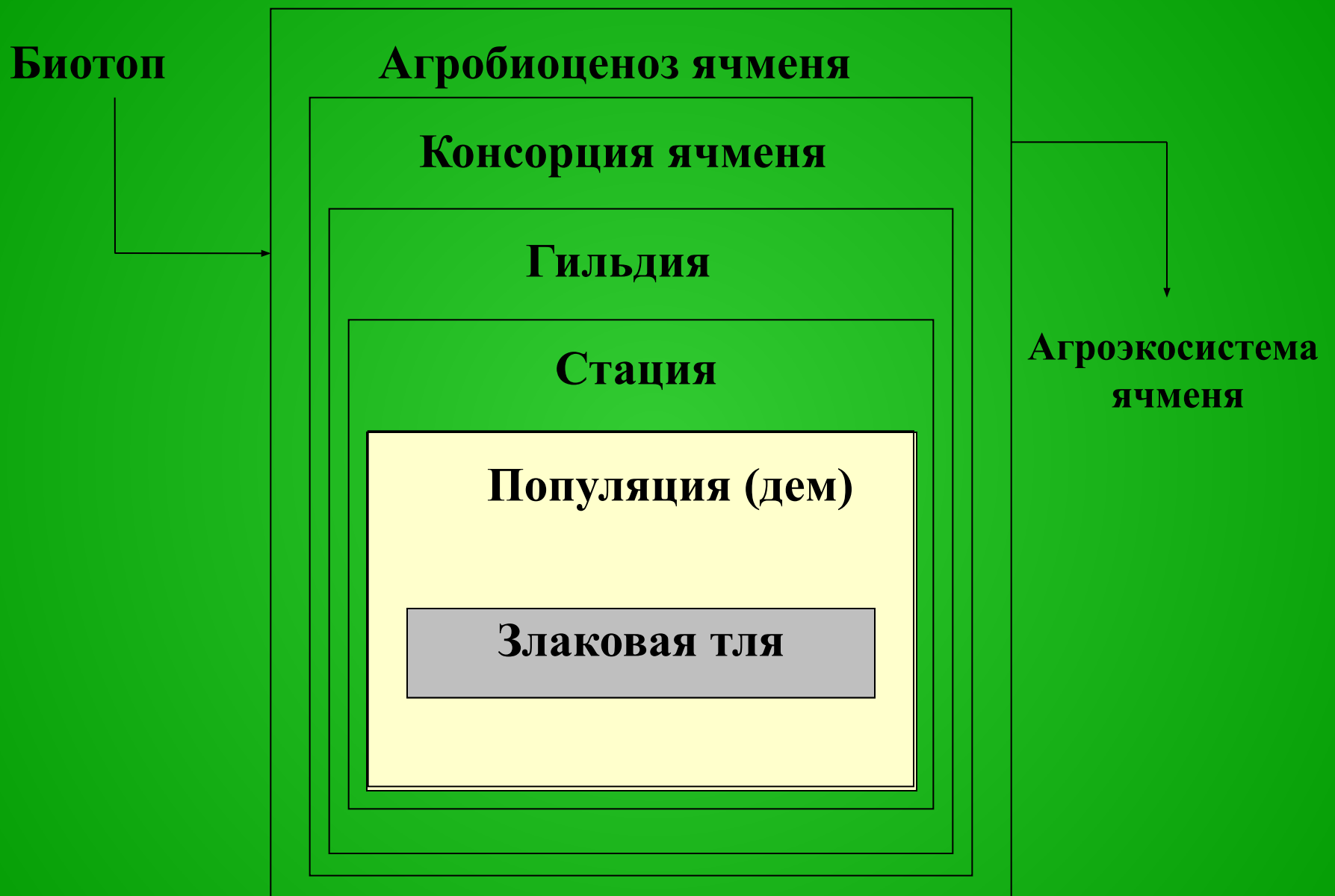
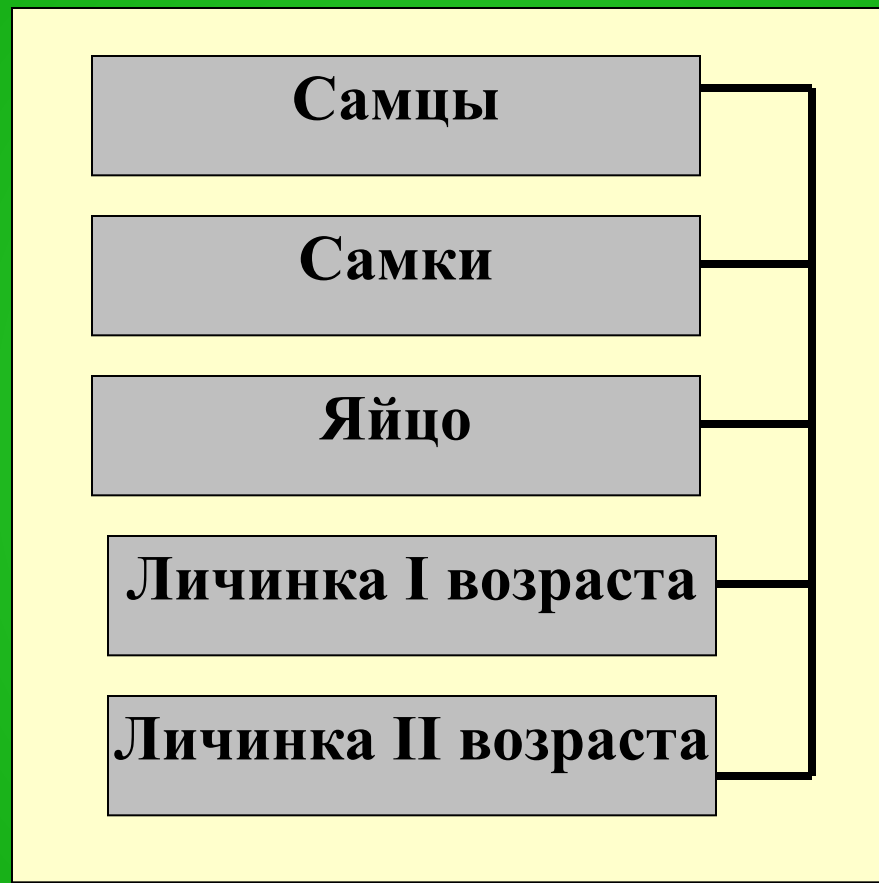


Рис. 80. Структурная схема популяции (дема) злаковой тли (Ориг.).

**Стация**

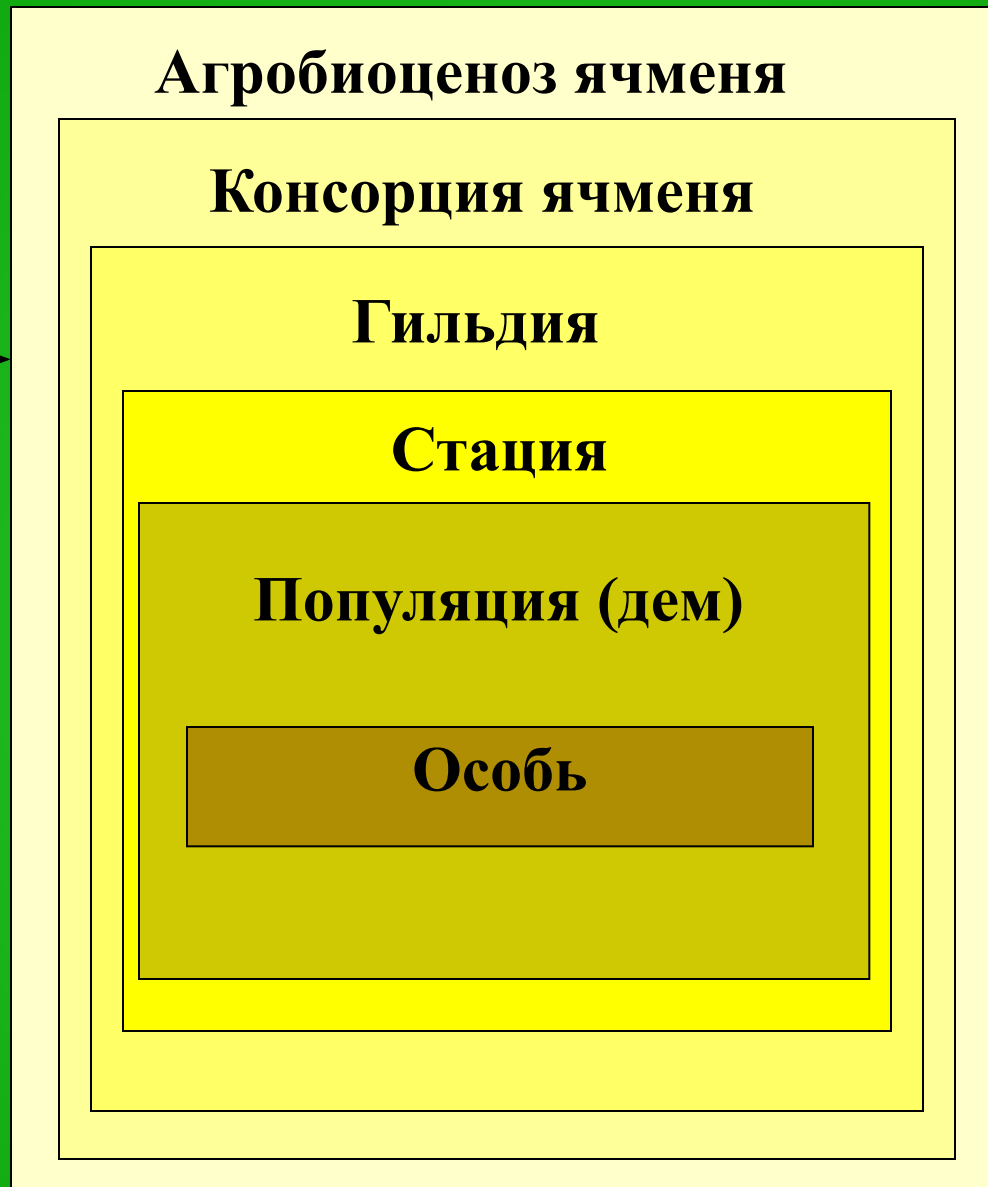
**Популяция (дем) злаковой тли**



**Стация**

**Структурная схема популяции (дема) злаковой тли (Ориг.).**

**Биотоп**



**Агрэкосистема  
ячменя**

**В целом же, объектом изучения экологии являются экосистемы, основная структурная единица которых - популяция**

# ПРИЧИНЫ ГРУППИРОВКИ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ

Причины, которые заставляют особи группироваться на ограниченных участках многочисленны и разнообразны.

Главная среди них **неравномерность распределения экологических условий (или факторов) в географическом пространстве при сходстве требований к этим условиям у организмов одного вида.**

**Экологические факторы - это такие свойства компонентов экосистемы и характеристики ее внешней среды, которые оказывают непосредственное влияние на особей данной популяции, а также на характер их отношений друг с другом и с особями других популяций.**

Знание этих факторов настолько важно, что для их изучения в экологии выделен специальный раздел

## **факториальная экология,**

предметом которой является *изучение воздействия экологических факторов на*

- *метаболизм,*
- *питание,*
- *скорость развития,*
- *плодовитость,*
- *продолжительность жизни,*
- *смертность*

*и другие показатели жизнедеятельности особей популяции.*



# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**ВНЕШНИЕ**

**ВНУТРЕННИЕ**

**Биотические**

**Абиотические**

**Биотические**

**Абиотические**

**Несущественные**

**Несущественные**

**Несущественные**

**Несущественные**

**Существенные**

**Существенные**

**Существенные**

**Существенные**

## I. По отношению к данной экосистеме:

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

```
graph TD; A[ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ] --> B[ВНЕШНИЕ]; A --> C[ВНУТРЕННИЕ];
```

#### ВНЕШНИЕ

(экзогенные или энтопические). *Действуют на экосистему, но **Не** испытывают обратного влияния экосистемы.* К ним относятся солнечная радиация, интенсивность осадков, скорость ветра (если эти факторы действуют над посевом).

#### ВНУТРЕННИЕ

(эндогенные). *Действуют на свойства самой экосистемы и **ИСПЫТЫВАЮТ** обратное ее действие.* Это численность и биомасса популяций, запасы различных веществ, характеристики приземного слоя воздуха, почвы и т.д.

## II. По отношению к живому веществу:

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

```
graph TD; A[ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ] --> B[Биотические]; A --> C[Абиотические];
```

Биотические

*характеризующие свойства **живого** вещества. Это скорость размножения популяций, количество откладываемых яиц и т.д.*

Абиотические

*характеризующие свойства **неживых** компонентов экосистемы (плотность почвы, запас влаги, содержание NPK и т.д.)*

## VI. По степени воздействия:

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

```
graph TD; A[ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ] --> B[Существенные]; A --> C[Несущественные];
```

Существенные

(императивные),  
вызывающие *качественное*  
*изменение* *экосистемы*  
(вырубка леса, скашивание  
травостоя и др.)

Несущественные

не вызывающие  
*качественного изменения*  
*экосистемы* (однократный  
проезд транспорта по  
посеву, очаговое  
незначительное полегание  
посевов и др.)

**В наземных экосистемах, с которыми агроном чаще всего имеет дело, из числа **экзогенных императивных факторов** выделяют следующие:**

- 1) Интенсивность солнечной радиации.*
- 2) Температура и влажность воздуха.*
- 3) Интенсивность атмосферных осадков.*
- 4) Скорость ветра.*
- 5) Скорость заноса спор, семян и других зародышей или притока взрослых особей разных видов из других экосистем.*
- 6) Антропогенные воздействия.*

**Эндогенные императивные факторы,** которые отмечаются в наземных экосистемах, объединяются в три группы:

- 1) Микрометеорологические** – освещенность, температура и влажность приземного слоя воздуха, содержание в нем углекислого газа и воды.
- 2) Почвенные** – температура, влажность, аэрация почвы, физико-механические свойства, химический состав, содержание гумуса, доступность элементов минерального питания, окислительно-восстановительный потенциал.
- 3) Биотические** – плотность популяций разных видов, их возрастной и половой состав, морфологические, физиологические и поведенческие характеристики.

**Среди экологических факторов  
исключительная роль принадлежит  
пищевым (или трофическим)  
факторам.**

# ПИЩА КАК ГЛАВНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР

**В зависимости от типа питания выделяют две группы организмов:**

- **автотрофы и**
- **гетеротрофы.**



## Автотрофы (продуценты)

*сами синтезируют необходимые им органические вещества, используя абиотические внешние источники энергии и минеральные вещества, поглощенные из окружающей среды.*

Если источником энергии служит солнечный свет, то они называются **фотоавтотрофами**.

Типичные представители - зеленые растения и фотосинтезирующие бактерии.

Организмы, которые получают энергию путем окисления разнообразных неорганических соединений называются **хемоавтотрофами**.

Это различные виды бактерий (серобактерии, ферробактерии и др.).

## Гетеротрофы (консументы)

*организмы не способны использовать энергию абиотических источников для синтеза сложных органических соединений и пользующиеся энергией, накопленной автотрофами.*

**К консументам относятся все животные, грибы, актиномицеты, большинство бактерий, некоторые водоросли и бесхлорофильные высшие растения.**

Классификация консументов разработана достаточно хорошо для того, чтобы можно было выделить три основные группы:

**Фитофаги  
(консументы  
1 порядка)**

**Зоофаги (консументы  
2 и следующих  
порядков)-**

**Детритофаги  
(биоредуценты)**

*Раститель-  
ноядные  
организмы,  
питающиеся  
за счет  
органического  
вещества  
продуцентов*

*Плотоядные  
организмы,  
питающиеся за счет  
органического  
вещества консументов  
более низкого порядка*

*организмы,  
питающиеся  
отмершими  
остатками  
продуцентов и  
консументов*

**Существуют и комбинации этих основных типов питания:**

**4. Зоо-фитофаги.**

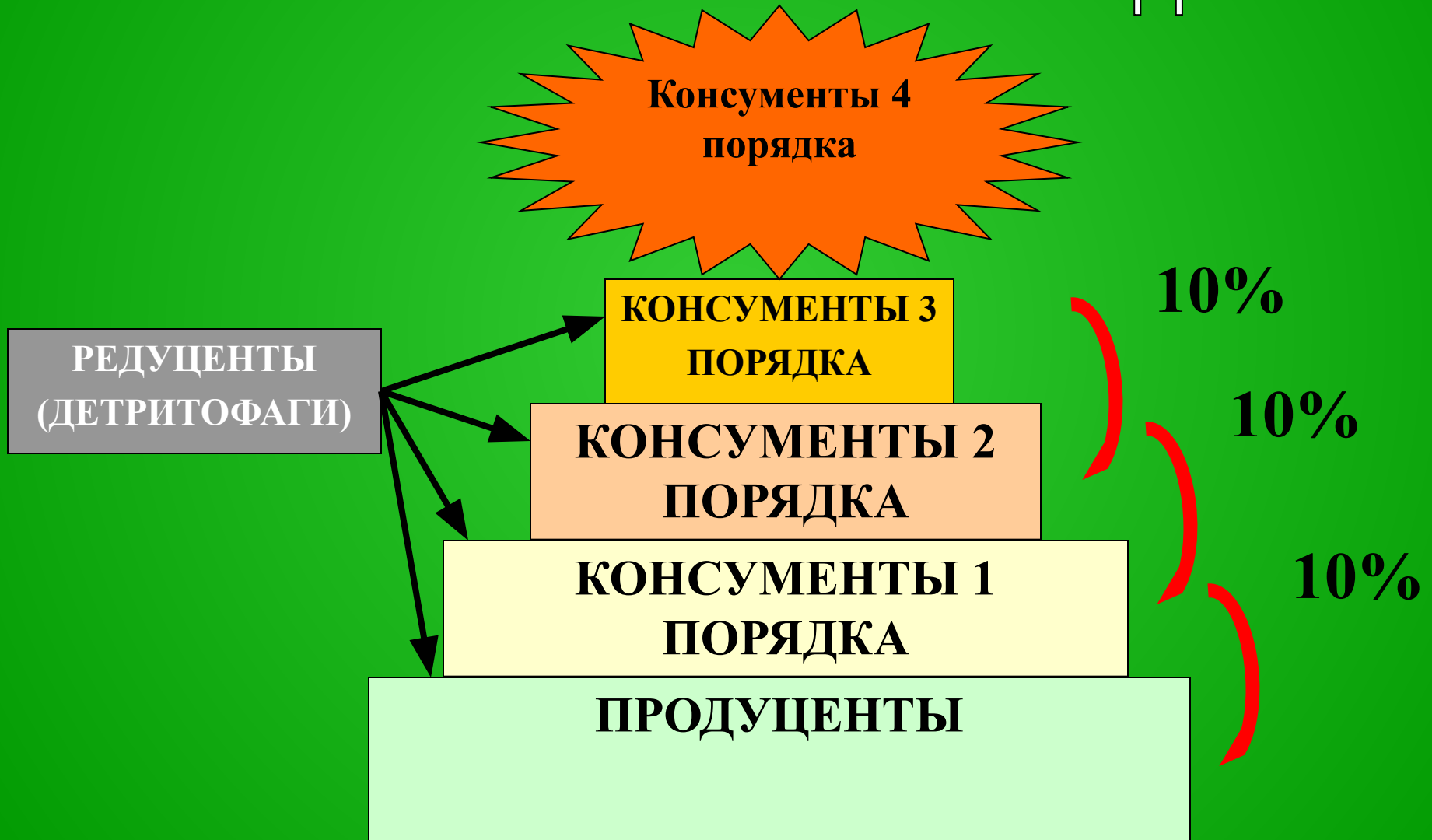
**5. Детрито-фитофаги.**

**6. Детрито-зоофаги.**

**7. Эврифаги - *всеядные организмы***

**Кроме типичных авто- и гетеротрофов существует значительное число видов со смешанным типом питания.**

# ТРОФИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА



**Прекращение  
вегетации**

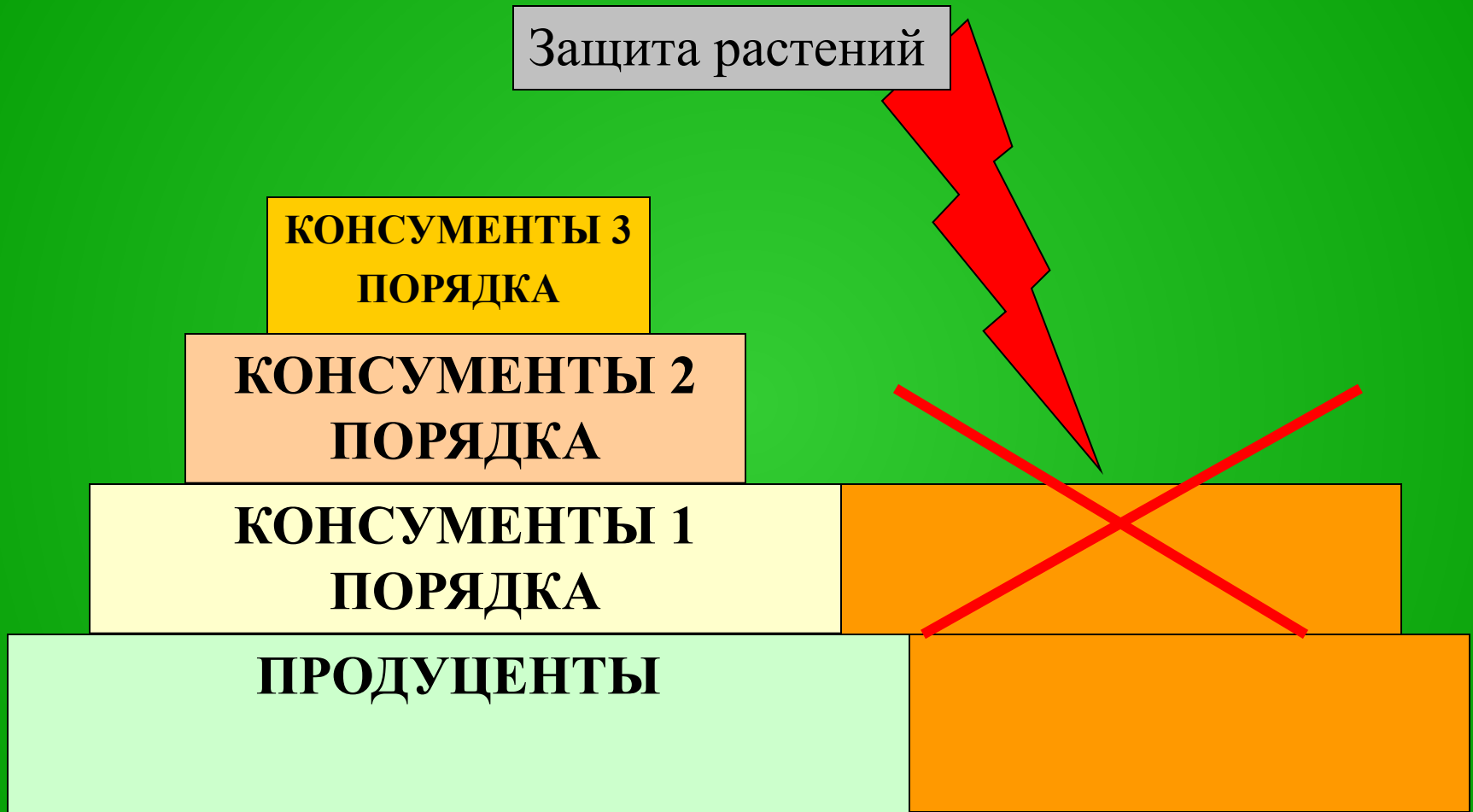
**КОНСУМЕНТЫ 3  
ПОРЯДКА**

**КОНСУМЕНТЫ 2  
ПОРЯДКА**

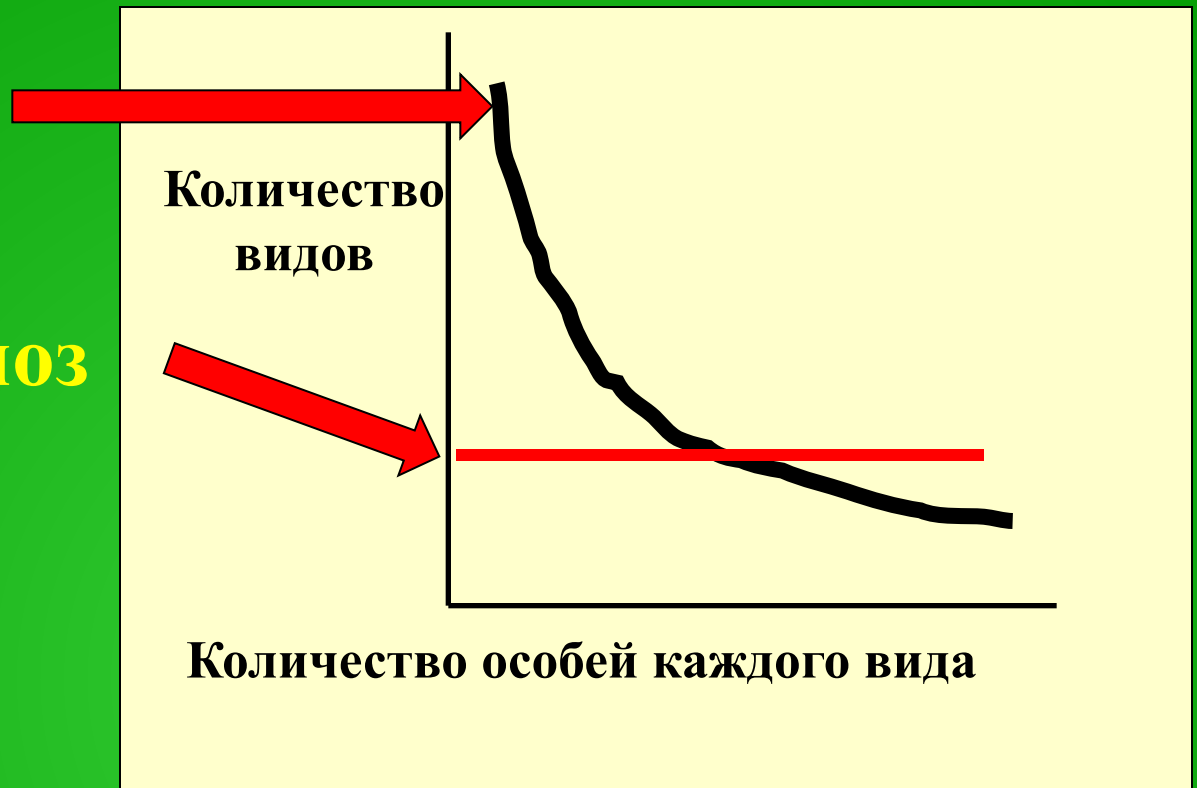
**КОНСУМЕНТЫ 1  
ПОРЯДКА**

**ПРОДУЦЕНТЫ**

По данным ФАО, мировые потери продукции от  
фитофагов достигают 20%



- биоценоз
- агробиоценоз



**ПОЛИВИДОВЫЕ ПОСЕВЫ**



# Действие пищи на динамику популяций проявляется через ее

- *Обилие*
- *Доступность*
- *Качество*

# КАЧЕСТВО ПИЩИ

для *автотрофов* заключается в достаточном обеспечении их солнечной энергией и минеральными элементами.

При отсутствии или нарушении того или иного фактора нарушаются процессы жизнедеятельности.

# КАЧЕСТВО ПИЩИ

Для **гетеротрофов** пища должна иметь определенную калорийность и определенный качественный состав (белки, жиры, углеводы, витамины, микроэлементы и т.д. ).

Причем, требования к пище меняются в зависимости от состояния организма (возраст, упитанность и т.д.), времени года и погодных условий.

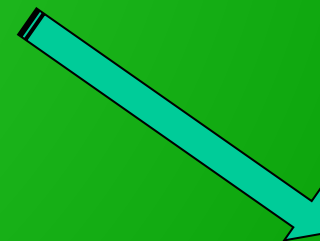
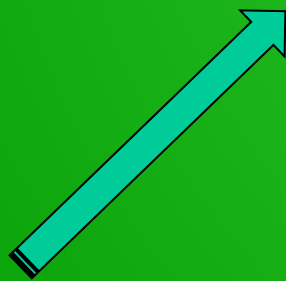
# КАЧЕСТВО ПИЩИ

В зависимости от предпочитаемого животным организмом корма выделяются три вида пищи:

Излюбленная

Заменяющая

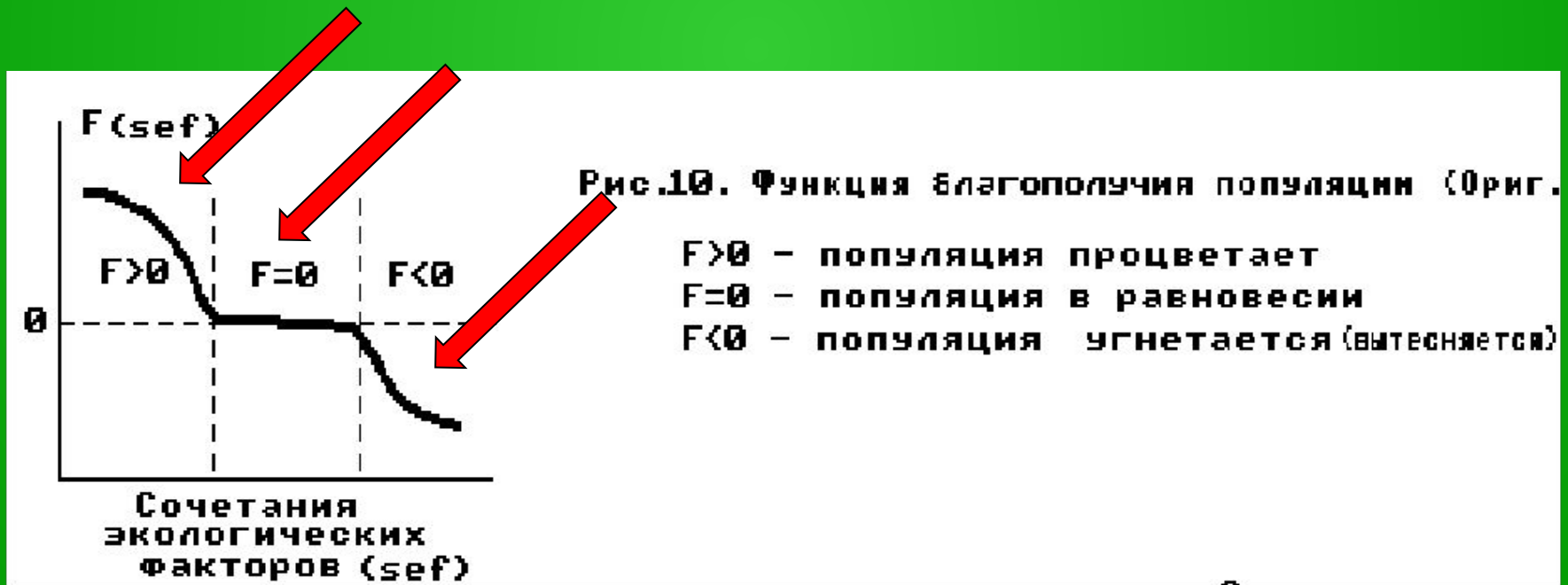
Случайная



**В связи с вышесказанным основной задачей факториальной экологии является построение и исследование моделей, учитывающих экологические факторы, действующие на изменение величин изучаемых показателей жизнедеятельности организма в зависимости от всех экологических факторов.**

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША

Количественное значение факторов можно выразить через так называемую **функцию благополучия** (или **жизненности**) популяций.



устойчивое существование популяции возможно не при всех комбинациях экологических факторов, поэтому необходимо определить *область значений экологических факторов, в которой возможно длительное существование вида.*

Эта область экологического пространства (значений экологических факторов) и есть **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША.**

**Поскольку каждый вид обладает своей экологической нишей, отдельные значения факторов которой совпадают с нишами других видов, между видами начинается борьба за выживание.**

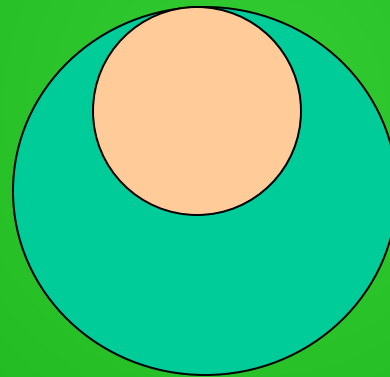
**Причем, ни один вид в любом случае не останется в одиночестве, так как вытеснить все остальные он не сможет.**

**В результате возникает компромисс: одна популяция будет процветать, а другая находиться в угнетенном состоянии, но обе они будут существовать.**



**Отсюда вытекает необходимость выделения  
двух типов экологических ниш:**

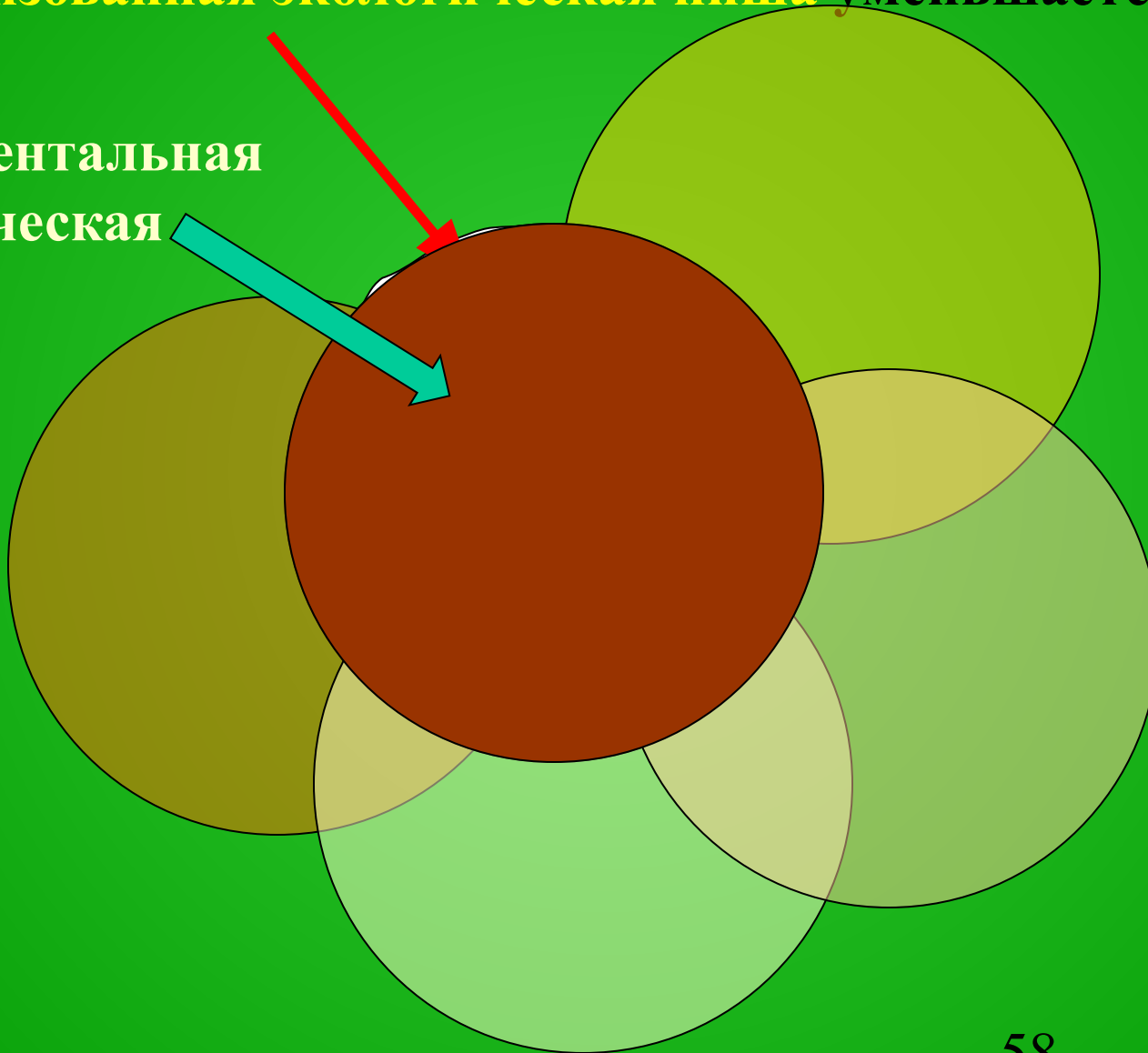
**фундаментальная, которая отражает  
потенциальные свойства популяции,  
запрограммированные ее геномом,**



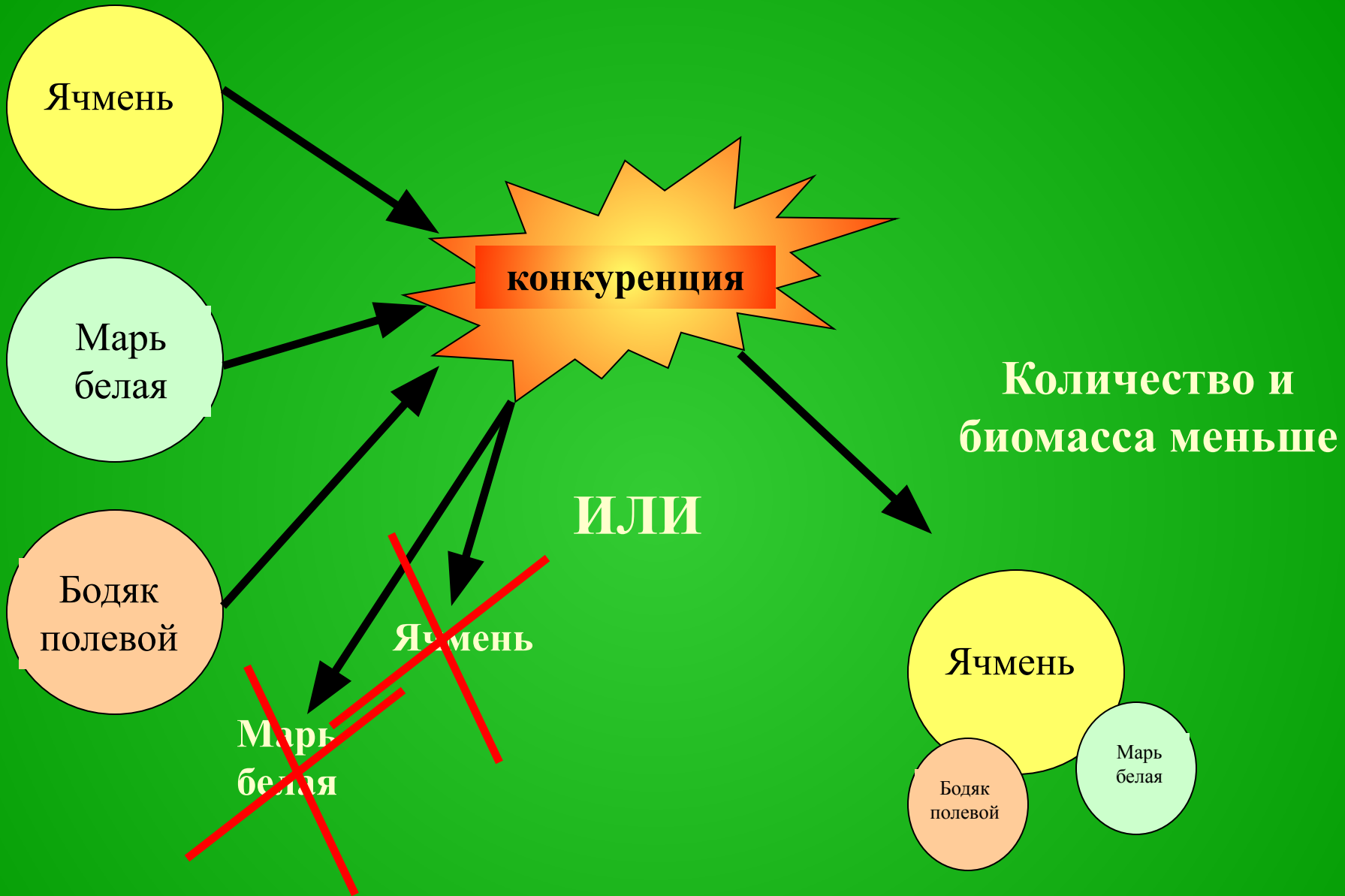
**и реализованная, которая определяется  
фенотипом популяции**

С увеличением количества видов  
реализованная экологическая ниша уменьшается

Фундаментальная  
экологическая  
ниша







Спасибо за внимание!