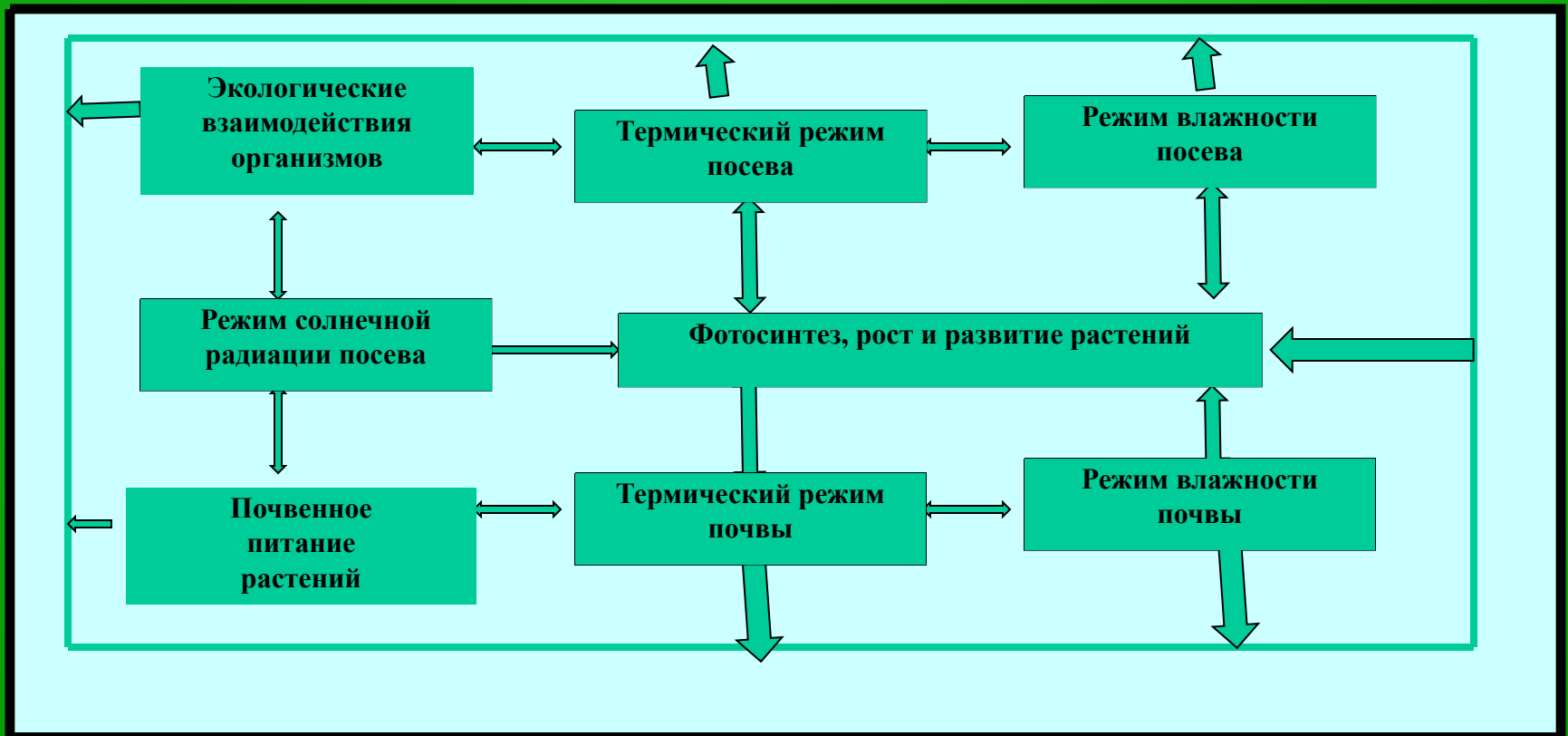


Лекция 8

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**

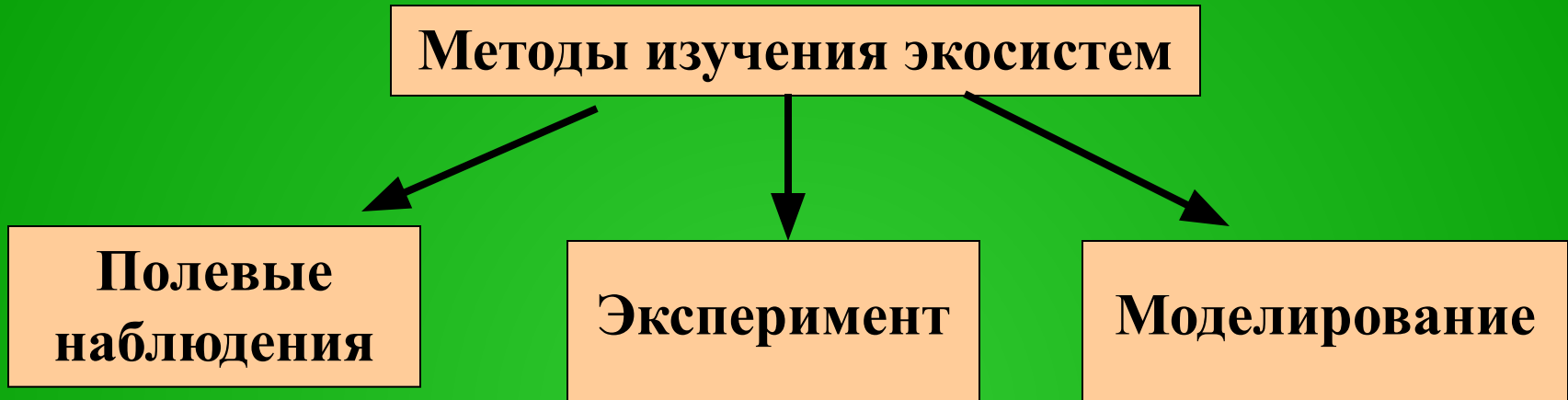
**решаемая
задача**

Объект системной экологии

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

то есть устойчивый комплекс популяций растений, животных, микроорганизмов и населяемой 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:

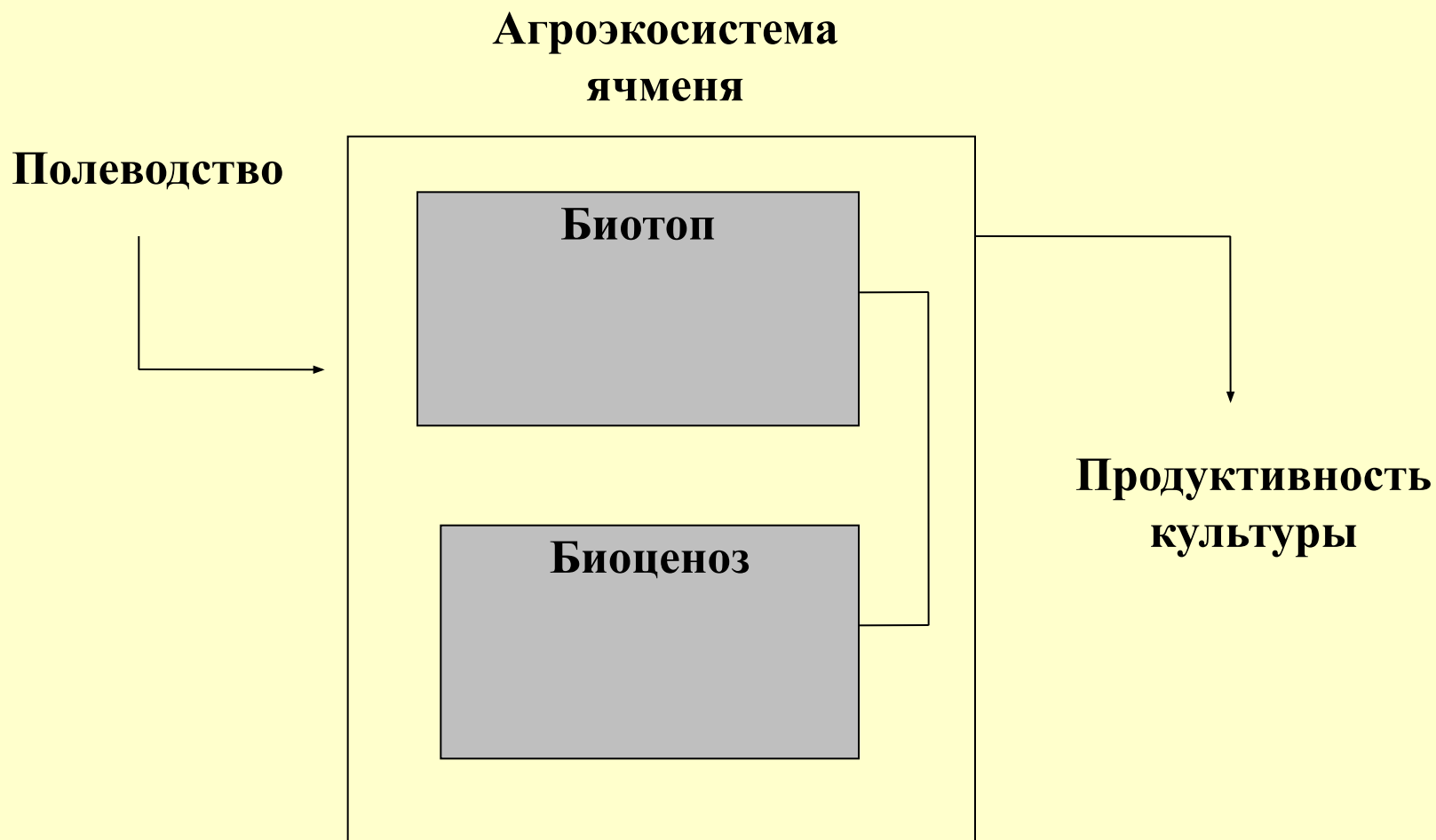


Рис. 74. Структурная схема агрегирования агроэкосистемы ячменя (Ориг.).

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**)

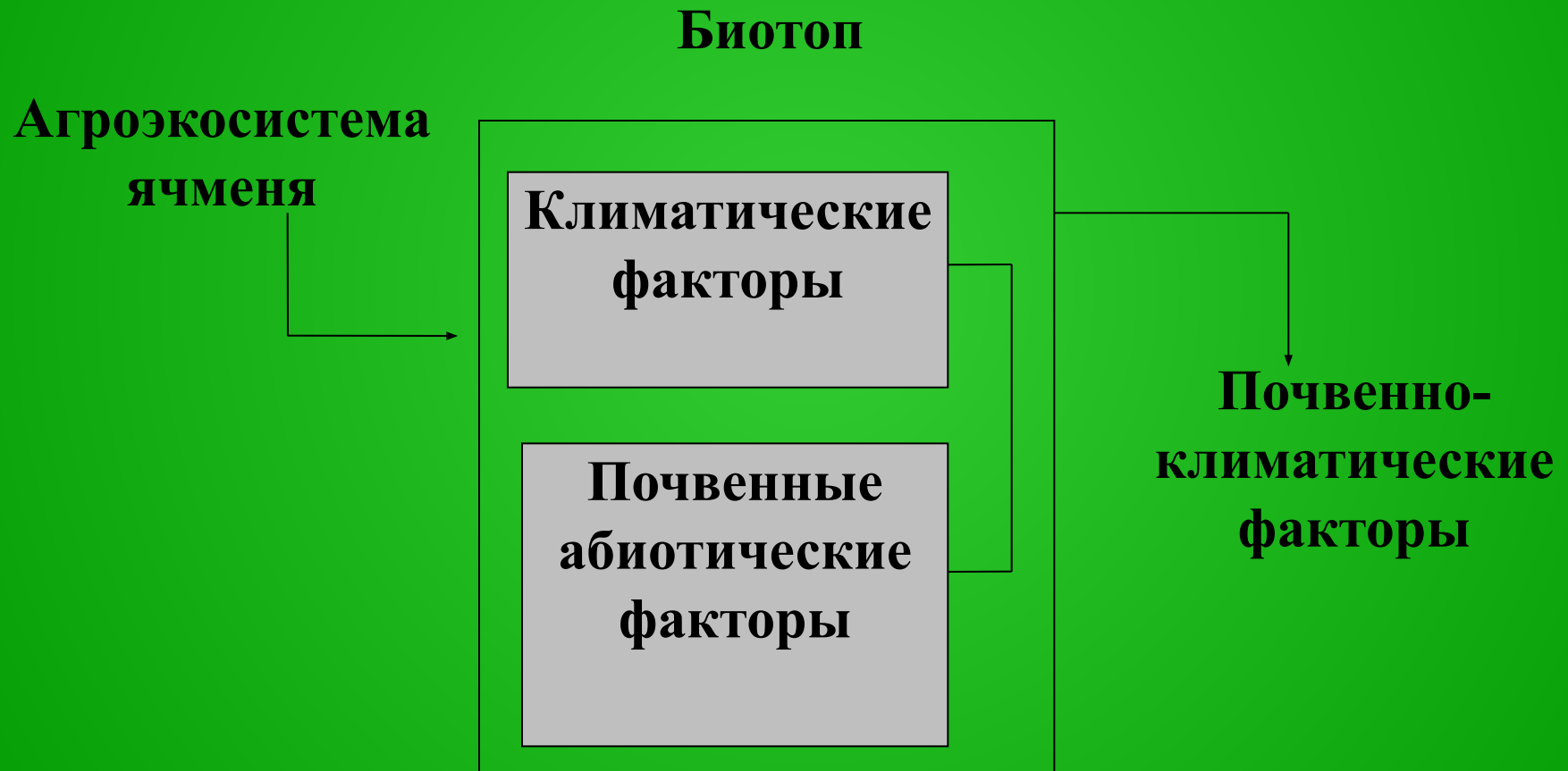
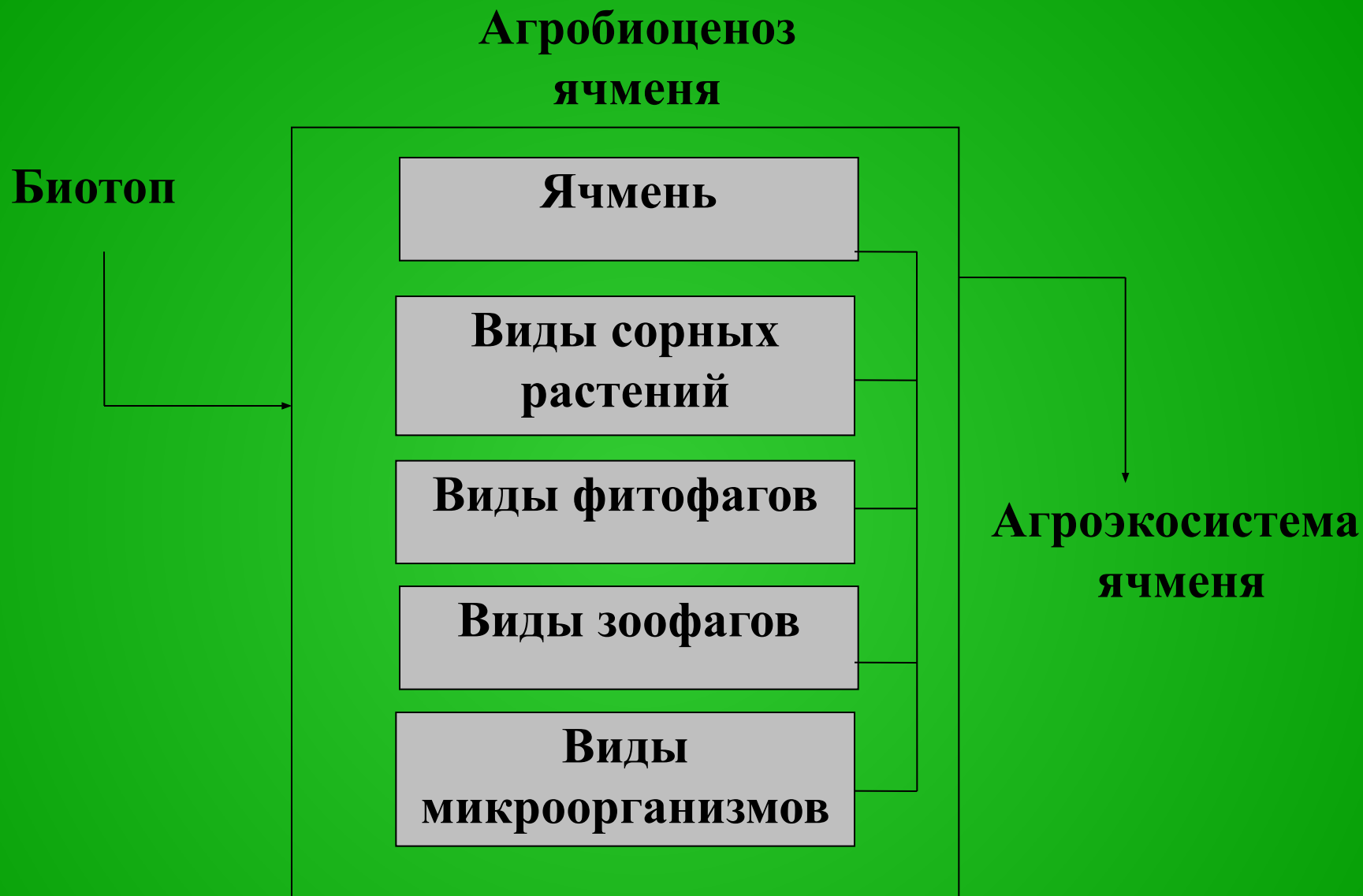


Рис. 75. Структурная схема биотопа агроэкосистемы ячменя (Ориг.).

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



**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.*

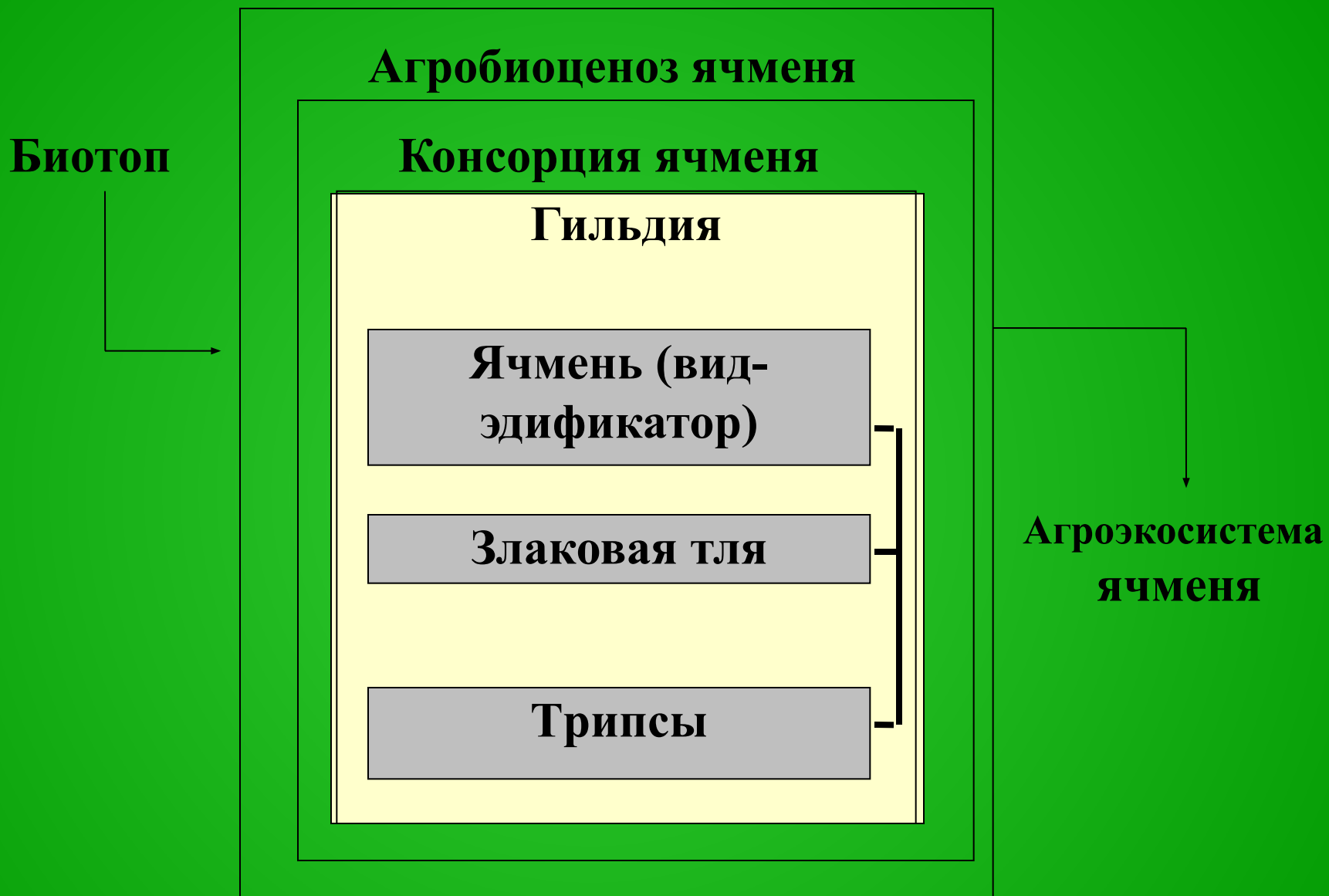


Рис. 78. Структурная схема гильдии ячменя (Ориг.).22

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

Название станции дается обычно по виду-
эдификатору.

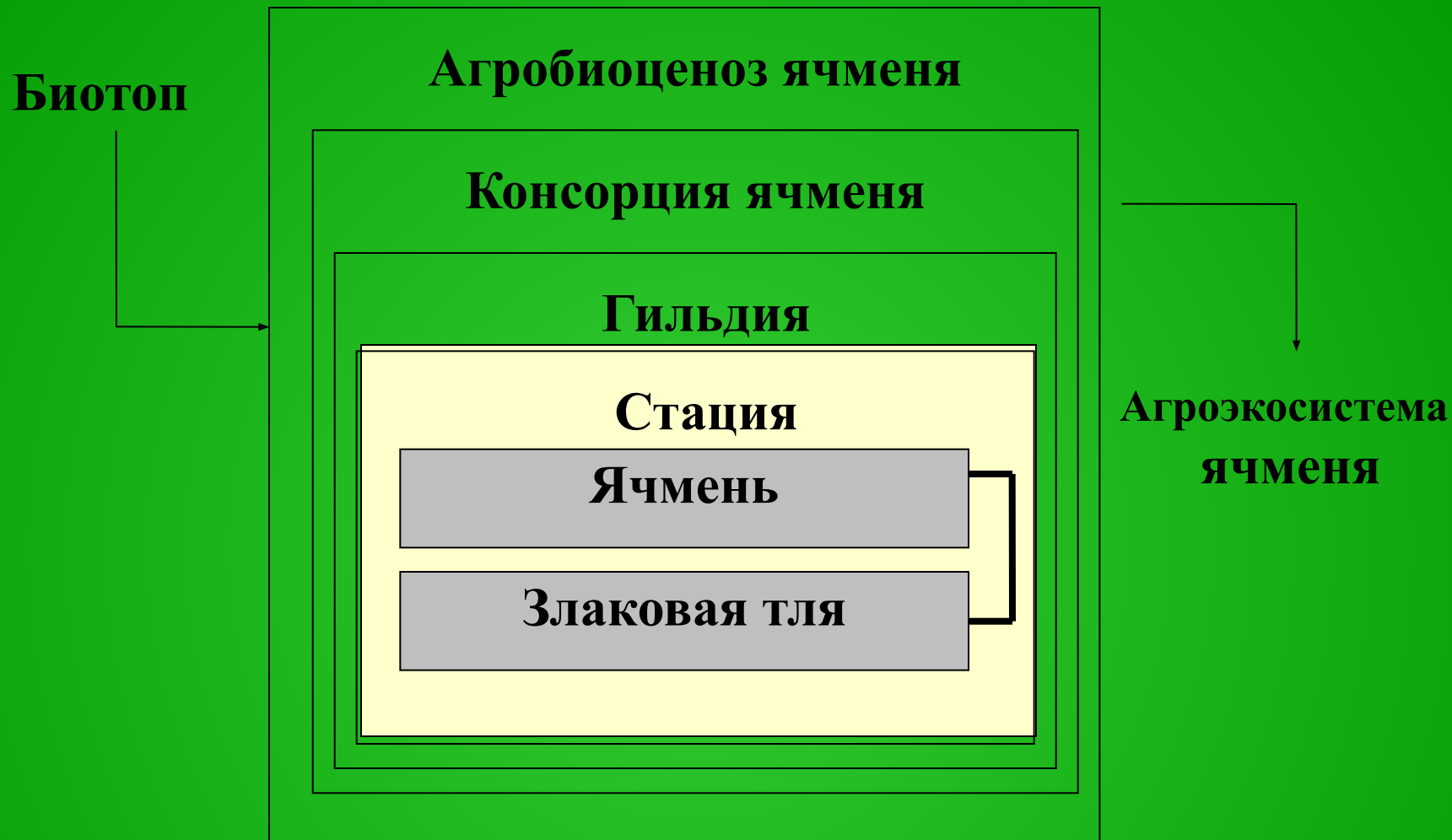


Рис. 79. Структурная схема станции ячменя (Ориг.).

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.

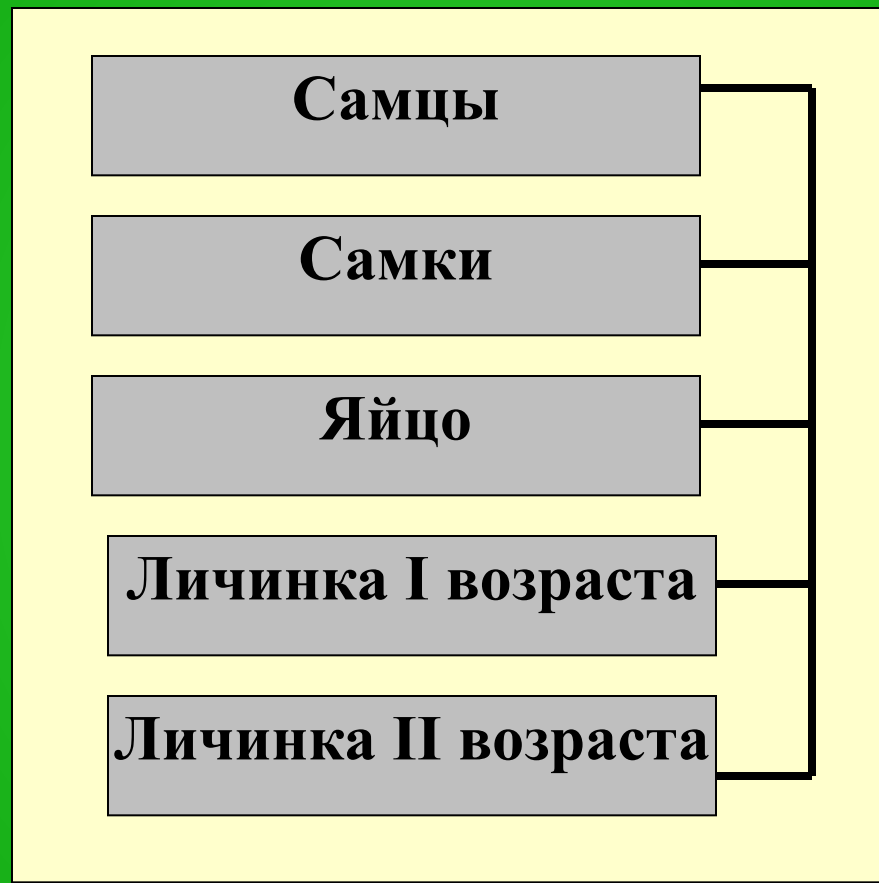
Такие кратковременные (1...2-летние), а, следовательно, неустойчивые объединения называются демами.



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

Стация

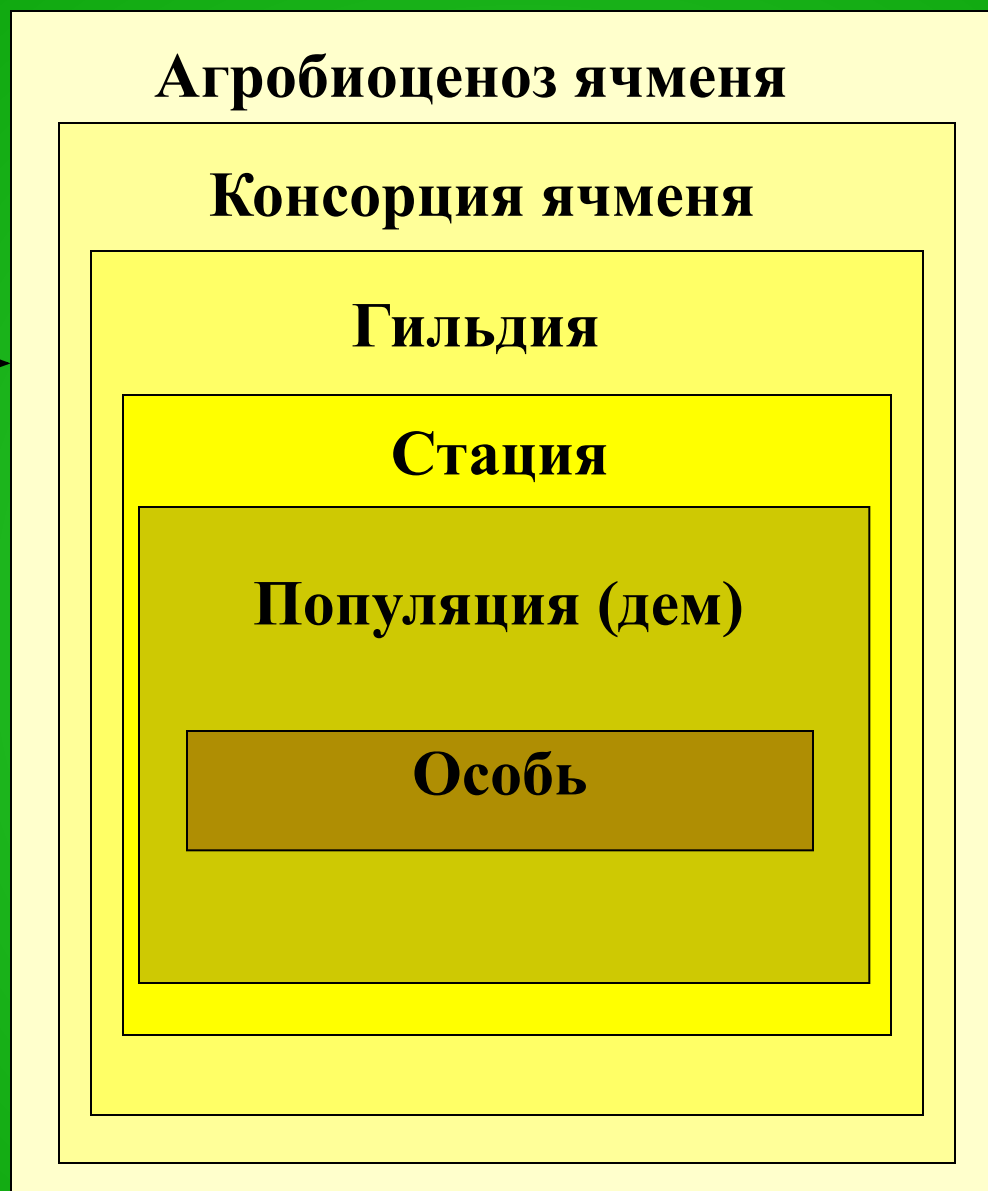
Популяция (дем) злаковой тли



Стация

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

Биотоп



**Агроэкосистема
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 **схождении 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)**

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

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

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

**Детритофаги
(биоредуценты)**

*организмы,
питающиеся
отмершими
остатками
продуцентов и
консументов*

Существуют и комбинации этих основных типов питания:

4. Зоо-фитофаги.

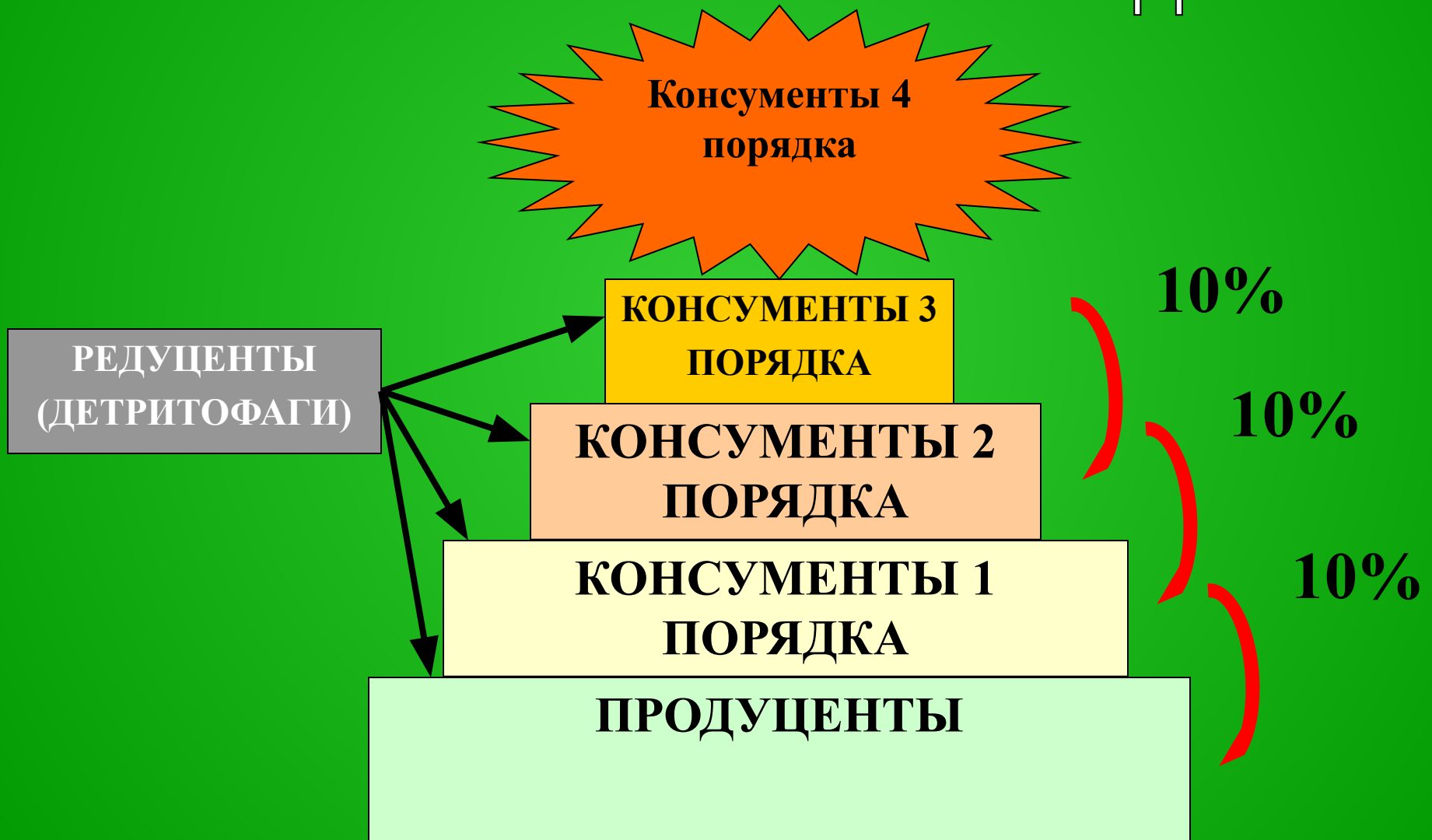
5. Детрито-фитофаги.

6. Детрито-зоофаги.

7. Эврифаги - *всеядные организмы*

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

ТРОФИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА



**Прекращение
вегетации**

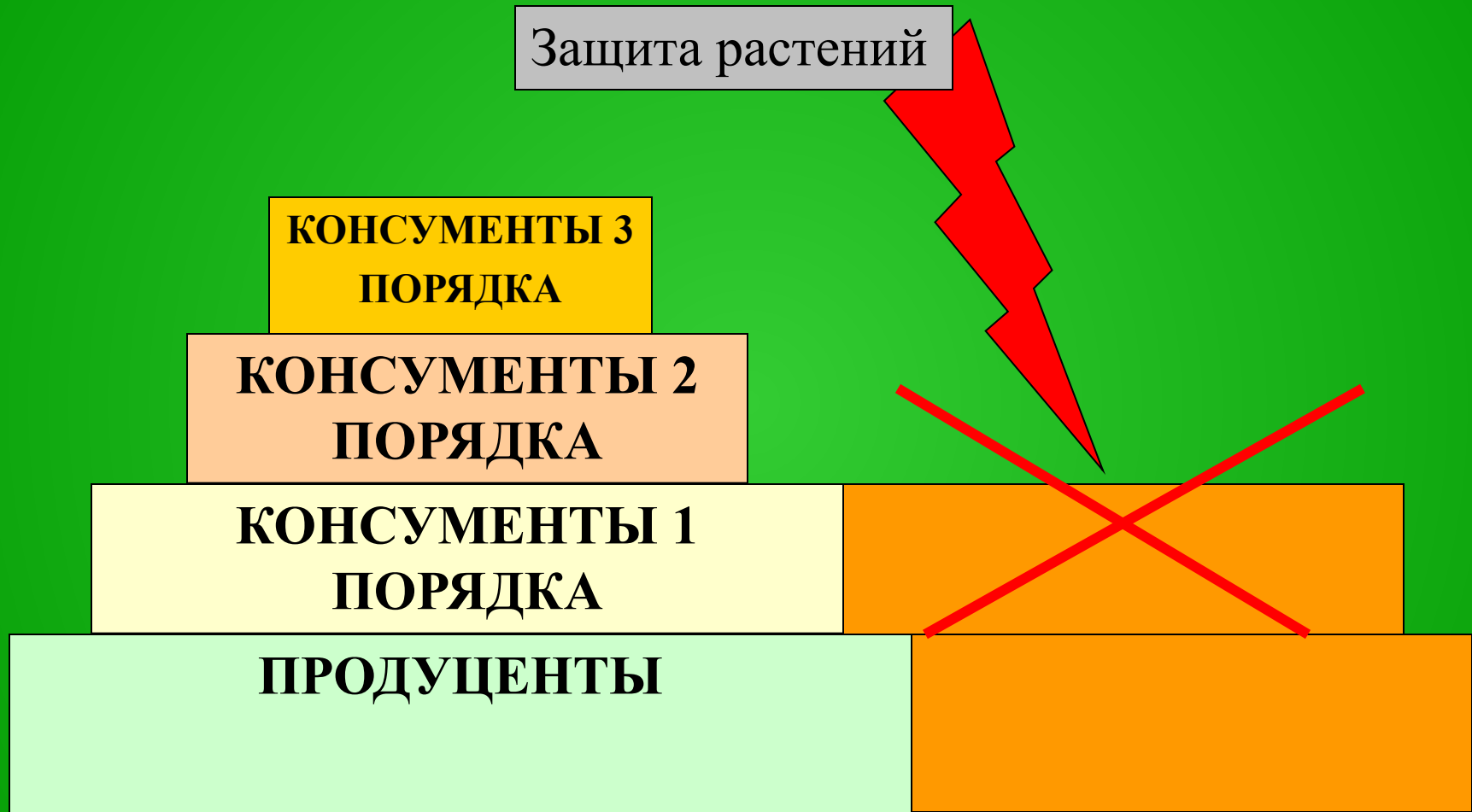
**КОНСУМЕНТЫ 3
ПОРЯДКА**

**КОНСУМЕНТЫ 2
ПОРЯДКА**

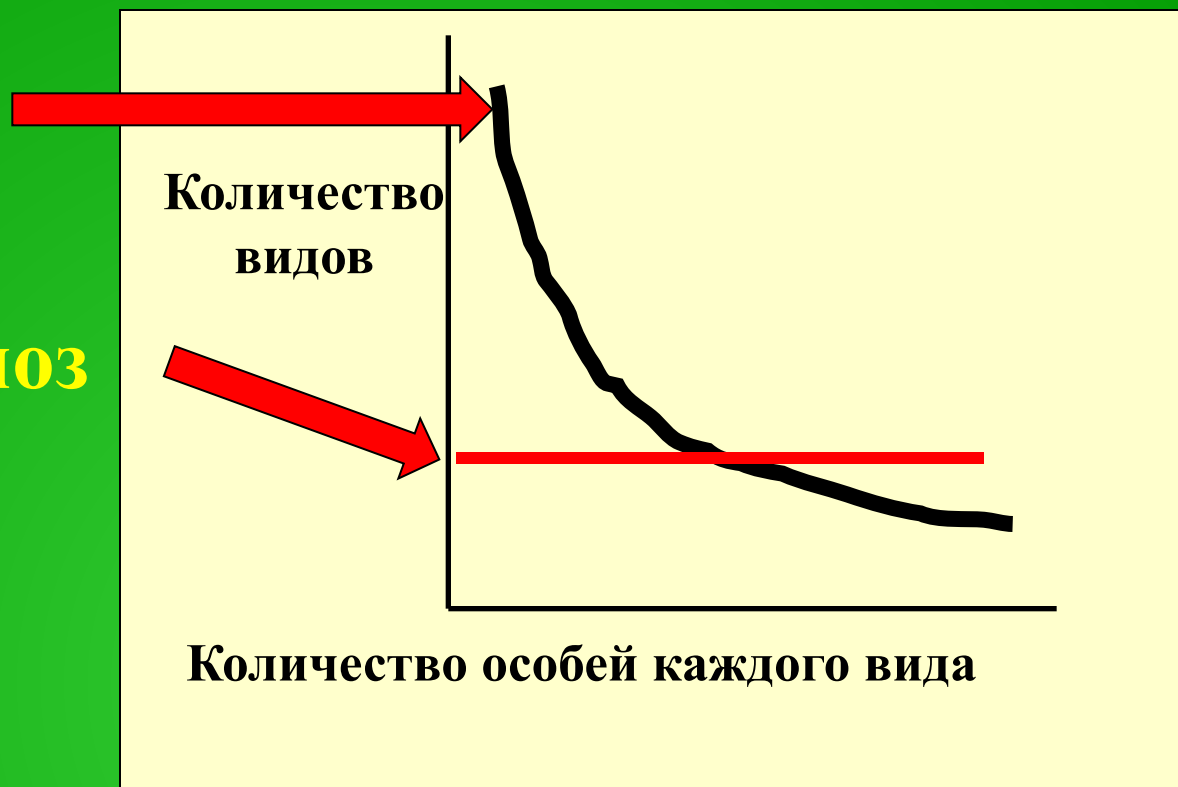
**КОНСУМЕНТЫ 1
ПОРЯДКА**

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.

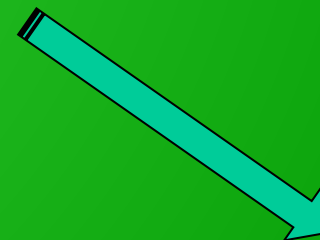
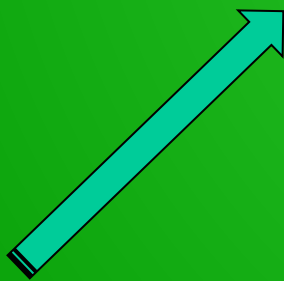
КАЧЕСТВО ПИЩИ

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

Излюбленная

Заменяющая

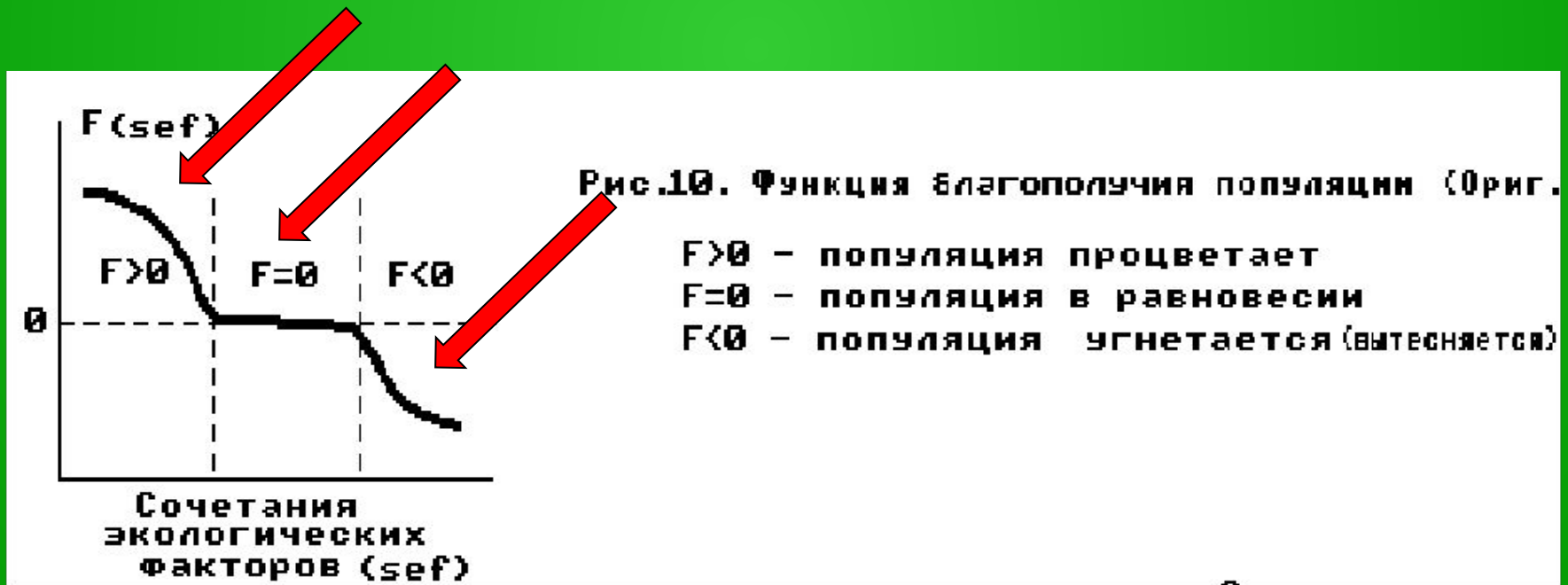
Случайная



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.**

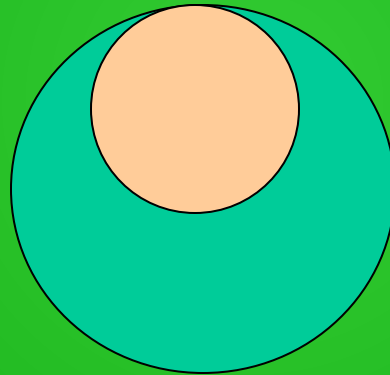
Поскольку каждый вид обладает своей экологической нишей, отдельные значения факторов которой совпадают с нишами других видов, между видами начинается борьба за выживание.

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:

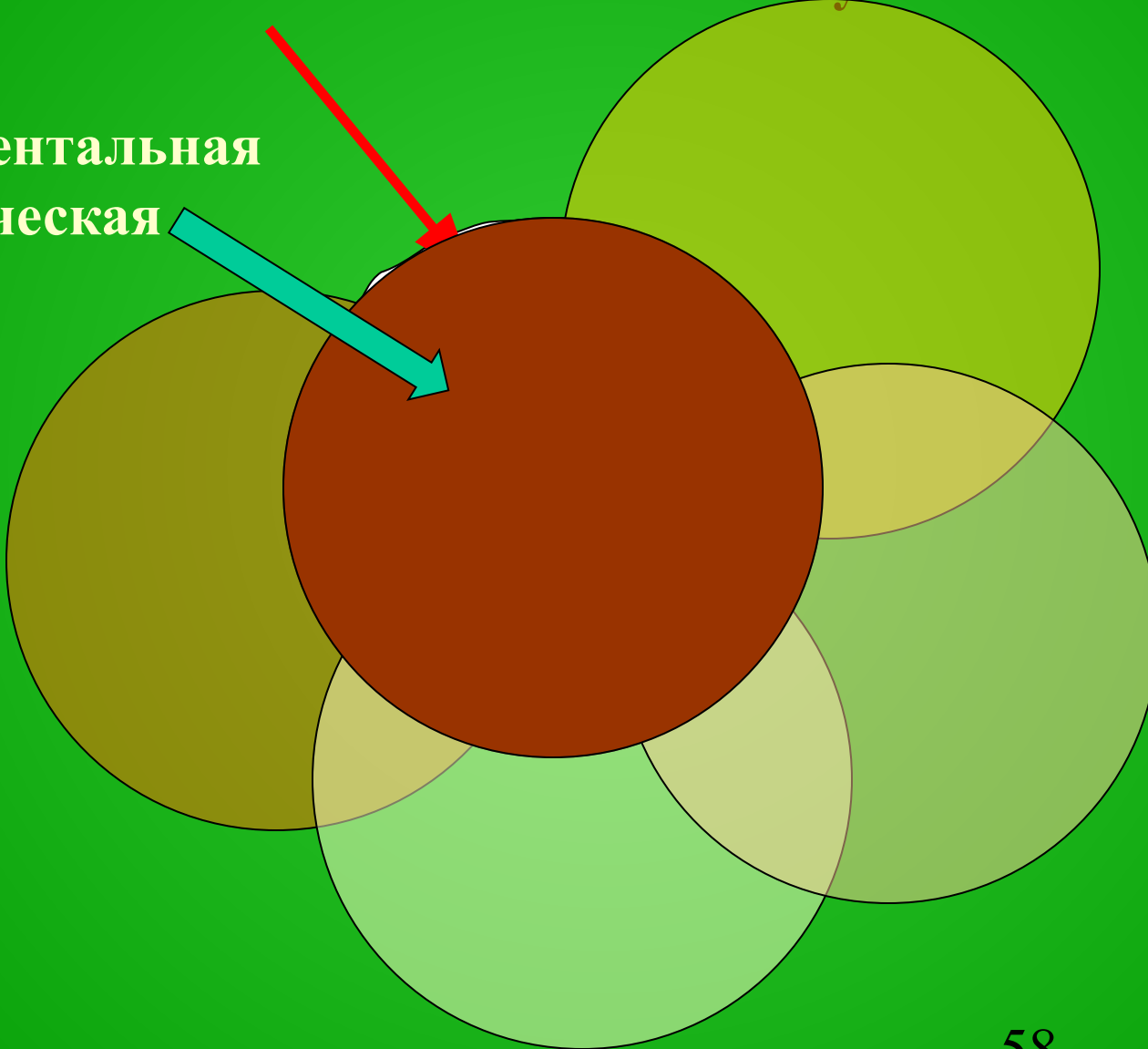
фундаментальная, которая отражает
потенциальные свойства популяции,
запрограммированные ее генотипом,



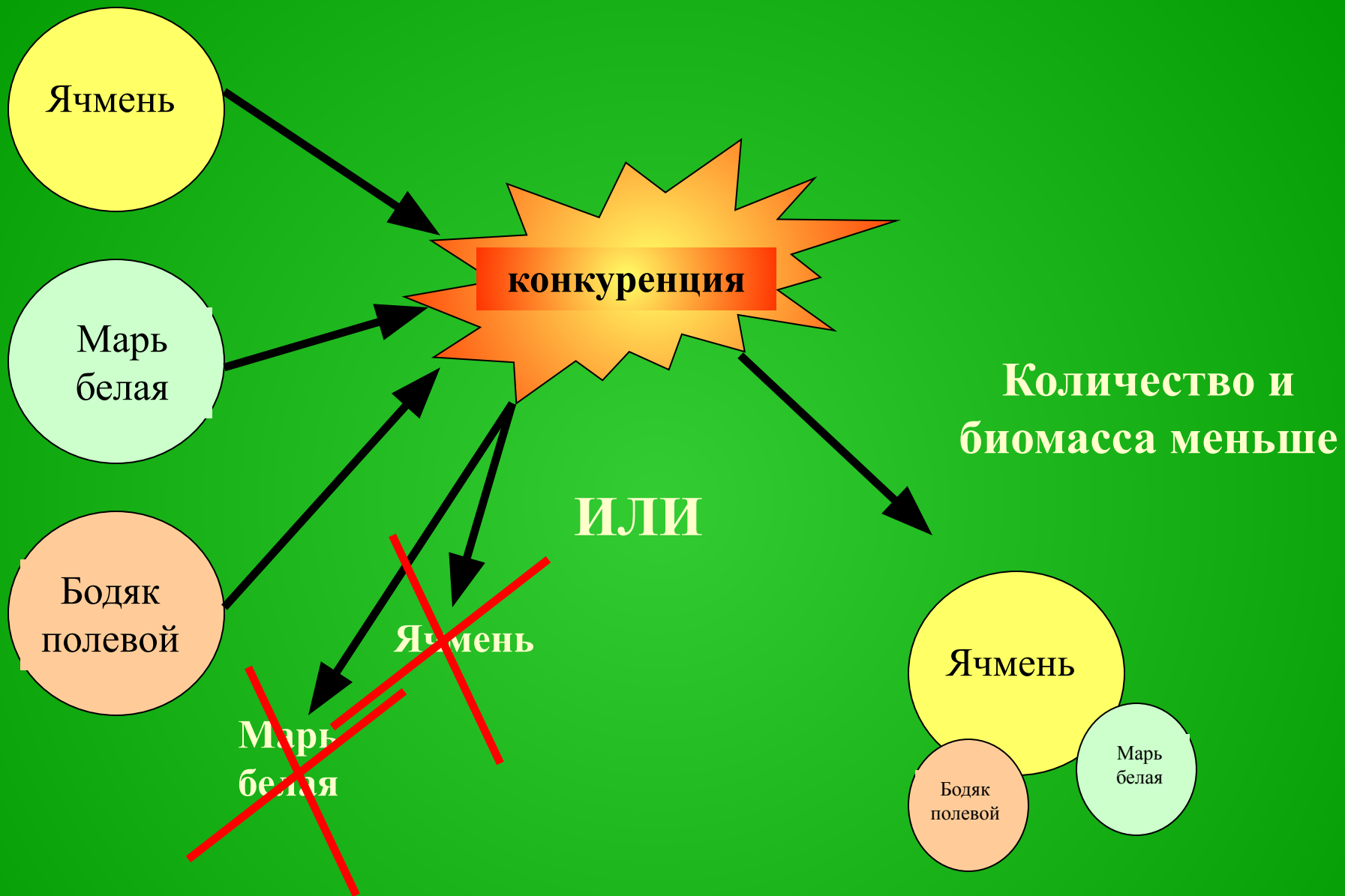
и реализованная, которая определяется
фенотипом популяции

С увеличением количества видов
реализованная экологическая ниша уменьшается

Фундаментальная
экологическая
ниша







Спасибо за внимание!