

**Экология** - это наука о закономерностях формирования, развития и устойчивого функционирования биологических систем разного ранга в их взаимоотношениях с условиями среды.

Объектами исследования являются:

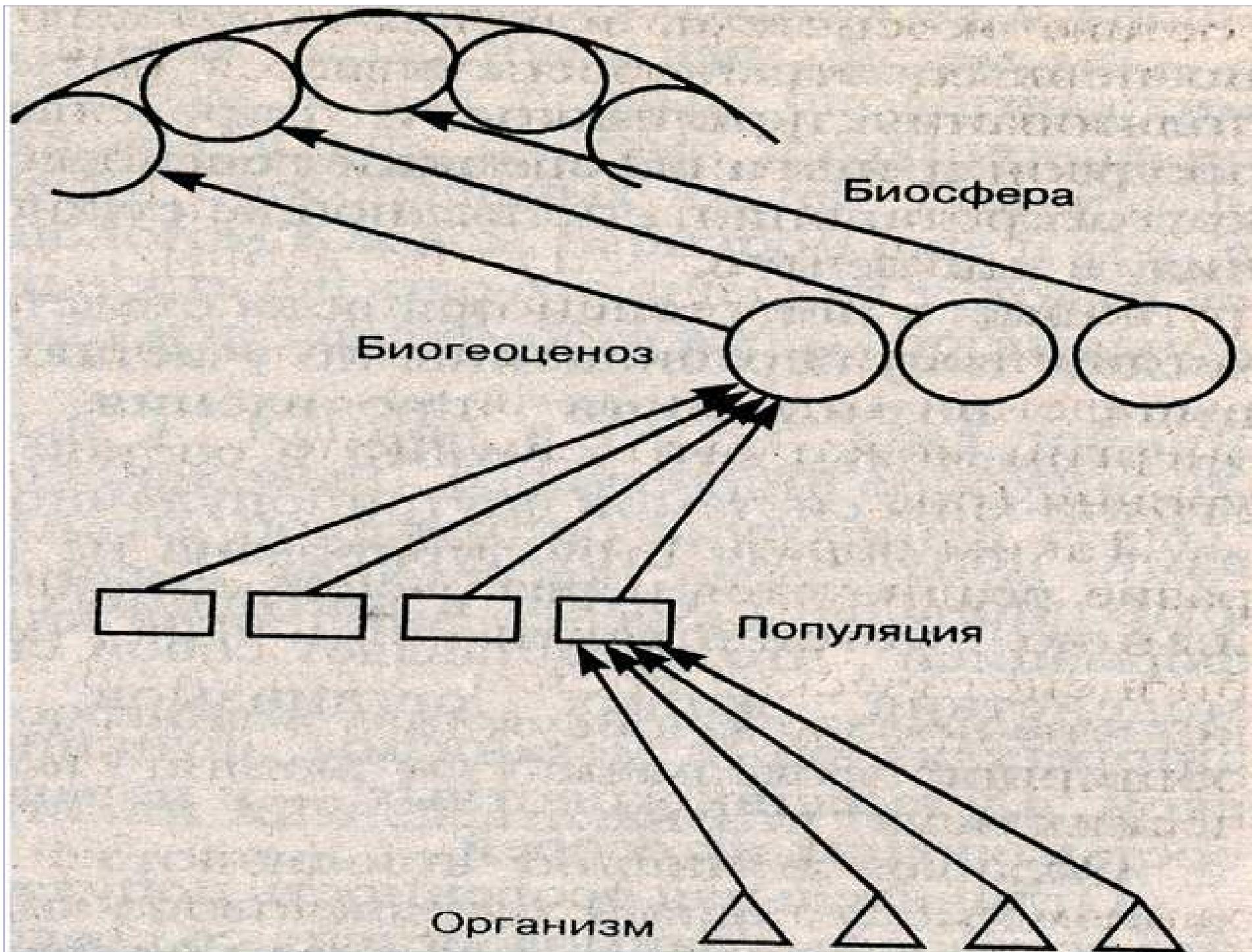
- организмы, надорганизменные и надвидовые сообщества (популяции биоценозы),
- а так же факторы среды обитания (аутэкология, популяционная экология, биоценология, ландшафтная экология, функциональная экология и др).

**Экологические факторы** -

- абиотические,
- биотические и
- антропогенные

Элементы среды, способные оказать прямое или косвенное влияние на живые организмы, хотя бы на одной фазе онтогенеза.

Точкой воздействия факторов являются организмы, надорганизменные и надвидовые сообщества.



## *Организм и факторы среды*

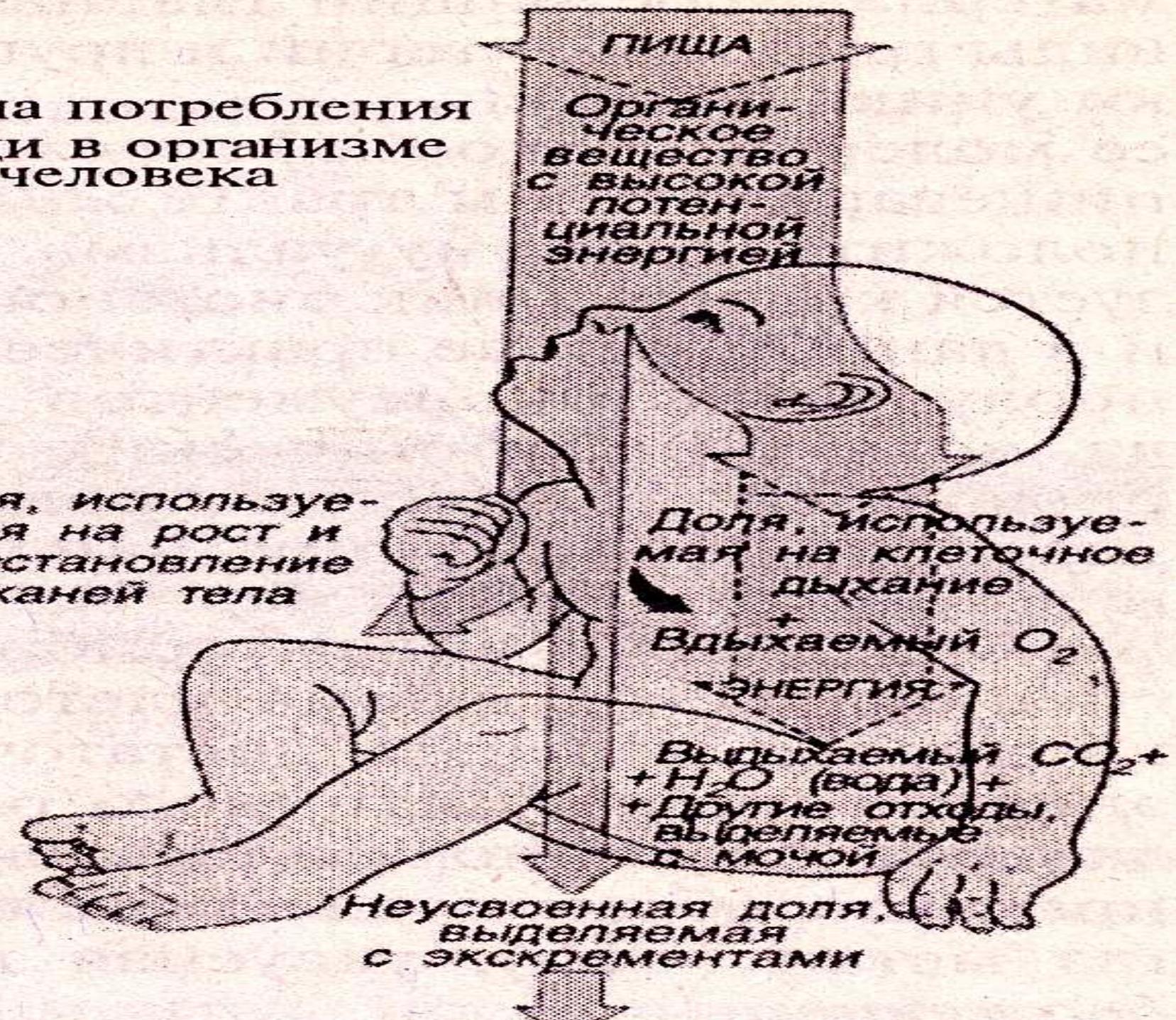
**Организмы – реальные носители жизни, дискретные единицы обмена веществ.**

**В процессе обмена организм потребляет из окружающей среды необходимые вещества и выделяет в нее продукты обмена, которые могут быть использованы другими организмами; умирая, организмы становятся источниками питания определенных видов живых существ.**

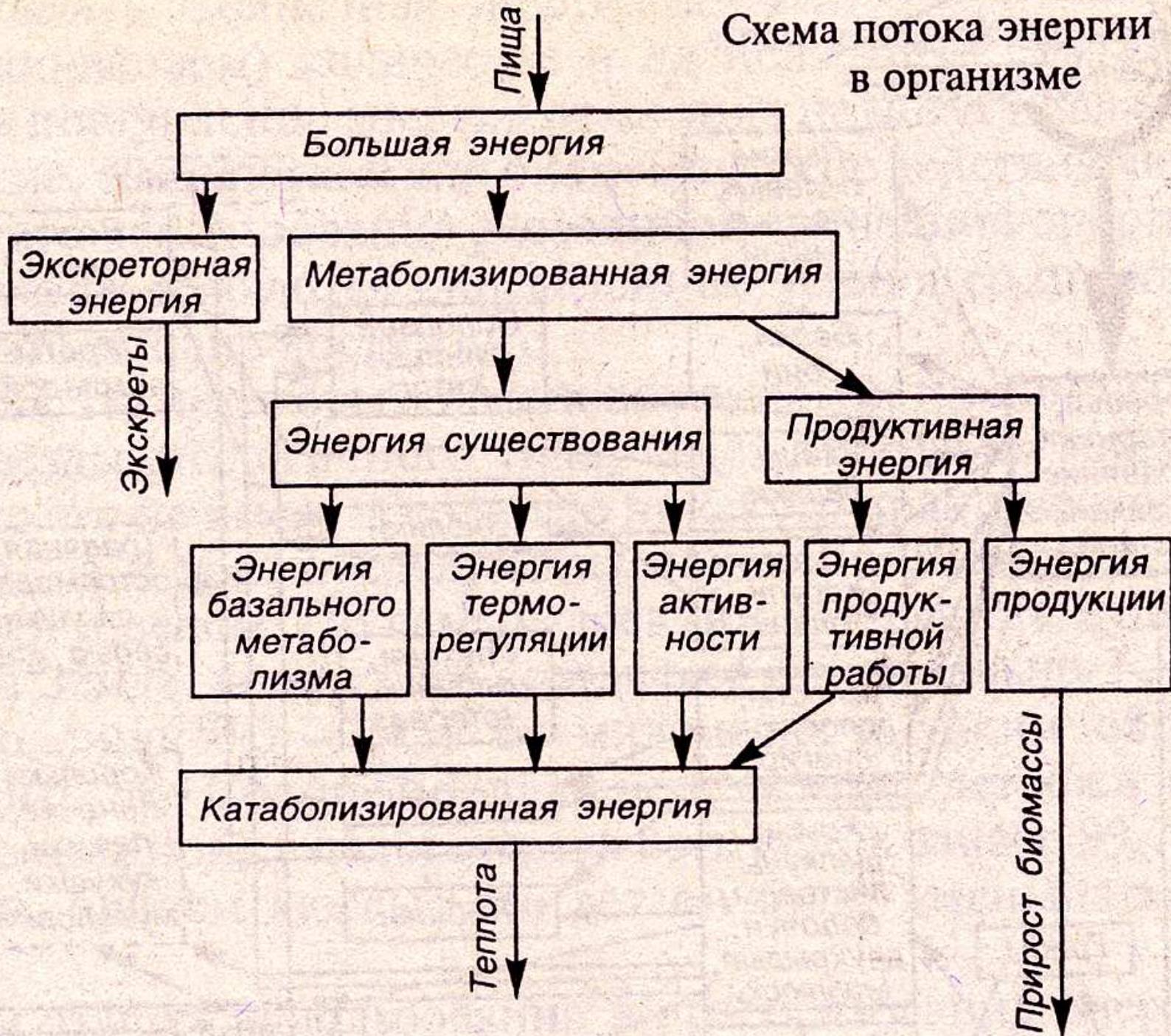
**Деятельность отдельных организмов лежит в основе проявления жизни на всех уровнях ее организации.**

# Схема потребления пищи в организме человека

Доля, используе-  
мая на рост и  
восстановление  
тканей тела



# Схема потока энергии в организме



***Адаптации – критерии реакции организма на воздействия.  
Поддержание устойчивого обмена веществ в колеблющихся  
условиях внешней среды невозможно без специальных  
адаптаций.***

**В экологии морфо-физиологические показатели служат критериями реакции организма на внешние условия, а физиологические процессы рассматриваются прежде всего как механизм, обеспечивающий бесперебойное осуществление фундаментальных физиологических функций в сложной динамической среде.**

***Адаптации к средовым факторам могут основываться:***

**а. на структурных особенностях организма –**

***морфологические адаптации,***

**б. на специфических формах функционального ответа -**

***физиологические адаптации.***

**в. на основе ВНД формирование приспособительных форм поведения – *этологические адаптации.***

***Общие принципы адаптаций на уровне организма.***

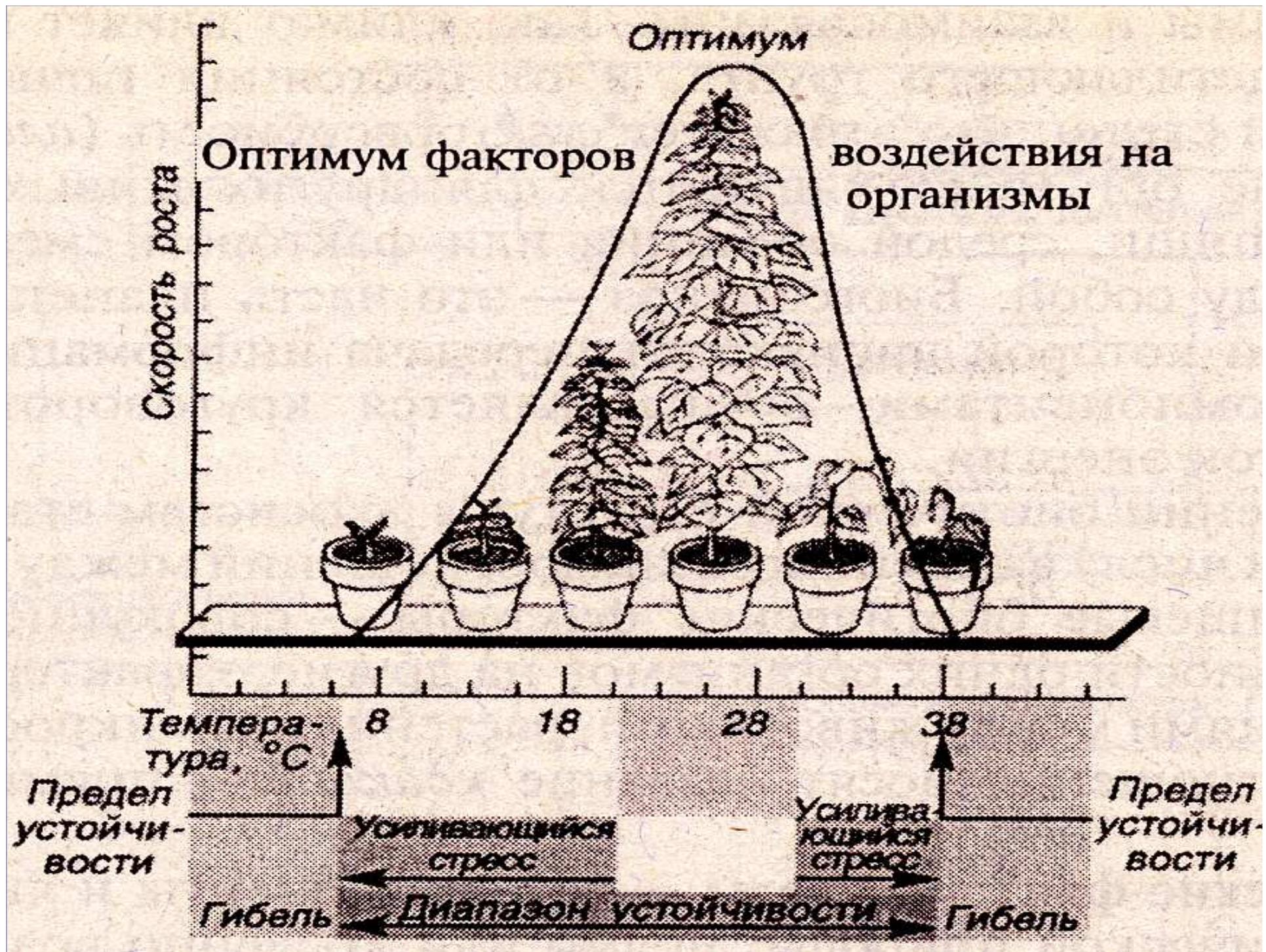
**1. Адаптации по типу *ТОЛЕРАНТНОСТИ* (пассивный путь адаптаций),**

**На клеточно-тканевом уровне возникает определенная степень устойчивости к внешнему фактору, способность сохранять функции при изменении силы его воздействия.**

**2. Активные приспособления – адаптации по**

***РЕЗИСТЕНТНОМУ* типу – поддерживают гомеостаз внутренней среды организма.**

**В этом случае организм с помощью специфических адаптивных механизмов компенсирует изменения, вызванные воздействием факторов таким образом, что его внутренняя среда остается относительно постоянной.**



Наибольшее обилие особей вида в  
ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Численность



Стресс

Оптимальные условия

Стресс

Условия среды

Предел устойчивости

Предел устойчивости

*Общие принципы адаптивных реакций на уровне организма.*

**1. Правило оптимума.**

***Зона оптимума*** – диапазон колебаний фактора, соответствующий потребностям организма.

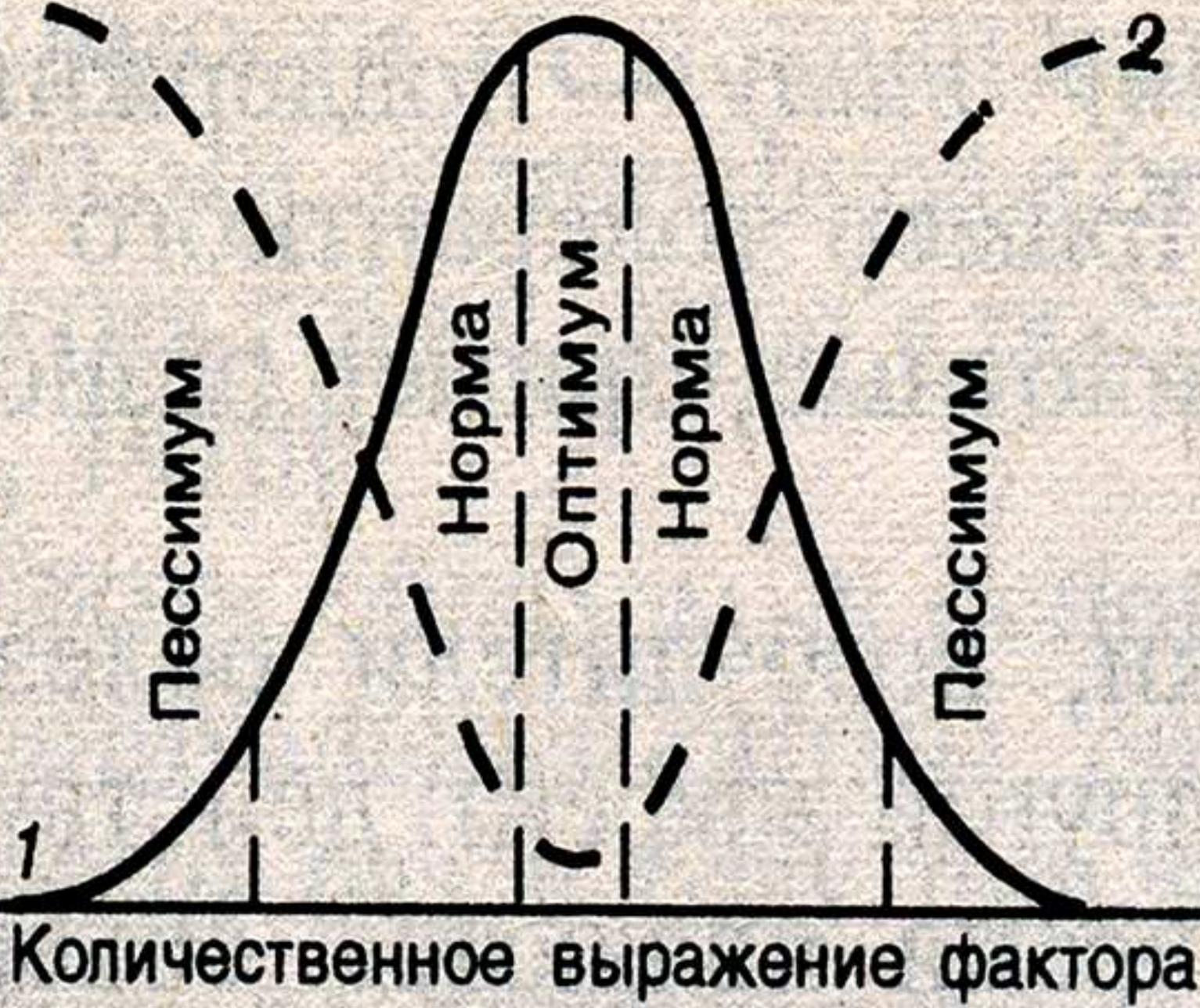
В зоне оптимума энергия расходуется только на фундаментальные жизненные процессы.

***Зона нормы*** количественное выражение фактора, отклоняющееся от оптимума, но не нарушающее жизнедеятельности организма.

***Зона пессимума*** (крайний недостаток или избыток фактора). За пределами этих зон количественное выражение фактора таково, что полное напряжение всех приспособительных систем оказывается неэффективным.

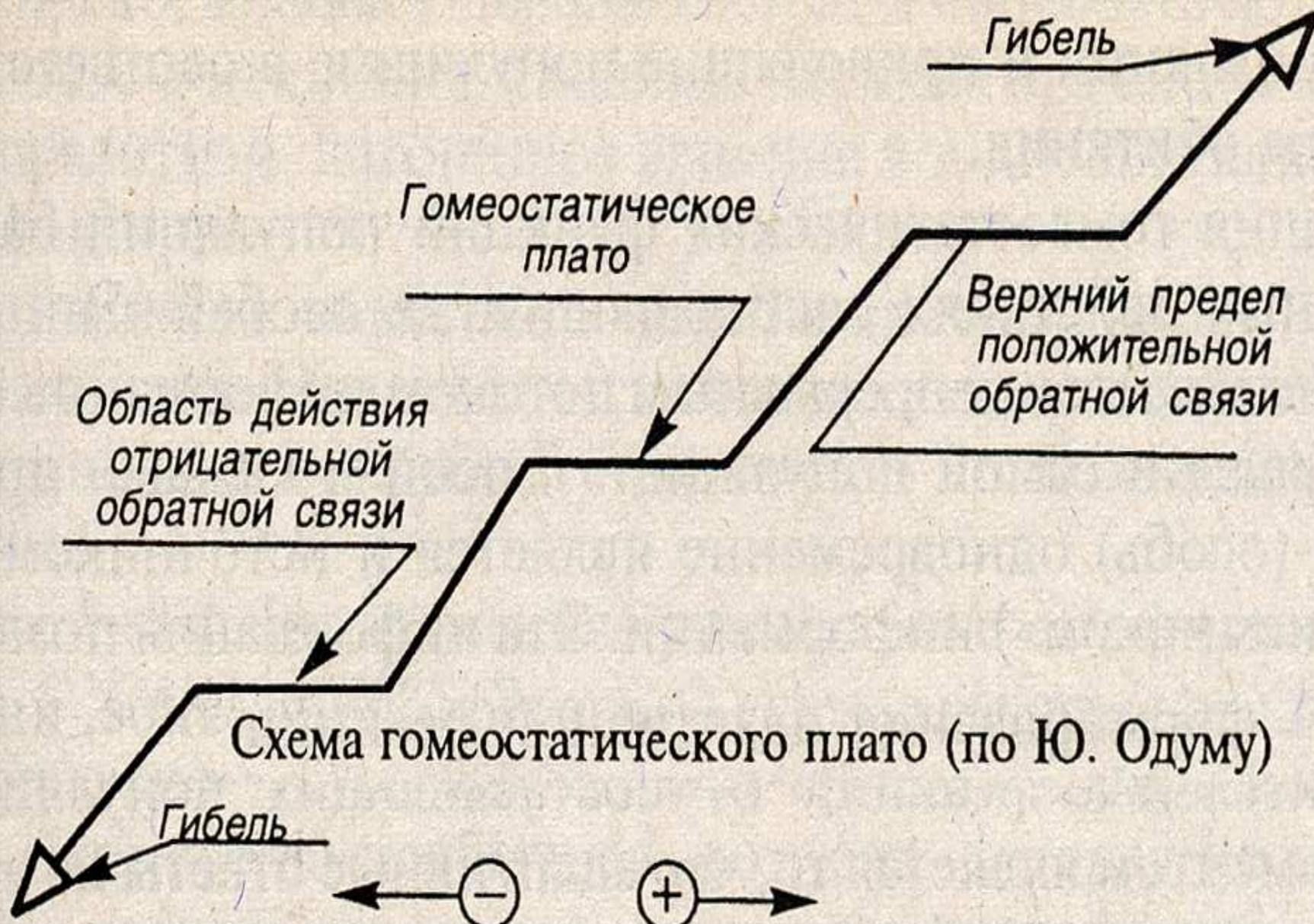
Степень благоприятствия

энергозатраты



**Диапазон адаптируемых изменений количественного выражения фактора определяется как *экологическая валентность* вида по данному фактору.**

**Способность особей вида использовать фактор среды для своей жизнедеятельности или переносить его неблагоприятное воздействие определяется как *экологическая потенция*.**



Область действия отрицательной обратной связи

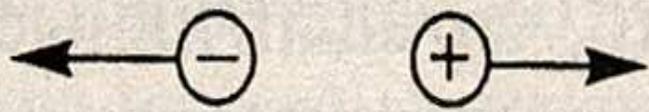
Гомеостатическое плато

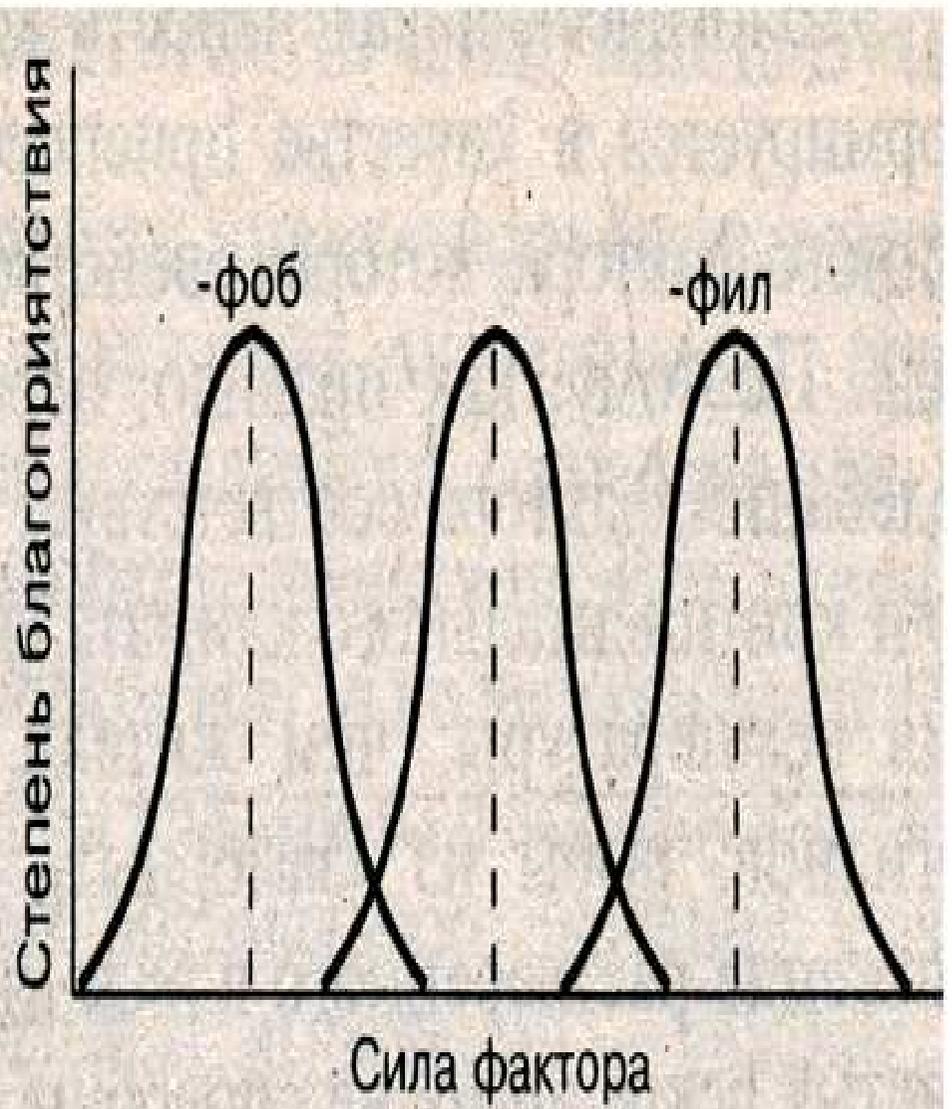
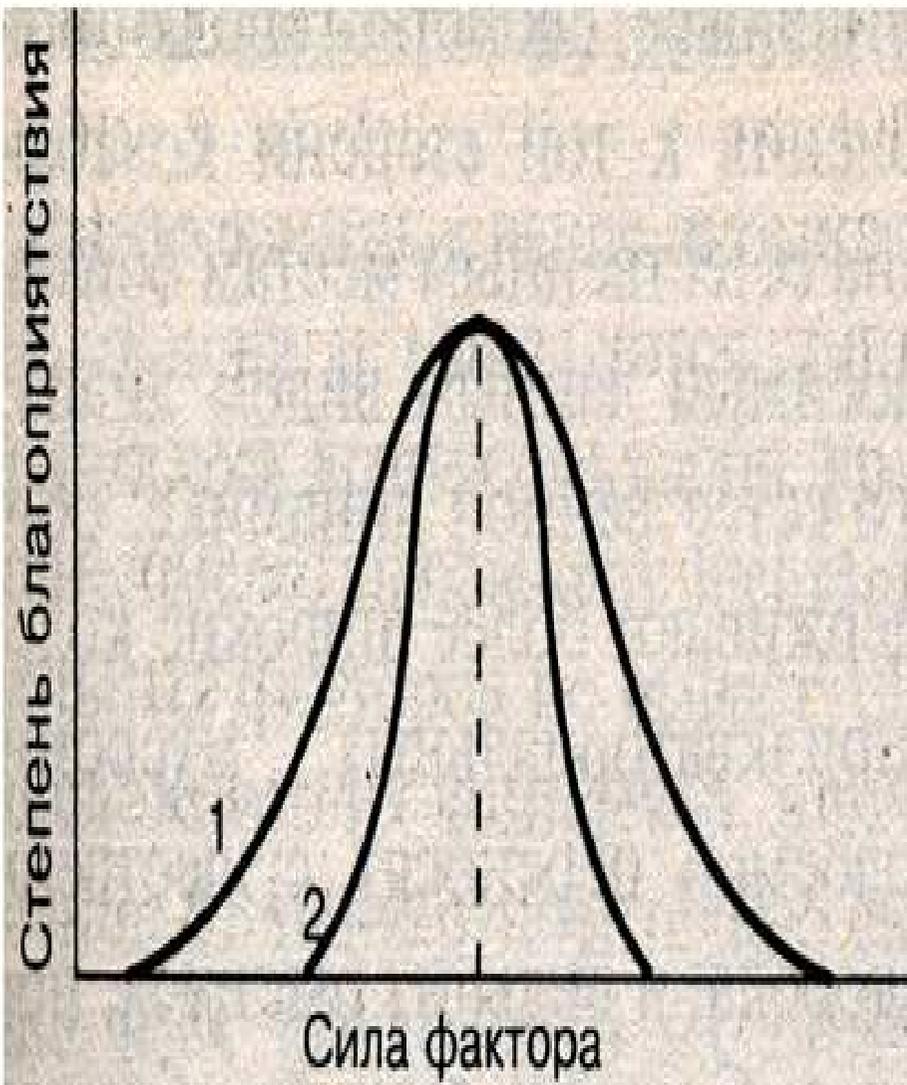
Верхний предел положительной обратной связи

Гибель

Гибель

Схема гомеостатического плато (по Ю. Одуму)





***Конstellация - комплексное воздействие факторов.***

***Экологический оптимум – наиболее благоприятное сочетание всех или хотя бы ведущих экологических факторов, каждый из которых чаще всего несколько отклоняется от физиологического оптимума.***

***Экологический пессимум ареала - территория с наименее удачным сочетанием факторов, хотя некоторые могут быть выражены во вполне благоприятных дозах.***

***Модифицирующие факторы не участвуя прямо в тех в тех или иных физиологических процессах, существенно меняют воздействие других факторов.***

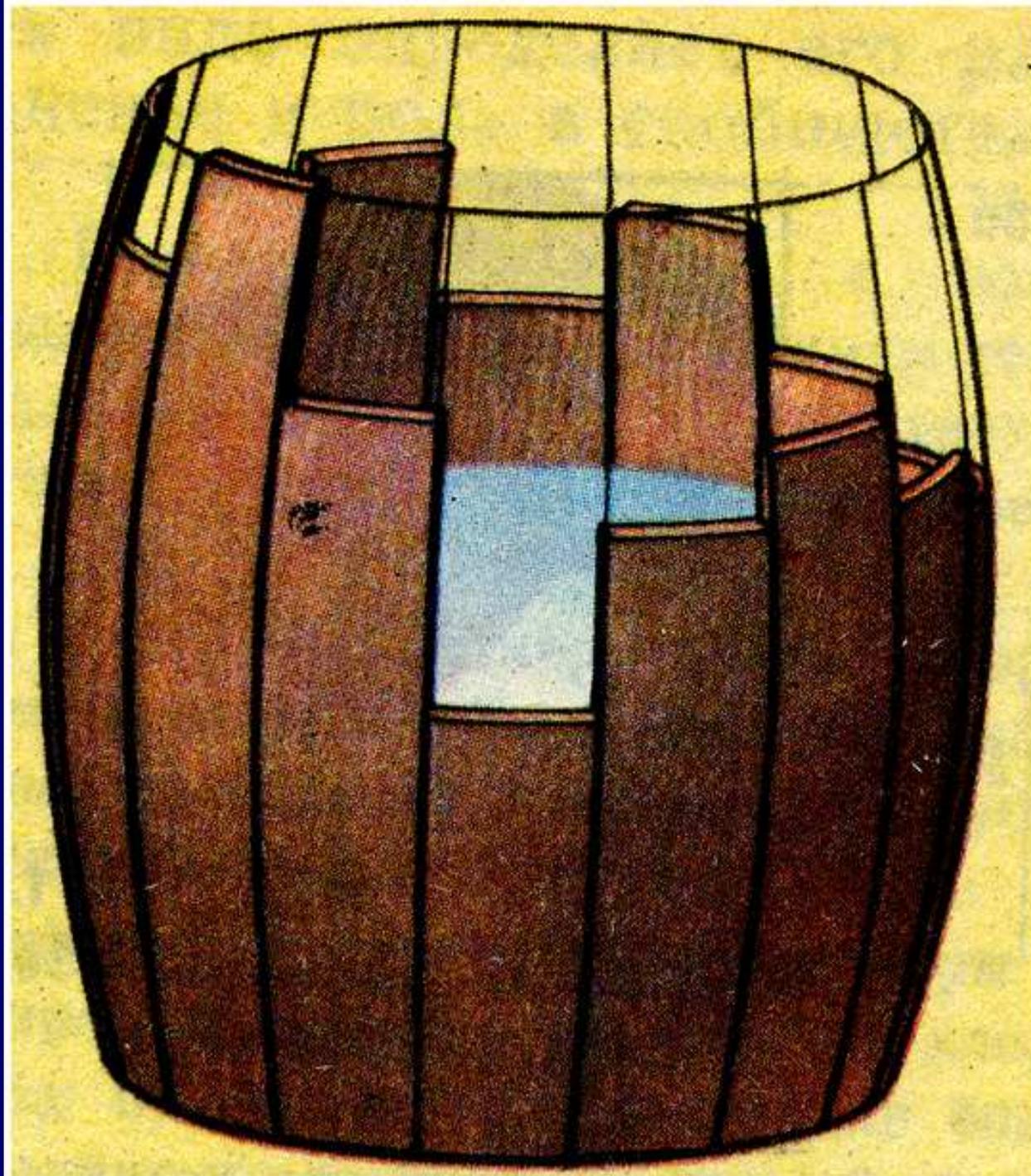
***Они называют косвенное или опосредованное воздействие.***

## 2. Правило минимума.

*Возможность существования данного вида в определенном районе и степень его процветания зависят от факторов, представленных в наименьшем количестве (Ю. Либих).*

Ограничивающие экологические факторы определяют географическое распространение, морфологию, экологию и физиологию животных и растений.

На их основе возможны *конвергенция* и *параллелизм* групп



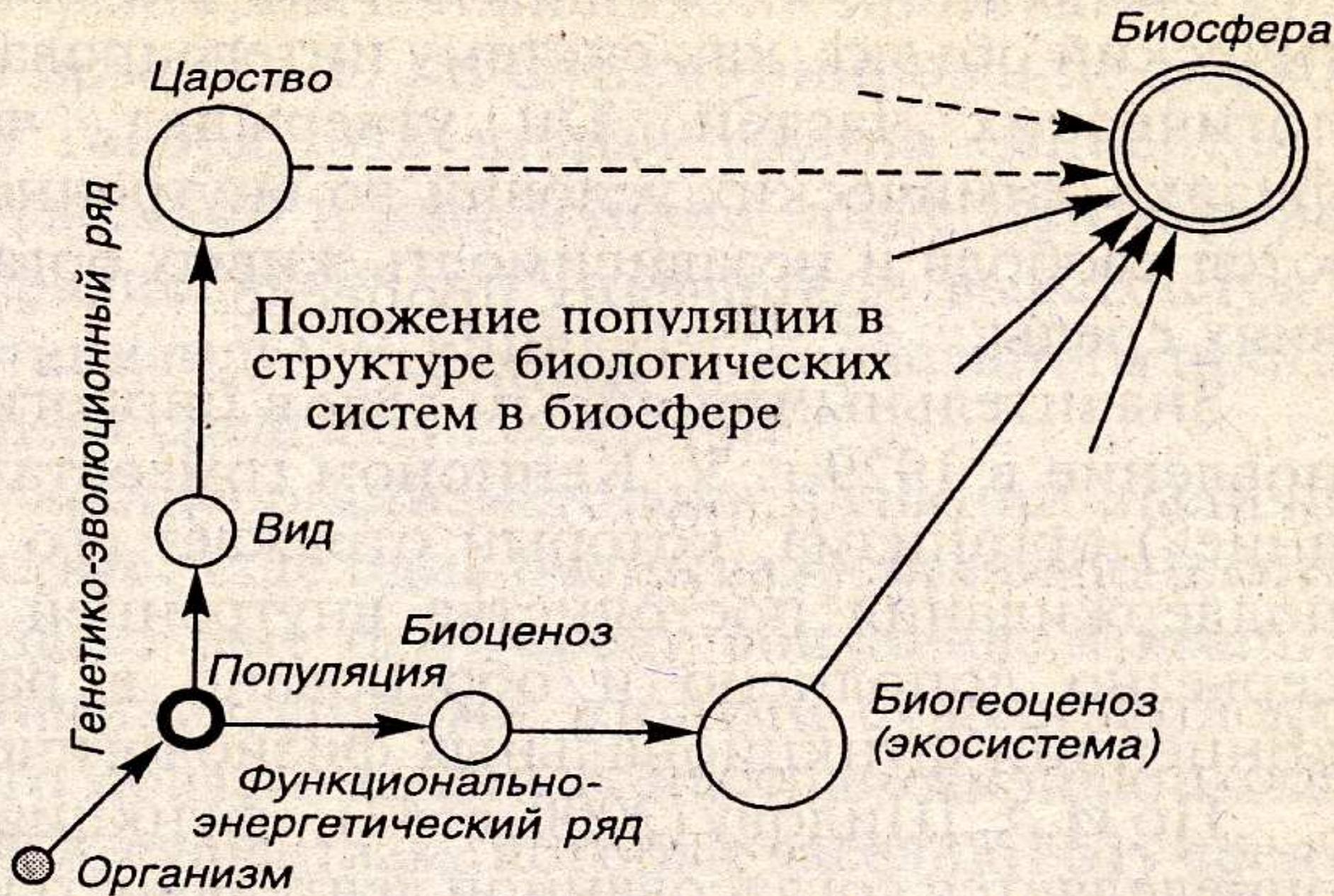
### **3. Правило двух уровней адаптации.**

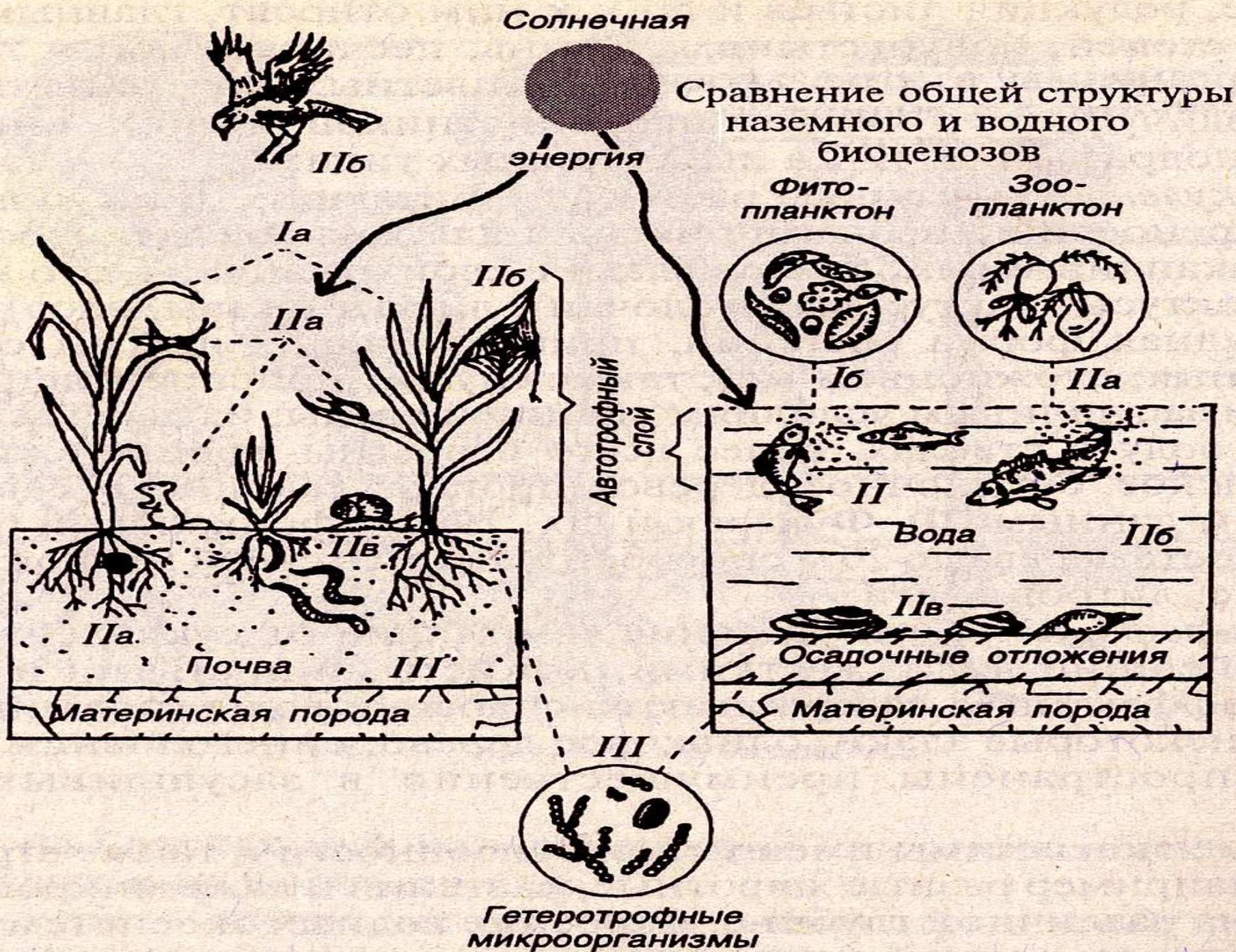
**а. Относительно устойчивые механизмы, обеспечивающие адаптивный характер общего уровня стабилизации отдельных функциональных систем и организма в целом по отношению к наиболее генерализованным и устойчивым факторам среды обитания.**

**б. Лабильные реакции, поддерживающие относительное постоянство общего уровня стабилизации путем включения адаптивных функциональных реакций при отклонении конкретных условий среды от средних характеристик.**

**Стабильные и лабильные системы действуют совместно, и их взаимодействие обеспечивает тонкую подгонку функций организма к конкретному состоянию средовых факторов**

# Надорганизменные и надвидовые сообщества и среда





*Надвидовой уровень организации биосистем*

**Биогеоценоз (экологическая система) -**

исторически сложившаяся группировка популяций разных видов, заселяющих общие места обитания возникающая на основе биогенного круговорота и обеспечивающая его в конкретных природных условиях.

**1.Общая адаптивная зона.**

**2.Пищевые связи.**

**Биогеоценоз включает:**

***Биотоп***

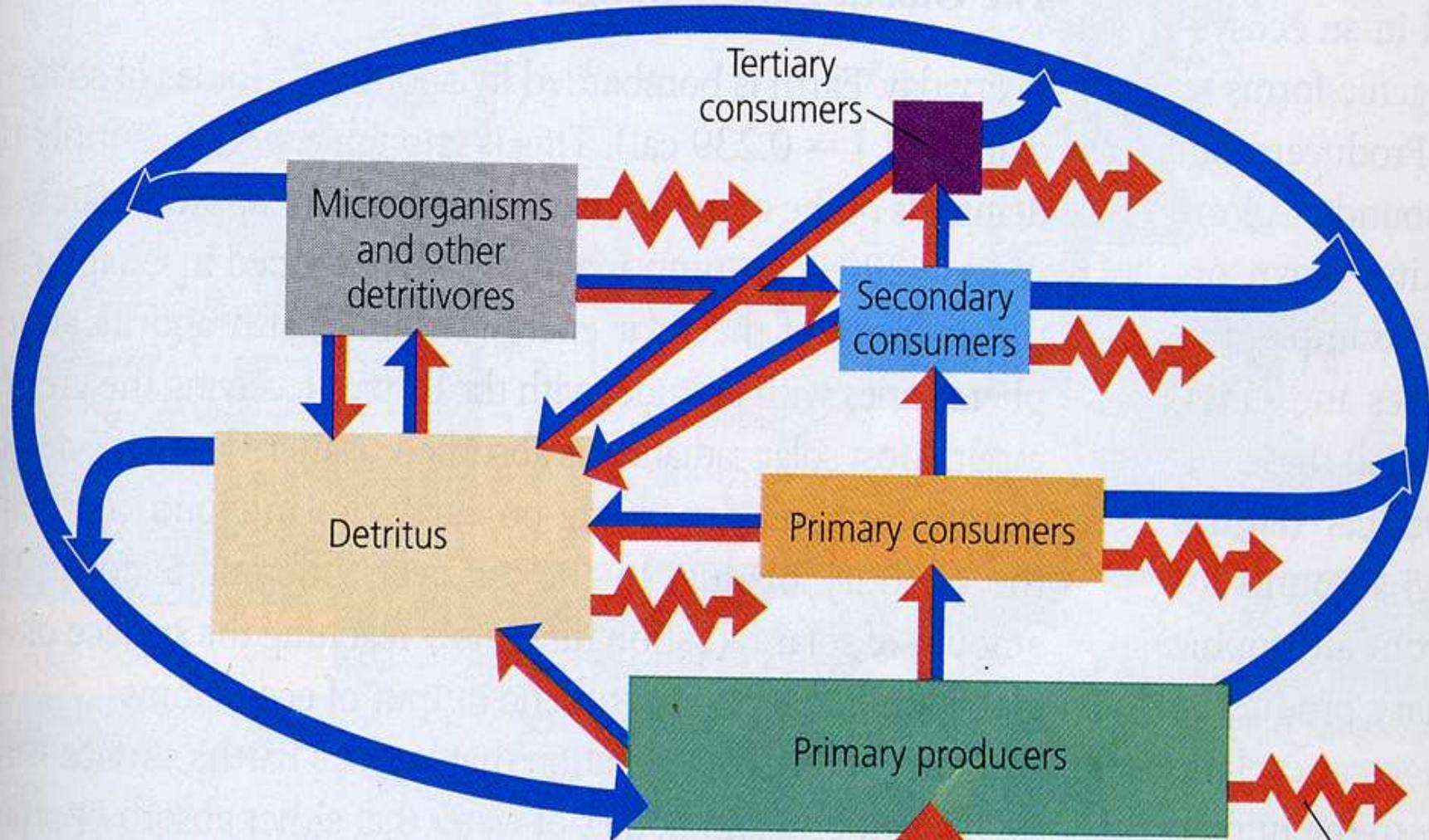
***Биоценоз - фитоценоз, зооценоз и микроценоз.***

**Типы взаимоотношений видов в биоценозах:**

- **пищевые,**
- **пространственные,**
- **средообразующие.**

**Стабильный характер отношений - результата обоюдных адаптаций (координаций).**

**В итоге их осуществляется глобальная функция биоценологических систем – поддержание биогенных круговоротов веществ.**



**Key**

- Blue arrow: Chemical cycling
- Red arrow: Energy flow



Heat

**Целостность биоценозов поддерживается эволюционно сложившейся системой связей:**

**а. информационные каналы обеспечивают устойчивое существование и репродукцию популяций,**

**б. взаимозависимые адаптации - координации**

**принуждают отдельные популяции к выполнению специфических функций в составе целостной системы.**

**Академик В.Н. Сукачев в 40 гг. XX века создал учение о *биогеоценозе* как единстве биоценоза и его биотопа.**

***Биогеоценоз - однородный участок земной поверхности с определенным составом живых и неживых компонентов, объединенных обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.***



## ***Функциональная структура биогеоценоза.***

**Равнозначные функционально виды образуют определенный *трофический уровень*, а взаимоотношения между видами разных уровней – систему *цепей питания*.**

### ***Трофические уровни.***

***1.Продуценты* - образуют *уровень первичной продукции*,**

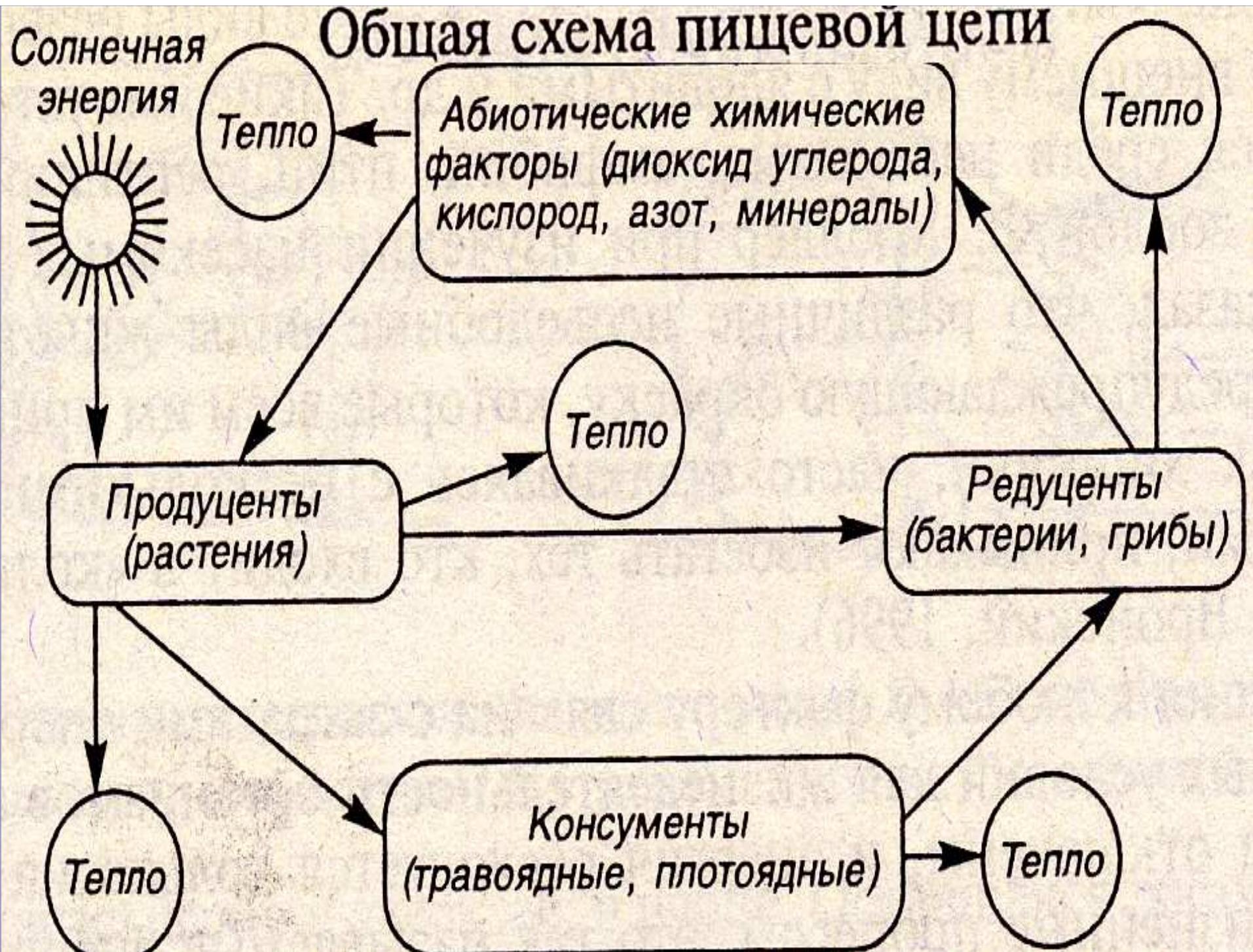
***2. Консументы* - потребители первичной продукции - образуют несколько (обычно не более 3-4) трофических уровней:**

***Консументы I* - фитофаги;**

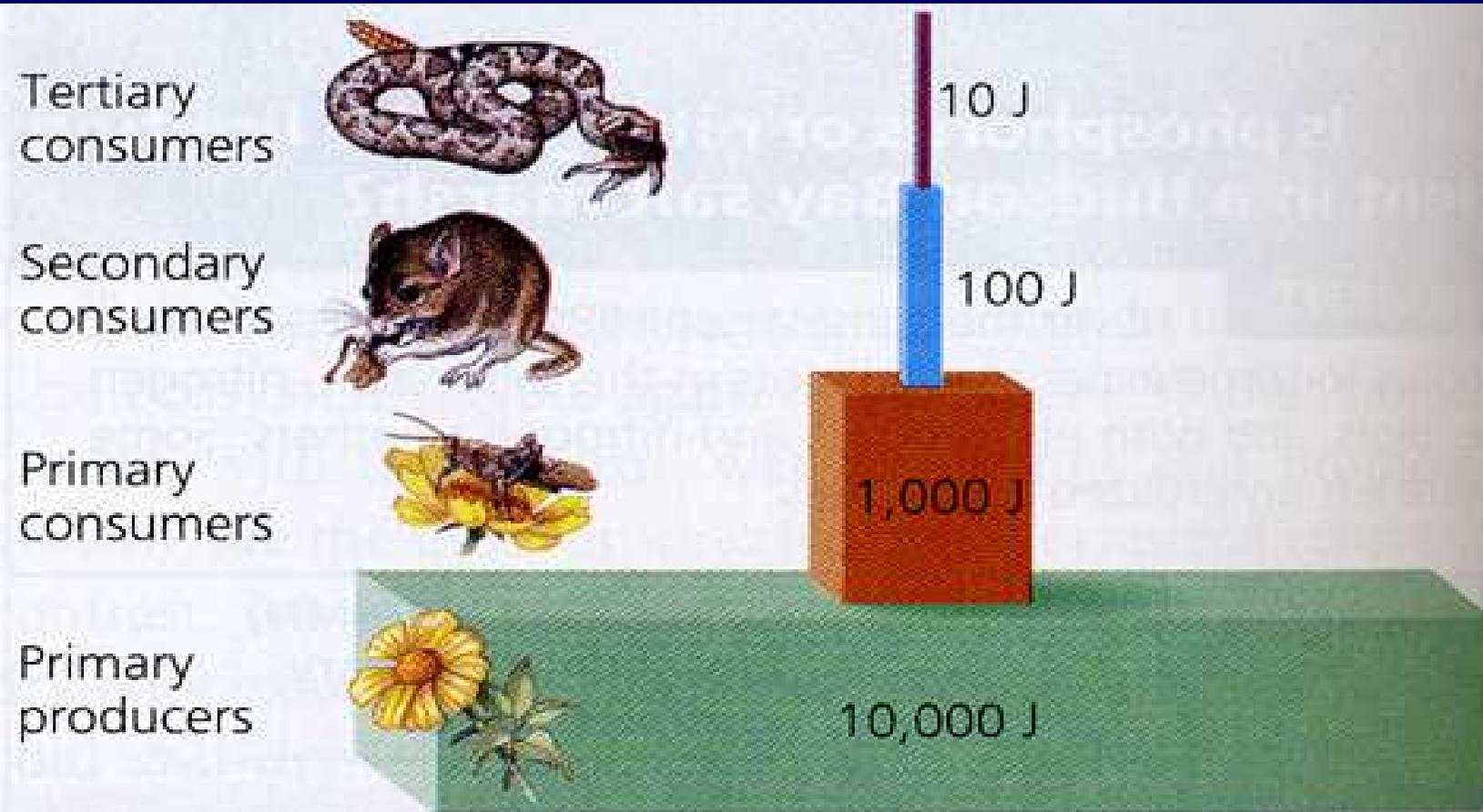
***Консументы II* – зоофаги;**

***Консументы III* - чаще всего паразиты сверхпаразиты, которые не убивают свою жертву, а длительно питаются на своем хозяине.**

***3. Редуценты* – используют детрит и минерализуют его.**



***Правило экологической пирамиды*** - суммарная биомасса, продукция и энергия, а часто и численность особей прогрессивно уменьшается по мере восхождения по трофическим уровням (Ч. Элтон)



1,000,000 J of sunlight

**An idealized pyramid of net production.**

This example is based on a trophic efficiency of 10% for each link in the food chain. Notice that primary producers convert only about 1% of the energy in the sunlight available to them into net primary production.

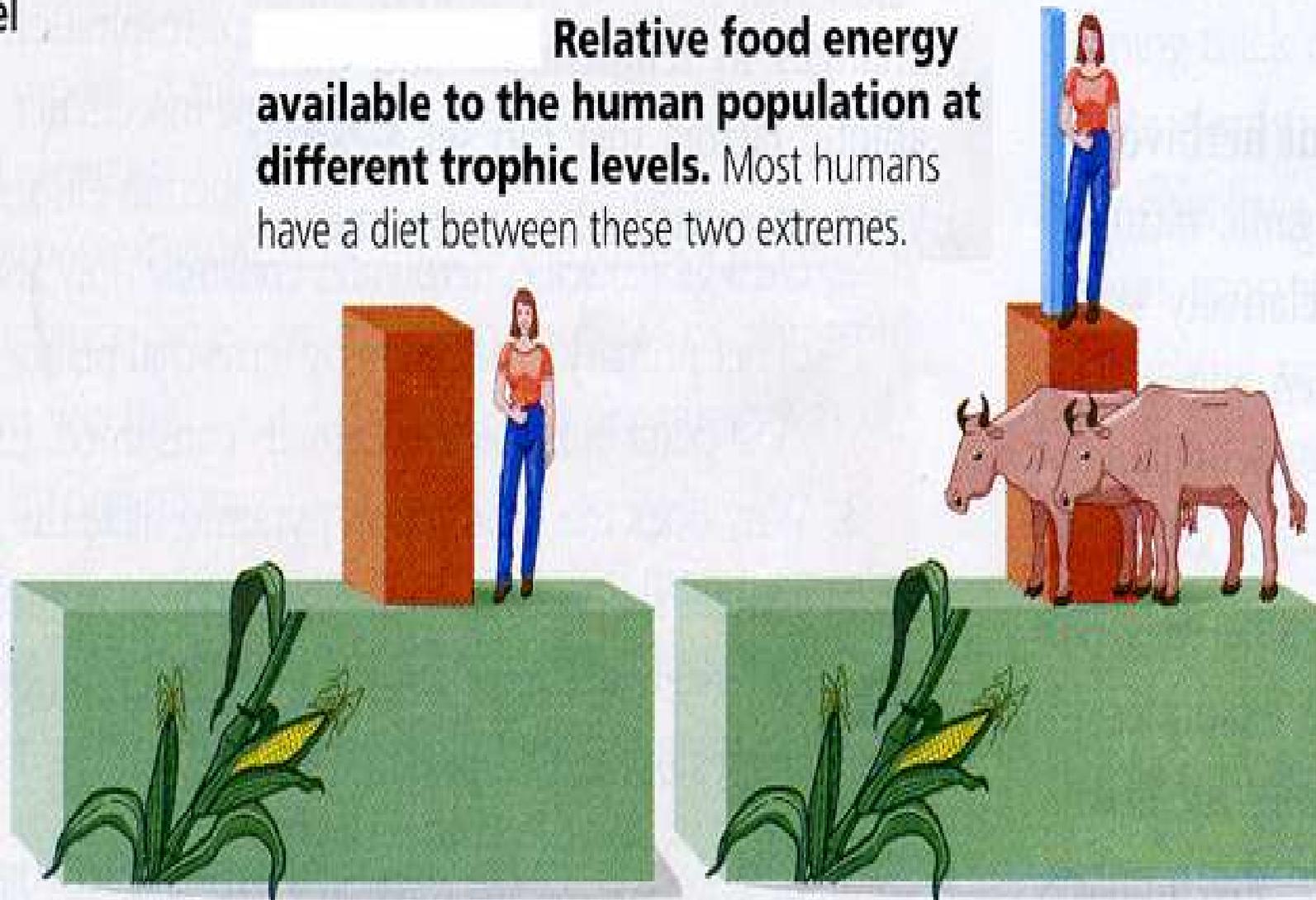
Trophic level

Secondary consumers

Primary consumers

Primary producers

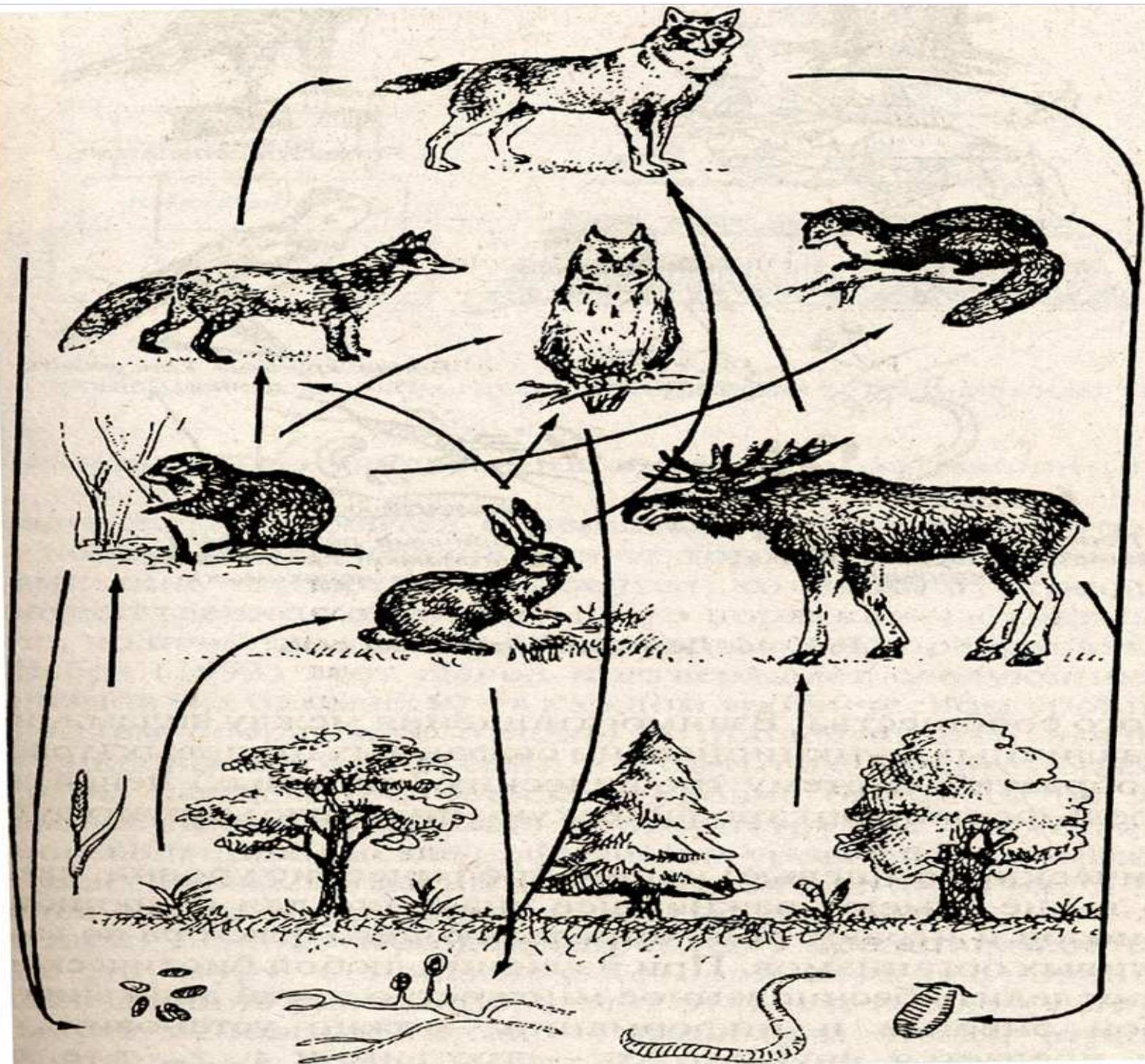
**Relative food energy available to the human population at different trophic levels.** Most humans have a diet between these two extremes.



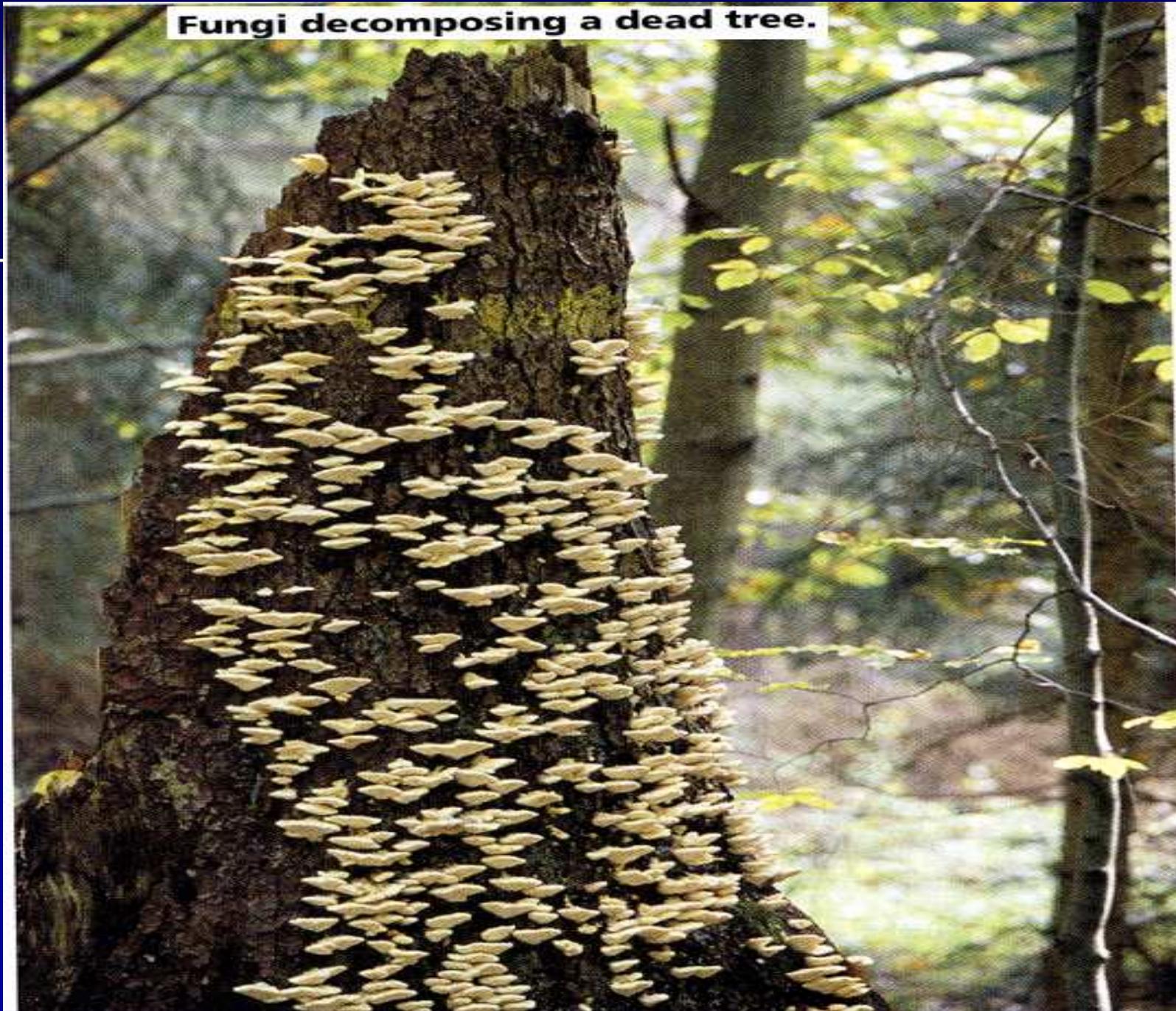
**Трофические уровни связаны между собой односторонне направленной передачей биомассы в цепи питания. Помимо прямых вертикальных связей возникают боковые, объединяющие потоки веществ и энергии двух или более пищевых цепей. Таким путем формируются *пищевые (трофические) сети,***

#### ***Виды цепей питания***

- 1. цепи выедания или пастбищные цепи.***
- 2. цепи разложения или детритные цепи. Они начинаются с разложения отмершей биомассы особыми группами консументов – сапрофагами.***
- 3. цепи паразитов***



**Fungi decomposing a dead tree.**



ДЕТРИТ



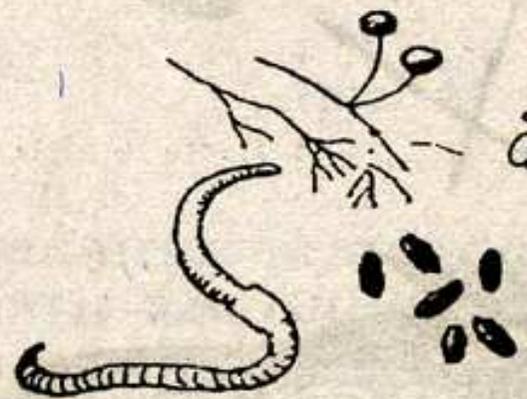
Ястреб-перепелятник



Улитки



Более крупные консументы (сойка)



Первичные детритофаги (земляные черви, грибы, бактерии)



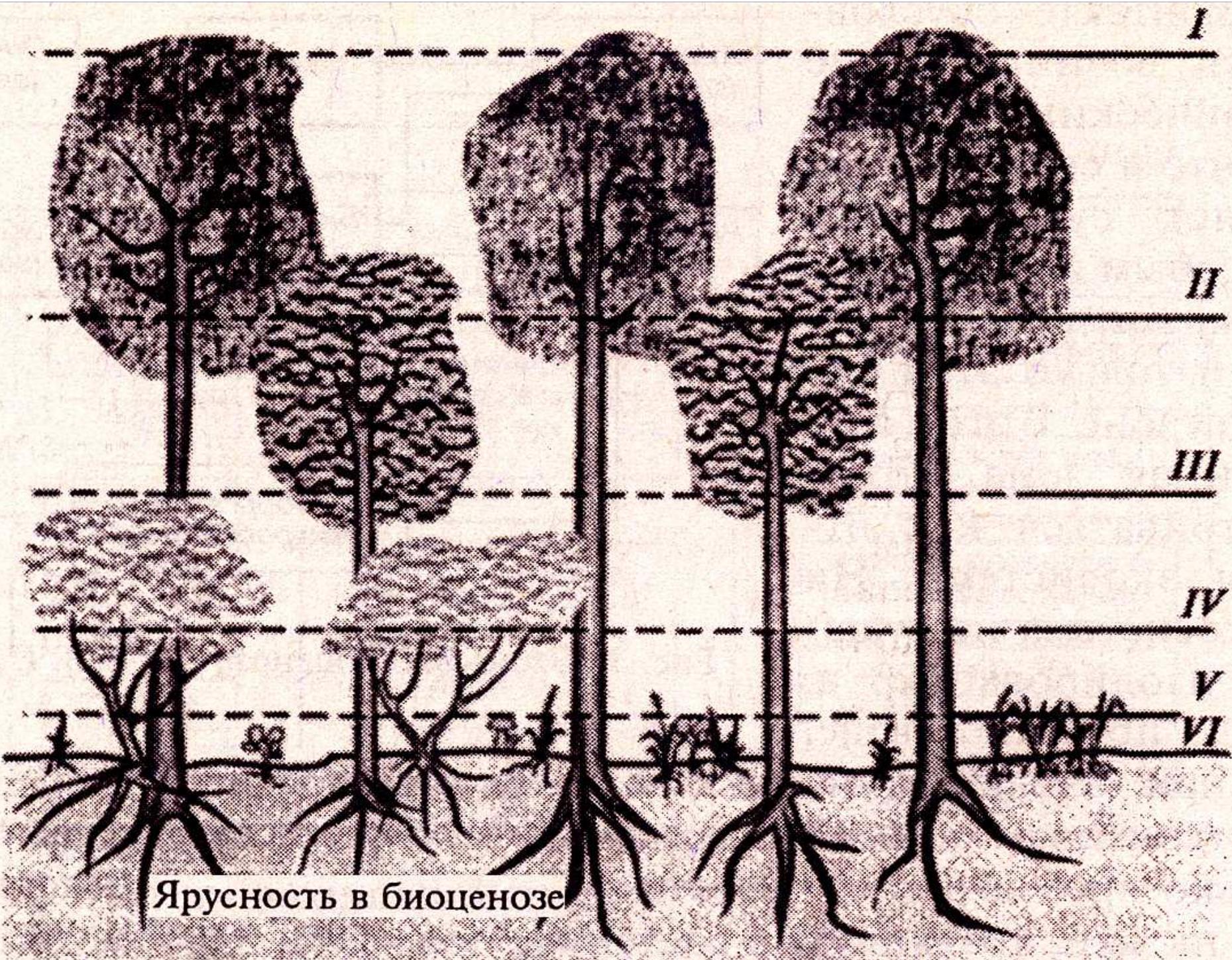
Вторичные детритофаги (многоножки, простейшие, личинки насекомых)



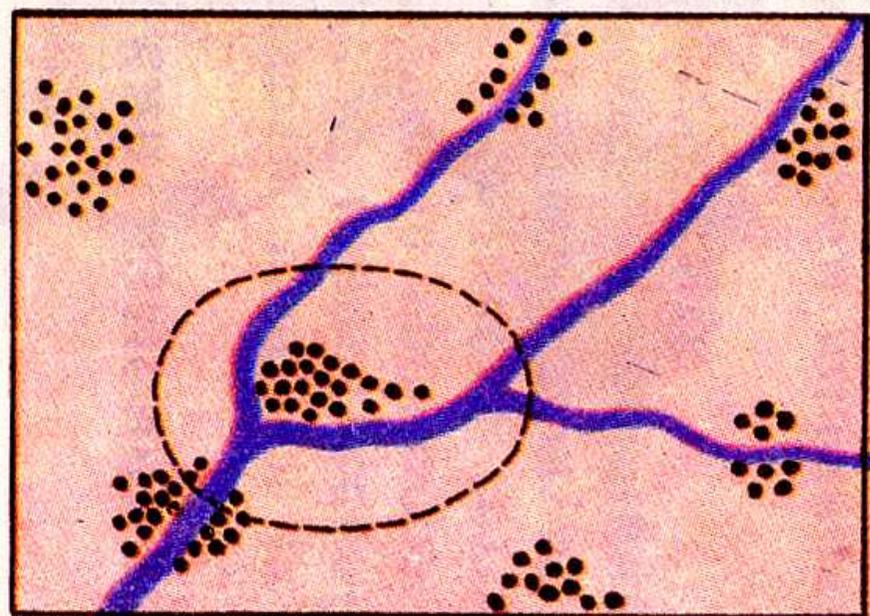
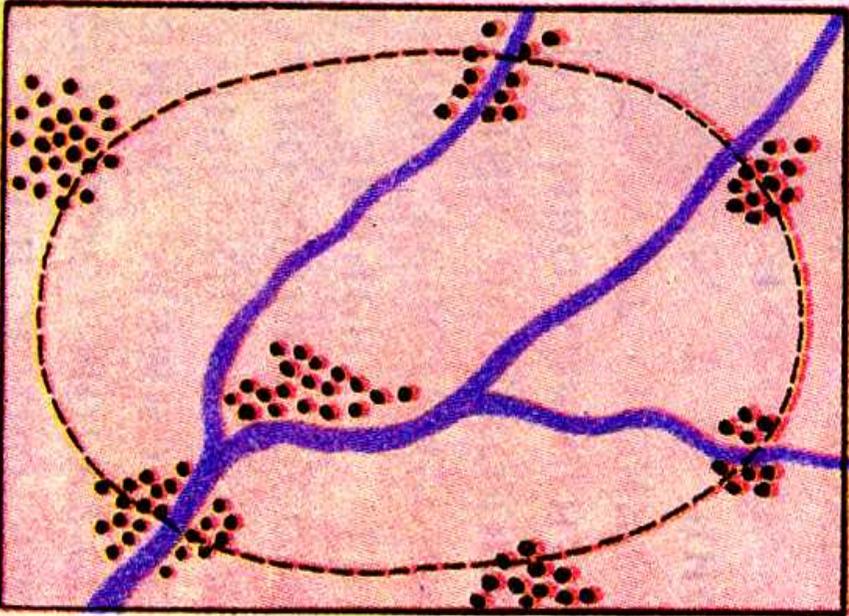
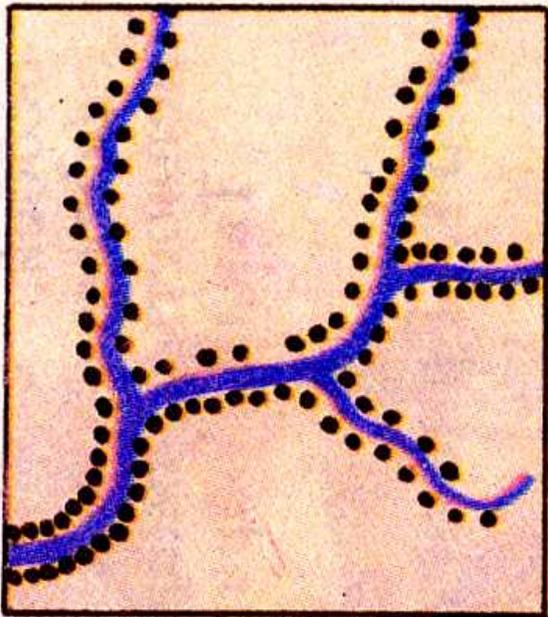
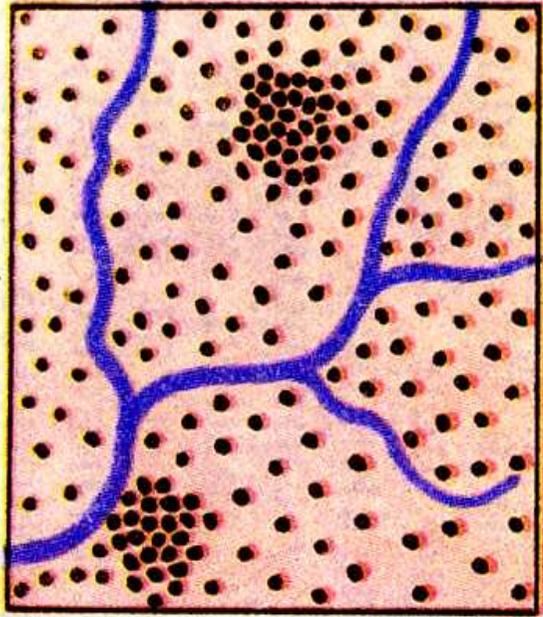
### ***Пространственная структура биоценозов.***

- 1. *Биотоп* или абиотическое окружение,**
- 2. *Биоценоз* –**

- Вертикальная структура большинства биогеоценозов связана с *ярусами* (этажами) фитоценоза.**
- Горизонтальная структура биоценозов выражена их *мозаичностью* и реализуется в виде неравномерного распределения популяций отдельных видов по площади.**



Ярусность в биоценозе



Островное и в форме сгущений распределение особей внутри ареала и радиусы индивидуальной активности

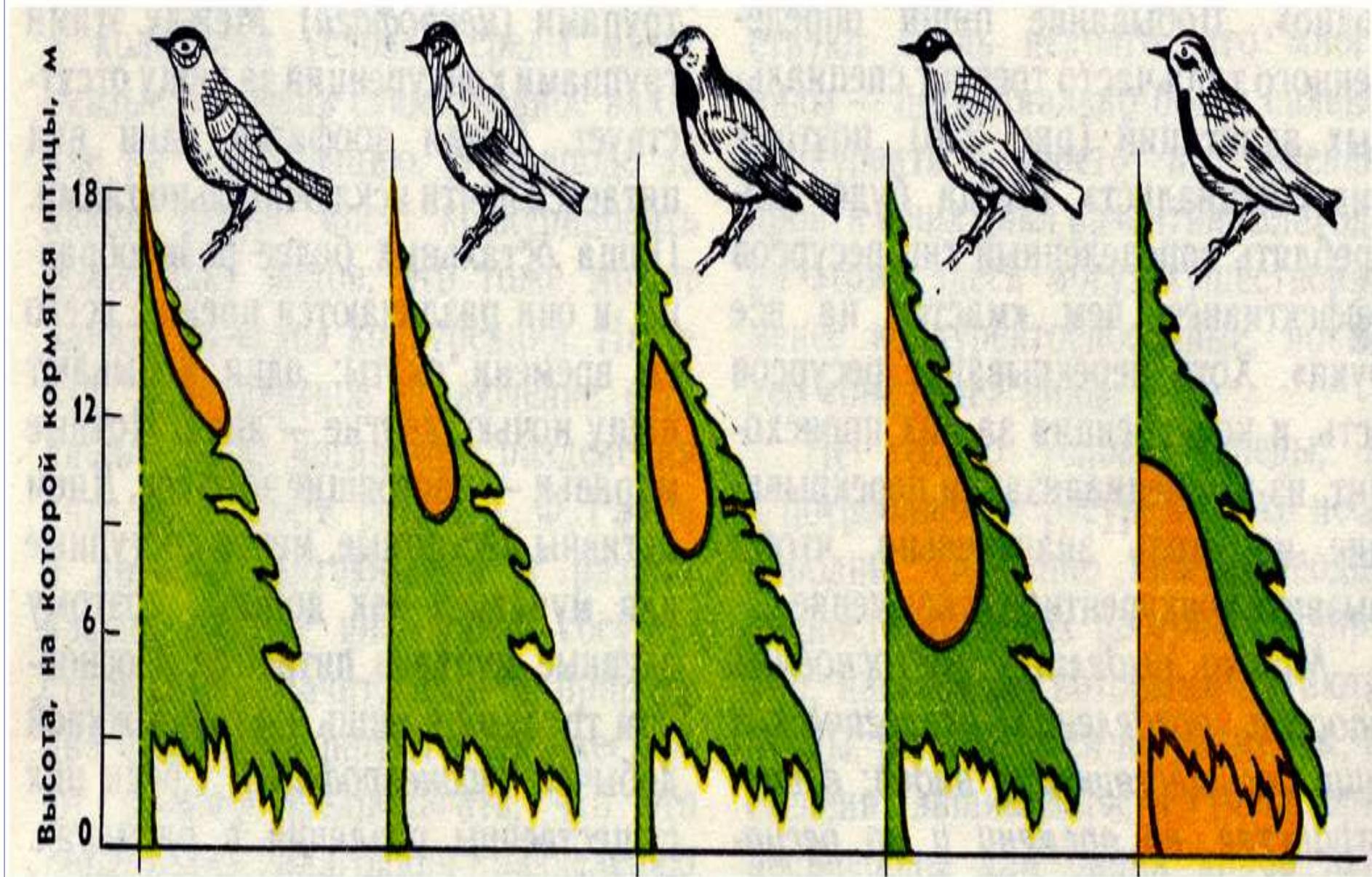
## ***Экологическая ниша***

**Положение популяции в экосистеме определяется:**

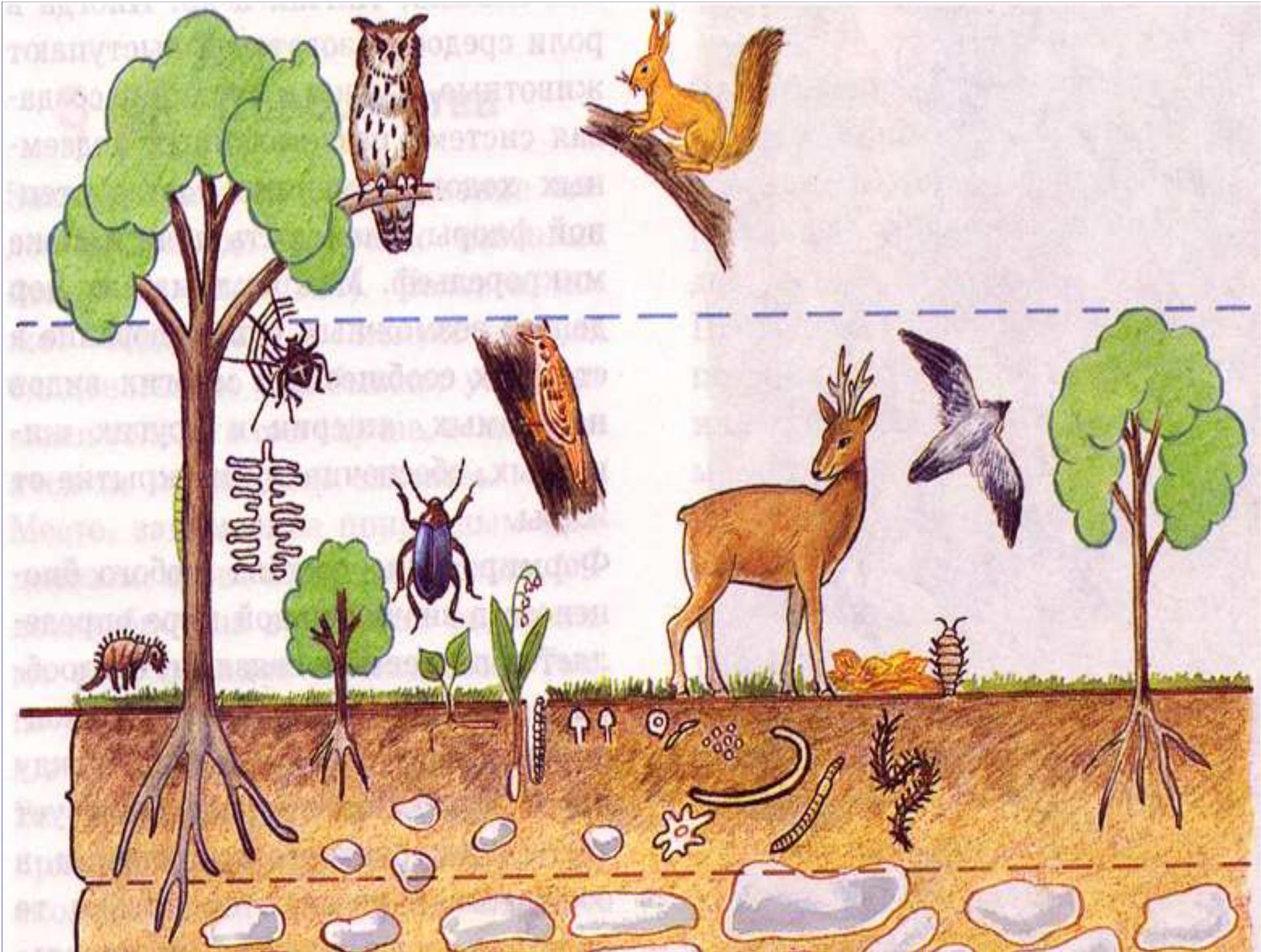
- набором требований к абиотическим условиям,**
- комплексом связей с популяциями иных видов**
- формой участия в общих функциях биоценоза.**

**Длительное существование в составе единого многовидового сообщества привело к тому, что каждая популяция занимает определенное пространственное и функциональное место в трехмерной системе биоценоза - *экологическую нишу.***





Места кормежки пяти видов американских славков в еловых лесах



## ***Динамика экосистем.***

**Биоценозы как открытые системы характеризуются :**

- существенной ролью вероятностных процессов ,**
- непрерывно изменяются и развиваются под влиянием многих эндогенных и экзогенных факторов.**

**Масштабы времени, в которых выражается динамика экосистем, различны:**

- 1. Суточные и сезонные изменения облика экосистем.**
- 2. Экологические сукцессии приводят к замещению во времени одного сообщества другим.**

**Изменение во времени естественное свойство экологического сообщества, адаптивный ответ на экосистемном уровне (Ф. Клементс ).**



**В наиболее общем виде сукцессии проходят следующие фазы:**

**1 – обнажения (появления незаселенного пространства),**

**2 – миграции (заселение пионерными формами жизни),**

**3 – эцезиса (колонизации и приспособления к среде),**

**4 – соревнования (конкуренция с вытеснением ряда первичных вселенцев)**

**5– реакции (обратного воздействия сообщества на биотоп и условия существования),**

**6 – стабилизации (формирование климаксного сообщества).**

**По общему характеру сукцессии подразделяют на**

- *первичные,***
- *вторичные и***
- *деградационные.***



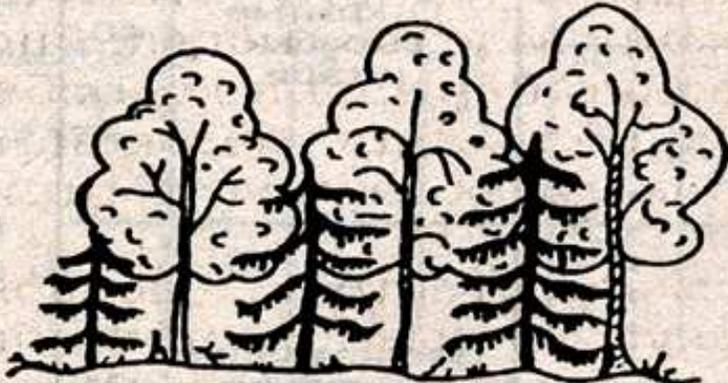
1-3 года



4-9 лет



10-15 лет



20-25 лет



30-50 лет



60-80 лет



90-120 лет

### ***Вековые смены экосистем.***

**Они отличаются от типичных экологических сукцессий тем, что**

- начинаются не с заселения незанятых жизнью мест,**
- а с перестройки внутренних связей уже сложившихся и функционирующих экосистем.**

**Медленно идущие изменения среды приводят к тому, что ряд видов теряет ранее выработанную приспособленность к условиям обитания и замещаются другими видами.**