

# ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ



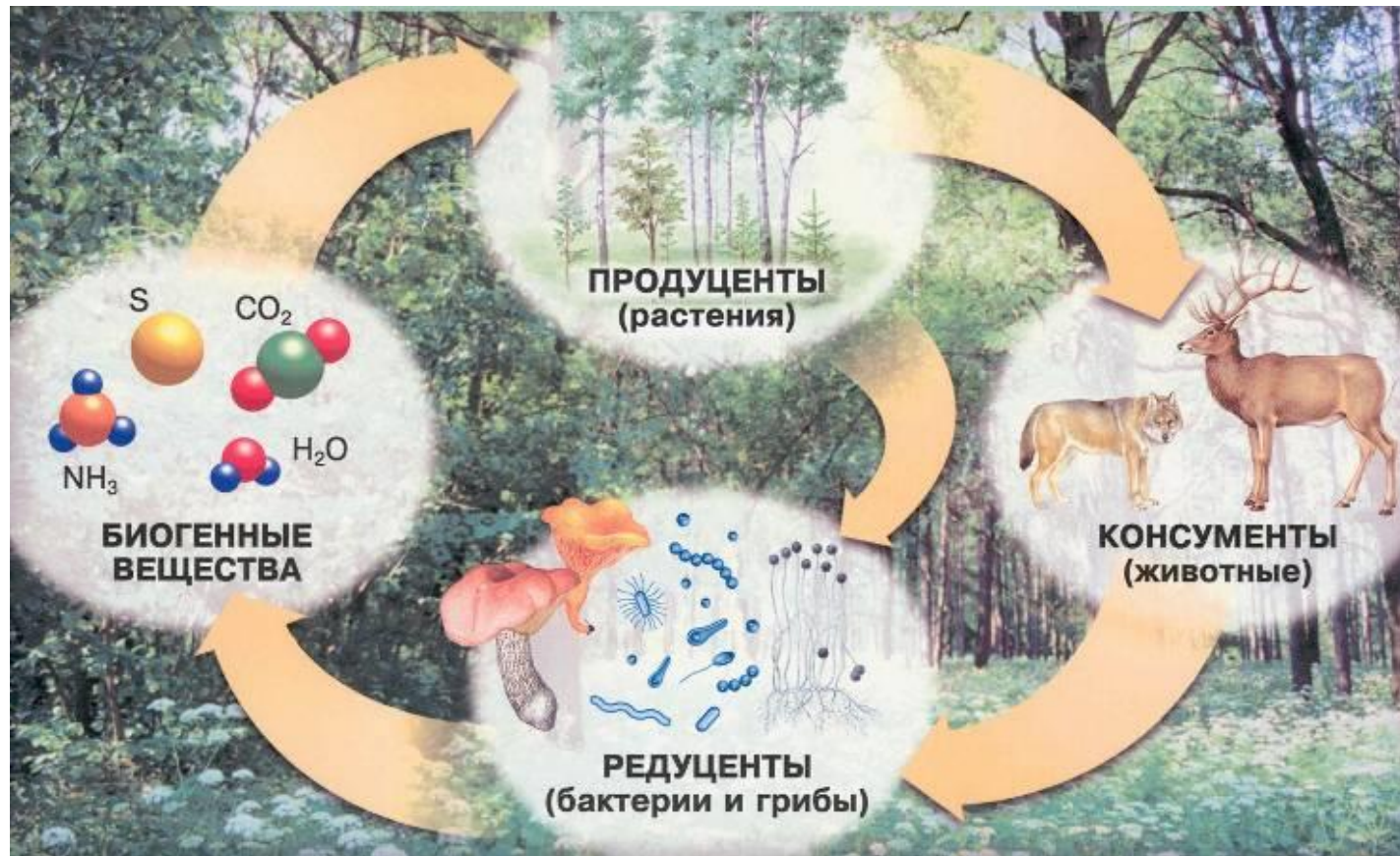
## 2. ЭКОСИСТЕМЫ КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ БИОЦЕНОЗА

2.2. Трофические взаимодействия в экосистемах. экологические пирамиды

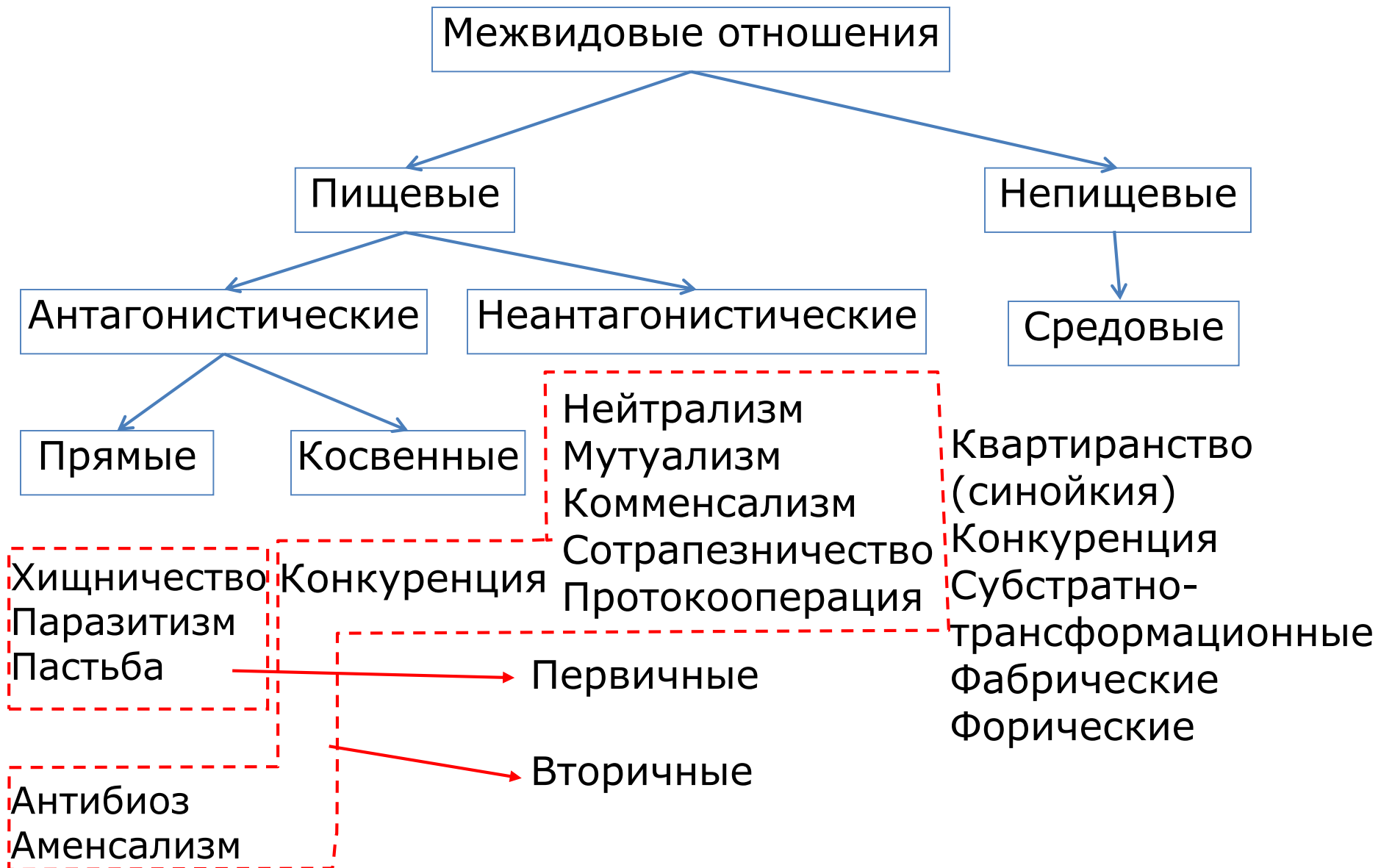
# Трофическая структура биоценоза



**Трофическую структуру биоценоза образуют 3 экологические группы организмов: продуценты, консументы и редуценты.**



Классификацию межвидовых отношений можно представить в следующем виде:

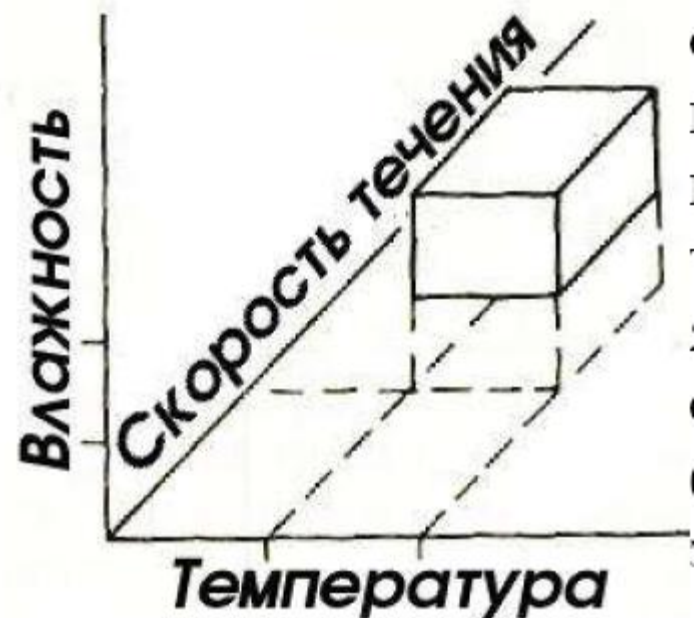


Понятие «экологическая ниша» ввел американский зоолог **Джозеф Гриннел (1914 г.)**, но под нишей он понимал **положение видовой популяции в пространстве**, т.е. как «адрес» популяции – это аутэкологический подход к обоснованию понятия «экологическая ниша».

**Чарлз Элтон (1927 г.)** представил концепцию, согласно которой экологическая ниша – это **место вида в трофических цепях**. Это современная трактовка данного понятия.

Джордж Хатчинсон (1957 г.) сформулировал понятие экологической ниши, как всей суммы связей организмов данного вида с абиотическими условиями среды и с другими видами живых организмов.

Это «гиперпространство» вида внутри биоценоза, где каждая ось пространства определяется требованием вида к разным экологическим факторам.



# Экологическая ниша

## Фундаментальная

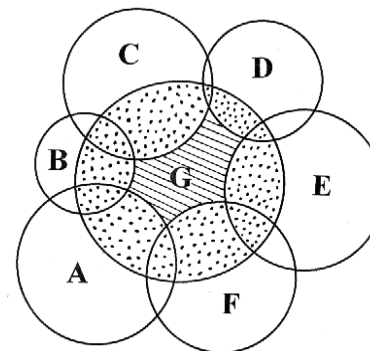
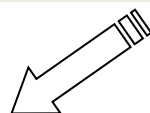
(биологические потребности вида, его требования к среде)  
Это тоже во многом аутэкологический подход.

## Реализованная

(реальное положение вида в биоценозе, обычно меньше фундаментальной)  
= «экологическое пространство вида» - в котором вид не имеет конкурентов

## Перекрытие ниш

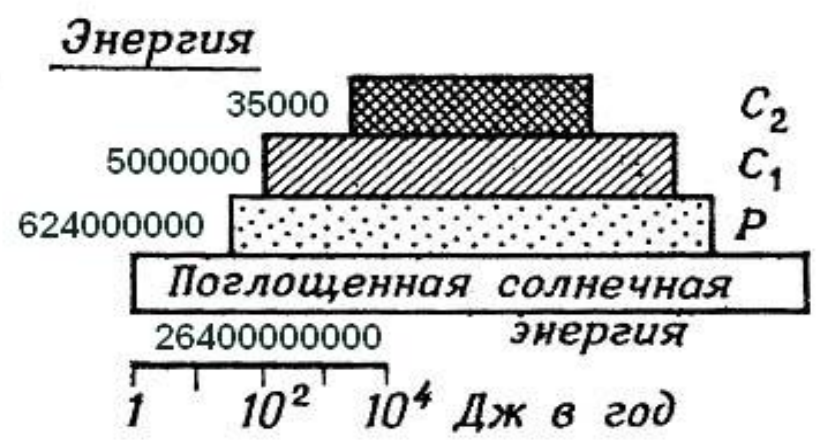
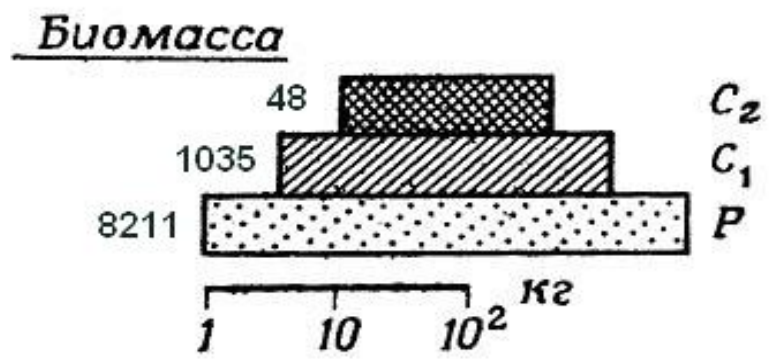
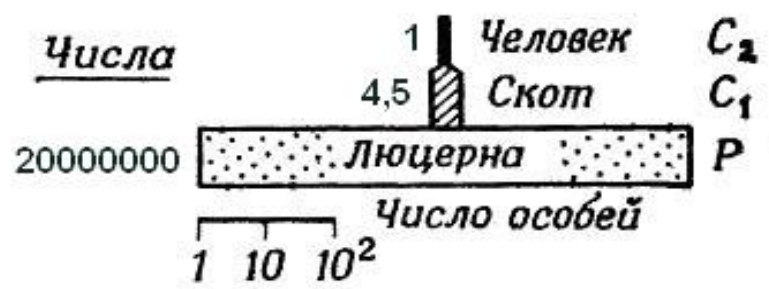
– совмещение жизненных интересов разных видов, приводящее к конкурентным отношениям.

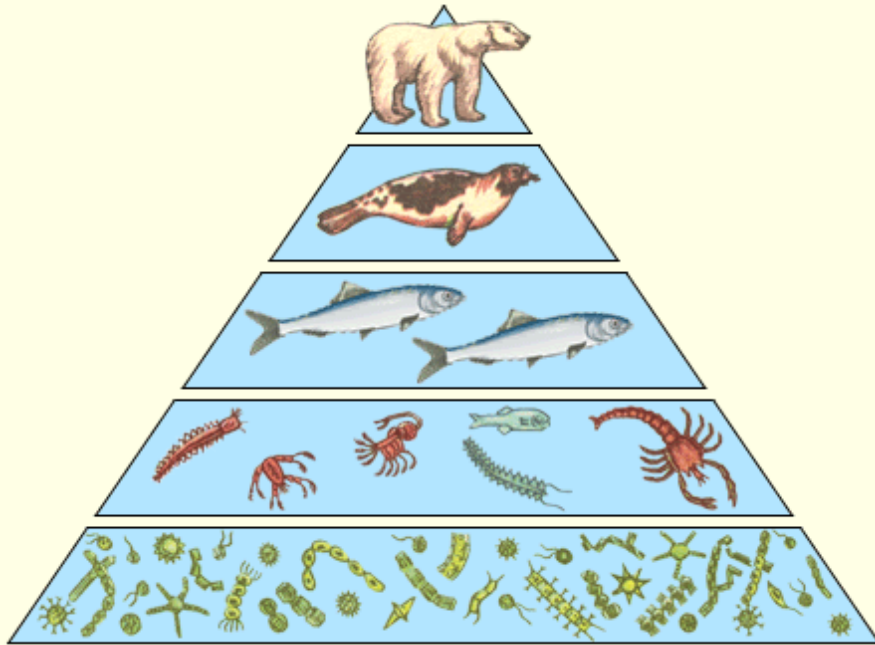


**Функциональную структуру биogeоценоза формируют трофические уровни, на которых происходит последовательное преобразование вещества и энергии.**

Трофические уровни экосистем графически представляются в виде **экологических пирамид**, в которых ширина отдельных уровней-прямоугольников пропорциональна емкости соответствующих уровней. Выделяют ***пирамиды чисел, пирамиды биомассы и пирамиды энергии.***



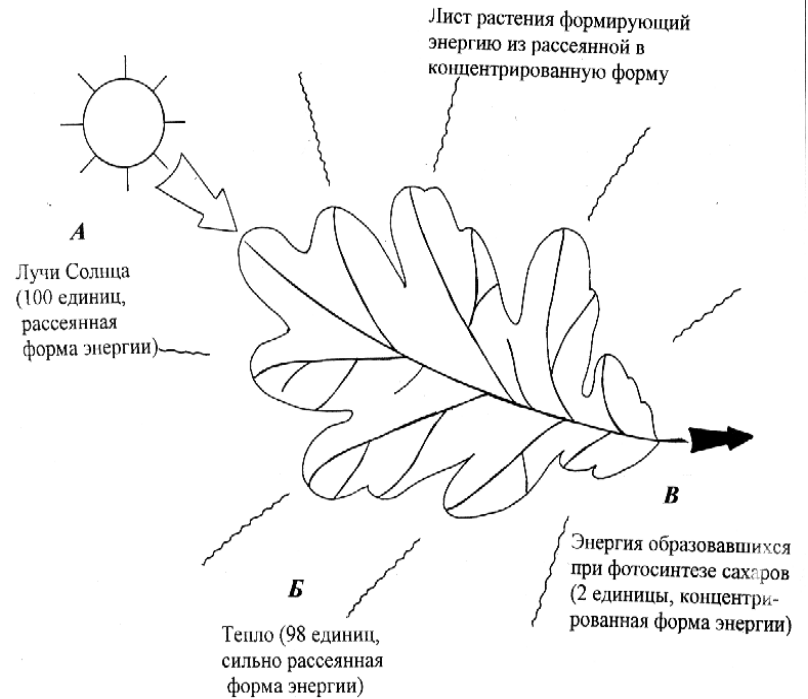




Переход вещества и энергии с одного трофического уровня на другой связан с потерями. Считается, что **на каждом последующем уровне усваивается лишь 10% вещества и энергии предыдущего уровня.**

Эта закономерность получила название **правила 10-ти % (правило Линдемана).**

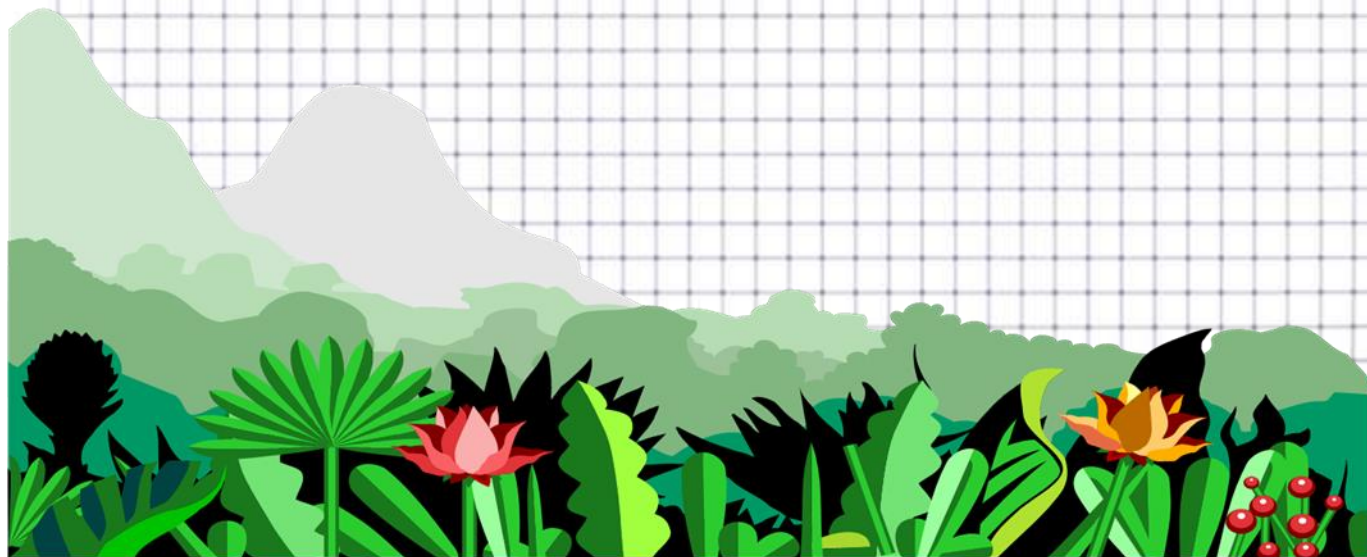
Превращения энергии в экосистеме подчиняется законам термодинамики: **в соответствии с первым законом (законом сохранения энергии)** происходит переход энергии солнечного излучения (электромагнитной) в энергию химических связей, которая затем может быть превращена в работу и тепло.



$A = B + B$  - первый закон термодинамики;  
 $B < A$  - второй закон термодинамики

**В соответствии со вторым законом термодинамики, поток энергии в экосистеме характеризуется однонаправленностью: переходя с одного трофического уровня на другой, энергия постоянно теряется.**

# Продуктивность экосистем



# Продуктивность лесных биоценозов



# Высокопродуктивные искусственные биоценозы



# Соотношение экосистем по площади и по численности проживающего населения

Экосистемы:

■ Природные (a-i)

■ Антропогенные (j-l)

Источник: Н. Сафаров (2003)

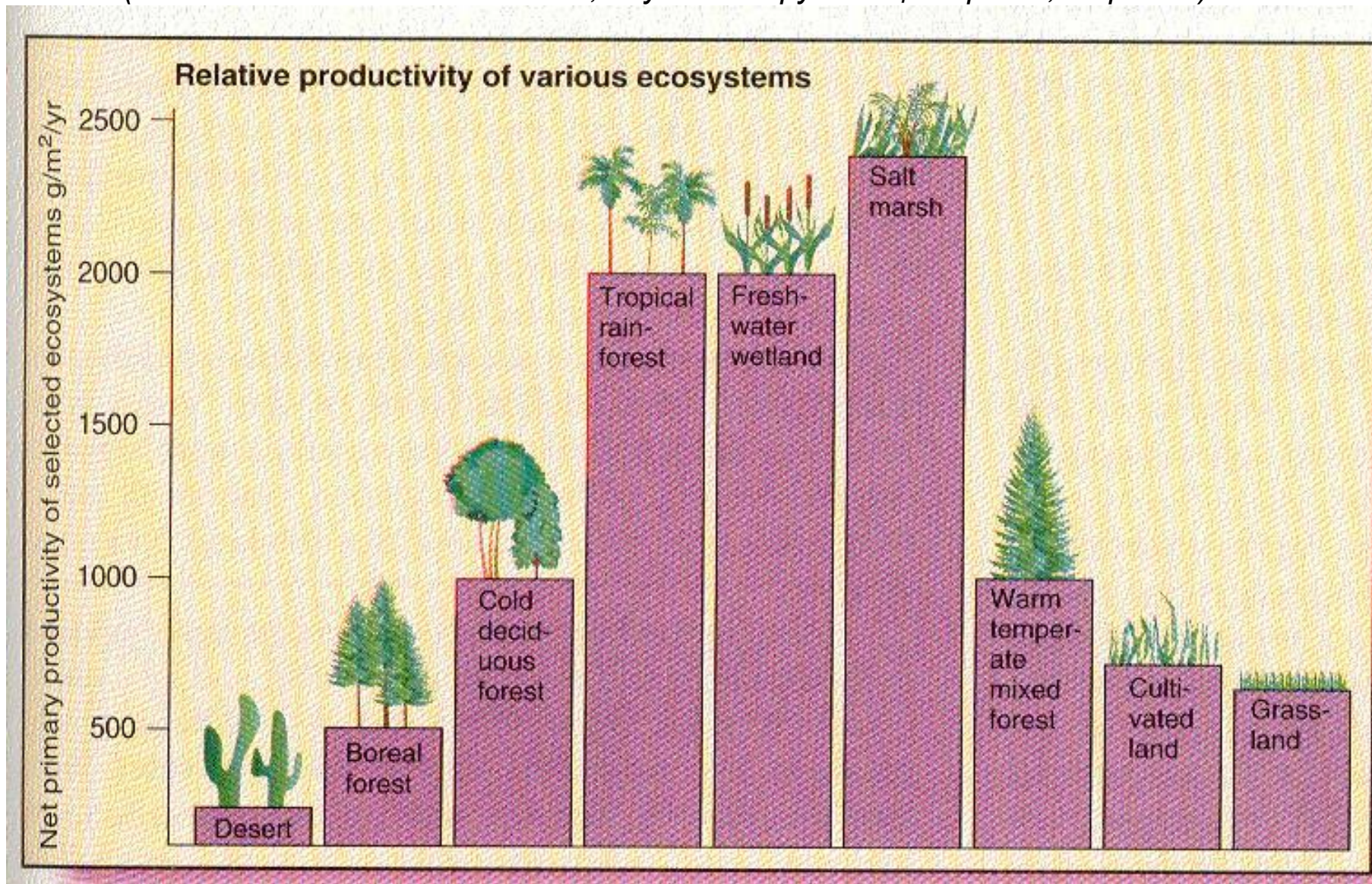


- a. Нивальные ледниковые
- b. Субнивные высокогорно-пустынные
- c. Высокогорные лугово-степные
- d. Среднегорные можжевельново-лесные
- e. Среднегорные мезофильно-лесные
- f. Среднегорные ксерофитно-редколесные

- g. Среднегорно-низкогорные саванноидные
- h. Предгорные полупустынно-пустынные
- i. Водно-прибрежные
- j. Агрэкосистемы
- k. Рудерально-деградированные
- l. Урбанизированные

Сравнение продуктивности экосистем; обратите внимание, что водно-болотные экосистемы очень продуктивны.

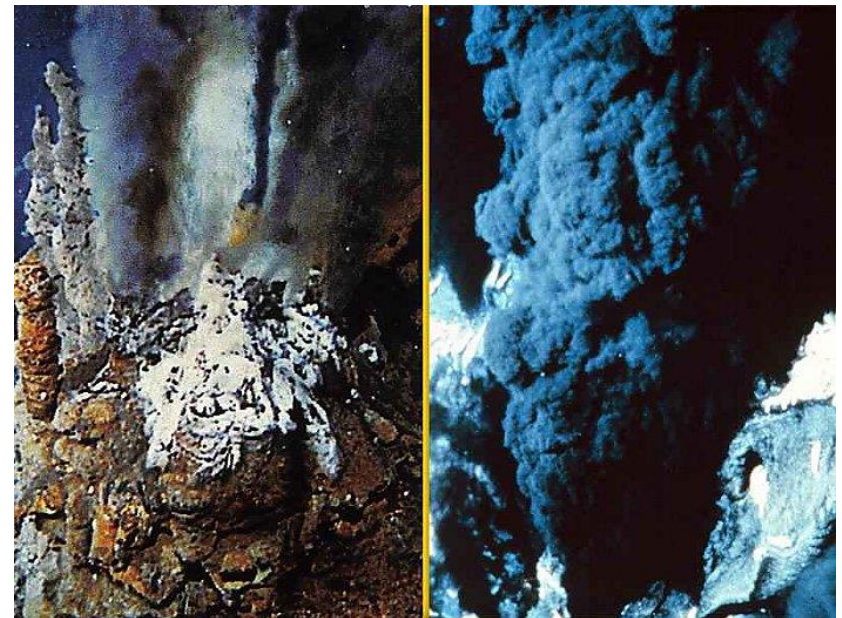
(Взято из BJ Nebel & RT Райт, науки об окружающей среде, стр. 307)





**Продуктивность** – это способность живых организмов и экосистемы в целом производить органическое вещество. Измеряется в количестве продукции, образуемой на единице земной поверхности за единицу времени ( $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$  или  $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ).

**Первичная продукция** – результат фотосинтеза растений, а также фотосинтеза и хемосинтеза бактерий.



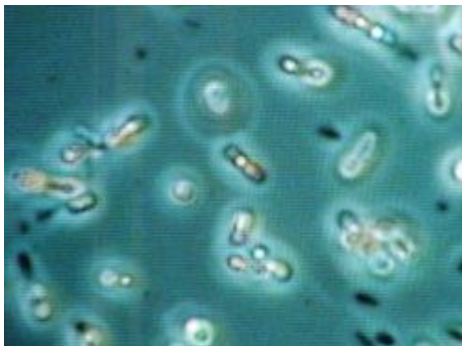
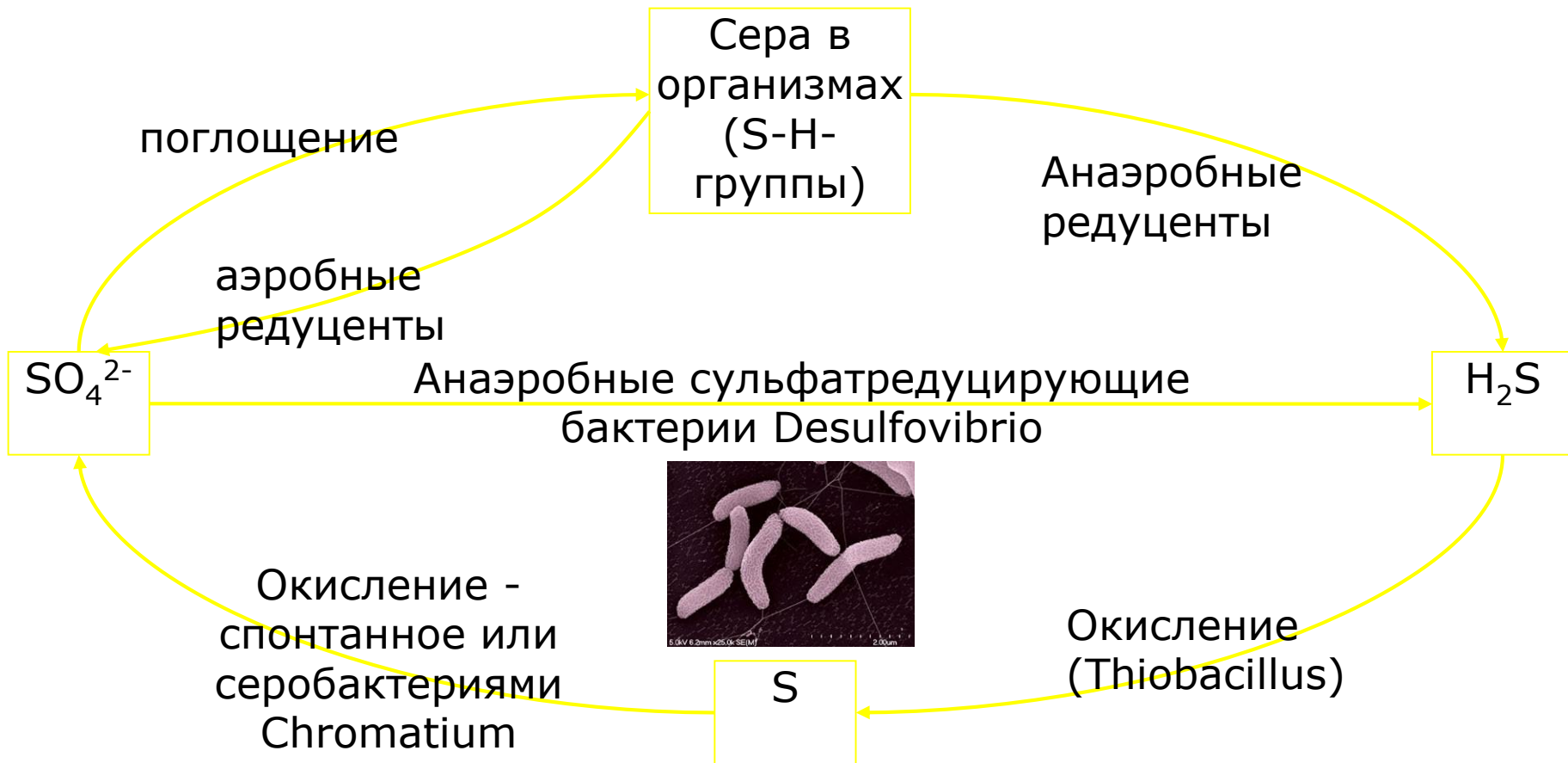
Общее количество энергии, связываемой в органическом веществе растениями – **валовая первичная продукция (ВПП)**.

Чистая первичная продукция представляет собой разность между ВПП и затратами на дыхание (Д): **ЧПП = ВПП – Д**.

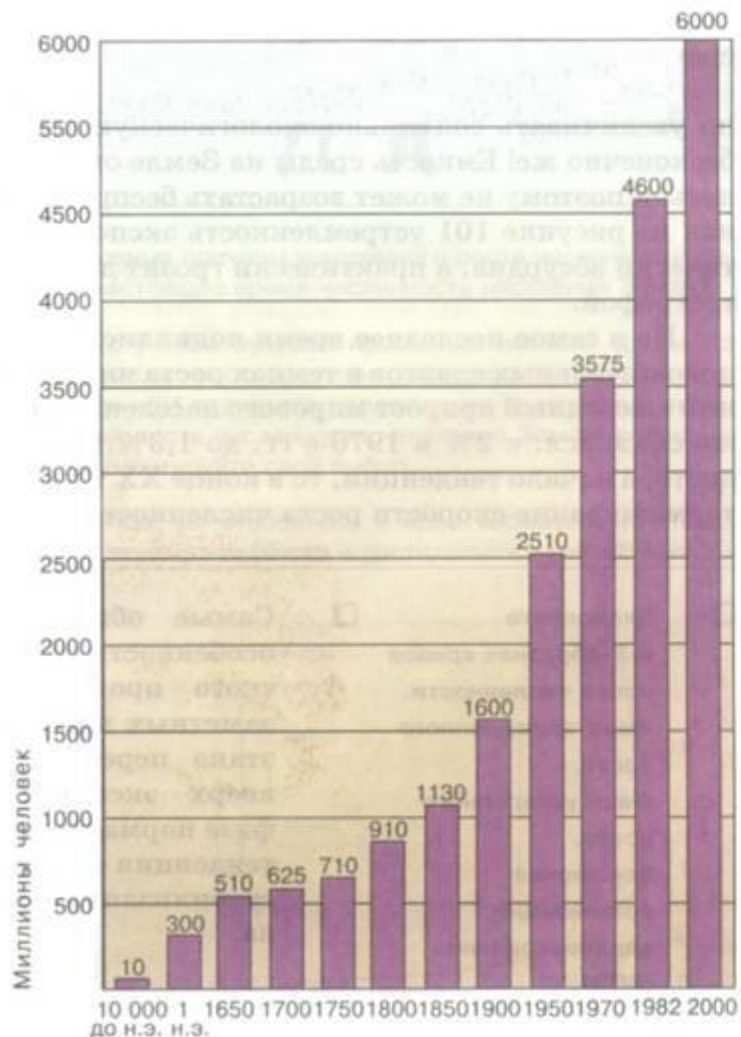
**Вторичная продукция** – продукция животных. Ее учет еще более сложен. Это связано с особенностями животных: они растут до определенного возраста, затем энергия тратится на дыхание и размножение.

Постоянство биомассы и состава живого вещества на Земле обеспечивается балансом процессов биосинтеза и разложения (распада) органического вещества, а также биогенной миграцией химических элементов – **биогеохимическими циклами.**

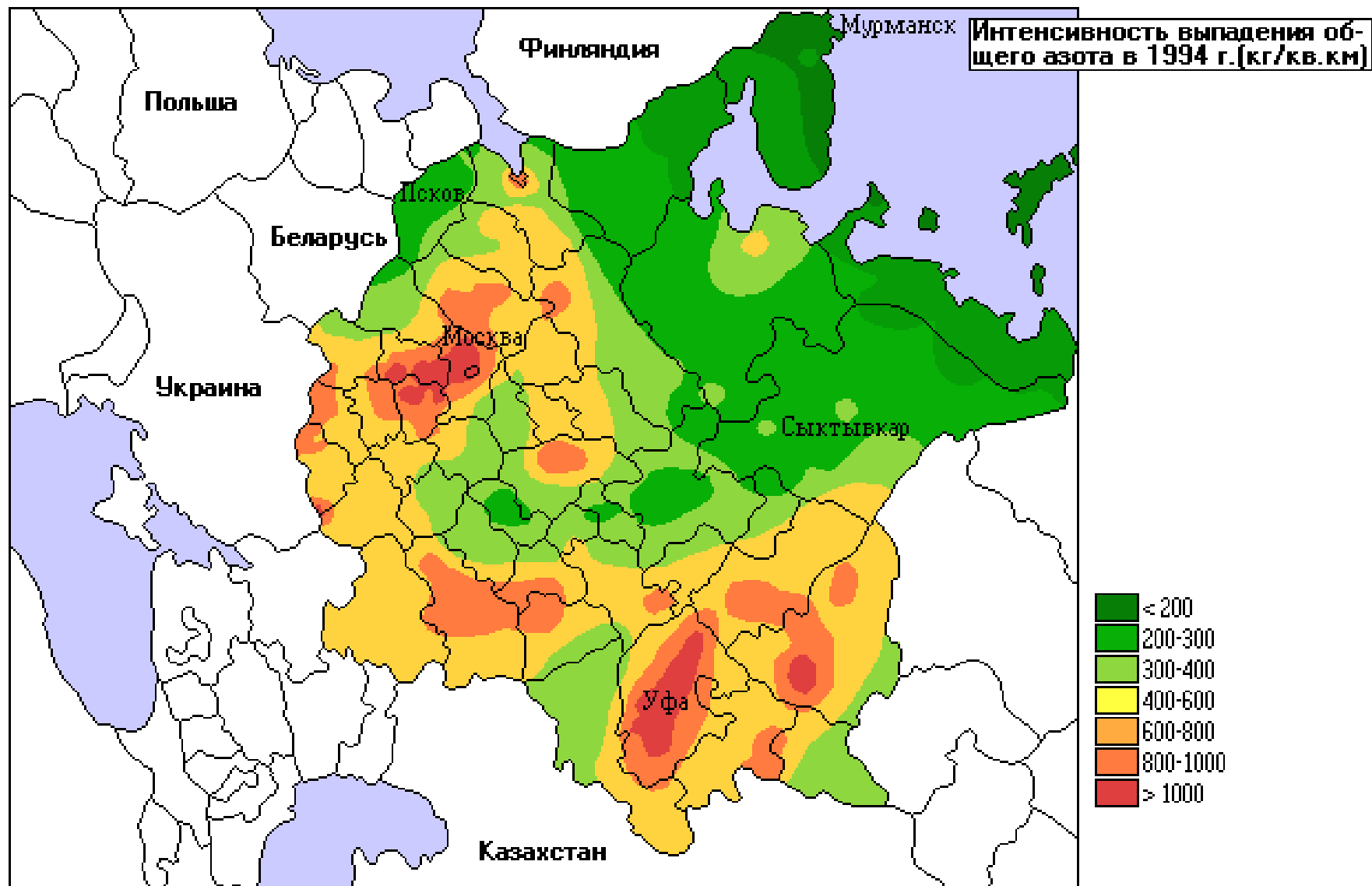
Основным законом геохимии биосферы является **закон биогенной миграции В.И. Вернадского:** «миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом, как тем, которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории».

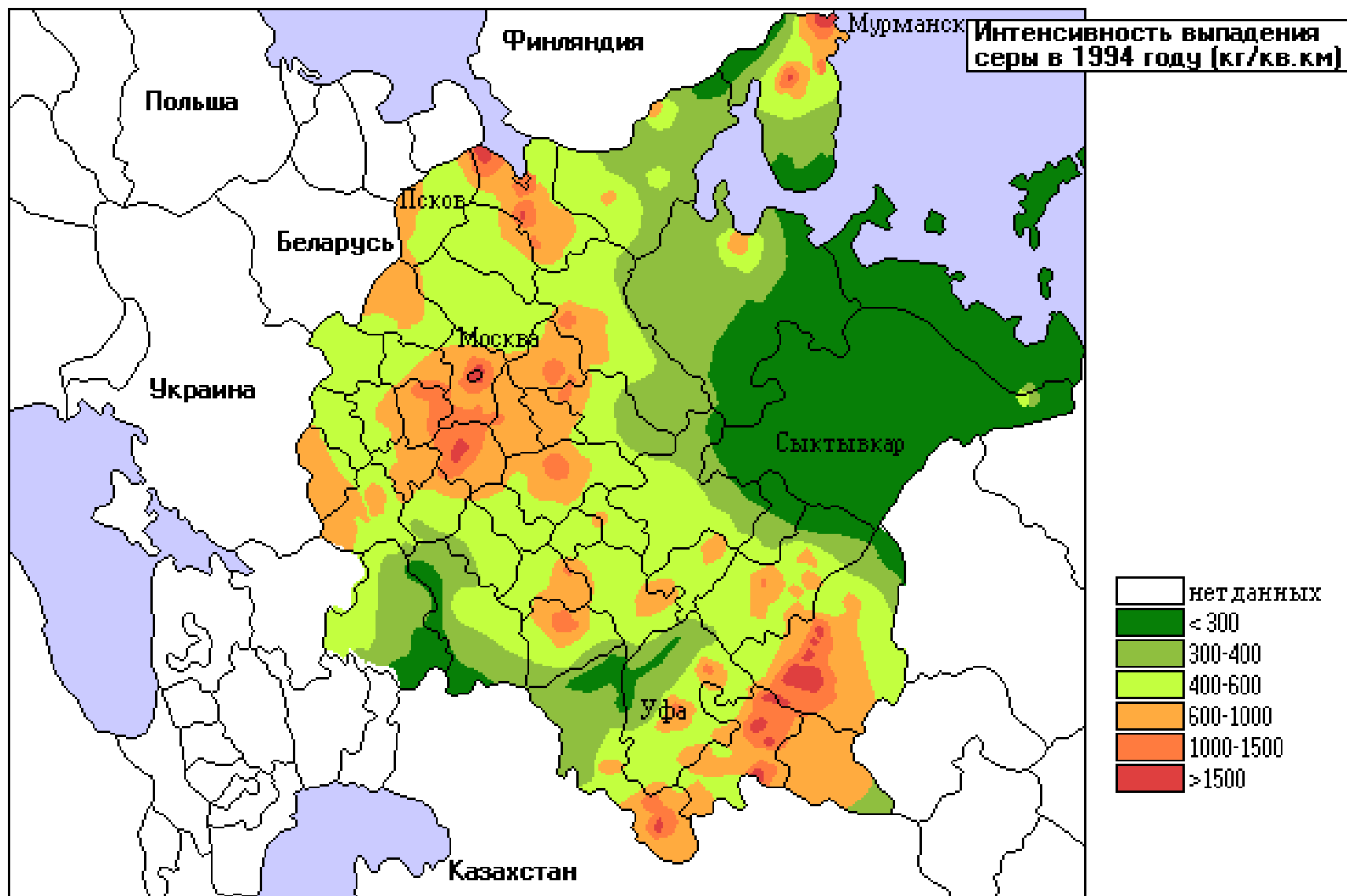


## Повышение продуктивности агроценозов



2. Главный ресурс агроценоза — *почва*.  
Необходима правильная и своевременная обработки почвы — весенняя и осенняя вспашка, рыхление, дополнительный полив.
3. *Севооборот* — чередование разных культур на одном поле облегчает борьбу с вредителями сельскохозяйственных растений, сорными растениями.  
*Лучшими предшественниками* (культура, которая выращивалась на поле в прошлом году) являются бобовые растения, которые не приводят к накоплению в поле паразитов и приводят к обогащению почвы азотом (*симбиоз с клубеньковыми бактериями*).





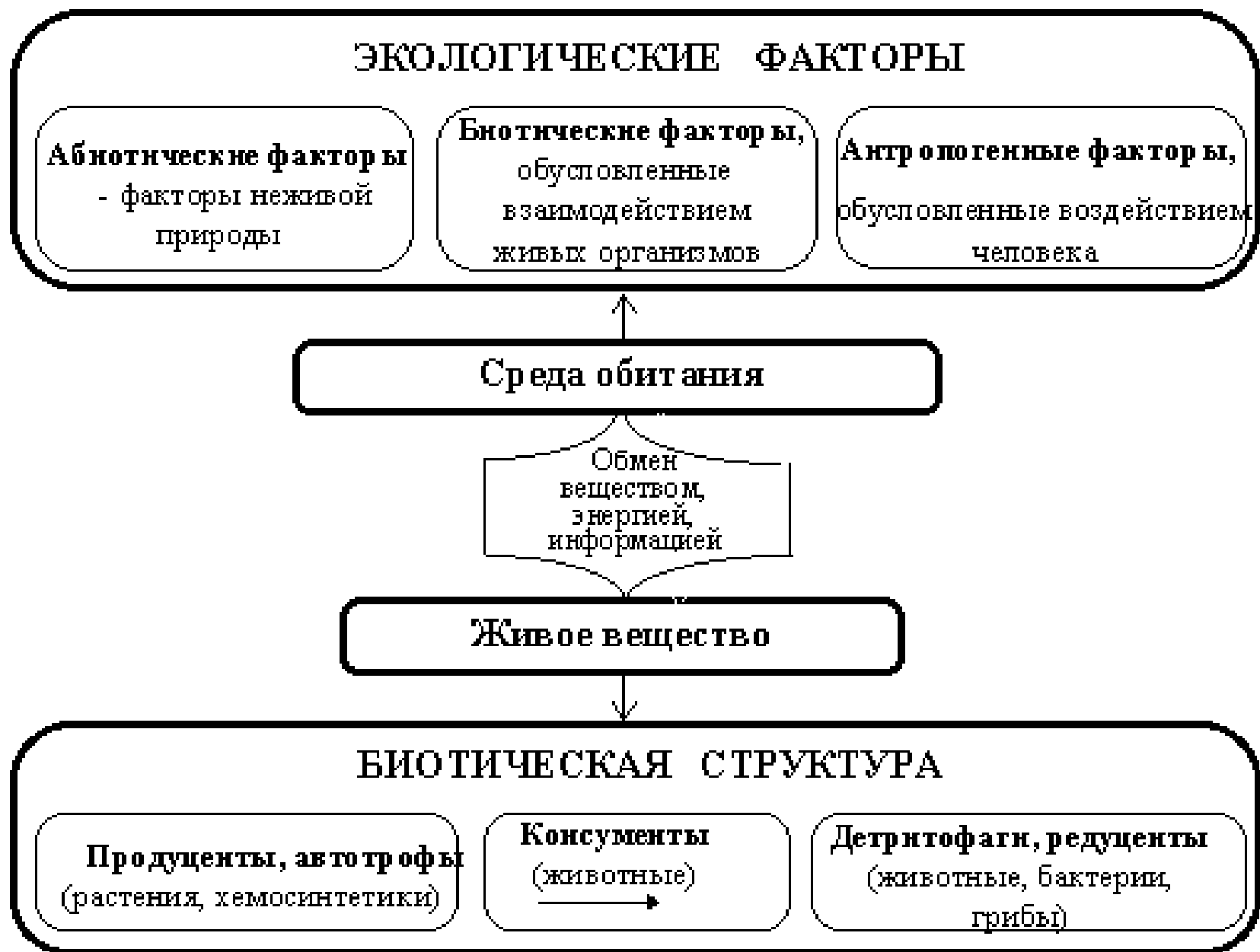


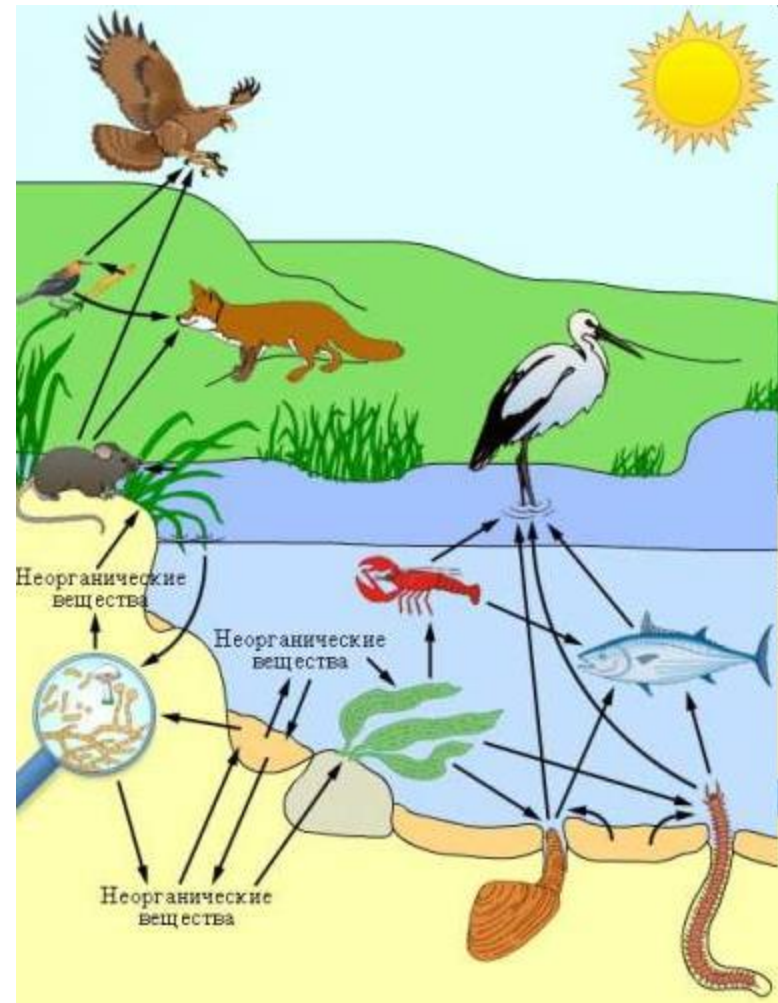
Рис. 2. Компоненты экосистемы



### 3. Трофические (пищевые) цепи в экосистеме и потоки энергии

- **Автотрофы** (от греч. *autós* — сам и *trophé* — пища) — организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических соединений (как правило, диоксида углерода и воды), продуценты экосистем, создающие первичную биологическую продукцию. Большинство являются фотоавтотрофами, имеющими хлорофилл. Это — растения (цветковые, голосеменные, папоротники, мхи, водоросли) и цианобактерии. Они осуществляют фотосинтез с выделением кислорода, используя неисчерпаемую и экологически чистую солнечную энергию. Автотрофы — хемотрофы (серобактерии, метанобактерии, железобактерии и др.) для синтеза органических веществ используют энергию окисления неорганических веществ. Вклад хемоавтотрофов в суммарную биологическую продукцию биосферы незначителен, однако эти организмы составляют основу гидротермальных экосистем в океанах.
- **Гетеротрофы** (от греч. *héteros* — иной, другой и *trophé* — пища) — организмы, использующие в качестве источника питания органические вещества, произведенные автотрофами. К ним относятся все животные (включая человека), грибы и большинство микроорганизмов. В пищевой цепи экосистем они составляют группу консументов.

- **Продуценты** (от лат. *producens* — производящий, создающий) — создатели органического вещества из неорганических на основе фотосинтеза (обычно это зеленые растения).
- **Консументы** (от лат. *consumo* — потребляю) — потребители органического вещества. В роли консументов выступают животные: растительноядные и плотоядные.
- **Редуценты** (от лат. *reducentis* — возвращающий, восстанавливающий) — разрушители органических соединений до минеральных (в основном это грибы и бактерии).



# Трофическая структура

- Виды, входящие в состав экосистемы, связаны между собой пищевыми связями, так как служат объектами питания друг для друга.

1) В водоеме продуцентами являются зеленые водоросли

2) Их поедают мелкие растительноядные ракообразные (дафнии, циклопы) - консументы (потребители) первого порядка.

3) Этих животных потребляют в пищу плотоядные личинки различных водяных насекомых (например, стрекоз). Это консументы (потребители) второго порядка.

4) Личинками питаются мелкие рыбы (например, плотва) - консументы (потребители) третьего порядка.

5) А рыбы становятся добычей щуки - консумента (потребителя) четвертого порядка.

- Такую *последовательность питающихся друг другом организмов называют пищевой, или трофической, цепью.*
- Отдельные звенья трофической цепи называют *трофическими уровнями.*

- Различают два типа трофических (пищевых) цепей :
  1. Пищевые цепи, которые начинаются с растений, идут через растительноядных животных к другим потребителям, называют *пастбищными* или *цепями выедания*.
  2. Пищевые цепи другого типа начинаются с отмерших растений, трупов или помета животных и идут к мелким животным и микроорганизмам. Эти цепи называют *детритными*, или *цепями разложения*.

- **Детрит** — мелкие частицы органического или частично минерализованного вещества, взвешенные в толще воды или осевшие на дно водоёма.
- **Детритофаги** или **некрофаги** или **падальщики** — животные и протисты, которые питаются разлагающимся органическим материалом (детритом), мертвечиной, падалью. Противопоставляются хищнику, однако эти классы не исключают друг друга.

- **Монофагия** - крайняя степень специализации питания у животных за счёт только одного единственного вида пищи
- **Полифагия**, или **многоядность** - использование животными-полифагами различной растительной и животной пищи
- **Олигофагия** - способность животных (олигофагов) питаться исключительно немногими видами пищи.