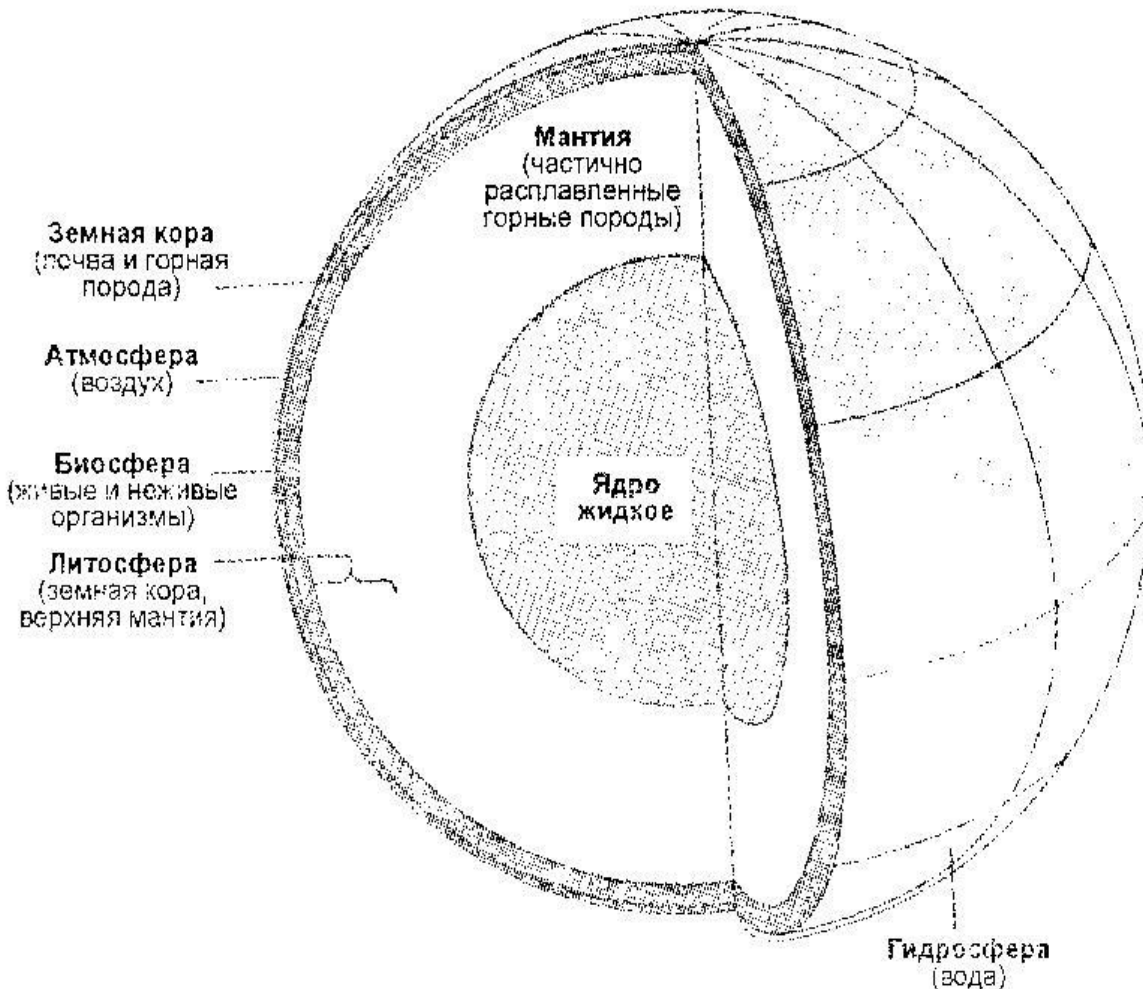




ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА  
КАК ЦЕЛОСТНАЯ И  
СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА

**Биосфера** (греч. bios — жизнь, sphaira— шар, сфера) — сложная наружная оболочка Земли, населенная организмами, составляющими в совокупности живое вещество планеты.

По новейшим данным, масса Земли составляет  $6 \cdot 10^{21}$  т, объем —  $1,083 \cdot 10^{12}$  км<sup>3</sup>, площадь поверхности — 510,2 млн. км<sup>2</sup>. Размеры, а следовательно, и все природные ресурсы нашей планеты ограничены.



Наша планета имеет неоднородное строение и состоит из концентрических оболочек (геосфер) — внутренних и внешних. К внутренним относятся ядро, мантия, а к внешним — литосфера (земная кора), гидросфера, атмосфера и сложная оболочка Земли — биосфера.

**Атмосфера** (греч. «атмос» — пар). Наиболее легкая — оболочка Земли, граничащая с космическим пространством, масса которой составляет  $5,15 \cdot 10^{15}$  т. Через нее осуществляется обмен веществ нашей планеты с Космосом. Атмосфера пронизывается насквозь излучением Солнца (кроме жесткого излучения, задерживаемого озоновым слоем и обеспечивающим развитие живых организмов). Именно Солнце определяет энергетический режим поверхности планеты и живого вещества на Земле.

Большая часть массы атмосферы состоит из **азота (78,08%)**, **кислорода (20,95%)** и **инертного газа аргона (0,93%)**. На долю **углекислого газа** приходится всего **0,034%**. Следовательно, в целом атмосфера Земли является аргоново – кислородно - азотной. На долю остальных газов приходится менее 0,01% объема. Это инертные газы, метан, диоксид азота, пары воды, водород, гелий, озон.

И все же одним из важнейших компонентов атмосферы является озон. Его образование и разложение связано с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов:

**Основная масса озона** располагается на высотах 10-50 км с максимальной ее концентрацией на высоте 20-25 км. Озоновый слой — «экран» — имеет исключительно важное значение для сохранения жизни на Земле.



**Гидросфера** {греч. «гидора» — вода) — водная оболочка Земли. Вода в силу своей подвижности, способности универсального растворителя проникает в различные природные образования, неся с собой жизнь. Она находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует океаны, моря, реки, озера, существует в замороженном состоянии в высокоширотных и высокогорных районах, включая многолетнюю мерзлоту, проникающую в глубь земли на несколько сот метров.

Таблица 1

**Распределение водных масс в гидросфере Земли**

Форма нахождения	Объем воды, тыс. куб. м	% от общего объема
Подземные воды	60 000	4
Подземные воды активного обмена	4000	0,3
Ледники	24 000	1,7
Озера	280	0,02
Почвенная влага	85	0,01
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
<b>Всего</b>	<b>1 458 000</b>	<b>100</b>
<i>В т. ч. пресной воды</i>		<i>0,03</i>

**Литосфера** (от греч. «литое» — камень) — каменная оболочка Земли, включающая земную кору мощностью (толщиной) от 6 (под океанами) до 80 км (горные системы). Доля различных горных пород в земной коре не одинакова — более 70% приходится на базальты, граниты и другие магматические породы, около 17% — на преобразованные давлением и высокой температурой породы и лишь чуть больше 12% — на осадочные. Возраст литосферы 4,1 млрд. лет. В земной коре наиболее распространенными элементами являются кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, магний, натрий, калий, углерод, сера. На долю этих элементов приходится более 99% вещества. Кислород составляет около 47,3% от общей массы земной коры, или 92% ее объема.

**Живое вещество биосферы** занимает ничтожную часть объема земного шара, однако история его образования захватывает громадный интервал времени. И хотя живое вещество по своей массе составляет ничтожную долю по сравнению с любой из оболочек Земли, оно проникает почти во всю толщу атмосферы и гидросферы, в твердую оболочку Земли — до нескольких тысяч метров.

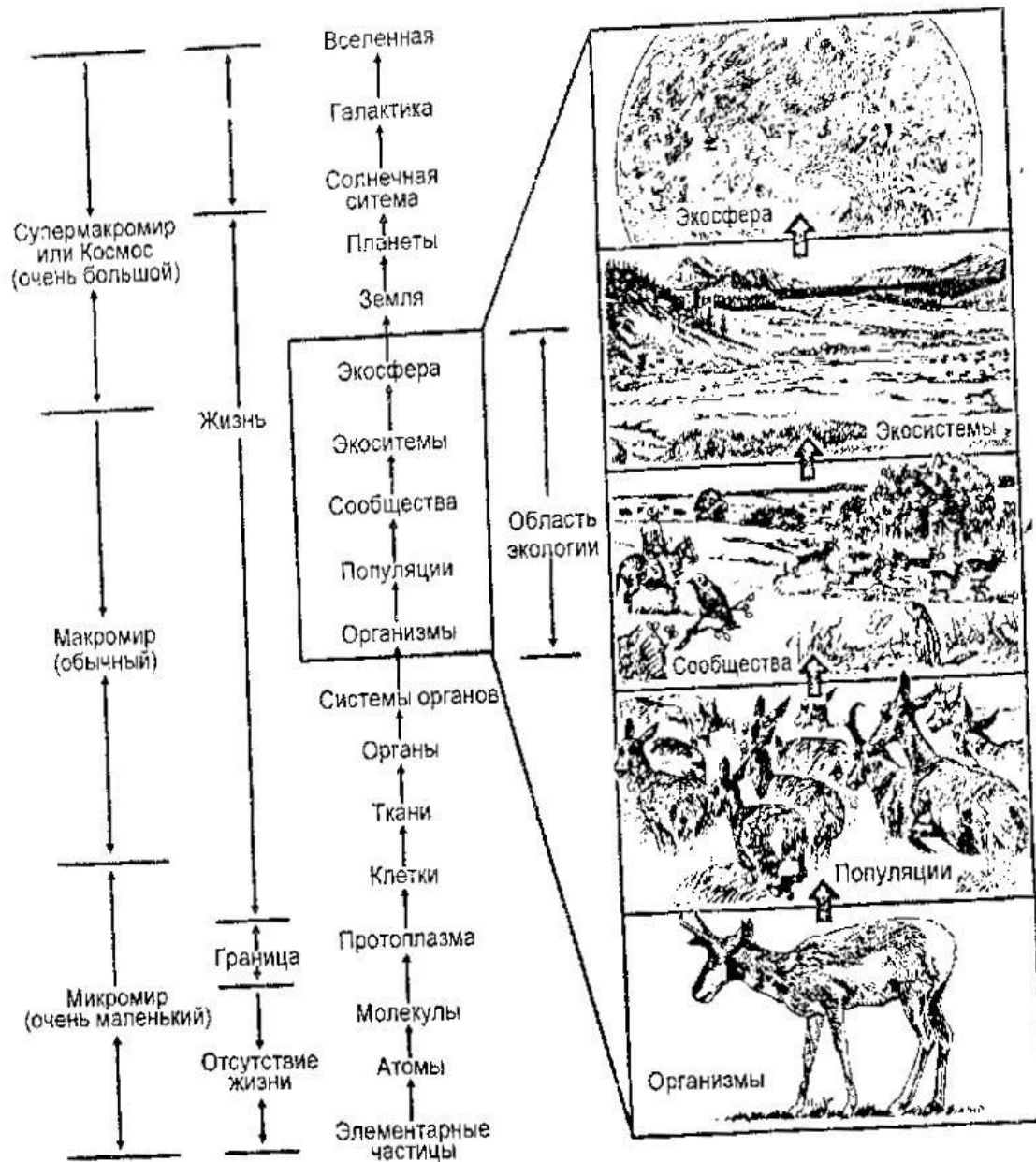
Количественные соотношения живого вещества с другими оболочками Земли

Объекты	Масса в тоннах	Сравнительные величины, относительно единицы
Живое вещество	$2,4 \cdot 10^{12}$	1
Атмосфера	$5,15 \cdot 10^{16}$	2146
Гидросфера	$1,5 \cdot 10^{18}$	602 500
Земная кора	$2,8 \cdot 10^{19}$	1 670 000



# ЭКОСИСТЕМЫ: ТИПЫ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ.

Основополагающим объектом изучения экологии является взаимодействие пяти уровней организации материи: живые организмы, популяции, сообщества, экосистемы и экосфера.



**Живой организм** — это любая форма жизнедеятельности. Все организмы подразделяются на три царства: растения, животные и деструкторы — редуценты. Размеры растений варьируют от микроскопических одноклеточных плавающих растений, известных как фитопланктон, до самых больших из всех живых организмов — произрастающих в западной части Северной Америки деревьев секвойя. Размеры животных могут изменяться от размеров мельчайшего плавающего зоопланктона до размеров 4-метрового африканского слона и 30-метрового голубого кита. Размеры деструкторов варьируют от микроскопических бактерий до грибов.

**Популяция** — группа организмов одного вида, проживающих в определенном районе. Примерами популяций являются все окуни в пруду, белки обыкновенные или дубы белые в лесах, население в отдельной стране или население Земли в целом. *Популяции* — это динамичные группы организмов, адаптирующиеся к изменениям условий окружающей среды путем изменения своих размеров, распределения возрастных групп (возрастной структуры), генетического состава.



**Экосистема** — взаимосвязь сообществ с химическими и физическими факторами, создающими неживую окружающую среду. Это вечно меняющаяся (динамичная) сеть биологических, химических и физических взаимодействий, которые поддерживают жизнеспособность сообществ и помогают им приспособливаться к изменениям условия, окружающей среды.

Все экосистемы Земли составляют экосферу.



# ТРИ ГРУППЫ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ



Рис. 4. Основные типы природных экосистем

## **Биотические компоненты экосистемы —**

основные типы организмов, которые формируют живые компоненты экосистемы. Их принято подразделять на *продуцентов, консументов и редуцентов*. Это разделение базируется на преобладающем способе питания организмов.

Прежде всего все организмы делятся на две большие группы — *автотрофов* и *гетеротрофов*.

Автотрофные организмы используют неорганические источники для своего существования, тем самым создавая органическую материю из неорганической. К таким организмам относятся фотосинтезирующие зеленые растения суши и водной среды, сине-зеленые водоросли, некоторые хемосинтезирующие бактерии и др. Это замечательные химические фабрики.

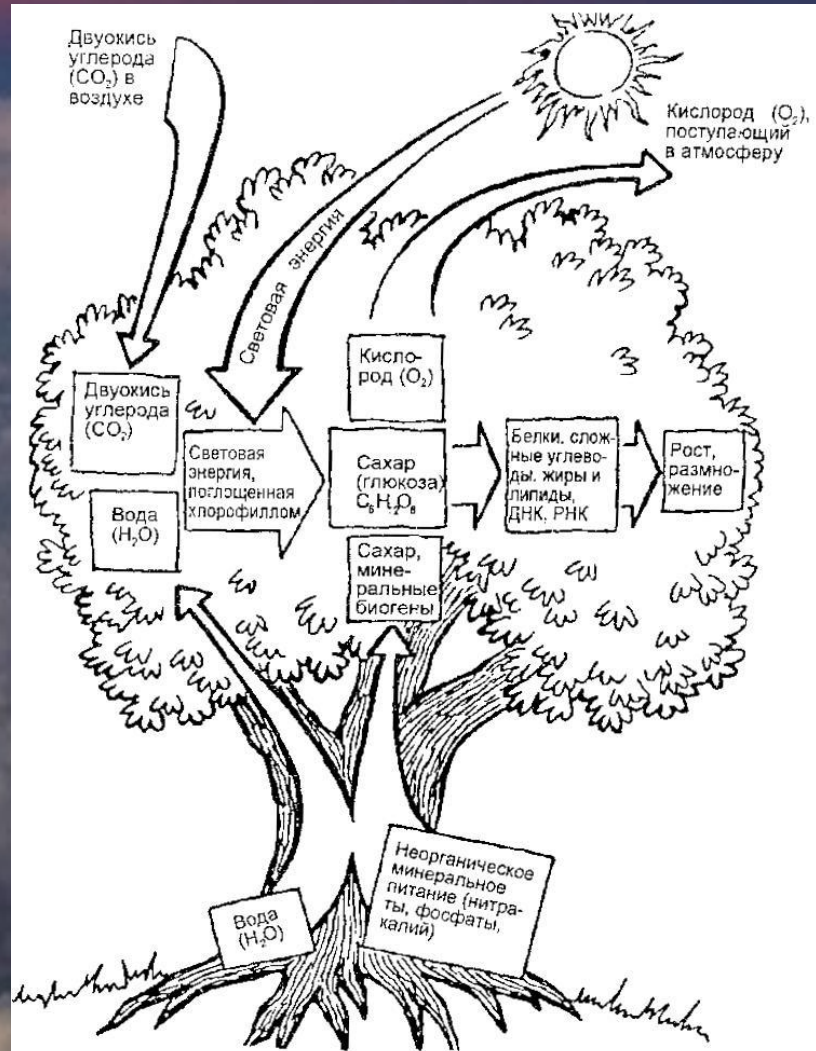


Рис. 5. Способ питания автотрофов

Используя энергию света, они из углекислого газа и воды синтезируют глюкозу, выделяя в качестве побочного продукта кислород. Окисляя часть глюкозы для получения дополнительной химической энергии, из остальной глюкозы и извлекаемых из почвы биогенов они образуют другие сложные органические молекулы и все ткани растений, за счет которых и растут



**Продуценты** («самопитающиеся») — организмы, производящие органические соединения, используемые ими как источник энергии и питательных веществ, а также производители продукции, которой потом питаются все остальные организмы; это наземные зеленые растения, производящие органические вещества из неорганических.

**Консументы** - потребители органических веществ. В зависимости от источников питания консументы подразделяются на три основных класса; — фитофаги (растительноядные) — это консументы первого порядка, питающиеся исключительно живыми растениями (либо целиком, либо их отдельными органами). Например, птицы едят семена, почки и листву.

Олени и зайцы питаются ветками и листьями. Кузнечики и многие другие виды насекомых потребляют все части растений;

— хищники (плотоядные) — это консументы 2-го порядка, которые питаются исключительно растительноядными животными (фитофагами), а также консументы 3-го порядка, питающиеся только плотоядными животными. Пауки и птицы, поедающие хищных насекомых, и тунец, питающийся сельдью, являются вторичными консументами. Ястреб или сокол, охотящиеся на змей и горностаев, а также акула, питающаяся другими рыбами, относятся к третичным консументам;

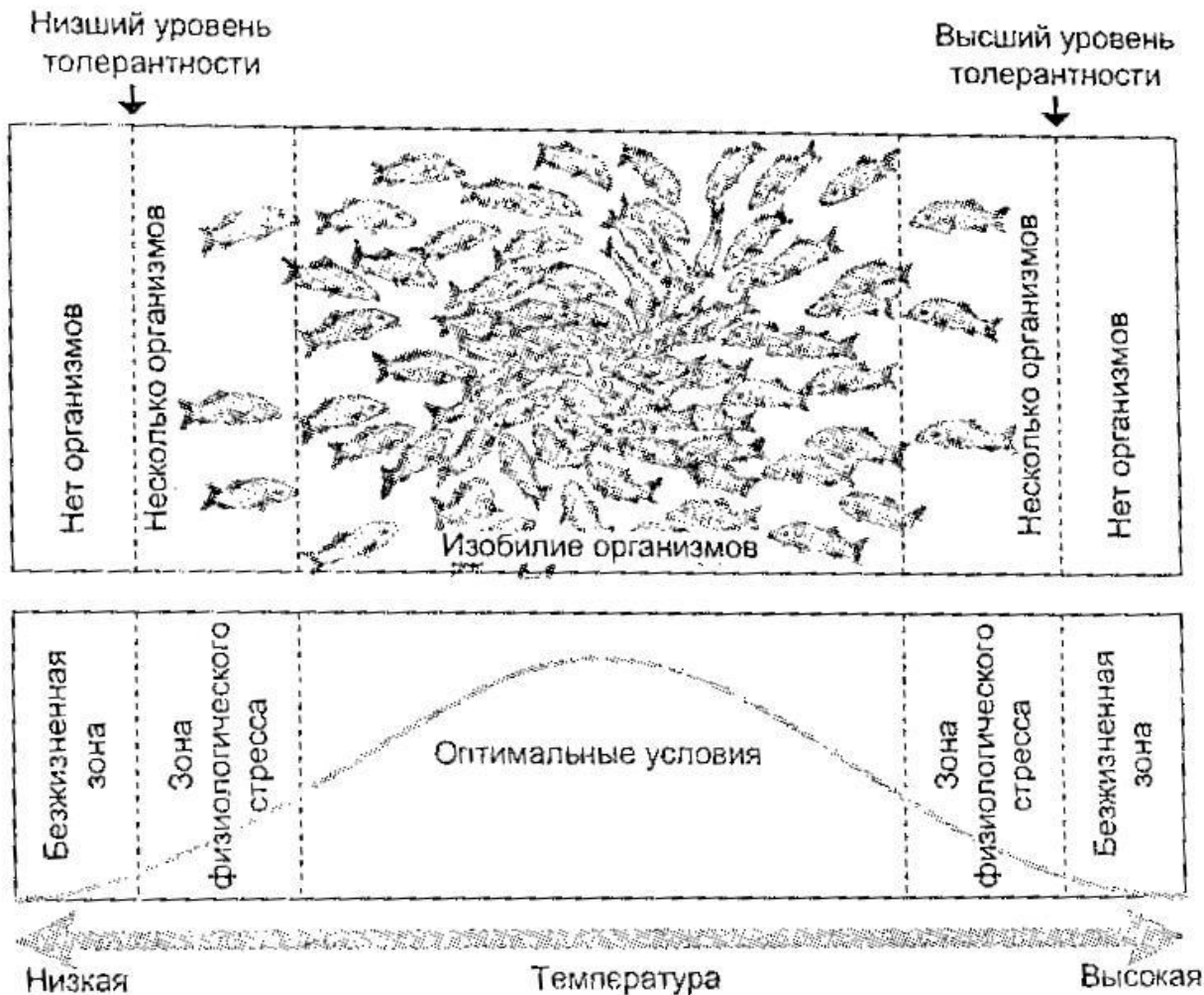
— эврифаги (всеядные) - которые могут поедать как растительную, так и животную пищу. Примерами являются свиньи, крысы, лисы, тараканы, а также человек.

**Редуценты** (восстановители) возвращают вещества из отмерших организмов снова в неживую природу, разлагая органику до простых неорганических соединений и элементов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Возвращая в почву или водную среду биогенные элементы, они тем самым завершают биохимический круговорот. Существует два основных класса редуцентов; детритофаги и деструкторы.

**Детритофаги** напрямую потребляют мертвые организмы или органические остатки. К ним можно отнести, например, крабов, шакалов, термитов, дождевых червей, многоножек, муравьев и грифов.



Причиной того, что организмы не могут быть распространены повсюду, является то, что виды и отдельные организмы различных видов имеют определенный **диапазон толерантности** по отношению к колебанию химических и физических факторов окружающей среды, таких как температура.



Диапазон толерантности, популяция организмов одного вида по отношению к абиотическому фактору среды — в данном случае к температуре.

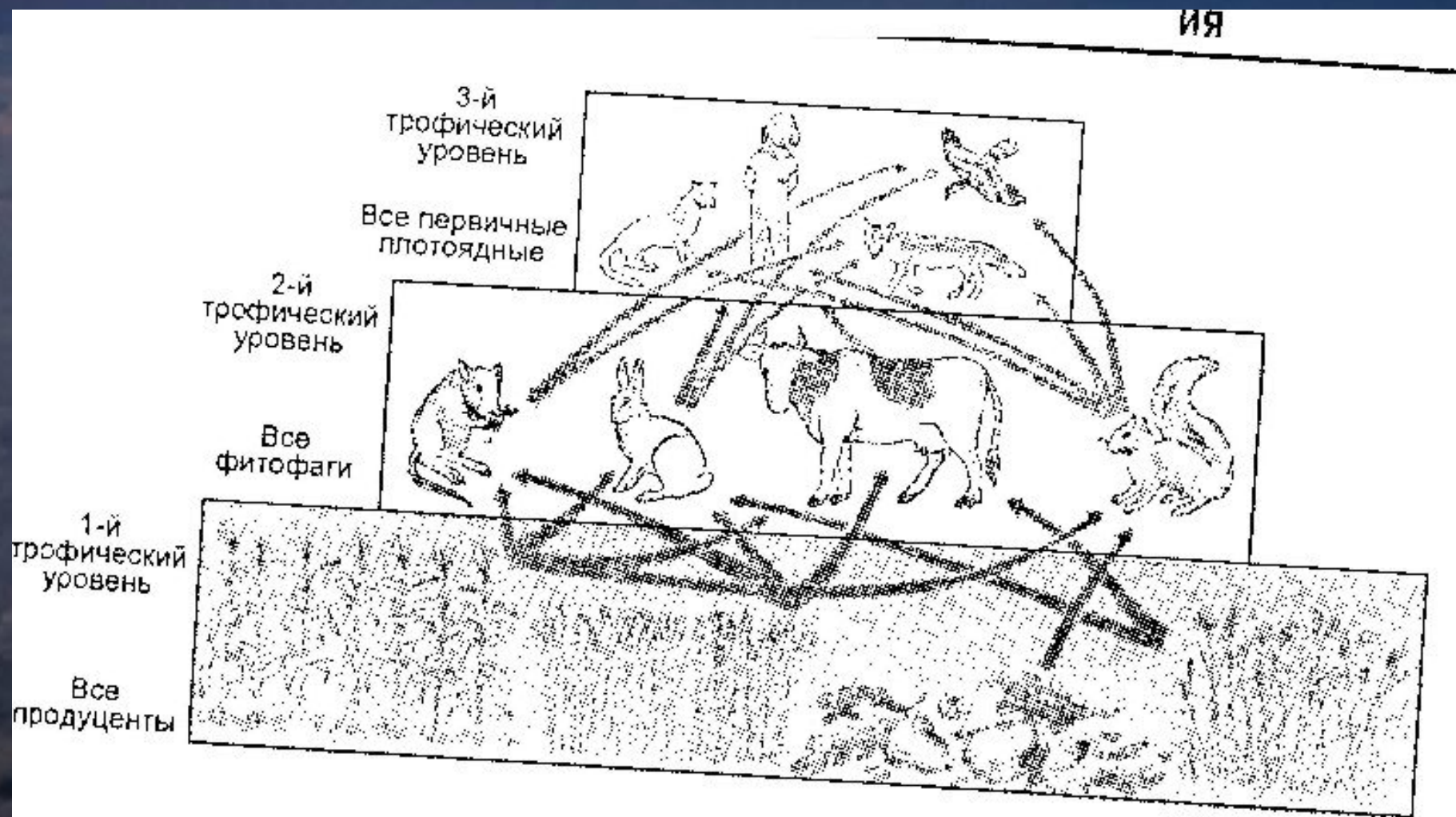


Все организмы, живые или мертвые, потенциально являются пищей для других организмов. Последовательность организмов, в которой каждый из них съедает или разлагает другой, называется **пищевой цепью**. В природе они редко изолированы друг от друга, в подавляющем большинстве случаев взаимосвязаны и образуют сложную **пищевую сеть**.



Простая пищевая цепь

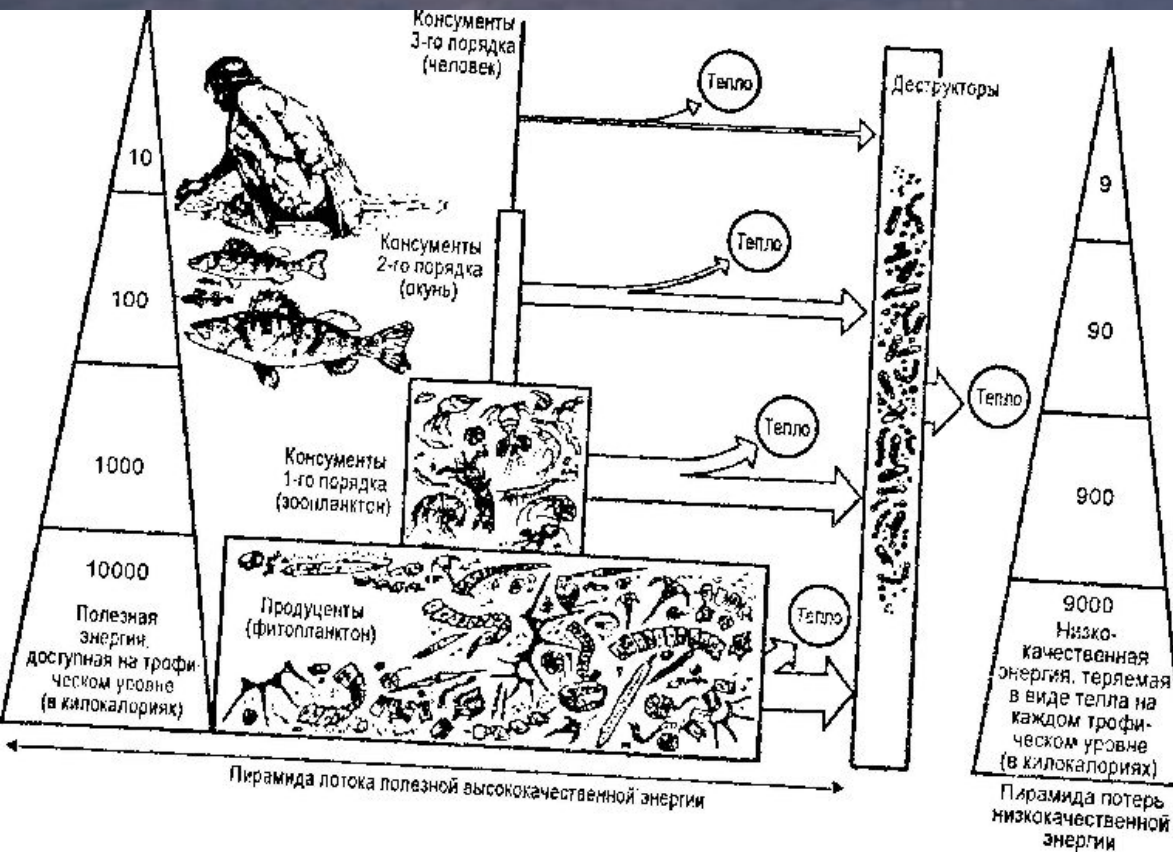
В продуценты относятся к первому трофическому уровню, все первичные консументы, питающиеся продуцентами, — ко второму трофическому уровню и т. д. Концепция пищевых цепей помогает проследить круговорот химических элементов и потоки энергии в экосистеме.





# Пирамиды энергетических потоков.

Пищевые (трофические) цепи внутри каждой экосистемы имеют хорошо выраженную структуру, которая является следствием длительной эволюции биосферы, и определяют продуктивность количеством организмов, представленных на каждом уровне различных пищевых цепей. Таким образом, образующиеся **экологические пирамиды выражают трофическую структуру экосистемы**, характеризуемую численным значением видов, биомасс и энергий.



Эти пирамиды отражают две фундаментальные характеристики:  
— их высота пропорциональна длине пищевой цепи, числу содержащихся в ней трофических уровней;  
— их форма отражает эффективность превращений энергии при переходе от одного уровня к другому.



# Круговорот веществ в природе

Круговорот веществ и энергии в природе складывается из нескольких взаимосвязанных процессов:

1. Регулярно повторяющийся или непрерывный приток энергии, а также образование и синтез новых соединений,
2. Постоянный или периодический перенос и перераспределение энергии, вынос и направленное перемещение синтезированных соединений под влиянием физических, химических и биологических агентов.
3. Направленное ритмическое или периодическое последовательное преобразование, разложение и деструкция (разрушение) синтезированных ранее соединений под влиянием биогенных или абиогенных воздействий среды.
4. Постоянное или периодическое образование простейших минеральных и органоминеральных компонентов в газообразном, жидком или твердом состоянии, которые играют роль составных компонентов для новых — очередных — синтетических циклов круговорота веществ.

## Круговорот углерода

В кругообороте углерода а точнее наиболее подвижной его формы —  $\text{CO}_2$ , четко прослеживается трофическая цепь: *продуценты*, улавливающие углерод из атмосферы при фотосинтезе, *консументы* — поглощающие углерод вместе с телами продуцентов и консументов низших порядков, *редуцентов* — возвращающих углерод вновь в круговорот. Скорость оборота  $\text{CO}_2$  составляет порядка 300 лет (полная его замена в атмосфере). Главным резервуаром биологически связанного углерода являются леса, они содержат 500 млрд. т этого элемента, что составляет 3/3 его запаса в атмосфере. Вмешательство человека в круговорот этого элемента приводит к возрастанию содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, Особую роль в современном круговороте углерода играет массовое сжигание органических веществ и постепенное возрастание содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, вызывающее так называемый «парниковый эффект».



# Круговорот фосфора

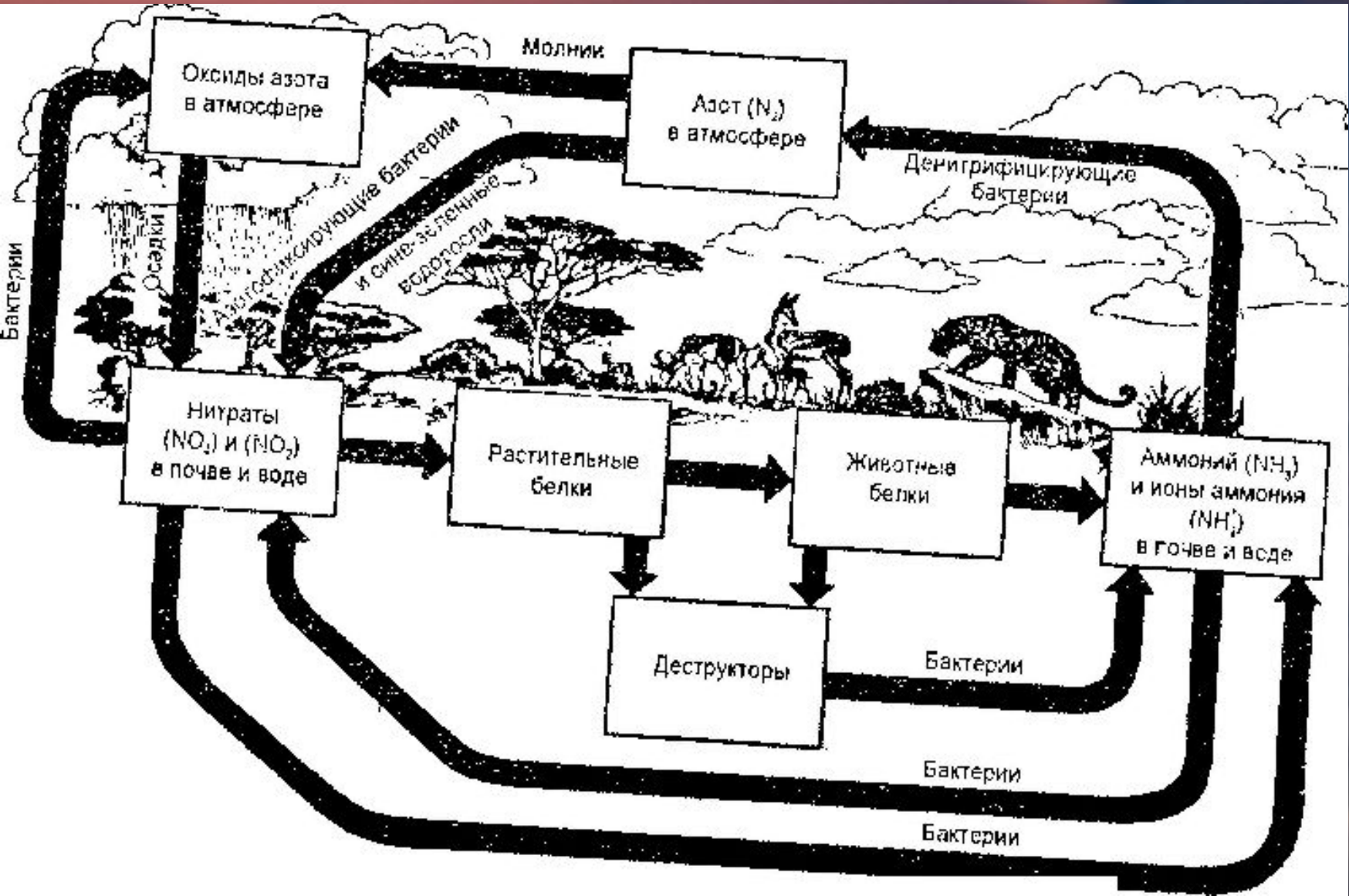
Фосфор, главным образом в виде фосфат-ионов ( $\text{PO}_4^{3-}$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), является важным питательным элементом как для растений, так и для животных. Он входит в состав молекул ДНК, несущих генетическую информацию; молекул АТФ и АДФ, в которых запасается необходимая для организмов химическая энергия, используемая при клеточном дыхании; молекул жиров, образующих клеточные мембраны в растительных и животных клетках; а также веществ, входящих в состав костей и зубов. Общий круговорот фосфора можно разделить на две части — водную и наземную.

Фосфор медленно перемещается из фосфатных месторождений на суше и мелководных океанических осадков к живым организмам и затем обратно. Фосфор, высвобождаемый при медленном разрушении (или выветривании) фосфатных руд, растворяется почвенной влагой и поглощается корнями растений.

Животные получают необходимый им фосфор, поедая растения или других растительноядных животных. Значительная часть этого фосфора в виде экскрементов животных и продуктов разложения мертвых животных и растений возвращается в почву.

# Круговорот азота

Круговорот азота охватывает все области биосферы.





Поглощение его растениями ограничено, так как они усваивают азот только в форме соединения его с водородом и кислородом ( $\text{NO}_3$  и  $\text{NH}_4$ ). И это при том, что запасы азота в атмосфере неисчерпаемы (78% от ее объема).

Азот возвращается в атмосферу вновь с выделенными при гниении газами. Правда, часть его окисляется в воздухе — во время грозных разрядов — и поступает в почву с дождевой водой, но таким способом его фиксируется в 10 раз меньше, чем с помощью бактерий.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ В ЭКОСИСТЕМАХ.

**Экологическая ниша** — это комплекс всех физических, химических и биологических факторов среды, которые необходимы тому или иному биологическому виду для жизни, роста и размножения в данной экосистеме. Понятие ниши включает в себя и роль организма в экосистеме. Известная аналогия утверждает, что местообитание организма — это его «адрес» в экосистеме, тогда как его экологическая ниша — его «род занятий» и «стиль жизни».

Знание экологической ниши позволяет ответить на вопросы, как, где и чем питается вид, чьей добычей он является, каким образом и где он отдыхает и размножается.



***Внутривидовые взаимодействия*** - означают объединение животных одного вида в группы по две или более особей. Внутривидовая конкуренция проявляется в основном в территориальном поведении животных, которые защищают места своих гнездовых и известную площадь в округе. Таковы взаимодействия многих птиц и рыб.

***Межвидовые взаимоотношения*** - значительно более разнообразив. Два живущих рядом вида могут вообще никак не влиять друг на друга, могут влиять благоприятно или неблагоприятно.

**Хищничество** — это когда отдельная особь одного вида, называемого *хищником*, питается организмами (или частями организмов) другого вида, называемого *жертвой*, причем хищник живет отдельно от жертвы, В таких случаях говорят, что эти два вида организмов вовлечены в отношения типа *хищник—жертва*,

**Нейтрализм** — оба вида независимы и не оказывают никакого воздействия друг на друга. В этом случае виды не связаны непосредственно друг с другом и даже не контактируют между собой. Например, совы и лисы, змеи и тигры, и т. п.

**Аменсализм** — это такие биотические отношения, при которых происходит торможение роста одного вида (*амеисала*) продуктами выделения другого. Лучше всего они изучены у растений и микроорганизмов, которые в борьбе с конкурентами за ресурсы применяют различные ядовитые вещества и это явление называют *аллелопатией*.



# ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ЭКОСИСТЕМЫ.

1. Массовым потреблением продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, преимущественно в энергетических целях. Уничтожением до 70% биоты, сокращением ее разнообразия, что подрывает генофонд планеты. В связи с этим в биосфере химическое равновесие смещается в сторону, противоположную глобальному процессу фотосинтеза. Это неизбежно приводит к росту содержания углекислого газа в биосфере и уменьшению содержания свободного кислорода. Под угрозой находится защитный экран биосферы — озоновый слой.

2. Возрастающим количеством механически извлекаемого материала литосферы — ростом интенсивности разработки месторождений полезных ископаемых. Сейчас он превышает 100 млрд. т. в год, что в 4 раза больше массы материала, выносимого речным стоком в Мировой океан в процессе денудации суши. Невиданными темпами экономического развития, результатом которого является все возрастающее давление на среду обитания.

3. Процессы в ноосфере приводят к рассеиванию энергии Земли, а не к ее накоплению, что было характерно для биосферы до появления человека. Возникает важная энергетическая проблема, связанная с климатическими изменениями в биосфере.

4. В ноосфере в массовом количестве создаются вещества, ранее в биосфере отсутствовавшие, в том числе чистые металлы, органические соединения. Происходит металлизация биосферы.

5. Для ноосферы характерно появление новых трансурановых химических элементов в связи с ядерной технологией и ядерной энергетикой. Происходит овладение ядерной энергией за счет деления тяжелых ядер. В недалеком будущем предвидится овладение термоядерной энергией за счет синтеза легких ядер, что позволит в значительной мере отказаться от горючих полезных ископаемых в качестве источника энергии.



6. Ноосфера выходит за пределы биосферы в связи с огромным, прогрессом научно-технической революции. Возникла космонавтика, обеспечивающая выход человека в мировое пространство. Происходит освоение солнечного пространства, создаются предпосылки искусственного создания биосфер на других планетах. В целом в связи с образованием ноосферы наша планета переходит в новое качество. *Если биосфера — это сфера Земли, то ноосфера — это уже сфера Солнечной системы*, Ноосфера в будущем станет особой областью Солнечной системы в познавательных и производственно-хозяйственных целях человеческого общества. Однако надо помнить об ограниченности ресурсов биосферы и необходимости сохранения среды обитания как колыбели Жизни и Человечества. В ноосфере важное значение приобретает духовная сторона — уровень развития культуры, уровень ее экологизации.