

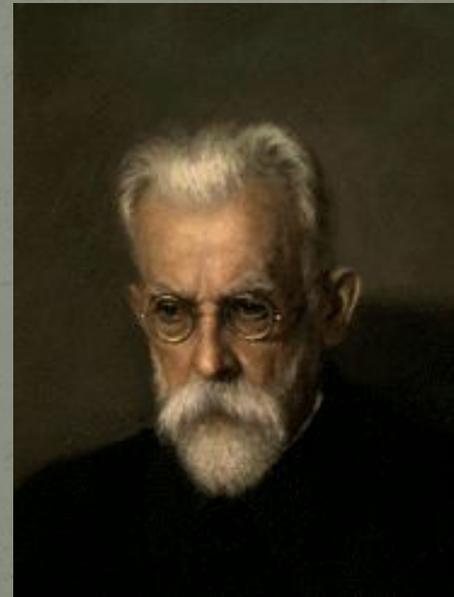
Биосфера

Границы биосферы

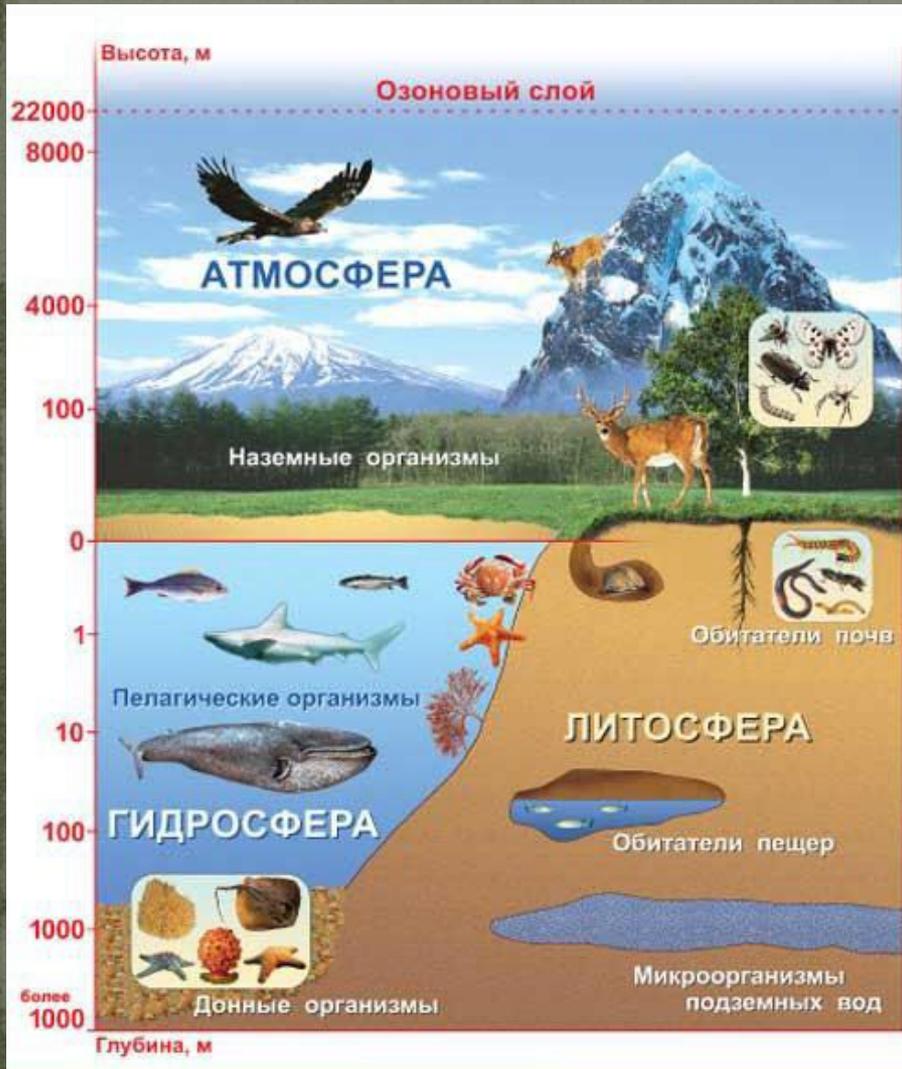
Термин "биосфера" (от греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — пленка) был предложен австралийским ученым Э.Зюссом (1831 — 1914), который понимал под биосферой совокупность живых организмов Земли.

Учение о биосфере разработано российским ученым, академиком В.И.Вернадским (1863 — 1945). В.И.Вернадский распространил понятие биосферы не только на живые организмы, но и на геологические оболочки, заселенные ими.

В 1926 году вышла его книга "Биосфера", в которой он показал, что деятельность живых организмов изменяет геологические оболочки Земли и создает биосферу.



Границы биосферы

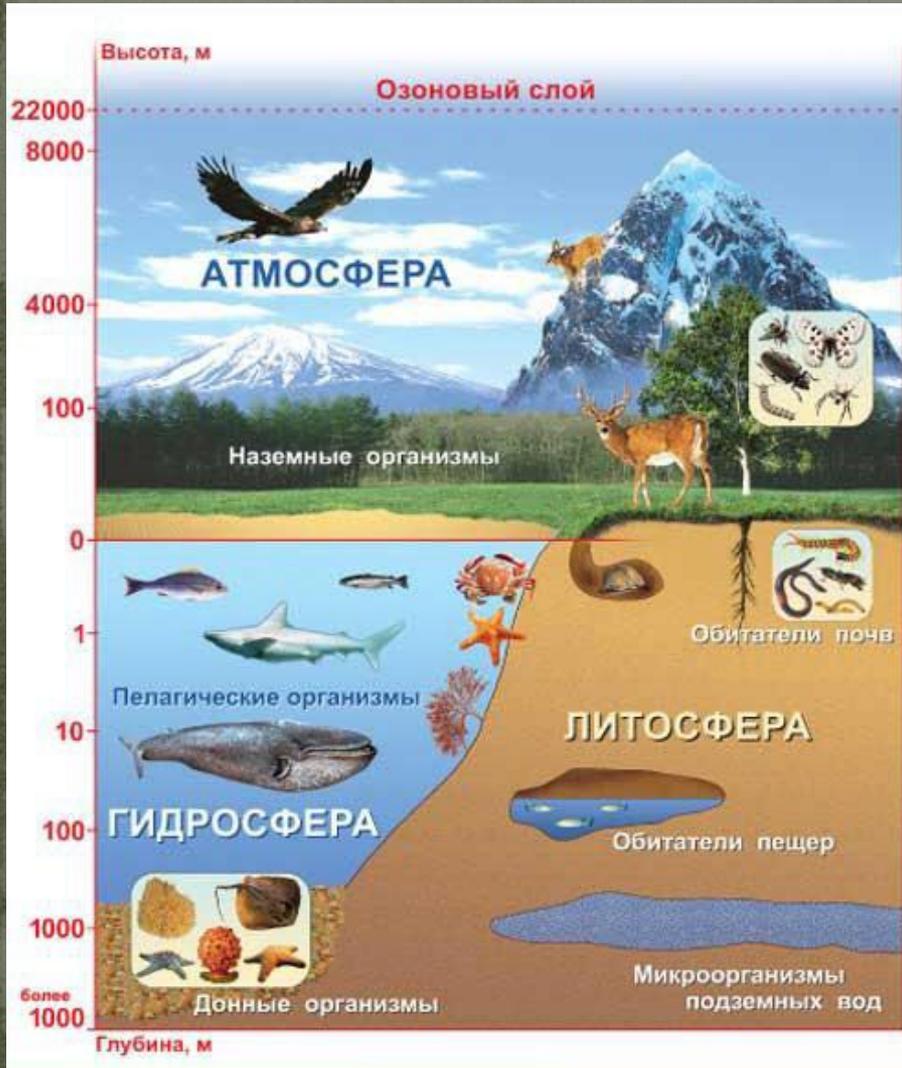


К неживой природе относятся верхняя часть *литосферы*, *гидросфера*, нижняя часть *атмосферы*. Эти геологические оболочки связаны круговоротом веществ и потоками энергии, которые протекают в различных биogeоценозах.

Биogeоценоз является элементарной структурной единицей биосферы, а сама биосфера представляет собой глобальную экологическую систему — *экосферу*.



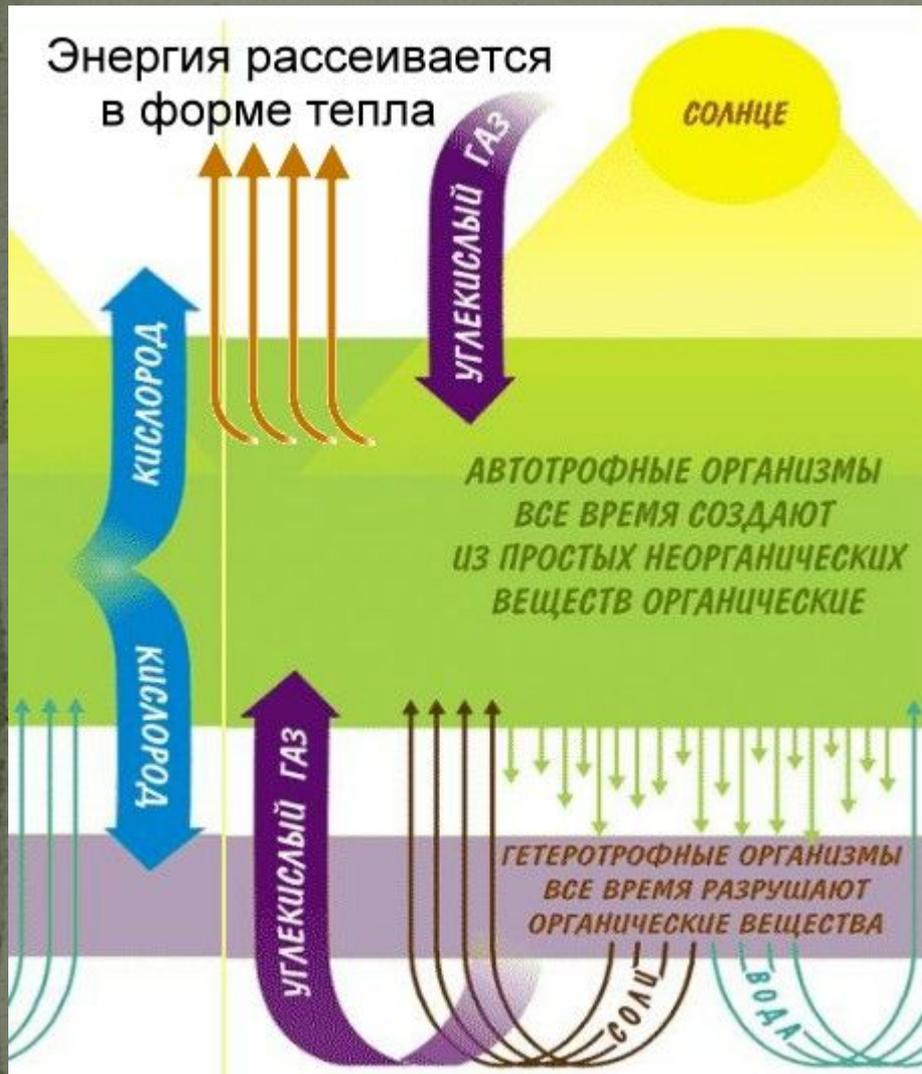
Границы биосферы



Биосфера — открытая система, источником энергии для ее существования является солнечный свет.

В.И.Вернадский, подчеркивая роль живого вещества, писал: "Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих материю земной поверхности. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет. На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом".

Границы биосферы



Энергия солнечного света в процессе фотосинтеза преобразуется в энергию химических связей образованного органического вещества растений, которое во время дыхания частично используется самими растениями.

Другая часть образованной органики является строительным материалом и источником энергии для многочисленных гетеротрофов. При разрушении неживой органики остатки энергии теряются в виде теплового излучения.

Вещества биосферы

Все вещества биосферы подразделяются на четыре группы:

живое вещество — совокупность живых организмов Земли;

косное вещество — вещество неживой природы (песок, глина, гранит, базальт);

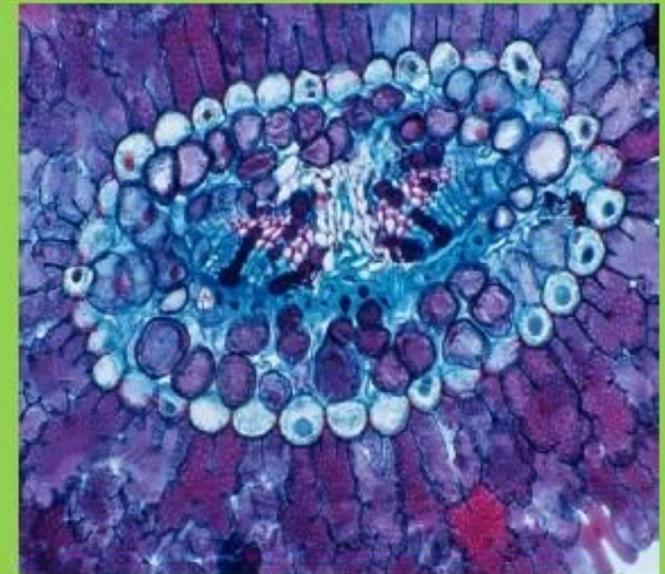
биокосное вещество — результат взаимодействия живых организмов с неживой природой (вода, почва, ил);

биогенное вещество — вещества, создаваемые в результате жизнедеятельности организмов (осадочные породы, каменный уголь, нефть).



Роль живого вещества в биосфере

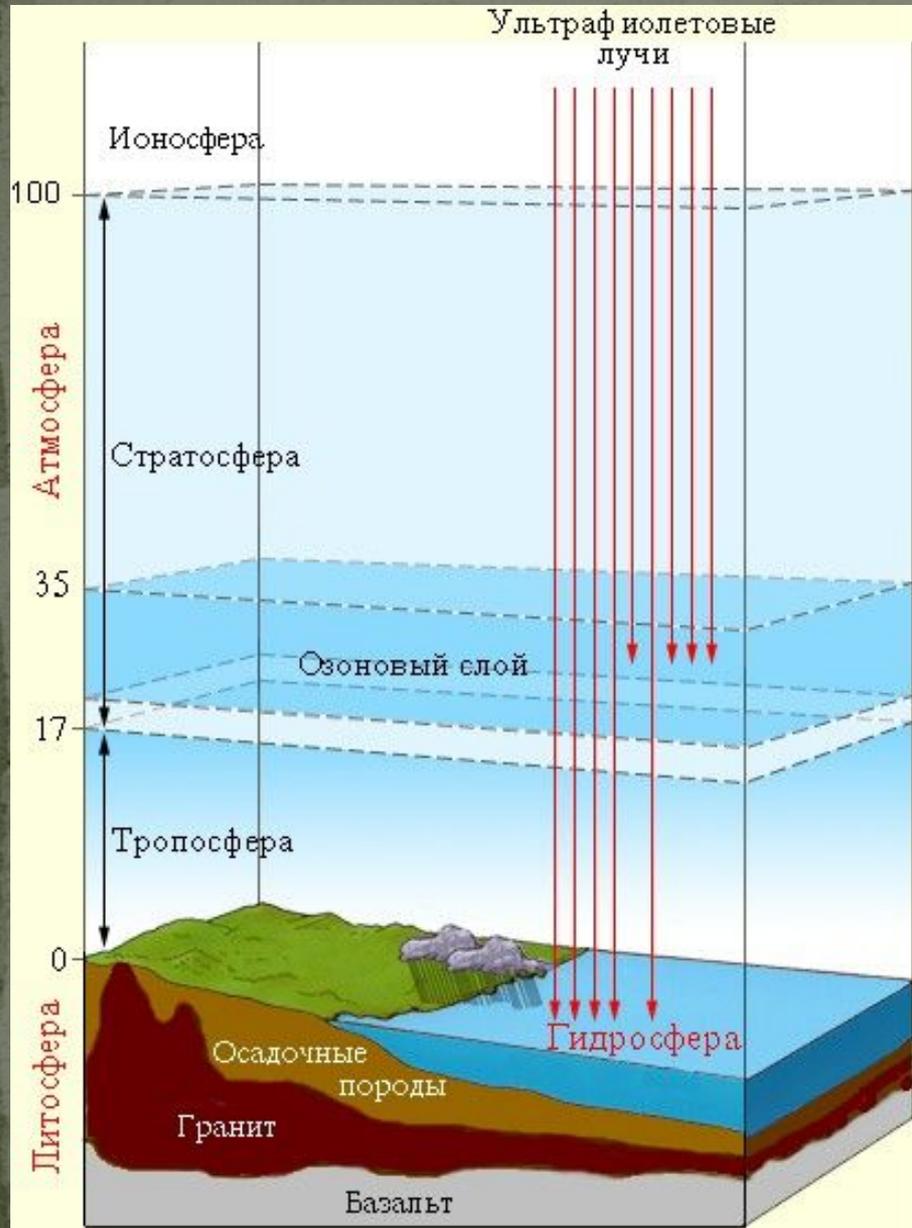
Основное внимание в учении о биосфере В. И. Вернадский уделял роли живого вещества. Ученый писал: «Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей». Благодаря способности к росту, размножению и расселению, в результате обмена веществ и преобразования энергии живые организмы способствуют миграции химических элементов в биосфере.



Функции живого вещества

| Функции | Краткая характеристика происходящих процессов |
|------------------|---|
| Энергетическая | Поглощение солнечной энергии при фотосинтезе; передача энергии по пищевой цепи разнородного живого вещества |
| Концентрационная | Извлечение и накопление живыми организмами биогенных элементов из окружающей среды для построения тела |
| Деструктивная | Разложение остатков мертвых организмов; превращение живого вещества в косное |
| Средообразующая | Преобразование физико-химических параметров среды (главным образом, за счет небиогенного вещества) |
| Транспортная | Перенос вещества против силы тяжести и в горизонтальном направлении |

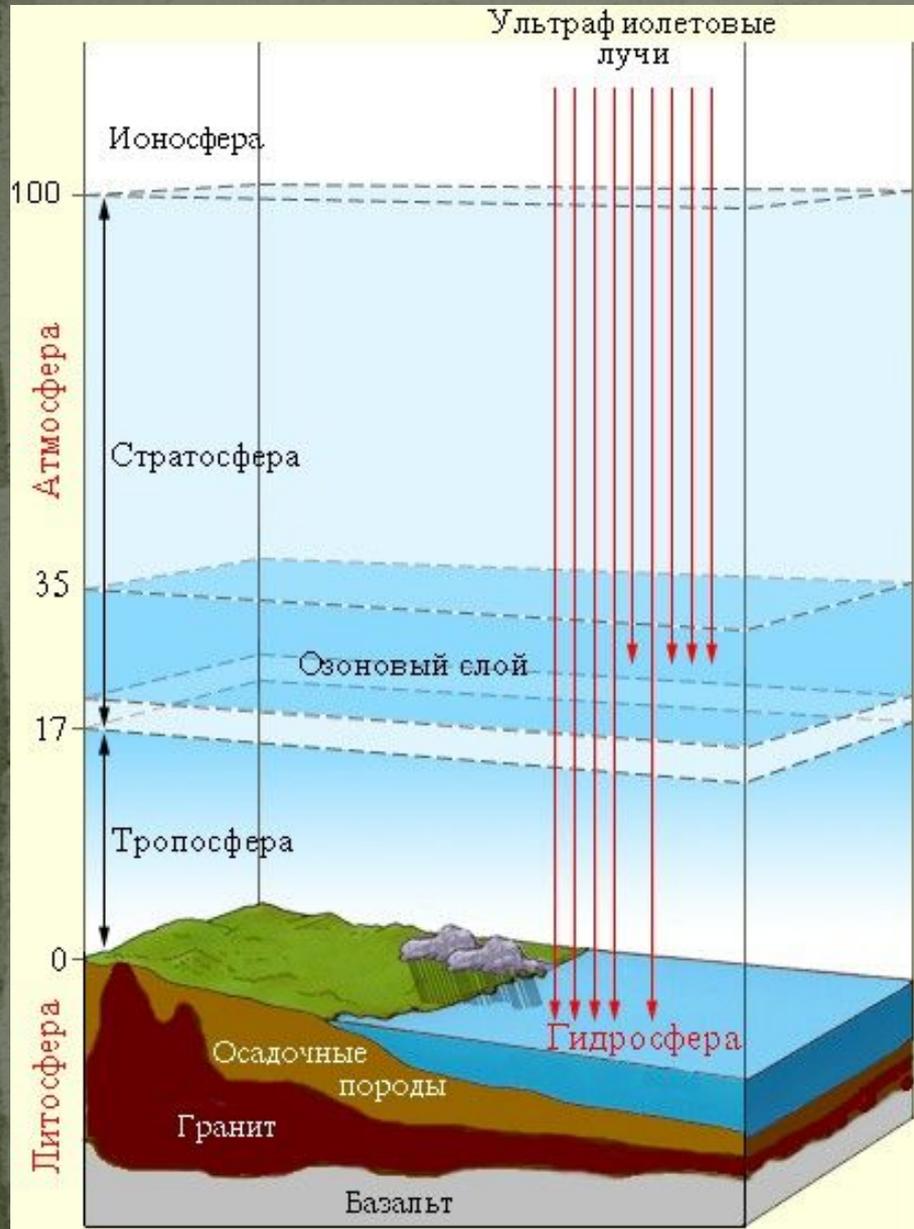
Геологические оболочки



В неживой природе биосферы (косное вещество биосферы) В.И. Вернадский различал три геологические оболочки: *литосферу, атмосферу и гидросферу*, которые в результате воздействия живых организмов стали биокосным веществом.

Литосфера, "каменная оболочка" Земли, представляет собой верхнюю часть земной коры, измененной в результате физического, химического и биологического воздействия, чаще ее называют просто почвой. Состоит из осадочных пород, ниже которых находятся гранитный и базальтовые слои.

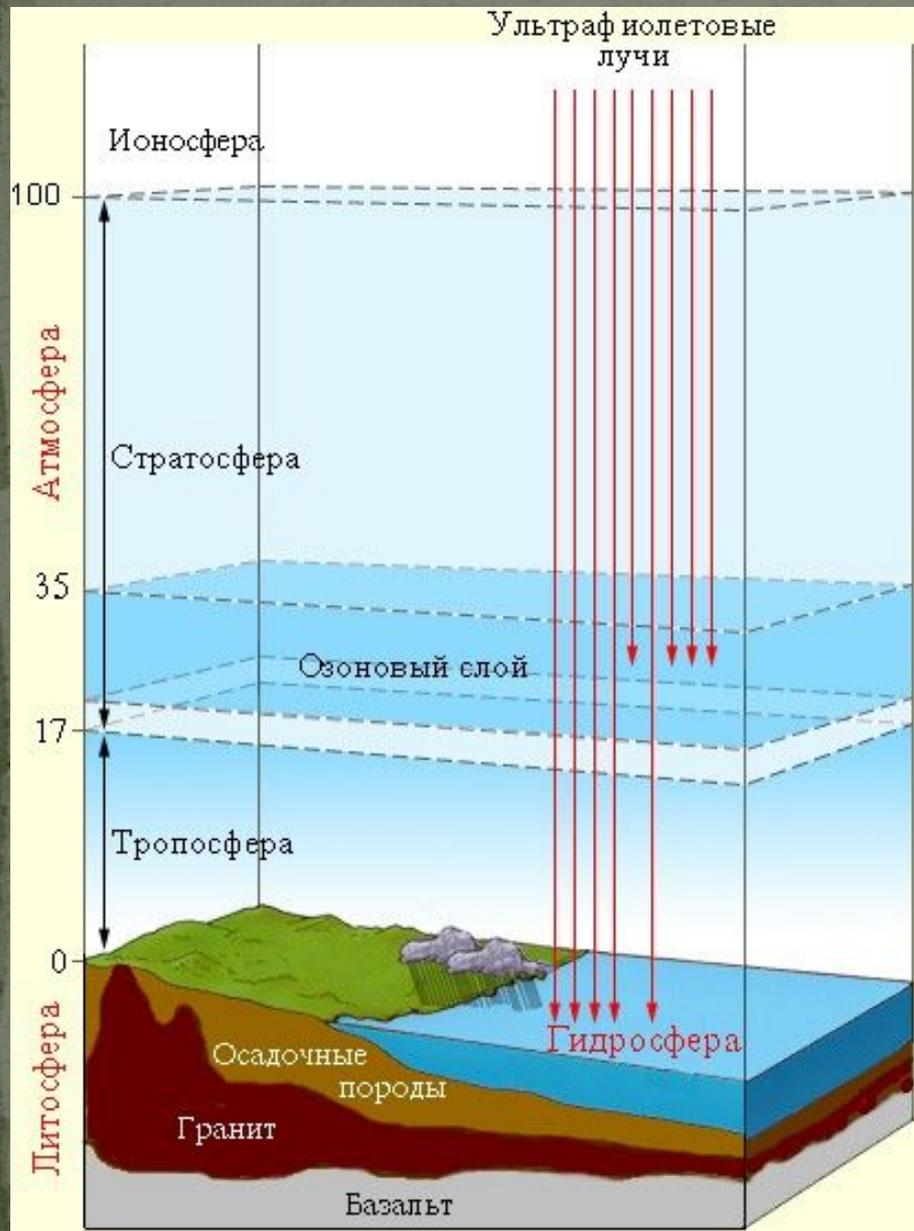
Геологические оболочки



Нижняя граница жизни в литосфере проходит на уровне 4—7 км, ниже проникновение жизни ограничено воздействием высоких температур, отсутствием воды. Наиболее заселены поверхность Земли и верхний слой почвы.

Гидросфера "водная оболочка" образована Мировым океаном, который занимает около 71% поверхности земного шара, и водоемами суши — реками, озерами — около 5%. Много воды находится в подземных водах и ледниках.

Геологические оболочки



Гидросфера заселена по всей толщине, живые организмы представлены *бентосом*, *планктоном* и *нектоном*.

Атмосфера подразделяется на *тропосферу*, нижнюю часть атмосферы, высота которой доходит до 20 км, выше находится *стратосфера* (до 100 км), еще выше *ионосфера*.

Заселена только тропосфера, верхняя граница жизни проходит на высоте около 20 км, куда восходящие потоки воздуха заносят споры микроорганизмов.

Биомасса биосферы



Биомасса биосферы составляет примерно 0,01% от массы косного вещества биосферы, причем около 99% процентов биомассы приходится на долю растений, на долю консументов и редуцентов — около 1%.

На континентах преобладают растения (99,2%), в океане — животные (93,7%).

Биомасса суши в 1000 раз больше биомассы мирового океана, она составляет почти 99,9%. Это объясняется большей продолжительностью жизни и массой продуцентов на поверхности Земли.

Биомасса биосферы

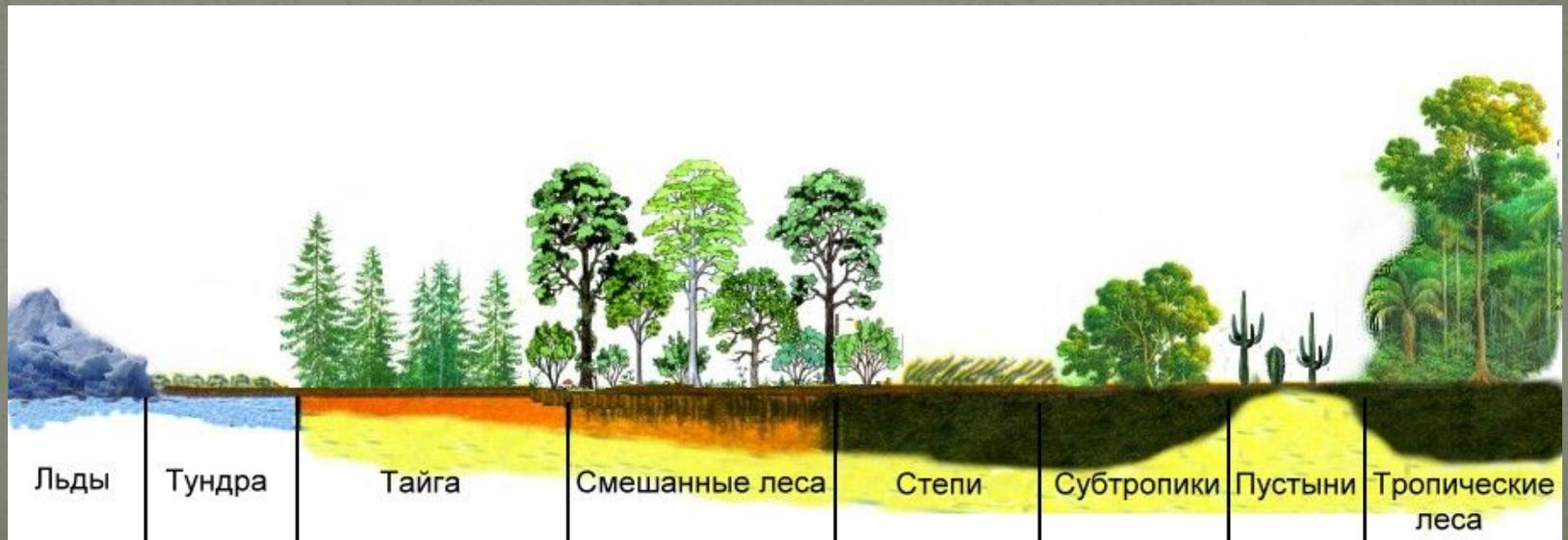


У наземных растений использование солнечной энергии для фотосинтеза достигает 0,1%, а в океане — только 0,04%. *На океан приходится около 1/3 фотосинтеза*, происходящего на всей планете.

58% солнечной энергии поглощается атмосферой и почвой, 42% отражается Землей в мировое пространство.

Биомасса биосферы

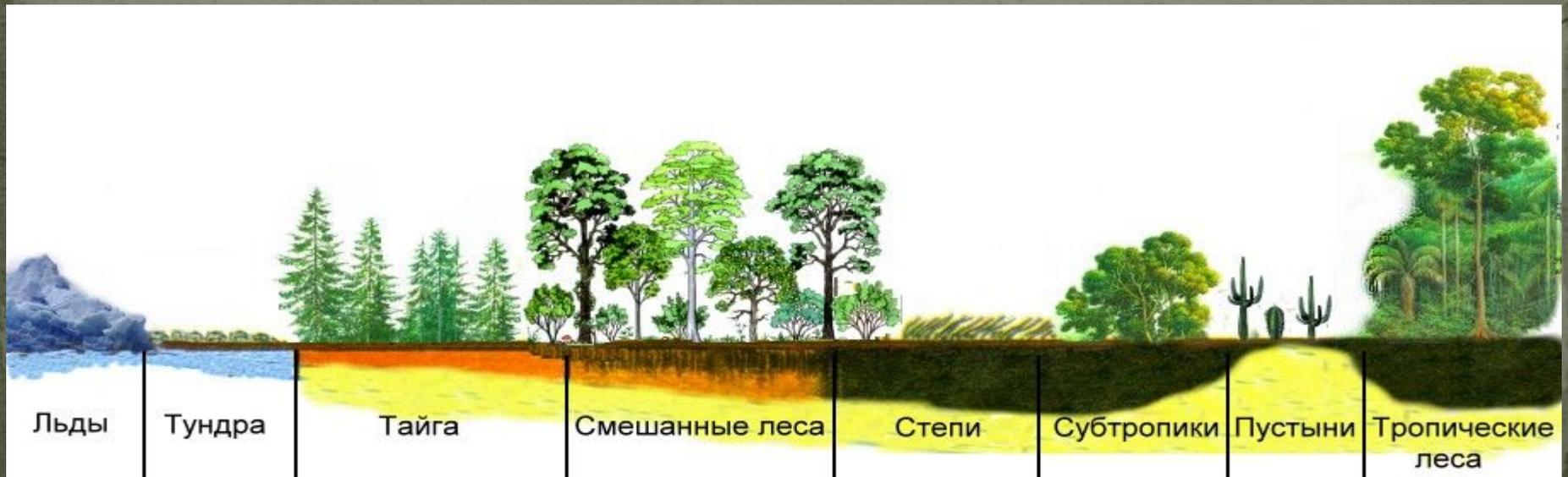
Биомасса различных участков поверхности Земли зависит от климатических условий — температуры, количества выпадаемых осадков. Суровые климатические условия тундры — низкие температуры, вечная мерзлота, короткое холодное лето сформировали своеобразные растительные сообщества с небольшой биомассой и небольшим числом видов — около 500. Растительность тундры представлена лишайниками, мхами, стелющимися карликовыми формами деревьев, травянистой растительностью, выдерживающей такие экстремальные условия.



Биомасса биосферы

Биомасса тайги, затем смешанных и широколиственных лесов постепенно увеличивается. Зона степей сменяется субтропической и тропической растительностью, где биомасса максимальна.

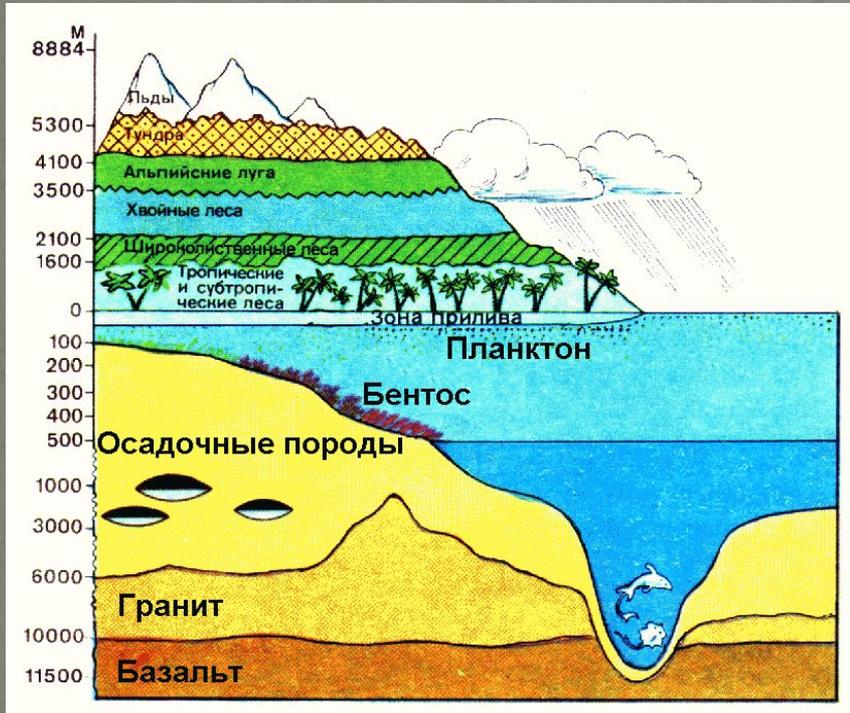
Растительный покров обеспечивает органическим веществом и всех обитателей почвы — животных (позвоночных и беспозвоночных), грибы и огромное количество бактерий. Бактерии и грибы — редуценты, они играют значительную роль в круговороте веществ биосферы, *минерализуя* органические вещества. "Великие могильщики природы" — так назвал бактерии Л.Пастер.



Биомасса биосферы

Бентосные организмы (от греч. benthos — глубина) ведут придонный образ жизни, живут на грунте и в грунте. Фитобентос образован различными растениями — зелеными, бурыми, красными водорослями, которые произрастают на различных глубинах:

на небольшой глубине зеленые, затем бурые, глубже — красные водоросли которые встречаются на глубине до 200 м. Зообентос представлен животными — моллюсками, червями, членистоногими и др. Многие приспособились к жизни даже на глубине более 11 км.



Биомасса биосферы

Планктонные организмы (от греч. planktos — блуждающий) — обитатели толщи воды, они не способны самостоятельно передвигаться на большие расстояния, представлены фитопланктоном и зоопланктоном. К фитопланктону относятся одноклеточные водоросли, цианобактерии, которые находятся в морских водоемах до глубины 100 м и являются основным продуцентом органических веществ — у них необычайно высокая скорость размножения.

1. Водоросли (фитопланктон) создают с помощью солнечного света органическое вещество.

2. Растительноядный зоопланктон, состоящий в основном из рачков — потребители первого уровня. Они поедают фитопланктон.

3. Рыбы (например сельдь) поедают зоопланктон. Сельдь — потребитель второго уровня.

4. Сельдью в свою очередь питаются такие крупные рыбы, как треска, — потребитель третьего уровня.

5. Треска может стать добычей огромной сельдевой акулы — потребителя четвертого уровня.

6. У акулы нет потребителей в живом виде (кроме паразитов), но когда она умрет, труп ее потребят разлагатели (главным образом бактерии).



Биомасса биосферы

Зоопланктон — это морские простейшие, кишечнополостные, мелкие ракообразные. Для этих организмов характерны вертикальные суточные миграции, они являются основной пищевой базой для крупных животных — рыб, усатых китов.

Нектонные организмы (от греч. nekton — плавающий) — обитатели водной среды, способные активно передвигаться в толще воды, преодолевая большие расстояния. Это рыбы, кальмары, китообразные, ластоногие и другие животные.

1. Водоросли (фитопланктон) создают с помощью солнечного света органическое вещество.

2. Растительноядный зоопланктон, состоящий в основном из рачков — потребители первого уровня. Они поедают фитопланктон.

3. Рыбы (например сельдь) поедают зоопланктон. Сельдь — потребитель второго уровня.

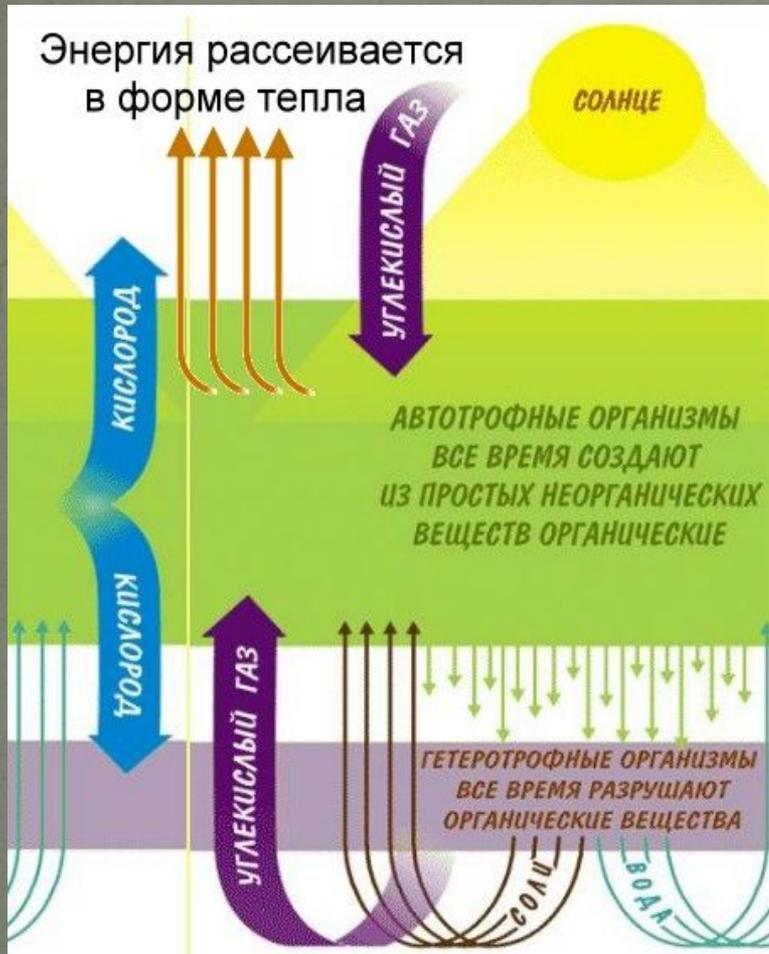
4. Сельдью в свою очередь питаются такие крупные рыбы, как треска, — потребитель третьего уровня.

5. Треска может стать добычей огромной сельдевой акулы — потребителя четвертого уровня.

6. У акулы нет потребителей в живом виде (кроме паразитов), но когда она умрет, труп ее потреплют разлагатели (главным образом бактерии).



Круговорот углерода



В биосфере совершается постоянный круговорот активных элементов, биогенная миграция.

Различают биогенную миграцию *первого рода*, которая совершается микроорганизмами, *второго рода* – многоклеточными организмами. Миграция *первого рода* превышает миграцию *второго рода*.

Человечество осуществляет миграцию *третьего рода*.

- **Углерод** существует в природе во многих формах, в том числе в составе органических соединений. Неорганическое вещество, лежащее в основе биогенного круговорота этого элемента, – диоксид углерода (CO_2). Он входит в состав атмосферы, а также находится в растворенном состоянии в гидросфере.
- **Основная масса углерода в земной коре находится в связанном состоянии.** Важнейшие минералы углерода – карбонаты, количество углерода в них оценивается в $9,6 \cdot 10^{15}$ т. Разведанные запасы горючих ископаемых (уголь, нефть, шунгит, битумы, торф, сланцы, газы) содержат около $1 \cdot 10^{13}$ т углерода, что соответствует средней скорости накопления 7 млн т /год. Это количество по сравнению с массой циркулирующего углерода незначительное и как бы выпадает из круговорота и теряется в нем.
- Содержание углекислоты в атмосфере около 0,03 %, в почвенном воздухе – на порядок больше.

- **Круговорот углерода** – самый интенсивный. Источником первичной углекислоты биосферы считается вулканическая деятельность. В современной биосфере на выделение CO_2 из мантии Земли при вулканических извержениях приходится не более 0,01 %, и одним из основных источников углекислоты в атмосфере является дыхание. Включение углерода в состав органических веществ происходит благодаря растительным фотосинтезирующим организмам. Растительность постоянно обменивается веществом и энергией с атмосферой и почвой и, таким образом, круговорот углерода представляет собой сложную взаимозависимую цепь обменных процессов в системе «атмосфера-растительность-почва-атмосфера».
- В круговороте углерода можно выделить два важнейших звена, имеющих планетарные масштабы и связанные с выделением и поглощением кислорода (рис. 11):
- фиксация CO_2 в процессе фотосинтеза и генерация кислорода (агенты – растения);
- минерализация органических веществ (разложение до CO_2) и затрата кислорода (основные агенты – микроорганизмы; на животных, например, приходится от 4 до 10–15 % эмиссии углекислоты).
- Микроорганизмы и животные-деструкторы разлагают мертвые растения и погибших животных, в результате чего углерод мертвого органического вещества окисляется до диоксида углерода и снова попадает в атмосферу.

•Круговорот азота в биосфере

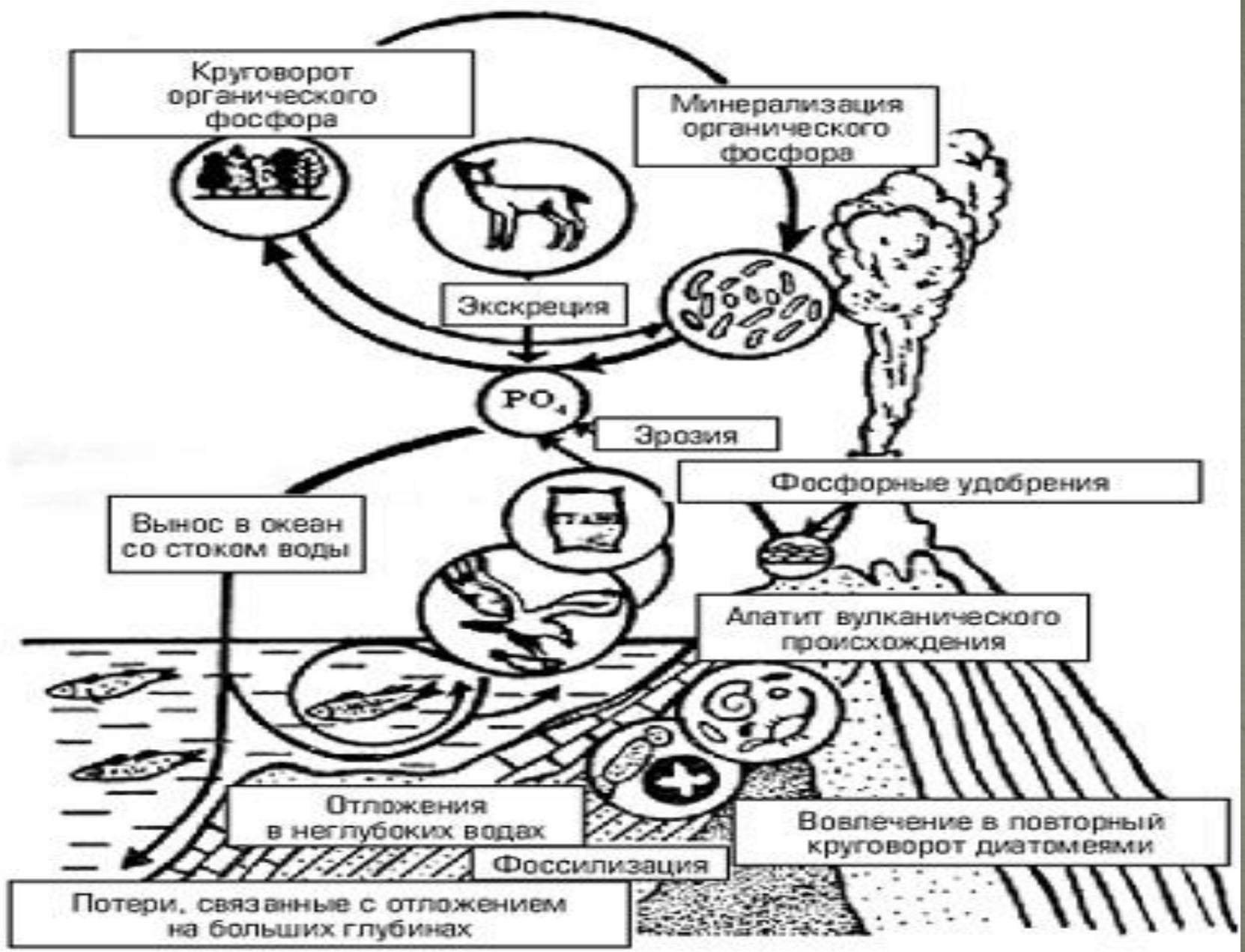
- В атмосфере и живом веществе содержится менее 2% всего азота на Земле, но именно он поддерживает жизнь на планете. Азот входит в состав важнейших органических молекул — ДНК, белков, липопротеидов, АТФ, хлорофилла и др. В растительных тканях его соотношение с углеродом составляет в среднем 1 : 30, а в морских водорослях 1 : 6. Биологический цикл азота поэтому также тесно связан с углеродным.
- Молекулярный азот атмосферы недоступен растениям, которые могут усваивать этот элемент только в виде ионов аммония, нитратов или из почвенных или водных растворов. Поэтому недостаток азота часто является фактором, лимитирующим первичную продукцию — работу организмов, связанную с созданием органических веществ из неорганических. Тем не менее атмосферный азот широко вовлекается в биологический круговорот благодаря деятельности особых бактерий (азотфиксаторов).
- В круговороте азота большое участие также принимают аммонифицирующие микроорганизмы. Они разлагают белки и другие содержащие азот органические вещества до аммиака. В аммонийной форме азот частью вновь поглощается корнями растений, а частью перехватывается нитрифицирующими микроорганизмами, что противоположно функциям группы микроорганизмов — денитрификаторов.

КРУГОВОРОТ АЗОТА



•Круговорот фосфора в биосфере

- Этот элемент, необходимый для синтеза многих органических веществ, включая АТФ, ДНК, РНК, усваивается растениями только в виде ионов ортофосфорной кислоты (PO_4^{3-}). Он относится к элементам, лимитирующим первичную продукцию и на суше, и особенно в океане, поскольку обменный фонд фосфора в почвах и водах невелик. Круговорот этого элемента в масштабах биосферы незамкнут.
- На суше растения черпают из почвы фосфаты, освобожденные редуцентами из разлагающихся органических остатков. Однако в щелочной или кислой почве растворимость фосфорных соединений резко падает. Основной резервный фонд фосфатов содержится в горных породах, созданных на дне океана в геологическом прошлом. В ходе выщелачивания пород часть этих запасов переходит в почву и в виде взвесей и растворов вымывается в водоемы. В гидросфере фосфаты используются фитопланктоном, переходя по цепям питания в другие гидробионты. Однако в океане большая часть фосфорных соединений захоранивается с остатками животных и растений на дне с последующим переходом с осадочными породами в большой геологический круговорот. На глубине растворенные фосфаты связываются с кальцием, образуя фосфориты и апатиты. В биосфере, по сути, происходит однонаправленный поток фосфора из горных пород суши в глубины океана, следовательно, обменный фонд его в гидросфере очень ограничен.



- **Круговорот серы в биосфере**
- Круговорот серы, необходимой для построения ряда аминокислот, отвечает за трехмерную структуру белков, поддерживается в биосфере широким спектром бактерий. В отдельных звеньях этого цикла участвуют аэробные микроорганизмы, окисляющие серу органических остатков до сульфатов, а также анаэробные редукторы сульфата, восстанавливающие сульфаты до сероводорода. Кроме перечисленных группы серобактерий окисляют сероводород до элементарной серы и далее до сульфатов. Растения усваивают из почвы и воды только ионы SO_4^{2-} .
- Кольцо в центре иллюстрирует процесс окисления (O) и восстановления (R), благодаря которым происходит обмен серы между фондом доступного сульфата и фондом сульфидов железа, находящимся глубоко в почве и осадках.

