

*Глава XVI.
Биосфера. Охрана биосферы*

*Тема:
Состав и функции биосферы*

Задачи:

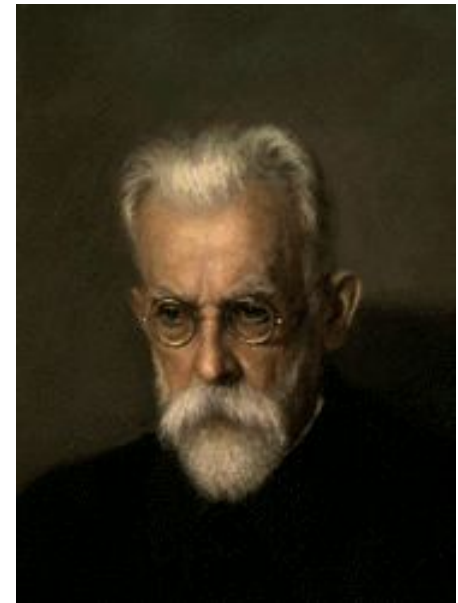
1. Сформировать знания о биосфере – геологических оболочках, заселенных живыми организмами, определить границы биосферы.
2. Рассмотреть вещества биосферы, роль В.И. Вернадского в создании учения о биосфере.

Границы биосферы

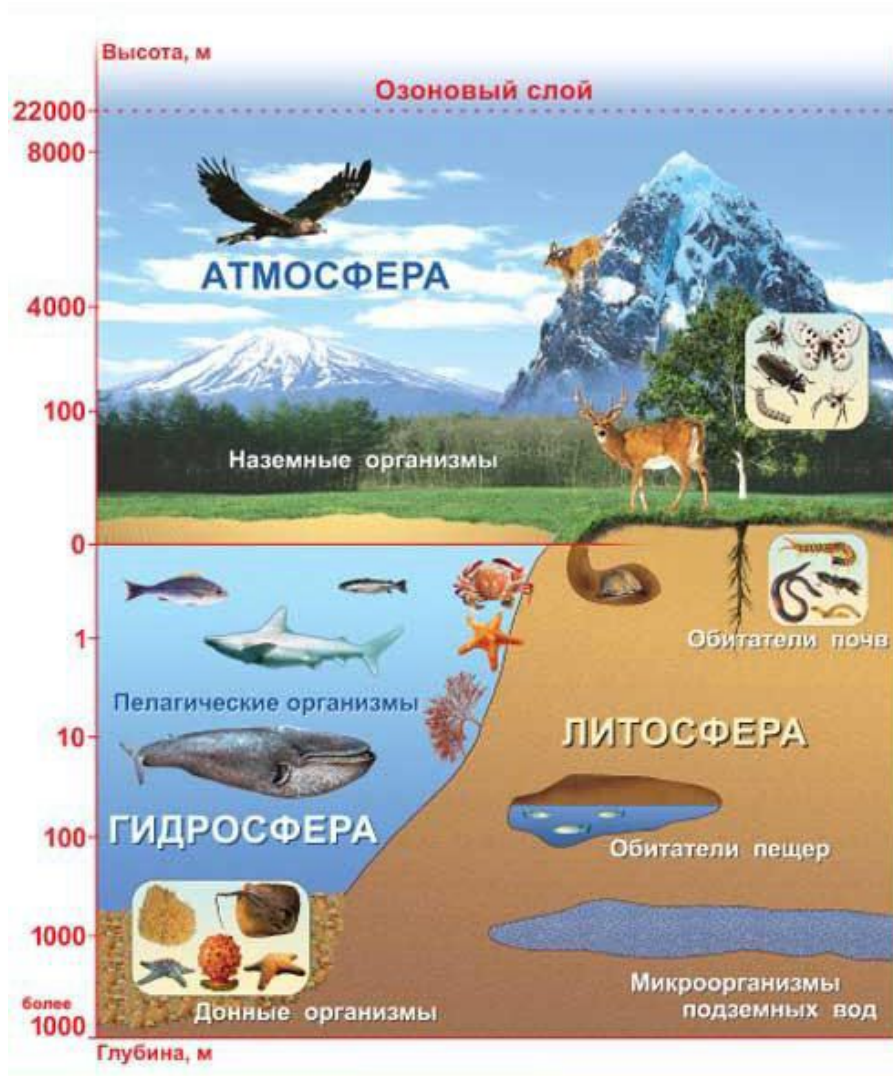
Термин "**биосфера**" (от греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — пленка) был предложен австралийским ученым Э.Зюссом (1831 — 1914), который понимал под биосферой совокупность живых организмов Земли.

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

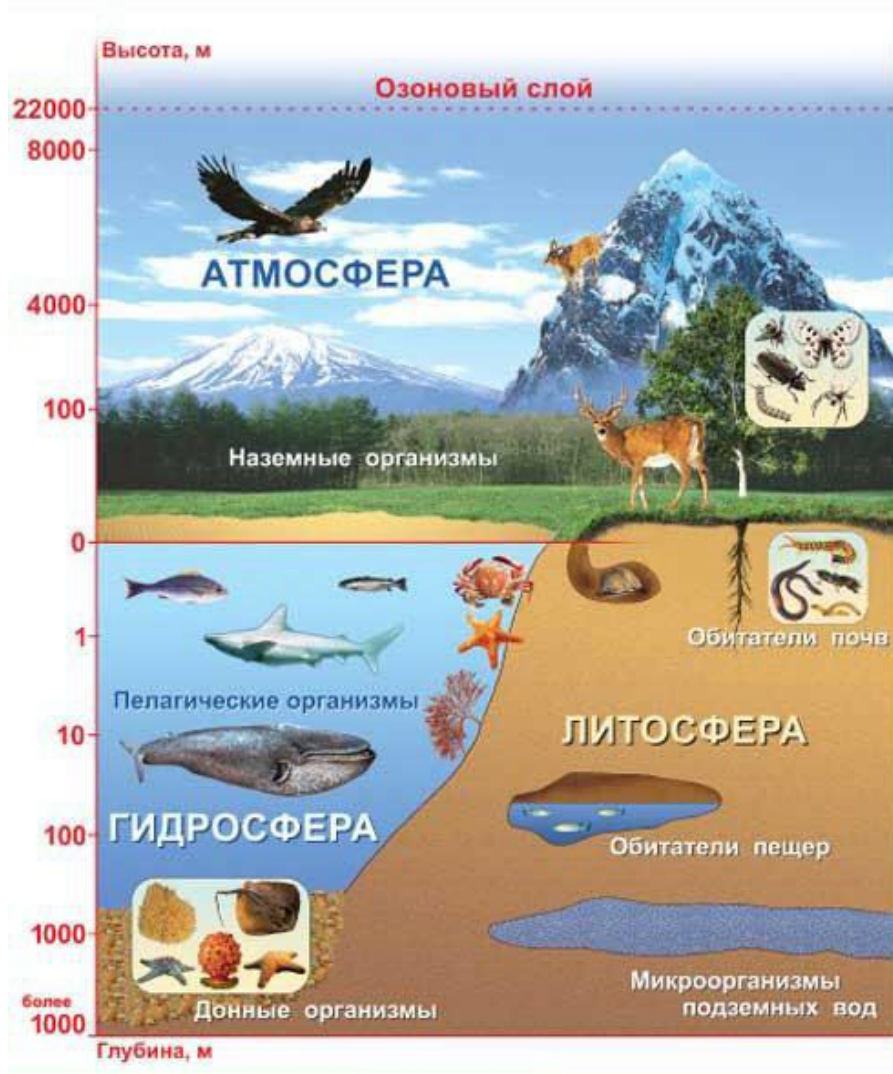


К неживой природе относятся верхняя часть *литосферы*, *гидросфера*, нижняя часть *атмосферы*. Эти геологические оболочки связаны круговоротом веществ и потоками энергии, которые протекают в различных биогеоценозах.

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



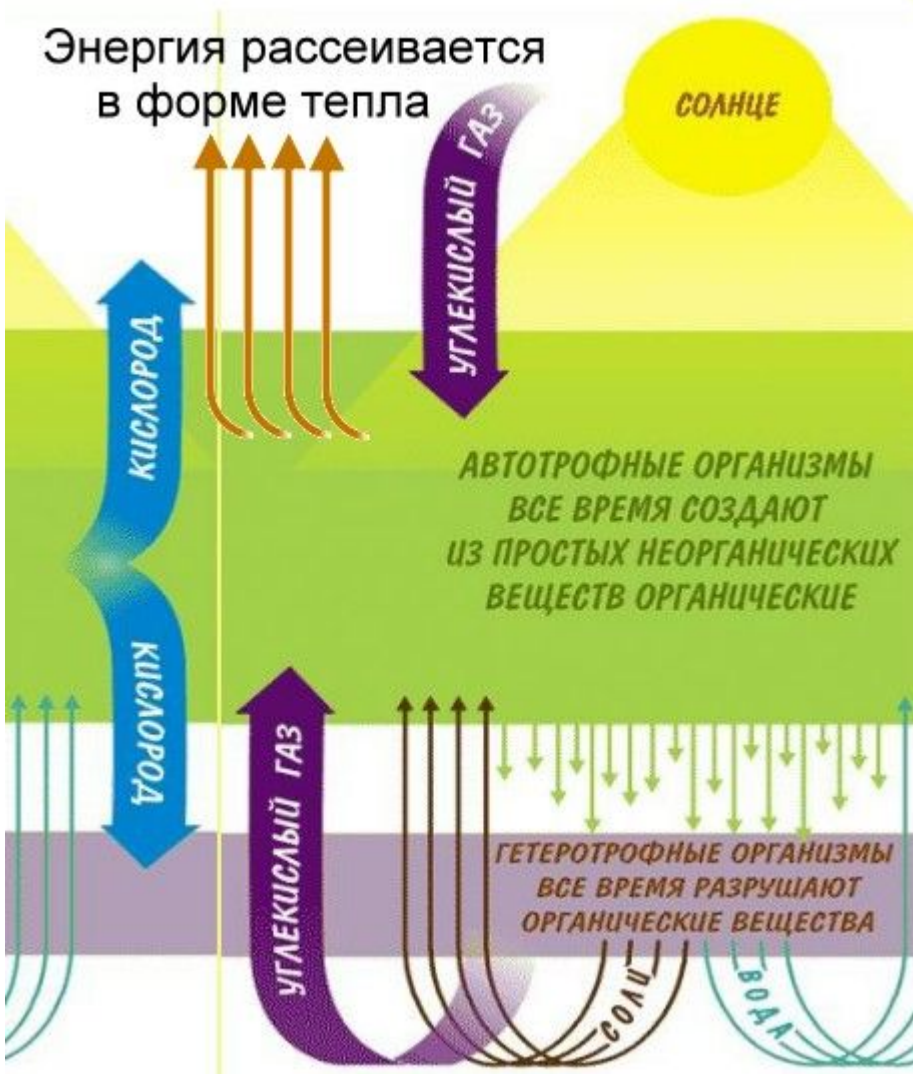
Границы биосферы



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;

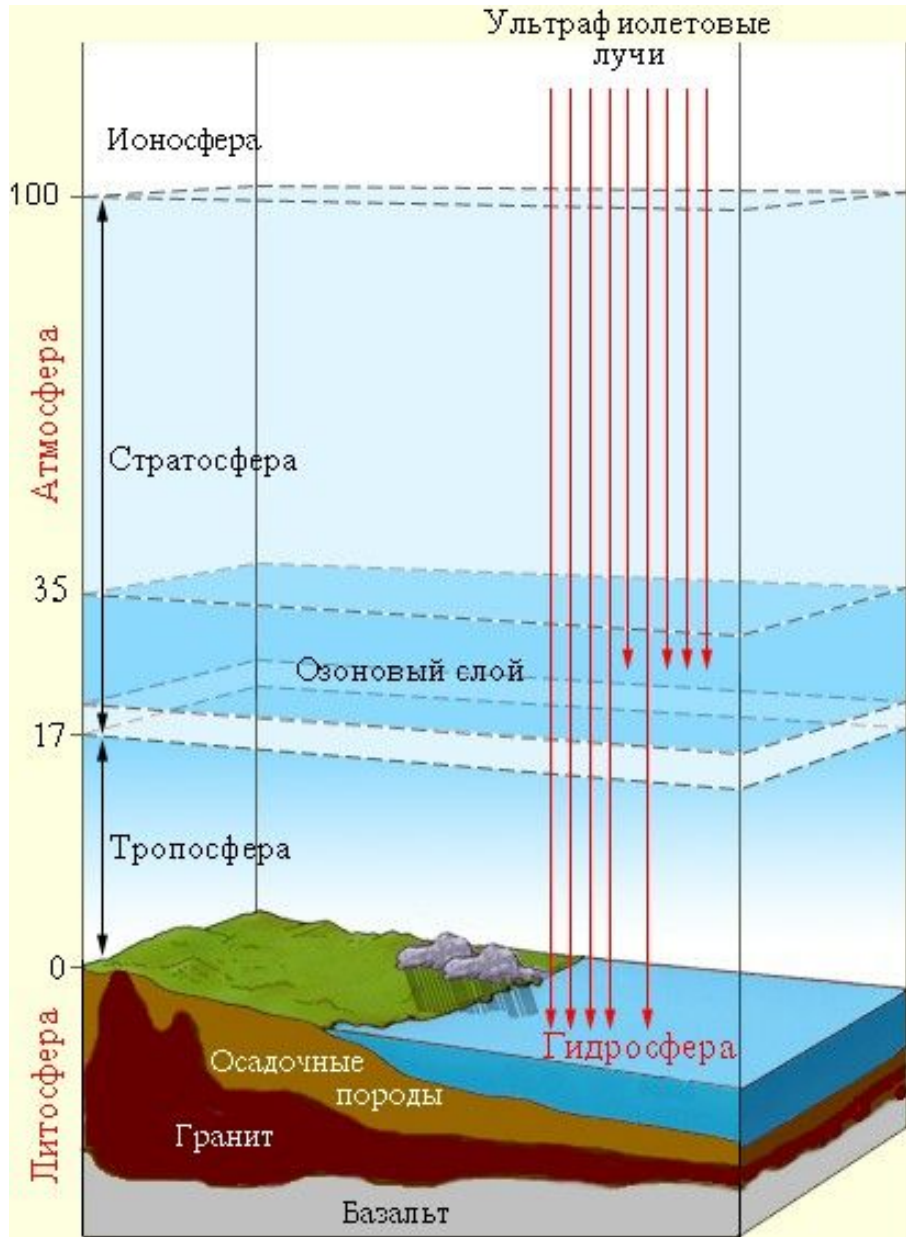
косное вещество — вещество неживой природы (песок, глина, гранит, базальт);

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).



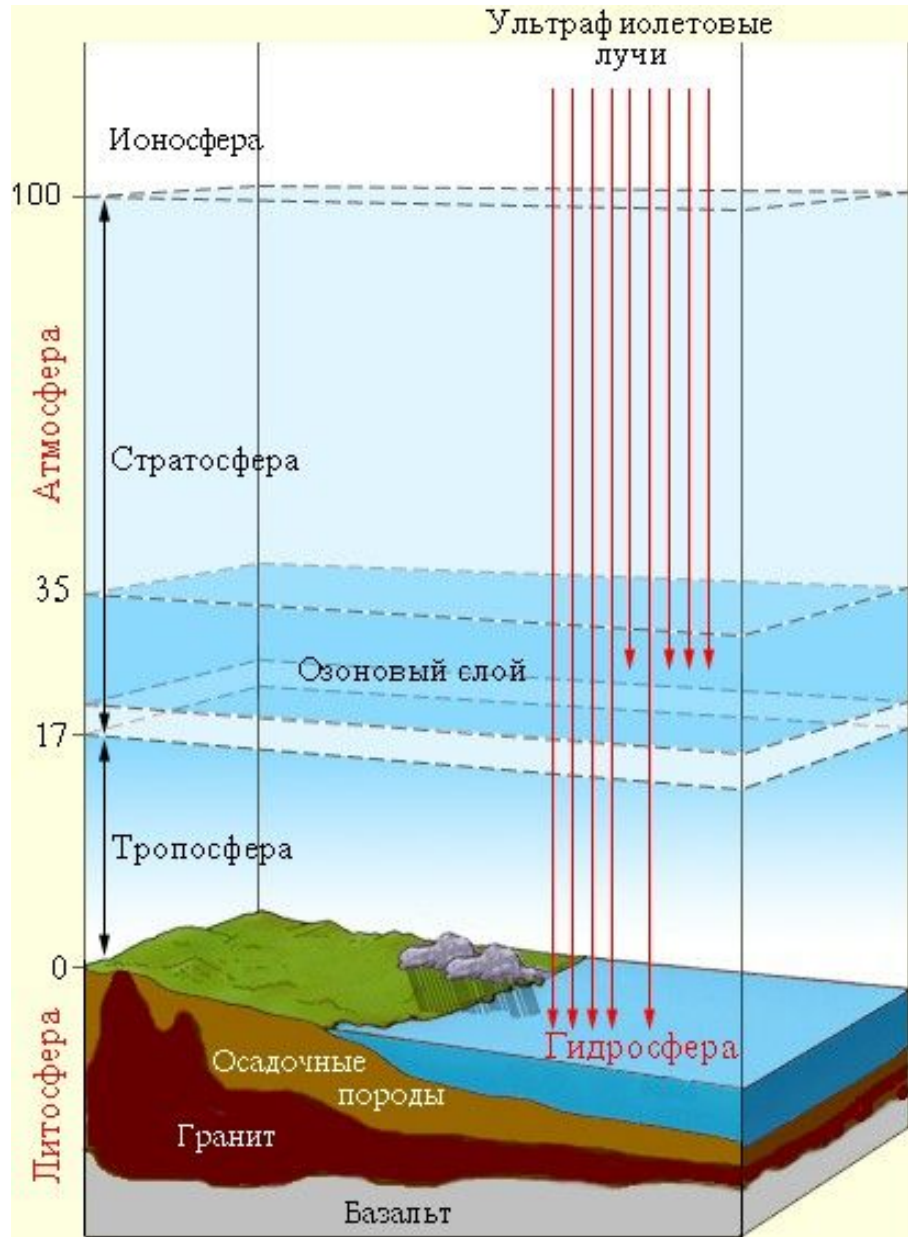
Геологические оболочки



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.*

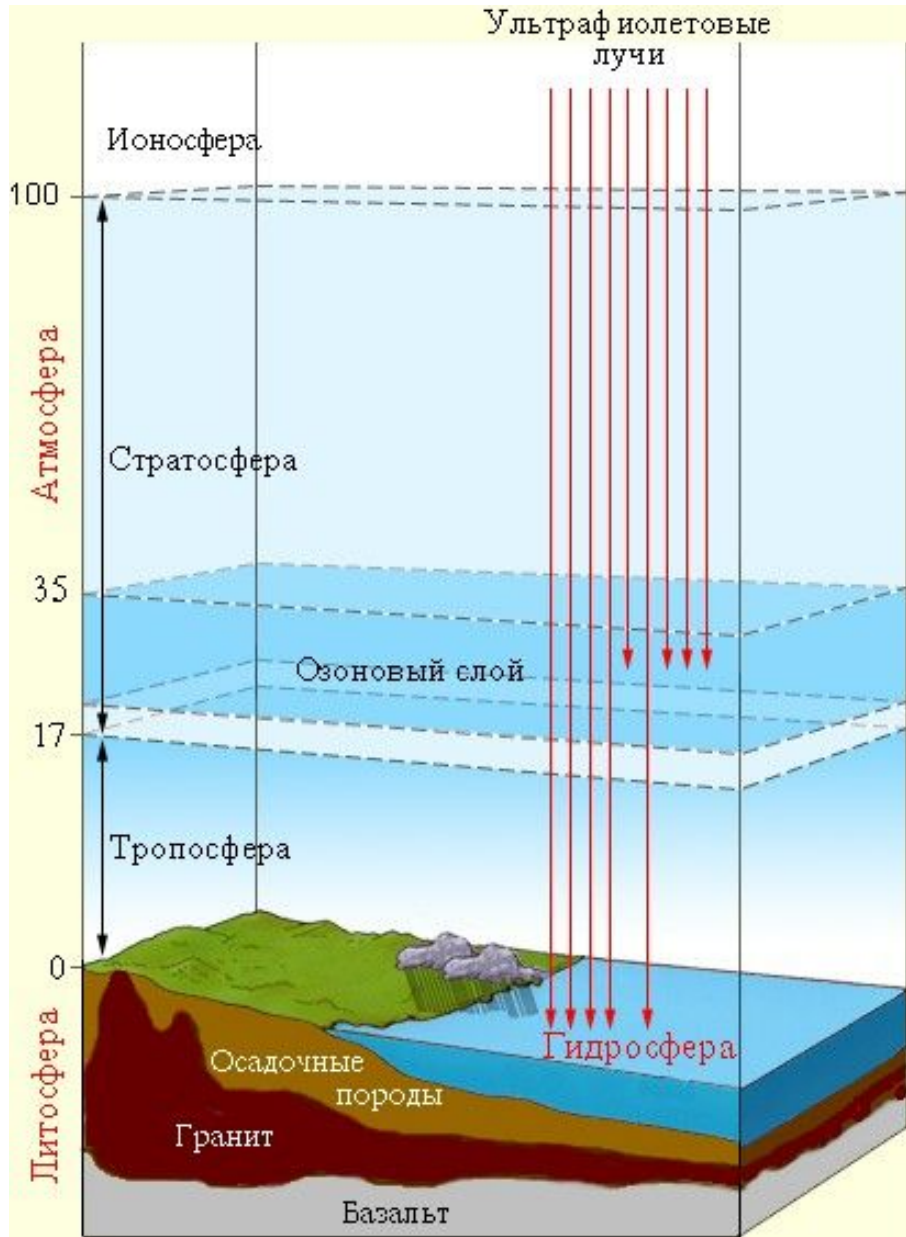
Геологические оболочки



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

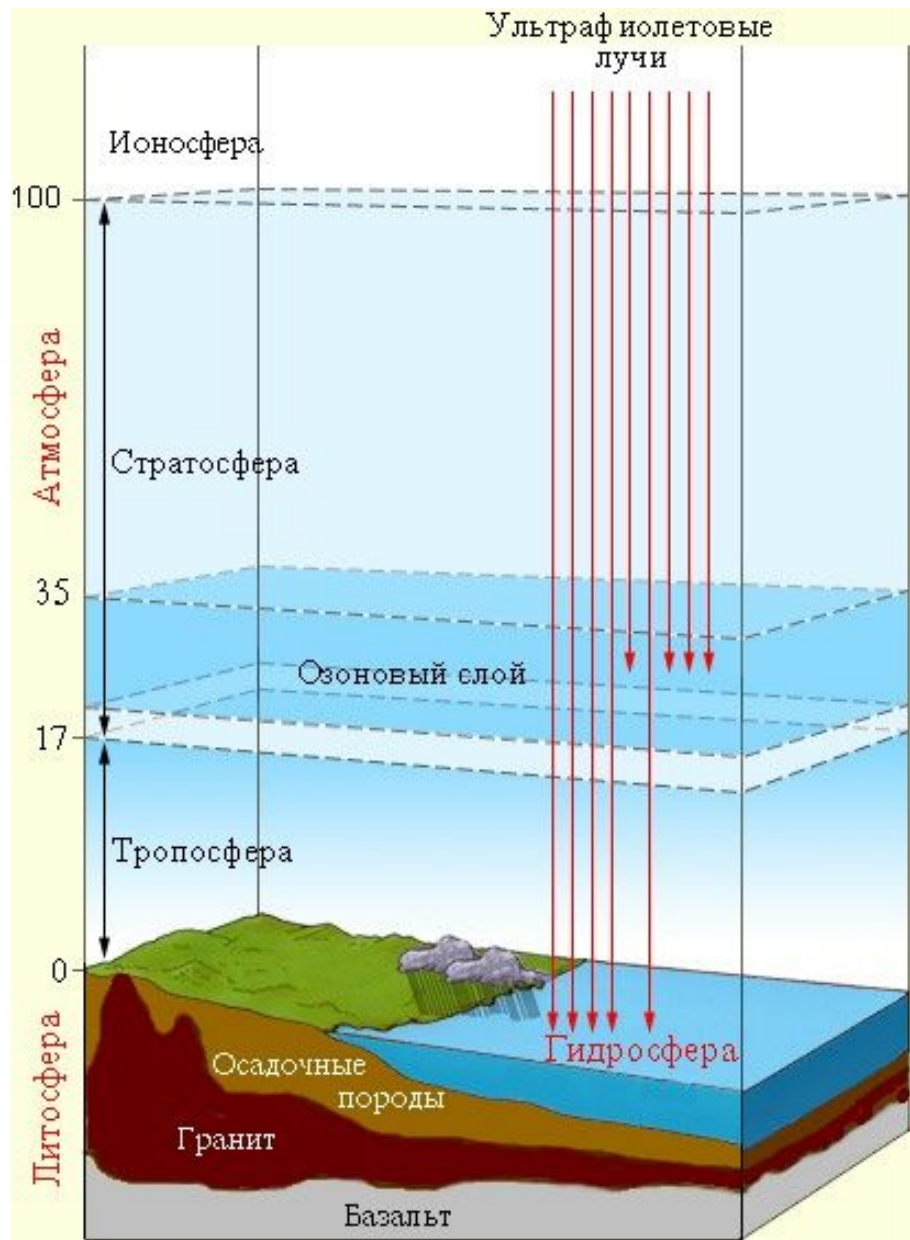


Гидросфера заселена по всей толщине, живые организмы представлены *бентосом*, *планктоном* и *нектоном*.

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.

Функции живого вещества



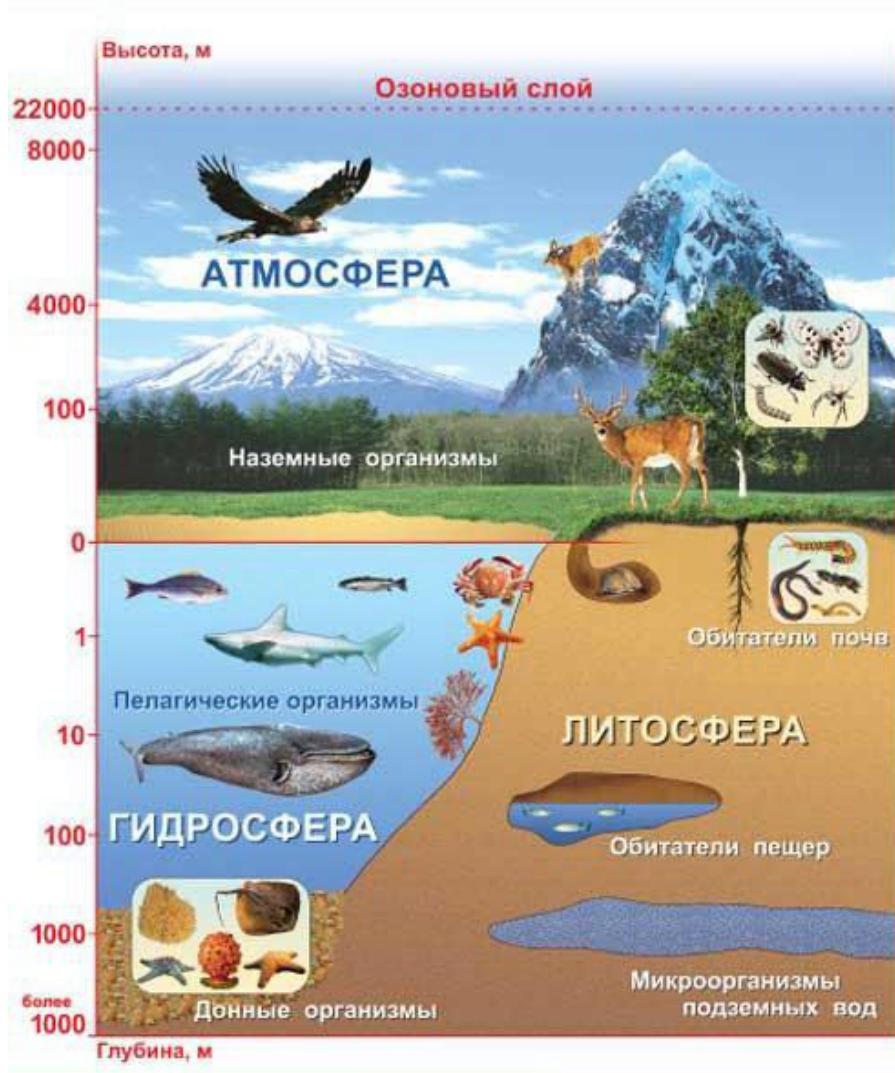
В атмосфере, на высоте 15-35 км свободный кислород (O_2) превращается в озон (O_3), который отражает жесткий ультрафиолет (свет с длиной волны менее 290 нм), вызывающий мутации в клетках живых организмов.

Функции живого вещества

Различают следующие функции живого вещества:

Энергетическая функция, связанная с превращением солнечной энергии в энергию химических связей образованного органического вещества.

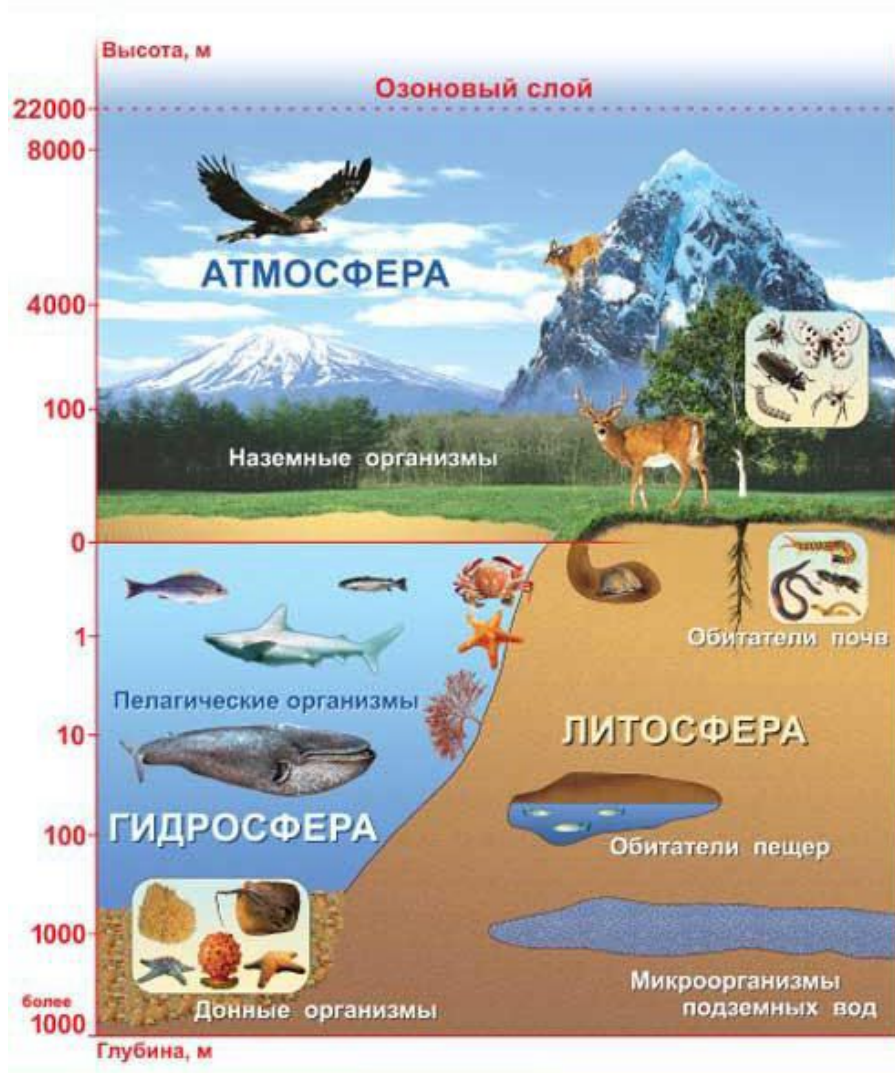
Функции живого вещества



Газовая функция. Фотосинтез, дыхание, деятельность азотфиксирующих и денитрифицирующих бактерий создали атмосферу Земли, содержащую 21% кислорода, 0,03% углекислого газа, около 80% азота. Метан, сероводород — эти газы также биогенного происхождения.

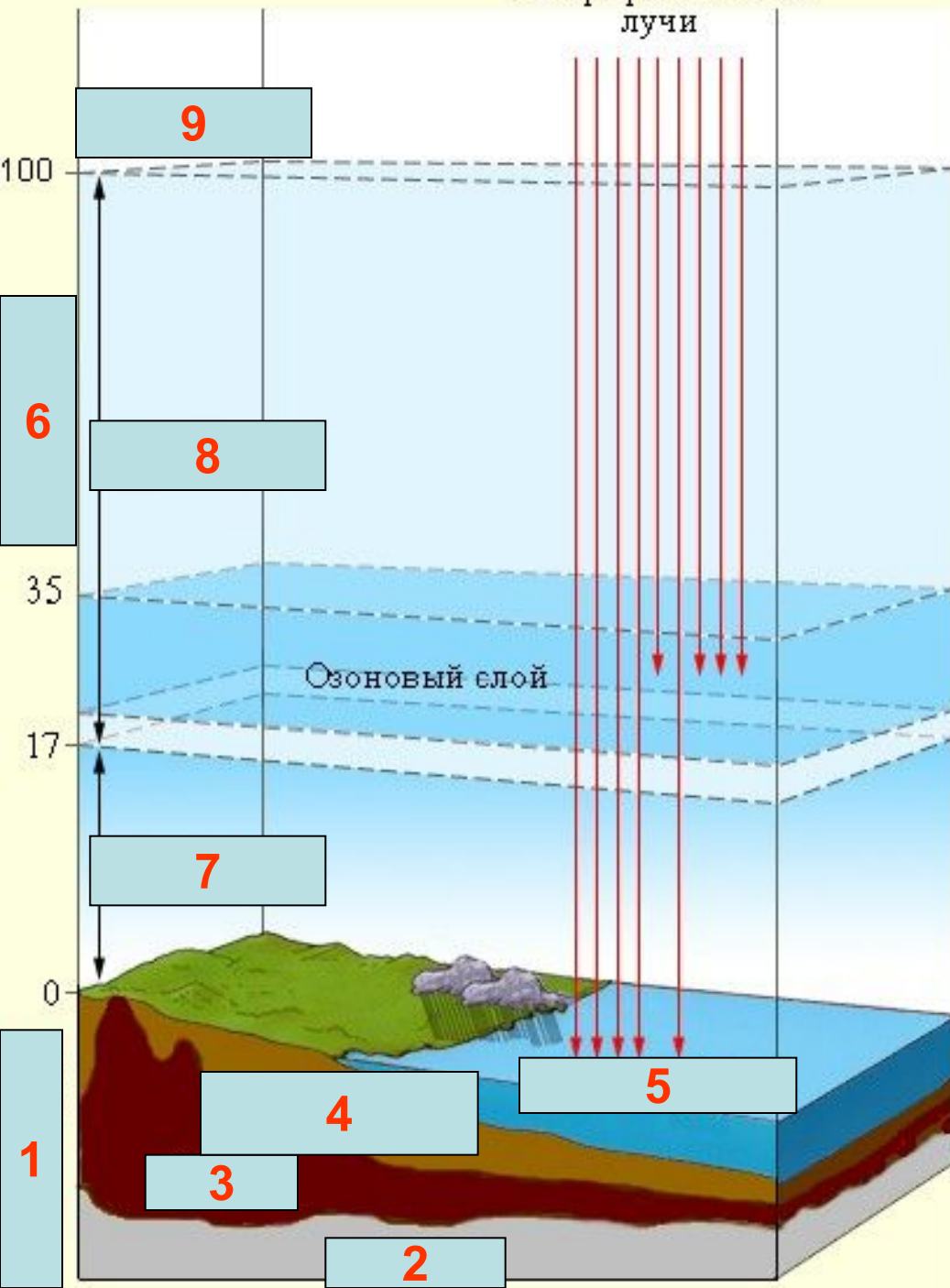
Концентрационная функция живого вещества проявляется в захвате и накоплении живыми организмами биогенных химических элементов — углерода, кислорода, водорода, азота, калия, натрия и др.

Функции живого вещества



Окислительно-восстановительная функция связана с химическими превращениями веществ. Эти реакции лежат в основе метаболизма, в основе реакций пластического и энергетического обменов.

Ультрафиолетовые
лучи



Что обозначено на рисунке?

Подведем итоги:

Биосфера:

Оболочка Земли, заселенная живыми организмами.

Термин «биосфера» предложил

Э.Зюсс.

Учение о биосфере разработал

В.И.Вернадский.

Источник энергии для существования биосферы:

Солнечный свет.

Геологические оболочки Земли, заселенные живыми организмами:

Литосфера, гидросфера, атмосфера.

Границы биосферы:

Литосфера заселена до 4-7 км. атмосфера - до 20 км., гидросфера – на всю глубину.

Литосфера состоит:

Базальтовая подушка, гранит и осадочные породы.

Вещества биосферы В.И.Вернадский разделил на 4 группы -

Живое, косное, биокосное, биогенное.

Литосфера состоит из ... и заселена на глубину

Базальта, гранита и осадочных пород; 4-7 км.

Организмы гидросферы делятся на три основные группы -

Бентос, нектон, планктон.

Подведем итоги:

В атмосфере различают три слоя - ..., она заселена до ... км.

Тропосферу, стратосферу, ионосферу; 20 км.

Энергетическая функция проявляется в

превращении солнечной энергии в энергию химических связей образованного органического вещества и рассеивании в форме тепла при дыхании.

Газовая функция живого вещества состоит в

создании атмосферы Земли (21% кислорода, 0,03% углекислого газа, около 80% азота. Метан, сероводород — эти газы также биогенного происхождения).

Концентрационная функция живого вещества проявляется в

захвате и накоплении живыми организмами биогенных химических элементов — углерода, кислорода, водорода, азота, калия, натрия и др.

Окислительно-восстановительная функция живого вещества характеризуется

химическими превращениями веществ. Эти реакции лежат в основе метаболизма, в основе реакций пластического и энергетического обменов.

Тема:

*Биомасса биосферы. круговорот
элементов в биосфере*

Задачи:

Изучить биомассу биосферы.

Рассмотреть круговорот химических элементов в
биосфере.

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

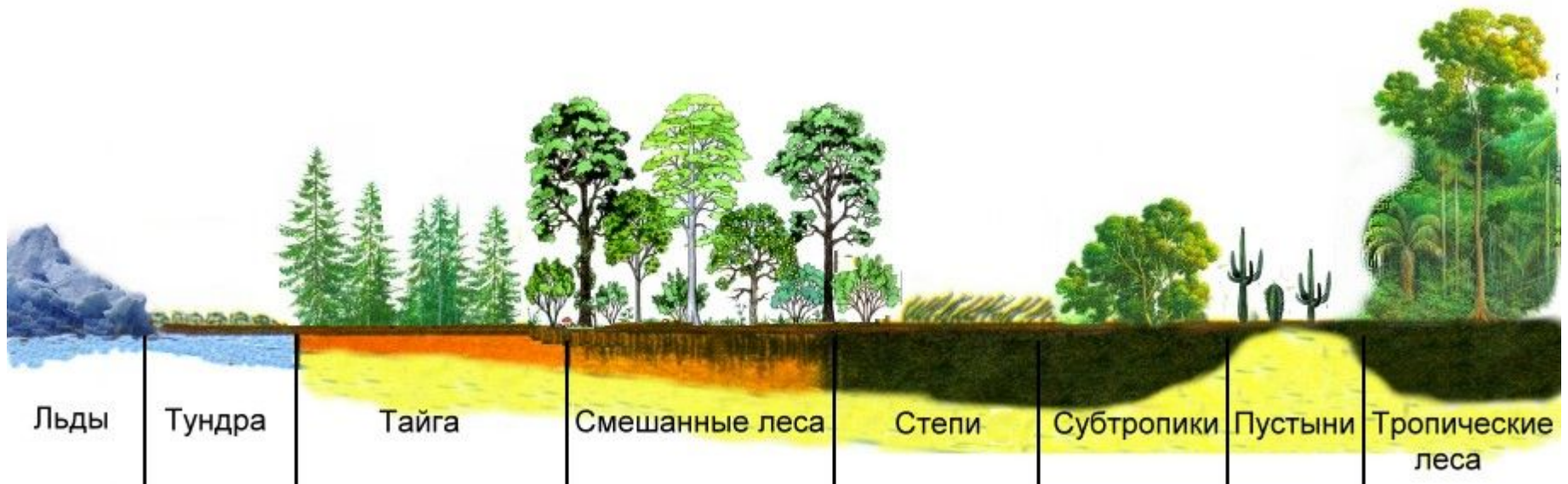
Биомасса различных участков поверхности Земли зависит от климатических условий — температуры, количества выпадаемых осадков. Суровые климатические условия тундры — низкие температуры, вечная мерзлота, короткое холодное лето сформировали своеобразные растительные сообщества с небольшой биомассой и небольшим 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.

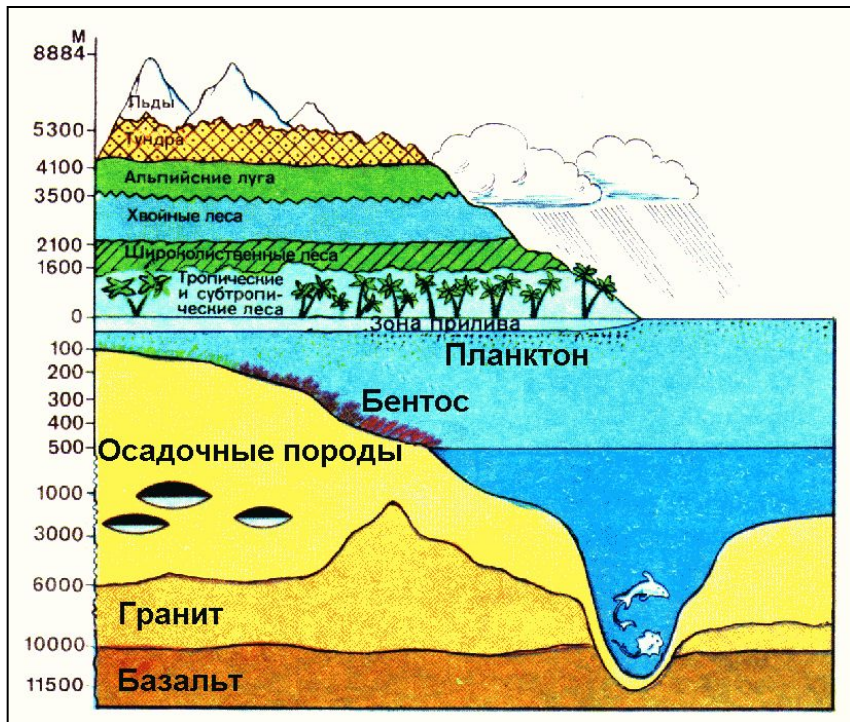
Растительный покров обеспечивает органическим веществом и всех обитателей почвы — животных (позвоночных и беспозвоночных), грибы и огромное количество бактерий. Бактерии и грибы — редуценты, они играют значительную роль в круговороте веществ биосферы, *минерализуя* органические вещества. "Великие могильщики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



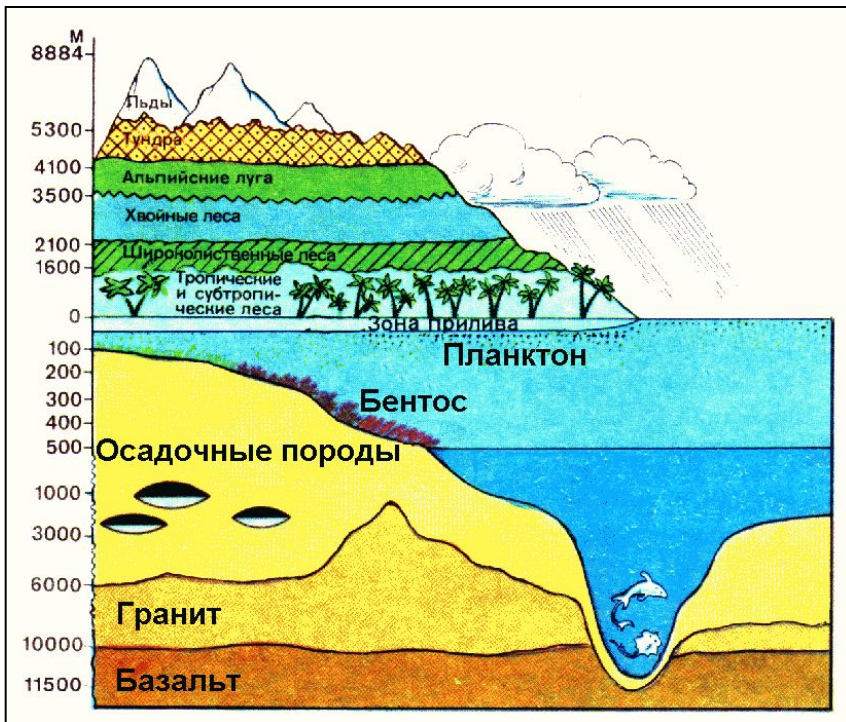
Биомасса биосферы

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.

В связи с высокой плотностью воды, живые организмы могут нормально существовать не только на дне, но и в толще воды, и на ее поверхности. Поэтому гидросфера заселена по всей толщине, живые организмы представлены *бентосом*, *планктоном*, *нектоном* и *нейктоном*.



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 потрепят 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 потрепят разлагатели (главным образом бактерии).



Важные факты:

Какова биомасса биосферы?

Составляет примерно 0,01% от массы косного вещества биосферы

Какой процент от общей биомассы Земли приходится на долю растений?

99% процентов биомассы приходится на долю растений, на долю консументов и редуцентов — около 1%.

Какова биомасса автотрофных и гетеротрофных организмов поверхности суши? В океане?

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

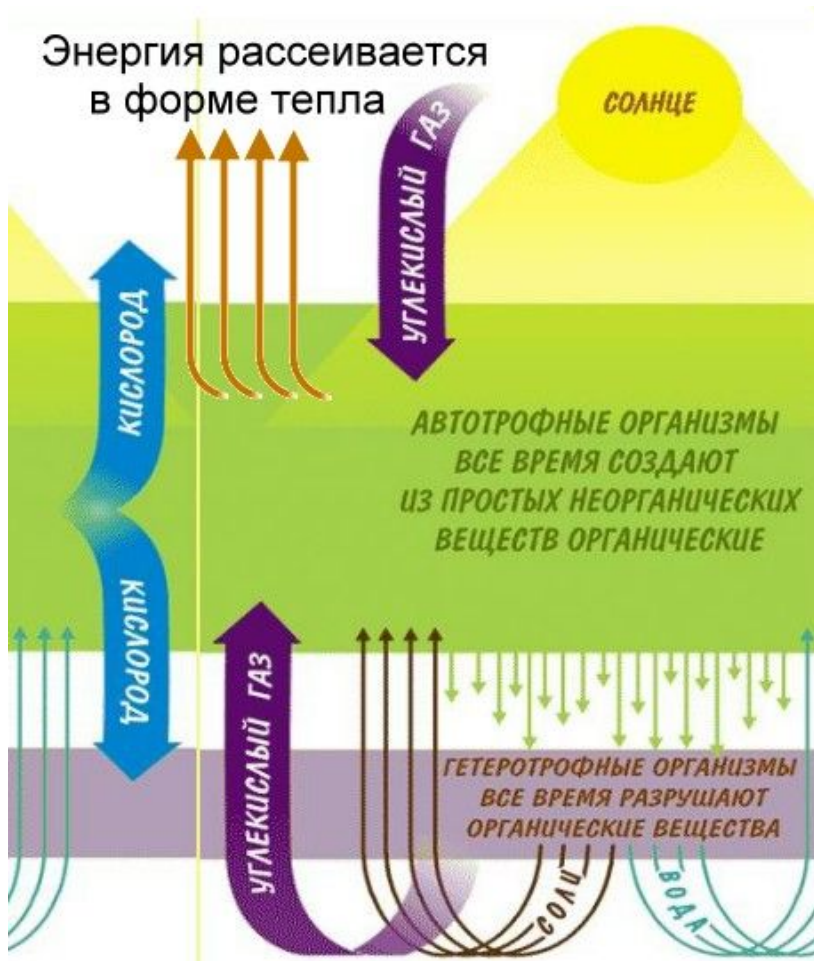
Сравните биомассу суши и океана:

Биомасса суши в 1000 раз больше биомассы мирового океана, она составляет почти 99,9%.

Каков процент использование солнечной энергии для фотосинтеза на суше и в океане?

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.

Круговорот углерода

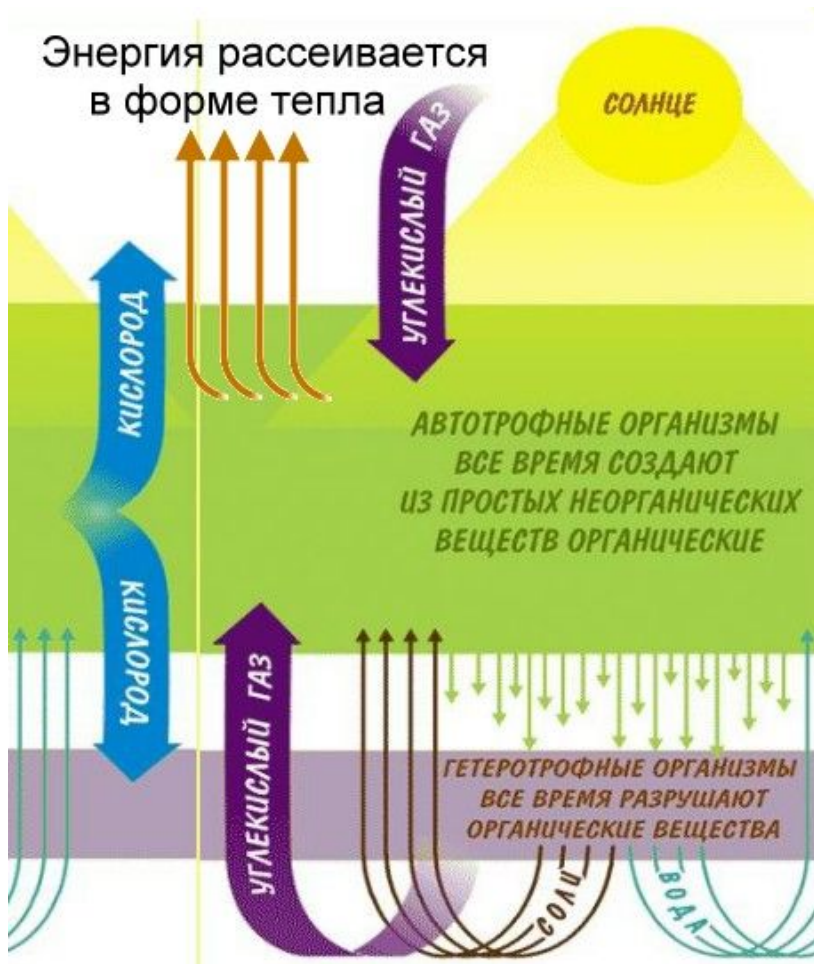


В биосфере совершается постоянный круговорот активных элементов, *биогенная миграция*.

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

Человечество осуществляет миграцию третьего рода.

Круговорот углерода

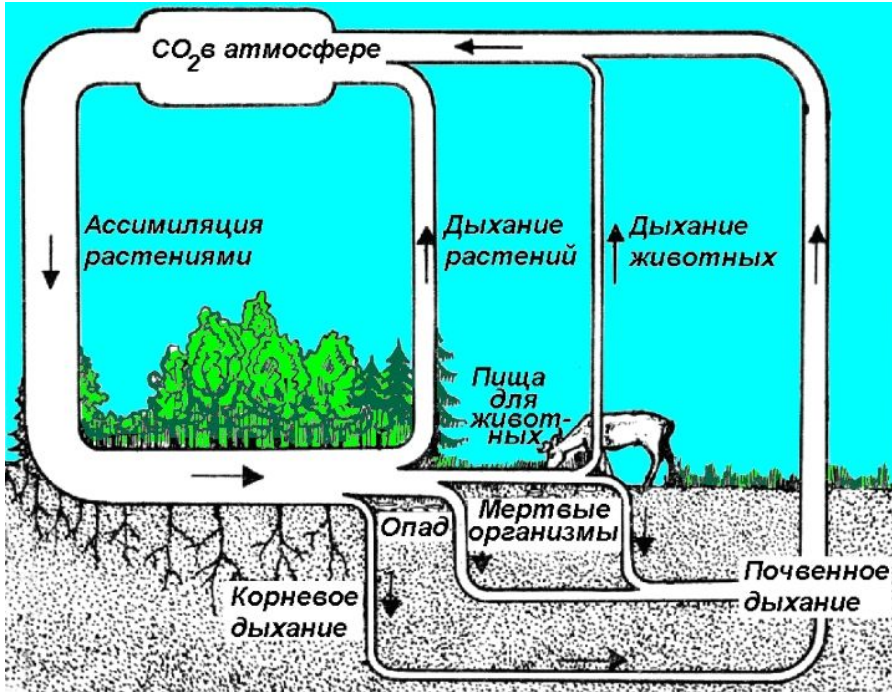


Деятельность живых организмов приводит к биогенной миграции химических элементов в биогеоценозах, к их круговороту.

Автотрофные организмы постоянно извлекают из косного вещества биосферы биогенные элементы, которые движутся по цепям питания, могут на длительное время выводиться из круговорота в форме биогенного вещества, но, в конце концов, редуценты, деструкторы возвращают их в неживую природу.

Круговорот химических элементов рассмотрим на примере круговорота важнейших биогенных элементов — углерода и азота.

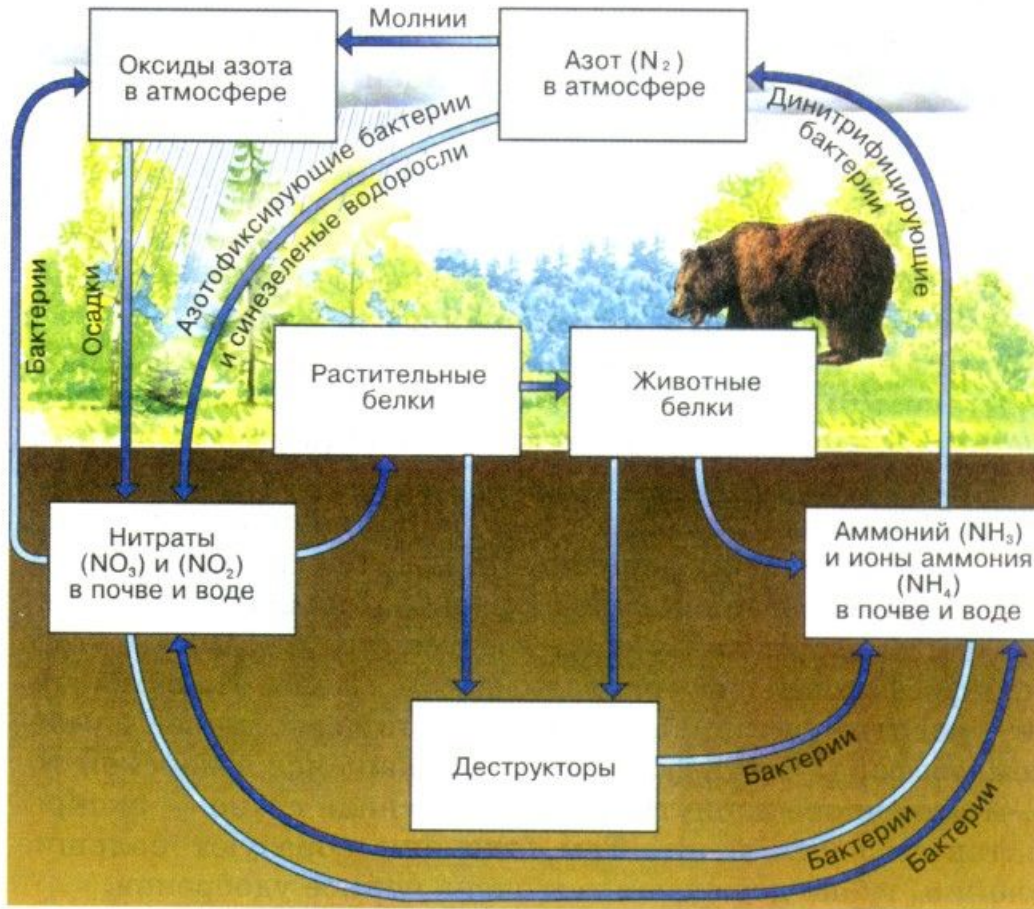
Круговорот углерода



Углерод входит в состав всех органических веществ любых живых организмов. Он извлекается из атмосферы в форме углекислого газа во время фотосинтеза, из углекислого газа и воды образуются углеводы и другие органические молекулы.

Часть углерода возвращается в атмосферу при дыхании самих растений (до 50%), другая часть начинает движение по пастбищным и детритным цепям питания. Большая часть потребленного каждым организмом органического вещества окисляется при дыхании и только 5-25% превращается в собственное органическое вещество. При переходе от одного организма к другому происходит потеря большей части энергии в форме тепла и разрушение органического вещества до углекислого газа и воды.

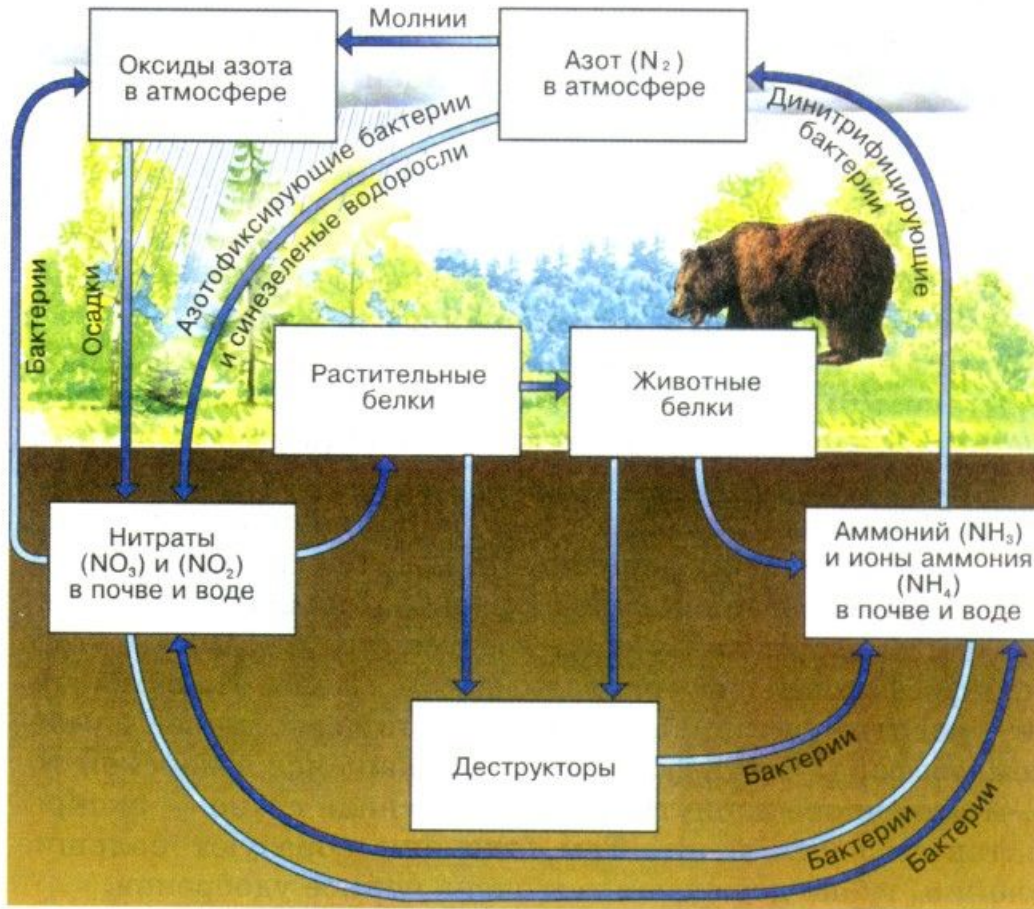
Круговорот азота



Несмотря на то, что растения буквально купаются в азоте (азота в атмосфере около 79%), они не могут использовать. Атмосферный азот химически инертен, его **фиксация осуществляется только некоторыми свободноживущими бактериями, клубеньковыми бактериями и цианобактериями.**

После их гибели соединения азота используются продуцентами, затем консументами. Часть азота фиксируется из атмосферы в виде оксидов во время грозных разрядов. Азот входит в состав белков и нуклеиновых кислот, это один из четырех элементов первой группы, на долю которых приходится до 98% от массы организма.

Круговорот азота



В результате жизнедеятельности происходит постоянное **выведение из организма продуктов белкового обмена — аммиака, мочевины, мочевой кислоты и других.**

После гибели организмов, при разложении органических веществ **аммонифицирующие бактерии образуют аммиак (NH₃).**

Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до нитритов и нитратов. Растения способны усваивать часть нитратов, вновь используя азот для синтеза белков. Возвращают азот в атмосферу денитрифицирующие бактерии, которые превращают нитраты в свободный азот.

Подведем итоги:

Биогенная миграция первого, второго и третьего рода:

Биогенную миграцию первого рода совершают микроорганизмы, второго рода – многоклеточные организмы, миграция первого рода превышает миграцию второго рода. Человечество осуществляет миграцию третьего рода.

Какие организмы способны фиксировать углерод в составе углекислого газа?

Фото- и хемоавтотрофы.

Какие организмы способны фиксировать атмосферный азот?

Некоторые свободноживущие бактерии, клубеньковые бактерии и цианобактерии.

Какие микроорганизмы разлагают органические вещества с образованием аммиака?

Бактерии гниения, аммонифицирующие бактерии.

Какие микроорганизмы окисляют аммиак до нитритов и нитратов?

Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до нитритов и нитратов.

Какие микроорганизмы возвращают азот в атмосферу?

Возвращают азот в атмосферу денитрифицирующие бактерии.

Тема:
*Глобальные экологические
проблемы*

Задачи:

1. Дать характеристику изменению климата на планете, загрязнению атмосферы, гидросферы, дать характеристику состоянию почв, растительного и животного мира.
2. Рассмотреть проблемы энергетики.

Глобальные экологические проблемы



В последние два столетия, расширяя промышленную деятельность, человечество активно вторглось в живой мир Земли.

Человек воздействует на биосферу локально — в сотнях миллионов мест выбрасываются загрязняющие вещества в реки и воздух, сносится плодородный слой почвы, вырубаются леса, разрушаются местообитания растений и животных.

Однако биосфера — единая система, охваченная круговоротами веществ, и миллионы локальных воздействий, сливаясь и усиливая друг друга, вызывают глобальные изменения во всех компонентах биосферы.

Климатические изменения



Потепление на Земле связывают с добавочным парниковым эффектом. С 1860 г. средняя температура на земном шаре повысилась на $0,5—0,7^{\circ}\text{C}$.

Некоторые газы, подобно стеклу в теплице не пропускают инфракрасное излучение, испускаемое земной поверхностью, и тем самым способствуют сохранению тепла в атмосфере. Этот эффект и называют парниковым, а газы, молекулы которых способствуют накоплению тепла, — парниковыми газами.

К ним относят *диоксид углерода, метан, оксиды азота и фреоны (хлорфторуглероды, ХФУ)*, которые в XX в. начали широко применять для распыления лаков, красителей и в качестве хладагентов в холодильниках и кондиционерах.

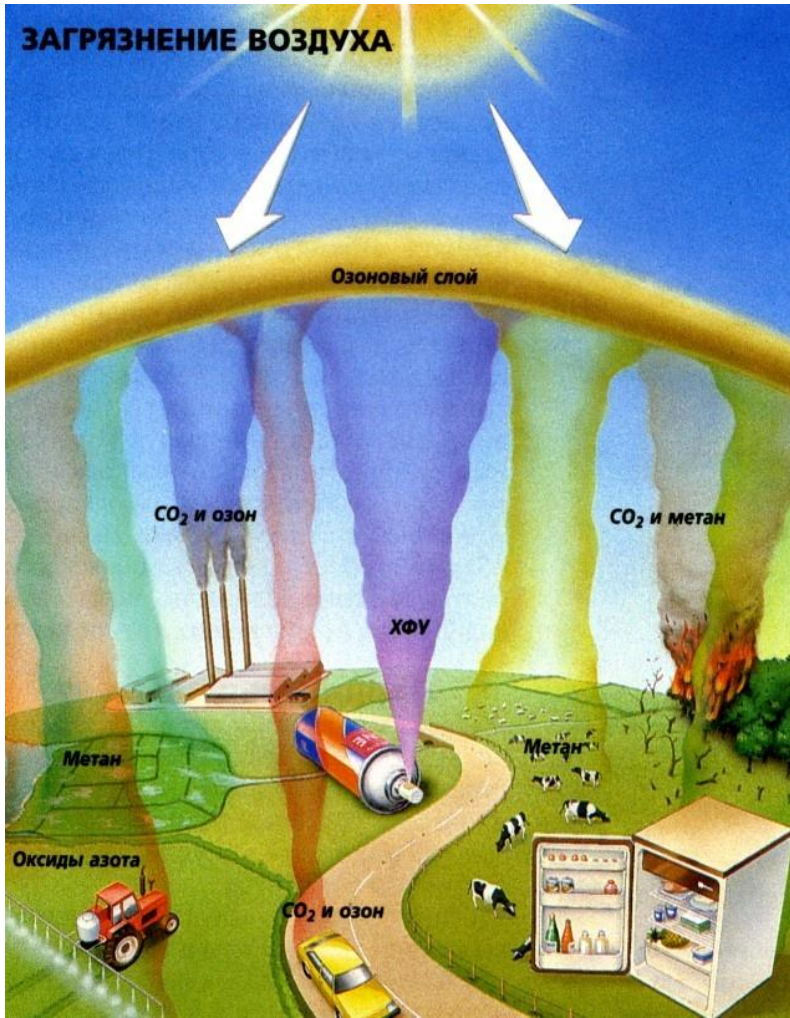
Климатические изменения



Значительно возросла концентрация CO_2 , концентрация CH_4 с начала XIX в. почти удвоилась. Добавочное поступление CO_2 связано в основном со сжиганием топлива, а также со сведением лесов и минерализацией гумуса пахотных почв.

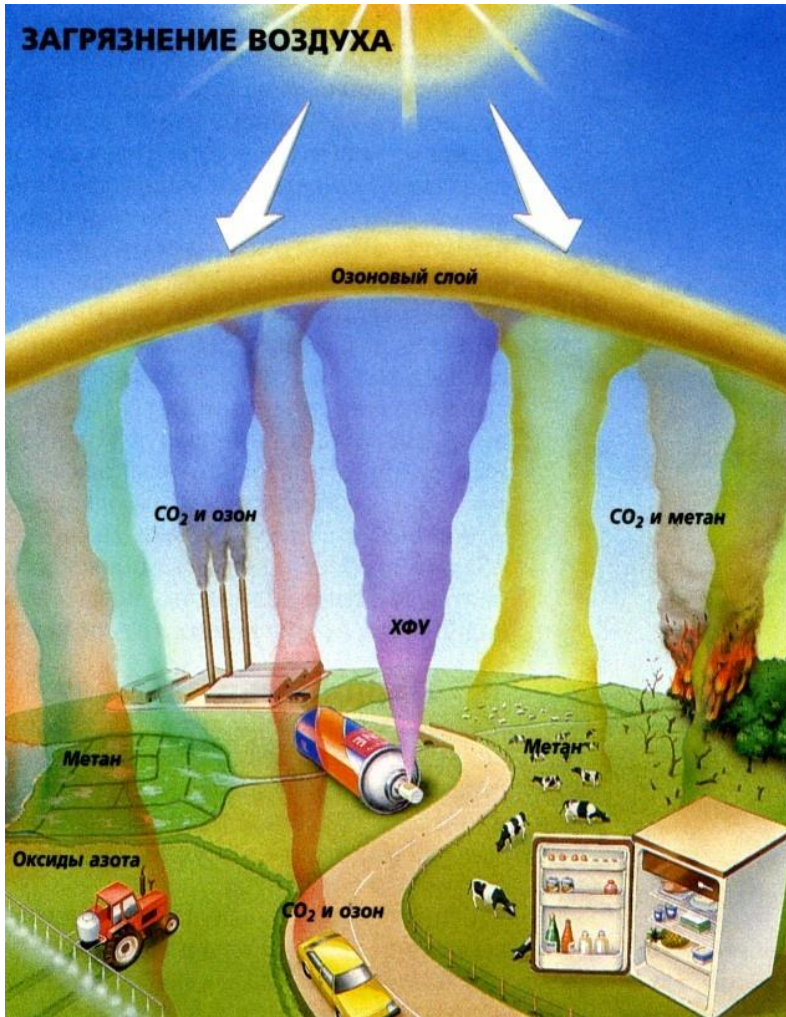
Возрастание концентрации метана в атмосфере объясняют увеличением поголовья скота (CH_4 — один из продуктов метаболизма жвачных животных), переувлажнением земель при культивации риса и возрастанием добычи угля, в залежах которого этот газ накапливается.

Климатические изменения



Глобальный нагрев атмосферы, по мнению ученых, на 50% связан с CO₂, на 18% — с CH₄, на 14% — с фреонами и на 18% — с другими газами, включая N₂O. Пары воды и озон также усиливают парниковый эффект.

Климатические изменения



Потепление может изменить привычную, частично прогнозируемую схему зарождения тайфунов, привести к уменьшению количества осадков в основных зерновых районах — в США, Китае, Казахстане, к резкому уменьшению урожая риса в Азии (в этом регионе 60% населения потребляют рис как основной продукт), вызвать усиление опустынивания в Африке и на Среднем Востоке, стать причиной гибели тропических лесов в Африке и Южной Азии.

Частичное таяние льдов и подъем уровня Мирового океана, вызванные потеплением, страшны тем, что большинство людей живет на побережьях.

Климатические изменения



Подъем моря на 1 м приведет к затоплению 25% культивируемой дельты Нила в Египте, а в Бангладеш под водой может оказаться от 12 до 28% территории страны. Под угрозой находятся огромные прибрежные города США, Индии, Китая.

Таким образом, изменение климата, обусловленное изменением газового режима атмосферы, неизбежно вызовет сдвиги экологического и социального характера в биосфере и мировом сообществе.

Нарушение озонового слоя



Максимальных величин концентрация O_3 достигает на высоте 20—25 км над поверхностью Земли. Роль озонового слоя для биосферы исключительная: он поглощает, не пропуская к поверхности Земли, ультрафиолетовое излучение, смертоносное для живых организмов.

Уже ряд лет отмечается ослабление озонового слоя, что, вероятно, связано с попаданием в верхние слои атмосферы фреонов (хлорфторуглеродов, ХФУ). В 80-е гг. появился новый тревожный феномен — образование озоновых дыр (в 1982 г. такая дыра была обнаружена над Антарктидой, а в 1987 г. — над Северным полюсом). В 1987 г. 50 стран подписали в Монреале соглашение, предусматривающее снижение производства фреонов на 50%.

Загрязнение атмосферы



Две трети массы загрязнителей поступают в атмосферу. Основные загрязнители воздуха — *оксиды серы, азота, твердые частицы и оксиды углерода*. В 1996 г. в течение года в атмосферу было выброшено около 100 млн. т. оксидов серы, 70 млн.т. оксидов азота, около 180 млн.т. углекислого газа и 60 млн т. твердых частиц. Основная часть выбросов приходится на развитые страны.

Загрязнение атмосферы и нарушение озонового слоя

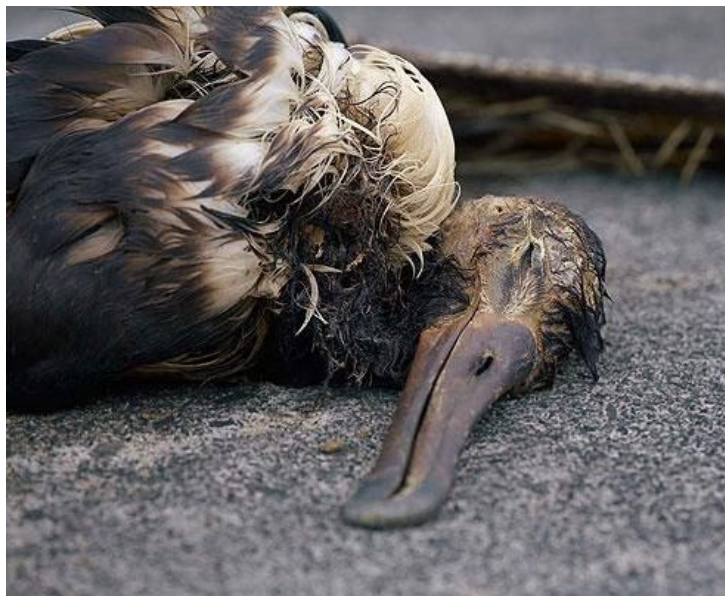


Главные источники выбросов в атмосферу — это потребители энергии, сжигающие ископаемое топливо: промышленность, коммунальное хозяйство и транспорт.

Особую тревогу вызывает загрязнение воздуха сернистым газом, порождающее кислотные дожди.

Последствия кислотных дождей для биосферы исключительно тяжелые. Они превращают озера, реки и пруды в безжизненные водоемы, уничтожая сообщества животных и растений. В США около 200 озер лишились рыбы, в Швеции приблизительно 20% озер уже мертвы или умирают.

Загрязнение гидросферы



Загрязненными оказались и океаны. Выбросы нефти могут резко замедлить газовый обмен атмосферы с гидросферой, нарушить сложившиеся равновесные процессы, убить планктонные организмы океана, а вместе с ними — жизнь океанских глубин.

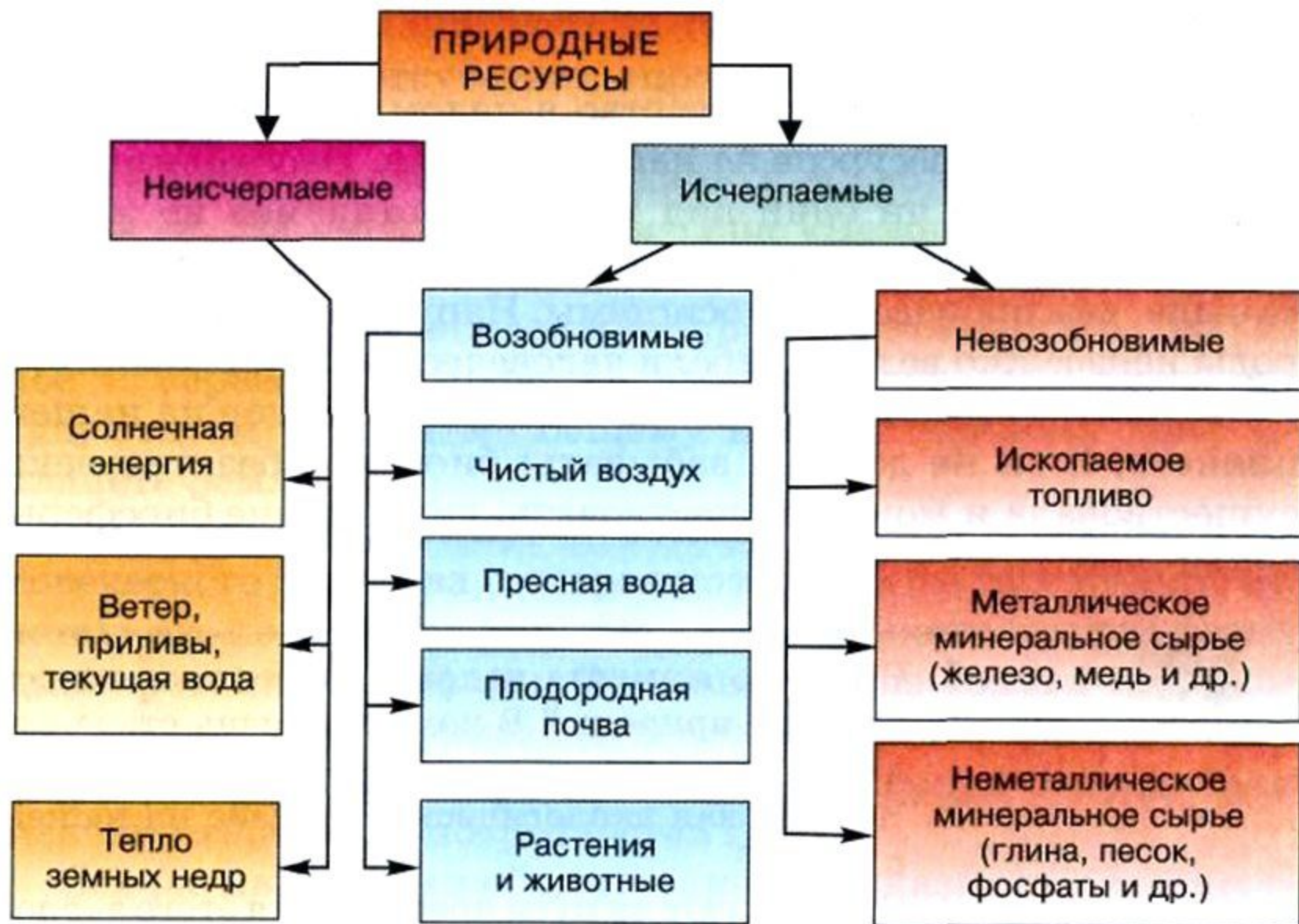
Смыв удобрений, сбросы отходов животноводства и канализационных вод приводят к загрязнению водоемов избыточными концентрациями азота и фосфора. *Высокое содержание этих элементов стимулирует быстрый рост водорослей. Начинается «цветение» водоемов.* После отмирания большой массы водорослей они быстро разлагаются. Запасы кислорода в воде истощаются. Обитатели водоемов начинают задыхаться без кислорода, в результате чего рыба гибнет.

Ресурсы планеты

Среди природных богатств планеты различают *исчерпаемые и неисчерпаемые ресурсы*.

Неисчерпаемые ресурсы подразделяются на космические, климатические и водные. Это энергия *солнечной радиации, морских волн, ветра*. Выделение это относительно. Например, пресную воду уже можно рассматривать как ресурс исчерпаемый, поскольку во многих регионах земного шара возник острый дефицит воды. Можно говорить и о неравномерности ее распределения, и невозможности ее использования из-за загрязнения.

Исчерпаемые ресурсы делятся на *возобновимые* и *невозобновимые*. *Растительный и животный мир Земли, плодородие почвы относятся к возобновимым ресурсам с точки зрения человека*. Использование огромного количества *газа, нефти, угля, которые относятся к невозобновимым ресурсам*, приведет к их исчерпанию в обозримом будущем и человечеству придется искать другие источники энергии. Причем несовершенная технология приводит к образованию большого количества отходов, к серьезному загрязнению атмосферы, почвы, воды.

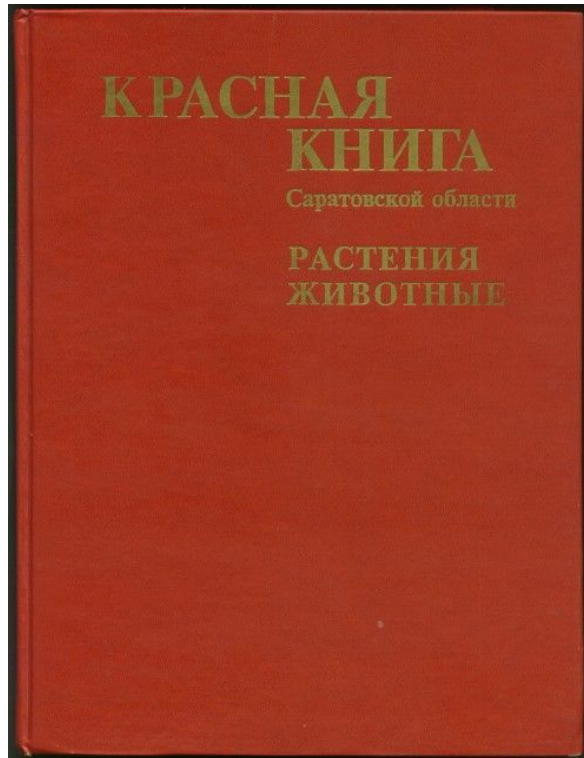


Влияние на живые организмы



Состояние почв. Эта тончайшая оболочка Земли — **педосфера** — претерпевает значительную деградацию под воздействием человека. Наиболее широко распространенный процесс разрушения почвенного покрова — эрозия, потеря верхнего плодородного слоя почвы в результате его сноса текущими водами или ветром. Неблагоприятное воздействие на почвы оказывает избыточный полив, грунтовые воды поднимаются к поверхности почв и **засоляют** ее верхние горизонты (химическая деградация).

Влияние на живые организмы



Потеря биоразнообразия.

По вине человека происходит сокращение численности популяций многих видов, происходит и полное исчезновение видов. Одними из первых были уничтожены такие крупные животные, как мамонты, дикие туры.

Тарпан, стеллерова корова, нелетающий голубь дронг, бескрылая гагарка, странствующий голубь и еще около 200 видов птиц и млекопитающих исчезли с лица Земли к 1900 году.

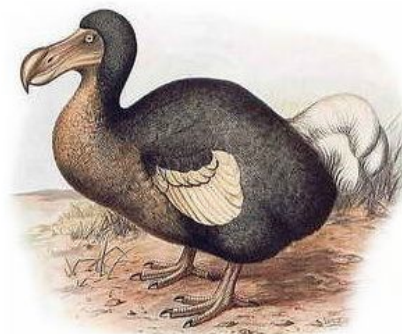
Мы употребляем в пищу лишь около 50 видов растений, в то время как 75 тыс. растений имеют съедобные части и гораздо богаче питательными веществами, чем употребляемая сейчас растительная пища.



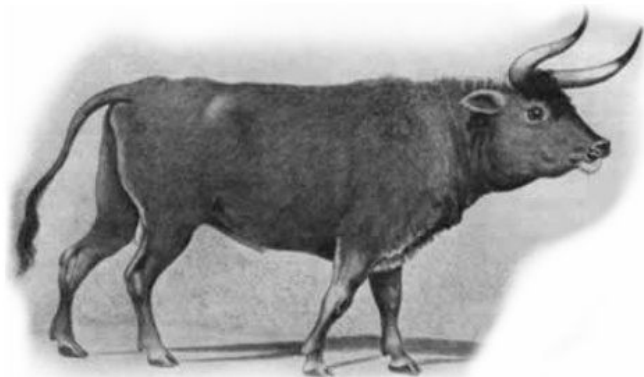
Странствующий голубь



Бескрылая гагарка



Дронт



Дикий тур



Квагга



Стеллерова корова



Сумчатый волк

Подведем итоги:

Парниковые газы:

Диоксид углерода, метан, оксиды азота и фреоны (хлорфторуглероды, ХФУ). Нагрев атмосферы на 50% связан с CO_2 , на 18% — с CH_4 , на 14% — с фреонами и на 18% — с другими газами, включая N_2O . Пары воды и озон также усиливают парниковый эффект.

Разрушение озонового слоя связано:

С попаданием в верхние слои атмосферы фреонов (хлорфторуглеродов, ХФУ).

Какие вещества приводят к образованию кислотных дождей?

Основные загрязнители воздуха — оксиды серы, азота, твердые частицы и оксиды углерода.

Неисчерпаемые ресурсы:

Космические, климатические и водные. Это энергия солнечной радиации, морских волн, ветра.

Исчерпаемые возобновимые ресурсы ;

Растительный и животный мир Земли, плодородие почвы относятся к возобновимым ресурсам с точки зрения человека.

Исчерпаемые невозобновимые ресурсы:

Газ, нефть, уголь.