

Тема лекции № 1 Введение и определение основных понятий

Цель: Изучить основные понятия, а также задачи химической экологии и проблемы окружающей среды.

- **План лекции:**

- Химическая экология и проблемы окружающей среды. Практические основы химической экологии. Различные концепции и их обоснование. Учение В.И. Вернадского о биосфере и концепция ноосферы. Точка зрения на систематизацию проблемы загрязнения окружающей среды. Классификация антропогенных загрязнителей. Естественные и пространственные изменения (локальные, региональные, глобальные). Экодиагноз и экопрофилактика как основа направления исследований химической экологии.

- В основе процессов, обуславливающих современное состояние биосферы, лежат химические превращения веществ. Химические аспекты проблемы охраны окружающей среды формируют новый раздел современной химии, названный **химической экологией**.

- Это направление рассматривает химические процессы, протекающие в биосфере, химическое загрязнение окружающей среды и его влияние на экологическое равновесие, дает характеристику основных химических загрязнителей и способов определения уровня загрязнения, разрабатывает физико-химические методы борьбы с загрязнением окружающей среды, проводит изыскание новых экологически чистых источников энергии и др.

- Понимание сути проблемы охраны окружающей среды, безусловно, требует знакомства с рядом предварительных понятий, определений, суждений, детальное изучение которых должно способствовать не только более глубокому проникновению в суть проблемы, но и развитию экологического образования. Геологические сферы планеты, а также структура биосферы и протекающие в ней химические процессы в обобщенном виде представлены на схеме 1. Данная схема отражает взаимодействие всех составляющих биосферы и влияние на нее

Геологические сферы планеты, а также структура биосферы и протекающие в ней химические процессы в обобщенном виде

Человек и биосфера



Типы геосфер

- **Литосфера** - внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из двух слоев: верхнего, образованного осадочными породами, включающими гранит, и нижнего - базальтового.
- **Гидросфера** - это все океаны и моря (Мировой океан), составляющие 71% поверхности Земли, а также озера и реки. Глубина океана в среднем составляет 4 км, а в отдельных впадинах - до 11 км.

Атмосфера - слой над поверхностью литосферы и гидросферы, достигающий 100 км. Нижний слой атмосферы (15 км) называют **тропосферой**. Она включает взвешенные в воздухе водяные пары, перемещающиеся при неравномерном нагреве поверхности планеты. Над тропосферой простирается **стратосфера**, у границ которой возникают северные сияния. В стратосфере на высоте 45 км расположен **озонный слой**, отражающий губительное для жизни космическое излучение и частично - ультрафиолетовые лучи

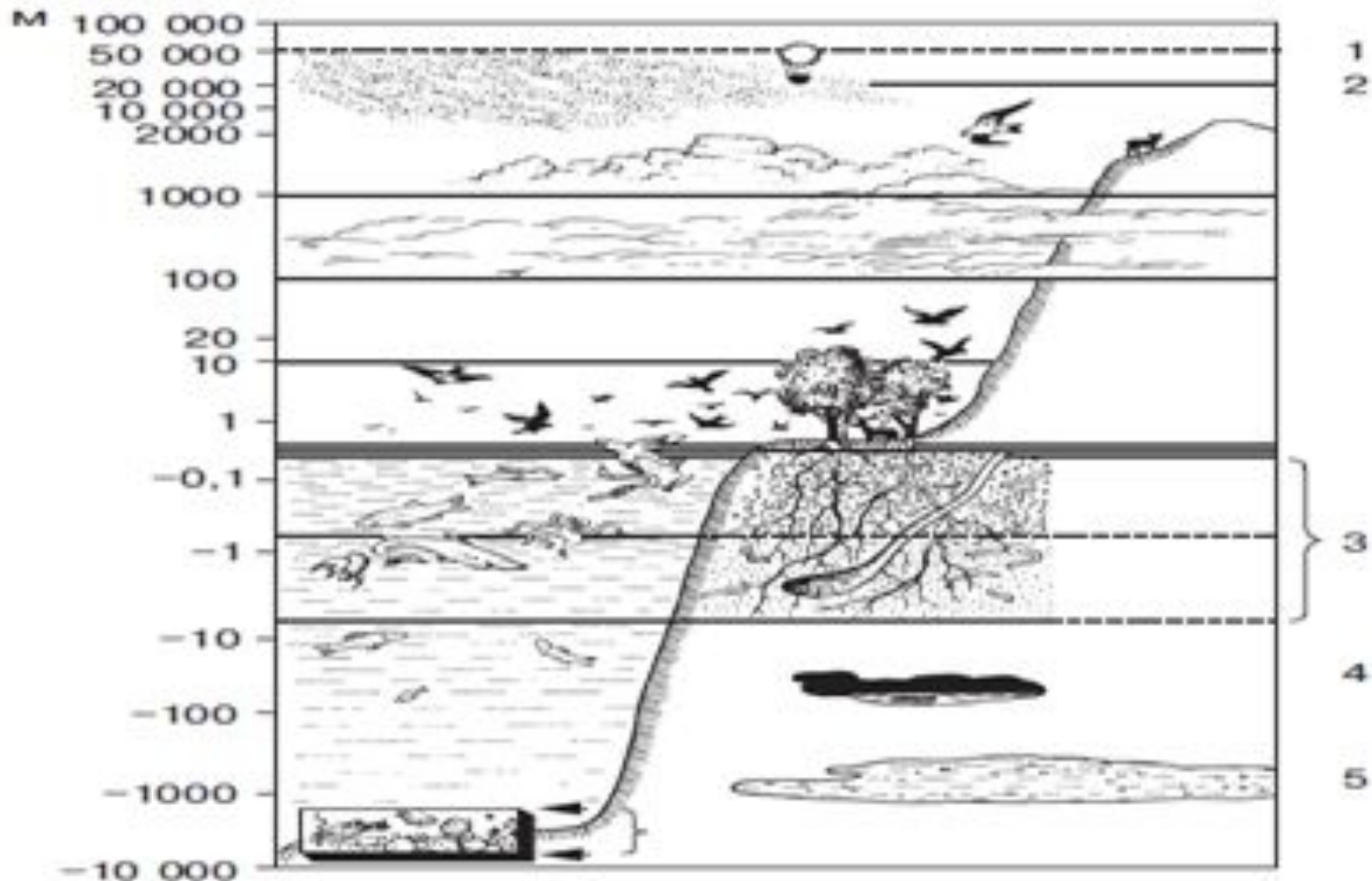
- Выше стратосферы простирается **ионосфера** - слой разряженного газа из ионизированных атомов.
- Среди всех сфер Земли особое место занимает биосфера. **Биосфера** - это геологическая оболочка Земли вместе с населяющими ее живыми организмами: микроорганизмами, растениями, животными. Она включает верхнюю часть литосферы, всю гидросферу, тропосферу и нижнюю часть стратосферы (в том числе озоновый слой).

- Границы биосферы определяются верхним пределом жизни, ограниченным интенсивной концентрацией ультрафиолетовых лучей, и нижним пределом, ограниченным высокими температурами земных недр; крайних пределов биосферы достигают лишь низшие организмы - бактерии.

- Особое место в биосфере занимает озоновый защитный слой. В атмосфере содержится всего лишь $4 \cdot 10^{-7}$ % озона, однако он создал на Земле такие условия, благодаря которым на нашей планете зародилась и продолжает развиваться жизнь.

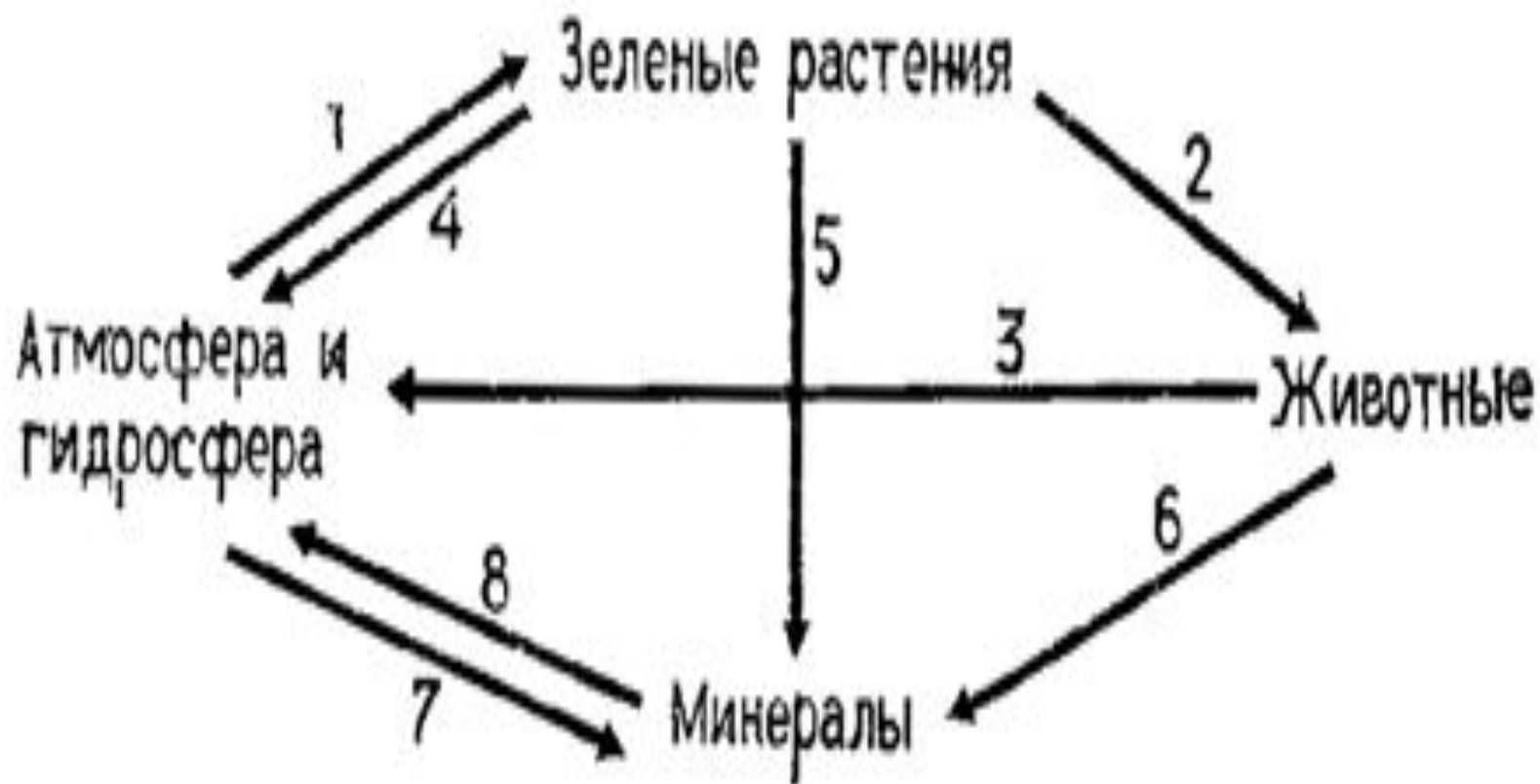
Область распространения организмов в биосфере:

1 — уровень озонового слоя, задерживающего жесткое ультрафиолетовое излучение; 2 — граница снегов; 3 — почва; 4 — животные, обитающие в пещерах; 5 — бактерии в нефтяных скважинах

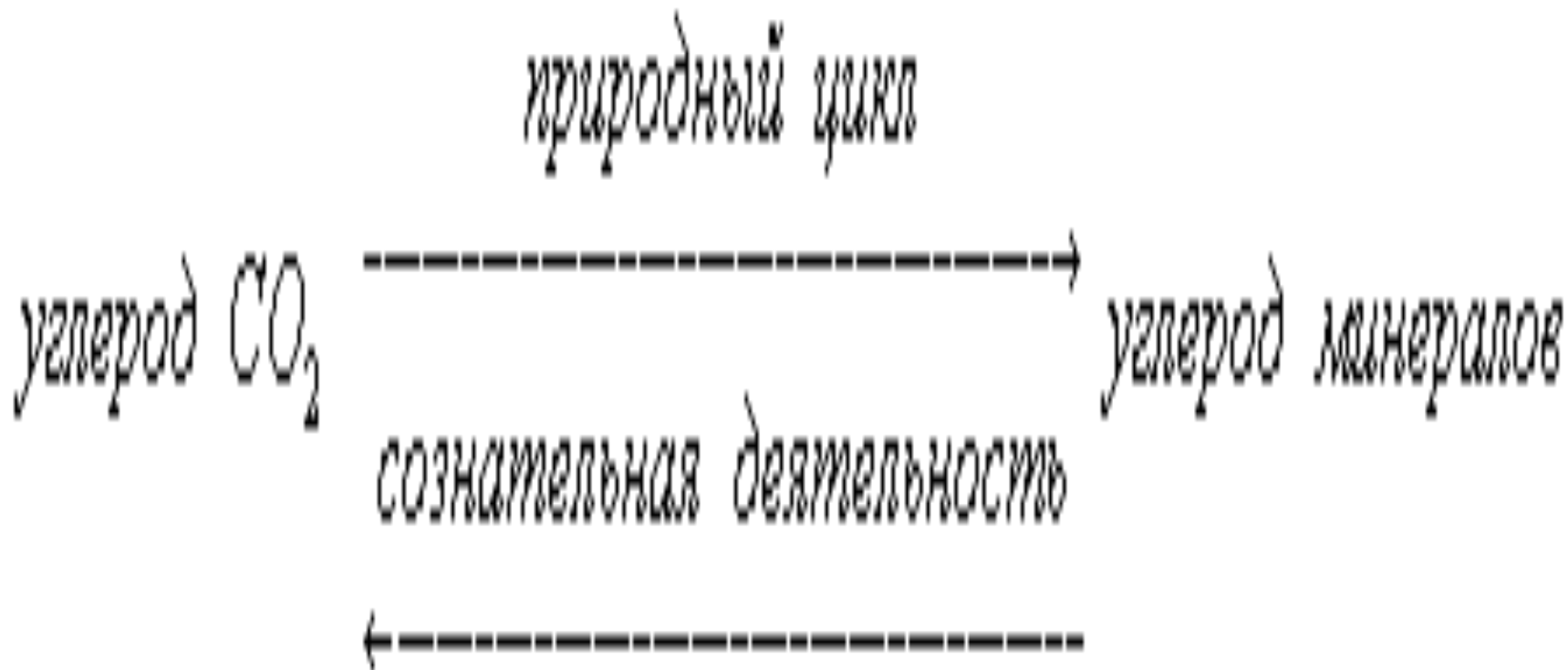


- В биосфере осуществляются непрерывные круговороты веществ и энергии.
- В круговороте веществ постоянно участвуют в основном одни и те же элементы: водород, углерод, азот, кислород, сера. Из неживой природы они переходят в состав растений, из растений - в животных и человека. Атомы этих элементов удерживаются в круге жизни сотни миллионов лет, что подтверждается данными изотопного анализа. Указанные пять элементов называют **биофильными (жизнелюбивыми)**, при этом не все их изотопы, а *только легкие*. Так, из трех изотопов водорода биофильным *(является ^1H)* только ^1H , ^2H , ^3H
- Из трех природных изотопов кислорода ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O
- биофилен только ^{12}C , а из изотопов углерода - только ^{12}C

- Роль углерода в возникновении жизни на Земле поистине огромна. Имеются основания полагать, что при образовании земной коры часть углерода вошла в состав ее глубинных слоев в виде минералов типа карбидов, а другая его часть была удержана атмосферой в виде CO. Понижение температуры на определенных этапах формирования планеты сопровождалось взаимодействием CO с водяным паром по реакции
$$H_2O + CO = H_2 + CO_2 + 10 \text{ ккал}$$
, так что ко времени появления на Земле жидкой воды углерод атмосферы должен был находиться в виде углекислого газа.



Таким образом, влияние человека на циклы превращений углерода по своему направлению прямо противоположно суммарному результату естественного цикла:

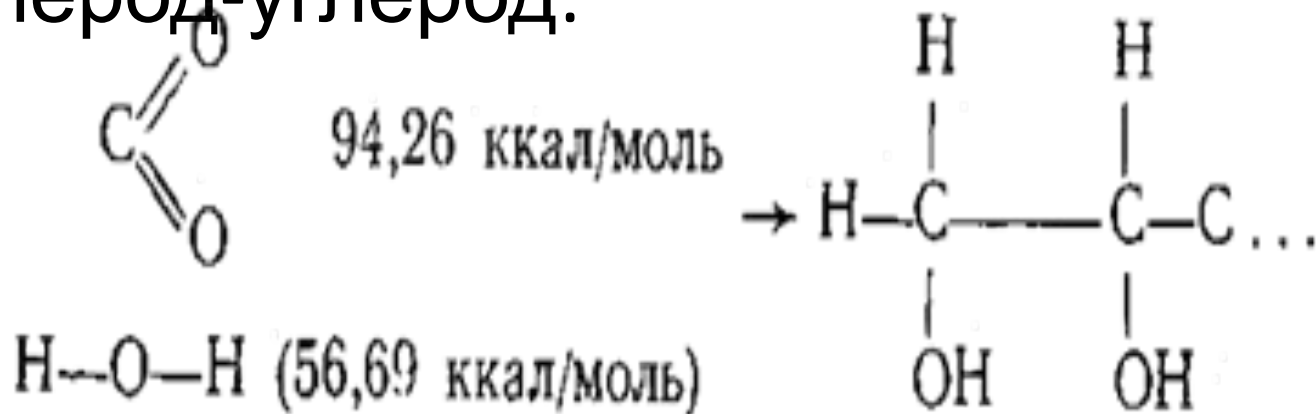


- Энергетический баланс Земли складывается из различных источников, однако главнейшими из них являются солнечная и радиоактивная энергия. В ходе эволюции Земли радиоактивный распад был интенсивным, и 3 млрд лет тому назад радиоактивного тепла было в 20 раз больше, чем сейчас. В настоящее время тепло солнечных лучей, падающих на Землю, значительно превосходит внутреннее тепло от радиоактивного распада, так что основным источником тепла сейчас можно считать энергию Солнца.

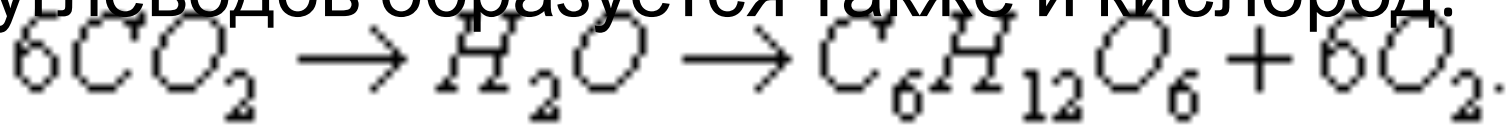
$2,5 \cdot 10^{20}$ Солнце дает нам в
- год ккал тепла.

- Согласно приведенной выше схеме, 40% солнечной энергии отражается Землей в мировое пространство, 60% поглощается атмосферой и почвой. Часть этой энергии расходуется на фотосинтез, часть идет на окисление органических веществ, а часть консервируется в угле, нефти, торфе. Солнечная энергия возбуждает на Земле грандиозные по своим масштабам климатические, геологические и биологические процессы. Под влиянием биосферы солнечная энергия преобразуется в различные формы энергии, обуславливающие огромные по размерам превращения, миграции, круговорот веществ. Несмотря на свою грандиозность, биосфера является открытой системой, так как постоянно получает поток солнечной энергии.

- Фотосинтез включает сложный комплекс различных по природе реакций. В этом процессе происходит перестройка связей в молекулах и , так что вместо прежних связей углерод-кислород и водород-кислород возникает новый тип химических связей: углерод-водород и углерод-углерод:

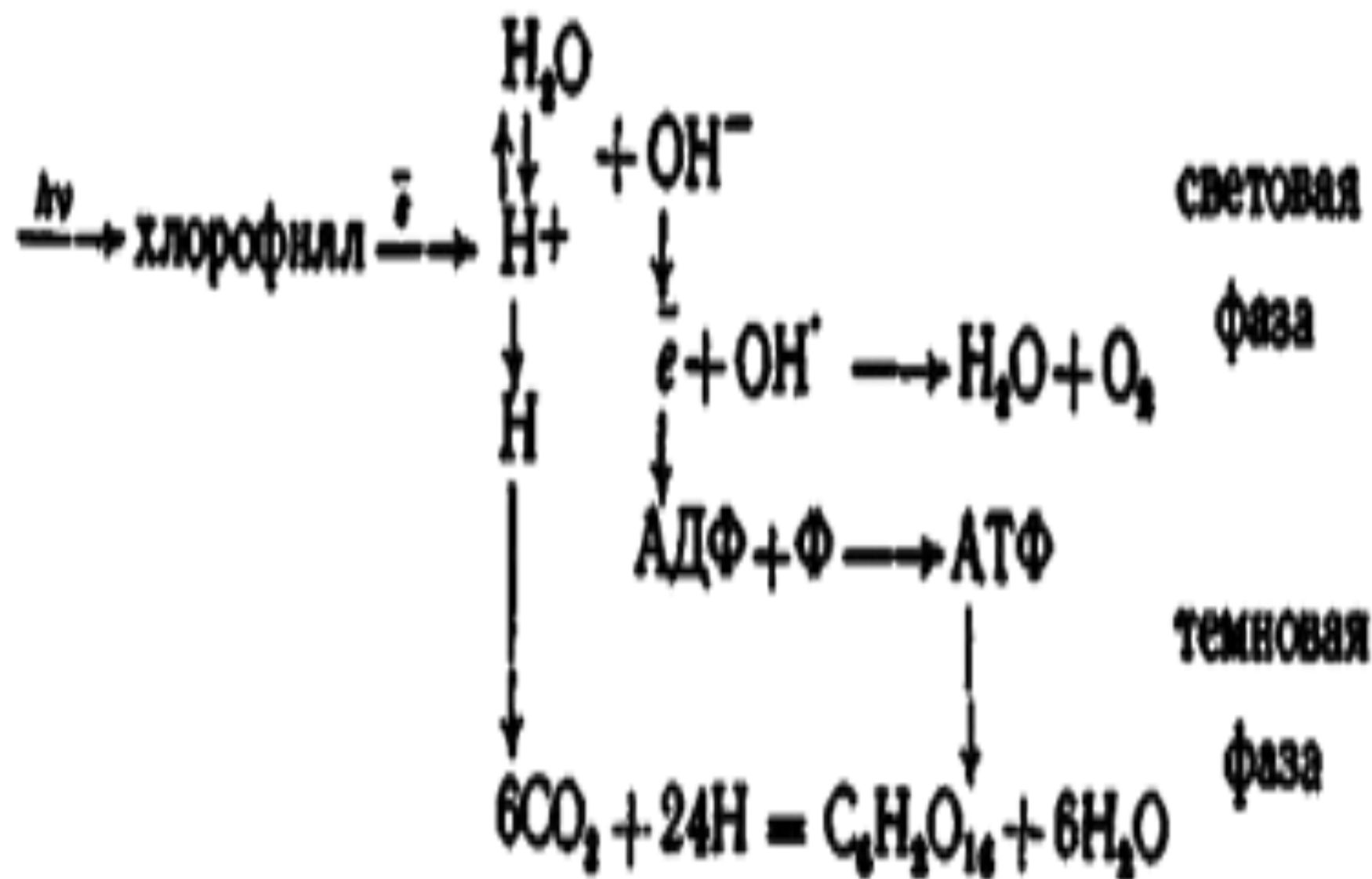


- В результате этих превращений возникает молекула углевода, которая представляет собой концентрат энергии в клетке. Таким образом, в химическом отношении сущность фотосинтеза заключается в перестройке химических связей. С этой точки зрения, фотосинтезом можно называть процесс синтеза органических соединений, идущий за счет световой энергии. Суммарное уравнение фотосинтеза показывает, что кроме углеводов образуется также и кислород:

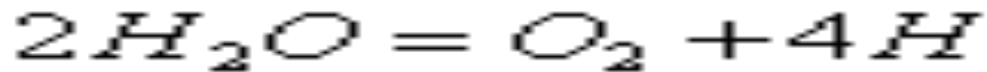


- но это уравнение не дает представления о его механизме.

- **Фотосинтез** - это сложный, многоступенчатый процесс, в котором с биохимической точки зрения центральная роль принадлежит хлорофиллу - органическому веществу зеленого цвета, которое поглощает квант солнечной энергии. Механизм процессов фотосинтеза может быть представлен следующей схемой:



- Как видно из схемы, в световой фазе фотосинтеза избыточная энергия "возбужденных" электронов порождает для процесса: фотолиз - с образованием молекулярного кислорода и атомарного водорода:



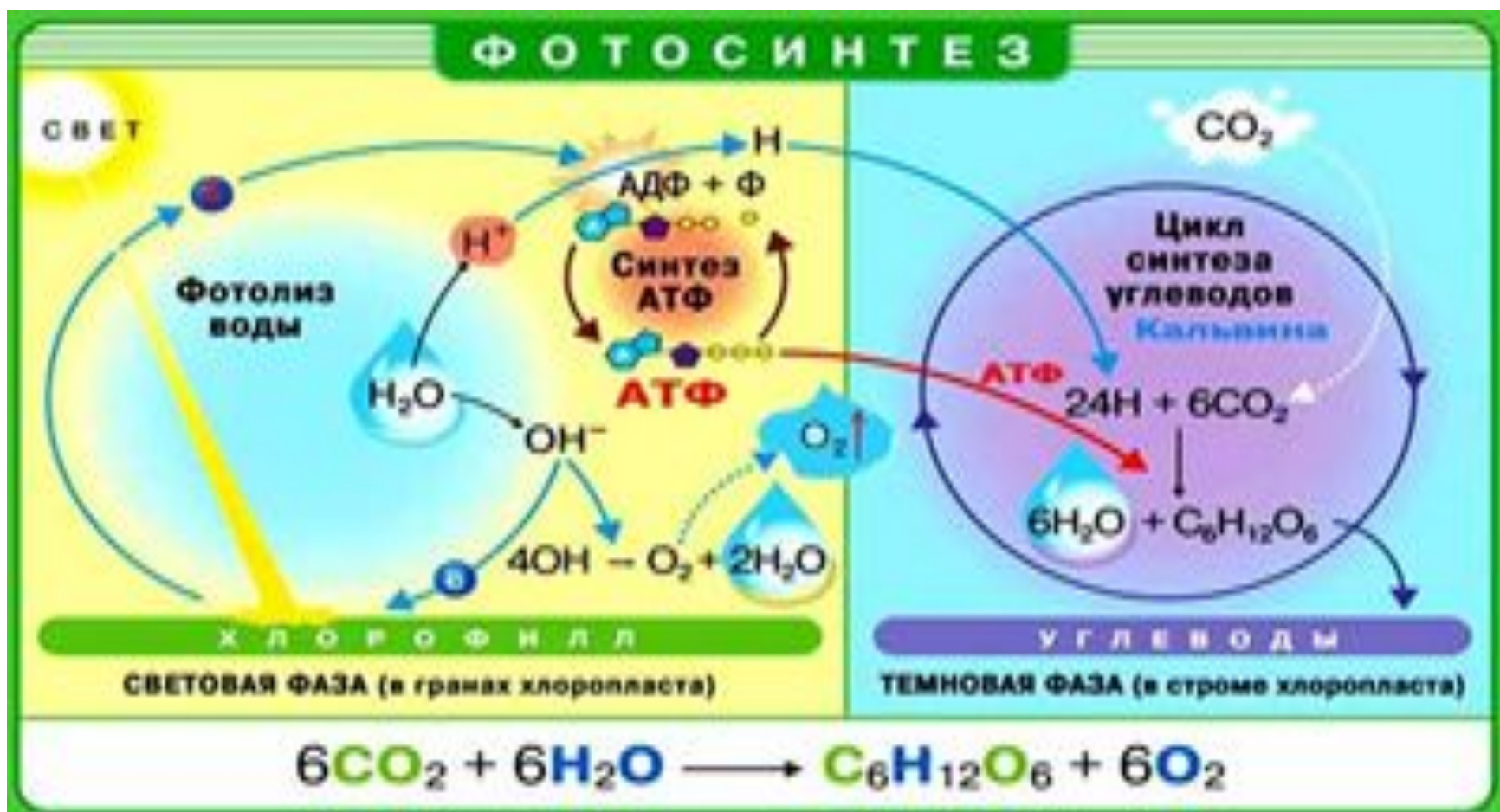
- и синтез аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) из аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и фосфорной кислоты (Ф). В темновой фазе идет синтез углеводов, для осуществления которого расходуется энергия АТФ (структура аденозинтрифосфорной кислоты: Систематическое наименование АТФ: 9-β-D-рибофуранозиладенин-5'-трифосфат, или 9-β-D-рибофуранозил-6-амино-пурин-5'-трифосфат.

- Химически АТФ представляет собой трифосфорный эфир аденозина, который является производным аденина и рибозы. Пуриновое азотистое основание — аденин — соединяется β -N-гликозидной связью с 1'-углеродом рибозы. К 5'-углероду рибозы последовательно присоединяются три молекулы фосфорной кислоты, обозначаемые соответственно буквами: α , β и γ . АТФ относится к так называемым макроэргическим соединениям, то есть к химическим соединениям, содержащим связи, при гидролизе которых происходит освобождение значительного количества энергии.

- Гидролиз макроэргических связей молекулы АТФ, сопровождаемый отщеплением 1 или 2 остатков фосфорной кислоты, приводит к выделению, по различным данным, от 40 до 60 кДж/моль. $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{энергия}$; $\text{АДФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АМФ} + \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{энергия}$. Высвобожденная энергия используется в разнообразных процессах, протекающих с затратой энергии
- и атомов водорода, возникающих в световую фазу в результате преобразования световой энергии Солнца. Общая продуктивность фотосинтеза огромна: ежегодно растительность Земли связывает 170 млрд т углерода.

- Помимо того, растения вовлекают в синтез миллиарды тонн фосфора, серы и других элементов, в результате чего ежегодно синтезируется около 400 млрд т органических веществ. Тем не менее при всей своей грандиозности природный фотосинтез - медленный и малоэффективный процесс, поскольку зеленый лист использует для фотосинтеза всего 1% падающей на него солнечной энергии.

Данная схема отражает процесс прохождения фотосинтеза, его стадии темновую и световую, условия фотосинтеза, продукт реакции.



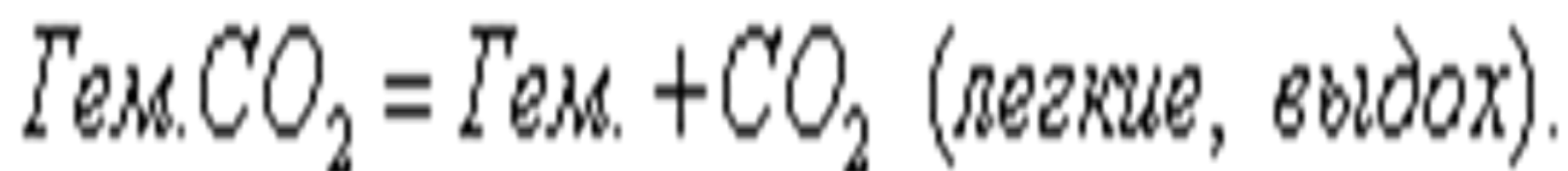
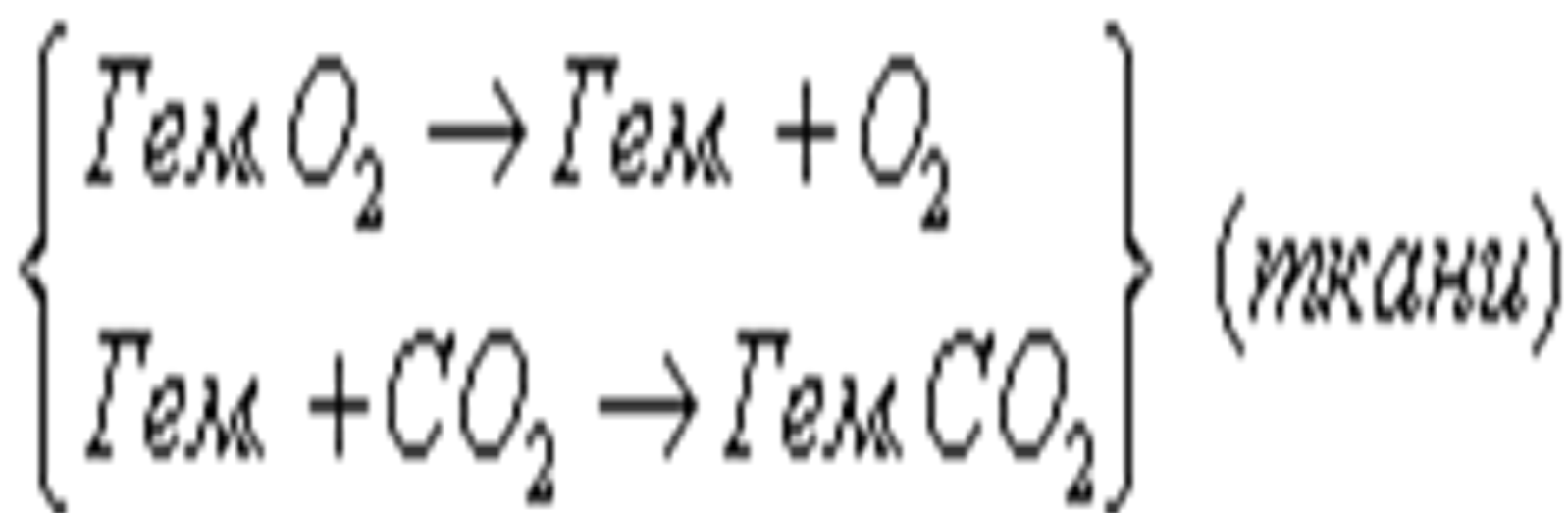
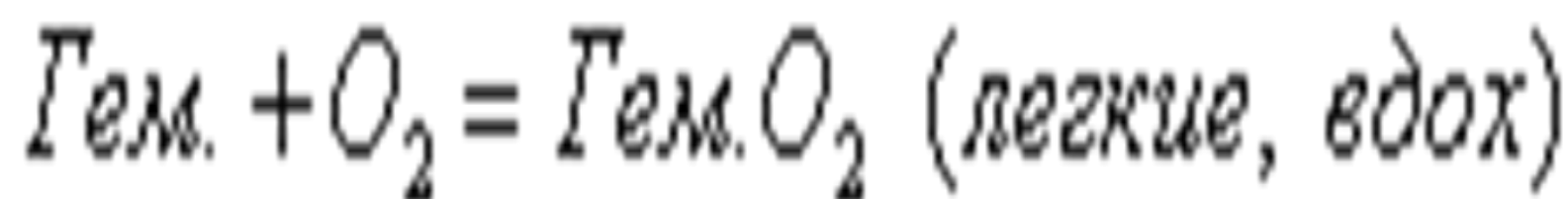
- Органические вещества, возникшие в процессе фотосинтеза, характеризуются высоким запасом внутренней энергии. Но энергия, аккумулированная в конечных продуктах фотосинтеза, недоступна для непосредственного использования ее в химических реакциях, протекающих в живых организмах. Перевод этой потенциальной энергии в активную форму осуществляется в другом биохимическом процессе - дыхании. Основная химическая реакция процесса дыхания - это поглощение кислорода и выделение углекислого газа:
$$C + O_2 = CO_2 + 94 \text{ ккал.}$$

- Однако процесс дыхания очень сложный. Он включает активацию атомов водорода органического субстрата, освобождение и мобилизацию энергии в виде АТФ и генерации углеродных скелетов. В процессе дыхания углеводы, жиры и белки в реакциях биологического окисления и постепенной перестройки органического скелета отдают свои атомы водорода с образованием восстановленных форм. Последние при окислении в дыхательной цепи освобождают энергию, которая аккумулируется в активной форме в сопряженных реакциях синтеза АТФ. Таким образом, фотосинтез и дыхание - это различные, но весьма тесно связанные стороны общего энергообмена.

- В клетках зеленых растений процессы фотосинтеза и дыхания тесно сопряжены. Процесс дыхания в них, как и во всех других живых клетках, идет постоянно. Днем наряду с дыханием в них происходит фотосинтез: растительные клетки преобразуют световую энергию в химическую, синтезируя органическое вещество, а в качестве побочного продукта реакции выделяя кислород. Количество кислорода, выделяемого растительной клеткой в процессе фотосинтеза, в 20-30 раз больше, чем поглощение его в одновременно идущем процессе дыхания. Таким образом, днем, когда в растениях идут оба процесса, воздух обогащается кислородом, а ночью, когда фотосинтез прекращается, сохраняется только процесс дыхания.

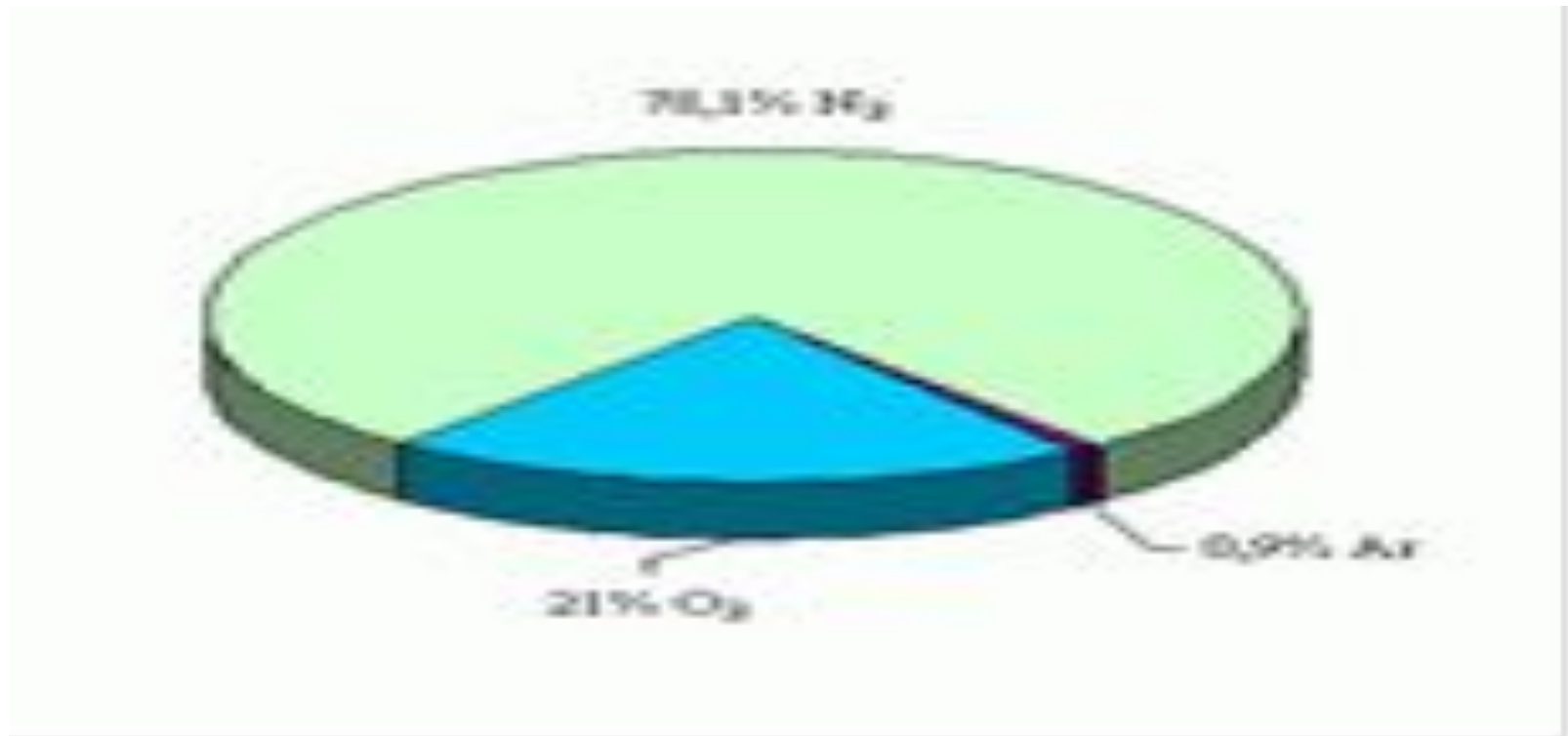
- В организм человека необходимый для дыхания кислород поступает через легкие, тонкие и влажные стенки которых имеют большую поверхность (порядка 90 м²) и пронизаны кровеносными сосудами. Попадая в них, кислород образует с гемоглобином, заключенным в красных кровяных клетках - эритроцитах, - непрочное химическое соединение - оксигемоглобин и в таком виде красной артериальной кровью разносится ко всем тканям тела. В них кислород отщепляется от гемоглобина и включается в различные обменные процессы, в частности окисляет органические вещества, поступившие в организм в виде пищи.

- В тканях к гемоглобину присоединяется углекислый газ, образуя непрочное соединение - карбгемоглобин. В таком виде, а также частично в виде солей угольной кислоты и в физически растворенном виде углекислый газ с током темной венозной крови поступает в легкие, где и выводится из организма. Схематически этот процесс газообмена в организме человека можно представить следующими реакциями:



- Таким образом, в химическом отношении сущность фотосинтеза заключается в перестройке химических связей. С этой точки зрения, фотосинтезом можно называть процесс синтеза органических соединений, идущий за счет световой энергии. Суммарное уравнение фотосинтеза показывает, что кроме углеводов образуется также и кислород:

Обычно вдыхаемый человеком воздух содержит 21% (по объему) и 0,03% , а выдыхаемый - 16% и 4% ; за сутки человек выдыхает 0,5 . Данная диаграмма показывает состав вдыхаемого воздуха.



- Аналогично кислороду реагирует с гемоглобином угарный газ (CO), причем образующееся соединение Гем. CO значительно более прочно. Поэтому даже при небольших концентрациях CO в воздухе значительная часть гемоглобина оказывается связанной с ним и перестает участвовать в переносе кислорода. При содержании в воздухе 0,1% CO (по объему), т.е. при соотношении O_2 и CO 1 : 200 гемоглобином связываются равные количества обоих газов. В силу этого при вдыхании отравленного окисью углерода воздуха смерть от удушья может наступить, несмотря на наличие избытка кислорода.

- Брожение как процесс распада сахаристых веществ в присутствии особого рода микроорганизмов настолько часто протекает в природе, что спирт, хотя и в ничтожных количествах, является постоянной составной частью почвенных вод, а пары: его всегда в небольших количествах содержатся в воздухе. Простейшая схема брожения может быть представлена уравнением:
$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$
- Хотя механизм процессов брожения сложен, все же можно утверждать, что чрезвычайно важную роль в нем играют производные фосфорной кислоты (АТФ), а также ряд ферментов.

- Хотя механизм процессов брожения сложен, все же можно утверждать, что чрезвычайно важную роль в нем играют производные фосфорной кислоты (АТФ), а также ряд ферментов.
- **Гниение** - сложный биохимический процесс, в результате которого экскременты, трупы, останки растений возвращают почве ранее взятый из нее связанный азот. Под влиянием особых бактерий в конечном счете этот связанный азот переходит в аммиак и соли аммония. Кроме того, при гниении часть связанного азота переходит в свободный азот и теряется.

- Подобно растительной, животная жизнь минувших эпох также оставила нам ценное наследство - нефть. Современные океаны и моря содержат громадные скопления простейших организмов в верхних слоях воды до глубины примерно 200 м (планктон) и в придонной области не очень глубоких мест (бентос). Общая масса планктона 10^{11} и бентоса оценивается громадной цифрой (~ т).

- Будучи основой питания всех более сложных морских организмов, планктон и бентос в настоящее время вряд ли накапливаются в виде останков. Однако в далекие геологические эпохи, когда условия для их развития были более благоприятными, а потребителей намного меньше, чем сейчас, останки планктона и бентоса, а также, возможно, и более высокоорганизованных животных, массами гибнувших в силу тех или иных причин, могли стать основным строительным материалом для образования нефти.

- Сырая нефть представляет собой нерастворимую в воде маслянистую жидкость черного или коричневого цвета. В ее состав входят 83-87% углерода, 10-14% водорода и небольшие количества азота, кислорода и серы. Ее теплотворная способность выше, чем у антрацита, и оценивается величиной 11000 ккал/кг.

- **Под биомассой** понимается совокупность всех живых организмов биосферы, т.е. количество органического вещества и заключенной в нем энергии всей совокупности особей. Биомассу обычно выражают в весовых единицах в пересчете на сухое вещество на единицу площади или объема. Накопление биомассы обуславливается жизнедеятельностью зеленых растений. В биогеоценозах они как производители живого вещества играют роль "продуцентов", растительноядные и плотоядные животные как потребители живого органического вещества - роль "консументов", а разрушители органических остатков (микроорганизмы), доводящие распад органического вещества до простых минеральных соединений, - "редуцентов".

- Особой энергетической характеристикой биомассы является ее способность к размножению. По определению В.И. Вернадского, "живое вещество (совокупность организмов) подобно массе газа растекается по земной поверхности и оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его продвижению, или ими овладевает, их покрывает. Это движение достигается путем размножения организмов". На поверхности суши увеличение биомассы происходит в направлении от полюсов к экватору.

В этом же направлении возрастает и количество видов, участвующих в биогеоценозах (см. ниже). Показывает пищевую цепь различных порядков, начиная продуцентами и заканчивая деструкторами.



- Биоценозы почв покрывают всю поверхность суши.
- **Почва** - это рыхлый поверхностный слой земной коры, изменяемый атмосферой и организмами и постоянно пополняемый органическими остатками. Мощность почвы наряду с поверхностной биомассой и под ее влиянием увеличивается от полюсов к экватору. Почва плотно заселена живыми организмами, и в ней происходит непрерывный газообмен. Ночью при охлаждении и сжатии газов в нее проникает некоторое количество воздуха. Кислород воздуха поглощается животными и растениями и входит в состав химических соединений. Проникший с воздухом азот улавливается некоторыми бактериями. Днем при нагревании почвы из нее выделяются аммиак, сероводород и углекислый газ. Все процессы, происходящие в почве, входят в

- **Гидросфера Земли, или Мировой океан,** занимает более $2/3$ поверхности планеты. Физические свойства и химический состав вод океана весьма постоянны и создают среду, благоприятную для жизни. Водные животные выделяют при дыхании O_2 , а водоросли при фотосинтезе обогащают воду O_2 . Фотосинтез водорослей происходит главным образом в верхнем слое воды - на глубине до 100 м. На долю планктона океана приходится $1/3$ фотосинтеза, происходящего на всей планете. В океане биомасса в основном рассеяна. В среднем биомасса на Земле, по современным данным, составляет примерно 10^{12} т, масса зеленых растений суши - 97%, животных и микроорганизмов - 3%. В Мировом океане живой биомассы в 1000 раз меньше, чем на суше. Использование солнечной энергии на площади океана - 0,04%, на суше - 0,1%. Океан не так богат жизнью, как это предполагалось еще недавно.

- **Человечество** составляет лишь небольшую часть биомассы биосферы. Однако, овладев различными формами энергии - механической, электрической, атомной, - оно стало оказывать громадное влияние на процессы, протекающие в биосфере. Человеческая деятельность превратилась в столь мощную силу, что эта сила стала соизмеримой с естественными силами природы. Анализ результатов деятельности человека, влияния этой деятельности на биосферу в целом привел академика В.И. Вернадского к выводу о том, что в настоящее время человечество создало **новую оболочку Земли** - "**разумную**".

- **Вернадский назвал ее "ноосферой". Ноосфера** - это "коллективный разум человека, сконцентрированный как в его потенциальных возможностях, так и в кинетических воздействиях на биосферу. Эти воздействия, однако, на протяжении веков носили стихийный, а подчас и хищнический характер, и следствием такого воздействия стало угрожающее загрязнение окружающей среды, со всеми вытекающими отсюда последствиями". Рассмотрение вопросов, связанных с проблемой охраны окружающей среды, требует уточнения понятия "окружающая среда". Под этим термином понимается вся наша планета плюс тонкая оболочка жизни - биосфера, плюс космическое пространство, окружающее нас и воздействующее на нас. Однако часто для упрощения под окружающей средой подразумевают лишь биосферу и часть нашей планеты - земную кору. По В.И. Вернадскому, биосфера - это "область существования живого вещества". Живым веществом называют совокупность

- **Экология** как наука о взаимоотношениях организмов между собой, а также между организмами и средой обитания особое внимание уделяет изучению тех сложных систем (экосистем), которые возникают в природе на основе взаимодействия организмов между собой и неорганической средой обитания. Отсюда **экосистемой** называется совокупность живых и неживых компонентов природы, находящихся во взаимодействии. Это понятие применяется к единицам различной протяженности - от муравейника (микроэкосистема) до океана (макроэкосистема). Сама биосфера является гигантской экосистемой земного шара.

- Связи между компонентами экосистемы возникают прежде всего на основе пищевых связей и способов получения энергии. По способу получения и использования питательных материалов и энергии все организмы биосферы разделяются на две резко различающиеся группы: автотрофы и гетеротрофы. **Автотрофы** способны синтезировать органические вещества из неорганических соединений (и др.). Из этих бедных энергией соединений клетки синтезируют глюкозу, аминокислоты, а затем и более сложные органические соединения - углеводы, белки и т.д. Главными автотрофами на Земле являются клетки зеленых растений, а также некоторые микроорганизмы. **Гетеротрофы** не способны синтезировать органические вещества из неорганических соединений. Они нуждаются в доставке уже готовых органических соединений.

- **Гетеротрофами** являются клетки животных, человека, большинства микроорганизмов и некоторых растений (например, грибов и зеленых растений, не содержащих хлорофилла). В процессе питания гетеротрофы в конечном счете разлагают органическое вещество до углекислоты, воды и минеральных солей, т.е. веществ, пригодных для повторного использования автотрофами.

- Таким образом, в природе возникает непрерывный круговорот веществ: необходимые для жизни химические вещества извлекаются автотрофами из окружающей среды и через ряд гетеротрофов вновь в нее возвращаются. Для осуществления этого процесса необходим постоянный приток энергии извне. Его источником служит лучистая энергия Солнца. Движение вещества, вызванное деятельностью организмов, происходит циклически, и оно может быть использовано вновь и вновь, тогда как энергия в этих процессах представлена однонаправленным потоком. Энергия Солнца лишь трансформируется организмами в другие формы - химическую, механическую, тепловую.

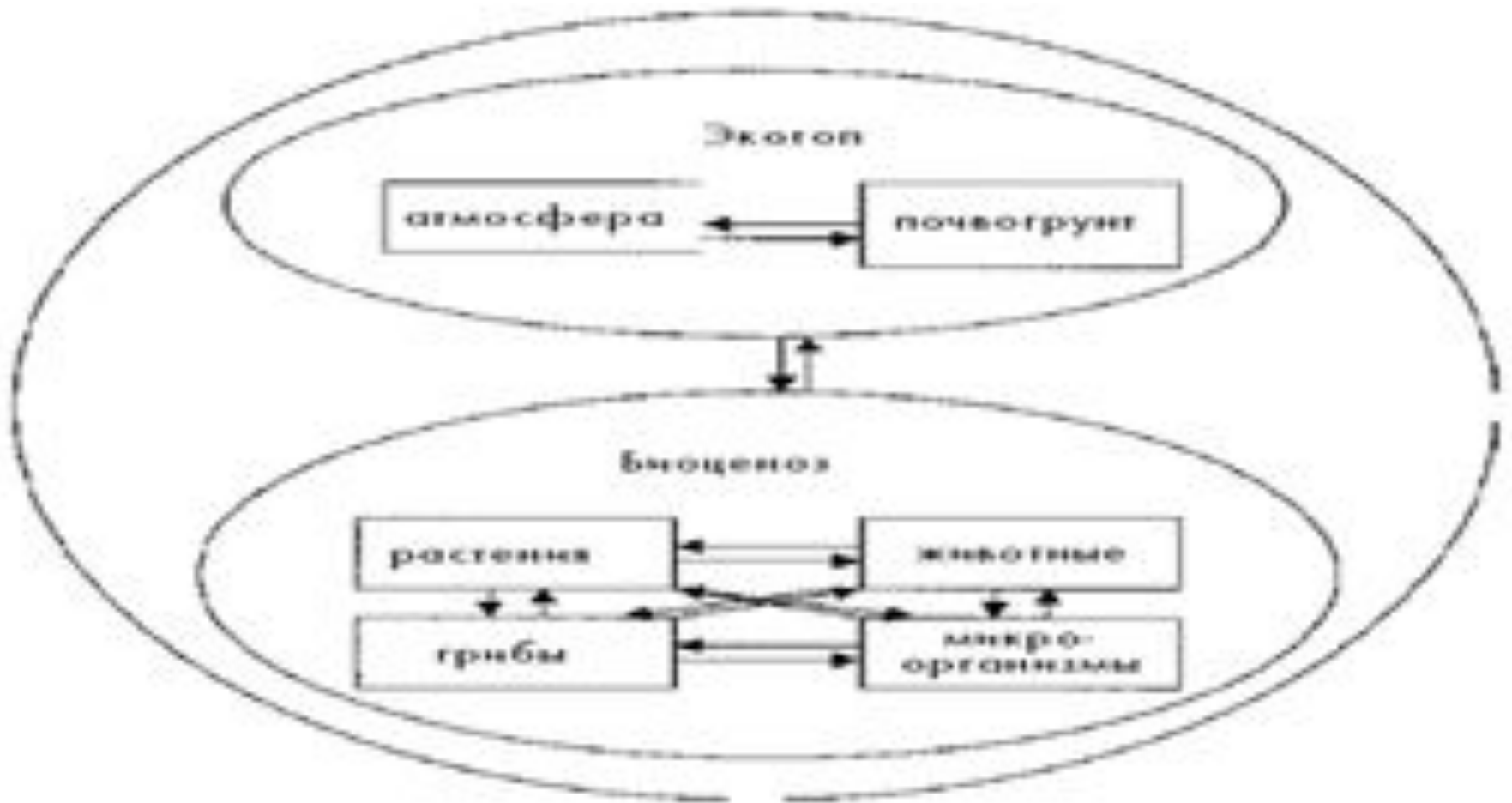
- В соответствии с законами термодинамики такие превращения всегда сопровождаются рассеиванием части энергии в форме тепла. Хотя общая схема круговорота веществ сравнительно проста, в реальных условиях природы этот процесс принимает очень сложные формы. Ни один вид гетеротрофных организмов не способен сразу расщеплять органическое вещество растений до конечных минеральных продуктов (CO₂, H₂O и др.). Каждый вид использует лишь часть содержащейся в органическом веществе энергии, доводя его распад до определенной стадии. непригодные для данного вида, но еще богатые энергией остатки используются другими организмами. Таким образом, в процессе эволюции в экосистеме сложились цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих материалы и энергию из исходного пищевого вещества

- Все виды, образующие пищевую цепь, существуют за счет органического вещества, генерируемого зелеными растениями.
- Суммарно лишь 1% лучистой энергии Солнца, падающей на растения, превращается в энергию синтезированных органических веществ, которые могут быть использованы гетеротрофными организмами. Большая же часть энергии, содержащейся в растительной пище, расходуется в организме животных на различные процессы жизнедеятельности и, превращаясь в тепло, рассеивается. При этом только 10-20% этой энергии пищи идет непосредственно на построение нового вещества. Большие потери полезной энергии определяют то, что цепи питания состоят из небольшого числа звеньев (3-5). **Другими словами, в результате потерь энергии количество образующегося органического вещества на каждом последующем уровне пищевых цепей резко уменьшается.**

- Эта важная закономерность называется правилом **экологической пирамиды** и на диаграмме представляется пирамидой, в которой каждому последующему уровню отвечает плоскость, параллельная основанию пирамиды. Имеются различные категории экологических пирамид: пирамида чисел - отражающая число особей на каждом уровне пищевой цепи, пирамида биомассы - отражающая соответственно количество органического вещества, пирамида энергии - отражающая количество энергии в пище.

- Любая экосистема состоит из двух компонентов. Один из них - органический, представляющий комплекс видов, образующих самоподдерживающуюся систему, в которой осуществляется круговорот веществ, который называется **биоценозом**, другой - это неорганический компонент, дающий пристанище биоценозу и называемый **биотон**ом:
- **Экосистема = биотон + биоценоз.**

Данная схема отражает строение и состав экологической системы.



- Другие экосистемы, а также геологические, климатические, космические воздействия по отношению к данной экологической системе выступают как внешние силы. Устойчивость экосистемы всегда связана с ее развитием. Согласно современным воззрениям, экосистема обладает тенденцией развиваться в направлении к ее устойчивому состоянию - **зрелой экосистеме. Это изменение называется сукцессией.** Ранние стадии сукцессии характеризуются незначительным видовым разнообразием и небольшой биомассой. Экосистема в начальной стадии развития очень чувствительна к нарушениям, и сильное воздействие на основной поток энергии может ее разрушить. В зрелых экосистемах флора и фауна увеличиваются. В этом случае повреждение одного компонента не может оказать сильного влияния на всю экосистему. **Отсюда зрелая экосистема имеет высокую степень устойчивости.**

- Как отмечалось выше, геологические, климатические, гидрогеологические и космические воздействия по отношению к данной экологической системе выступают как внешние силы. Среди внешних сил, оказывающих влияние на экосистемы, особое место занимает воздействие человека. Биологические законы строения, функционирования и развития природных экосистем связаны только с теми организмами, которые являются их необходимыми компонентами. В связи с этим человек как в социальном (личность), так и в биологическом (организм) плане не входит в состав природных экосистем. Это вытекает хотя бы из того, что любая природная экосистема в своем возникновении и развитии может обходиться без человека. Человек не является необходимым элементом этой системы. Кроме того, возникновение и существование организмов обусловлено только общими закономерностями экосистемы, тогда как человек порождается обществом и существует в обществе.

- Человек как личность и как биологическое существо является компонентом особой системы - человеческого общества, которая обладает исторически меняющимися экономическими законами распределения продуктов питания и других условий его существования. При этом элементы, необходимые для жизни, такие, как воздух и вода, человек получает извне, поскольку человеческое общество - это открытая система, в которую энергия и вещество поступают извне. Таким образом, человек является "внешним элементом" и не может вступать в постоянные биологические связи с элементами природных экосистем. С другой стороны, выступая в качестве внешней силы, человек оказывает большое влияние на экосистемы. В этой связи следует указать на возможность существования **двух типов экосистем: естественных (природных) и искусственных. Развитие (сукцессия) естественных экосистем**

- **Искусственные экосистемы** - это совокупности живых организмов и растений, живущих в условиях, которые создал человек своим трудом, своей мыслью. Сила воздействия человека на природу проявляется именно в искусственных экосистемах, которые охватывают сегодня большую часть биосферы Земли.
- **Экологическое вмешательство человека, очевидно, всегда имело место.** Вся предшествующую деятельность человека можно рассматривать как процесс подчинения многих или даже всех экологических систем, всех биоценозов потребностям человека.

- Вмешательство человека не могло не влиять на экологическое равновесие. Еще древний человек, выжигая леса, нарушал экологическое равновесие, но делал он это медленно и в относительно малых масштабах. Такое вмешательство носило больше локальный характер и не вызывало глобальных последствий. Другими словами, деятельность человека того времени проходила в условиях, близких к равновесным. Однако сейчас воздействие человека на природу в силу развития науки, техники и технологии приняло такой размах, что нарушение экологического равновесия стало угрожающим в глобальном масштабе.

- Если бы процесс воздействия человека на экосистемы не был стихийным, а подчас и хищническим, то вопрос об экологическом кризисе не стоял бы так остро. Между тем деятельность человека на сегодня стала настолько соизмерима с мощными силами природы, что сама природа уже не в состоянии справляться с испытываемыми ею нагрузками.
- Таким образом, основная сущность проблемы охраны окружающей среды заключается в том, что человечество благодаря своей трудовой деятельности превратилось в столь мощную природообразующую силу, что ее влияние стало проявляться много быстрее, чем влияние естественной эволюции биосферы.

- Хотя термин **"охрана окружающей среды"** на сегодня весьма распространен, он все же не строго отражает существо дела. Физиолог И.М. Сеченов в свое время указывал, что живой организм не может существовать без взаимодействия с окружающей средой. С этой точки зрения, по-видимому, более строгим является термин **"рациональное использование окружающей среды"**. В целом же проблема рационального использования окружающей среды заключается в поиске механизмов, обеспечивающих нормальное функционирование биосферы.

Вопросы самоконтроля:

- 1. Дайте определение понятия "окружающая среда".**
- 2. В чем состоит основная сущность проблемы охраны окружающей среды?**
- 3. Перечислите различные аспекты проблемы охраны окружающей среды.**
- 4. Дайте определение термина "химическая экология".**
- 5. Перечислите основные геосферы нашей планеты.**
- 6. Укажите факторы, определяющие верхний и нижний пределы биосферы.**
- 7. Перечислите биофильные элементы.**
- 8. Прокомментируйте влияние деятельности человека на естественный цикл превращений углерода.**
- 9. Что Вы можете сказать о механизме фотосинтеза?**
- 10. Приведите схему процесса дыхания.**
- 11. Приведите схему процессов брожения.**
- 12. Дайте определение понятий "продуцент", "консумент", "редуцент".**
- 13. В чем отличие "автотрофов" от "гетеротрофов"?**
- 14. Дайте определение понятия "ноосфера".**
- 15. В чем сущность правила "экологической пирамиды"?**
- 16. Дайте определение понятий "биотон" и "биоценоз".**
- 17. Дайте определение понятия "экосистема".**

Литература: Основная [1-9]; дополнительная [1-12]

- Как следует из приведенной выше схемы, часть солнечной энергии, поглощаемой нашей планетой, "консервируется" в виде торфа, нефти, угля. Мощные сдвиги земной коры погребали под слоями горных пород громадные растительные массивы. При разложении отмерших растительных организмов без доступа воздуха из них выделяются летучие продукты распада, а остаток постепенно обогащается углеродом. Это соответствующим образом сказывается на химическом составе и теплотворной способности продукта разложения, который в зависимости от его особенностей называют торфом, бурым и каменным углем (антрацитом).

