

## Тема «Биосфера – живая оболочка Земли»

Сегодня на лекции мы рассмотрим следующие вопросы:

1. Эволюция биосферы
2. Состав, строение и границы биосферы
3. Живое вещество
4. Потoki вещества и энергии в биосфере.

### Цели:

1. Сформировать представление о природных ресурсах, их разнообразии и классификации, сформировать знания о рациональном природопользовании, его принципах, особенностях, значении.
2. Расширить и углубить знания студентов о деградации природных ресурсов на территории России и возможных путях их решения.
3. Сформировать знание о возможной угрозе для окружающей среды и существования человека дальнейшей разработки некоторых видов сырья.

### **Понятия:**

**Жизнь** – это этап эволюции материи, возможность, присущая всем пространствам и временам

**Биосфера** – это живая оболочка земли, т.е. система живых организмов и среды, которая функционирует и развивается как единое целое.

**Биосфера** – это область активной жизни, включающая в себя нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы.

**Живое вещество** - совокупность всех живых организмов биосферы (растения, животные, микроорганизмы)

**Биогенное вещество** – продукты жизнедеятельности живых

организмов

**Косное вещество** – совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют (космическая пыль, метеориты)

**Биокосное вещество** – продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами

**Круговорот веществ** – это многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере.

Литература:

- Т.А.Акимова, В.В.Хаскин, «Экология», ЮНИТИ, М., 1998
- Т.А.Демина, «Экология, природопользование, охрана окружающей среды», М, «Аспект Пресс», 2000
- В.В.Денисов, «Экология», Ростов-на-Дону, «Март», 2002
- В.И.Кормилицин, «Основы экологии», М, «Интерстиль», 1997
- Б.М.Миркин, Л.Г.Наумова, «Экология России», МДС, 1995
- Н.Д.Попов, «Экология», М, «Высшая школа», 2002
- Т.П.Трушина, «Экологические основы природопользования», Ростов-на –Дону, 2001
- Л.И.Цветкова, М.И.Алексеев и др., «Экология», М, «Химиздат», 2001
- В.И.Савченков, В.Н.Костюченков, «Занимательная экология для взрослых и детей», Смоленск, 1999
- Журналы: «Экология и жизнь», «Наука и жизнь», «Эхо планеты»

### 1.Эволюция биосферы.

Начало эволюции биосферы – это начало жизни. В. И. Вернадский считал жизнь явлением вечным, подобно материи или энергии. Хотя в основе его учения о биосфере лежат представления о глубочайшей взаимосвязи живого и неживого, он полагал, что барьер между косной и живой материей не-

проходим.

Возникновение жизни на Земле – вопрос дискуссионный. По мнению В. И. Вернадского, в обозримой геологической истории образование живого вещества из неживого на Земле произойти не могло. Отправной точкой его воззрений в этой области был принцип, сформулированный флорентийским врачом Франческо Реди в 1668 г.: «Все живое от живого». Он говорил, что на Земле нет условий, которые могли бы обеспечить возникновение жизни небиогенным путем из косного вещества, т.е. нет условий для абиогенеза (от греч. *abiogenesis* – небиологическое происхождение). Позднее под влиянием успехов в абиогенном синтезе органических веществ он склонялся к признанию абиогенеза.

За последние полвека накоплено много материалов, расширяющих наши познания о жизни на Земле. Во-первых, можно считать доказанным отсутствие жизни на Марсе и Венере, на которых В. И. Вернадский предполагал возможность существования живого вещества. Теперь изучено достаточно много космической материи. Результаты доказывают, что земная жизнь не привнесена на Землю с ближайших планет.

Однако в последние годы получают подтверждение идеи В.И. Вернадского о возможном космическом происхождении живого вещества. Исследованиями в Антарктиде обнаружено большое количество метеоритов на поверхности льда. В них были найдены различные аминокислоты, нуклеотиды, которые не могли образоваться во льдах Антарктиды. Можно предполагать, что абиогенные органические вещества существуют в далеких космических просторах.

Во-вторых, получены и достаточно хорошо изучены природные органические вещества абиогенного происхождения. Описаны опыты по получению аминокислот из водорода, аммиака и метана в бескислородной среде под действием электрических разрядов и ультрафиолетового излучения. В России подобные опыты проводил А. И. Опарин (1936). Вскоре такие соединения были обнаружены в грозовых тучах после молний и в стерильно отобранных

горячих вулканических пеплах. (Е.К. Мархинин, 1980). Эти факты указывают на стирание граней между живым веществом и его абиогенными аналогами. Поэтому ученые второй половины XX века ( А.И. Опарин, Дж. Бернал, М. Руттен, Р.С. Юнг и др.), не допуская занесения жизни на Землю с других планет, признавали абиогенез на земле.

По-видимому, абиогенез мог происходить и в условиях, отличных от ныне существующих, при первичной бескислородной атмосфере.

Для В.И. Вернадского было несомненным существование биосферы в течение 2 млрд лет, но была ли она раньше – он сомневался. По последним косвенным данным, возраст биосферы оценивается приблизительно в 3,5 млрд лет. Жизнь стала зарождаться 3,5 млрд лет назад. В первобытном океане Земли под влиянием ультрафиолетового и проникающего излучений, а также электрических грозных разрядов началось образование первых органических соединений – «органического бульона», по выражению академика А. И. Опарина. По мере концентрирования этого раствора некоторые органические молекулы, объединяясь, стали образовывать коацерватные капли. Они использовали вещества раствора для увеличения своего размера. Появились молекулы, способные к самовоспроизведению, что и означало рождение жизни. Первые организмы питались окружающим их органическим раствором, однако пришло время, когда его запасы стали подходить к концу, тем более что свободного кислорода – наилучшего окислителя – практически не было, и первые организмы вынуждены были получать энергию в процессе брожения. Но этот процесс малоэффективен и требует большого количества пищи. Жизнь была обречена на голодную смерть.

Единственная возможность превращения конечного вещества в бесконечное – включение его в круговорот, и Природа нашла выход. В ходе естественного отбора образовались фотосинтезирующие организмы, которые не питались готовым органическим веществом, а создавали его сами, используя солнечный свет для преобразования углекислого газа, минеральных солей и воды. Отходом этого способа питания стал кислород, который, во-первых,

сделал возможным появление многоклеточных представителей животного мира, нуждающихся в получении энергии из уже готовых органических веществ путем их окисления, а во-вторых, создал защиту от смертельного для белковых соединений воздействия ультрафиолетового излучения, так как некоторая часть свободного кислорода превратилась в озон, являющийся сильнейшим его поглотителем. Таким образом живые существа получили возможность выбраться из воды, защищавшей их от действия излучения, на сушу и постепенно распространились по всей планете, полностью изменив ее облик.

В природе нет и не может быть «плохих» и «хороших» видов, все они необходимы для ее нормального развития. Животные не могли бы питаться и дышать без помощи растений. Но и растения без животных очень быстро бы погибли, так как некому было бы перерабатывать и разлагать образовавшуюся органику на воду, углекислый газ и минеральные соли, предотвращая захламление планеты отмершими останками и возобновляя запасы питательных веществ для новых поколений растений. Живые организмы участвуют также в общем круговороте веществ в природе и формировании облика нашей планеты. Через них проходит и с их помощью перемещается по планете или вступает в новые соединения большинство химических элементов. В этом заключается значение геохимической деятельности живых организмов.

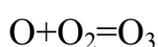
Животные и растительные организмы своей деятельностью при жизни и биомассой после смерти миллиарды лет создавали и совершенствовали условия, благоприятные для жизни, т.е. биосферу.

Биосфера (гр. bios - жизнь, sphaira – поверхность шара) -это живая оболочка Земли, т.е. система живых организмов и среды, которая функционирует и развивается как единое целое. Автором термина «биосфера» является французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк, который ввел его в 1803 году. Затем термин был забыт. В 1875 году его «воскресил» профессор Венского университета геолог Эдуард Зюсс. Он ввел в науку представление о биосфере как особой оболочке земной коры, охваченной жизнью.

В 1926 году вышла книга В.И. Вернадского «Биосфера», переведенная на английский и французский языки. Взглянем же на нашу планету глазами В.И. Вернадского. Наша планета имеет неоднородное строение и состоит из концентрических оболочек (геосфер), которые Вы видите на слайде – внутренних и внешних. К внутренним относятся ядро, мантия, а к внешним – литосфера (земная кора, твердая оболочка), гидросфера (водная оболочка), атмосфера (воздушная оболочка) и сложная оболочка Земли – биосфера.

В.И. Вернадский дал классическое определение земных оболочек: «более или менее правильные концентрические слои, охватывающие всю Землю, меняющиеся с глубиной в вертикальном разрезе планеты и отличающиеся друг от друга особыми, только им свойственными физическими, химическими и биологическими свойствами».

Атмосфера – газовая оболочка Земли, связанная с ней силой тяжести и принимающая участие в ее суточном и годовом вращении. Атмосферный воздух состоит из азота (78,09%), кислорода (20,93%), аргона (0,93%), углекислого газа (0,03%), водорода, гелия и др. И все же одним из важнейших компонентов атмосферы является  $O_3$ . Его образование и разложение связано с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительная для живых организмов.



Основная масса  $O_3$  расположена на высоте 10-15 км с максимальной его концентрацией на высоте 20-25 км.  $O_3$  – экран, имеющий исключительно важное значение для жизни на Земле.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли – занимает 71% площади планеты. Гидросфера практически полностью входит в состав биосферы. Живые организмы играют огромную роль в круговороте воды. Весь объем гидросферы проходит через живое вещество за 2 млн лет.

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, часть которой входит в состав биосферы. Преобразование литосферы живым веществом началось около 500 млн лет назад и привело к появлению почвы, населенной живыми

организмами (до 8-10 м от поверхности). Фактором, лимитирующим распространение жизни вглубь, является в основном высокая температура. Следовательно, биосфера – это та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

### Границы жизни в биосфере

Современная жизнь распространена в верхней части земной коры (литосфере), в нижних слоях воздушной оболочки Земли (атмосфере) и в водной оболочке Земли (гидросфере).

Вглубь Земли живые организмы проникают на небольшое расстояние. В литосфере жизнь ограничивает, прежде всего, температура горных пород и подземных вод, которая постепенно возрастает с глубиной и на уровне 1,5-15 км превышает 100<sup>0</sup>С. Наибольшая глубина, на которой в породах земной коры были обнаружены живые бактерии, составляет 4 км<sup>2</sup>. В нефтяных месторождениях на глубине 2-2,5 км бактерии регистрируются в значительном количестве. На Кольском полуострове в России пробурена самая глубокая скважина в земной коре и там тоже обнаружены микроорганизмы.

В океане жизнь распространена до более значительных глубин и встречается даже на дне океанических впадин в 10-11 км от поверхности.

Верхняя граница жизни в атмосфере определяется уровнем ультрафиолетового излучения. На высоте 25-30 км большую часть ультрафиолетового излучения Солнца поглощает находящийся здесь относительно тонкий слой озона – озоновый экран. Если живые организмы поднимаются выше защитного слоя озона, они погибают. Атмосфера над поверхностью Земли насыщена многообразными живыми организмами. Споры бактерий и грибов обнаруживают до высоты 20-22 км, но основная часть сосредоточена в слое до 1-1,5 км. в горах граница распространения наземной жизни – около 6 км над уровнем моря.

Концентрация и активность жизни особенно велики у поверхности Земли. Следовательно, жизнь сосредоточена в тончайшей пленке планеты, где и протекают главные процессы взаимодействия живой и неживой (косной)

природы. Этот тонкий деятельный слой нередко называют биосферой, ландшафтной оболочкой. Места наибольшей концентрации организмов в биосфере В.И.Вернадский назвал «пленками жизни».

Крайние пределы температур, которые выносят некоторые формы жизни – от практически абсолютного нуля до  $180^{\circ}$ . Давление, при котором существует жизнь – от малых долей атмосферы на большой высоте до тысячи и более атмосфер на больших глубинах. Для ряда бактерий верхние критические точки давления лежат в области 12 тыс. атмосфер. Споры бактерий и некоторых грибов не теряют жизнеспособности в условиях высокого вакуума, достигающего  $10^{-13} - 10^{-11}$  мм ртутного столба.

На основании этих данных можно сделать важный вывод: выносливость жизни в целом к отдельным факторам окружающей среды шире диапазонов тех условий, которые существуют с границах современной биосферы. Следовательно, жизнь обладает значительным «запасом прочности», устойчивости к воздействию среды и потенциальной способностью к еще большему распространению.

Возникшая 3,2-4 млрд лет назад, современная биосфера включает живые организмы (около 3 млн видов)их остатки, зоны атмосферы, гидросферы и литосферы, населенные и видоизмененные этими организмами.

Состав биосферы по В.И. Вернадскому.

1. Живое вещество
2. Биогенное вещество
3. Блокосное вещество
4. Косное вещество.

Всю совокупность организмов на планете В.И. Вернадский назвал **живым веществом**, в которое входят растения, животные и микроорганизмы. В состав биосферы кроме живого вещества входят биогенное вещество (продукты жизнедеятельности живых организмов – каменный уголь, нефть, битумы), биокосное вещество (продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами – почвы, кора выветривания, все при-

родные воды, свойства которых зависят от деятельности на Земле живого вещества) и, наконец, косное вещество – совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых, как считается, живые организмы не участвуют (горные породы магматического, неорганического происхождения, космическая пыль, метеориты).

Главная роль в развитии биосферы принадлежит живому веществу. Рассмотрим более подробно живое вещество биосферы. 2-ой вопрос.

### **Живое вещество биосферы.**

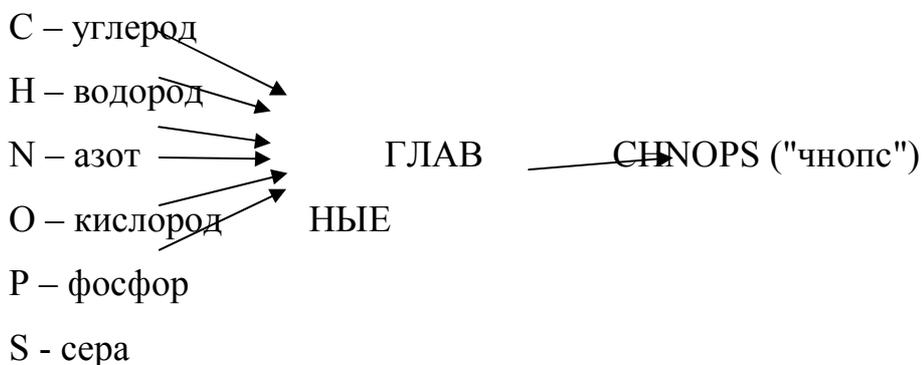
Химический состав живых организмов во многом отличается от состава атмосферы и литосферы. Он ближе к химическому составу гидросферы по абсолютному преобладанию атомов водорода и кислорода. Но в отличие от гидросферы в организмах относительно велика доля углерода, кальция, азота.

Из таблицы видно, что 99 % массы живых организмов приходится на те же элементы, которые преобладают в земной коре. Таким образом, жизнь есть химическое производное земной коры. В организмах обнаружены почти все элементы таблицы Д.И. Менделеева, т.е. они характеризуются теми же химическими особенностями, что и неживая природа.

### **Химический состав живого вещества.**

Постоянные компоненты	Главные ~99 %	H – 11.0% C – 18% O – 70%
	Сопутствующие ~1%	Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, N
	Следовые <0,05	B, F, Si, Mo, Y, Mn, Fe, Co, Cu, Zn
Переменные компоненты	Сопутствующие (побочные)	Al, Ti, V, Cr, Ni, As, Br, Rb, Sr
	Следовые	He, Li, Be, Ar, Se, Ga, Ge, Sc, Y, Nb, Ag, Cd, Sn, Sb, I, La, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Ra, Th, V

Основных же жизненно важных элементов всего несколько. Их легко запомнить, если латинские буквы, соответствующие химическим символам, записать так, чтобы они читались как одно слово.



Из этих 6 – 3 главных (вы уже знаете – это кислород (70%), углерод (18%), водород (11%). Конечно, организмам нужны и другие элементы, однако они требуются не всем, не всегда и в разных количествах. Набор же, обозначенный как "чнопс", достаточно универсален. Эти 6 элементов необходимы всем живым существам и в больших количествах. Все элементы этой группы совершают в биосфере круговороты, переходя от одних организмов к другим.

Скорость круговорота элементов очень различна. Все элементы теснейшим образом связаны. Входя в состав живого вещества, каждый из них играет строго определенную роль и является абсолютно незаменимым.

Нельзя, например, в живом организме (безразлично, человек это или бактерия) взять и заменить S на P, а P, скажем, на N.

Вывод. Если какого-нибудь элемента организму не хватает, то он перестает расти и размножаться, несмотря на то, что все остальные необходимые элементы могут при этом присутствовать в достаточном количестве

Отличительные особенности живого вещества.

1. Способ использования энергии

## 2. Самовоспроизведение

Главной отличительной особенностью живого вещества является **способ использования энергии**. Живые существа – уникальные природные объекты, могущие улавливать энергию, которая приходит из Космоса преимущественно в виде солнечного света, удерживать ее в виде сложных органических соединений (биомассы), передавать друг другу, трансформировать в механическую, электрическую, тепловую и другие виды энергии. Косные (неживые) тела не способны к столь сложным преобразованиям энергии, они преимущественно рассеивают ее: камень нагревается под действием солнечной энергии, но не может ни сойти с места, ни увеличить свою массу.

Другая особенность живых организмов состоит в их уникальной способности к **самовоспроизведению**, т.е. к производству на протяжении многих поколений форм, практически идентичных по структуре и функционированию. Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров, со своими индивидуальными признаками.

Биогеохимические принципы живого вещества.

В 1940 г. В.И. Вернадский открыл фундаментальные законы (принципы) геохимической деятельности живых организмов в биосфере (биогеохимические принципы):

### 1. Биогенная миграция атомов химических элементов.

Она обусловила в процессе эволюции создание современной природной системы. За сотни миллионов лет растения поглотили огромное количество диоксида углерода и одновременно обогатили атмосферу кислородом. Живые организмы глубоко воздействуют на природные свойства биосферы и всей планеты. Скелеты беспозвоночных образовали такие осадочные породы, как известняк и мел: каменный уголь и нефть образовались из растительных остатков. Биогенное происхождение имеет и почва, которая представляет собой продукт жизнедеятельности микроорганизмов, растений и животных в их взаимодействии с неорганическими компонентами природы.

Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремятся к максимальному своему проявлению. Это означает, что жизнь стремится заполнить в максимальном объеме любое пригодное для нее пространство. В процессе эволюции биосферы живое вещество, по мере захвата жизнью все новых зон обитания, усиливает свое преобразующее давление на окружающую живую природу, и на самое себя, например, на абиогенные химические элементы. Это элементы, дающие жизнь, в первую очередь – N, P, S, K, Ca, Zn, Mg. Всё это – незаменимые ресурсы. Биогенные элементы - химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие определенные биологические функции.

2. Эволюция видов. В ходе геологического времени эволюция видов привела к созданию устойчивых в биосфере форм жизни.

3. Максимальное население планеты.

4. Закон константности, т.е. количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа. Живое вещество, достигшее качественно новой, высшей формы развития – формы человеческого общества, получило возможность существования на всем пространстве земной поверхности. Однако, если исходить из закона константности, любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемо влечет за собой такую же по размеру перемену в другом регионе, но с обратным знаком. При этом высокоразвитые виды и экосистемы вытесняются другими, которые стоят на эволюционно значительно более низком уровне (и крупные организмы заменяются более мелкими), а полезные для человека формы – менее полезными, нейтральными и, подчас, даже вредными.

Живое характеризуется исключительно высокой функциональной активностью. Она связана с его способностью к неограниченному развитию и количественному росту, названному В. И. Вернадским «напором жизни».

Функции живого вещества.

5 основных функций живого вещества:

1. Энергетическая
2. Газовая
3. Концентрационная
4. Окислительно-восстановительная
5. Деструкционная

Различают пять основных функций живого вещества в масштабах планеты Земля: энергетическую, газовую, концентрационную, окислительно-восстановительную и деструкционную.

Энергетическая функция состоит в осуществлении связи биосферно-планетарных явлений с излучением Космоса, и прежде всего с солнечной радиацией. Основой функции является фотосинтез в процессе которого происходит аккумуляция энергии Солнца и ее последующее перераспределение между компонентами биосферы. Вспомните из курса "Биологии" механизм фотосинтеза



Накопленная солнечная энергия обеспечивает протекание всех жизненных процессов. За время существования жизни на Земле живое вещество превратило в химическую энергию огромное количество солнечной энергии. При этом существенная часть ее в ходе геологической истории накопилась в связанном виде (залежи угля, нефти и других органических веществ).

Благодаря газовой функции происходит миграция газов и их превращение, формируется газовый состав биосферы. Отметим, что преобладающая масса газов на планете имеет биогенное происхождение. Так, кислород атмосферы накоплен за счет фотосинтеза. При этом количество молекул кислорода, выделяемых земными растениями, пропорционально количеству связываемых водой молекул диоксида углерода. Последний поступает в атмосферу за счет дыхания всех организмов. Другой не менее мощный его источник – выделение по трещинам земной коры из осадочных пород за счет химических процессов под действием высоких температур.

Концентрационная функция проявляется в извлечении и накоплении

живыми организмами биогенных элементов из окружающей среды, которые используются для построения тела. Концентрация этих элементов в теле живых организмов в сотни и тысячи раз выше, чем во внешней среде.

Окислительно-восстановительная функция заключается в химическом превращении веществ, которые содержат атомы с переменной степенью окисления (это в основном соединения железа, марганца и др.).

Деструкционная функция связана с разложением остатков мертвых организмов. При этом происходит минерализация органического вещества, т.е. превращение живого вещества в косное.

Вывод. Таким образом, живое вещество трансформирует, солнечную энергию и вовлекает неорганическую материю в непрерывный круговорот. Живое вещество определило современный состав атмосферы, гидросферы, почв и, в значительной степени, осадочных пород Земли. В.И. Вернадский писал: «Прекращение жизни было бы неизбежно связано с прекращением химических изменений если не всей земной коры, то во всяком случае ее поверхности – лика Земли, биосферы».

Потоки энергии в биосфере.

Следует четко представлять себе, что является источниками энергии в биосфере, куда «текут» энергетические потоки и какова их роль в создании биомассы. Единственным первичным источником внешней энергии на Земле является световое и тепловое излучение Солнца. В энергетическом отношении жизнь в биосфере поддерживается постоянным притоком энергии от Солнца и использованием ее в процессах фотосинтеза. Поток солнечной энергии, воспринимаясь молекулами живых клеток, преобразуется в энергию химических связей. В процессе фотосинтеза растения используют лучистую энергию солнечного света для превращения веществ с низким содержанием энергии ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) в более сложные органические соединения, где часть солнечной энергии запасена в форме химических связей.

Органические вещества, образованные в процессе фотосинтеза, служат источником энергии для самого растения или переходят в процессе поедания

и последующего усвоения от одних организмов к другим: от растений к растительноядным животным, от них – к плотоядным и т.д.

Разрушение отмерших остатков биомассы осуществляют редуценты - бактерии, грибы. Они разлагают остатки биомассы на неорганические составные части (минерализация), способствуя вовлечению в биологический круговорот соединений и химических элементов. Это обеспечивает очередные циклы продуцирования органического вещества.

Вывод. В итоге поглощенная организмами в виде химических связей солнечная энергия снова возвращается в пространство в виде теплового излучения. Поэтому биосфере требуется постоянный приток энергии извне. Эту важнейшую функцию и выполняет Солнце, обеспечивающее в течение многих миллиардов лет постоянный поток энергии через биосферу. При этом к Земле приходит коротковолновое излучение (свет), а уходит от нее длинноволновое тепловое излучение. Существенно, что баланс этих энергий не соблюдается: планета излучает в Космос несколько меньше энергии, нежели получает от Солнца. Эту разность (доли процента) и усваивает биосфера, постепенно, но постоянно накапливая энергию. Ее оказалось достаточно для того, чтобы однажды на планете появилась жизнь, возникла биосфера, чтобы и ныне поддерживать все грандиозные процессы развития планеты.

Световое излучение.

Живая оболочка Земли собирает из небесных пространств бесконечное число излучений, из которых видимые нам – световые - являются лишь их ничтожной частью. «Лик Земли становится видимым благодаря проникающим в него световым излучениям небесных светил, главным образом Солнца», - писал В.И. Вернадский (1926). Из невидимых излучений, охватывающих все мыслимое пространство, нам известны пока немногие; их значение в биосфере едва начинает осознаваться. Космические лучи, принимаемые нашей планетой и строящие ее биосферу, лежат в пределах четырех с половиной октав солнечного света: одна октава световых, три - тепловых и полкоктавы - ультрафиолетовых лучей.

Ультрафиолетовые коротковолновые лучи (180 - 200 нм) в значительной мере задерживаются в разреженной части атмосферы - стратосфере (лат. Stratum - настил, второй слой). Здесь происходит трансформация энергии коротких волн.

Коротковолновые излучения разрушают все живое, в то время как длинноволновые организмам не вредят. Задерживая коротковолновое излучение, стратосфера защищает от него область жизни. Поглощает эти лучи озоновый экран. Интересно, что образование самого озонового слоя обусловлено появлением кислорода - продукта жизни.

Жизнь, создавая биохимическим путем свободный кислород, тем самым создает защитный экран, предохраняющий ее от губительных излучений.

Как бы ни разрушался озон, он постоянно восстанавливается из кислорода, который поступает в нижние слои атмосферы в достаточном количестве.

Инфракрасные тепловые излучения Солнца необходимы для существования жизни. Тепловая энергия Солнца превращается на Земле в механическую, химическую, электрическую и другие виды энергии. Проявления этих превращений видны на каждом шагу: фотосинтез, круговорот воды, движение ветра, морских течений и рек, разрушение скал, накопление осадков и т. д. Атмосфера, океан, озера, реки, дождь и снег производят колоссальную работу по трансформации тепловой энергии.

Видимый свет обеспечивает пригодные для жизни условия окружающей среды, а живые системы соответствуют физическим условиям среды. Если бы эта взаимосвязь отсутствовала, то жизнь была бы невозможной.

С космическими излучениями планета получает новые, неизвестные для земного вещества свойства и формирует измененную силами космоса картину земной поверхности. Вещество биосферы становится активным и распределяет аккумулярованную солнечную энергию, превращая ее в другую, способную производить работу.

Биосфера – это не только вещества Земли, но и энергии, полученной из

космоса, т.е. создание и Земли, и космоса.

Вывод. Видимый спектр солнечных лучей:

Инфракрасный (длина волны 0,75 мкм) – согревает

Ультрафиолетовый (длина волны 0,4-0,3 мкм) – кормит участвуя в фотосинтезе; в небольших дозах оздоравливает. Однако ультрафиолетовые лучи с длиной волны с 0,3 мкм крайне вредны и даже смертельны для живых организмов.

Структура и основные циклы биохимических круговоротов.

2 основных круговорота:

1. Большой (геологический)
2. Малый (биохимический, биологический, биотический)

Круговорот веществ – это многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере.

Солнечная энергия обеспечивает на Земле два круговорота веществ: большой, или геологический (абиотический) и малый, или биологический (биотический).

Большой круговорот наиболее четко проявляется в циркуляции воздушных масс и воды. В основе большого геологического круговорота лежит процесс переноса веществ, в основном минеральных соединений, из одного места в другое в масштабе планеты.

Около 30% падающей на землю лучистой энергии расходуется на перемещение воздуха, испарение воды, выветривание горных пород, растворение минералов и т. п. Движение воды и ветра, в свою очередь, приводит к эрозии почв и горных пород, перераспределению, осаждению и накоплению механических и химических осадков на суше и в океане. В течение длительного времени образующиеся в море напластования могут возвращаться на поверхность суши, и процессы возобновляются. К этим циклам подключаются вулканическая деятельность, землетрясения и движение океанических плит в земной коре.

Круговорот воды, включающий ее переход из жидкого в газообразное и твердое состояния и обратно, - один из главных компонентов абиотической циркуляции веществ. В процессе гидрологического цикла происходят перераспределение и очистка планетарного запаса воды.

В круговороте воды суммарное испарение компенсируется выпадением осадков. Особенность круговорота в том, что из океана испаряется воды больше – примерно 3,8 геограмма в год (1 геограмм равен  $10^{20}$  г, или  $10^{14}$  т), чем возвращается с осадками – около 3,4 геограмма в год. На суше, наоборот, осадков выпадает больше – примерно 1 геограмм, а суммарно испаряется около 0,6 геограмма ежегодно. Поэтому значительная часть осадков, используемых экосистемами суши, в том числе и агроэкосистемами, производящими пищу для человека, состоит из воды, испаряющейся из моря. Излишки воды с суши стекают в озера и реки, а оттуда снова в океан. По существующим оценкам, в пресных водоемах содержится 0,25 геограмма воды, а годовой сток составляет 0,2 геограмма. Часть пресной воды, возвращающейся в виде осадков, замерзает в ледниках. Таким образом, время оборота пресных вод составляет примерно один год. Разность между количеством осадков, выпадающих на сушу за год (1,0 геограмм), и стоком (0,2 геограмма) составляет 0,8 геограмма, которые испаряются и поступают в подпочвенные водоносные горизонты. Поверхностный сток частично пополняет резервуары грунтовых вод и сам пополняется от них.

Границы геологического круговорота значительно шире границ биосферы, его амплитуда захватывает слои земной коры далеко за пределами биосферы. И, самое главное, - в процессах указного круговорота живые организмы играют второстепенную роль.

Напротив, биологический круговорот вещества проходит в границах обитаемой биосферы и воплощает в себе уникальные свойства живого вещества планеты. Будучи частью большого, малый круговорот осуществляется на уровне биогеоценоза, он заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на

построение тела и жизненные процессы как их самих, так и организмов-консументов. Продукты разложения органического вещества почвенной микрофлорой и мезофауной (бактерии, грибы, моллюски, черви, насекомые, простейшие и др.) вновь разлагаются до минеральных компонентов, опять-таки доступных растениям и поэтому вновь вовлекаемых ими в поток вещества.

Следует в то же время уточнить, что термин "круговорот веществ" употребляется в переносном смысле. Истинный круговорот совершают Элементы: кислород, водород, азот и др. На каждом этапе круговорота они входят в состав различных соединений – простых (вода) или сложнейших (живой белок), а иногда выступают и в свободном состоянии. Поэтому более точно было бы говорить о круговороте элементов, а не о круговороте веществ.

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием энергии Солнца и химических реакций называется биогеохимическим циклом. Его часто называют большим биосферным кругом, имея в виду безостановочный планетарный процесс перераспределения вещества, энергии и информации, многократно входящих и непрерывно обновляющиеся экологические системы биосферы.

2 типа питания:

1. Автотрофное
2. Гетеротрофное

В ходе эволюции выработались два типа питания – автотрофное и гетеротрофное, и три группы организмов – продуценты, консументы и редуценты.

Автотрофное питание, т.е. самостоятельное, основывается на непосредственном преобразовании неорганических веществ – воды, азота, фосфора, углекислого газа – в органические с помощью солнечной энергии в процессе фотосинтеза. Этот тип питания присущ зеленым растениям, хотя некоторые бактерии тоже являются автотрофами.

Гетеротрофное питание – это питание уже готовыми органическими веществами; оно присуще в основном животным и большинству микроорганизмов.

3 группы организмов:

1. Продуценты
2. Консументы
3. Редуценты

У каждой группы организмов своя специализация в обеспечении условий совместного проживания. Автотрофы являются продуцентами (производителями), т. е. организмами, создающими. При этом они потребляют излишки углекислого газа, образующегося в процессе жизнедеятельности гетеротрофов, и снабжают последних пищей и кислородом.

Гетеротрофы подразделяются на консументов и редуцентов. Консументы (потребители) питаются живыми «телами» растений – консументы первого порядка – или других животных – хищники, т. е. консументы второго порядка и более высоких порядков. В результате пищеварительного процесса в телах консументов осуществляется первичное измельчение и разложение органики, облегчающее деятельность редуцентов.

Редуценты (восстановители) представленные бактериями, червями, грибами, моллюсками и прочими, окончательно разлагают органическое вещество, содержащееся в отходах и трупах. Тем самым редуценты восстанавливают неорганические вещества (азот, фосфор, воду, газ и др.) в их первоначальном виде, пригодном для питания продуцентов. Круг замыкается.

Академик В.Р. Вильямс указывал, что, единственный способ придать чему-то конечному свойства бесконечного – это заставить конечное вращаться по замкнутой кривой, т.е. вовлечь его в круговорот.

Чтобы биосфера продолжала существовать и на Земле не прекращалось развитие жизни, должны происходить непрерывные химические превращения ее живого вещества. Иными словами, вещества после использования одними организмами должны переходить в усвояемую для других организмов

форму. Такая циклическая миграция веществ и химических элементов может осуществляться только при определенных затратах энергии, источником которой является Солнце.

Вывод. Необходимо отметить главное.

Ни одна из составляющих биосферу оболочек не может развиваться изолированно от других. Любое качественное изменение одной из них обязательно сказывается на другой. Всеобщий закон сбалансированности биосферы является основным принципом направленности в развитии всего органического и неорганического мира. Дисбаланс в этот процесс вносят не только (и не столько) любые естественные катастрофические изменения, происходящие на земле, но и хозяйственная деятельность человека, которая может быть не только соизмерима с катастрофическими развивающимися природными факторами, но даже превышать уровень их воздействия. Но об этом – в следующей лекции.