

Лекция 1. Биосфера – глобальная экологическая система

Задачи глобальной экологии. Биосфера: состав, строение, границы. Основные функции и свойства. Биосфера – открытая неравновесная термодинамическая система. Составляющие энергетического баланса биосферы. Радиационный баланс. Энергетический баланс. Происхождение биосферы. Космические предпосылки формирования Земли и биосферы. Основные этапы формирования биосферы.

Современное понимание экологии как науки об экосистемах и биосфере.

В настоящее время экология распалась на ряд научных дисциплин, часто далеких от первоначального ее понимания. Отмечается разнообразное толкование содержания термина «экология». Но в любом случае в основе всех современных направлений экологии лежат фундаментальные идеи биоэкологии.

В узком смысле экология (биоэкология) – одна из биологических наук, изучающая отношения организмов (особей, популяций, сообществ) между собой и окружающей средой. Предметом изучения биоэкологии (общей биологии) являются объекты организменного, популяционно-видового, биоценотического и биосферного уровней организации в их взаимодействии с окружающей средой. В связи с этим выделяют следующие разделы экологии: экология особей (аутоэкология, факториальная экология), экология популяций (демэкология, популяционная экология), экология сообществ (синэкология). С биоэкологией тесно связано учение о биосфере. Задачи биоэкологии – изучение двусторонних связей в системах «организм – среда», «популяция – среда», «сообщество – среда», а также связей между особями в популяции и популяциями в сообществе. С другой стороны, часто выделяют экологию прокариот, грибов, растений, животных, человека.

В широком смысле экология (глобальная экология) – комплексная междисциплинарная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии природы и общества. Задачи глобальной экологии – изучение законов взаимодействия природы и общества и оптимизация этого взаимодействия.

Экология, как и все науки, функционирует неизоллированно. Она находится во взаимосвязи с другими естественными науками.

Составные части экологии: экология растений; экология лесных пород; экология насекомых и т.д.

Экология является теоретическим фундаментом рационального природопользования и охраны природы; экология изучает множество экосистем и биосферу.

Биосфера – оболочка Земли, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов. Необходимо отметить, что биосферный уровень организации живой материи часто не выделяют, поскольку биосфера представляет собой биокосную систему, включающую все живое. Биосфера в целом представляет собой глобальную экосистему.

БИОСФЕРА. УЧЕНИЕ В.И.ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ.

Термин «биосфера» был впервые использован в конце 19 века австрийским геологом Э.Зюссом (рис.1), который понимал под биосферой совокупность организмов, обитающую на поверхности Земли. Связь живой и неживой природы трактовалась односторонне: отмечалась только зависимость живых организмов от физических, химических, географических и др. факторов, а обратное воздействие не учитывалось. Изменил представление о биосфере русский философ и учёный Вернадский Владимир Иванович. Он стал рассматривать биосферу как совокупность всех живых организмов вместе со средой их обитания.



Рис.1. Эдуард Зюсс – австрийский геолог (1831-1914)

Биосфера располагается на стыке литосферы, гидросферы и атмосферы, уходя вглубь Земли до 10 км и на 33 км над поверхностью Земли (рис.2). Температурные интервалы, в которых может существовать жизнь, тоже ограничены: от -252 до $+180$ С. Биосфера улавливает лишь небольшую часть солнечной энергии, поступающей на Землю.

Ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая составляет 30% от всей солнечной энергии, доходящей до Земли, практически полностью задерживается атмосферой. Половина поступающей энергии превращается в тепло и затем излучается в космическое пространство, 20% расходуется на испарение воды и образование облаков и только около 0,02% используется биосферой.

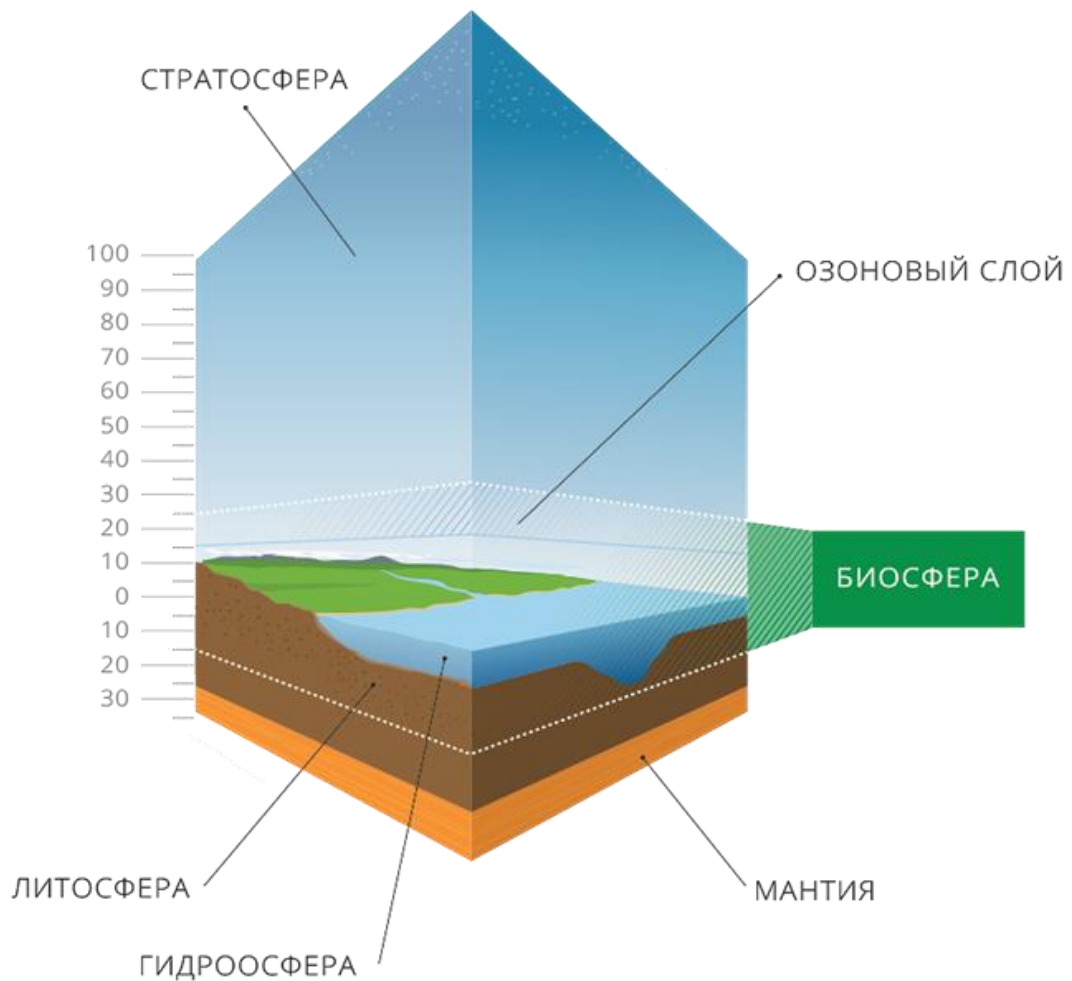


Рис. 2. Мощность биосферы

Учение о биосфере является продолжением идей почвоведов В.В. Докучаева, который создал учение о почве как своеобразной оболочке Земли, являющейся единой системой живых и неживых систем. По Вернадскому живые организмы и среда их обитания – это два главных компонента биосферы, которые непрерывно взаимодействуют между собой, образуя целостную динамическую систему.

Происхождение и эволюция биосферы

Биосфера – сложная наружная оболочка Земли, населенная организмами, составляющими в совокупности живое вещество планеты (рис.3). Термин был введен в 1875г. Эдуардом Зюссом. Атмосфера, гидросфера, литосфера – составляющие биосферы, в которых существует жизнь.



Рис. 3. Состав биосферы

Строение:

- живое вещество (совокупность живых организмов)
- косное вещество (все геологические образования, не входящие в состав живых организмов и не созданные ими)
- биокосное вещество (нефть)
- биогенное вещество (геологические породы, созданные живыми организмами).

Факторы, определяющие границы биосферы, — неблагоприятные условия для жизни организмов. Биосфера по вертикали разделяется на две четко обособленные области: верхнюю, освещенную светом, - фотобиосферу, в которой происходит фотосинтез, и нижнюю, «темную», - меланобиосферу, в которой фотосинтез невозможен. На суше граница между ними проходит по поверхности Земли. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы до высоты озонового экрана (20-25 км), верхнюю часть литосферы (кора выветривания) и всю гидросферу до глубинных слоев океана. В. И. Вернадский отмечал, что «пределы биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни». На развитие жизни, а, следовательно, и границы биосферы оказывают влияние многие факторы и прежде всего наличие кислорода, углекислого газа, воды в ее жидкой фазе. Ограничивают область распространения жизни и слишком высокие или низкие температуры. Элементы минерального питания также влияют на развитие жизни. К ограничивающему фактору можно отнести и сверхсоленую среду (превышение концентрации солей в морской воде примерно в 10 раз). Лишены жизни подземные воды с концентрацией солей свыше 270 г/л. В планетарной биосфере выделяют континентальную и океаническую биосферы, которые отличаются геологическими, географическими, биологическими, физическими и другими условиями. Нижний предел распространения живого ограничивается дном океана (глубина около 11 км) или изотермой в 100 град. С в литосфере (по данным сверхглубокого бурения на Кольском полуострове эта цифра составляет около 6 км). Фактически жизнь в литосфере прослеживается до глубины 3-4 км. Таким образом, вертикальная мощность океанической биосферы составляет 17 км,

сухопутной до 12 км. Вверх, в атмосферу, биосфера простирается не выше наибольших плотностей озонового экрана, что составляет 22-24 км. Следовательно, предел протяженности биосферы на Земле выражается цифрой 33-35км, хотя теоретически он может быть более широким.

Происхождение биосферы: 3,6 млрд. лет назад возникла жизнь.

Теории возникновения жизни:

1. Креацизм – божественное возникновение.
2. Самопроизвольное зарождение жизни – жизнь возникла неоднократно.
3. Теория стационарного состояния – всегда существовала.
4. Панспермия – жизнь занесена извне.
5. биохимическая эволюция – в результате процессов, подчиненных химическим и физическим законам.

Дополнительный материал для повторения о наиболее распространенной теории возникновения жизни – панспермии – приведен в данном учебном модуле под названием «Дополнительный материал. Панспермия».

БИОГЕОЦЕНОЗЫ

Первичной ячейкой биосферы является биогеоценоз (или экосистема) – это биоценозы в совокупности с окружающей средой обитания. (т.е. с неживой природой). В понимании В.И.Вернадского биосфера включает в себя не только все живые существа, но и все продукты жизнедеятельности, выработанные за время существования жизни. В процессе жизнедеятельности организмы получают из окружающей среды необходимые химические вещества, а после смерти возвращают их обратно. Таким образом, живое и неживое (косное вещество) находится в постоянном взаимодействии, в бесконечном круговороте химических элементов. При этом живое вещество является основным системообразующим фактором и связывает биосферу в единое целое, это та геохимическая сила, которая играет ведущую роль в формировании облика нашей планеты.

Организмы в экосистеме связаны общностью энергии и питательных веществ, которые необходимы для поддержания жизни. Главным источником энергии для подавляющего большинства живых организмов на Земле является Солнце. Фотосинтезирующие организмы (зеленые растения, цианобактерии, некоторые бактерии) непосредственно используют энергию солнечного света. При этом из углекислого газа и воды образуются сложные органические вещества, в которых часть солнечной энергии накапливается в форме химической энергии. Органические вещества служат источником энергии не только для самого растения, но и для других организмов экосистемы. Высвобождение заключенной в пище энергии происходит в процессе дыхания. Продукты дыхания — углекислый газ, вода и неорганические вещества — могут вновь использоваться зелеными

растениями. В итоге вещества в данной экосистеме совершают бесконечный круговорот. При этом энергия, заключенная в пище, не совершает круговорот, а постепенно превращается в тепловую энергию и уходит из экосистемы. Поэтому необходимым условием существования экосистемы является постоянный приток энергии извне.

Таким образом, основу экосистемы составляют автотрофные организмы — продуценты (производители, созидатели), которые в процессе фотосинтеза создают богатую энергией пищу — первичное органическое вещество. В наземных экосистемах наиболее важная роль принадлежит высшим растениям, которые, образуя органические вещества, дают начало всем трофическим связям в экосистеме, служат субстратом для многих животных, грибов и микроорганизмов, активно влияют на микроклимат биотопа. В водных экосистемах главными производителями первичного органического вещества являются водоросли.

Готовые органические вещества используют для получения и накопления энергии гетеротрофы, или консументы (потребители). К гетеротрофам относятся растительноядные животные (консументы I Порядка), плотоядные, живущие за счет растительноядных форм (консументы II порядка), потребляющие других плотоядных (консументы III порядка) и т. д.

Особую группу консументов составляют редуценты (разрушители, или] деструкторы), разлагающие органические остатки продуцентов и консументов до простых неорганических соединений, которые затем используются продуцентами. К редуцентам относятся главным образом микроорганизмы — бактерии и грибы. В наземных экосистемах особенно важное значение имеют почвенные редуценты, вовлекающие в общий круговорот органические вещества отмерших растений (они потребляют до 90% первичной продукции леса). Таким образом, каждый живой организм в составе экосистемы занимает определенную экологическую нишу (место) в сложной системе экологических взаимоотношений с другими организмами и абиотическими условиями среды.

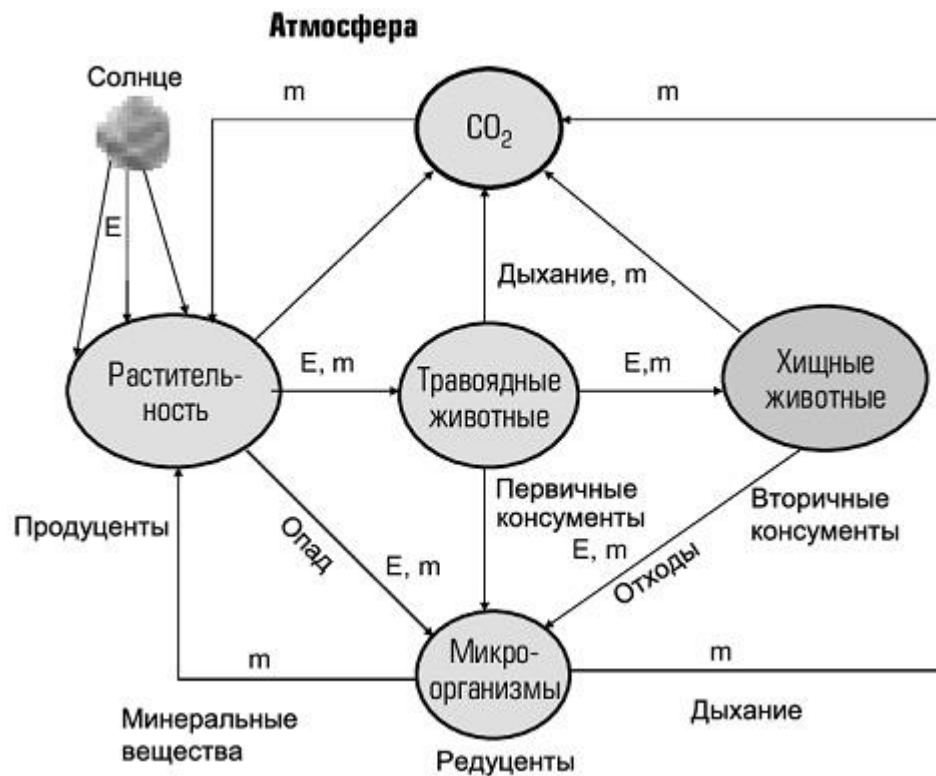


Рис. 4. Переход энергии по трофическим цепям

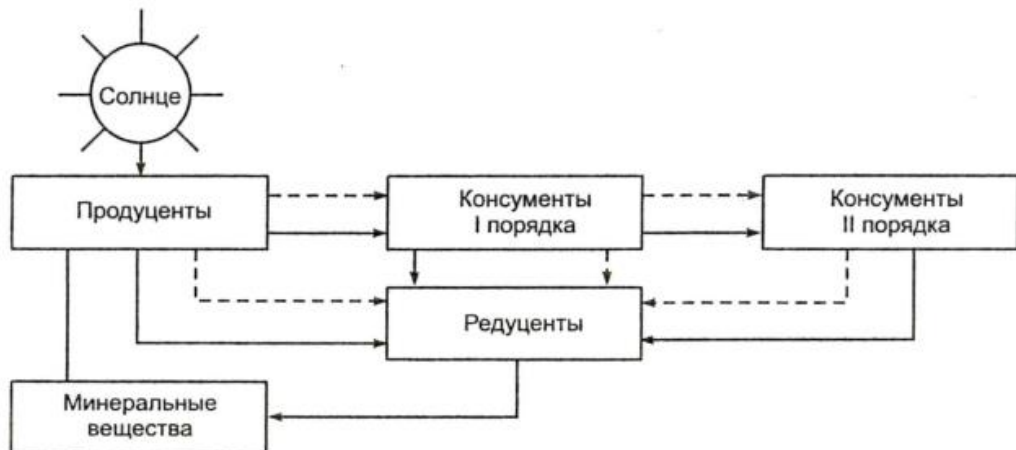


Рис.5. Пищевые цепи и трофические уровни

Биоразнообразие как основное условие устойчивости биосферы.

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) — разнообразие жизни во всех её проявлениях. В более узком смысле, под биоразнообразием понимают разнообразие на трёх уровнях организации: генетическое разнообразие (разнообразие генов и их вариантов — аллелей), разнообразие видов в экосистемах и, наконец, разнообразие самих экосистем. А.В. Марковым и А. В. Коротаевым была показана применимость гиперболических моделей положительной обратной связи для математического описания макродинамики биологического разнообразия.

Величина биоразнообразия как внутри вида, так и в рамках всей биосферы признана в биологии одним из главных показателей жизнеспособности (живучести) вида и экосистемы в целом и получила название «Принцип биологического разнообразия». Действительно, при

большом однообразии характеристик особей внутри одного вида (от человека до растений и микробов) любое существенное изменение внешних условий (погода, эпидемия, изменение кормов и пр.) более критично скажется на выживаемости вида, чем в случае, когда последний имеет большую степень биологического разнообразия. То же (на другом уровне) относится и к богатству (биоразнообразию) видов в биосфере в целом. Биологическое разнообразие видов характеризуется двумя признаками — видовым богатством и выровненностью. Видовое богатство отражает число видов, встречающихся в пределах экосистемы, в то время как выровненность характеризует равномерность распределения численности животных.

Биосферу, как и любую другую систему, формируют не только внешние факторы, но и внутренние закономерности. Согласно закону биогенной миграции атомов В.И. Вернадского, в общих химических процессах на поверхности планеты самое непосредственное участие принимает деятельность живого вещества. Как же возникло это живое вещество?

Возникновение жизни на Земле

Вопрос о том, когда на Земле появилась жизнь, всегда волновал не только ученых, но и всех людей.

О возникновении жизни и начале ее эволюции можно говорить с того момента, как органические молекулы самоорганизовывались в структуры, которые смогли воспроизводить самих себя. Но это порождает другие вопросы: как возникли эти молекулы; почему они могли самовоспроизводиться и собираться в те структуры, которые дали начало живым организмам.

Согласно одной из гипотез жизнь началась в кусочке льда. Хотя многие ученые полагают, что присутствующий в атмосфере углекислый газ обеспечивал поддержание тепличных условий, другие считают, что на Земле господствовала зима. При низкой температуре все химические соединения более стабильны и поэтому могут накапливаться в больших количествах, чем при высокой температуре. Занесенные из космоса осколки метеоритов, выбросы из гидротермальных источников и химические реакции, происходящие при электрических разрядах в атмосфере, были источниками аммиака и таких органических соединений, как формальдегид и цианид. Попадая в воду Мирового океана, они замерзали вместе с ней. В ледяной толще молекулы органических веществ тесно сближались и вступали во взаимодействия, которые приводили к образованию глицина и других аминокислот. Океан был покрыт льдом, который защищал вновь образовавшиеся соединения от разрушения под действием ультрафиолетового излучения. Этот ледяной мир мог растаять, например, при падении на планету огромного метеорита.

Чарлз Дарвин и его современники полагали, что жизнь могла возникнуть в водоеме. Этой точки зрения многие ученые придерживаются и в настоящее время. В замкнутом и сравнительно небольшом водоеме органические вещества, приносимые впадающими в него водами, могли накапливаться в необходимых количествах. Затем эти соединения еще больше концентрировались на внутренних поверхностях слоистых минералов, которые могли быть катализаторами реакций. Например, две молекулы фосфата альдегида, встретившиеся на поверхности минерала, реагировали между собой с образованием фосфорилированной углеводной молекулы – возможного предшественника рибонуклеиновой кислоты.

Жизнь могла возникнуть в районах вулканической деятельности? Непосредственно после образования Земля представляла собой огнедышащий шар магмы. При извержениях вулканов и с газами, высвобождавшимися из расплавленной магмы, на земную поверхность выносились разнообразные химические вещества, необходимые для синтеза органических молекул. Так, молекулы угарного газа, оказавшись на поверхности минерала пирита, обладающего каталитическими свойствами, могли реагировать с соединениями, имевшими метильные группы, и образовывать уксусную кислоту, из которой затем синтезировались другие органические соединения.

Впервые получить органические молекулы – аминокислоты – в лабораторных условиях, моделирующих те, что были на первобытной Земле, удалось американскому ученому Стэнли Миллеру в 1952 г. Тогда эти эксперименты стали сенсацией, и их автор получил всемирную известность. В настоящее время он продолжает заниматься исследованиями в области предбиотической (до возникновения жизни) химии в Калифорнийском университете. Установка, на которой был осуществлен первый эксперимент, представляла собой систему колб, в одной из которых можно было получить мощный электрический разряд при напряжении 100 000 В.

Миллер заполнил эту колбу природными газами – метаном, водородом и аммиаком, которые присутствовали в атмосфере первобытной Земли. В колбе, расположенной ниже, было небольшое количество воды, имитирующей океан. Электрический разряд по своей силе приближался к молнии, и Миллер ожидал, что под его действием образуются химические соединения, которые, попав затем в воду, прореагируют друг с другом и образуют более сложные молекулы.

Результат превзошел все ожидания. Выключив вечером установку и вернувшись на следующее утро, Миллер обнаружил, что вода в колбе приобрела желтоватую окраску. То, что образовалось, оказалось бульоном из аминокислот – строительных блоков белков. Таким образом этот эксперимент показал, как легко могли образоваться первичные ингредиенты живого. Всего-то и нужны были – смесь газов, маленький океан и небольшая молния.

Дополнительный материал:

1. Биография Эдуарда Зюсса:

Краткая – <http://www.piplz.ru/page-id-1666.html>; <http://city.su/kratkaya-biografiya-eduarda-zyussa>

Полная - <https://coollib.com/b/154792/read>