Лекция 2. Экологические факторы и учение о биосфере.

Объект, предмет, цель, задачи, основные определения, предпосылки создания «Учения о биосфере»

В настоящее время учение о биосфере представляет собой важнейшую часть экологии, непосредственно связанную с проблемами регулирования взаимодействия человека и природы. Учение о биосфере – целостное фундаментальное учение, органично связанное с важнейшими проблемами сохранения и развития жизни на Земле, знаменующее собой принципиально новый подход к изучению планеты как развивающейся саморегулирующейся системы в прошлом, настоящем и будущем.

Биосферология – наука, изучающая возникновение, эволюцию, структуру и механизмы функционирования биосферы; учение о биосфере. В основу биосферологии легли биосферные постулаты В.И. Вернадского. Термин "биосферология" нельзя признать удачным, так как он невольно сужает рамки учения о биосфере, включающего многие разделы естественных и общественных наук, до одной «логии» (хотя «учение о биосфере» и есть перевод термина «биосферология» на русский язык).

В название курса входят два слова – учение и биосфера. Словом «учение» в русском языке обычно называют «отдельную часть, отрасль науки, образующую нечто целое» (Даль, 1955, с. 528). Синонимами термина «учение» являются такие термины как концепция, теория, система, доктрина. Все они предназначены для обозначения целостного изложения системы взглядов, которая рисует научную картину мира. Слово «биосфера» буквально означает сферу жизни. В настоящее время этим словом обозначают особую оболочку нашей планеты, в которой обитает живое вещество. По Вернадскому В.И. «биосфера – это особая, схваченная жизнью, оболочка Земли». Под живым веществом, вслед за В.И. Вернадским, будем понимать всю совокупность живых организмов, которые обитают на нашей планете и объединены своим химическим взаимодействием с окружающей средой в единое целое. Совокупность живых организмов влияет на окружающую среду и необходимо понять, как они все вместе воздействуют на планету, определить их функцию по отношению к планетарному телу. Под таким углом зрения и предложил рассматривать живые организмы В.И. Вернадский. Он в своем учении о биосфере показал, что объединяющим началом всего живого является его биогеохимическая функция. В учении о биосфере живое биоорганическое и косное, в основном неорганическое, вещества считают равно важными, так как без обоих жизнь невозможна. В учении о биосфере изучают жизнь на Земле, такой подход чрезвычайно расширяет горизонт исследований земной жизни и живой природы и приводит его в соответствие с уровнем естествознания 20 века. Это позволило установить целый ряд ориентиров в решении главной задачи современного человечества – доказательно

сформулировать условия, при которых возможно преодолеть современные глобальные кризисы и тем самым обеспечить выживание человечества.

Вернадский В.И. положил начало изучению жизни на Земле, увидев то начало, которое объединяет в единое целое все живые организмы с окружающей их средой. Таким образом, учение о биосфере – это целостная система взглядов о той оболочке нашей планеты, в которой обитают все живые организмы, ее свойствах, строении и функционировании.

Объект исследования – биосфера, т.е. та оболочка нашей планеты, в которой обитает живое вещество. Она охватывает верхнюю часть земной коры, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы. Отличительная особенность биосферы как объекта изучения – она представляет собой сложную систему, состоящую из весьма разнородных частей, каждая из которых подчиняется своим собственным законам и изучается отдельными науками: геологией, гидрологией, биологией, учением об атмосфере.

При определении цели важно представлять, что научные знания о любом объекте исследования результаты научной работы являются не конечной, а всего лишь промежуточной целью. Конечная же цель – построение на основе полученных знаний новой практической деятельности.

К методам исследования относятся методы системной организации фактических данных, которые позволяют уложить в целостную картину мира самые разные разрозненные факты. Методы такой системной организации относятся к общенаучным методам. При изучении курса использованы методы, развивающие умения практического применения фундаментальных знаний.

К основным определениям при изучении учения о биосфере относятся следующие.

Биосфера – термин ввел Ж.Б. Ламарк (1744–1783). Учение о биосфере разработал В.И. Вернадский (1863–1945). Суть этого учения заключается в следующем. Биосфера – оболочка Земли, заселенная жизнью и качественно ею преобразованная. Организмы не просто живут на поверхности Земли, а генетически связаны со своей средой в процессе непрерывного обмена веществом и энергией. Живые организмы являются функцией биосферы, теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей.

Биосфера – глобальная экосистема Земли. Это область системного взаимодействия живого и неживого (косного) вещества на планете. Биосфера является комплексной оболочкой Земли, включающей атмосферу, гидросферу и литосферу с населяющими их живыми организмами. Биосфера – «пленка жизни» толщиной около 20–30 км, то есть ее границы определяются пределами проникновения жизни. Под воздействием естественных процессов и хозяйственной деятельности человека биосфера меняется и на определенном этапе переходит в качественно новое состояние – ноосферу.

Понятие «ноосфера» (мыслящая оболочка, или «сфера разума») было введено в 1927 г. французским философом Э. Леруа, затем разрабатывалось Т. де Шарденом, но современное понимание ноосферы связывают с именем

В.И. Вернадского. Ноосфера – этап эволюции биосферы, а также ее качественное состояние, которое характеризуется ведущей ролью сознательной человеческой деятельности в ее развитии. На этом этапе человек становится крупнейшей геологической силой, способной перестраивать своим трудом область собственной жизни. Но поскольку существование человека есть функция биосферы, его вмешательство в функционирование биосферы имеет свои границы, выход за которые способен подорвать условия существования самого человека.

Атмосфера – газообразная оболочка Земли и других небесных тел. У земной поверхности в основном состоит из азота (78,08 %), кислорода (20,95 %), аргона (0,93 %), водяного пара (0,2–2,6 %), углекислого газа (0,03 %).

Биокосное вещество – вещество, создаваемое одновременно живыми организмами и косными процессами и являющее собой закономерную структуру из живого и косного вещества. Примеры биокосного вещества по В. И. Вернадскому: почва, морская, речная, озерная вода, нефть, битумы.

Биологическая продуктивность – это прирост биомассы организмов на единицу площади за единицу времени.

Биологический круговорот веществ, или малый круговорот веществ – поступление веществ из почвы и атмосферы в живые организмы с соответствующим изменением их химической формы, возвращение их в почву и атмосферу в процессе жизнедеятельности организмов и с посмертными остатками и повторное поступление в живые организмы после процессов деструкции и минерализации с помощью микроорганизмов.

Биомасса – выраженное в единицах массы количество функционирующего живого вещества, суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества организмов, выражаемая обычно в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единицам площади или объема любого местообитания (кг/га, г/м^3, кг/м^3 и др.). Выделяют биомассу консументов, продуцентов, редуцентов и т. п. Биомасса суши составляет примерно 10^{12}–10^{13} т. Различают фитомассу, зоомассу, массу микроорганизмов.

Гидросфера – водная оболочка Земли. Она образует прерывистую водную оболочку. Средняя глубина океана составляет 3800 м, максимальная (Марианская впадина Тихого океана) – 11 022 метра. Свыше 96 % объѐма гидросферы составляют моря и океаны, около 2 % – подземные воды, около 2 % – льды и снега, около 0,02 % – поверхностные воды суши (реки, озера, болота, водохранилища). Часть воды находится в твѐрдом состоянии в виде ледников, снежного покрова и в вечной мерзлоте, представляя собой криосферу.

Денитрификация – этап круговорота азота в экосистемах, как правило, аэробный процесс микробиологического разрушения азотсодержащих соединений с образованием молекулярного азота, который улетучивается в атмосферу. Процесс обеспечивается группой почвенных и водных бактерий.

Живое вещество – согласно В.И. Вернадскому, "совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженная в элементарном химическом составе, в весе, энергии". Живое вещество неотделимо

от биосферы, являясь одной из самых могущественных геохимических сил нашей планеты, и обладает целым рядом уникальных свойств. Общая масса живого вещества (в сухом виде) оценивается величиной 2,4–3,6*1012 тонн. Живое вещество составляет примерно 0,01 % от всей массы биосферы.

Закон биогенной миграции атомов (закон В. Вернадского): миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется под превосходящим влиянием живого вещества, организмов. Так происходило и в геологическом прошлом, миллионы лет назад, так происходит и в современных условиях. Живое вещество или принимает участие в биохимических процессах непосредственно, или создает соответствующую, обогащенную кислородом, углекислым газом, водородом, азотом, фосфором и другими веществами, среду. Этот закон имеет важное практическое и теоретическое значение. Понимание всех химических процессов, которые происходят в геосферах, невозможно без учета действия биогенных факторов, в частности — эволюционных. В наше время люди влияют на состояние биосферы, изменяя ее физический и химический состав, условия сбалансированной веками биогенной миграции атомов. В будущем это послужит причиной очень отрицательных изменений, которые приобретают способность саморазвиваться и становятся глобальными, неуправляемыми (опустынивание, деградация грунта, вымирание тысяч видов организмов).

Закон пирамиды энергии – (правило 10 %, правило Линдемана) с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень не более 10 % энергии (рис. 1.1).

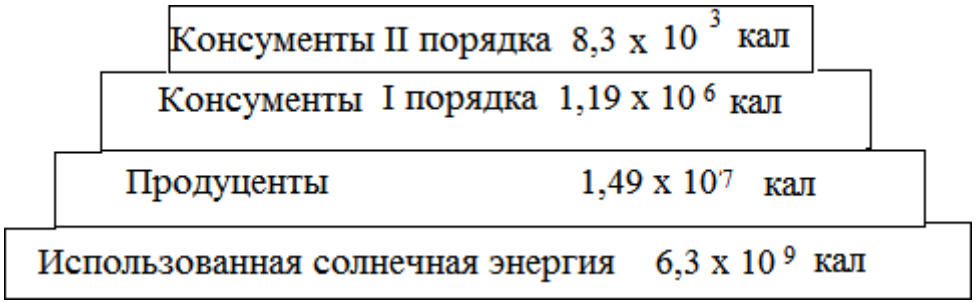

Рисунок 1.1 – Графическое представление закона пирамиды энергии

Косное вещество – это вещество, которое образуется без участия живого вещества, например горные породы, возникающие при извержении вулканов.

Литосфера – верхняя твѐрдая оболочка Земли, сложенная горными породами и их производными вулканического происхождения, осадочными биогенными соединениями, продуктами выветривания. Постепенно переходит с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества. Включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы – 50 – 200 км, в том числе земной коры – до 75 км на континентах, 10 км под дном океана.

Пирамида биомассы – отражает общую массу всех особей на каждом трофическом уровне в одно и то же время. Она показывает соотношение между продуцентами, консументами (первого и второго порядка) и редуцентами в

экосистеме, выраженной в их массе и изображенное в виде графической модели (такие модели называются экологическими пирамидами).

Пирамида энергии – отражает поток энергии, прошедший через каждый трофический уровень в течение определенного промежутка времени (в течение 1 года или сезона).

Продуктивность – скорость образования органического вещества.

Продуктивность биологическая (от лат. producere – производить, создавать) – скорость накопления биомассы, т.е. производимая популяцией или сообществом биомасса на единице площади за единицу времени; полная или валовая первичная продуктивность должна включать также энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли) (рис. 1.2).

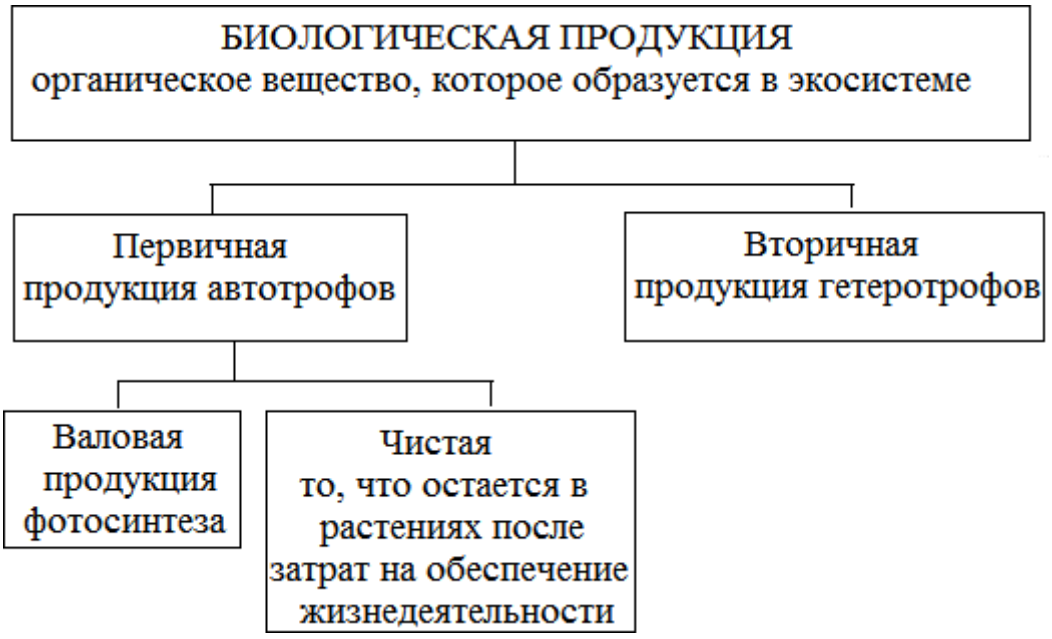

Рисунок 1.2 – Схема биологической продуктивности

Продуктивность вторичная – биомасса, а также энергия и биогенные летучие вещества, производимые всеми консументами на единицу площади за единицу времени, или скорость накопления биомассы консументов.

Продуктивность первичная – биомасса (надземных и подземных органов), а также энергия и биогенные летучие вещества, производимые продуцентами на единицу площади за единицу времени, или скорость фотосинтеза.

Продуктивность первичная валовая (полная, общая) – общее количество продуцируемой в ходе фотосинтеза органики, включая израсходованную на дыхание растения энергию и летучие биогенные вещества (фитонциды и т. п.).

Продуктивность первичная чистая – скорость накопления органического вещества в растениях, за вычетом части, используемой при дыхании и выделении биогенов. Называют также наблюдаемым фотосинтезом или чистой ассимиляцией.

Состав биосферы представлен на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Основные составляющие биосферы

Трофическая цепь (пищевая цепь, цепь питания) (рис. 1.4):

1) взаимоотношения между организмами, через которые происходит трансформация вещества и энергии;

2) группы особей (бактерии, грибы, растения и животные), связанные друг с другом отношением «пища–потребитель».

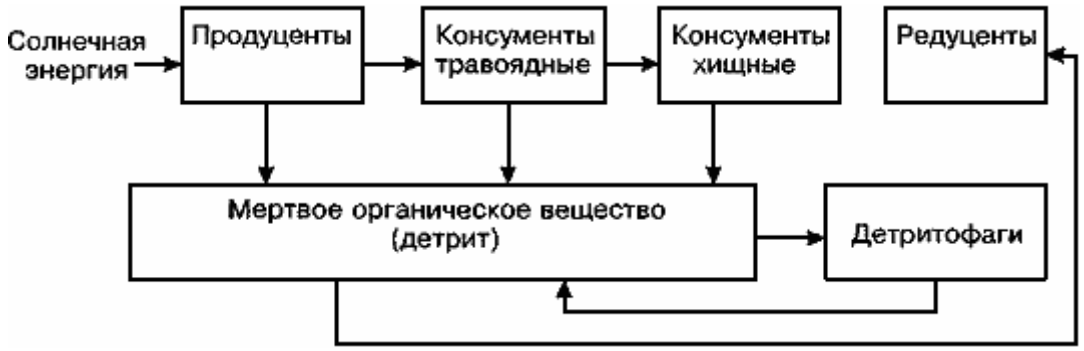

Рисунок 1.4 – Графическое представление трофической (пищевой) цепи

Устойчивое развитие – такое развитие в глобальной системе «общество–природа», которое обеспечивает удовлетворение потребностей людей настоящего времени без ущерба основополагающим параметрам биосферы и не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности. Подразумевает поддержание со стороны общества развития природной среды.

Фитомасса, общая масса всех растительных организмов, какой–либо их группы или отдельных растений в любом природном сообществе; составная часть биомассы. Ф. выражается либо в единицах массы, отнесенных к единицам пространства (площади, объема), либо в энергетических единицах (калориях или килокалориях).

В развитие биологии в XX веке большой вклад внесли русские ученые. Русская биологическая школа имеет славные традиции. Первая научная модель

происхождения жизни создана А. И. Опариным. В. И. Вернадский был учеником выдающегося почвоведа В.В. Докучаева, который создал учение о почве как своеобразной оболочке Земли, являющейся единым целым, включающим в себя живые и неживые компоненты. По существу, учение о биосфере было продолжением и распространением идей Докучаева на более широкую сферу реальности. Развитие биологии в этом направлении привело к созданию экологии.

Значение учения о биосфере Вернадского для экологии определяется тем, что биосфера представляет собой высший уровень взаимодействия живого и неживого и глобальную экосистему. Результаты Вернадского поэтому справедливы для всех экосистем и являются обобщением знаний о развитии нашей планеты.

Существует два основных определения понятия «биосфера», одно из которых и дало начало применению данного термина. Это понимание биосферы как совокупности всех живых организмов на Земле. В.И. Вернадский, изучавший взаимодействие живых и неживых систем, переосмыслил понятие биосферы. Он понимал биосферу как сферу единства живого и неживого.

Такое толкование определило взгляд Вернадского на проблему происхождения жизни. Из нескольких вариантов:

1) жизнь возникла до образования Земли и была занесена на нее;

2) жизнь зародилась после образования Земли;

3) жизнь возникла вместе с формированием Земли – Вернадский придерживался последнего и считал, что нет убедительных научных данных, что живое когда–либо не существовало на нашей планете. Жизнь оставалась в течение геологического времени постоянной, менялась только ее форма. Иными словами, биосфера была на Земле всегда.

Представление о биосфере как «области жизни» и создании целостного учения В.И. Вернадским

Под биосферой Вернадский понимал тонкую оболочку Земли, в которой все процессы протекают под прямым воздействием живых организмов. Биосфера располагается на стыке литосферы, гидросферы и атмосферы. В атмосфере верхние границы жизни определяются озоновым экраном – тонким (в несколько миллиметров) слоем озона на высоте примерно 20 км. Океан населен жизнью целиком до дна самых глубоких впадин в 10–11 км. В твердую часть Земли жизнь проникает до 3 км (бактерии в нефтяных месторождениях). Занимаясь созданной им биогеохимией, изучающей распределение химических элементов по поверхности планеты, Вернадский пришел к выводу, что нет практически ни одного элемента из таблицы Менделеева, который не включался бы в живое вещество.

Он сформулировал три биогеохимических принципа:

1. Биогенная миграция химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению. Этот принцип в наши дни нарушен человеком.

2. Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов. Этот принцип при антропогенном измельчании средних размеров особей биоты Земли (лес сменяется лугом, крупные животные мелкими) начинает действовать аномально интенсивно.

3. Живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с окружающей его средой, создающейся и поддерживающейся на Земле космической энергией Солнца. Вследствие нарушения двух первых принципов космические воздействия из поддерживающих биосферу могут превратиться в разрушающие ее факторы.

Данные геохимические принципы соотносятся со следующими важными выводами Вернадского:

1) каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи с другими организмами и неживой природой;

2) жизнь со всеми ее проявлениями произвела глубокие изменения на нашей планете. Совершенствуясь в процессе эволюции, живые организмы все шире распространялись по планете, стимулируя перераспределение энергии и вещества.

Эмпирические обобщения В.И. Вернадского:

1. Первым выводом из учения о биосфере является принцип целостности биосферы. «Можно говорить обо всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы». Строение Земли, по Вернадскому, есть согласованный механизм. «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма». Само живое вещество не является случайным созданием.

2. Принцип гармонии биосферы и ее организованности. В биосфере, по Вернадскому, «все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии».

3. Закон биогенной миграции атомов: в биосфере миграция химических элементов происходит при обязательном непосредственном участии живых организмов. Биосфера в основных своих чертах представляет один и тот же химический аппарат с самых древних геологических периодов. «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом... Все минералы верхних частей земной коры – свободные алюмокремневые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты окиси Fe и Al (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других – непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни». Лик Земли фактически сформирован жизнью.

4. Космическая роль биосферы в трансформации энергии. Вернадский подчеркивал важное значение энергии и называл живые организмы механизмами превращения энергии. «Можно рассматривать всю эту часть живой природы как

дальнейшее развитие одного и того же процесса превращения солнечной световой энергии в действенную энергию Земли».

5. Космическая энергия вызывает давление жизни, которое достигается размножением. Размножение организмов уменьшается по мере увеличения их количества. Размеры популяции возрастают до тех пор, пока среда может выдерживать их дальнейшее увеличение, после чего достигается равновесие. Численность колеблется вблизи равновесного уровня.

6. Растекание жизни есть проявление ее геохимической энергии. Живое вещество подобно газу растекается по земной поверхности в соответствии с правилом инерции. Мелкие организмы размножаются гораздо быстрее, чем крупные. Скорость передачи жизни зависит от плотности живого вещества.

7. Жизнь целиком определяется полем устойчивости зеленой растительности, а пределы жизни – физико–химическими свойствами соединений, строящих организм, их неразрушимостью в определенных условиях среды. Максимальное поле жизни определяется крайними пределами выживания организмов. Верхний предел жизни обусловливается излучением, присутствие которого убивает жизнь и от которого предохраняет озоновый щит. Нижний предел связан с достижением высокой температуры. Интервал в 433 ºС (от минус 252 ºС до плюс 180 ºС) является (по Вернадскому) предельным тепловым полем.

8. Всюдность жизни в биосфере. Жизнь постепенно, медленно приспосабливаясь, захватила биосферу, и захват этот не закончился. Поле устойчивости жизни есть результат приспособленности в ходе времени.

9. Закон бережливости в использовании живым веществом простых химических тел: раз вошедший элемент проходит длинный ряд состояний, и организм вводит в себя только необходимое количество элементов. Формы нахождения химических элементов:

1) горные породы и минералы;

2) магмы;

3) рассеянные элементы;

4) живое вещество.

10. Постоянство количества живого вещества в биосфере. Количество свободного кислорода в атмосфере того же порядка, что и количество живого вещества. Это обобщение справедливо в рамках значительных геологических отрезков времени, и оно следует из того, что живое вещество является посредником между Солнцем и Землей, и, стало быть, либо его количество должно быть постоянным, либо должны меняться его энергетические характеристики.

11. Всякая система достигает устойчивого равновесия, когда ее свободная энергия равняется или приближается к нулю, т. е. когда вся возможная в условиях системы работа произведена. Понятие устойчивого равновесия является исключительно важным, и мы к нему вернемся позже.

12. Идея автотрофности человека. Автотрофными называют организмы, которые берут все нужные им для жизни химические элементы из окружающей их косной материи и не требуют для построения своего тела готовых соединений

другого организма. Поле существования зеленых автотрофных организмов определяется областью проникновения солнечных лучей. Вернадский сформулировал идею автотрофности человека, которая приобрела интересный поворот в рамках обсуждения проблемы создания искусственных экосистем в космических кораблях. Простейшей такой экосистемой будет система «человек – 1 или 2 автотрофных вида». Но данная система является неустойчивой и для надежного обеспечения жизненных потребностей человека необходима многовидовая система жизнеобеспечения.

Л. Пастером выделены следующие две важные точки в эволюции биосферы:

1) момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли достиг примерно 1 % от современного. С этого времени стала возможной аэробная жизнь. Геохронологически это архей. Предполагается, что накопление кислорода шло скачкообразно и заняло не более 20 тыс. лет;

2) достижение содержания кислорода в атмосфере около 10 % от современного. Это привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. В результате жизнь стала возможной на мелководье, а затем и на суше.

Исторический обзор работ, предшествовавших созданию учения

История развития представлений о биосфере отражает изменение взглядов на природу Земли, непосредственно окружающую человека. Остановимся на ее некоторых ключевых моментах. Еще в трудах античных ученых – Аристотеля, Теофраста, Страбона – имелись представления об устройстве окружающего мира и о взаимосвязи живых организмов с окружающей средой.

Возникновение учения о биосфере связывают с именем французского натуралиста Жана Батиста Ламарка (1744–1829), того самого, который предложил термин «биология». Ламарк первый высказал мысль о большой геологической значимости жизнедеятельности организмов.

Однако термин «биосфера» был введен в науку знаменитым австрийским ученым–геологом Эдуардом Зюссом в 1875 г. Биосфера по Зюссу – это сфера обитания живых организмов, или сфера, занятая жизнью.

Чижевский А.Л. считал, что космический мир и мир земной биосферы связаны воедино. Жизнь в значительно большей степени есть явление космическое, чем земное.

В 80-х годах 19 века немецкий физиолог Вильгельм Пфеффер (1845-1920) установил 3 способа питания живых организмов:

– автотрофное – построение организма за счет использования веществ неорганической природы;

– гетеротрофное – построение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений;

– миксотрофное – смешанный тип построения организма (автотрофно–гетеротрофный).

В первой половине XX века В.И. Вернадский в своих трудах более глубоко раскрывает понятие биосферы. Он рассматривает биосферу как область жизни, основа которой – взаимодействие живого и косного вещества. 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.

Содержание понятия биосферы не всегда было однозначным. Первоначально биосферами называли гипотетические глобулы, якобы составляющие живую основу всех организмов. Такое понимание продержалось во Франции до середины XVIII века. Существенно иное представление о биосфере сформулировал в 1875 г. австрийский геолог Эдуард Зюсс. В монографии «Происхождение Альп» он говорит о «самостоятельной биосфере» как об особой оболочке Земли, образованной живыми организмами. В заключительной главе большого трехтомного труда «Лик Земли» (1909) этот автор пишет, что понятие «биосфера» возникло как следствие идей Ж. Ламарка и Ч. Дарвина о единстве органического мира. С работ Зюсса датируется начало биологического представления о биосфере, как о совокупности организмов, населяющих Землю, как о живой оболочке планеты. Такого взгляда придерживались многие русские географы, например Н. М. Сибирцев (1899), Д. Н. Анучин (1902), П. И. Броунов (1910), А. А. Григорьев (1948), английский исследователь и философ Дж. Бернал (1969). Французские учѐные Э. Леруа (1927) и П. Тейяр де Шарден (1965, 1969), также взяли за основу определение Зюсса, однако трактуют его в идеалистическом плане. Согласно Тейяру, биосфера – живой пласт планеты – одна из стадий воплощения Бога. Представление Зюсса о биосфере как об особой оболочке земли использовал и В.И. Вернадский (1926), вложив в него, однако, существенно иное, биогеохимическое, содержание. Биосфера, по Вернадскому, – область распространения жизни, включающая наряду с организмами и среду их обитания. Тейляр де Шарден в Сборнике статей «Будущее человека» (1969) выразил своѐ несогласие с подобной трактовкой, явно противоречащей его идеалистической концепции эволюции.

Атмосфера, гидросфера, литосфера, организмы. Неоднозначность границ и распределения живого вещества

Биосфера, согласно учению академика В.И. Вернадского, представляет собой наружную оболочку Земли, включающую все живое вещество и область его распространения (среду обитания). Верхняя граница биосферы – защитный озоновый слой в атмосфере на высоте 20-25 км, выше которого жизнь невозможна ввиду воздействия ультрафиолетового излучения. Нижней границей биосферы являются: литосфера до глубины 3-5 км и гидросфера до глубины 11-12 км (рис. 2.1).

Компоненты биосферы: атмосфера, гидросфера, литосфера – выполняют важнейшие функции по обеспечению жизни на Земле.

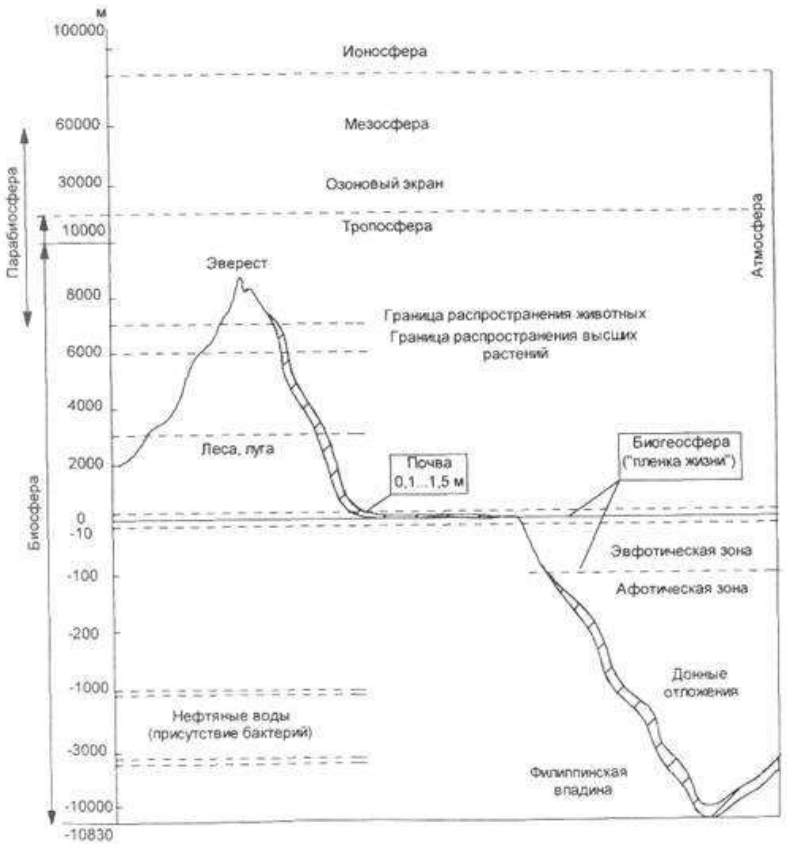

Рисунок 2.1 – Строение биосферы (по В.И. Вернадскому)

Биосфера возникла около 4,5 млрд лет назад и прошла несколько этапов эволюционного развития: от первоначального круговорота органического вещества к биологическому круговороту – непрерывному обмену веществом и энергией между живыми организмами и окружающей средой в течение всей жизни организмов и после их смерти.

Важнейшими компонентами биосферы являются:

– живое вещество (растения, животные, микроорганизмы);

– биогенное вещество органического происхождения (уголь, торф, почвенный гумус, нефть, мел, известняк и др.);

– косное вещество (горные породы неорганического происхождения);

– биокосное вещество (продукты распада и переработки горных пород живыми организмами).

По В.И. Вернадскому, живое вещество является носителем свободной энергии биосферы и связано с неживым веществом биогенной миграцией атомов. Биомасса сухого вещества живых организмов Земли, включающих около 500 тыс. видов растений и 1,5 млн видов животных, чрезвычайно велика и составляет, примерно, $2{,}4232*10^{12}$ т. Ежегодный прирост живого вещества на Земле составляет около $8{,}8*10^{11}$ т. Через эти живые организмы прошло большое количество элементов верхней части литосферы, атмосферы и гидросферы.

Важным во взаимоотношениях организмов является пищевой — трофический фактор (от греч. trophe – пища). Первичное органическое вещество создают зеленые растения (продуценты — производители), используя солнечную энергию. Они потребляют углекислый газ, воду, соли и выделяют кислород.

Потребителей (консументов) можно разделит на два порядка:

I – организмы, питающиеся растительной пищей;

II – организмы, питающиеся животной пищей.

Редуценты (восстановители) – организмы, питающиеся разлагающимися организмами, бактерии и грибы. Здесь особенно велика роль микроорганизмов, до конца разрушающих органические остатки и превращающих их в конечные продукты (минеральные соли, углекислый газ, воду, простейшие органические вещества), поступающие в почву и вновь потребляемые растениями.

Все животные и растения избирательны к составу пищи в зависимости от необходимости в тех или иных минеральных элементах. Животные и растения – необходимые факторы среды по отношению к другим животным и растениям, они взаимно необходимы.

Любой организм приспособлен к существованию в достаточно узких пределах изменения условий окружающей среды, причем выход параметров среды за сложившиеся границы влечет за собой угнетение жизнедеятельности данного вида или его гибель. Границы распространения организма (ареал) обусловлены соблюдением необходимых требований данного организма к условиям (факторам) среды. Каждый вид занимает то место, которое обусловлено его требованиями к территории, пище, воспроизводству и другими функциями организма. Эта совокупность параметров среды для обитания вида, место, занимаемое им в биосфере, называется экологической нишей. Все факторы в экологической нише взаимосвязаны: изменение одного из них влечет за собой изменение других.

Способность живых организмов адаптироваться к факторам среды характеризуется экологической валентностью, или пластичностью.

Живые организмы находятся в постоянном взаимодействии с окружающей средой, состоящей из множества меняющихся во времени и пространстве явлений, условий, элементов, называемых экологическими факторами среды. Это

любые условия окружающей среды, оказывающие длительное или кратковременное влияние на живые организмы, реагирующие на эти влияния приспособительными реакциями. Они делятся на абиотические (факторы неживой природы) и биотические (факторы живой природы).

Биотические экологические факторы определяют взаимоотношения организмов. Указанные факторы в этом случае называют трофическими, т.е. пищевыми.

Экологические факторы под действием вновь полученных химических веществ, которых нет в природе, и техногенных компонентов, созданных человеком, сильно изменены. Появляются вещества–загрязнители, что приводит к нарушению сапрофитного (поддерживающего равновесие в экосистеме) взаимодействия в природной среде. Это часто сопровождается гибелью животных, растений, приводит к нарушению функций, гибели всего живого и опустыниванию земли. Преобладающими видами в микробиоте становятся патогенные микроорганизмы, которые можно отнести к биологическим загрязнителям. Негативно изменяется состав атмосферы, повышается агрессивность подземных и грунтовых вод. На планете наблюдаются потепление, нарушение озонового слоя, учащаются кислотные дожди.

Живые организмы в природе существуют в виде популяций – исторически сложившихся естественных совокупностей особей данного вида, связанных взаимоотношениями и адаптацией в условиях определенного района или иного места обитания (биотопа). В естественных природных условиях численность и плотность популяции неслучайны, они определяются регулирующими (управляющими) экологическими факторами. Способность среды поддерживать нормальную жизнедеятельность организма или популяции называется емкостью экосистемы.

Экологическая система (экосистема) – это совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых совместно обитающих различных видов организмов и условий их существования. В экосистеме связаны биоценоз (сообщество совместно живущих организмов) и биотоп (среда обитания).

Академик В.Н. Сукачев предложил понятие биогеоценоз (от греч. биос – «жизнь», гео – Земля, «ценоз» – общий) — природная система живых организмов и окружающей их абиотической среды, связанная обменом – веществами, энергией и информацией. Сейчас термины «экосистема» и «биогеоценоз» принято считать практически синонимами.

В состав биогеоценоза входят:

– растительный компонент (фитоценоз);

– животный компонент (зооценоз);

– микроорганизмы (микробиоценоз);

– почва и почвенно–грунтовые воды, во взаимодействии с растительным, животным компонентами и микроорганизмами образующие эдафотоп;

– атмосфера, которая, взаимодействуя с другими компонентами, образует климатоп;

– неживая природа, представляющая собой косное вещество – экотоп.

Таким образом, биогеоценоз – пространственно обособленная, целостная элементарная единица биосферы, все компоненты которой тесно связаны между собой. Основными компонентами биогеоценоза являются три группы организмов — растения, животные и микробы, с помощью которых вещества движутся от одного компонента к другому, отражая известную общую закономерность круговорота веществ в природе.

Экологические компоненты биогеоценоза (или ландшафта, или средообразующие компоненты) в экологии рассматриваются как основные материально–энергетические составляющие экологических систем. К ним, по Н.Ф. Реймерсу (рис. 2.2), относятся: энергия, газовый состав (атмосфера), вода (жидкая составляющая), почвосубстрат, автотрофы–продуценты (растения) и организмы – гетеротрофы (консументы и редуценты).

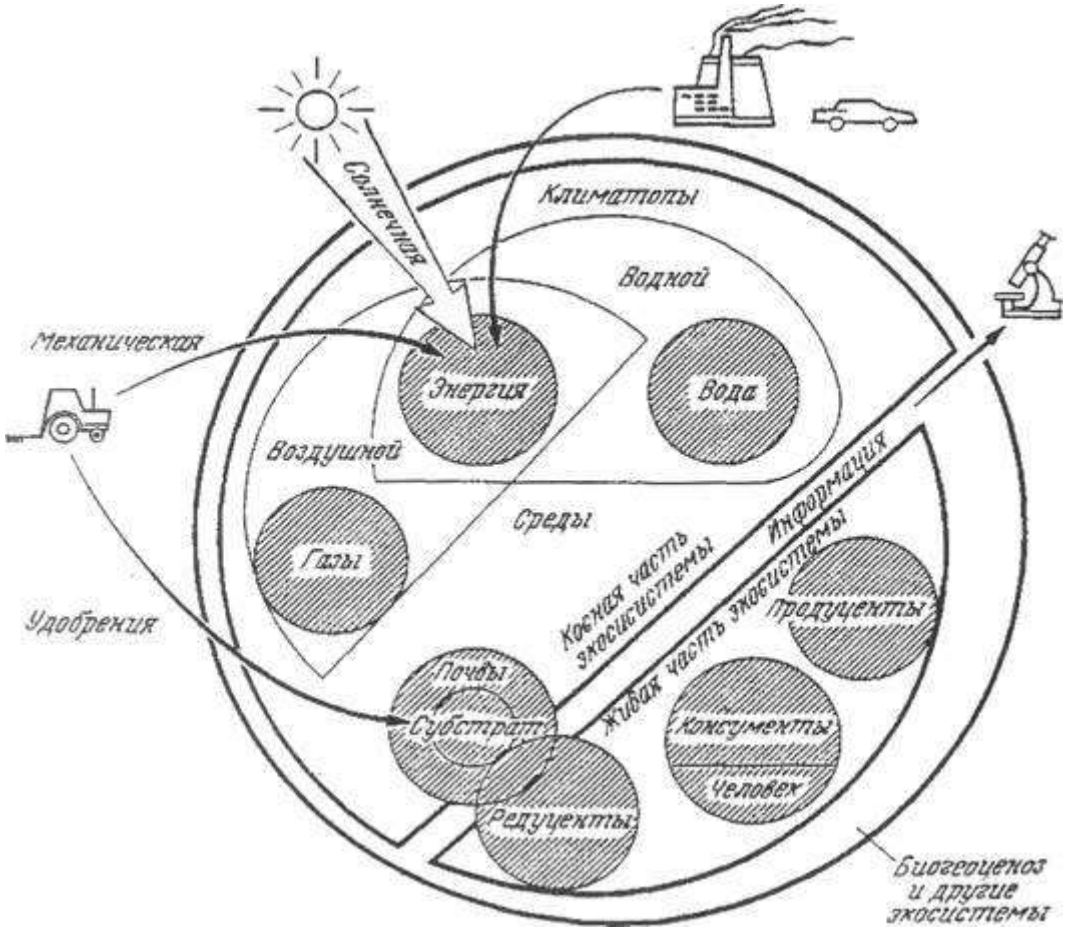

Рисунок 2.2 – Экологические компоненты (по Н.Ф. Реймерсу)

Экологические компоненты обеспечивают круговорот веществ и закономерное прохождение потока энергии в биосфере. Энергия Солнца, попадая на растения, создает предпосылки для осуществления фотосинтеза и создания органического вещества с привлечением газов атмосферы и минеральных веществ из почвосубстрата. Органическое вещество растений потребляется животными и паразитическими растениями и, как растительное, так и животное, оно вновь разлагается после смерти микроорганизмами (редуцентами) на простые соединения (соли и газы), возвращающиеся, таким образом, в атмосферу и

почвогрунты. Так поддерживается равновесие в системе и происходит замыкание цикла круговоротов в природе. В то же время все экологические компоненты являются природными ресурсами, качество которых определяет качество жизни человека, а антропогенное нарушение взаимодействий между ними может это качество снизить.

В реальных экосистемах круговорот обычно бывает незамкнутым, так как часть веществ уходит за пределы экосистемы, а часть поступает извне. Но в целом принцип круговорота в природе сохраняется. Более простые экосистемы объединены в общую планетарную экосистему (биосферу), в которой круговорот веществ проявляется в полной мере – жизнь на Земле возникла миллиарды лет назад, и если бы не было замкнутого потока необходимых для жизни веществ, их запасы давно исчерпались бы и жизнь прекратилась.

Биосфера – это глобальная экологическая система, состоящая из множества экосистем более низкого ранга, биогеоценозов, взаимодействием которых друг с другом и обусловлена ее целостность. Действительно, биогеоценозы существуют не изолированно – между ними существуют непосредственные связи и отношения. Например, в водные биогеоценозы ветром, дождями, талыми водами выносятся из наземных экосистем минеральные и органические вещества. Может происходить перемещение организмов из одного биогеоценоза в другой (например, сезонные миграции животных). И наконец, всех объединяет атмосфера Земли, служащая общим резервуаром для живых существ. В нее поступают кислород (выделяемый растениями в процессе фотосинтеза) и углекислый газ (образуемый в процессе дыхания аэробных организмов). Из атмосферы же растения всех экосистем черпают углекислый газ, необходимый им в процессе фотосинтеза, а все дышащие организмы получают кислород. Существование биосферы базируется на непрерывно осуществляющемся круговороте веществ, энергетической основой которого является солнечный свет.

Влияние человека на процессы, происходящие в биосфере

Вмешательство человека отрицательно влияет на процессы круговорота. Например, вырубка лесов или нарушение процессов ассимиляции веществ растениями в результате загрязнений приводят к снижению интенсивности усвоения углерода. Избыток органических элементов в воде, возникающий под действием промышленных стоков, вызывает загнивание водоемов и перерасход растворенного в воде кислорода, что исключает возможность развития здесь аэробных (потребляющих кислород) бактерий. Сжигая ископаемое топливо, фиксируя атмосферный азот в продуктах производства, связывая фосфор в синтетических моющих средствах человек нарушает круговорот этих элементов.

Круговорот веществ в природе подразумевает общую согласованность места, времени и скоростей процессов, идущих на разных уровнях – от популяции до биосферы. Такую согласованность явлений природы называют экологическим равновесием; это равновесие подвижное, динамическое.

В экологической системе (без вмешательства человека) поддерживается равновесие, исключающее необратимое уничтожение тех или иных звеньев в трофических цепях. Человек в процессе своей деятельности постоянно воздействует на экосистему в целом, а также на ее отдельные звенья. Это может проявляться в виде введения в экосистему новых компонентов, в том числе загрязняющих веществ, либо уничтожения отдельных компонентов (отстрел животных, вырубка лесов и т.д.). Не всегда и не сразу эти воздействия ведут к распаду всей системы, нарушению ее стабильности. Но сохранение системы не означает, что она осталась неизменной. Система трансформируется, и оценить количество и направление возникших изменений крайне сложно.

Естественные регуляторы неспособны сохранить биоценоз при резких антропогенных воздействиях. За разрушением отдельных экосистем может последовать и разрушение биосферы в целом или существенное снижение ее продуктивности.

В результате производственной деятельности человека возник новый процесс обмена веществ и энергией между природой и обществом (при сохранении биологического обмена) — антропогенный обмен, который существенно изменяет общепланетарный круговорот веществ, резко ускоряя его. Антропогенный обмен отличается от биотического круговорота своей незамкнутостью, он носит открытый характер. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, а на выходе – производственные и коммунальные отходы. Экологическое несовершенство антропогенного обмена заключается в том, что коэффициент полезного использования природных ресурсов, как правило, чрезвычайно низок, а отходы производства загрязняют природную среду. Более того, многие из них не разлагаются до природного состояния. Масштабы и скорость антропогенного обмена резко возрастают, вызывая заметное напряжение в биосфере.

На последнем этапе развития биосферы в мощную силу превратилась человеческая деятельность, необратимо и целенаправленно меняющая природную среду. Сформировалась биотехносфера – следствие социального и научно–технического развития человечества. Взаимоотношения между природой и человеком во многих случаях несбалансированы, ведут к угнетению окружающей среды (в частности, разрушению среды архитектурно–исторической), что может привести к деградации биосферы.

Сформированную новую систему можно назвать природно–техногенной (ПТС). Процесс ее формирования, если он не откорректирован в соответствии с экологическими компонентами (другими словами, в соответствии с законами развития экосистемы), как правило, приводит к нарушению естественных взаимодействий в природной системе, в основном, за счет привнесения в нее «чуждых» компонентов, которые могут быть восприняты экосистемой как загрязнители. Недоучет этих взаимодействий при осуществлении строительной деятельности недопустим, так как он приводит к снижению качества строительства и ухудшает качество среды проживания.

На этапе развития разумного отношения к сохранению природы должно произойти постепенное превращение биотехносферы в ноосферу – сферу разума, которая, по В.И. Вернадскому, является неизбежным и закономерным этапом развития биосферы. Доказательством начала такого превращения является принятая ООН концепция «устойчивого развития», «устойчивого строительства», «устойчивой реставрации», напрямую связанная с понятием «устойчивость экологическая». Последняя подразумевает способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов. Нередко «устойчивость экологическая» рассматривается как синоним экологической стабильности. Несмотря на то, что человечество вышло из природы и до сих пор нуждается в основных природных ресурсах, влияние человека на биосферу больше негативное, чем позитивное. Стремление к независимости и лучшей жизни отрицательно сказывается на экологических системах и, так или иначе, отражается на жизни человека.

Негативное воздействие деятельности человечества:

– изменение ландшафтов в ходе добычи полезных ископаемых, постройки городов, заводов;

– загрязнение почвы, воды, атмосферы пестицидами и другими продуктами (пластик, металл, резина);

– нарушение экологического баланса, что приводит к изменению природных сообществ (леса превращаются в пустыни);

– уничтожение животного мира (прямое истребление и уничтожение естественной среды обитания животных);

– изменение климата за счѐт накопления парниковых газов в атмосфере;

– радиоактивное, нефтяное, химическое загрязнение.

Деятельность человека с учетом экологических закономерностей носит позитивный характер.

Экологи занимаются:

– высадкой лесов и растений;

– очисткой воды;

– восстановлением плодородности почвы;

– сохранением вымирающих по вине человечества видов.

Природа имеет большое значение в жизни человека. Состояние окружающей среды влияет на здоровье и продолжительность человеческой жизни, поэтому человечеству необходимо решить две основные задачи в охране окружающей среды:

– наладить рациональное природопользование;

– научиться управлять биосферой без вреда себе и другим организмам.

Один из примеров восстановления природы – создание особо охраняемых природных территорий (заповедников, заказников, природных парков). Однако этого недостаточно, чтобы привести биосферу в порядок, так как долгое время человечество не задумывалось о последствиях своей деятельности.

Важнейшие черты биосферы – еѐ постоянный материально–энергетический обмен с космосом и существование исключительно в еѐ пределах живого

вещества. Благодаря живому веществу биосфера являет собой подвижное динамическое равновесие – организованность. Благодаря фотосинтезу и непрерывно действующим циклическим круговоротам биогенных элементов создается устойчивая организованность всех экосистем и биосферы в целом, осуществляется их нормальное функционирование. Важно подчеркнуть, что городская среда как объект проектирования и исследования должна обладать организованностью. Имеется в виду использование понятия «организованности» именно в том смысле, в каком его ввел В.И. Вернадский: «Живое вещество, как и биосфера, обладает своей особой организованностью и может быть рассматриваемо как закономерно выраженная функция биосферы. Организованность не есть механизм. Организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частиц».

Биосфера — не просто одна из существующих оболочек Земли, подобно литосфере, гидросфере или атмосфере. В.И. Вернадский предельно лаконично указывает на основное отличие — это организованная оболочка. И чтобы понять суть биосферы, нужно понять, как и кем она организована, в чем состоит организованность биосферы. Быть живым — значит быть организованным, отмечал В.И. Вернадский, и в этом состоит суть понятия биосферы как организованной оболочки Земли. На протяжении миллиарда лет существования биосферы организованность создается и сохраняется деятельностью живого вещества — совокупности всех живых организмов. Форма же деятельности живого, его биогеохимическая работа в биосфере (новое понятие, введенное В.И. Вернадским) заключается в осуществлении необратимых и незамкнутых круговоротов вещества и потоков энергии между основными структурными компонентами биосферной целостности: горными породами, природными водами, газами, почвами, растительностью, животными, микроорганизмами. Этот непрекращающийся процесс круговоротного движения составляет один из краеугольных камней учения о биосфере и носит название биогеохимической цикличности.

Круговорот – повторяющийся процесс превращения и перемещения веществ в природе, имеющий более или менее циклический характер.

Круговорот энергии в биосфере следующим образом: солнечная энергия поступает на Землю, растения поглощают еѐ и воду по средству фотосинтеза, далее растение либо погибает и разлагается, передавая энергию в почву, либо съедается животными и передается травоядным животным, после этого хищники едят травоядных и т.д., в конце животное умирает и разлагается, передавая энергию в почву, затем растения использую еѐ для своей жизнедеятельности. В свою очередь, изучение биогеохимических циклов как незамкнутых круговоротов помогает более глубоко проникнуть в суть процессов организованности биосферной оболочки. В силу постоянного выхода биосферного вещества из круговорота за пределы современной биосферы в глубокие слои земной коры, организованность представляет собой, по словам В.И. Вернадского :каждое последующее состояние биосферы не повторяет предшествующее; вовлечение в миграционные циклы одних веществен‐энергетических потоков и выход из

биогеохимических циклов других приводит к непрерывному обновлению биосферы, способствует ее прогрессивному эволюционному развитию, ее пульсации, усложнению живого вещества, возрастанию многообразия живых организмов, и тем самым поддержанию организованности биосферы, ее устойчивости. Концентрируя солнечную космическую энергию и трансформируя ее в активную (свободную) энергию земных процессов, живые организмы стремятся к максимальному проявлению этой действенной энергии в процессах обмена, в круговоротах и биогеохимических циклах. Прямые и обратные связи такой цикличности и составляют механизм функционирования биосферы, сущность ее организованности, основу ее развития. «Всюдность», «растекание», «давление жизни» – строго научные, но вместе с тем, и яркие художественные образы, введенные В.И. Вернадским для обозначения важнейшего эмпирического обобщения (закона биосферы) о биогеохимическом принципе максимального проявления жизни в биосфере.

Организованность биосферы в геологическом времени подтверждается тем, что вся биосфера охватывается и тропосферой, и гидросферой, и литосферой, и живым веществом. Эти части ее взаимопроникают и взаимодействуют между собой, образуя единое целое. организованность биосферы подразумевает единство, равноценность и связь ее частей. Организованность биосферы проявляется на разных уровнях. Различают термодинамический, физический, биологический, парагенетический и энергетический уровни организованности биосферы.

Например, можно говорить о термодинамическом уровне организованности биосферы, выражающемся в наличии двух взаимосвязанных «слоев»: верхнего, освещенного (фотобиосфера), где существуют фотосинтезирующие организмы, и нижнего, почвенного (афотобиосфера), где расположена зона подземной жизни. Термодинамический уровень организованности биосферы проявляется в специфике градиентов температуры в гидросфере, атмосфере и литосфере. Выделяют также физический, или агрегатный, уровень организованности, т. е. наличие разных фазовых состояний вещества (твердого, жидкого, газообразного), одновременно характеризующих и его разное химическое состояние. На химическом уровне организованности гидросферы, атмосферы и литосферы эти сферы рассматриваются как сложные химические тела, имеющие свою горизонтальную, вертикальную (пространственную), а также временную структуру. Термодинамический уровень организованности биосферы: газовая фаза связывает термодинамические части биосферы; их термодинамические свойства зависимы друг от друга (извержение вулканических газов, испарение воды и др.); роль живого вещества в регулировании газовой составляющей биосферы (например, связывание диоксида углерода в процессе фотосинтеза).

Физический уровень организованности биосферы. Биосферу можно рассматривать как очень сложную дисперсную систему, слагающуюся из твердой, жидкой и газообразной фаз. Во всех частях биосферы (тропосферной, гидросферной и литосферной) всегда присутствуют вещества в трех агрегатных состояниях (твердое, жидкое, газообразное). В биосфере идет переход с активным участием живых организмов одного агрегатного состояния в другое.

Парагенетический уровень организованности биосферы (от гр. para – возле, находящийся рядом и лат; genesis – рождение). «К термодинамическим, фазовым и химическим оболочкам мы должны прибавить парагенетическую оболочку, определяющую парагенезис элементов, т.е. законы их совместного нахождения. Биосфера и является одной из таких парагенетических оболочек, наиболее нам доступной и известной».

Виды энергии. Потоки экзогенной и эндогенной энергии. Фотохимические процессы и климат планеты. Понятие энергетического баланса. Мировые карты энергетического баланса

Эндогенная энергия — это энергия земных недр, которая поступает в географическую оболочку в двух формах: теплового потока (теллурические токи) и путем механических перемещений вещества. Величина теплового потока в среднем в 10^{-5} раз меньше потока электромагнитной солнечной энергии (0,06 Дж/м^2×с).

Наибольшие значения теплового потока наблюдаются в зонах срединно–океанических хребтов (особенно в пределах рифтовых зон, поскольку там вещество мантии поднимается непосредственно к поверхности литосферы), в сейсмоактивных и вулканических районах. В тектонически спокойных регионах, в частности на древних платформах, его значения существенно ниже средних. Источниками эндогенной энергии являются: гравитационная дифференциация земного вещества по плотности, распад радиоактивных элементов, внутреннее трение масс вещества, неизбежно сопровождающее гравитационную дифференциацию, приливное трение, обусловленное взаимодействием Земли с Луной и Солнцем. Поступление тепла на земную поверхность через гейзеры, вулканические извержения и от других локальных и спорадических источников намного меньше и в общих расчетах обычно не учитывается.

Энергия, поступающая на Землю из Космоса, называется экзогенной. В количественном отношении она на 97 % состоит из электромагнитного излучения Солнца — солнечной радиации. Вследствие малой изменчивости интенсивности солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы, ее поток, рассчитываемый на 1 см^2 в минуту, называют солнечной постоянной, которая равна 1,98 кал/(см²×мин), или 8,3 Дж/(см²×мин).

Электромагнитное излучение Солнца содержит широкий спектр волн разной длины. Ультракоротковолновая радиация (длина волн менее 0,1027 мкм) проникает до высоты 100—200 км, где она задерживается в ионосфере. Более длинные волны (0,1027–0,2424 мкм) распространяются до высоты 70–80 км. Жесткая ультрафиолетовая радиация (0,2424–0,2900 мкм) практически полностью поглощается в слое максимальной концентрации озона на высоте 25–28 км. В тропосферу и непосредственно к земной поверхности поступают мягкая ультрафиолетовая радиация (0,29–0,40 мкм), а также видимое световое (0,40–0,74 мкм) и инфракрасное излучение (0,74–2,4 мкм). Одновременно в географическую оболочку поступает радиоволновое излучение (от Солнца и из Космоса), энергетическое значение которого невелико.

Внутренняя энергия обнаруживает себя в разнообразных, но взаимосвязанных движениях земной коры. Их необходимо рассматривать как частное проявление общего процесса развития планеты и, следовательно, нет оснований считать, что внутренние массы Земли инертны или находятся в состоянии равновесия. Выделяют вертикальные (колебательные) и горизонтальные (тангенциальные) движения, которые сопровождаются целой серией вторичных движений со специфическими явлениями типа надвигов, шарьяжей и др.

В результате фотохимических процессов изменяется состав атмосферы планет. Особенно это касается атмосферы Земли, поскольку она представляет собой, наряду с азотом и другими инертными газами, неравновесную смесь кислорода и окисляемых соединений, таких, как водород (H_2), метан (CH_4), монооксид углерода (CO), сероводород (H_2S). Неравновесность отчасти поддерживается биологическими процессами, но основным фактором является солнечная радиация, инициирующая различные фотохимические реакции. Почти весь кислород, присутствующий в атмосфере Земли, образовался в результате фотосинтеза, и в отсутствие жизни на Земле его содержание в атмосфере было бы в миллион раз меньше, чем сейчас. Животные получают солнечную энергию косвенным путем, поедая растения. Масса всех органических веществ, произведенных зелеными растениями за время их существования, составляет около 1 % массы самой планеты, а в процессе фотосинтеза аккумулируется количество энергии, в десять раз превышающее то, которое потребляет все население Земли.

Энергетический баланс биосферы – это равновесие между поступающей и расходуемой энергией в экосистеме. Он определяет, как энергия переходит от одного организма к другому и как она используется в биологических процессах.

В биосфере энергия поступает из внешних источников, таких как Солнце, и передается через пищевые цепи от одного организма к другому. Организмы используют эту энергию для роста, размножения, движения и поддержания жизненных функций.

Энергетический баланс биосферы имеет важное значение для поддержания жизни на Земле. Если поступающая энергия превышает расходуемую, это может привести к накоплению энергии и увеличению температуры в экосистеме. С другой стороны, если расходуемая энергия превышает поступающую, это может привести к истощению ресурсов и нарушению баланса в экосистеме.

Энергетический баланс играет важную роль в функционировании биосферы, которая представляет собой совокупность всех живых организмов на Земле и их взаимодействие с окружающей средой. Этот баланс определяет потоки энергии в экосистемах и влияет на их устойчивость и продуктивность.

Основное значение энергетического баланса заключается в поддержании жизни и функционировании экосистем. Энергия является основным фактором, определяющим рост, размножение и выживаемость организмов. Она необходима для выполнения всех жизненных процессов, включая дыхание, пищеварение, движение и регуляцию температуры.

Энергия в биосфере поступает из внешних источников, таких как Солнце, которое является основным источником энергии для жизни на Земле. Солнечная энергия поглощается растениями в процессе фотосинтеза, а затем передается другим организмам через пищевые цепи. Таким образом, энергетический баланс обеспечивает поступление и распределение энергии в экосистемах.

Сохранение энергетического баланса важно для поддержания устойчивости экосистем. Если поступающая энергия равна расходуемой, экосистема может поддерживать свою продуктивность и биологическое разнообразие. Однако, если поступающая энергия недостаточна, это может привести к снижению роста и размножения организмов, а также к истощению ресурсов. С другой стороны, если расходуемая энергия превышает поступающую, это может привести к истощению ресурсов и нарушению баланса в экосистеме.

Понимание энергетического баланса биосферы помогает нам лучше понять, как организмы взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой. Это также позволяет нам разрабатывать стратегии для сохранения и восстановления баланса в биосфере, чтобы обеспечить устойчивость экосистем и сохранение биологического разнообразия.

Изучение энергетического баланса земного шара было начато в XIX в., когда были изобретены актинометрические приборы и сделаны расчеты количества солнечной радиации, приходящей на верхнюю границу атмосферы, в зависимости от широты и времени года. В 10–30–х годах прошлого столетия В. Шмидт, А. Ангстрем, Ф. Альбрехт и С.И. Савинов определили составляющие энергетического баланса земной поверхности для отдельных районов земного шара. В работах автора и его сотрудников был построен цикл мировых карт, составляющих энергетического баланса земной поверхности для каждого месяца и средних годовых условий; эти карты были опубликованы в 1955 г. в «Атласе теплового баланса». В результате дальнейших исследований они были уточнены и дополнены и вместе с несколькими картами составляющих энергетического баланса системы Земля–атмосфера опубликованы в 1963 г. в «Атласе теплового баланса земного шара».

За время, прошедшее после издания второго атласа теплового баланса, был накоплен значительный материал актинометрических наблюдений на континентах, выполненных в ряде районов, где раньше актинометрических станций не было. Особенное значение имеет получение в эти годы обширного материала актинометрических наблюдений на океанах, что позволило выяснить особенности радиационного режима водоемов. Развитие исследований турбулентной диффузии позволило уточнить ранее применявшиеся методы расчета затраты тепла на испарение и турбулентного теплообмена земной поверхности с атмосферой для океанов. Накопление материалов наблюдений и развитие расчетных методов определения составляющих энергетического баланса сделало возможным построение новых мировых карт составляющих энергетического баланса, уточненных по сравнению с ранее опубликованными картами (Будыко и др., 1978).

При построении этих карт уравнение энергетического баланса земной поверхности использовалось в приведенной форме 4.1:

$$R = LE + P + A \qquad (4.1)$$

где R – радиационный баланс земной поверхности,

LE – затрата тепла на испарение, или приход тепла от конденсации на земной поверхности (L – удельная теплота парообразования, E – скорость испарения или конденсации),

P – турбулентный поток тепла между земной поверхностью и атмосферой,

A – поток тепла между земной поверхностью и нижележащими слоями водоемов или почвы.

Влияние климата на продуктивность биосферы. Влияние деятельности человека на глобальные процессы и климат биосферы

В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что хозяйственная деятельность человека оказывает необратимое воздействие на окружающую среду, ухудшая ее качество и являясь причиной ряда связанных с этим, жизненно важных для человечества проблем, таких как, возможное изменение климата, загрязнение атмосферы и гидросферы, деградация (опустынивание, засоление, отчуждение) земельных ресурсов, обеднение генетического разнообразия видов, ухудшение здоровья людей и др. Большинство ученых придерживается той точки зрения, что промышленное развитие остановить нельзя, и оно совместимо с охраной и улучшением качества окружающей среды.

Климат на планете в прошлом периодически изменялся — чередовала периоды значительного похолодания (ледниковый период) и потепления. В настоящее время ученые очень обеспокоены фактом значительного потепления. На сегодня вопрос о том, имеет ли место долгосрочные изменения климата планете остается спорным, хотя неожиданные погодные изменения в ряде государств настораживают. С этими явлениями, до конца еще не изученными, связано количество выпадающих осадков, облачность, площадь снежного и ледового покрова, температурные изменения и т. д., что в первую очередь, оказывает влияние на производительность сельскохозяйственного производства. Теория климата чрезвычайно сложна из–за многообразия определяющих его природных факторов. Наложение на них так называемых антропогенных факторов делает прогноз еще более сложной задачей. Известно, что свойства атмосферы определяют различные земные и внеземные факторы. К ним относятся изменения солнечной активности, приливные возмущения, вулканическая деятельность, изменения температуры; поверхности океана, растительного покрова, полярных льдов и т. д. Среди других антропогенных факторов, которые могут повлиять на климат – рост запыленности атмосферного воздуха, уменьшение содержания озона, изменения поверхности, тепловые загрязнения, особенно выделяют увеличение содержания углекислого газа в атмосфере.

Деятельность человека имеет значительное влияние на энергетический баланс биосферы. Мы используем большое количество энергии для производства и потребления товаров, для транспорта, отопления и других целей. Это приводит к увеличению потребления энергии и выбросу парниковых газов в атмосферу.

Одним из основных источников энергии, используемых человеком, являются ископаемые топлива, такие как нефть, уголь и природный газ. Их сжигание для производства электроэнергии и промышленных процессов приводит к выбросу большого количества углекислого газа (CO_2) в атмосферу. Это приводит к увеличению парникового эффекта и глобального потепления.

Человеческая деятельность также приводит к изменению использования земельных ресурсов. Леса сокращаются из–за вырубки для сельского хозяйства и строительства, что приводит к уменьшению поглощения углекислого газа и увеличению выбросов. Крупные промышленные комплексы и города создают тепловые острова, что приводит к изменению микроклимата и энергетическому дисбалансу в окружающих районах.

Повышение уровня загрязнения воздуха также влияет на энергетический баланс биосферы. Выбросы вредных веществ в атмосферу от промышленных и транспортных источников приводят к изменению состава атмосферы и ухудшению качества воздуха. Это может привести к снижению фотосинтеза растений и ухудшению условий для жизни организмов.

В целом, антропогенная деятельность оказывает негативное влияние на энергетический баланс биосферы. Однако, осознание этого влияния и принятие мер для сокращения выбросов парниковых газов, энергосбережения и устойчивого использования ресурсов могут помочь восстановить баланс и снизить негативные последствия для окружающей среды и живых организмов.

Сохранение и восстановление энергетического баланса биосферы является важной задачей для поддержания устойчивости экосистем и обеспечения благоприятных условий для жизни всех организмов на планете. Для этого необходимо принять ряд мер, которые помогут сократить негативное влияние антропогенной деятельности и восстановить равновесие.

Одним из ключевых способов сохранения энергетического баланса является энергосбережение. Это означает эффективное использование энергии, чтобы снизить потребление и уменьшить выбросы парниковых газов. Для этого можно использовать энергоэффективные технологии, улучшать изоляцию зданий, использовать энергосберегающие лампы и приборы, а также сокращать использование транспорта на ископаемом топливе.

Переход к возобновляемым источникам энергии. Для восстановления энергетического баланса необходимо перейти от использования ископаемых топлив, таких как нефть, уголь и газ, к возобновляемым источникам энергии, таким как солнечная, ветровая и гидроэнергия. Это позволит снизить выбросы парниковых газов и уменьшить зависимость от ограниченных ресурсов.

Устойчивое использование ресурсов. Для сохранения энергетического баланса необходимо использовать ресурсы биосферы устойчивым образом. Это означает, что необходимо рационально использовать ресурсы таким образом,

чтобы они могли восполняться и не исчезали полностью. Например, вместо вырубки лесов без возможности их восстановления, необходимо проводить лесохозяйственные мероприятия, чтобы сохранить леса и их экосистемы.

Защита и восстановление экосистем. Экосистемы играют ключевую роль в циркуляции энергии и поддержании биологического разнообразия. Поэтому необходимо предпринимать меры по сохранению и восстановлению лесов, водных бассейнов, морских и океанических экосистем, а также бороться с загрязнением и уничтожением природных мест обитания.

Образование и информирование. Для успешного сохранения и восстановления энергетического баланса необходимо образование и информирование общества. Люди должны быть осведомлены о проблемах, связанных с энергетическим балансом, и о том, как они могут внести свой вклад в его сохранение. Образовательные программы, кампании и мероприятия могут помочь повысить осведомленность и мотивацию людей к действиям в пользу сохранения биосферы.