

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ»
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Разработчик: доцент, к.б.н. Фертикова Е.П.**

Санкт-Петербург
2017

ЗАНЯТИЕ 1.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Цель занятия: изучить и проанализировать идеи и представления философов и ученых о мироздании, динамику становления естественных наук в изучении биосферы и их значение.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В поисках системы мира учеными рассматривалось несколько версий. Одной из первых версий считается идея о том, что Земля является центром мироздания. Существует много философских школ, и каждая из них в определенный исторический отрезок развивала и отстаивала свою картину устройства мира.

Самым большим признанием пользовалось учение Аристотеля. В своих рассуждениях Аристотель старался опираться на наблюдения и здравый смысл. Признавая шарообразность Земли и Луны, Аристотель не признавал их движений. Не ощущая этих равномерных движений, он ошибочно принимал за истину то, что земной шар покоится в центре мироздания. Вокруг неподвижной Земли расположены, считал он, концентрические хрустальные сферы, к которым прикреплены Солнце, Луна и планеты. Последняя, восьмая, – всеобъемлющая «сфера неподвижных звезд», выше которой обитают боги. И все эти сферы обращаются вокруг земного шара, вследствие чего мы наблюдаем суточное движение светил по небосводу. В дальнейшем система мира Аристотеля и ей подобные системы, где наша Земля выступала в роли центрального тела Вселенной, стали называться геоцентрическими, что означает: «Земля в центре». Аристотель учил, что небесное противоположно земному, и если на Земле все несовершенно и смертно, то в небесах царит идеальный порядок: там все совершенно и вечно. Одним из проявлений совершенной природы небесных тел является, по утверждению Аристотеля, их равномерное движение по окружности. Логические догадки Аристотеля не давали убедительного ответа на вопрос о картине мироздания, для этого требовались строгие математические расчеты.

Аристарх Самосский (310 – 230 гг. до н.э.) – первый, кто поставил перед собой задачу измерить расстояние до небесных светил. Некоторое время ученый жил в Александрии, тогдашней столице Египта. Определив углы в системе Солнце – Земля – Луна, Аристарх установил соотношение расстояний Земля – Луна и Земля – Солнце как 1 к 19 (рис. 1.1). На самом же деле среднее расстояние до Солнца в 389 раз больше среднего расстояния до Луны. Аристарх ошибся потому, что определить момент прохождения границы света и тени точно посередине лунного диска без телескопа невозможно, а ведь это было отправной точкой его измерений. Путем сложных рассуждений Аристарх определил диаметр Луны. Получилось что он в 2,7 раза меньше земного (на самом деле он меньше в 3,7 раза). По вычислениям Аристарха диаметр дневного светила оказался в 19 раз больше лунного или в 7 раз больше земного. Значит, объем Солнца в 343 раза

превышает объем Земли! (В действительности Солнце превосходит нашу планету по объему в 1 млн. 300 тыс. раз!).



Рисунок 1.1.– Треугольник Аристарха

Аристарх Самосский – ученый, которого по праву называют Коперником Древнего мира, – сделал следующие выводы: предложил свою систему мира, гелиоцентрическую, т.е. систему с Солнцем в центре (разве может такое большое тело вращаться вокруг Земли?); земля за год облетает вокруг него; планеты тоже движутся вокруг Солнца; расстояние до нашего светила ничтожно по сравнению с расстоянием от земли до звезд; размеры Вселенной гораздо больше, чем считают философы. За свои гелиоцентрические убеждения Аристарх был обвинен в безбожии и осужден на вечное изгнание, его идеи были надолго забыты.

Переворот в астрономических представлениях людей о Земле произошел на рубеже XV и XVI вв. в Западной Европе. Великие мореплаватели Христофор Колумб (1451 – 1506) и Фернандо Магеллан (ок. 1480 – 1521) заново открыли землю, убедив своих современников в ее шарообразности. В каждую крупную экспедицию того времени назначался астроном. Астрономические таблицы и календари стали незаменимыми спутниками всех мореплавателей. Однако положения планет, вычисленных по теории Птолемея, расходились с результатами наблюдений. Чтобы добиться здесь согласия к прежним эпициклам приходилось добавлять новые круги, количество которых увеличилось с 40 до 75, что сильно усложнило и запутало работу астрономов.

В начале XV в. в Средней Азии астрономия достигла небывалого расцвета. Там возшла звезда молодого правителя Самарканда – Улуг-бека (1394 – 1449). Звездное небо было для просвещенного эмира величайшей книгой природы, и он построил в Самарканде астрономическую обсерваторию. Самаркандские ученые проработали в ней 30 лет. Такая продолжительность наблюдений была определена 30-летним периодом обращения далекого Сатурна. Завершением их труда стали «Новые Гураганские таблицы». Они содержали координаты 1018 звезд и по своей полноте и точности долгое время были лучшими в мире. Шейхи и муллы приходили в ужас от высказываний внука грозного завоевателя Востока – Тимура. «Царства разрушаются, – говорил он, – нотруды ученых остаются на вечные времена». После гибели Улугбека на ученых начались гонения, но главный научный труд был сохранен верным соратником и другом Улугбека – Али Кушчи.

К сожалению, звездный каталог Улугбека стал известен в Европе лишь сто лет спустя, а издан еще много позже – в 1665 г. в Оксфорде. Астрономические

наблюдения велись уже с помощью телескопов, и европейские каталоги звезд по своей точности вышли на первое место в мире.

Творческой мысли величайшего мыслителя эпохи Возрождения, итальянского философа Джордано Бруно стало тесно в мире, замкнутом сферой «неподвижных звезд». В своем труде «О бесконечности вселенной и мирах» он смело утверждал, что вокруг далеких звезд-солнц, как и вокруг нашего светила, обращаются свои планеты-земли, на которых тоже есть жизнь, а среди обитателей других миров есть и «человечества», подобные земному. Обвиненный в ереси – страшном по тем временам преступлении, – Джордано Бруно был сожжен «на троне божественного правосудия» в 1600 г.

С задачей определения точной формы планетных орбит блестяще справился датский астроном Тихо Браге (1546 – 1601) – самый выдающийся наблюдатель эпохи *дотелескопической астрономии*. Его современником был немецкий астроном и математик Иоганн Кеплер (1571 – 1630). После долгих и кропотливых расчетов Кеплер определил, что орбитой Марса является не круг, а эллипс, и само светило находится в одном из его фокусов. Следовательно, расстояние между Солнцем и Марсом постоянно меняется; что скорость движения планеты тоже не постоянна. Сделав эти открытия, знаменитый астроном сформулировал законы движения планет, известные под названием трех законов Кеплера. Кеплеру удалось определить расстояния до всех известных в ту пору планет: Меркурий – 0,39 световых лет, Венера – 0,72, Земля – 1,00, Марс – 1,52, Юпитер – 5,20, Сатурн – 9,54. Только это были относительные расстояния – числа, показывающие, во сколько раз та или иная планета дальше от Солнца или ближе к Солнцу, чем Земля. Истинные значения этих расстояний, выраженные в земных мерах (в км), оставались неизвестными, ибо еще не была известна длина астрономической единицы – среднего расстояния Земли от Солнца. Законы Кеплера теоретически развивали гелиоцентрическое учение и тем самым укрепляли позиции новой астрономии. Последующие наблюдения показали, что законы Кеплера применимы не только для планет Солнечной системы и их спутников, но и для звезд, физически связанных между собой и обращающихся вокруг общего центра масс. Они легли в основу практической космонавтики, ибо по законам Кеплера движутся все искусственные тела, начиная с первого спутника Земли и кончая современными космическими аппаратами. Не случайно в истории астрономии Иоганна Кеплера называют «законодателем неба».

Начало эпохи телескопических наблюдений в истории астрономии связано с именем Галилео Галилея (1564 – 1642). Галилею принадлежит великая заслуга в том, что он впервые установил единство Земли с другими небесными телами. Когда Галилеем были получены неопровержимые доказательства учения Коперника о движении Земли и смелых высказываний Бруно, католическая церковь запретила гелиоцентрическое учение как полностью противоречащее Священному Писанию, и служители церкви получили право преследовать Галилея. В 1638 г. Галилей открывает закон инерции, согласно которому все тела обладают свойством двигаться прямолинейно и равномерно. И если бы отсутствовала сила трения и иные помехи, то движение совершалось бы по прямой с неизменной скоростью практически бесконечно. Нужно было найти силу, удерживающую планету или ее спутник на эллиптической орбите. Ею оказалась сила тяготения.

Это открытие принадлежит великому английскому ученому Исааку Ньютону (1643 – 1727). Исаак Ньютон в 24 года уже закончил работу над «Математическими принципами натуральной философии», за исключением понятия материальной точки, т.е. массы. Он установил, что Луна движется по окружности, потому что она все время «падает» на Землю. Ньютон открыл закон гравитации, математически доказав, что Луна и Земля могут быть рассмотрены как материальные точки в центрах масс. Ньютонская механика не следует индуктивному пути: от исследований Тихо Браге к законам Кеплера, а затем к теории Ньютона. Механика Ньютона была величайшей гипотезой, ее рассматривают как величайший прорыв мысли, в результате которого возникновение такой гипотезы стало возможным.

В дальнейшем Альберт Эйнштейн (1879 – 1955) усовершенствовал механику Ньютона посредством прояснения следующих моментов: пространство и время взаимосвязаны; пространство неоднородно, а искажается гравитацией. Возникновение такой теории стало возможным только благодаря революционному прорыву в области языка и понятия. Гений Эйнштейна не ограничивается только теорией относительности. Он открыл удивительную взаимосвязь между массой и энергией, в последние годы своей жизни Эйнштейн не поддерживал понятие кванта, предложенное копенгагенской группой ученых, которую возглавлял Нильс Бор (1885 – 1962). Эйнштейн предложил множество мысленных экспериментов для опровержения квантовой механики, которая развивалась *Бором, Эрвином Шредингером* (1887 – 1961) и *Вернером Гейзенбергом* (1901 – 1976). Такая последовательная проверка привела к созданию более совершенной квантовой механики, а вклад Эйнштейна стал еще более значительным.

Важнейшими предпосылками учения В.И.Вернадского о биосфере явились представления об изменчивости окружающего мира, в том числе живых существ, которые сложились у ряда античных философов. Среди них *Гераклит Эфесский* (конец VI – начало V вв. до н.э.), известный как создатель концепции вечного движения и изменчивости всего существующего. По представлениям *Эмпедокла* (ок. 490 – ок. 430 гг. до н.э.), организмы сформировались из первоначального хаоса в процессе случайного соединения отдельных структур, причем неудачные варианты (уроды) погибали, а гармоничные сочетания сохранялись (своего рода наивные представления об отборе как направляющей силе развития). Автор атомической концепции строения мира *Демокрит* (ок. 460 – ок. 370 гг. до н.э.) полагал, что организмы могут приспосабливаться к изменениям внешней среды. Наконец, *Тит Лукреций Кар* (ок. 95 – 55 гг. до н.э.) в своей знаменитой поэме «О природе вещей» высказал мысль об изменчивости мира и самозарождении жизни. Многие обобщения *Аристотеля*, сами по себе уклады-вающиеся в общую картину неизменности мира, сыграли в дальнейшем важную роль в развитии эволюционных представлений. Эпоха Поздней античности и особенно последовавшая за ней эпоха Средневековья стали временем затянувшегося почти на полторы тысячи лет застоя в развитии естественноисторических представлений. Соответствующие представления античных философов были преданы забвению. Возможности для развития эволюционных идей появились лишь после эпохи Возрождения (XV – XVI вв.), когда европейская наука сделала значительные шаги вперед в познании окружающего мира. Постепенно были накоплены многочисленные данные, говорившие об удивительном разнообразии форм организмов. Эти данные нуждались в систематизации.

Подобная работа была произведена шведским естествоиспытателем **Карлом Линнеем** (1707 – 1778), которого справедливо называют создателем научной систематики организмов. Следует отметить, что Линней последовательно придерживался точки зрения о неизменности видов, созданных Творцом. В XVII – XVIII вв. наряду с господствовавшим мировоззрением, основанным на религиозных догмах о неизменности созданного Творцом мира и получившим название **креационизм** (от лат. creation – «созидание, порождение»), постепенно начали вновь формироваться представления об изменчивости мира и, в частности, о возможности исторических изменений видов организмов. Эти представления именовались **трансформизмом** (от лат. Transformation – «образование»). Наиболее яркими представителями трансформизма были естествоиспытатели и философы **Р. Гук** (1635 – 1703), **Ж. Ламетри** (1709 – 1751), **Ж. Бюффон** (1707 – 1788), **Д. Дидро** (1713 – 1784), **Эразм Дарвин** (1731 – 1802), **И.В. Гете** (1749 – 1832), **Э. Жоффруа Сент-Илер** (1772 – 1844). У трансформистов еще не сложилось целостной концепции эволюции органического мира; их взгляды во многом были эклектичными и непоследовательными, объединяя материалистические и идеалистические представления. Общим для всех трансформистов было признание изменчивости видов организмов под воздействием окружающей среды, к которым организмы приспособляются благодаря заложенной в них изначально способности целесообразно реагировать на внешние воздействия, а приобретенные этим путем изменения наследуются (так называемое «наследование приобретенных признаков»). При этом изменения видов не столько доказывались, сколько постулировались трансформистами, что делало слабыми их позиции в дискуссиях со сторонниками креационизма.

Честь создания первых эволюционных теорий принадлежит великим естествоиспытателям XIX в. **Ж.Б. Ламарку** (1744 – 1829) и **Ч. Дарвину** (1809 – 1882). Эти две теории почти во всем противоположны: и в своей общей конструкции, и в характере доказательств, и в своих новых выводах о причинах и механизмах эволюции, и в своей исторической судьбе. Выход в свет гениального труда Ч. Дарвина «Происхождение видов» (1859) справедливо рассматривается как начало новой эпохи в развитии естественной истории, или биологии в современном понимании. Дарвинизм стал основой эволюционистики XX в. Напротив, теория Ламарка не получила признания у современников, была надолго забыта, но позднее вновь привлекла к себе внимание ученых, и некоторые ее положения с удивительным постоянством продолжают воскресать в концепциях различных эволюционистов вплоть до нашего времени.

Основы своей концепции **Ж.Б. Ламарк** изложил в труде «Философия зоологии» (1809). Он был первым из биологов, кто ясно указал на огромную роль живых организмов в образовании земной коры, подчеркивая, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов. Философский подход характерен для ранних этапов развития науки, когда накопленные знания нуждаются в логическом осмыслении, но этого недостаточно для строгого научного анализа и обобщений. Ламарк признал существование исторической изменчивости, факт трансформации организмов во времени, однако этот вывод был не оригинальным: исторические преобразования видов организмов под

влиянием изменений внешней среды признавали все трансформисты. Своеобразие концепции Ламарка придало объединение идеи изменяемости органического мира с представлениями о градации – постепенном повышении уровня организации от самых простых до наиболее сложных и совершенных организмов (идея градации, понимаемой как последовательный ряд постепенно усложняющихся форм организмов, восходит к Аристотелю). Эти представления о «лестнице существ», образующих непрерывную цепь от неорганических тел до человека, развивал до Ламарка **Ш. Бонне** (1720 – 1793). Разнообразие видов живых существ, по Ламарку, не является просто хаосом всевозможных форм – в этом разнообразии можно усмотреть определенный порядок, как бы ступени последовательного и неуклонного повышения уровня организации. Из этого Ламарк сделал важнейший вывод, что изменения организмов имеют не случайный, а закономерный, направленный характер: развитие органического мира идет в направлении постепенного совершенствования и усложнения организации. На этом пути жизнь возникла из неживой материи путем самозарождения, и после длительной эволюции организмов появился человек, произошедший от «четвероруких», т.е. от приматов. Движущей силой градации Ламарк считал «стремление природы к прогрессу», которое изначально присуще всем живым существам, будучи вложено в них Творцом, т.е. Богом. Ламарковское объяснение прогрессивной эволюции является телеологическим (от греч. *telos* – «цель»), поскольку оно приписывает организмам стремление к совершенствованию, т.е. определенной цели. Хотя Ламарк утверждал, что природа развивается «сама», без непосредственного участия творца, но именно Высший Творец, по Ламарку, создал «материю и природу» и тем самым косвенным образом является создателем всех продуктов саморазвивающейся природы.

Изменения животных и растений под воздействием внешних условий, по Ламарку, происходят по-разному. Ламарк принимал модификационную ненаследственную изменчивость организмов, представляющую собой реакцию данного индивида на различные условия внешней среды, за наследственные изменения (для растений). Для животных Ламарк разработал более сложный механизм преобразований:

1) всякая значительная перемена во внешних условиях вызывает изменение в потребностях животных;

2) это влечет за собой новые действия животных и возникновение новых «привычек»;

3) в результате животные начинают чаще задействовать органы, которыми раньше они мало пользовались; эти органы значительно развиваются и увеличиваются, а если требуются новые органы, то они под влиянием потребностей возникают «усилиями внутреннего чувства». Таким образом, учение о градациях Ламарка характеризуется как автогенетическая, а вторая часть его теории – как эктогенетическая концепция. И то и другое представляет собой метафизическое понимание взаимоотношений организма и среды, поскольку эти компоненты рассматриваются не в их диалектическом взаимодействии, а как существующие рядом, совместно, в отрыве друг от друга. Метафизичность

концепций Ламарка проявляется также в отсутствии каких бы то ни было объяснений «стремления организмов к прогрессу»,

а также свойства организмов целесообразно реагировать на внешние воздействия изменениями, которые Ламарк считал наследственными.

Одной из вершин научной мысли XIX в. является теория естественного отбора **Ч. Дарвина** (1809 – 1882). Теория Дарвина стала естественно-исторической основой материалистического мировоззрения. Известно, что стимулом, ускорившим опубликование Дарвином его работы, был труд **А. Уоллеса** (1823 – 1913), независимо пришедшего к близким эволюционным выводам. Ограничиваясь кратким обзором основных положений теории Ч. Дарвина, прежде всего, следует упомянуть о том, что он собрал многочисленные доказательства изменчивости видов животных и растений. При анализе фактов изменчивости организмов в одомашненном состоянии Дарвин выделил определенную и неопределенную форму изменчивости. Основной формой изменчивости Дарвин назвал неопределенную, а силой, которая на основе незначительных различий особей формирует устойчивые и важные породные признаки, – искусственным отбором.

Кроме того, Дарвин пришел к выводу, что путем отбора человек значительно увеличивает разнообразие форм организмов. Ученый впервые поставил в центре внимания эволюционной теории не отдельные организмы (как это было характерно для его предшественников-трансформистов, включая Ламарка), а биологические виды, т.е., говоря современным языком, популяции организмов.

Сопоставляя все собранные сведения об изменчивости организмов в диком и прирученном состоянии, о роли искусственного отбора для выведения пород и сортов одомашненных животных и растений, Дарвин подошел к открытию той творческой силы, которая движет и направляет эволюционный процесс в природе, – естественного отбора, «так как рождается гораздо более особей каждого вида, чем сколько их может выжить, и так как, следовательно, постоянно возникает борьба за существование, то из этого вытекает, что всякое существо, которое в сложных и нередко меняющихся условиях его жизни, хотя незначительно, изменится в направлении, для него выгодном, будет иметь больше шансов выжить, и, таким образом, подвергнется естественному отбору.

В силу строгого принципа наследственности отобранная разновидность будет стремиться размножаться в своей новой и измененной форме». Важнейшее место в теории естественного отбора занимает концепция борьбы за существование. Согласно Дарвину, борьба за существование является результатом тенденции любого вида организмов к безграничному размножению. Дарвин подчеркивал, что естественный отбор должен действовать с гораздо большей эффективностью, чем искусственный. Важнейшими положениями теории Дарвина являются следующие:

1. Организмам как в прирученном, так и в диком состоянии свойственна наследственная изменчивость. Наиболее важной формой изменчивости является неопределенная изменчивость. Стимулом для возникновения изменчивости организмов служат изменения внешней среды, но характер изменчивости

определяется спецификой самого организма, а не направлением изменений внешних условий.

2. В центре внимания эволюционной теории должны находиться не отдельные организмы, а биологические виды и внутривидовые группировки (популяции).

3. Все виды организмов в природе вынуждены вести жесткую борьбу за существование. Борьба за существование для особей данного вида складывается из их взаимодействия с неблагоприятными биотическими и абиотическими факторами внешней среды, а также из их конкуренции между собой. Последняя является следствием тенденции всякого вида к безграничному размножению и огромного «перепроизводства» особей в каждом поколении. По Дарвину, важнейшей является именно внутривидовая борьба.

4. Неизбежным результатом наследственной изменчивости организмов и борьбы за существование является естественный отбор – преимущественное выживание и обеспечение потомством лучше приспособленных особей. Хуже приспособленные организмы (и целые виды) вымирают, не оставляя потомства.

5. Следствиями борьбы за существование и естественного отбора являются: развитие приспособлений видов к условиям их существования (обуславливающее «целесообразность» строения организмов), дивергенция (развитие от общего предка нескольких дочерних видов, все большее расхождение их признаков в эволюции) и прогрессивная эволюция (усложнение и усовершенствование организации).

6. Частным случаем естественного отбора является половой отбор, который обеспечивает развитие признаков, связанных с функцией размножения.

7. Породы домашних животных и сорта сельскохозяйственных растений могут быть созданы посредством искусственного отбора, аналогично естественному отбору, но ведущегося человеком в своих интересах.

Здесь же необходимо упомянуть о некоторых нечеткостях и отдельных ошибочных утверждениях Дарвина. К ним относятся:

1) Признание возможности эволюционных изменений на основе определенной изменчивости и упражнения и неупражнения органов;

2) Переоценка роли перенаселения для обоснования борьбы за существование;

3) Преувеличенное внимание к внутривидовой борьбе в объяснении дивергенции;

4) Недостаточная разработанность концепции биологического вида как формы организации живой материи, принципиально отличающейся от подвидовых и надвидовых таксонов;

5) Непонимание специфики макроэволюционных преобразований и их соотношений с видообразованием.

Указанные неточности соответствуют уровню развития науки во время создания теории Дарвина.

Солнце является основным источником энергии биосферы и регулятором всех геологических, химических и биологических процессов на нашей планете. Эту роль образно выразил один из авторов закона сохранения и превращения энергии немецкий врач

Юлиус Майер (1814 – 1878), отметивший, что жизнь есть создание солнечного луча. Из этих соображений последовал вывод, что исходной основой существования биосферы и происходящих в ней био-геохимических процессов является астрономическое положение нашей планеты и в первую очередь ее расстояние от Солнца и наклон земной оси к эклиптике, или к плоскости земной орбиты. Это пространственное расположение Земли определяет климат на планете, а последний, в свою очередь – жизненные циклы всех существующих на ней организмов.

Очень важным для понимания биосферы было установление немецким физиологом **Пфефером** (1845 – 1920) трех способов 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).

Умозрительная картина мира рационалистов в эпоху Просвещения растворяется в буржуазном понимании действительности, при котором все оценивается лишь количественно, а качественные аспекты, напротив, отвергаются. Согласно подходу рационалистов, научное познание может преодолеть буржуазную идеологию, считая ее кривым зеркалом, искажающим реальность. На первый взгляд может показаться, что научное познание существует независимо от конкретной исторической ситуации, общества, идеологии, но это не так. Познание

– это способность человека, которая развивалась исторически и социально. Она основана на языке, на котором мы говорим о предметах. В этой связи научное познание также восходит к языку. Наука сама по себе – это выражение образов, возникающих в сознании ученых, в терминах языка. Столкнувшись с задачей создания механического устройства, разработчик создает проект, который есть не что иное, как внешнее выражение образов его сознания. Этот проект выражается посредством специальных терминов, технических понятий.

Схожим образом человек самовыражается в искусстве. Достижения в области науки, несмотря на то, что они только отражают объективную реальность, в определенном смысле отражают индивидуальный способ мышления и личностную идеологию, при которых внутренние идеи и образы находят свое выражение для объяснения внешнего мира.

Рационализм эпохи Просвещения не осознал, что:

- 1) познание и мысль тесно связаны с языком;
- 2) научное познание является неотъемлемой частью логического мышления;
- 3) научное познание ограничено указывающей способностью языка и его логическими структурами.

Методика и развитие научных дисциплин теснейшим образом связаны с материальной иерархией. Если эмпиризм Бэкона был «от-цом» современной науки, то метод, основанный на анализе, был ее «матерью». Аналитические методы чрезвычайно полезны для линейных систем. Аналитические методы создали научную классификацию (таксономию).

Открытием фундаментальных законов наследственности биология обязана *Г. Менделю, Г. Дефрису, К. Коренсу и К. Чермаку, Т. Моргану, Дж. Уотсону и Ф. Крику.*

В 1926 г. была опубликована работа *С.С. Четверикова* «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики», в которой была показана высокая генетическая гетерогенность природных популяций организмов, их насыщенность разнообразными мутациями. Он сформулировал основные положения популяционной генетики; исследовал изменчивость в природных популяциях.

Николай Иванович Вавилов (1887 – 1943) – ботаник, генетик, лекционер – многие годы изучал мутационную изменчивость у культурных растений семейства злаковых и их диких предков.

Он установил центры происхождения культурных растений; под его руководством создана уникальная коллекция культурных растений (300 тыс. образцов), служащая и сейчас основой для селекционных работ. Автор учения об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям, Н.И.Вавилов сформулировал закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Хотя закон касался изменчивости у растений, Н.И.Вавилов указывал и на его применимость к животным. Кроме того, Вавиловым была создана советская школа ученых-растениеводов, генетиков и селекционеров.

Первая периодическая таблица была составлена *Д.И. Менделеевым* в начале 1869 г., после того, как Н. Бор и Э. Резерфорд выдвинули свои теоретические обоснования структуры молекул. Благодаря этим выводам было сформулировано более точное определение периодического закона. Оно гласит: свойства химических элементов меняются периодически, по мере возрастания зарядов ядер их атомов. Однако до сих пор между учеными-химиками ведутся дискуссии по поводу размещения в таблице определенных элементов.

В конце XVIII в. благодаря открытию кислорода, азота, диоксида углерода и расшифровке химического состава воздуха в научных кругах Парижа и Лондона активно обсуждалось значение газов в жизни растений. В это время один из основателей химии *Антуан Лавуазье* решил задачу количественной оценки химических элементов, участвующих в реакции, и изучил явление эквивалентного обмена кислородом и углекислым газом растениями. Этими работами он заложил

основу современных представлений о геохимии углерода в биосфере. После обнародования работ Лавуазье стало очевидно, что живые организмы в основном состоят из элементов, образующих на поверхности Земли газы, и что в химии жизни исключительно важное значение имеет взаимосвязь организмов с газами атмосферы.

Исследования *Жана-Батиста Дюма*, *Жана-Батиста Буссенго*,

Юстаса Либиха перевели проблему взаимодействия живых организмов и минеральной природы из области философских построений в плоскость конкретных научных исследований и практической деятельности.

Среди русских ученых разрабатывать учение о биосфере начал учитель В.И. Вернадского – *Василий Васильевич Докучаев* (1846 – 1903). Он же обратил внимание на единство материальной и духовной культуры людей с окружающей природной средой, его в первую очередь волновали практические аспекты этой проблемы.

В 80-е гг. XIX в. в России возникло генетическое почвоведение, основателем которого стал выдающийся ученый, профессор Петербургского университета В.В. Докучаев, который рассматривал образование (генезис) почвы как результат взаимодействия многих факторов-почвообразователей: почвообразующей горной породы, растений

и животных, климатических условий, форм рельефа, грунтовых вод, особенно в черноземных областях России. Докучаев открыл основные закономерности географического распространения почв и внес большой вклад в теорию и практику охраны и повышения плодородия почв.

Среди последователей Докучаева одно из первых мест принадлежит *Н.М. Сибирцеву*, который в принципе был основателем учения о структуре почвенного покрова, обратив внимание на его пестроту. В своей работе ему удалось соединить докучаевское направление характеристики почвы как естественноисторического тела со всеми закономерностями географического распространения почв, с учением *Костычева* об агрономическом значении почв, о почве как о среде обитания растений. Большое значение для дальнейшего развития почвоведения в нашей стране имели также труды *К.Д. Глинки*, *В.И. Вернадского*, *В.Р. Вильямса*, *К.К. Гедройца*, *Л.И. Прасолова*, *Б.Б. Полянова*, *И.В. Тюрина*, *И.П. Герасимова*, *В.А. Ковды*, *Г.В. Добровольского* и др.

Несмотря на чрезвычайно важные открытия XVII – XVIII вв., вопрос о том, входят ли клетки в состав всех частей растений, а также построены ли из них не только растительные, но и животные организмы, оставался открытым. Лишь в 1838 – 1839 гг. вопрос этот окончательно решили немецкие ученые – ботаник *Матиас Шлейден* (1804 – 1881) и физиолог *Теодор Шванн* (1810 – 1882). Они создали так называемую клеточную теорию. Сущность ее заключалась в окончательном признании того факта, что все организмы, как растительные, так и животные, начиная с низших и кончая самыми высокоорганизованными, состоят

из простейших элементов – клеток. В работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре

и росте животных и растений» (1839) Т.Шванн сформулировал основные положения клеточной теории.

Но Шванн и Шлейден ошибочно считали, что клетки в организме возникают путем новообразования из первичного не клеточного вещества. Это представление было опровергнуто выдающимся немецким ученым *Рудольфом Вирховом*. Он сформулировал (1859) одно из важнейших положений клеточной теории: «Всякая клетка происходит из другой клетки. Там, где возникает клетка, ей должна предшествовать клетка, подобно тому, как животное происходит только от животного, растение только от растения». Таким образом, было установлено, что клетка – сложная целостная система, образованная из взаимодействующих компонентов.

Постепенно идея о тесной взаимосвязи между живой и неживой природой, об обратном воздействии живых организмов и их систем на окружающие их физические, химические и геологические факторы все настойчивее проникала в сознание ученых и находила реализацию

в их конкретных исследованиях. Этому способствовали и перемены, произошедшие в общем подходе естествоиспытателей к изучению природы. Они все больше убеждались в том, что обособленное исследование явлений и процессов природы с позиций отдельных научных дисциплин оказывается неадекватным. Поэтому на рубеже XIX – XX вв. в науку все шире проникают идеи холистического, или целостного, подхода к изучению природы, которые в наше время сформировались в системный метод ее изучения. Результаты такого подхода незамедлительно сказались при исследовании общих проблем воздействия биотических, или живых, факторов на абиотические, или физические, условия. Так, например, оказалось, что состав морской воды во многом определяется активностью морских организмов. Растения, живущие на песчаной почве, значительно изменяют ее структуру. Живые организмы контролируют даже состав нашей атмосферы. Число подобных примеров велико, и все они свидетельствуют о наличии обратной связи между живой и неживой природой, в результате которой живое вещество в значительной мере меняет облик нашей планеты.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Студенты представляют свои доклады на темы:

1. Предпосылки становления науки в Древнем мире
2. История развития науки в Средневековье и в эпоху Возрождения
3. История развития науки в XVII – начале XX в.
4. Современная картина мира глазами ученых (вторая половина

XX в. – 2000-е годы)

5. Вклад отечественных ученых в создание учения о биосфере Регламент: доклад – до 5 минут; прения – до 3 минут.

Задание 1.1.

Изучив теоретический материал и прослушав доклады, заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1. – Предпосылки Учения о биосфере

	Период / дата	Идея о мироздании	Имя, с которым связана идея
1	Древний период		
2	Античный мир		
3	Средневековье		
4	XV – XVI вв.		
5	Век Просвещения		
6	XIX век		
7	XX век		

Задание 1.2.

Прокомментируйте высказывания:

1. «Всей человеческой жизнью управляют гармония и ритм» (Платон).
2. «Плотность популяции растительного животного регулируется снизу и сверху» (Ю. Одум).

ЗАНЯТИЕ 2.

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ

Цель занятия: проанализировать учение В.И. Вернадского о биосфере; оценить его значение для науки XX – XXI вв.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Владимир Иванович Вернадский (1863– 1945) – российский естествоиспытатель, мыслитель-энциклопедист, гуманист, специалист в области наук о Земле, основатель ряда новых наук и научных направлений, педагог, общественный и политический деятель, историк, публицист.

В.И.Вернадский родился в Петербурге 28 февраля (12 марта) 1863 г. в дворянской семье. Мать – Анна Петровна Константинович, отец – Иван Васильевич Вернадский, профессор политической экономии и статистики. В 1886 г. Вернадский женился на Наталии Егоровне Старицкой, с которой прожил более 56 лет в гармонии и согласии, по его словам – «душа в душу, мысль в мысль».

В 1873 – 1881 гг. В.И.Вернадский учился в классических гимназиях Харькова и Петербурга. В 1881 – 1885 гг. обучался на естественном отделении физико-математического факультета Петербургского университета. Его учителями были крупнейшие русские ученые Д.И. Менделеев, В.В. Докучаев, А.Н. Бекетов, И.М. Сеченов и др. В университете Вернадский начал работать в области естественных наук, проблем философии и научного мировоззрения. С 1885 по 1888 гг. Вернадский работал хранителем Минералогического кабинета столичного университета, с 1888 по 1890 гг. был в научной командировке в Италии, Германии и Франции для подготовки к профессорскому званию. С 1890 по 1911 гг. Вернадский в качестве приват-доцента, а затем профессора преподавал минералогию и кристаллографию в Московском университете, защитил в Петербургском университете магистерскую (1891) и докторскую (1897) диссертации. В 1906 г. был избран действительным членом-адыюнктом по минералогии Петербургской Академии наук и назначен заведующим минералогическим отделением Геологического музея академии. В конце XIX – начале XX вв. в Москве и Петербурге сложилась научная школа Вернадского в области геологии и минералогии. В 1911 г. он переехал в Петербург, работал в Академии наук и в 1912 г. был избран ординарным академиком по минералогии. С 1916 г. в научном творчестве Вернадского начался принципиально новый качественный этап, продолжавшийся до конца жизни, – он приступил к систематическому исследованию живой природы в атомном и планетарно-космическом аспектах, перейдя одновременно к естественноисторическому изучению человека и человечества, их настоящего и будущего. С конца 1917 г. Вернадский жил и работал на Украине и юге России, в 1921 г. возвратился в Петроград. С 1922 г. он продолжил свою научную и педагогическую деятельность

во Франции и Чехословакии, в 1926 г. вернулся в Ленинград. В 1935 г. переехал в Москву. С 1941 г. был в эвакуации в селе Боровом Казахской ССР, в Москву возвратился в 1943 г. В последние годы жизни Вернадский работал над итоговой книгой – «научным завещанием потомкам», «книгой жизни», как он ее называл, – «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», подбирал материал к книге воспоминаний «Пережитое и передуманное».

В.И.Вернадский скончался в Москве 6 января 1945 г., похоронен на Новодевичьем кладбище. В.И.Вернадского нередко и справедливо называют «Ломоносовым XX века».

Особое место в биографии Вернадского занимают 1916 – 1926 гг. В этот период завершается в общих чертах формирование учения о живом веществе, биогеохимии как новой научной дисциплины и учения о биосфере как целостной общепланетарной и геологической концепции. Этим разделам своих научных изысканий Вернадский посвящает большую серию работ под общим названием «Живое вещество в земной коре и его геохимическое значение» (около 1200 рукописных страниц), книгу «Биосфера», вышедшую в 1926 г., ряд статей и заметок, опубликованных в отечественной и зарубежной печати, а также разделы монографии «Геохимия», опубликованной в 1924 г. в Париже на французском языке, много десятков и сотен (завершенных и оставшихся неоконченными) заметок, набросков, писем, сохранившихся в рукописных вариантах.

В 1927 – 1944 гг. этот полноводный поток не только не иссякает, но, напротив, становится еще обширнее и мощнее, обогащаясь все новыми трудами, идеями, концепциями, проблемами. Многие из трудов Вернадского этого периода в области биокосмических проблем были опубликованы при его жизни, часть увидела свет уже после его кончины. В этот период научная школа Вернадского расширяется, в нее вливаются свежие молодые силы. Помимо геологов, минералогов, физиков, химиков, традиционно составлявших ее основной костяк, это были также биологи разного профиля – биофизики, биохимики и др., радиологи, кристаллографы, математики... Понимая, сколь важны разрабатываемые им и его учениками и коллегами проблемы, Вернадский стремится создать в пределах нашей страны мощный научно-исследовательский центр, который бы организовывал и координировал разработку разнообразных биокосмических проблем, вынашивает идею об основании Международного института живого вещества. Этим его стремлениям было суждено осуществиться лишь отчасти.

В конце 20-х гг. в системе Академии наук СССР была создана Биогеохимическая лаборатория, ранее существовавшая как Отдел живого вещества в составе академической Комиссии по изучению естественных производительных сил России, организатором и председателем которой был Вернадский; он же возглавлял Отдел живого вещества, затем Биогеохимическую лабораторию. Последняя в 1943 г. была переименована в Лабораторию геохимических проблем им. В.И.Вернадского АН СССР, на базе которой уже после кончины Вернадского был создан Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР (ныне – Российской Академии наук); биогеохимическая лаборатория функционирует в качестве структурного подразделения этого института.

Биокосмические воззрения Вернадского представляют собой сложную, внутренне расчлененную и дифференцированную, но вместе с тем целостную и стройную систему, являющуюся основанием, по сути, биокосмической картины мира, в ряде наиболее важных своих положений естественно выходящую на фундаментальные проблемы философии и научного мировоззрения. В настоящее время ощущается все большая потребность в коллективном (так как одному автору с этой задачей заведомо не справиться) монографическом исследовании этой темы, в создании как итога такого исследования своего рода «Энциклопедии биокосмоса Вернадского». К сожалению, к настоящему времени такая работа не проделана. В дальнейшем мы остановимся только на некоторых узловых моментах этой большой и сложной проблемы.

В системе биокосмических воззрений В.И. Вернадского ключевое положение занимает понятие живого вещества – совокупности всех растительных и животных организмов планеты. Благодаря введению этого понятия, был достигнут, по меньшей мере, двойной эффект. Во-первых, были оставлены в стороне, как не относящиеся к делу, различные псевдотеоретические и спекулятивные изыскания относительно «сущности» жизни как таковой.

Во-вторых, живые организмы стали признаваться компонентами земной коры, столь же естественными и «равноправными», как минералы и горные породы, но намного превосходящими последних по своей геологической активности, что особенно ярко проявляется в

деятельности человечества – составной части живого вещества планеты. В плане этой активности, отмечал Вернадский, сопоставимыми с живым веществом в прошлые геологические эпохи могут быть лишь радиоактивные минералы Земли.

Отсюда следовали (и в этом, пожалуй, заключалось главное своеобразие исходной позиции Вернадского) возможность и необходимость изучения живых организмов и их сообществ не только в традиционно биологическом плане, но также и как объекта геологии. Этот произведенный Вернадским в научном познании поворот «системы отсчета», необходимость которого была обоснована им с большой убедительностью и глубиной, оказал подлинно революционное воздействие не только на биологию и геологию, но и на весь комплекс наук о Земле.

Каковы же основные аспекты учения Вернадского о живом веществе? Прежде всего, он сосредоточивает внимание на составных элементах и структуре живого вещества. Это, во-первых, сами живые организмы; во-вторых, жизненная среда – та часть косной (абиотической) природы, жидкой, твердой и газообразной, которая, безусловно, необходима для поддержания жизнедеятельности организмов; в-третьих, все выделения живых организмов (газы, пот, экскременты и т.д.), находящиеся в земной коре; в-четвертых, отмершие и отмирающие части организмов, трупы и их остатки на земной поверхности. Таким образом, в понимании Вернадского, строение и состав живого вещества внутренне противоречивы, представляя собой единство противоположностей: живого и косного, биогенного и абиогенного, живого и мертвого.

Он писал: «Отмершие части живых организмов и трупы должны быть отнесены к живому веществу, так как они всегда – в среднем – насыщены

разнообразными организмами, до конца использующими для жизни находящиеся в них соединения. В среднем масса и энергия всех этих организмов, в конце концов, будут равны массе и энергии трупов и их отмерших частей. Лишь небольшая – может быть, посто-янная – часть их ими не используется». При фиксации элементов и структуры живого вещества, считал Вернадский, по возможности должен приниматься во внимание временной аспект: чем короче промежуток времени, в пределах которого такая фиксация происходит, тем точнее будет определено живое вещество. Обращаясь непосредственно к проблемам экологии живых организмов и их сообществ (биоэкологии), Вернадский рассматривает основные формы существования живого вещества.

Под ними, употребляя его собственную терминологию, он подразумевает:

1) пленки жизни, например, пленки планктонную и бентосную (или донную) в пределах океана;

2) сгущения – в атмосфере, в гидросфере, в пограничных областях гидросферы и литосферы (области приливов и отливов, прибрежные морские и океанические территории) и в литосфере (озера, пруды, реки, грунтовые воды, болота, торфяники, леса, степи, луга);

3) разрежения – в атмосфере (воздушное пространство в горах), в гидросфере (нижние слои некоторых морей, ледяные покровы) и в литосфере (пустыни различных типов, ледники, пески, скалистые обнажения). Разрежения разбросаны среди сгущений живой природы и взаимодействуют с ними. «Первичные сгущения не остаются неизменными. Всюду в природе между ними происходит борьба, идет переход одних сгущений в другие». Переходы эти двоякого рода: сгущения одного типа переходят в другие (лес/степь) или происходит видоизменение сгущений (хвойный лес/лиственный лес).

Говоря о динамике и статике живого вещества, Вернадский обращается к анализу таких проблем, как организм и среда, живое вещество и эволюция видов, размножение живых организмов, скорость заселения планеты, давление жизни, растекание живого вещества, пищевые цепи, живое вещество и второй закон начала термодинамики, поле существования жизни, границы живого, латентное, потенциальное и стационарное состояния живого вещества и др. Вернадский выделяет следующие основные свойства живого вещества: массу (вес), геохимическую энергию и химический состав, которые в совокупности определяют интенсивность таких важнейших его геологических функций, как газовая, концентрационная, окислительно-восстановительная, метаболическая. В исследовательской и историко-научной литературе учение В.И. Вернадского о живом веществе обычно не выделяется в самостоятельную отрасль научного знания и, как правило, упоминается в одном ряду с биогеохимией. Думается, это неправильно.

Конечно, учение о живом веществе и биогеохимия (о ней речь пойдет ниже) не имеют строго фиксированных, неподвижных границ

и тесно переплетены, но все же учение о живом веществе может быть достаточно четко определено. Это учение о живой природе как цело-стной и вместе с тем внутренне дифференцированной системе на макрокосмическом уровне ее бытия. Поэтому наряду с собственно биологическими существенное значение приобретают также механические, физические, химические и математико-статистические методы и проблемы. Сошлемся в этой связи на самого В.И. Вернадского. «Свойства живого вещества, – пишет он, – отнюдь не являются теми свойствами, которые мы изучаем при исследовании отдельного организма. В совокупности организмов – живом веществе – проявляются новые свойства, незаметные или несущественные, если мы станем изучать отдельный организм.

Переходя от организма вида к живому веществу вида, мы получаем не только новые данные количественного характера для понимания явлений жизни, но и новые данные качественного характера. В этом я вижу большое значение включения этих явлений в область изучения не только геологических, но и биологических наук. Здесь мы встречаемся с новым примером проявления природных процессов, охватываемых человеком статистическим путем, законами больших чисел.

В связи с этим открываются те стороны изучения природы, которые не обращали на себя внимания морфологов и физиологов; в живой материи открываются новые свойства жизни, но они проявляются не на отдельном организме, а среди их комплексов». Понятие живого вещества отнюдь не «отменяет» те подразделения классификации живой природы, которые достаточно давно установлены в биологии и стали для нее традиционными.

Это обстоятельство весьма существенно, так как свидетельствует о сохранении глубокой преемственности между биокосмосом В.И. Вернадского, с одной стороны, и классическими проблемами биологии – с другой. Живое вещество проявляет себя на всех уровнях организации, модифицируясь в каждом случае в зависимости от того, идет ли речь, допустим, о биоценозе, популяции и т.д., в пределах охватывая всю живую материю Земли, когда предметом исследования становится биосфера как целостная система.

Обратимся к следующей компоненте биокосмических воззрений В.И. Вернадского – биогеохимии. Предмет этой науки кратко можно было бы определить как исследование живого вещества в геохимическом плане. Поскольку же главная задача геохимии – изучение истории атомов земной материи, постольку биогеохимия, и в этом заключается ее отличие от учения о живом веществе, исследует живую природу на микрокосмическом уровне ее существования, движения, эволюции и взаимодействия с неживой материей. Вряд ли поэтому будет правильным рассматривать возникновение биогеохимии как результат только синтеза геохимии и биохимии (хотя такой синтез, конечно же, имел место). В реальном процессе становления биогеохимии дело обстояло значительно сложнее.

С одной стороны, биогеохимия создала себя, отпочковываясь от геохимии, – и здесь налицо процесс дифференциации, аналитического расчленения исходной материнской науки. Но с другой стороны, дочерняя наука одновременно с этим усваивала биологическую проблематику, смыкаясь не только с биологией в ее

классическом варианте, но также и с целой серией биологических наук, возникших в последние десятилетия – биофизикой, биохимией, радиобиологией и др., и в данном случае на передний план выступал уже процесс интеграции, синтеза. Возникновение биогеохимии носило, таким образом, довольно сложный аналитико-синтетический характер, что определялось, в конечном счете, спецификой исходного понятия живого вещества, в котором эти противоречия уже как бы были заложены. К сожалению, высказанные выше общие положения пока не могут быть изложены более конкретно и детально ввиду отсутствия специальных историко-научных исследований, посвященных этой проблеме.

При всей относительности различий между биогеохимией и учением о живом веществе все же может быть обнаружен такой класс вопросов, где эти различия обнаруживаются достаточно определенно.

К примеру, сошлемся на проблему «изотопы и живое вещество», в основе которой, лежало выдвинутое Вернадским в середине 20-х гг. и впоследствии блестяще подтвердившееся предположение о способности живых организмов избирать из окружающей среды определенные изотопы химических элементов – вывод, имевший большое общепрокладческое и медицинское значение. Сугубо микрокосмический и в этом смысле преимущественно биогеохимический характер данной проблемы очевиден.

Увенчивает монументальное здание биокосмического мировоззрения В.И. Вернадского его концепция биосферы. Идея биосферы в общем виде была высказана им еще в середине 80-х гг.

В докладе на заседании студенческого научно-литературного общества Петербургского университета Вернадский говорил: «Живая материя скопилась в виде тонкой пленки на поверхности земного сфероида: вверх, в атмосферу, она едва достигает верст 8 – 10; вниз, в глубь земного шара, – еще меньше. Везде, всюду царит мертвая материя – материя, в которой не происходит никакой жизни. Но что такое жизнь? И мертва ли та материя, которая находится в вечном непрерывном законном движении, где происходит бесконечное разрушение

и созидание, где нет покоя? Неужели только едва заметная пленка на бесконечно малой точке в мироздании – Земле – обладает коренными, особенными свойствами, а всюду и везде царит смерть?

Разве жизнь не подчинена таким же строгим законам, как и движение планет, разве есть что-нибудь в организмах сверхъестественное, что бы отделяло их резко от остальной природы? Пока можно только предлагать эти вопросы. Их решение дастся рано или поздно наукой». Несомненно генетическая связь сформулированной здесь Вернадским идеи биосферы, прежде всего, с трудами его университетского учителя В.В. Докучаева. Точно так же, как для созданного Докучаевым почвоведения базисным объектом послужил русский чернозем, так и для биокосмоса Вернадского, учения о живом веществе и биосфере, прежде всего, таким исходным объектом стала почва – предмет исследования докучаевского почвоведения.

Чернозем + почва + живое вещество + биосфера – это те естественные тела, которые стали объектами изучения специальных наук со все расширяющимся спектром по мере перехода от одного звена к другому.

Над биокосмическими проблемами Вернадский много размышляет на рубеже XIX – XX вв. Эти раздумья отразились в дневниковых записях, письмах, заметках этого времени. Постепенно, шаг за шагом ученый продвигался вперед в направлении детализации вопросов, от-носящихся к учению о живом веществе и биосфере. Вот, к примеру, отрывок одной из таких записей 1906 г.: «Удивительное изменение организмов, которое наблюдается в течение геологических эпох, заставляет искать известного объяснения

Какое значение имеет весь организованный мир, взятый в целом,

в общей схеме химических реакций Земли? Изменялся ли характер его влияния в течение всей геологической истории, и в какую сторону? Не обусловлено ли все развитие не чем иным, как определенной формой диссипации энергии? Без организмов не было бы химических процессов на Земле? Во все циклы входят неизбежно организмы?» В 1916 г. Вернадский приступает к созданию своей концепции биосферы. В 1926 г. работа в основном завершена.

Своеобразие данной концепции состоит в том, что она рассматривает живую природу Земли на мегакосмическом уровне ее бытия как целостную систему, взаимодействующую с вещественно-энергетическими процессами, протекающими в земных, околоземных и отдаленных пространствах космоса. Концепция биосферы представляет собой обобщение столь высокого порядка, что она уже не может рассматриваться просто, как одно из частных направлений развития естественных наук, но с полным основанием может считаться одним из крупнейших философских обобщений XX столетия.

Все биокосмические компоненты научного мировоззрения В.И.Вернадского покоятся на следующей фундаментальной идее. Живое вещество, выступая в роли геологически самого мощного химического агента, не только и не столько приспособляется к внешней среде, но и само создает и формирует эту среду, действительно ее преобразует, адаптируя ее к себе, создавая благоприятные условия для максимального проявления своих геохимических возможностей. Для достижения этого эффекта необходимо, чтобы отношения между организмами и их сообществами характеризовались не только взаимной конкуренцией и борьбой, но также и сотрудничеством и взаимопомощью.

Так и происходит на деле, отмечал Вернадский. Наиболее яркий тому пример – атмосфера. Эта органичная составная (наряду с литосферой и гидросферой) часть биосферы является всецело следствием геохимической деятельности растительного мира, играющего также роль связующего звена живого вещества Земли с космосом. В целом же биосфера как эволюционирующая и себя поддерживающая система характеризуется сложнейшим переплетением, взаимодействием, переходами миллиардов и миллиардов (по сути, потенциально бесконечных) динамических равновесий разного уровня, качества, состава

и т.д. Распутать этот клубок никому не дано, однако познать хотя бы некоторые, наиболее существенные закономерности и свойства функционирования и

эволюции биосферы в ее взаимодействии с человеком возможно и необходимо для сохранения здоровья, как биосферы, так и человека, необходимо, в конечном счете, для самого их существования.

А это – самые кардинальные вопросы нашего настоящего, более того, нашего сегодняшнего, повседневного бытия, вопросы жизни или смерти живой природы и нас самих. И в поисках путей решения этих вопросов биокосмос В.И. Вернадского – наш верный помощник и проводник. Учение о живом веществе и биосфере, биогеохимия в настоящее время служат фундаментальными теоретическими и философскими основаниями тех уже существующих и вновь возникающих наук о Земле, которые иногда принято называть науками биосферного цикла. Это биоэкология, биогеоценология, экологическая биогеография, биогеология, геогигиена, медицинская экология, геохимическая экология, морская биология и др.

Для всего биокосмического мировоззрения В.И. Вернадского, всех его компонентов, по существу, общей является проблема жизни во Вселенной, которая рассматривалась им в нескольких планах.

Жизнь в условиях земного космоса. В биокосмическом мировоззрении Вернадского этот аспект проблемы основной и, естественно, наиболее полно разработанный, поскольку связан он с земными условиями существования живых организмов и человека.

Однако дело этим не ограничивается: острове обрастает различного рода идеями, догадками, предположениями, совокупность которых также составляет весьма важную часть биокосмического мировоззрения В.И.Вернадского. Это уже часть не столько достоверная, сколько вероятностная, скорее область постановки проблем, нежели устоявшихся решений, но проблем захватывающе интересных, ибо ставились они перед наукой и научным сообществом умом поистине гениальным.

Субмикрокосмос и жизнь. Оказывает ли какое-либо влияние на свойства и проявления жизни лежащий за атомами уровень материи – электроны, другие «элементарные» частицы, иные «субмикробиообъекты», их свойства, структуры, присущие им типы симметрии и т.п.? Такой вопрос определенно ставится В.И.Вернадским в 1920-е гг., и столь же явственно он склоняется к положительному ответу на него. Сейчас хорошо известно, что развитие биологии, как это и предвидел В.И.Вернадский, пошло в направлении позитивного разрешения занимавших его в первые десятилетия XX в. вопросов, о чем убедительно свидетельствуют возникновение субмолекулярной биологии, достижения современной генетики, в том числе радиационной генетики, и т.д.

Жизнь в астрономической Вселенной. В этой плоскости В.И.Вернадским ставятся такие вопросы: представляет ли собою жизнь столь же неотъемлемо присущую космосу форму бытия, его атрибут, т.е. вечное и неуничтожимое свойство, каковыми являются вещество (материя) и энергия (движение)? Существовал ли когда-либо космос, полностью лишенный жизни? Если космос

немыслим без материи и энергии, то мыслим ли он вне всяких проявлений живого? Не является ли жизнь во Вселенной столь же вечной, как вечен и сам космос? Не представляет ли в таком случае жизнь самостоятельную космическую силу, которую мы должны принимать во внимание при построении научной картины мира и в наших возможных в будущем практических расчетах? Уже сама постановка этих вопросов явственно говорит о том, в каком именно направлении В.И.Вернадский склонен был искать ответы на них: и здесь прозорливая мысль ученого далеко опережала свое время, о чем убедительно свидетельствуют, в частности, успехи, достигнутые в последние годы в направлении поисков следов внеземной жизни. В связи со сказан-

ным выше естественно возникал также и вопрос иного рода: каковы возможные формы существования живого вещества в Космосе? Логично предположить, отмечал В.И. Вернадский, что во Вселенной живое вещество может быть представлено не одними лишь планетарными сгущениями, подобными земной биосфере. Простейшие организмы, чрезвычайно устойчивые к губительным для высокоорганизованных форм воздействиям внешней среды (низкие температуры, высокий уровень радиации и т.п.), могут существовать также в межпланетных пространствах, переносясь вместе с метеоритами и космической пылью.

Абиогенез и геологическая вечность жизни. В 1920-е гг. В.И.Вернадский в принципе еще не отрицал возможности абиогенеза, т.е. возникновения живого из неживого, на нашей планете в отдаленные геологические эпохи ее существования. Более того, он одним из первых обратил внимание на некоторые важнейшие условия его осуществимости (возникновение молекулярной дисимметрии исходных химических веществ, изменение их изотопного состава и др.).

Однако строго доказанным научным фактом абиогенез В.И. Вернадский никогда не считал (что соответствует положению вещей и на сегодняшний день). Накапливавшиеся новые геологические данные относительно отдаленных периодов истории Земли не позволяли допустить существование в прошлом таких эпох, когда жизни на нашей планете не было, напротив, следы жизнедеятельности простейших организмов, к удивлению, обнаруживались в самых что ни на есть древнейших геологических отложениях. Тем самым проблема абиогенеза, отмечал Вернадский, стала все более походить на задачу о квадратуре круга или вечного двигателя, т.е. трансформировалась, говоря его же словами, в неправильно поставленную задачу, не имеющую решения.

Это явилось следствием того, подчеркивал В.И. Вернадский, что естествоиспытатели, по установившейся давней традиции, и качественно, и количественно резко отделяли биологическое время от геологического деления, что полностью противоречит природе вещей. Если ограничиться только количественной стороной, то обнаруживается, что, согласно фактическим данным, первое совпадает со вторым, т.е. жизнь геологически вечна. В.И. Вернадский полагал, что проблема возникновения жизни на Земле теснейшим и неразрывным образом связана с проблемой образования на нашей планете биосферы, вне и помимо которой жизнь на Земле не существует и, видимо, не существовала и в прошлом. Это придает проблеме возникновения жизни на Земле сложный и

многоплановый характер. В такой постановке она выходит за рамки одной только биологии и смежных с ней наук и смыкается с рядом проблем астрофизики и космохимии, космологии и астрономии и др. Впоследствии, в 1930–40-е гг., проблемы абиогенеза В.И. Вернадский специально уже не касался, рассматривая ее как сугубо спекулятивную гипотезу и окончательно утвердившись в убеждении атрибутивности жизни, ее геологической и космической вечности.

Возникновение разума, сознания В.И. Вернадский связывал с направленной эволюцией живой природы в сторону все большего усложнения и развития центральной нервной системы у отдельных наиболее высокоорганизованных ее представителей, развитием психики, обнаружением и развертыванием заложенных в живой природе духовных потенций. Неразрывно связывая сознание с живой материей, В.И. Вернадский закономерно приходит к выводу о том, что разум – это не только земное, но и космическое явление. Можно предположить «существование в Космосе человеческого разума и сознания».

Значит, известная нам в земных условиях форма разума есть лишь одна из возможных бесчисленных его проявлений в космосе? «Надо думать, что здесь, на Земле, в данное геологическое время перед нами развернулось только промежуточное выявление духовных возможностей жизни и что в Космосе где-нибудь существуют ее более высокие в этой области проявления». История человеческого общества, подчеркивал Вернадский, – это не только и даже не столько история войн, смен династий, дворцовых переворотов и т.п.; это, прежде всего, история освоения человеком планеты. Стремление овладеть окружающей природой пронизывает всю историю человечества, отмечал неоднократно В.И. Вернадский. В конечном итоге он приходит к выводу, что в настоящее время на нашей планете протекает процесс перехода верхней, занятой живым веществом оболочки планеты – биосферы – в новое геологическое состояние – ноосферу, т.е. область, преобразованную разумом и трудом человека согласно своим целям и потребностям, возвышающим его как активно действующую, творческую личность.

Главные движущие силы этого перехода – широкие народные массы, в своих действиях опирающиеся на достижения научного знания и всей общечеловеческой культуры. У В.И. Вернадского встречается различное толкование времени возникновения ноосферы. Это свидетельствует о том, что к выработке своей точки зрения на этот вопрос он шел постепенно, преодолевая определенные трудности и сомнения. В окончательном виде позиция В.И. Вернадского складывается в 1941–1944 гг.: многочисленные дневниковые записи и письма этого периода, как и статья «Несколько слов о ноосфере» (1943), убедительно свидетельствуют о том, что создание ноосферы он относил к будущему. Это было верно во времена В.И. Вернадского, это справедливо и сегодня. Он полагал, что с появлением на Земле чело-века разумного начался период идущего все ускоряющимися темпами становления ноосферы, но подлинная история ноосферы начинается с XX столетия – эпохи слившихся в единый поток величайших научных, технических, социальных преобразований, выдающихся культурных достижений. На первых порах локально, стихийно, а в дальнейшем в глобальных масштабах, сознательно и целенаправленно биосфера будет преобразовываться в ноосферу трудом и

разумом человека. Остается надеяться, что XXI в. представит весомые доказательства справедливости этого прогноза.

Признание того, отмечал В.И. Вернадский, что жизнь и разум суть общие проявления космоса, коренным образом меняет положение биологических и гуманитарных дисциплин в системе научного знания. Их роль в построении научной картины мира резко возрастает. Явления жизни все глубже охватываются науками, связанными с исследованием атомного и субатомного уровней материи. А это, в свою очередь, означает, что жизнь входит в качестве составной части в общую картину мира на ее наиболее фундаментальных уровнях. Будущее, говорил В.И. Вернадский, может быть чревато большими не-ожиданностями. Его биокосмические идеи и концепции по степени своей синтетичности, глубине и оригинальности настолько выходили за пределы ставших традиционными канонов биологического мышления, что далеко не сразу были восприняты многими учеными. К настоящему времени положение начинает меняться, и сейчас трудно указать представляющие сколько-нибудь существенную общепризнанную значимость теории и направления, развиваемые как отечественными, так и зарубежными биологами и экологами, которые прямо либо опосредованно не были бы связаны с учением В.И. Вернадского о живом веществе, биогеохимией и концепцией биосферы.

До сих пор часть ученых (преимущественно географы) продолжает толковать биосферу по-своему, понимая это научное понятие своеобразно: скажем, как совокупность всех организмов. Ясно, что подобные «двойные» и «тройные» толкования одного и того же термина создают излишнюю неразбериху. Терминологические споры, столь привычные и приятные для схоластиков, уводят ученых от существа проблем. А ведь в учении о биосфере речь идет о той части нашей планеты, которая пронизана солнечными лучами и жизнью. Биосфера определяет изменчивый и прекрасный облик Земли, соединяет в своем лоне все живое и освещается изнутри светом человеческого разума. Мы всецело принадлежим биосфере – телом, и духовной жизнью, прошлым и будущим, став органом ее самопознания и преобразования. В.И. Вернадский первым из ученых понял это. Правда, сам он никогда не утверждал свое первенство. Напротив, постоянно упоминал о своих предшественниках.

Учению В.И. Вернадского о биосфере суждено было стать ключевой, центральной концепцией современного естествознания. За последние десятилетия биосферу изучают в разных аспектах представители многочисленных биологических, географических, геологических наук, а также кибернетики, физики, химики, социологи, философы. И хотя при этом исследователи постоянно ссылаются на идеи В.И. Вернадского, это вовсе не мешает порой не только искажать его учение, но и неявно его отвергать, подменяя иными концепциями, собственными гипотезами или теориями. Например, сейчас учение о биосфере особенно популярно среди экологов и географов. И тут очень часто гипертрофируются именно эти – экологический и географический – аспекты. Подчас даже считается, что наиболее полная, всесторонняя концепция биосферы разработана представителями этих наук. При этом иногда забывается, что биосфера охватывает иные, более значительные масштабы пространства (вся поверхность планеты, а не ее отдельные детали) и времени (вся геологическая

история Земли). Тем более это важно помнить, анализируя геологическую деятельность человечества, преобразующего биосферу. Об этой деятельности сейчас тоже пишется немало и тоже преимущественно с экологических или географических позиций. А ведь человечество совершает, кроме всего прочего, великую геологическую работу, перерабатывая гигантские массы вещества земной коры.

В.И. Вернадский связал учение о биосфере не только с геологической деятельностью человека, но и вообще с многообразными проявлениями бытия личности и жизни человеческого общества: «В сущности, человек, являясь частью биосферы, только по сравнению с наблюдаемыми на ней явлениями может судить о мироздании. Он висит в тонкой пленке биосферы и лишь мыслью проникает вверх и вниз». Все мы, люди – неразрывная часть живого вещества, приобщенная к его бессмертию, необходимая часть планеты и космоса, продолжатели деятельности жизни, дети Солнца.

Важнейшими выводами о биосфере являются *эмпирические обобщения* В.И. Вернадского: принцип целостности; принцип гармонии биосферы и ее организованности; закон биогенной миграции атомов; космическая роль биосферы в трансформации энергии; «давление жизни»; растекание жизни; поле устойчивости жизни; «всюдность» жизни в биосфере; закон бережливости в использовании живым веществом простых химических тел; постоянство количества живого вещества в биосфере; понятие устойчивого равновесия в биосфере; идея автотрофности человека. Биосфера в основных своих чертах имела сходный химический состав с самых древних геологических периодов. Жизнь оставалась в течение геологического времени постоянной, менялась только ее форма. Само живое вещество не является случайным созданием. Понятие устойчивого равновесия является исключительно важным. В биосфере динамическое равновесие неустойчивое. Другими словами, биосфера не только «работает и изнашивается, но и развивается в процессе работы, самосовершенствуется, все более полно, активно и в большем масштабе накапливает, трансформирует энергию, усложняет свою организацию, обогащается информацией».

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Студенты представляют свои доклады на темы:

1. Русский космизм
2. Учение о биосфере – научный фундамент современной экологии.
3. Роль В.И. Вернадского в формировании современного научного представления о биосфере

Регламент: доклад - до 5 минут; прения – до 3 минут.

Задание 2.1.

Изучив теоретический материал и прослушав доклады, письменно дайте полную характеристику эмпирическим обобщениям В.И. Вернадского о биосфере.

Задание 2.2.

Прокомментируйте высказывание. «Ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все организмы неразрывно и непрерывно связаны – прежде всего, питанием и дыханием –

с окружающей их материально-энергетической средой. Вне нее в природных условиях они существовать не могут» (В.И. Вернадский).

ЗАНЯТИЕ 3.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ БИОСФЕРЫ

Цель занятия: проанализировать законы живой природы, действующие в биосфере; определить их значимость в природе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В период развития экологии, когда она была большей частью наблюдательной наукой, был выведен ряд эмпирических законов и правил, представленных ниже.

Закон необратимости эволюционных процессов, сформулиро-

ванный в 1893 году бельгийским палеонтологом Луи Долло, позднее получивший его имя, гласит: эволюционные процессы необратимы. Организм не может вернуться хотя бы частично к предшествующему состоянию. Согласно гипотезе ученого, однажды утраченный в процессе эволюционного развития орган или признак не восстановится в процессе последующего филогенетического развития. Тем не менее, впоследствии у закона Долло обнаружились исключения: так в 2003 году Майкл Уайтин показал, что некоторые насекомые, принадлежащие к отряду палочников, в процессе эволюции потерявшие крылья, позднее вновь их приобрели.

Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора, или Закон минимума Либиха – один из фундаментальных законов в экологии, гласящий, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения. Поэтому во время прогнозирования экологических условий или выполнения экс-пертиз очень важно определить слабое звено в жизни организмов. Именно от этого, минимально (или максимально) представленного в данный конкретный момент экологического фактора зависит выживание организма. В другие отрезки времени ограничивающим могут быть другие факторы. В течение жизни особи видов встречаются с самыми разными ограничениями своей жизнедеятельности. Так, фактором, ограничивающим распространение оленей, является глубина снежного покрова; бабочки озимой совки (вредителя овощных и зерновых культур) – зимняя температура и т.д. Этот закон учитывается в практике сельского хозяйства. Немецкий химик Юстус фон Либих (1803 – 1873) установил, что продуктивность культурных растений, в первую очередь, зависит от того питательного вещества (минерального элемента), который представлен в почве наиболее слабо. Например, если фосфора в почве лишь 20 % от необходимой нормы, а каль-

ция – 50 % от нормы, то ограничивающим фактором будет недостаток фосфора; необходимо в первую очередь внести в почву именно фосфорсодержащие удобрения. По имени ученого названо образное представление этого закона – так называемая «бочка Либиха». Суть модели состоит в том, что вода при наполнении бочки начинает переливаться через наименьшую доску в бочке и длина остальных досок уже не имеет значения.

Закон толерантности Шелфорда – закон, согласно которому существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Закон толерантности расширяет закон минимума Либиха. Формулировка: «Лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору». Любой фактор, находящийся в избытке или недостатке, ограничивает рост и развитие организмов и популяций. Закон предложил В. Шелфорд в 1913 году.

Принцип ЛеШателье – Брауна (1884г.): если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация, внешнее электромагнитное поле), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия. Ан-ри ЛеШателье (Франция) сформулировал этот термодинамический принцип подвижного равновесия, позже обобщенный Карлом Брауном. Принцип применим к равновесию любой природы: механическому, тепловому, химическому, электрическому (эффект Ленца, явление Пельтье).

Принцип необратимости эволюции сформулировал Дарвин: «Вид, раз исчезнувший, никогда не может появиться вновь, если бы даже снова повторились совершенно тождественные условия жизни». По другим сведениям закон

необратимости эволюции был сформулирован бельгийским палеонтологом Долло (1893).

В ходе развития науки было установлено, что экосистемы не разбросаны в беспорядке, а наоборот, сгруппированы в достаточно регулярных зонах как по горизонтали (по широте), так и по вертикале (по высоте). Это подтверждается **периодическим законом географической зональности А.А. Григорьева – М.И. Будыко**: со сменой физи-

ко-географических поясов Земли аналогичные ландшафтные зоны и их некоторые общие свойства периодически повторяются. Иными словами, в разных географических поясах, обладающих различными тепловыми ресурсами, но в близких по увлажнению условиях формируются типы ландшафтов аналогичные соответствующим географическим зонам.

Правило Уоллеса (1859): по мере продвижения с севера на юг наблюдается увеличение видового разнообразия сообщества организмов.

Важное следствие иерархической организации состоит в том, что по мере объединения компонентов, или подмножеств, в более крупные функциональные единицы, у этих новых единиц возникают новые свойства, отсутствующие на предыдущем уровне. Такие качественно новые, **эмерджентные**, свойства экологического уровня или экологической единицы нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов, составляющих этот уровень или единицу. Рассматриваемый принцип можно выразить иным способом, исходя из понятия о несводимых свойствах, суть которого заключается в том, что свойства целого невозможно свести к сумме свойств его частей. Хотя данные, полученные при изучении какого-либо уровня, помогают при изучении следующего, с их помощью никогда нельзя полностью объяснить явления, происходящие на этом следующем уровне; он должен быть изучен непосредственно. Пример: водород и кислород, соединяясь в определенном соотношении, образуя воду, жидкость, совершенно непохожую по своим свойствам на исходные газы. Определенные водоросли и кишечнополостные животные, эволюционируя совместно, образуют систему кораллового рифа, возникает эффективный механизм круговорота элементов питания, позволяющий такой комбинации системы поддерживать высокую продуктивность в водах с очень низким содержанием этих элементов. Следовательно, фантастическая продуктивность и разнообразие коралловых рифов – эмерджентные свойства, характерные только для уровня рифового сообщества.

Закон ускорения темпов эволюции – в течение геологического времени происходит ускорение биологической эволюции. Наблюдается закономерное сокращение протяженности геологических эр (так, палеозойская эра длилась 340 млн. лет, мезозойская эра – 170 млн. лет, кайнозойская эра – 60 млн. лет), что отражает ускорение темпов эволюции. Между началом и концом каждой эры наступали кардинальные изменения в составе флоры и фауны.

Биогенетический закон: каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенез) повторяет в известной степени формы, пройденные его предками или его видом (филогенез). Биогенетический закон Геккеля-Мюллера

(также известен под названиями «закон Геккеля», «закон Мюллера-Геккеля», «закон Дарвина-Мюллера-Геккеля», «основной биогенетический закон»). Сыграл важную роль в истории развития науки, однако в настоящее время в своем исходном виде не признается современной биологической наукой. По современной трактовке биогенетического закона, предложенной русским биологом А.Н. Северцовым в начале 20 века, в онтогенезе происходит повторение признаков не взрослых особей предков, а их зародышей.

Закон биогенной миграции атомов (или закон 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). С помощью этого закона можно сознательно и активно предотвращать развитие таких отрицательных явлений, руководить биогеохимическими процессами, используя «мягкие» экологические методы.

Закон внутреннего динамического равновесия. Н. Ф. Реймерс описал этот закон; устанавливающий, что энергия, вещество, информация и динамическое качество отдельных природных систем, включая экосистемы и биосферу в целом и их иерархии, взаимосвязаны и любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально структурные количественные и качественные перемены всех других показателей, сохраняя общую сумму качеств систем. Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных естественных систем и их иерархии очень тесно связанные между собою, так что любое изменение одного из показателей неминуемое приводит к функционально-структурным изменениям других, но при этом сохраняются общие качества системы – энергетические, информационные и динамические. Следствия действия этого закона обнаруживаются в том, что после любых изменений элементов естественной среды (вещественного состава, энергии, информации, скорости естественных процессов и т.п.) обязательно развиваются цепные реакции, которые стараются нейтрализовать эти изменения. Следует отметить, что незначительное изменение одного показателя может послужить причиной сильных отклонений во всей экосистеме. Изменения в больших экосистемах могут иметь необратимый характер, а любые локальные преобразования природы вызовут в биосфере планеты (то есть в глобальном масштабе) и в ее наибольших подразделениях реакции ответа, которые определяют относительную неизменность эколого-экономического потенциала. Искусственное возрастание эколого-экономического потенциала ограничено термодинамической стойкостью естественных систем.

Закон внутреннего динамического равновесия – один из главнейших в природопользовании. Он помогает понять, что в случае не-значительных вмешательств в естественную среду ее экосистемы способны саморегулироваться и восстанавливаться, но если эти вмешательства превышают определенные границы (которые человеку следует хорошо знать) и уже не могут «угаснуть» в цепи иерархии экосистем (охватывают целые речные системы, ландшафты), они приводят к значительным нарушениям энерго- и биобаланса на значительных территориях и во всей биосфере.

Закон константности (сформулированный В.И. Вернадским): количество живого вещества биосферы (за определенное геологическое время) есть величина постоянная. Этот закон тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия. По закону константности любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемое приводит к такой же по объему изменению вещества в другом регионе, только с обратным знаком. Следствием этого закона есть правило обязательного заполнения экологических ниш.

Закон максимизации энергии (сформулированный Г. и Ю. Одумами и дополненный М. Рэймерсом): в конкуренции с другими системами сохраняется та из них, которая наибольшее оказывает содействие поступлению энергии и информации и использует максимальное их количество наиболее эффективно. Для этого такая система, большей частью, образует накопители (хранилища) высококачественной энергии, часть которой тратит на обеспечение поступления новой энергии, обеспечивает нормальный кругооборот веществ и создает механизмы регулирования, поддержки, стойкости системы, ее

способности приспосабливаться к изменениям, налаживает обмен с другими системами. Максимизация – это повышение шансов на выживание.

Закон максимума биогенной энергии (закон В.И. Вернадского – Э.С. Бауэра): Любая биологическая и «бионесовершенная» система с биотой, которая находится в состоянии «стойкого неравновесия» (динамично подвижного равновесия с окружающей средой), увеличивает, развиваясь, свое влияние на среду. В процессе эволюции видов, утверждает Вернадский, выживают те, которые увеличивают биогенную геохимическую энергию. По мнению Бауэра, живые системы никогда не находятся в состоянии равновесия и выполняют за счет своей свободной энергии полезную работу против равновесия, которого требуют законы физики и химии за счет существующих внешних условий. Вместе с другими фундаментальными положениями закон максимума биогенной энергии служит основой разработки стратегии природопользования.

Принцип минимального размера популяций: закономерно существующее в природе явление, характеризуемое как своеобразный естественный принцип, означающий, что каждому виду животных свойствен специфический для него минимальный размер популяции, нарушение которого ставит под угрозу существование популяции, а иногда и вида в целом.

В 1942 г. Р. Линдеман впервые сформулировал *закон пирамиды энергий*, который нередко называют «законом 10 %». Согласно этому закону с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10 % энергии. Последующим гетеротрофам передается только 10 – 20 % исходной энергии. Используя закон пирамиды энергий, нетрудно подсчитать, что количество энергии, доходящее до третичных плотоядных (V трофический уровень), составляет около 0,0001 энергии, поглощенной продуцентами. Отсюда следует, что передача энергии с одного уровня на другой происходит с очень малым КПД. Это объясняет ограниченное количество звеньев в пищевой цепи независимо от того или иного биоценоза.

Экологическая ниша – место, занимаемое видом в биоценозе, включающее комплекс его биоценологических связей и требований к факторам среды. Термин введен в 1914 году Дж. Гриннеллом и в 1927 году Чарльзом Элтоном. По каждому фактору у вида есть диапазон, в котором он может существовать (экологическая валентность). Если провести проекции от крайних точек диапазонов каждой оси факторов, мы получим n-мерную фигуру, где n – количество значимых для

вида экологических факторов. Суть *принципа конкурентного исключения*, также известного как принцип Гаузе, состоит в том, что каждый вид имеет свою собственную экологическую нишу. Никакие два разных вида не могут занять одну и ту же экологическую нишу. Сформулированный таким образом принцип Гаузе подвергался критике. Например, одним из известных противоречий этому принципу является «планктонный парадокс». Все виды живых организмов, относящихся к планктону, живут на очень ограниченном пространстве и потребляют ресурсы одного рода (главным образом солнечную энергию и морские минеральные соединения). Современный подход к проблеме разделения экологической ниши несколькими видами указывает, что в некоторых случаях два вида могут разделять одну экологическую нишу, а в некоторых такое совмещение приводит один из видов к вымиранию. Вообще, если речь идет о конкуренции за определенный ресурс, становление биоценозов связано с расхождением экологических ниш и уменьшением уровня межвидовой конкуренции. При таком варианте правило конкурентного исключения подразумевает пространственное (иногда функциональное) разобщение видов в биоценозе. Абсолютное вытеснение, при подробном изучении экосистем, зафиксировать почти невозможно.

В течение истории Земли необратимость биологической эволюции определила необратимость динамики веществ в биосфере, выявляемых по характеру древних осадков.

Барри Коммонер (1974) выдвинул ряд положений, которые сегодня называют законами экологии:

1) «Все связано со всем»: отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в экосфере. Он предостерегает человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям.

2) «Все должно куда-то деваться»: вытекает из фундаментального закона сохранения материи. Он позволяет по-новому рассматривать проблему отходов материального производства. Огромные количества веществ извлечены из Земли, преобразованы в новые соединения и рассеяны в окружающей среде без учета того факта, что «все куда-то девается». И как результат – большие количества веществ зачастую накапливаются там, где по природе их не должно быть

3) «Природа знает лучше»: исходит из того, что «структура организмов нынешних живых существ или организмов современной природной экосистемы – наилучшие в том смысле, что они были тщательно отобраны из неудачных вариантов и что любой новый вариант, скорее всего, будет хуже существующего ныне». Этот закон Барри призывает к тщательному изучению естественных био- и экосистем, сознательному отношению к преобразующей деятельности. Без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее «улучшения».

4) «Ничто не дается даром»: объединяет предшествующие три закона, потому что биосфера как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которой ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать; он может быть только отсрочен.

В законах Барри Коммонера обращается внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе: любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Пока мы не имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы, подобно человеку, не знакомому

с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Иллюстрацией здесь может служить то, что один лишь математический расчет параметров биосферы требует безмерно большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 3.1.

Дайте характеристику экологическим законам биосферы. Проиллюстрируйте их. Заполните таблицу 3.1.

Таблица 3.1. – Основные законы живой природы

№	Закон	Автор, дата	Формулировка	Смысл закона	Иллюстрация (пример)

ЗАНЯТИЕ 4.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Цель занятия: изучить закономерности распределения живого вещества в Мировом океане

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Мировой океан имеет огромную поверхность (361 млн. км²) и обладает значительным объемом воды (1370 млн. км³), в его водах растворено 48×10^{15} т солей. 74,5% площади дна океана лежит на глубинах от 3000 до 6000 м (средняя глубина – 3795 м). Среда океана характеризуется специфическими свойствами, весьма благоприятными для развития жизни. В нем в разной пропорции растворены все химические элементы таблицы Менделеева, служащие для построения тела морских животных и растений. В океане вода находится в постоянном движении, при этом особую роль играют морские течения. Помимо горизонтальной циркуляции происходит и вертикальная – подъем вод к поверхности в одних районах и опускание поверхностных вод на глубину – в других. Эти движения связывают воды Мирового океана воедино, что и определяет единство природной среды гидросферы. Жизненная среда океана непрерывна и в нем отсутствуют границы, препятствующие расселению живых организмов. Именно своеобразие физико-химических особенностей океана и создает благоприятные условия для образования и развития разнообразных форм организмов. В море отмечается значительно большее разнообразие жизненных форм растений и животных, чем на суше.

В настоящее время в океане насчитывается более 160000 видов животных и около 10000 растений. Среди животных около 16000 видов рыб, 80000 видов моллюсков, более 20000 видов ракообразных, около 15000 простейших (в основном радиолярии и фораминиферы), около 9000 кишечнополостных и др. Из позвоночных животных, кроме рыб, в океане обитают черепахи, змеи, а также млекопитающие (китообразные, ластоногие) – более 100 видов. Среди растений в океане преобладают водоросли: зеленые (более 5000 видов), диатомовые (около 5000 видов), красные (2500 видов), бурые и сине-зеленые (около 2000 видов). С

океаном также связана жизнь около 240 видов водоплавающих птиц: пингвины, альбатросы, чайки и др.

Несмотря на такое разнообразие жизни в океане, его органический мир в водной толще (по горизонтали и вертикали) распределяется неравномерно. Это связано с абиотическими факторами водной среды: световым режимом, температурой, соленостью, плотностью и др. Так, в воде интенсивность света быстро убывает с глубиной, в среднем на глубине 10 метров для фотосинтеза доступно лишь 10% световой энергии, поступающей на поверхность моря, а на глубине 100 м – только 1%. Температура влияет на величину первичной продукции, повышение или понижение ее относительно оптимума приводит к уменьшению интенсивности процесса фотосинтеза. Самой отличительной характеристикой океана является гидростатическое давление (на каждые 10 м глубины – давление возрастает на 1 атм.). Почти на 80% площади океана давление свыше 300 атм., а на максимальных глубинах оно достигает почти 1100 атм. На распределение живых организмов в водной толще влияет также наличие биогенных элементов – азота, кремния, магния, фосфора, калия, кальция, которые особенно необходимы в значительных количествах для планктонных водорослей. Вышеперечисленных абиотических факторов водная толща океана подразделяется на несколько экологических зон, различающихся по условиям существования живых организмов. Так, в зависимости от освещенности в океане выделяют верхнюю освещенную (эуфотическую) зону – до 200 м, и нижнюю, лишенную света (афотическую) – глубже 200 м и до максимальных глубин (Марианская впадина – 11022 м).

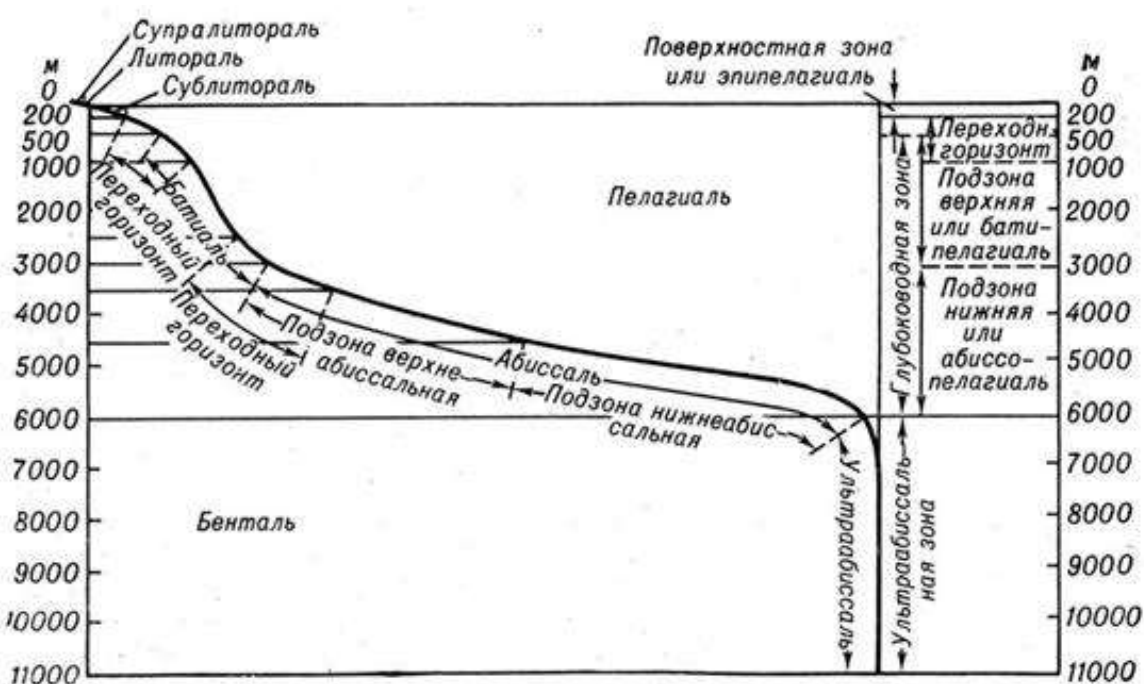


Рисунок 4.1. – Схема вертикальной зональности океана, принятая в Институте океанологии Академии наук

На рисунке 4.1 показаны основные экологические зоны Мирового океана, с которыми связана вертикальная зональность распределения гидробионтов. В океане, прежде всего, выделяют две зоны: толщу воды – **пелагиаль** и дно – **бенталь**. В зависимости от глубины бенталь делится на: литоральную (до 200 м), батидальную (до 2500 м), абиссальную (до 6000 м) и ультраабиссальную (глубже 6000 м) зоны. Пелагиаль также подразделяется на вертикальные зоны, соответствующие по глубине зонам бентали: эпипелагиаль, бати-пелагиаль и абиссопелагиаль. Прибрежная (литоральная) зона в свою очередь делится на: супралитораль (полоса заплесков волн, заливаемая лишь во время самых высоких – сизигийных – приливов), собственно литораль (приливо-отливочная зона) и сублитораль (постоянно покрытая водой до глубины 200 м, реже до 500 м), составляющие вместе материковую отмель (шельф).

Морские организмы весьма разнообразны, особенно по своим размерам. Все разнообразие органической жизни в океане можно подразделить на три основные экологические группы: планктон, нектон и бентос.

Планктон (от греч. «парящий, блуждающий») представляет большую группу мелких микроскопических организмов, которые парят в водной толще и не могут передвигаться против морских течений. Эти организмы в процессе своей жизнедеятельности решают жизненно важную задачу – задачу плавучести. При этом, чтобы не утонуть, они вынуждены приспособляться двумя способами: увеличивать силу трения или уменьшать массу своего тела. Поэтому фитопланктон представлен в основном мелкими формами. Другой способ сохранения плавучести заключается в увеличении площади поверхности тела за счет уплощения формы (дисковидные диатомеи) или при помощи выростов или отростков (шипы у ракообразных, иглы у радиолярий, щетинки у некоторых видов диатомеи). Многие планктонные организмы достигают экономии в массе путем увеличения содержания воды (в теле медуз оно превышает 95% массы организма), а также за счет уменьшения массы скелета или панциря (диатомеи, моллюски).

Нектон (от греч. «плавающий») образует группа активно плавающих в воде морских организмов (различные рыбы, китообразные, тюлени, морские черепахи, морские змеи, кальмары, осьминоги и др.). Они активно плавают и могут перемещаться на большие расстояния. Среди нектонных организмов выделяются различные экологические типы.

Бентос (от греч. «глубинный») состоит из организмов, обитающих или связанных с морским дном. Они могут быть прикрепленными, сидячими (кораллы, водоросли, губки, мшанки, асцидии), роющими (кольчатые черви, моллюски), ползающими (ракообразные, иглокожие) или свободно плавающими у самого дна (брюхоногие и другие моллюски, камбала, скаты).

Кроме основных экологических групп морских организмов еще выделяют сообщества, связанные с поверхностной пленкой воды. Это **плейстон** – совокупность организмов, плавающих на поверхности воды (физалия, или португальский кораблик); **нейстон** – организмы, прикрепляющиеся к поверхностной пленке воды сверху и снизу (одноклеточные животные, улитки-

прудовики); *гипонейстон* – разнообразные сообщества, живущие непосредственно под поверхностью воды (личинки кефали, хамсы, веслоногие рачки, саргассовый кораблик и др.).

Рассмотренные экологические группы гидробионтов участвуют в круговороте жизни в Мировом океане (рис. 4.2).



Рисунок 4.2. – Круговорот жизни в Мировом океане

Посредством переноса энергии и вещества морские организмы связаны друг с другом и со средой обитания, в то же время они зависят от физических и химических условий водной среды. Протекающие в морской экосистеме биологические процессы включают фото-синтез, питание (выедание, хищничество, поедание трупов, питание донными осадками, детритом и бактериальное разложение органики), смерть, регенерацию питательных веществ и дыхание. Фотосинтезирующие растения усваивают солнечную энергию и передают ее в химической форме на различные трофические уровни пищевой цепи. С каждого из уровней на следующий поступает лишь небольшая часть энергии. Эти группы потребителей обмениваются с автотрофными организмами углекислым газом и минеральными питательными веществами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 4.1.

Изучив теоретический материал, заполните таблицу 4.1.

Таблица 4.1. – Характеристика зон Мирового океана

Зона Мирового океана	Краткая характеристика зоны	Какая экологиче- ская группа орга- низмов преобладает

Задание 4.2.

Перенесите рисунок 4.2 в тетрадь. Дайте анализ рисунку. Поясните, каким образом протекает круговорот жизни в океане? Приведите примеры.

ЗАНЯТИЕ 5.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

НА МАТЕРИКАХ

Цель занятия: изучить закономерности распределения живого вещества на материках

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Дифференциация живой природы на суше проявляется на раз-личном уровне и зависит от разных причин. Прежде всего, это *мате-риковая дифференциация*, зависящая от удаленности материков и их постоянного смещения относительно друг друга (дрейфа континен-тов). При этом надо иметь в виду, что за миллионы лет существова-ния живой природы материки то приходили в контакт друг с другом, то разобщались. В периоды контактов (материковых или островных, т. е. через систему островов) комплексы организмов на разных конти-нентах

обменивались своими составами. В периоды же разобщений, которые, как и периоды контактов, длились (и длятся) миллионы лет, организмы эволюционировали на разных континентах автономно, но

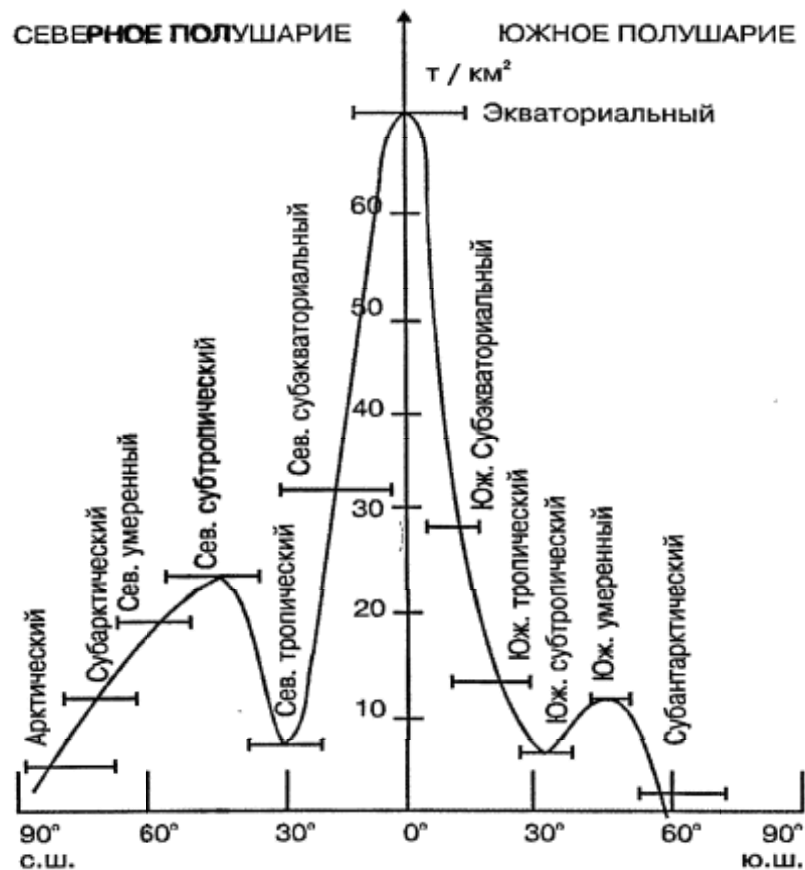
с участием элементов (таксонов), полученных с других континентов в период контакта. Этот непреложный факт уже дает представление о сложности эволюционных изменений в составе растительного и жи-вотного мира на каждом из континентов.

Кроме того, в распространении живых организмов на каждом из континентов, как и в других явлениях природы, находят свое проявление общие закономерности территориальной физико-географической дифференциации – физико-географическая поясность, секторность и азональность (провинциальность, или регио-нальность). Реальная картина географического распределения живых существ определяется совокупным действием всех этих закономерностей.

Наиболее сильное проявление имеет **поясная дифференциация**, определяемая неравномерным поступлением тепла на поверхность Земли в связи с ее вращением вокруг оси и наклоном оси вращения по отношению к плоскости эклиптики. По градициям теплообеспеченности выделяются большие физико-географические пояса, имеющие широтное распространение, от экваториальных до арктических. Пояса разделяются на более узкие широтные полосы, по долготному простиранию соответствующие зонам. Таким образом, пояс объединяет несколько зон со сходной теплообеспеченностью, сменяющих друг друга с севера на юг и с запада на восток.

Вторая закономерность – **секторность**. Она проявляется в смягчении климата у западных и восточных берегов материка и в нарастании континентальности по направлению к его глубинной части. Таким образом, секторы располагаются, в общем, поперек физико-географических поясов. Секторная дифференциация слабее поясной. Она лишь видоизменяет проявление поясных закономерностей в разных секторах. Совокупное действие поясных и секторных закономерностей и определяет обособление зон и их распространение. В пределах же каждой зоны формируется в принципе уникальный комплекс живых организмов, как в аспекте их таксономического состава, так и в аспекте формирования биогеоценозов.

Третья закономерность территориальной физико-географической дифференциации – **азональность** собственно, или **провинциальность (региональность)**. Она определяет конкретное выражение и видоизменение двух первых закономерностей в зависимости от условий, не связанных с физико-географической поясностью. В основе этой закономерности лежат, прежде всего, особенности макро- и микрорельефа той или иной территории. При однообразном рельефе та или иная территория может быть охарактеризована как территория зоны в определенном секторе. В случае же разнородного рельефа в такой секторно-зональной ячейке различных территорий (обычно обозначаемых как провинции) может быть несколько. По характеру рельефа можно выделить несколько типов таких провинций – равнинные, горные, высокогорные, смешанные горно-котловинные.



На суше, как и в океане, наблюдается горизонтальная зональность в распределении живого вещества. На рис. 5.1 показано зональное распределение фитомассы на единицу площади по географическим поясам Земли. Наибольшие биомассы приходятся на экваториальный и субэкваториальные пояса, где продукция на единицу площади в 5 раз больше, чем в арктическом поясе. Затем отмечается в обоих тропических поясах резкое уменьшение биомассы с последующим увеличением ее в субтропических и умеренных поясах и со значительным падением к полярным географическим поясам.

Интересна общая закономерность в распределении живого вещества для материков и океана: тропические пояса характеризуются незначительными величинами биомассы. Изменение запасов биомассы

в различных поясах на суше более резкое, чем в океане: крайние значения на суше отличаются в 96 раз, а в океане – лишь в 15 раз.

П РАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 5.1.

Изучив теоретический материал, заполните таблицу 5.1. Таблица 5.1. – Причины дифференциации живого вещества на

суше

Наименование причины	Краткая характеристика при- чины	Пример

Задание 5.2.

Перенесите рисунок 5.1 в тетрадь. Дайте анализ рисунку. Каким образом распределение фитомассы зависит от географических особенностей территорий? В чем заключается отличие северного полушария от южного?

ЗАНЯТИЕ 6.

ТЕОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Цель занятия: изучить и проанализировать наиболее популярные, вероятные, и самые неожиданные теории возникновения био-сферы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Возникновение жизни или абиогенез – процесс превращения неживой природы в живую. В узком смысле слова под абиогенезом понимают образование органических соединений, распространенных

в живой природе, вне организма без участия ферментов. Альтернативой абиогенеза в этом смысле является панспермия.

В разное время относительно возникновения жизни на Земле выдвигались различные теории. Рассмотрим основные из них.

Теория креационизма. Креационизм (от лат. *creatio* – создание) – философско-методологическая концепция, в рамках которой все многообразие органического мира, человечества, планеты Земля, а также мир в целом, рассматриваются как намеренно созданные неким сверхсуществом (Творцом) или божеством. Никаких научных подтверждений этой точки зрения нет: в религии истина постигается через божественное откровение и веру. Процесс сотворения мира мыслится как имевший место лишь единожды и поэтому недоступный для наблюдения.

Теории креационизма придерживаются последователи почти всех наиболее распространенных религиозных учений (особенно христиане, мусульмане, иудеи). Согласно этой теории, возникновение жизни относится к какому-то определенному сверхъестественному событию в прошлом, которое можно вычислить. В 1650 году архиепископ Ашер из г. Арма (Ирландия) вычислил, что Бог сотворил мир в октябре 4004 г. до н. э. и закончил свой труд 23 октября в 9 часов утра, создав человека. Ашер получил эту дату, сложив возраст всех людей, упоминающихся в Библейской генеалогии, от Адама до Христа («кто кого родил»). С точки зрения арифметики, это разумно, однако при этом получается, что Адам жил в то время, когда, как показывают археологические находки, на Ближнем Востоке уже существовала хорошо развитая городская цивилизация. Традиционное иудейско-христианское представление о сотворении мира, изложенное в Книге Бытия, вызывало и продолжает вызывать споры. Однако существующие противоречия не опровергают концепцию творения. Гипотеза творения не может быть ни доказана, ни опровергнута и будет существовать всегда вместе с научными гипотезами происхождения жизни.

Креационизм мыслится как Божье Творение. Однако в настоящее время некоторые рассматривают его и как результат деятельности высокоразвитой цивилизации, создающей различные формы жизни и наблюдающей за их развитием.

Теория самозарождения жизни. Эта теория была распространена в Древнем Китае, Вавилоне и Древнем Египте в качестве альтернативы креационизму, с которым она сосуществовала. Аристотель (384–322 гг. до н.э.), которого часто провозглашают основателем биологии, придерживался теории спонтанного зарождения жизни. Согласно этой гипотезе, определенные «частицы» вещества содержат некое «активное начало», которое при подходящих условиях может создать живой организм. Аристотель был прав, считая, что это активное начало содержится в оплодотворенном яйце, но ошибочно полагал, что оно присутствует также в солнечном свете, тине и гниющем мясе.

С распространением христианства теория спонтанного зарождения жизни оказалась не в чести, но эта идея все продолжала существовать где-то на заднем плане в течение еще многих веков.

Вплоть до XIX века в научной среде существовало представление о «жизненной силе» – некоей всепроникающей субстанции, заставляющей зародиться живое из неживого (лягушек – из болота, личинок мух – из мяса, червей – из почвы и т.д.). Известный ученый Ван Гельмонт описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей. Для этого нужны были грязная рубашка, темный шкаф и горсть пшеницы. Активным началом в процессе зарождения мыши Ван Гельмонт считал человеческий пот.

В 1668 году итальянский биолог и врач Франческо Реди подошел к проблеме возникновения жизни более строго и подверг сомнению теорию спонтанного зарождения. Реди установил, что маленькие белые червячки, появляющиеся на гниющем мясе – это личинки мух. Проведя ряд экспериментов, он получил данные, подтверждающие мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни (концепция биогенеза). В горшочках с мясом, накрытых марлей, мухи не заводились. Эти эксперименты, однако, не привели к отказу от идеи самозарождения, и хотя эта идея несколько отошла на задний план, она продолжала оставаться главной версией зарождения жизни.

В то время как эксперименты Реди, казалось бы, опровергли спонтанное зарождение мух, первые микроскопические исследования Антона ван Левенгука усилили эту теорию применительно к микроорганизмам. Сам Левенгук не вступал в споры между сторонниками биогенеза и спонтанного зарождения, однако его наблюдения под микроскопом давали пищу обеим теориям.

В 1860 году этой проблемой занялся французский химик Луи Пастер. Однако Пастер не ставил перед собой вопрос о происхождении жизни. Он интересовался проблемой самозарождения микробов в связи с возможностью борьбы с инфекционными заболеваниями. Если «жизненная сила» существует, то бороться с болезнями бессмысленно: сколько микробов не уничтожай, они самозародятся вновь. Если же микробы всегда приходят извне, тогда есть шанс. Своими опытами он доказал, что бактерии вездесущи, и что неживые материалы легко могут быть заражены живыми существами, если их не стерилизовать должным образом. Ученый кипятил в воде различные среды, в которых могли бы образоваться микроорганизмы. При дополнительном кипячении микроорганизмы и их споры погибали. Пастер присоединил к S-образной трубке запаянную колбу со свободным концом. Споры микроорганизмов оседали на изогнутой трубке и не могли проникнуть в питательную среду. Хорошо прокипяченная питательная среда оставалась стерильной, в ней не обнаруживалось зарождения жизни, несмотря на то, что доступ воздуха и «жизненной силы» был обеспечен. Вывод: «жизненной силы» не существует, и в настоящее время микроорганизмы не самозарождаются из неживого субстрата.

Однако этот эксперимент вовсе не доказывает, что живое вообще никогда не может самозародиться из неживого. Эксперимент Пастера доказывает лишь невозможность зарождения микроорганизмов конкретно в тех питательных средах, которые он использовал, при весьма ограниченном диапазоне условий и в течение коротких промежутков времени. Но он не доказывает невозможность самозарождения жизни в течение сотен миллионов лет химической эволюции, в самых разных средах и при разных условиях (особенно при условиях ранней Земли: в

бескислородной атмосфере, наполненной метаном, углекислым газом, аммиаком, и циановодородом, при пропускании электрических разрядов и т.д.). Этот эксперимент в принципе не может касаться вопроса об изначальном зарождении жизни хотя бы по-тому, что в своих опытах Пастер использовал мясные и дрожжевые бульоны (а также мочевину и кровь), а до зарождения жизни не было ни дрожжей, ни мяса. И тем более эксперимент Пастера никак не опровергает современные научные теории и гипотезы о зарождении жизни в глубоководных горячих гидротермальных источниках, в гео-термальных источниках, на минеральных кристаллах, в космическом пространстве, в протопланетной туманности, из которой сформировалась Солнечная система и др.

Теория стационарного состояния Земли. Согласно этой теории, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень незначительно. Согласно этой версии, виды также никогда не возникали, они существовали всегда, и у каждого вида есть лишь две возможности – либо изменение численности, либо вымирание.

По современным оценкам, основанным на учете скоростей радиоактивного распада, возраст Земли исчисляется 4,6 млрд. лет. Более совершенные методы датирования дают все более высокие оценки возраста Земли, что позволяет сторонникам теории стационарного состояния полагать, что Земля существовала всегда. Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определенных ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводят в качестве примера представителя кистеперых рыб – латимерию (целаканта). Считалось, что кистеперая рыба (целакант) представляет собой переходную форму от рыб к земноводным и вымерла 60–90 млн. лет назад (в конце мелового периода). Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в 1939 году у побережья о. Мадагаскар был выловлен 1-й живой целакант, а затем и другие экземпляры. Таким образом, целакант не является переходной формой.

Были найдены и многие другие, считавшиеся вымершими, животные, например, лингула – маленькое морское животное, якобы вымершее 500 миллионов лет назад, живо и сегодня и как другие «живые ископаемые»: солендон – землеройка, туатара – ящерица. За миллионы лет они не претерпели никаких эволюционных изменений.

Еще один пример заблуждения это археоптерикс – существо, связующее птиц и пресмыкающихся, переходная форма на пути превращения рептилий в птиц. Но в 1977 году в штате Колорадо были обнаружены окаменелости птиц, возраст которых соизмерим и даже превышает возраст останков археоптерикса, т.е. он не является переходной формой.

Сторонники теории стационарного состояния утверждают, что только изучая ныне живущие виды и сравнивая их с ископаемыми останками, можно сделать вывод о вымирании, да и в этом случае весьма вероятно, что он окажется неверным. Используя палеонтологические данные для подтверждения теории стационарного состояния, ее сторонники интерпретируют появление ископаемых

остатков в экологическом аспекте. Так, например, внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определенном пласте они объясняют увеличением численности его популяции или его перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков.

Большая часть доводов в пользу этой теории связана с такими неясными аспектами эволюции, как значение разрывов в палеонтологической летописи, и она наиболее подробно разработана именно в этом направлении. Гипотезу стационарного состояния иногда называют гипотезой этернизма (от лат. *eternus* – вечный). Гипотеза этернизма была выдвинута немецким ученым В. Прейером в 1880 г.

Взгляды Прейера поддерживал академик В.И. Вернадский считавший, что жизнь – такая же вечная основа космоса, которыми являются материя и энергия. «Мы знаем, и знаем это научно, – твердил он, – что Космос без материи, без энергии не может существовать. И достаточно ли материи и без выявления жизни – для построения Космоса, той Вселенной, который доступен человеческому уму?». На этот вопрос он ответил отрицательно, ссылаясь именно на научные факты, а не на личные симпатии, философские или религиозные убеждения. «...Можно говорить о вечности жизни и проявлений ее организмов, как можно твердить о вечности материального субстрата небесных тел, их тепловых, электрических, магнитных свойств и их проявлений. С этой точки зрения таким же далеким от научных поисков будет вопрос о начале жизни, как и вопрос о начале материи, теплоты, электрики, магнетизма, движения».

Исходя из представления о биосфере как о земном, но одновременно и космическом механизме, Вернадский связывал ее образование и эволюцию с организованностью Космоса. «Для нас становится понятным, – писал он, – что жизнь есть явление космическое, а не глубоко земное». Эту мысль Вернадский повторял многократно: «...начала жизни в том Космосе, который мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого Космоса. Жизнь вечна, поскольку вечный Космос».

Теория происхождения жизни А. И. Опарина – Холдейна. Первую научную теорию относительно происхождения живых организмов на Земле создал советский биохимик А. И. Опарин (г.р. 1894). В 1924 г. он опубликовал работы, в которых изложил представления о том, как могла возникнуть жизнь на Земле. Согласно этой теории, жизнь возникла в специфических условиях древней Земли и рассматривается Опариным как закономерный результат химической эволюции соединений углерода во Вселенной.

По Опарину, процесс, приведший к возникновению жизни на Земле, может быть разделен на три этапа:

1. Возникновение органических веществ.
2. Образование из более простых органических веществ биополимеров (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов и др.).
3. Возникновение примитивных самовоспроизводящихся организмов.

Теория биохимической эволюции имеет наибольшее количество сторонников среди современных ученых. Земля возникла около пяти миллиардов лет назад; первоначально температура ее поверхности была очень высокой (4000 – 8000 °С). По мере ее остывания образовались твердая поверхность (земная кора – литосфера). Атмосфера, первоначально состоявшая из легких газов (водород, гелий), не могла эффективно удерживаться недостаточно плотной Землей, и эти газы заменялись более тяжелыми: водяным паром, углекислым газом, аммиаком и метаном. Когда температура Земли опустилась ниже 100°С, водяной пар начал конденсироваться, образуя мировой океан. В это время, в соответствии с представлениями А. И. Опарина, состоялся абиогенный синтез, то есть в первоначальных земных океанах, насыщенных разными простыми химическими соединениями, «в первичном бульоне» под влиянием вулканического тепла, разрядов молний, интенсивной ультрафиолетовой радиации и других факторов среды начался синтез более сложных органических соединений, а затем и биополимеров. Образованию органических веществ способствовало отсутствие живых организмов – потребителей органики – и главного окислителя – кислорода. Сложные молекулы аминокислот случайно объединялись в пептиды, которые, в свою очередь, создали первоначальные белки. Из этих белков синтезировались первичные живые существа микроскопических размеров.

Наиболее сложной проблемой в современной теории эволюции является превращение сложных органических веществ в простые живые организмы. Опарин полагал, что решающая роль в превращении неживого в живое принадлежит белкам. По-видимому, белковые молекулы, притягивая молекулы воды, образовывали коллоидные гидрофильные комплексы. Дальнейшее слияние таких комплексов друг с другом приводило к отделению коллоидов от водной среды (коацервация). На границе между коацерватом (от лат. coacervus – сгусток, куча) и средой выстраивались молекулы липидов – примитивная клеточная мембрана. Предполагается, что коллоиды могли обмениваться молекулами с окружающей средой (прообраз гетеротрофного питания) и накапливать определенные вещества. Еще один тип молекул обеспечивал способность к самовоспроизведению.

Система взглядов А. И. Опарина получила название «коацерватная гипотеза».

Теория была обоснована, кроме одной проблемы, на которую долго закрывали глаза почти все специалисты в области происхождения жизни. Если спонтанно, путем случайных безматричных синтезов в коацервате возникали единичные удачные конструкции белковых молекул (например, эффективные катализаторы, обеспечивающие преимущество данному коацервату в росте и размножении), то как они могли копироваться для распространения внутри коацервата, а тем более для передачи коацерватам-потомкам? Теория оказалась неспособной предложить решение проблемы точного воспроизведения внутри коацервата и в поколениях - единичных, случайно появившихся эффективных белковых структур.

Панспермия. Согласно теории Панспермии, предложенной в 1865 году немецким ученым Г. Рихтером и окончательно сформулированной шведским ученым Аррениусом в 1895 году, жизнь могла быть занесена на Землю из космоса. Наиболее вероятно попадание живых организмов внеземного происхождения с

метеоритами и космической пылью. Это предположение основывается на данных о высокой устойчивости некоторых организмов и их спор к радиации, глубокому вакууму, низким температурам и другим воздействиям. Однако до сих пор нет достоверных фактов, подтверждающих внеземное происхождение микроорганизмов, найденных в метеоритах. Но если бы даже они попали на Землю и дали начало жизни на нашей планете, вопрос об изначальном возникновении жизни оставался бы без ответа.

Фрэнсис Крик и Лесли Оргел предложили в 1973 году другой вариант – управляемую панспермию, то есть намеренное «заражение» Земли (наряду с другими планетными системами) микроорганизмами, доставленными на непилотируемых космических аппаратах развитой инопланетной цивилизацией, которая, возможно, находилась перед глобальной катастрофой или же просто надеялась произвести терра-формирование других планет для будущей колонизации. В пользу своей теории они привели два основных довода – универсальность генетического кода (известные другие вариации кода используются в биосфере гораздо реже и мало отличаются от универсального) и значительную роль молибдена в некоторых ферментах. Молибден – очень редкий элемент для всей Солнечной системы. По словам авторов, первоначальная цивилизация, возможно, обитала возле звезды, обогащенной молибденом.

Против возражения о том, что теория панспермии (в том числе управляемой) не решает вопрос о зарождении жизни, они выдвинули следующий аргумент: на планетах другого неизвестного нам типа вероятность зарождения жизни изначально может быть намного выше, чем на Земле, например, из-за наличия особенных минералов с высокой каталитической активностью.

В 1981 году Ф. Крик написал книгу «Life itself: its origin and nature», в которой он более подробно, чем в статье, и в популярной форме излагает гипотезу управляемой панспермии.

Академик РАН А.Ю. Розанов, глава комиссии по астробиологии Российской Академии наук, считает, что жизнь на Землю была занесена из космоса.

Современные концепции происхождения жизни. Сегодня проблема происхождения жизни исследуется широким фронтом различных наук. В зависимости от того, какое наиболее фундаментальное свойство живого исследуется и преобладает в данном изучении (вещество, информация, энергия), все современные концепции происхождения жизни можно разделить условно на:

- Концепцию субстратного происхождения жизни (ее придерживаются биохимики во главе с А. И. Опариним).

- Концепцию энергетического происхождения. Она разрабатывается ведущими учеными-синергетиками И. Пригожиным, М. Эйгеном.

- Концепцию информационного происхождения. Ее развивали А. Н. Колмогоров, А. А. Ляпунов, Д. С. Чернавский.

Зарождение жизни в горячей воде. Научные исследования показывают, что зарождение жизни в минеральной воде и, в особенности, гейзерах наиболее вероятно. В 2005 г. академик Юрий Викторович Наточин высказал предположение,

отличное от общепринятой концепции возникновения жизни в море, и аргументировал гипотезу, согласно которой средой возникновения протоклеток были водоемы с преобладанием ионов K^+ , а не морская вода с доминированием ионов Na^+ . В 2009 г. Армен Мулкиджанян и Михаил Гальперин на основе анализа содержания элементов в клетке также пришли к выводу, что, вероятно, жизнь зародилась не в океане. Дейвид Уард доказал, что в горячей минеральной воде появились и сейчас образуются стромато-литы. Самые древние строматолиты были обнаружены в Гренландии. Их возраст насчитывает 3,5 миллиардов лет. В 2011 г. Тадаси Сугава-ра создал протоклетку в горячей воде. Исследования Мари-Лор Пон минерала серпентина в геологической формации Исуа, Гренландия, в 2011 г. показали, что жизнь могла зародиться и в грязевых остатках вулкана. Лауреат Нобелевской премии биолог Джек Шостак отметил, что мы можем легче представить себе накопление органических соединений в первичных озерах, чем в океане. Такого же мнения группа ученых под руководством Евгения Кунина.

Концепция генного происхождения. Автором этой концепции является американский генетик Г. Меллер. Он допускает, что живая молекула, способная размножаться, могла возникнуть вдруг, случай-но в результате взаимодействия простейших веществ. Он считает, что элементарная единица наследственности – ген – является и основой жизни. И жизнь в форме гена, по его мнению, возникла путем случайного сочетания атомных группировок и молекул, существовавших в водах первичного океана. Но математические расчеты этой концепции показывают полную невероятность такого события.

Ф. Энгельс одним из первых высказал мысль о том, что жизнь возникла не внезапно, а сформировалась в ходе длительного пути эволюционного развития материи. Эволюционная идея положена в основу гипотезы сложного, многоступенчатого пути развития материи, предшествовавшего зарождению жизни на Земле.

Современные биологи доказывают, что универсальной формулы жизни (т. е. такой, которая бы полностью отображала бы ее сущность) нет и быть не может. Такое понимание предполагает исторический подход к биологическому познанию как постижению сущности жизни, в ходе чего менялись и сами концепции происхождения жизни и представления о тех формах, в которых такое познание возможно.

Биоэнергoinформационный обмен как основа возникновения жизни. Одной из новейших концепций происхождения жизни на Земле является концепция о биоэнергoinформационном обмене. Понятие биоэнергoinформационного обмена возникло в сфере биофизики, био-энергетики и экологии в связи с последними достижениями в этих областях науки. Термин биоэнергoinформатика был введен доктором технических наук, профессором МГТУ им. Н. Э. Баумана В. Н. Волченко в 1989 году, когда им его единомышленниками была проведена первая Всесоюзная конференция по биоэнергoinформатике в Москве.

Изучение биоэнергoinформационного обмена дало основание высказать предположение об информационном единстве Вселенной, о наличии в ней такой

субстанции, как «Информация – Сознание», а не только известных форм материи и энергии.

Одним из элементов этой концепции выступает наличие во Все-ленной общего замысла, плана. Эта гипотеза подтверждается современной астрофизикой, согласно которой фундаментальные свойства Вселенной, значения основных физических констант и даже формы физических закономерностей тесно связаны со структурой Вселенной во всех ее масштабах и с возможностью Жизни.

Отсюда следует второй элемент концепции биоэнергоинформатики – Вселенную нужно рассматривать как живую систему. А в живых системах фактор Сознания (информации) наряду с материей и энергией, должен занимать весьма существенное место. Таким образом, можно говорить о необходимости триединства Вселенной: материи, энергии и информации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Студенты представляют свои доклады на темы:

- © Космические и планетарные предпосылки развития жизни на Земле
- © Современные теории возникновения жизни на Земле
- © Теория стационарного состояния Земли
- © Теория происхождения жизни А. И. Опарина – Холдейна
- © Теория креационизма

- © Теория панспермии
- © Теория самозарождения жизни

Регламент: доклад – до 5 минут; прения – до 3 минут

Задание 6.1.

Изучив теоретический материал и прослушав доклады, проанализируйте существующие теории происхождения жизни на Земле. Заполните таблицу 6.1. Сделайте выводы.

Таблица 6.1.– Теории происхождения жизни на Земле

Теория (название)	Автор, год возникновения	Сущность теории	Современное понятие теории

ЗАНЯТИЕ 7.

ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ

Цель занятия: изучить и проанализировать динамику развития биосферы в процессе эволюции

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Особое место в трудах В. И. Вернадского занимает концепция эволюции биосферы. Основная идея заключается в том, что биосфера формировалась под воздействием живых организмов. Начиная же с момента возникновения жизни, происходит постоянный процесс эволюции живых существ: возникают многочисленные новые виды, осуществляется смена видов на нашей планете. Естественно, изменения затрагивают и саму биосферу.

На начальных этапах развития существовали гетеротрофные анаэробные организмы, существующие в Мировом океане за счет органических веществ, возникших в результате сложных химических процессов. Затем (по мере уменьшения запасов органических веществ) появляются автотрофные организмы, способные сами создавать органические вещества, используя энергию солнечного света. В результате их жизнедеятельности (фотосинтеза) в атмосферу стал выделяться кислород. Это стало предпосылкой появления аэробных организмов. Усложнение живого, увеличение его разнообразия привели к изменению биосферы. Следовательно, эволюция биосферы сопряжена с эволюцией форм жизни на нашей планете.

В. И. Вернадский выделял три этапа развития биосферы (рис. 7.1):

- возникновение жизни и первичной биосферы. Ведущие факторы здесь: геохимические и климатические изменения на Земле.
- усложнение структуры биосферы в результате появления многочисленных и разнообразных эукариотных организмов – как одноклеточных, так и многоклеточных. Движущим фактором выступает биологическая эволюция.
- возникновение человека, человеческого общества и постепенное превращение биосферы в ноосферу.

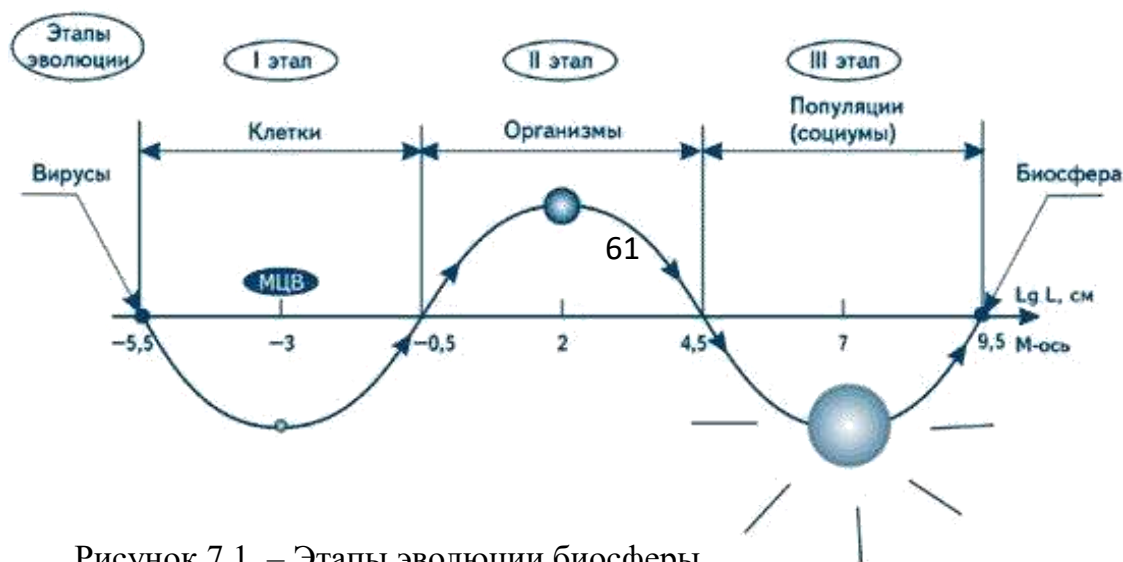


Рисунок 7.1. – Этапы эволюции биосферы

Считается, что первые ядерные клетки появились после того, как содержание кислорода в атмосфере достигло 3 – 4% его современного уровня. Случилось это примерно 1 млрд. лет назад. Многоклеточные организмы, вероятно, появились 700 млн. лет назад – по достижении концентрации кислорода в атмосфере 8% от современного – кембрий-ский период (рис. 7.2).

После возрастания концентрации кислорода в атмосфере до достижения уровня 10% от современного (2-я точка Пастера) озоновый слой стал настолько эффективно защищать живое от жесткого ульт-рафиолетового излучения, что жизнь постепенно вышла из водной среды на сушу.

На начальном этапе развития биосферы живые организмы использовали органические соединения первичного океана.

Углекислый газ, как побочный продукт обмена веществ, выделялся в атмосферу и накапливался в ней. Каким бы насыщенным ни был «первичный бульон», живые организмы довольно быстро использовали запасы органических веществ первичного океана.

Преимущества получили и широко размножились анаэробные организмы, способные синтезировать органические соединения из образующегося в процессе обмена углекислого газа и присутствовавшего в атмосфере водорода. Они восстанавливали углекислый газ до метана:



В результате образовывался метан и высвобождалась энергия, необходимая для процессов жизнедеятельности микроорганизмов. Метан поступал в атмосферу и под действием ультрафиолетового излучения превращался в органические соединения, которые вновь возвращались в воду.



Рисунок 7.2. – Схема эволюции состава атмосферы и биосферы

в то время, по мнению ученых, в составе атмосферы концентрация метана, определявшаяся жизнедеятельностью живых организмов, оставалась примерно на одном уровне.

Высокое содержание метана могло сохраняться до тех пор, пока в земной атмосфере было значительное количество водорода. Когда же запасы газообразного водорода истощились, метанообразующие бактерии уже не могли перерабатывать углекислый газ в метан и таким образом лишились источника энергии для синтеза собственных питательных веществ.

Для обеспечения условий существования живых организмов необходима была новая форма обмена веществ и получения энергии. Ею стал **фотосинтез**. У первых фотосинтезирующих микроорганизмов фотосинтез протекал без выделения кислорода. На следующем этапе эволюции появились организмы с более совершенным механизмом фотосинтеза, в результате которого в атмосферу стал выделяться кислород.

Это повлекло за собой постепенное изменение состава атмосферы Земли. В ней становилось все больше кислорода.

Для живых организмов того времени кислород был сильнейшим ядом. Фактически наступил экологический кризис. Живые организмы должны были погибнуть или приспособиться к новым условиям среды.

По мере накопления кислорода в атмосфере живым организмам приходилось вырабатывать все более совершенные механизмы его обезвреживания. В конечном итоге живая природа нашла наиболее рациональный путь решения этой проблемы. Появились живые организмы, которые стали использовать кислород для получения энергии. Появился процесс *дыхания*.

Фотосинтез сыграл огромную роль в развитии органического мира и эволюции биосферы. Озоновый экран защитил планету от губительных ультрафиолетовых лучей. Это позволило живым организмам развиваться в верхних слоях водоемов, хорошо освещаемых и прогреваемых солнцем, а в дальнейшем завоевать сушу. Процесс дыхания обеспечил организмы энергией, что дало толчок к возникновению многоклеточных организмов, их дальнейшему развитию и усложнению.

В процессе дыхания организмы потребляли кислород и выделяли соответствующее количество углекислого газа, который использовался для синтеза органических веществ в процессе фотосинтеза. Постепенно между автотрофными организмами и гетеротрофами установилось равновесие, которое привело к стабилизации нового состава атмосферы. Сформировались современные круговороты углерода и кислорода.

Таким образом, благодаря жизнедеятельности организмов в биосфере непрерывно протекают процессы синтеза и распада органических веществ и происходят круговороты веществ, обеспечивающие стабильность функционирования биосферы. На разных этапах развития биосферы соотношение процессов синтеза и распада не было постоянным. В начальный период развития биосферы процессы синтеза преобладали над разрушением. Это привело к тому, что из первичной атмосферы в большом количестве были изъяты метан, сероводород, углекислый газ, а концентрация свободного кислорода, отсутствовавшего в ней прежде, достигла современных 21%.

Примерно 80 – 90 млн. лет назад неравенство этих процессов в биосфере перешло в относительное равновесие.

Около 2,5 млн. лет назад появились первые люди – далекие предки современного человека. Вначале они были охотниками и собирателями. Однако в связи с усовершенствованием орудий охоты человек современного анатомического типа весьма быстро, вероятно всего за два-три тысячелетия, истребил крупных копытных и мамонтов – основу своего пищевого рациона того времени. Охота не могла уже обеспечить пропитание людей. Человек оказался на грани голодной смерти и был обречен на вымирание. Он мог бы и совсем исчезнуть с лица планеты, как исчезли многие биологические виды, например саблезубые тигры и мамонты.

Но этого не произошло, потому что примерно 10 тыс. лет назад человек перешел к земледелию, а несколько позднее и скотоводству, т. е. люди преодолели первый в истории человечества экологический кризис, возникший в результате их деятельности.

Посредством орудий человечество стало создавать фактически искусственную среду своего обитания (поселения, жилища, одежду, продукты питания, машины и многое другое). С этих пор эволюция биосферы вступила в новую фазу, где человеческая деятельность стала мощной природной движущей силой.

С момента развития промышленности до настоящего времени, в связи с активным использованием природных ресурсов и нарушением сложившегося в природе равновесия, процессы разрушения в биосфере стали преобладать над процессами созидания, причем эти тенденции становятся все более выраженными. Биосфера вновь находится на грани экологического кризиса. Его последствия могут быть катастрофическими для человечества.

Мировое сообщество серьезно обеспокоено нарушениями в биосфере, к которым приводит непродуманная деятельность человека. Для их ликвидации принят целый ряд международных соглашений, которые должны уменьшить выброс в атмосферу вредных веществ, защитить от загрязнения почву и водоемы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 7.1.

Изучите теоретический материал. Основываясь на знаниях о развитии жизни на нашей планете, составьте примерную хронологическую таблицу, показывающую основные этапы эволюции биосферы.

Таблица 7.1. – Геохронологическая шкала истории живого

Этап эволюции	Характеристика этапа эволюции
Химическая эволюция земного вещества (4,3 – 4,1 млрд. лет назад)	
Абиогенез 4,0 – 3,5 млрд. лет назад	
- прокариоты (3,4 млрд. лет	

назад по настоящее время)	
- эукариоты (1,8 млрд. лет назад по настоящее время)	
Возникновение человека (около 200 тыс. лет назад)	

Задание 7.2.

Изучите подробный иллюстрированный путеводитель по доисторическому миру «Развитие жизни на Земле» (методический материал). Заполните таблицу 7.2.

Таблица 7.2. – Геохронологическая шкала

Эра, продолжительность, млн. лет	Периоды, продолжительность, млн. лет	Основные этапы развития жизни	Главнейшие геологические события	Характерные полезные ископаемые
Архейская эра				
Протерозойская эра				
Палеозойская эра	Кембрийский			
	Ордовикский			
	Силурский			
	Девонский			
	Каменноуголь-			

	ный			
	Пермский			
Мезозой- ская эра	Триасовый			
	Юрский			
	Меловой			
Кайнозой- ская эра	Палеогеновый			
	Неогеновый			
	Четвертичный			

ЗАНЯТИЕ 8.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В БИОСФЕРЕ

Цель занятия: изучить законы термодинамики, законы сохранения энергии, энтропии и энтальпии в природе; рассмотреть, как они работают в биосфере, и определить их значимость в природе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Биосфера – это открытая термодинамическая система, которая получает энергию в виде лучистой энергии Солнца и тепловой энергии процессов радиоактивного распада веществ в земной коре и ядре планеты. Радиоактивная энергия, доля которой в энергетическом балансе планеты была значительной на абиотических фазах, сейчас не играет заметной роли в жизни биосферы, и основной источник энергии сегодня – это солнечное излучение. Ежегодно Земля

получает от Солнца энергию, которая составляет около $10,5 \times 10^{20}$ кДж. Большая часть этой энергии отражается от облаков, пыли и земной поверхности (около 34%), нагревает атмосферу, литосферу и Мировой океан, после чего рассеивается в космическом пространстве в виде инфра-красного излучения (42%), расходуется на испарение воды и образование облаков (23 %), на перемещение воздушных масс – образование ветра (около 1%). И только 0,023% солнечной энергии, попадающей на Землю, улавливается продуцентами – высшими растениями, водорослями и фототрофных бактериями – и запасается в процессе фото-синтеза в виде энергии химических связей органических соединений. За год в результате фотосинтеза образуется около 100 млрд. т органических веществ, в которых запасается не менее $1,8 \times 10^{17}$ кДж энергии.

Эта связана энергия далее используется консументами и редуцентами в цепях питания, и за его счет живое вещество выполняет работу – концентрирует, трансформирует, аккумулирует и перераспределяет химические элементы в земной коре, раздробляет и агрегирует неживую вещь. Работа живого вещества сопровождается рассеянием в виде тепла почти всей запасенной в процессе фотосинтеза солнечной энергии. Лишь доли процента этой «фотосинтетической» энергии не попадают в цепи питания и консервируются в осадочных породах в виде органического вещества торфа, угля, нефти и природного газа.

Итак, в процессе работы, которую осуществляет биосфера, уловленной солнечной энергии трансформируется, то есть идет на выполнение так называемой полезной работы, и рассеивается. Эти два процесса подчиняются двум фундаментальным естественным законам – первом и втором законам термодинамики.

Первый закон термодинамики часто называют законом сохранения энергии. Это означает, что энергия не может быть ни рождена, ни уничтожена, она может быть только трансформирована из одной формы в другую. Количество энергии при этом не меняется.

В экологических системах происходит много преобразований энергии: лучистая энергия Солнца благодаря фотосинтезу превращается в энергию химических связей органического вещества продуцентов, энергия, запасенная продуцентами, – на энергию, аккумулированную в органическом веществе консументов разных уровней, и т. д. Современное человеческое общество также превращает огромные количества одной энергии на другую.

Второй закон термодинамики определяет направление качественных изменений энергии в процессе ее трансформации из одной формы в другую. Закон описывает соотношение полезной и бесполезной работы при переходе энергии из одной формы в другую и дает представление о качестве самой энергии.

«Второй закон термодинамики, я считаю, царит среди законов Природы. И если ваша гипотеза противоречит этому закону, я ничем не могу вам помочь». (А. Эддингтон, английский астроном).

Вспомним, что под энергией понимают способность системы совершать работу. Но при любой трансформации энергии лишь часть ее расходуется на

выполнение полезной работы. Остальные же безвозвратно рассеиваются в виде тепла, т.е. осуществляется пустая работа, связанная с увеличением скорости беспорядочного движения частиц. Чем больший процент энергии расходуется на выполнение полезной работы и, соответственно, чем меньше процент при этом рассеивается в виде тепла, тем выше считается качество исходной энергии. Высококачественная энергия может быть без дополнительных энергетических затрат трансформирована в большее количество других видов энергии, чем низкокачественная.

Энергией низкого качества есть энергия беспорядочного броуновского движения, то есть тепловая. Ее нельзя использовать для выполнения полезной работы. Количество энергии низкого качества, непригодной для совершения полезной работы, называют энтропией. Упрощенно энтропия – это мера дезорганизации, беспорядка, случайности систем и процессов.

Итак, по второму закону термодинамики, любая работа сопровождается трансформацией высококачественной энергии в энергию низшего и низкого качества – тепло – и приводит к росту энтропии.

Снизить энтропию в термодинамически закрытой системе, которая не получает энергии извне, невозможно – ведь вся качественная энергия такой системы в конце концов превращается в низкокачественную, деградирует к теплу. Однако в открытой термодинамической системе возможно противодействовать росту энтропии, используя для этого высококачественную энергию, поступающую извне, и отводя низкокачественную энергию за пределы системы.

Вселенная является закрытой системой, и в ней энтропия постоянно растет. Зато биосфера является открытой системой, которая поддерживает собственный низкий уровень энтропии, используя для этого внешний источник качественной лучистой энергии – Солнце – и рассеивая в космическое пространство низкокачественную тепловую энергию. Поэтому, кроме энтропии физической (энтропии замкнутой системы), в экологии используют понятие «энтропия экологическая» – количество необратимо рассеянной в пространстве тепловой энергии, которая, однако, компенсируется трансформируемой энергией внешнего источника – Солнца.

Энтропия экологическая. В Космосе энтропия возрастает с течением времени, но внутри хаоса существуют островки порядка. Один из важнейших среди них – жизнь.

Живые системы за счет высокоупорядоченной энергии Солнца с низкоупорядоченных компонентов окружающей среды создают свой, выше, чем в окружающей среде, порядок. В процессе же упорядочивания живое вещество необратимо рассеивает энергию, которая течет сквозь экосистемы, то есть создает энтропию экологическую. Тепловое рассеяние энергии экосистемами происходит двумя основными путями:

- обычных потерь тепла из-за разницы в температурах биоты и среды обитания;

потери тепла организмами и их группировками в процессах метаболизма (в частности дыхания) в связи с высвобождением энергии в ходе экзотермических реакций.

С точки зрения второго закона термодинамики биосфера не является «безотходным производством»: отходы ее деятельности – это не вещество, а это низкокачественная тепловая энергия, излучаемая за пределы планеты, то есть энтропия.

Считают, что эволюция биосферы происходила в направлении уменьшения экологической энтропии. Например, в системе продуцент – редуценты полезная работа заключается в противодействии распаду тел лишь двух звеньев – продуцентов и редуцентов, а в системе продуцент-консументы-редуценты – уже в поддержании организации трех компонентов. При равенстве внешней энергии в обоих случаях вторая система, которая осуществляет больше полезной работы, излучать меньше тепла, т.е. имеет низкую экологическую энтропию. Из этого следует, что чем длиннее являются цепи питания, тем они энергетически совершенные.

Растения поглощают энергию Солнца. Эта энергия циркулирует в системе, которую мы называем биотой и можем изобразить в виде пирамиды. Нижняя ступенька – почва. Ступенька, на которой располагаются растения, опирается на грунт; ступенька, на которой размещаются насекомые – на растения; птицы и грызуны – на насекомых, и так далее, через различные группы животных, к вершине, на которой находятся крупные хищники. Виды, составляющие одну ступеньку, объединяются не происхождением или внешним сходством, а типом пищи. Линии зависимости, отражающие передачи энергии, содержащейся в пище, от ее первичного источника (растения) – через ряд организмов, каждый из которых поедает предыдущего и съедается следующим, называются цепями питания. Земля, таким образом, – это не просто грунт, а источник энергии, циркулирующей в системе, состоящей из почвы, растений и животных. Цепи питания – это живые каналы, подающие энергию вверх, а смерть и тление возвращают в грунт. Система не замкнута – часть энергии теряется в процессе тления, часть добавляется поглощением из воздуха, накапливается в почве, торфе и лесах-долгожителях, но это система, которая действует постоянно, своеобразный фонд жизни, медленно накапливается и находится в постоянном обращении. (Л. Олдо, виднейший американский эколог, лесовод, охотовед).

Большое количество биомассы и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой рассеивается, расходуется на поддержание температуры тела организмов, на превращение в CO_2 ; не вся биомасса низшего уровня используется как пища организмами высшего уровня и не вся усваивается организмами. Иначе говоря, по второму, законом термодинамики, энергия переходит в тепло, рассеивается в окружающей среде и теряется в пространстве. Как отмечалось выше, по подсчетам экологов, только 10 % биомассы одного трофического уровня превращается в биомассу второго уровня (так называемое правило десяти процентов). Поток энергии в цепях питания зависит от длины конкретной цепи, которая определяется количеством трофических уровней. Продуценты, синтезирующие органическое вещество, относятся к первому трофического

уровня. Консументы, поедающие органическое вещество продуцентов, например травоядные животные (фитофаги), – ко второму уровню; консументы, которые поедают фитофагов (например, хищники, охотящиеся на травоядных), находятся на третьем уровне и т. д. Редуценты, которые разлагают органические вещества на минеральные компоненты, находящиеся на последнем трофическом уровне и завершают цепь питания. Они окончательно высвобождают энергию, связанную ранее продуцентами.

Поедая или раскладывая органическое вещество представителей предыдущего трофического уровня, консументы или редуценты получают вещество и энергию, необходимые для процессов метаболизма, построения и поддержания собственного тела. При этом около 90% энергии, запасенной в потребленной органике, рассеивается в виде тепла и только в среднем 10% используется на построение и поддержание тела того, кто эту органику употребил. Например, консументы первого порядка (фитофаги), которые поедают продуцентов, содержатся в виде органического вещества своего тела лишь 10 % энергии, связанной растениями в процессе фотосинтеза; в теле консументов второго порядка (плотоядных, питающихся фитофагами) запасается только 1 % поглощенной солнечной энергии, хищник, питаясь этим плотоядным (консументы третьего порядка), в своих клетках содержит только 0,1 % солнечной энергии, связанной растениями.

Продукты жизнедеятельности и отмершие тела как продуцентов, так и консументов становятся источником энергии для редуцентов – бактерий и грибов, разлагающих (минерализируют) эту органику и получают от 0,01 до 10 % запасенной энергии Солнца в зависимости от того, к какому трофическому уровню принадлежал объект питания. Через такие большие потери энергии при переходе ее из одного трофического уровня на следующий цепи питания не могут быть длинными и обычно насчитывают не более пяти звеньев: звено продуцентов, одно-три звена консументов, звено редуцентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 8.1.

Изучите теоретический материал. Приведите примеры реализации закона термодинамики в биосфере.

Задание 8.2.

Изучив теоретический материал, начертите пирамиду циркуляции энергии в биоте.

Задание 8.3.

Рассмотрите рисунок 8.1. Перенесите его в тетрадь. Приведите конкретный пример реализации данной схемы.

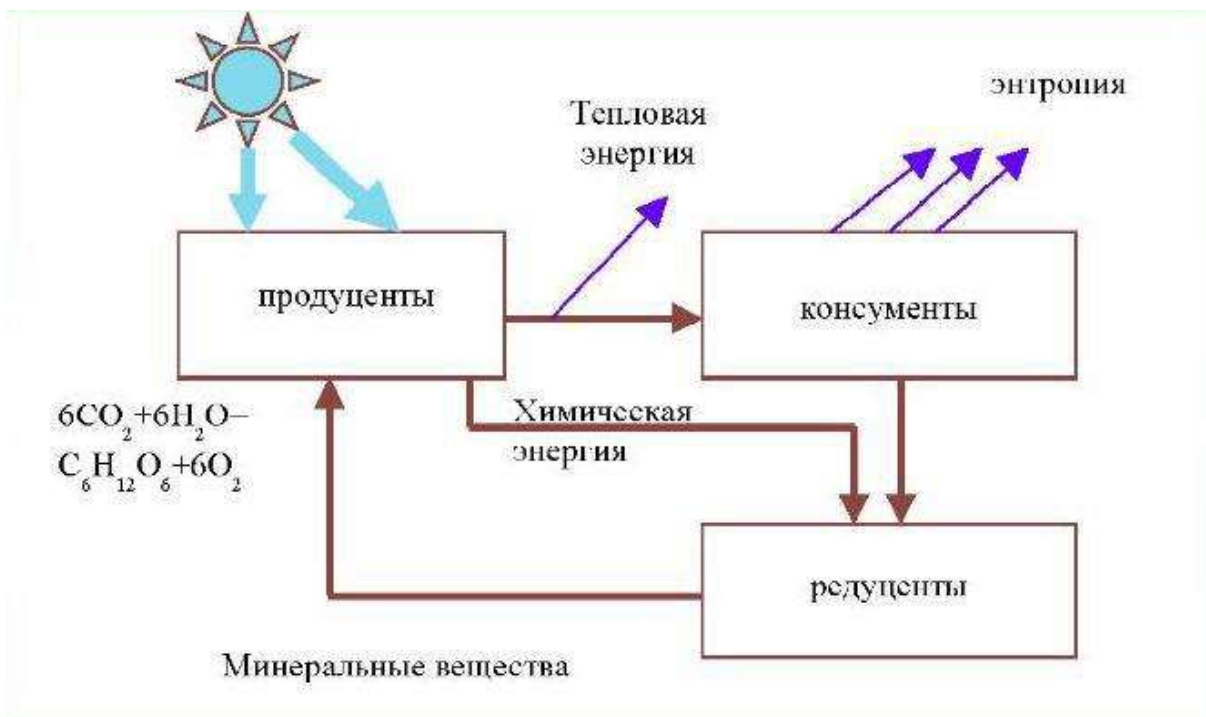


Рисунок 8.1. – Поток вещества и энергии в экосистеме

ЗАНЯТИЕ 9.

КРУГОВОРОТ ВОДЫ В БИОСФЕРЕ

Цель занятия: произвести оценку масштабов круговорота воды в биосфере.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Вода – одно из самых динамичных соединений. Она находится в постоянном движении – переходит из одного физического состояния

в другое. Ее круговорот чрезвычайно важен для всего живого. Испаряясь с поверхности Мирового океана, пресноводных водо-

емов, почвы и растений, вода сначала накапливается в атмосфере, а затем выпадает в виде осадков. Собственно, это и есть простейшая схема ее круговорота (рис. 9.1).

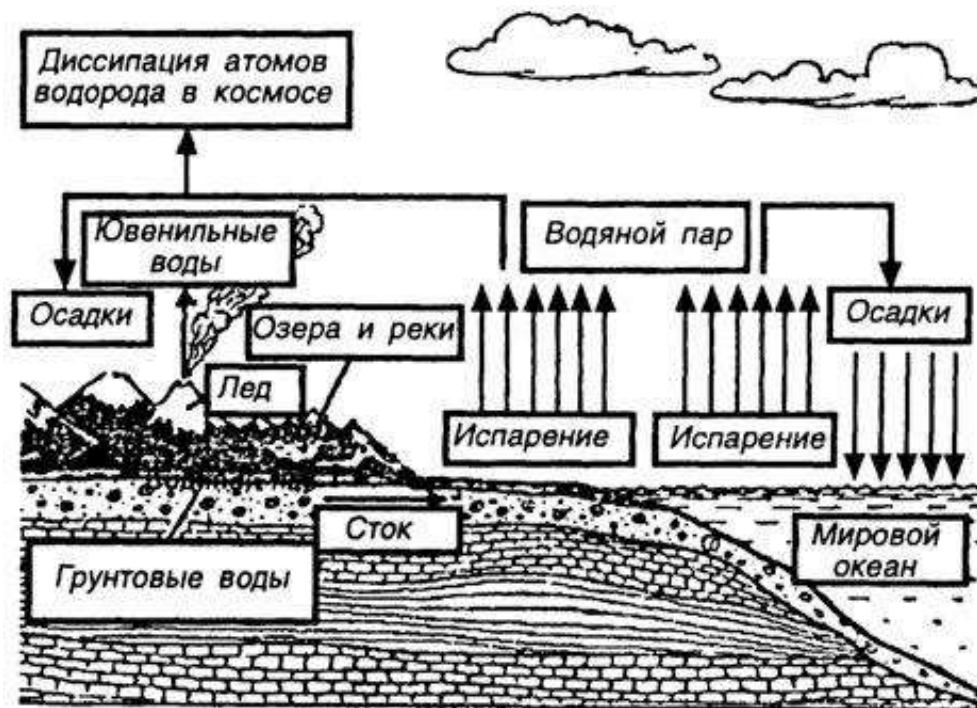


Рисунок 9.1. – Схема круговорота воды в биосфере

В результате количество воды на Земле остается постоянным, лишь изменяются ее свойства (из соленой становится пресной) и физическое состояние, которое может быть газообразным, жидким и твердым.

Мировой океан выпадает 80 % осадков. Однако особую ценность представляют именно те 20 % воды, которые выпадают на сушу. Ведь именно пресная вода поддерживает основную массу живого вещества на планете. Часть ее наводняет почву и пополняет запасы грунтовых вод, а часть, собираясь в ручейки, речушки и реки, со временем попадает в Мировой океан. Воду из почвы берут растения, которые затем испаряют ее благодаря механизмам транспирации. Вода переносится в атмосферу и в виде осадков возвращается на сушу или в океан. Одновременно с континентов в моря и океаны поступает речной сток воды.

Основу глобального круговорота воды в биосфере обеспечивают физические процессы, происходящие с участием мирового океана. Роль живого вещества в них, казалось бы, невелика. Однако на континентах масса воды, испаряемая растениями и поверхностью почвы, играет главную роль в круговороте воды. Так, в различных лесных зонах основное количество осадков образуется из водяного пара, поступающего в атмосферу благодаря суммарному испарению, и в результате такие зоны живут как бы на собственном замкнутом водном балансе.

Масса воды, транспирируемая растительным покровом, весьма существенна. Так, гектар леса испаряет 20 – 50 т воды в сутки. Роль растительного покрова заключается также в удержании воды путем замедления ее стока, в поддержании постоянства уровня грунтовых вод и др.

На круговорот воды в природе оказывает влияние человек, что ведет к изменению климата (уничтожение лесов, уплотнение пахотных земель и т. д.). По

этим причинам сток воды в океан увеличивается, количество грунтовых вод уменьшается. Поэтому вода в некоторых местах является невозобновляемым ресурсом.

Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения лишь часть использованной человеком воды возвращается в атмосферу опресненной. Другая часть (составляющая, например, при водоснабжении городов и большинства промышленных предприятий 90 %) сбрасывается в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 9.1.

Рассчитайте количество воды, потребляемое человечеством в разные периоды цивилизации. Заполните таблицу 9.1.

Таблица 9.1. – Количество воды, потребляемое человечеством в разные периоды его существования

№ п/п	Период	Численность населения	Из них городское население	Потребление воды в сутки	Потребление воды в месяц, л	Потребление воды в год, л
1	10 тыс. лет назад	5 млн.	0,05 %	12 – 18 л		
2	1 тыс. лет назад	350 млн.	1 %	30 л		
3	500 лет назад	450 млн.	2 %	30 л		

4	1800 г.	1 млрд.	5 %	40 – 60 л		
5	1900 г.	1,65 млрд.	8 %	230 л		
6	1939 г.	2 млрд.	12 %	350 л		
7	1960 г.	3 млрд.	35 %	400 л		
8	1975 г.	4 млрд.	40 %	400 л		
9	1999 г.	6 млрд.	52 %	500л		
10	2013 г.	7 млрд.	57 %	520 л.		

Задание 9.2.

Основывая на результатах выполненного задания 9.1, постройте гистограмму, отражающую динамику потребления воды (по оси абс-цисс временной период; по оси ординат – количество потребленной воды). Сделайте соответствующие выводы.

Задание 9.3.

Постройте и проанализируйте полный цикл круговорота воды в биосфере. Какое звено, по вашему мнению, является наиболее важ-ным для сохранения целостности круговорота воды в природе? Ответ обоснуйте.

ЗАНЯТИЕ 10.

КРУГОВОРОТЫ УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА

В БИОСФЕРЕ

Цель занятия: изучить круговороты кислорода и углерода в природе и влияние хозяйственной деятельности человека на их трансформацию.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Круговорот углерода – циклический процесс перемещения угле-рода в планетарном масштабе, включающий связывание и освобож-дение оксида углерода (IV). Масса CO₂ в атмосфере оценивается в

1012 т.

Приход CO_2 : дыхание живых организмов; почвенное дыхание; разложение умерших животных и отмерших растений микроорганизмами, брожение; антропогенные выбросы, включая сжигание (угля, мазута).

Расход CO_2 : фиксация CO_2 из атмосферы при фотосинтезе с освобождением кислорода; потребление части углерода животными, питающимися растительной пищей; фиксация углерода в литосфере (образование органических горных пород – угля, торфа, горючих сланцев, а также почвенных компонентов, например, гумуса); фиксация углерода в гидросфере (образование карбонатных пород – известняков, доломитов).

Постепенное возрастание содержания CO_2 в атмосфере привело к так называемому **парниковому эффекту**.

Сжигание ископаемого топлива (80%) и истребление обширных лесных массивов (20%) привели к тому, что большое количество ранее секвестрированного (изолированного) углерода было выброшено на протяжении последнего столетия в атмосферу в виде диоксида углерода. Наблюдаемое увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере, как полагают, может усиливать парниковый эффект, обусловленный уже имеющимся в атмосфере количеством этого соединения и водяным парами, что может привести к увеличению температуры земной поверхности, особенно в области полюсов.

Поскольку население нашей планеты достаточно многочисленно,

каждый из нас при дыхании выделяет в атмосферу диоксид углерода, вполне возможно, что это оказывает непосредственное влияние на его содержание в атмосфере

Круговорот углерода (рис. 10.1) тесно связан с круговоротом кислорода (рис. 10.2).

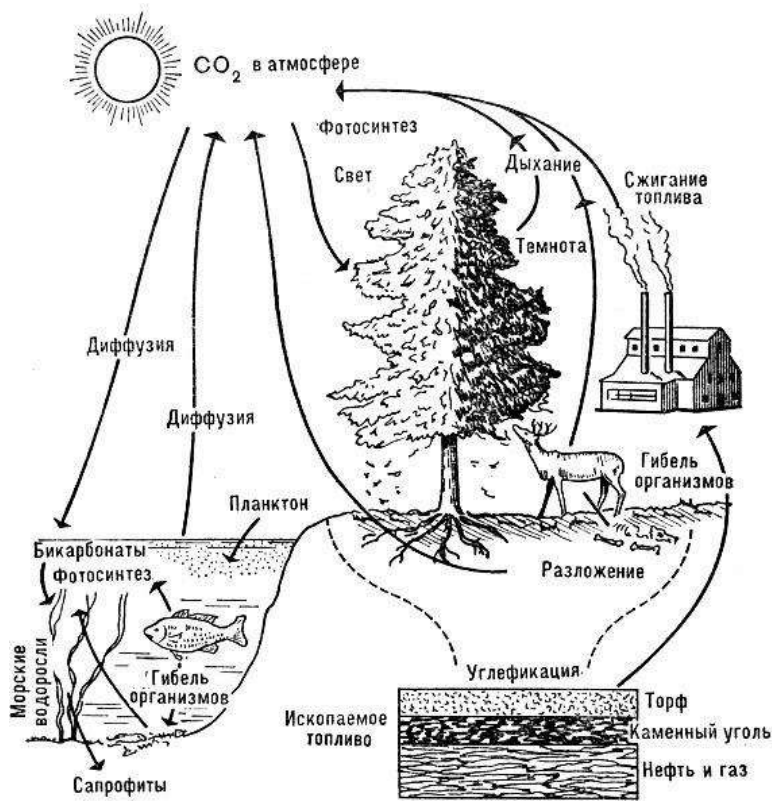


Рисунок 10.1. – Схема круговорота углерода в биосфере

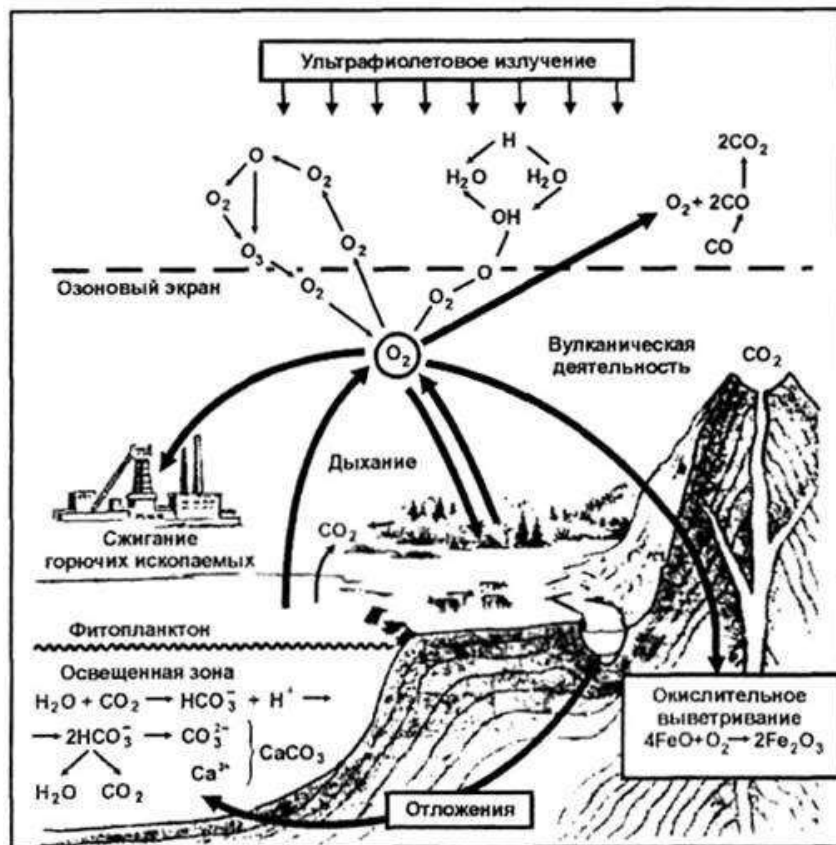


Рисунок 10.2. – Схема круговорота кислорода в биосфере

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 10.1.

Рассмотрите полный цикл круговорота кислорода в биосфере (рис. 10.2). Перенесите схему в тетрадь.

Какие звенья включает круговорот кислорода? Какое звено, по вашему мнению, является наиболее важным для сохранения целостности круговорота кислорода в природе? Определите ценность каждого этапа круговорота кислорода для сохранения устойчивости биосферы. Ответ обоснуйте.

Задание 10.2

Решите задачу:

Общее содержание CO_2 в атмосфере Земли составляет около 1100 млрд. т. Установлено, что за 1 год растительность ассимилирует примерно 1 млрд. т углерода, примерно столько же его выделяется в атмосферу. Определите, за сколько лет весь углерод атмосферы пройдет через организмы.

Задание 10.3

Заполните схему круговорота (рис. 10.3) углерода в природе следующими компонентами:

- Углекислый газ атмосферы – Бактерии и грибы.
- Растения – Осадочные и карбонатные породы.
- Травоядные животные – Хищники.
- Сжигание топлива человеком – Вулканическая деятельность

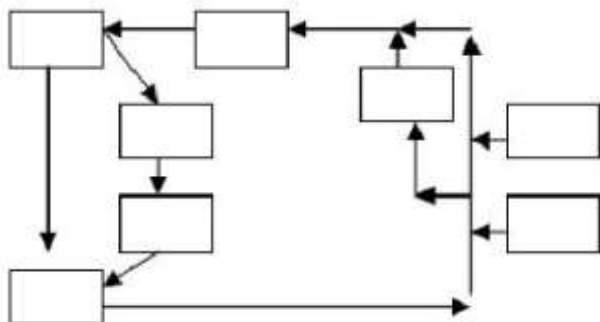


Рисунок 10.3. – Схема круговорота углерода

ЗАНЯТИЕ 11.

КРУГОВОРОТЫ АЗОТА, СЕРЫ И ФОСФОРА В БИОСФЕРЕ

Цель занятия: изучить круговороты азота, серы и фосфора в биосфере, определить их глобальное значение для жизни на планете, рассмотреть возможные уровни безопасного внедрения человека в данные круговороты.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Устойчивость биосферы создают круговороты веществ и потоки космической энергии. Они происходят при участии живого вещества доядерных организмов – прокариот, которые помогают как образованию биомассы, так и ее разложению и минерализации.

Растения являются создателями органических веществ, выполняют космическую роль в биосфере, а грибы, являясь биотрофами и сапрофитами, замыкают круговорот, подготавливая питание для автотрофов.

Движение и преобразование веществ в биосфере осуществляется при непосредственном участии живого вещества, которое в настоящее время населяет биосферу и действует на Земле в течение всей геологической истории.

Животные относятся к активно перемещающимся гетеротрофам, которые выполняют в биосфере важнейшую роль, одновременно способствуя переработке и перераспределению органического вещества, регуляции численности, переносу репродуктивного вещества и самоочищению биосферы. Простейшие, обитающие преимущественно в водной среде, способствуют перераспределению вещества в водных экосистемах, участвуя в образовании осадочных горных пород. Многоклеточные животные – единственные живые организмы биосферы, перемещающие вещества в горизонтальном направлении, в отличие от растений, перемещающих вещества в вертикальном направлении. Многоклеточные животные переносят также «чужое» репродуктивное живое вещество: пыльцу, споры, семена высших растений и тем самым содействуют их плодоношению и дальнейшему расселению. Кроме того, многоклеточные животные, являясь некротрофами, выполняют в биосфере роль регулятора, в морских экосистемах регулируют биомассу первичной продукции. В водных системах наиболее заметно влияние животных-фильтраторов, в почвах и донных осадках водоемов – детритоядных животных.

Фосфор и сера не менее важны, чем углерод, азот и кислород для ряда белковых молекул и также относятся к важнейшим биогенным элементам. В

круговороте веществ сера и фосфор проходят типичный осадочный биогеохимический цикл.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 11.1.

Изучите схему круговорота азота в биосфере (рис. 11.1). Перенесите ее в тетрадь. Дайте характеристику основным звеньям глобального цикла азота. Рассмотрите деформацию биогеохимических циклов массо-обмена под воздействием сельскохозяйственного производства на примере азота. Вынос и накопление нитратов – это действительно проблема или всего лишь вымысел?

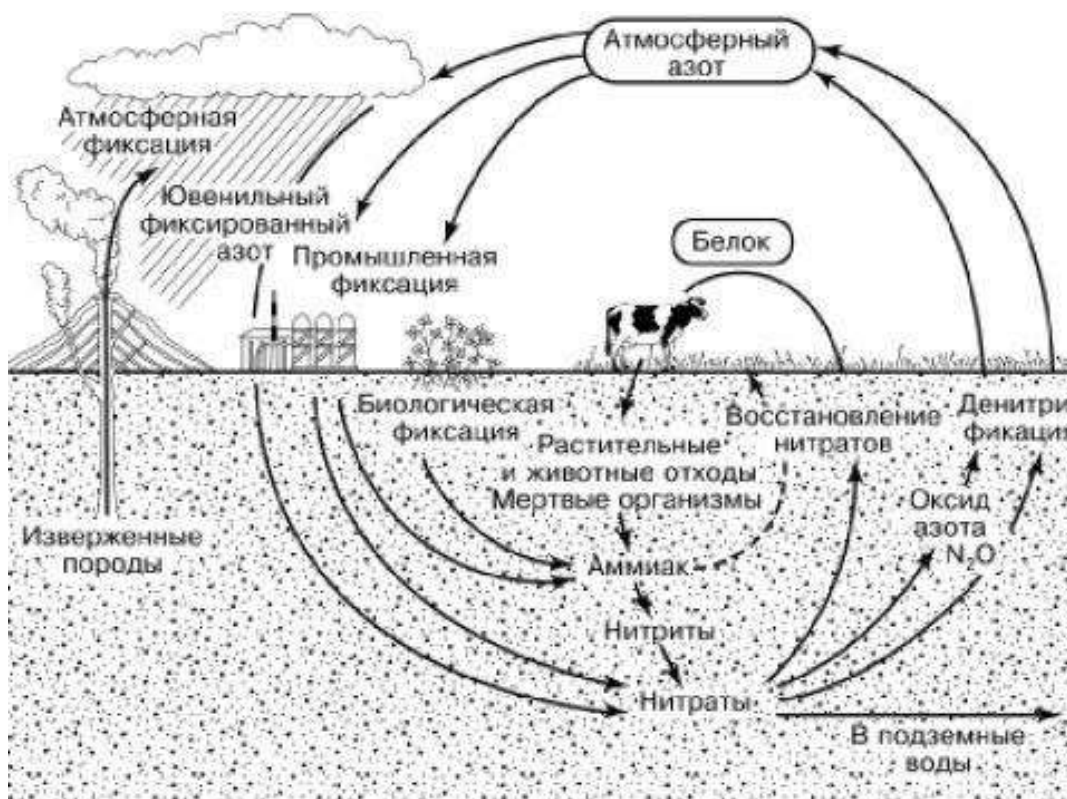


Рисунок 11.1. – Схема круговорота азота в природе

Задание 11.2.

Изучите схему круговорота фосфора в биосфере (рис. 11.2). Перенесите ее в тетрадь.

Дайте характеристику основным звеньям глобального цикла фосфора. Рассмотрите деформацию биогеохимических циклов массо-обмена под воздействием сельскохозяйственного производства на примере фосфора. Определите звенья в его цепи, являющиеся наиболее чувствительными при

антропогенной нагрузке. Приведите доказательства того, что фосфор может быть лимитирующим фактором для развития системы.

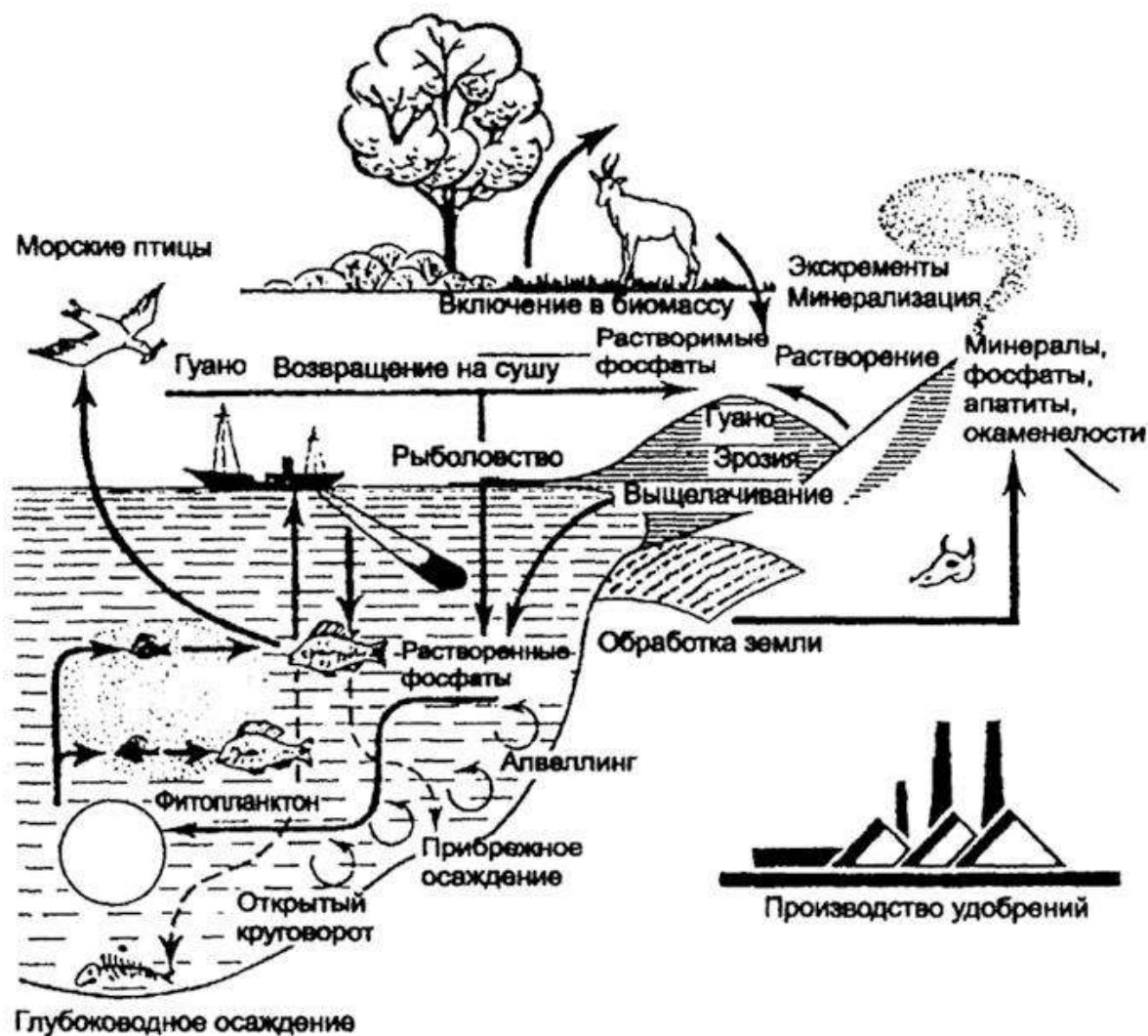


Рисунок 11.2. – Схема круговорота фосфора в природе

Задание 11.3.

Изучите схему круговорота серы в биосфере (рис. 11.3). Перенесите ее в тетрадь.

Дайте характеристику основным звеньям глобального цикла серы. Определите звенья в его цепи, являющиеся наиболее чувствительными при антропогенной нагрузке. Каким образом, сжигание топлива влияет на круговорот серы?

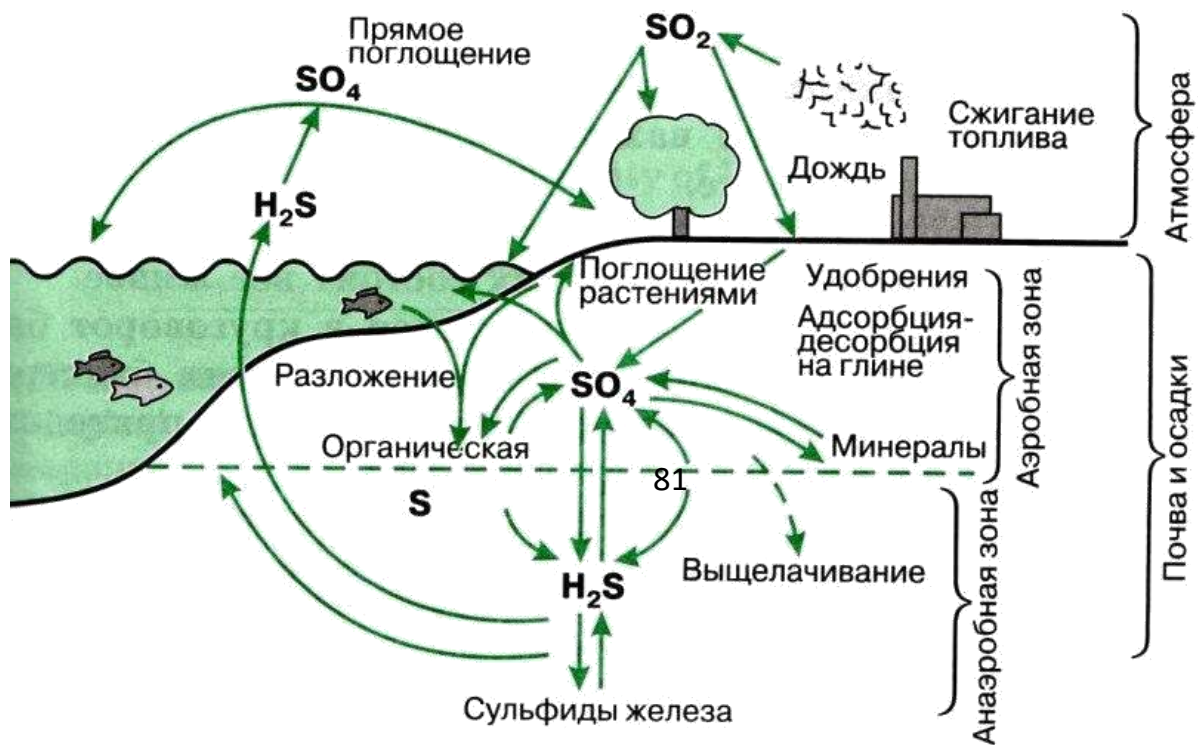


Рисунок 11.3. – Схема круговорота серы в природе

ЗАНЯТИЕ 12.

УРОВНИ ОРГАНИЗОВАННОСТИ БИОСФЕРЫ

Цель занятия: изучить принципы и уровни организованности биосферы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В создании учения о биосфере вели многие пути, но нужен был Вернадский, чтобы на перекрестке этих путей увидеть за «покровом живых существ» «живое вещество» планеты, непрерывность его по-тока, понять его роль в геохимической структуре биосферы. Биогео-химия стала одной из важных наук изучения биосферы, а планетный геологический аспект биосферы связал воедино историю и судьбу живого вещества с косными и биокосными телами Земли, с геологической историей планеты и ее основными оболочками.

Человек, как всякое живое природное (или естественное) тело, неразрывно связан с определенной геологической оболочкой нашей планеты – биосферой, резко отличной от других ее оболочек, строение которой определяется ее своеобразной организованностью и которая занимает в ней, как обособленная часть целого, закономерно выражаемое место.

Живое вещество, так же как и биосфера, обладает своей особой организованностью и может быть рассматриваемо как закономерно выражаемая 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. В ходе времени – в обобщениях механики и в упрощенной модели – мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек (материальная или энергетическая) не возвращается закономерно, не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в которой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математической случайности, очень малой вероятности.

Организованность биосферы – организованность живого вещества – должна рассматриваться как равновесие, подвижные, все время колеблющиеся в историческом и геологическом времени около точно выражаемого среднего. Смещения и колебания этого среднего непрерывно проявляются не в историческом, а в геологическом времени. В течение геологического времени в круговых процессах, которые характерны для биогеохимической организованности, никогда никакая точка (например, атом или химический элемент) не возвращается в зоны веков тождественно к прежнему положению.

В обыденной жизни это проявляется для нас в личности, в отсутствии двух тождественных индивидуальностей, не отличимых друг от друга. В биологии проявляется оно тем, что каждый средний индивидуум живого вещества химически отличим как в своих химических соединениях, так, очевидно, и в своих химических элементах и имеет свои особые соединения.

Сущность учения В. И. Вернадского заключена в признании исключительной роли «живого вещества», преобразующего облик планеты. Суммарный результат его деятельности за геологический период времени огромен. По словам Вернадского, «на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом». Именно живые организмы улавливают и преобразуют энергию Солнца и создают бесконечное разнообразие нашего мира.

Вторым главнейшим аспектом учения В. И. Вернадского является разработанное им представление об организованности биосферы, которая проявляется в согласованном взаимодействии живого и неживого, взаимной приспособляемости организма и среды. «Организм, – писал В. И. Вернадский, – имеет дело со средой, к которой он не только приспособлен, но которая приспособлена к нему».

Поскольку живое вещество является определяющим компонентом биосферы, можно утверждать, что оно может существовать и развиваться только в рамках целостной системы биосферы. Не случайно, поэтому В. И. Вернадский считает, что живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей.

Исходной основой существования биосферы и происходящих в ней биогеохимических процессов является астрономическое положение нашей планеты и в первую очередь ее расстояние от Солнца и наклон земной оси к эклиптике, или к плоскости земной орбиты. Это пространственное расположение Земли определяет в основном климат на планете, а последний в свою очередь – жизненные циклы всех существующих на ней организмов. Солнце является основным источником энергии биосферы и регулятором всех геологических, химических и биологических процессов на нашей планете. Эту ее роль образно выразил один из авторов закона сохранения и превращения энергии Юлиус Майер (1814 – 1878), отметивший, что жизнь есть создание солнечного луча.

Решающее отличие живого вещества от косного заключается в следующем:

– изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе используется понятие исторического, а в косных телах – геологического времени. Для сравнения отметим, что секунда геологического времени соответствует примерно ста тысячам лет исторического;

– в ходе геологического времени возрастают мощь живого вещества и его воздействие на косное вещество биосферы. Это воздействие, указывает В. И. Вернадский, проявляется, прежде всего, «в непрерывном биогенном токе атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно»;

– только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени. Процесс и механизмы этих изменений впервые нашли объяснение в теории происхождения видов путем естественного отбора Ч. Дарвина (1859 г.);

– живые организмы изменяются в зависимости от изменения окружающей среды, адаптируются к ней и, согласно теории Дарвина, именно постепенное накопление таких изменений служит источником эволюции.

В биосфере живое вещество (биоценоз) и среда обитания (биотоп) органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему.

Выделяются следующие *уровни организованности биосферы*:

термодинамический, физический, химический, биологический, парагенетический.

Таким образом, биосфера выступает как чрезвычайно сложная и многообразная система, работающая в *стационарном режиме* за счет круговоротов на основе тонкой регуляции всех составляющих её частей и

процессов. Целостность её определяется непрерывным энер-го- и массообменом между сушей, Мировым океаном и живым веще-ством.

По данным В. Горшкова *глобальный круговорот углерода и дру-*

гие круговороты, в которых участвуют живые организмы (включая почвенные бактерии, соблюдается с точностью 0,01 % – величайшая степень точности).

Главной особенностью биосферы является то, что все её элемен-ты *рождаются, живут и умирают.*

Биосфера – *динамическая система*, важнейшим свойством кото-рой является *воспроизводство* самой себя.

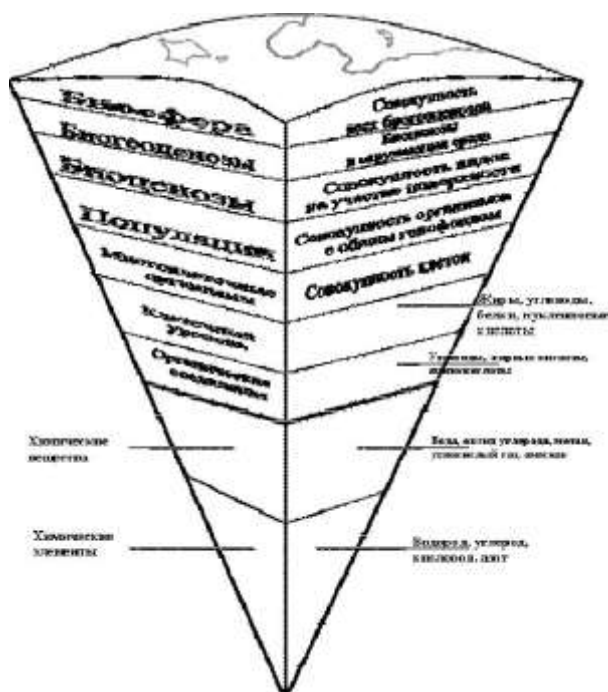


Рисунок 12.1. – Структурная организация биосферы

Структурные элементы биосферы:

Организм (греч. *organizo* – устраиваю, сообщаю стройный вид) – живое существо, обладающее совокупностью свойств, отличающих его от неживой материи.

Популяция (лат. *populatio* – народ, население) – совокупность особей одного вида, длительно занимающая определённое пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений.

Вид – совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием потомства и обладающих рядом общих морфо-физиологических признаков и населяющих определённый ареал (основная структурная и классификационная единица в биологии).

Биоценоз (греч. *Βίος* – жизнь; *κοινός* – общий) – совокупность растений, животных и микроорганизмов, населяющих участок среды с однородными условиями жизни и характеризующихся определёнными отношениями между собой. Биоценозы образуются в ходе эволюционного процесса.

Биогеоценоз (греч. *Βίος* – жизнь; *γη* – земля; *κοινός* – общий) – *эко-система*, внутри которой не проходят биоценотические, микроклиматические, почвенные и гидрологические границы. Это **биоценоз в совокупности со средой обитания**, связанный с ней **круговоротами** веществ, энергии и информации, реализуемых множеством трофических цепочек и биогеохимических циклов.

Высокая степень согласованности всех видов жизни в биосфере – результат единой эволюции взаимодействующих биосистем – **коэволюции**. Коэволюция проявляется в тонкой взаимной приспособляемости видов, во взаимодополнении живых систем. В конечном счете, коэволюция приводит к увеличению биоразнообразия и сложности в природе. Согласно ей, **многообразие живых организмов – это основа организации и устойчивости биосферы**.

Каждый биологический вид выполняет свою функцию в биосферной циркуляции вещества, энергии, в обмене информацией и осуществлении обратных связей.

Глубокая фундаментальная взаимосвязь компонентов биосферы, делает её похожей на **единый живой организм**, который, родившись практически одновременно с Землёй, непрерывно эволюционирует.

Планетарные масштабы этой эволюционирующей системы и одновременно ее схожесть с живым организмом определяют место **био-**

сферы как особого уровня организации живой материи.

Основным источником энергии в биосфере является, прежде всего, Солнце. С энергетической точки зрения живое вещество является наиболее эффективным способом преодоления роста энтропии (поддержания упорядоченности).

В.И. Вернадский предположил, что **живое вещество биосферы** выполняет и **биогеохимические функции** жизни, формирующие среду для существования живого.

Закономерности развития биосферы подчиняются *всеобщему за-кону сохранения*, из которого следуют 3 инстинкта:

6. инстинкт сохранения вида;
7. инстинкт продолжения рода;
8. инстинкт иерархичности (самоутверждения).

Организованность биосферы – явление многоплановое. В самом крупном плане биосфера представляет собой единство живого и ми-неральных элементов, вовлечённых в сферу жизни. Существенная со-ставная часть единства – биотический круговорот, основанный на взаимодействии организмов, создающих и разрушающих органиче-ское вещество.

При более детальном рассмотрении нетрудно обнаружить гетеро-генность биотического круговорота, его более древнюю часть, со-ставленную из одноклеточных синтетиков и деструкторов, и относи-тельно позднюю надстройку из многоклеточных организмов.

Ещё более внимательный анализ показывает, что биосфера рас-пределена по поверхности Земли неравномерно. В различных при-родных условиях она сформирована в виде относительно самостоя-тельных природных комплексов, получивших название экосистем, или биогеоценозов. Понятие «биогеоценоз» введено в науку совет-ским ботаником Академиком В. Н. Сукачевым и означает сообщество организмов разных видов, обитающее в определённых природных ус-ловиях. Каждый биогеоценоз, или экосистема, представляет собой своеобразную модель биосферы в миниатюре. Он, как правило, вклю-чает фотосинтетиков – хлорофиллоносные растения, создающие ор-ганическое вещество, гетеротрофов, живущих на созданной автотро-фами органике, деструкторов, разрушающих органическое вещество тел растений и животных до минеральных элементов, а также суб-страт с каким-то запасом минеральных элементов. В зависимости особенностей субстрата, климата, исторических факторов формиро-вания жизни биогеоценозы могут весьма существенно различаться. Известный американский эколог Е. Одум (1968), говоря об основных экосистемах мира, называет следующие экосистемы: моря, эстуарии и морские побережья, ручьи и реки, озёра и пруды, пресноводные боло-та, пустыни тундры, травянистые ландшафты, леса.

Каждая из перечисленных Одумом крупных экосистем, характе-ризуемая некоторыми специфическими особенностями, в свою очередь распадается на экосистемы, или биогеоценозы различных ле-сов - хвойных, лиственных, тропических, каждый из которых отлича-ется своими особыми чертами и прежде всего характерным кругово-ротом вещества. Точно так же экосистема моря включает в свой со-став биогеоценозы коралловых островов, весьма богатых жизнью. Один из основателей экологии как самостоятельной науки, известный английский учёный Ч. Элтон (1960), обращает внимание на то, что разные биогеоценозы насыщены жизнью в разной степени. Как пра-вило, бедны разнообразием видов организмов биогеоценозы Крайнего Севера, пустынь, особенно богаты видами биогеоценозы дождевых тропических лесов. Величина

первичной продукции органического вещества в биогеоценозах, наиболее богатых жизнью, превосходит продукцию биогеоценозов глубин океана более чем в 50 раз! Живая часть биогеоценоза – биоценоз – складывается из популяций организмов, принадлежащих к разным видам. В распределении видов в составе биоценоза обнаруживаются интересные закономерности. Чем меньше вес организма, тем больше численность его особей (Э. Макфельден, 1965). Изучение частоты встречаемости представителей разных видов позволяет обнаружить другую более важную закономерность: Наибольшим распространением отличается сравнительно небольшое число видов. Так, например, по данным Э. Райса (1952), изучившего видовую структуру растительности высокотравной Оклахомы, 84 % травостоя было занято 9 видами, в то время как на долю остальных 20 видов приходилось 16 %. В состав биоценозов входят, с одной стороны, высокоспециализированные виды, способные существовать только в условиях данного биоценоза, с другой – виды с более широким спектром потребностей. При существенных изменениях среды обитания первыми вымирают специализированные виды.

Во многих биоценозах наряду с видами, встречающимися в данном сообществе постоянно, имеются виды, входящие в состав либо на какой-то стадии развития, либо в течение ограниченного сезона. К первым принадлежат многие водные насекомые, живущие в водоёме на личиночной стадии и покидающие это местообитание во взрослом состоянии, например комары. Большую роль играют отношения типа паразит – хозяин. В последнее время открыта принципиально новая форма связей – передача наследственных особенностей от одних видов к другим с помощью бактериофагов и вирусов. Такая форма связи, по-видимому, широко распространена среди бактерий. Какую она играет роль во взаимодействии между другими членами биоценоза, пока ещё не достаточно ясно. Анализ структуры биосферы не заканчивается на биогеоценозах. Они, в свою очередь, состоят из популяций разнообразных видов, т.е. из качественно своеобразных форм организации живой материи, каждая из которых ведёт своё начало от общего предка. В биогеоценозе, таким образом, существуют популяции видов с разной историей; основа биогеоценоза полифилетична. В организации биосферы как системы биогеоценозов снова находит своё выражение общий принцип формирования сложного из относительно простого:

1. Имеется масса специфических компонентов – популяции отдельных видов.

1. Различные виды организмов не только способны образовывать связи друг с другом, они уже не могут существовать без этих связей.

1. Связи между организмами обеспечиваются в основном одним источником энергии – солнечным излучением. Каждый биогеоценоз – своеобразный трансформатор солнечной энергии в энергию биосинтезов.

1. Принцип разделения труда, достаточно хорошо выраженный в биогеоценозах, придаёт им черты целостности, относительной независимости существования и, как следствие этого, большей устойчивости.

Относительная независимость биоценозов друг от друга при условии конкуренции между ними за местообитание, вещество и энергию создаёт оптимальные условия для эволюций всей биосферы.

Развитие биосферы предстаёт как чередование этапов эволюции, прерываемых скачкообразными переходами в качественно новые состояния. В целом при этом образовывались все, более сложные и упорядоченные формы

живого вещества. Одна из загадок этого процесса как из единственной зародышевой клетки развивается многообразие типов специализированных клеток, как эти клетки узнают, где, в каком локальном участке пространства они должны расположиться, какими путями передается подобная «строительная» информация среди вновь образующихся клеток. У человека, например, насчитывается более 200 разновидностей специализированных клеток. Предполагается, что каждая из вновь образующихся делением клеток зародыша содержит в своих хромосомах весь набор генетических программ возможного развития. Специализация клетки происходит после того, как она получает сигнал, включающий одну из имеющихся программ. Правильное включение программ позволяет голове зародыша сформироваться впереди, а не позади туловища, лапам (рукам) – на положенных местах, а внутренним органам – в положенных для них частях туловища.

Эволюционный процесс в биосфере носит многоуровневый характер. В разное время эволюция протекала и продолжает протекать в наши дни на молекулярном, клеточном, тканевом уровнях, на уровне органов, организмов, популяций, биоценозов. Различаясь на каждом из этих уровней, процессы эволюции сливаются в единый процесс развития биосферы.

Три составные части биосферы – гидро-, лито- и атмосфера, тесно связаны и вместе образуют единую саморегулирующуюся экосистему, обеспечивающую глобальный круговорот веществ через системы геологического и биологического круговоротов.

Геологический (большой) круговорот осуществляется между океаном и сушей в ходе разрушения горных пород и различных физико-химических превращений от энергии солнца.

Биологический (малый) круговорот обеспечивает циркуляцию веществ между растениями, животными, микроорганизмами и почвой. Благодаря своему широкому распространению и способности адаптироваться к различным условиям, живые организмы оказали довольно существенное влияние на окружающую среду и изменили ее основные характеристики в сторону благоприятную для устойчивого существования жизни. В конечном итоге их совокупная деятельность коренным образом преобразовала свойства всех сред жизни и создала необходимые условия для современного существования. Это обеспечено:

высокой химической активностью живых организмов;
многообразием функциональных связей между ними;
их физиологической разнокачественностью.

В простейшем виде разнокачественные формы представлены продуцентами, консументами, детритофагами и редуцентами, совместная деятельность которых определяет непрерывность биологического круговорота веществ в биосфере. Этот процесс обеспечивается наличием в биосфере следующих структурных элементов:

- экосистем – совокупности организмов и неорганических компонентов любого масштаба, в которой может осуществляться круговорот веществ ;

- биогеоценозов – сообществ разных видов организмов, заселяющих конкретные местообитания (обычно в пределах одной растительной ассоциации).

Основная функция биогеоценоза заключается в поддержании круговорота веществ на основе пищевых (трофических) взаимоотношений продуцентов, консументов и редуцентов, образующих системы цепей питания или трофических цепей.

Любой вид в процессе круговорота веществ участвует на уровне популяции (Йогансен, 1903) – естественных группировок одного вида, заселяющих одинаковые места обитания, связанных общностью генофонда и специальными адаптациями. Отдельные организмы, составляющие популяции, обеспечивают переваривание и усвоение пищи, дыхание, клеточный метаболизм и другие процессы, которые обеспечивают их выживание в постоянно меняющихся условиях среды

В поддерживают гомеостаз.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 12.1

Изучив теоретический материал, схематично дайте характеристику уровням организованности биосферы.

Работу необходимо выполнять в группах: группа 1 – термодинамический уровень; группа 2 – физический; группа 3 – химический; группа 4 – биологический; группа 5 – парагенетический.

ЗАНЯТИЕ 13.

УРОВНИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИОСФЕРЫ И ГЕОСФЕРЫ

Цель занятия: изучить пути взаимодействия биосферы и географической оболочки Земли

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Географическая оболочка Земли (как и биосфера) неоднородна в пространстве, она дифференцирована на отличающиеся друг от друга территории. Ее последовательно делят на физико-географические пояса, географические зоны, внутризональные горные и равнинные области и подобласти, подзоны и т. д.

Соотношение понятий «географическая оболочка» и «биосфера» трактуется различно. Одни ученые считают эти термины синонимами. «Понятие географической оболочки аналогично понятию биосферы», пишет К. К. Марков

(1970). Эту идею систематически защищает И. П. Герасимов, доказывающий, что только при понимании географической оболочки как биосферы возможны ее исследование, преобразование и охрана. Другие ученые остаются сторонниками «рассеянной биосферы», понимая под ней по-прежнему только мир живых существ. Недостаточность этой позиции очевидна. отождествление понятий «биосферы» и «географическая оболочка» основано на том, что реальные природные образования, из которых состоит географическая оболочка и в которых живут и работают люди, есть биогеоценозы на суше и биогидроценозы в водоемах: единство растений, животных, горных пород (рельефа), почв, воздуха (климата), влажности грунтов и других компонентов. Это единство и выражает учение В. И. Вернадского о биосфере.

И все-таки географическая оболочка шире, чем биосфера, эти понятия не идентичны. Жизнь и биосфера появились на Земле тогда, когда географическая оболочка достигла необходимого для этого уровня развития. Эволюция живого вещества и биосферы протекает в определенной географической среде, благоприятной на нашей планете. Географическая оболочка обладает рядом таких свойств и природных систем, которые генетически не связаны с биосферой. Они создают условия для жизни: циркуляция атмосферы и образование климатов, динамика водных масс океанов и др. Географическая оболочка дает вещество и энергию для живых организмов и, как уже сказано, перерабатывается ими.

Таким образом, географическая оболочка – это природное образование, целостная материально-энергетическая система сферической формы, возникающая и развивающаяся при взаимодействии литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы.

Географическая оболочка Земли – область действия климатического круговорота вещества и энергии. Она включает взаимодействующие частные сферы – литосферу, гидросферу, атмосферу и биосферу.

Образование геосферы было важным этапом в истории Земли. Создание мягких и устойчивых по времени условий среды, изменяемых в узком диапазоне, способствовало возникновению и развитию жизни. Участие в обменных процессах таких биогенных элементов, как С, Н, О, N, P, S, К и ряд других, в условиях оптимального теплового режима стали основой возникновения живого. Повсеместное распространение наиболее активных биогенов (CO_2 , O_2 , N_2 , H_2O) в атмосфере перенос их воздушными потоками по планете воздавали среду распространения жизни, формирования биосферы.

Постепенно живое вещество освоило верхнюю часть литосферы, всю гидросферу, атмосферу до границы озонового экрана. Живое вещество активно участвует в преобразовании литосферы, формируя кору выветривания, илы морей и океанов, создавая биогенные минералы: карбонаты и силикаты. Из минерализованных скелетов морских организмов сложены громадные толщи осадочных пород Земли.

В гидросфере сосредоточена почти вся масса водорода и кислорода, а также Na, K, Mg, B, S, Cl и Br, соединения которых хорошо растворимы в природных водах: 88 % всей массы углерода биосферы растворено в водах гидросферы. Наличие растворенных в воде веществ – одно из условий существования живого.

Биосфера активно взаимодействует с атмосферой, участвуя в определении газового состава атмосферного воздуха. Практически весь кислород атмосферы ($1,2 \times 10^{21}$ г) образован растениями за время существования биосферы.

Энергетика геосферы во многом связана с функцией живого вещества: растительный покров меняет альbedo поверхности, потепление климата в результате парникового эффекта связано с участием растений океана и суши в углеродном цикле (выделением и поглощением CO_2).

Неравномерное распределение солнечного тепла вследствие шарообразности и вращения земли, размеры и конфигурация суши формируют широтные географические пояса. Принято выделять 13 симметрично расположенных по отношению к экватору географических поясов.

В пределах поясов в зависимости от увлажнения выделяются приокеанические и континентальные секторы. Секторы подразделяются на более легкие единицы – природные зоны. Общность геологического строения и рельефа, климата и типов почв, истории антропогенного освоения природы позволяет выделить ландшафты – основные «кирпичики» географической оболочки.

Учеными установлена взаимосвязь соотношения тепла и влаги в определении типа ландшафтов. Пространство внутри кривой (рис. 13.1) представляет арену развития природных ландшафтов. При этом учитывается валовое увлажнение территории (осадки минус сток), т.к. сам сток и биологических процессах не участвует.

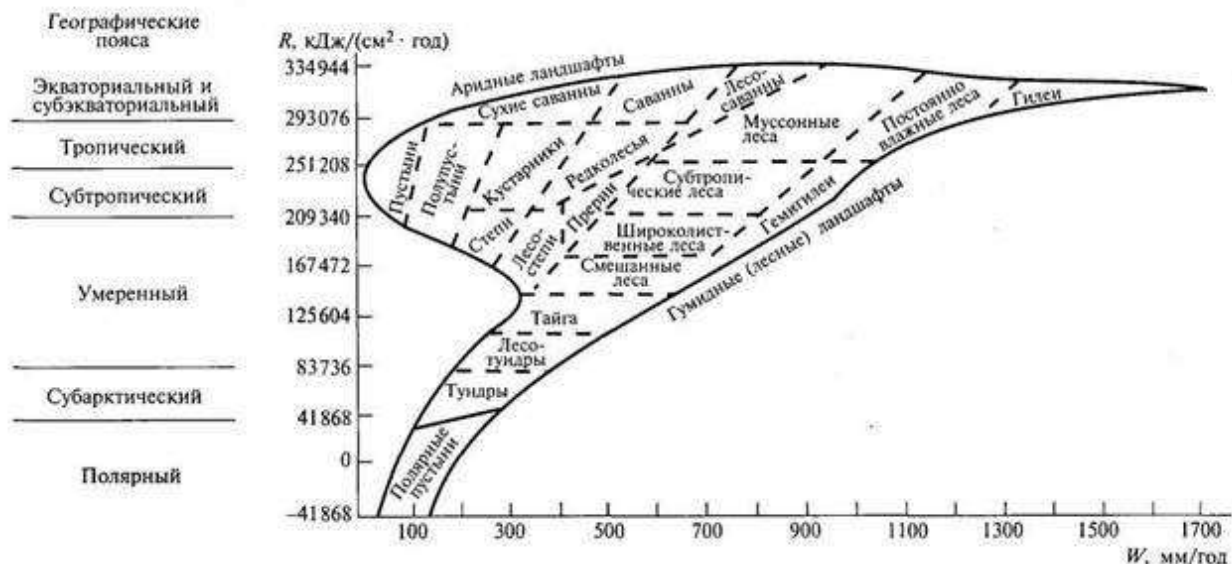


Рисунок 13.1. – Соотношение тепла и влаги в основных типах ландшафтов суши на равнинах

Гидротермический коэффициент (ГТК) выражает зональные закономерности соотношения тепла и влаги. Если он имеет величину более 10, то развиваются влажные в основном лесистые ландшафты, если менее 7 – травянисто-кустарниковые, а в диапазоне от 7 до 10 – переходные типы.

ГТК во многом определяет продуктивность растительной массы. Самая высокая продуктивность отмечена в дельтах субэкваториального пояса – до 3 тыс. ц сухого вещества в год с 1 га. Рост и развитие растений здесь происходит в условиях высоких температур и влажности круглый год.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 13.1.

Изучив теоретически материал, заполните таблицу 13.1.

Таблица 13.1 – Характеристика взаимодействий живого вещества с геосферой

№	Часть геосферы	Характеристика взаимодействия	
		Результат влияния на живое вещество (прямая связь)	Результат влияния живого вещества (обратная связь)
1	Атмосфера		
2	Гидросфера		
3	Литосфера		

Задание 13.2.

Дайте письменное обоснование того, как биосфера содействует сохранению условий (физических, химических и других) жизни на Земле.

ЗАНЯТИЕ 14.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ БИОСФЕРЫ

Цель занятия: изучить основные пути воздействия человека на биосферу и связанные с ними экологические проблемы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Составляя ничтожную долю биосферы – всего 0,0000025 ее мас-сы (0,0001 долю живого существа), человек как биологический вид и одновременно с этим как уникальное социальное существо оказывает на биосферу огромное,

несопоставимое по его месту на Земле воздействие, приближающееся по своей мощи к природным процессам. Это преобразующее, а нередко и разрушающее воздействие было названо В.И.Вернадским «геохимической деятельностью человека». Масштабы геохимической деятельности людей огромны, а время, в течение которого она протекает, ничтожно. Так, состав атмосферного воздуха в результате поступления в него антропогенного углекислого газа за последние 50 лет изменился больше, чем за всю предшествующую историю человеческого общества, за несколько столетий планета потеряла около 2/3 лесов, естественная структура почв разрушена на многих миллионах гектаров, значительные территории превращены в «лунные ландшафты» вследствие открытой разработки полезных ископаемых и т.д.

Сила и направленность геохимической деятельности человека не оставались неизменными. Они зависели как от количественного, так и от качественного развития человечества. Воздействие на природу людей каменного века, например, отличалось от современного антропогенного процесса не только чисто физическими характеристиками и параметрами, но и глубиной превращения вещества и энергии, характером последствий и т.д.

Говоря о динамике экологической ситуации в разных регионах планеты, важно отметить, что абсолютной гармонии во взаимоотношениях человека и природы, вероятно, не было никогда. На Земле неоднократно возникали кризисные ситуации в экологической сфере. Так называемые «экологические кризисы», неизменно вовлекающие в свою орбиту и человеческие поселения, известны на всех этапах развития человечества: в доисторическую эпоху (кризис консументов, связанный с перепромыслом крупных животных), в Древнем Риме, Месопотамии и Египте (деградация природных комплексов вокруг городов, явления антропогенного опустынивания и др.), в средние века (кризис природного сырья), в капиталистическую эпоху (кризис крупных городов).

Решающим фактором, приведшим человечество на грань особенно сильного антропогенного экологического кризиса, стал переход от феодализма к капитализму. Почти с самого начала развитие капитализма сопровождалось возникновением во многих промышленных странах Европы кризисных ситуаций, вызванных подрывом запасов живых природных ресурсов, используемых в промышленных целях (сведение лесов, уничтожение животного мира и т.д.). Недостаток таких ресурсов побудил человека перейти к добыче минерального сырья, научиться превращать каменный уголь в кокс, значительно развить некоторые химические производства.

Одним из примеров возникновения, углубления и разрешения сложной кризисной ситуации, связанной с нехваткой природных ресурсов, может служить Англия XVII–XVIII вв. Развитие капитализма в этой стране, рост выплавки чугуна были связаны со сведением лесов на больших территориях, особенно вокруг городов. Этот процесс усугублялся и необходимостью постройки мощного флота (на каждый стопушечный линейный корабль требовалось до 50 тыс. взрослых деревьев, преимущественно дубов) для удовлетворения нужд развивающейся промышленности в сырье, главным образом в хлопке, и для охраны караванов судов, которым приходилось преодолевать огромные расстояния из Америки, Африки, Малой Азии.

Вероятно, процесс перестройки хозяйственной и социальной жизни шел весьма болезненно, но дальнейшая катастрофическая гибель лесов в течение столетия была предотвращена открытием современного доменного производства на базе использования каменного угля и модернизацией флота на основе использования паровых машин. Таким образом, развитие производительных сил и преодоление сырьевого (а в данном случае и экологического) кризиса шли одновременно, что позволило Англии стать мировой промышленной, колониальной и военной державой, «владычицей морей».

Сырьевой экологический кризис был преодолен, вслед за ним был преодолен и кризис «больших городов», но возникали очередные проблемы на новом, более высоком витке спирали развития человеческого общества. История показывает, что все экологические кризисы более или менее успешно преодолевались человечеством, хотя это всегда стоило ему больших жертв и материальных затрат.

Использование минерального топлива дало огромный толчок к развитию промышленности, что породило новое явление в жизни человечества – загрязнение окружающей среды. Бурное, нередко хаотичное развитие промышленности привело к прогрессирующему загрязнению воздушного, водного бассейнов, почвенно-растительного покрова, к деградации природного ландшафта, образованию в биосфере значительных очагов ее возмущения и угнетения. В настоящее время особенно напряженное положение сложилось в энергетическом балансе и биотическом кругообороте. Масштабы ежегодно изымаемого из природы вещества и возвращаемого ей уже в виде загрязнений, которые она не в состоянии включить в естественный кругооборот, лишь в несколько раз меньше ежегодной продуктивности биосферы.

Каждый год на Земле добывается не менее 4 млрд. м³ различных полезных ископаемых, сжигается 6 млрд. т каменного угля и почти 2 млрд. т нефти, что поглощает 10 – 12 млрд. т кислорода и возвращает в атмосферу 14 – 15 млрд. т углекислого газа, миллионы тонн других токсичных газов, пыли и аэрозолей. В моря и реки поступает огромное количество ядовитых веществ, часто несовместимых с естественными процессами, происходящими в гидросфере. Почвенную биоту загрязняют химические удобрения, гербициды и пестициды. Сильно возрос антропогенный пресс на животный мир планеты. Только с начала XVII столетия с лица Земли стерто более 120 видов и подвидов млекопитающих.

Негативные изменения в природе заметно отражаются и на здоровье людей – человек все чаще становится жертвой так называемых болезней цивилизации.

Процесс развития производительных сил и одновременного угнетения биосферы характеризуется двумя существенными для понимания современной экологической ситуации особенностями – чрезмерной скоростью происходящих изменений и резким опережением темпов этих изменений темпами роста населения Земли.

Если за последние 150 лет (а именно это срок понадобился для осуществления промышленной и научно-технической революции) население Земли выросло в 5 раз, то объемы промышленного производства увеличились в сотни и тысячи раз, скорость передвижения – в 400 раз, скорость передачи информации – в 10 млн. раз, мощь оружия

– в 1 млн. раз и т.д. Ясно, что все это не проходило для природы и человека как ее части бесследно, поскольку ресурсы человечество черпает непосредственно из биосферы. Человек как биологический вид не успел за такое короткое время адаптироваться к происшедшим в биосфере изменениям, в том числе к ее глобальному загрязнению (считают, что заметные эволюционные изменения в организме человека происходят каждые 200 тыс. лет). Только уникальная социальная пластичность человека помогает ему выжить в калейдоскопе грозных событий, происходящих на планете. И если с социальными потрясениями и тяготами повседневной жизни он хоть и с трудом, но справляется, то изменения в биосфере, так же как и угроза термоядерной катастрофы, рано или поздно могут поставить вопрос о его существовании на Земле.

На этот счет имеется много соображений, и прежде всего у алармистов, активистов движения «зеленых», деятелей Римского клуба. Все сходятся на том, что при сохранении современных тенденций развития человечества всемирный экологический апокалипсис может произойти на Земле не позже середины будущего века. Скорее всего, не сразу – регион за регионом, речной бассейн за речным бассейном, море за морем, но непременно произойдет. События последних лет: трагедия на Чернобыльской АЭС, война в Персидском заливе, быстрое разрушение экосистемы Амазонки, экваториальной Африки, Сибири – настолько масштабны, что могут внести в этот срок печальные коррективы.

Справедливости ради нельзя не отметить и другую точку зрения на глобальные экологические процессы, которой придерживается противоположная алармистам группа ученых, которых можно было бы назвать технофилами. Их экологическое мировоззрение выстраивается на трех основных положениях: все делается к лучшему, и прежде всегда было хуже (в 1940 г. Американский фермер мог прокормить 12 человек, сегодня – более 50 человек, если бы пришлось отказаться от пестицидов и минеральных удобрений, урожаи снизились бы на 30 – 40 % и т.д.); природа – большой враг самой себе, чем человек: при извержении трех вулканов за последние 90 лет – Кракатау в 1883 г., Монт Катмай в 1912 г. и Исландской Хельки в 1947 г. – в атмосферу было выброшено больше тепла, пыли и газов, чем за все время существования человечества; чисто «природным» способом из Земли изливается больше нефти, чем ее попадает в окружающую среду, и прежде всего в океан, вследствие неразумной человеческой деятельности и т.д.); прогнозы алармистов всегда более пессимистичны, чем этого требуется для трезвой оценки (самовосстанавливающаяся способность природной среды и технические способности развивающегося общества явно недооцениваются). При известной доле правды в такой позиции чрезвычайно много натяжек, видимых даже не специалистам. И все же, если хотя бы приблизительно рассмотреть основные опасности, угрожающие биосфере планеты – ее атмосфере, гидросфере, литосфере, то можно сделать следующие выводы.

Наиболее опасны для атмосферы ее глобальные загрязнения углекислым газом и разрушение ее озонового экрана. При сохранении современной тенденции использования минерального топлива (рост потребления до 7 – 8 % в год) содержание углекислого газа в атмосфере достигнет 3 % через 120 – 150 лет. При этом глобальная температура повысится на 5 °С. Этого будет достаточно, чтобы растаяли ледники Гренландии и Антарктиды, и уровень Мирового океана повысился на 70 м, т.е. исчезли под водой наиболее освоенные и плотно заселенные

районы суши. Примерно такой же срок нужен для того, чтобы на 40 – 50 % разрушился озоновый экран атмосферы под воздействием фреонов, оксидов азота и других соединений, активно взаимодействующих с озоном. Учитывая кумулятивные эффекты этих процессов, время необходимо уменьшить до 70 – 80 лет (например, таяние ледников начнется гораздо раньше, чем температура Земли повысится на 5 °С вследствие изменения альbedo ледяного покрова, заметного его потемнения и, следовательно, усиления процессов таяния).

Главная составляющая гидросферы – Мировой океан – в течение 60 – 70 лет может покрыться сплошной пленкой нефти (ежегодно в океан попадает до 15 млн. т нефти, 1 т которой достаточно для того, чтобы покрыть тонкой пленкой площадь в 20 км²). Это прекратит доступ кислорода и углекислого газа в толщу воды, непоправимо нарушит газообмен между атмосферой и гидросферой. Следствием этих процессов будет гибель всего живого в океане и заметное ухудшение газового состава атмосферы, что в свою очередь приблизит новый всемирный потоп.

Если скорость уничтожения лесов на планете сохранится (каждую минуту исчезает до 30 га леса), то через 70 – 80 лет зеленый покров с нее будет полностью снят. К этим потерям следует добавить уничтожение сельскохозяйственных земель; территориальный рост населенных мест; непрекращающийся рост населения; другие весьма опасные факторы (радиоактивная опасность, химия, инженерная геонетика, освоение космического пространства и др.) могут преподнести также непредсказуемые «сюрпризы».

Поэтому весьма вероятно, что на протяжении ближайших 50 – 70 лет человечество столкнется с экологическими проблемами, которые на порядок, а может быть и на несколько порядков окажутся более сложными, чем те, с которыми оно имеет дело сегодня.

и последние десятилетия многие развитые страны достигли значительных успехов в восстановлении и охране природы. В США, ФРГ, Франции, Великобритании проведены в жизнь крупные программы по восстановлению экосистем суши, эстуариев и рек, оздоровлению окружающей среды крупных городов. Затраты на охрану окружающей среды в США, например, превысили 60 млрд. долларов в год. Япония в прошлом десятилетии десятикратно увеличила свои вложения в охрану природы. Поэтому пути идут и другие развитые страны. Но проблема настолько сложна и многообразна, решение ее так дорого, что достигнутого, конечно, недостаточно.

О масштабе экологической проблемы могут дать представление некоторые цифры. Проект «нейлон» стоил 400 млн. долларов, первая американская атомная бомба – 4 млрд. долларов, проект высадки человека на Луну «Аполлон» – 12 млрд. долларов. В целом же принято считать, что для того, чтобы при современной промышленной мощи обеспечить стабилизацию природной среды и постепенно перейти к ее значительному улучшению, на цели охраны природы надо направлять 10 – 12 % стоимости совокупного национального продукта. В настоящее время на эти цели расходуется в США 1,6 %, в ФРГ – 1,7 %, в Японии – 2,5 %, в России – не более 0,5 % СНП.

Для того чтобы определить и выявить основные источники загрязнения биосферы, необходимо рассмотреть источники загрязнения всех сфер, так как биосфера включает в себя атмосферу, гидросферу, литосферу.

Под загрязнением окружающей среды понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Различают природные загрязнения, вызванные катастрофическими причинами, и антропогенные, возникающие в результате деятельности человека.

Основные источники загрязнения окружающей среды: производство энергии (особенно тепловые электростанции); металлургическая промышленность; химическая, нефтехимическая промышленность; транспортно-дорожный комплекс; жилищно-коммунальное хозяйство.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 14.1

Посмотрите фильм «Дом» (методический материал). Изучите теоретический материал. Подготовьте письменное обоснование значимости человека в процессах деградации биосферы.