

Основы общей экологии

Тема: Биосфера — глобальная экосистема.

Лекция

Биосфера играет ключевую роль в существовании жизни на Земле. Благодаря взаимодействию биотической и абиотической части, образуется уникальная среда – экосистема, в которой происходит круговорот вещества, обеспечивающий поддержание баланса биоценозов.

Человек является непосредственно связанным с биосферой. Он не может покинуть эту оболочку, нуждаясь в постоянном поступлении энергии от продукции, производимой продуцентами экосистем, защите от космического излучения и пригодном для жизни микроклимате. Поэтому жизненно важной задачей современного человечества является сохранение среды их обитания в состоянии равновесия (переход от техносферы к ноосфере – разумно управляемой сфере). Целостное представление о механизме работы составляющих биосферу компонентов даёт понимание важности сохранения каждого компонента, что особенно актуально сейчас, когда нерациональное использование ресурсов биосферы нарушает баланс, приводя к необратимым процессам разрушения тонкой «оболочки жизни».

БИОСФЕРА



это оболочка Земли, содержащая живое вещество и ту часть абиотической среды, в непрерывном обмене с которым находится биовещество.



совокупность всех организмов, населяющих Землю.

Биосфера распространяется на нижнюю часть атмосферы, гидросферу и тонкую верхнюю полосу литосферы и поверхность почвы. Однако, разделение это несколько условно, так как отдельные «островки жизни», обусловленные техногенезом, могут встречаться за пределами слоя жизни, например, космические корабли, буровые скважины.

1.1. Структурные уровни биосферы

В биосфере выделяют следующие структурные уровни (рис. 1):

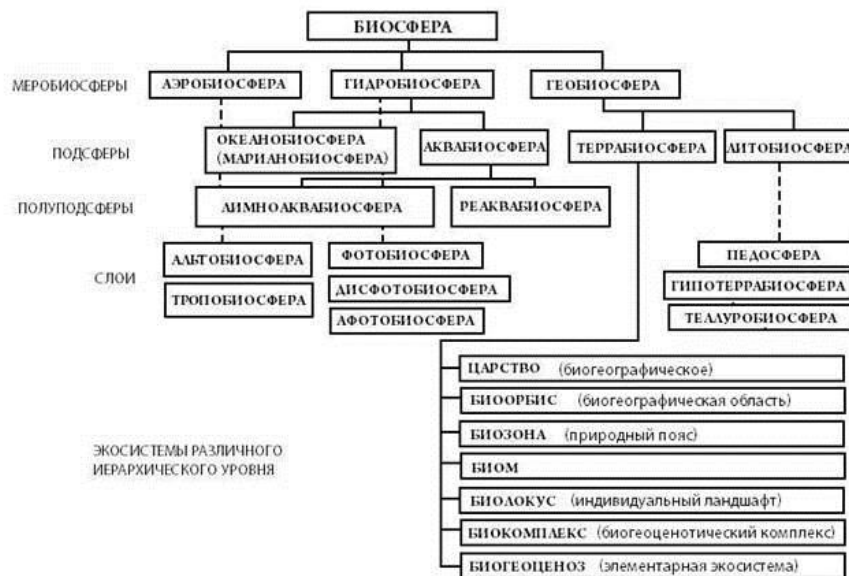
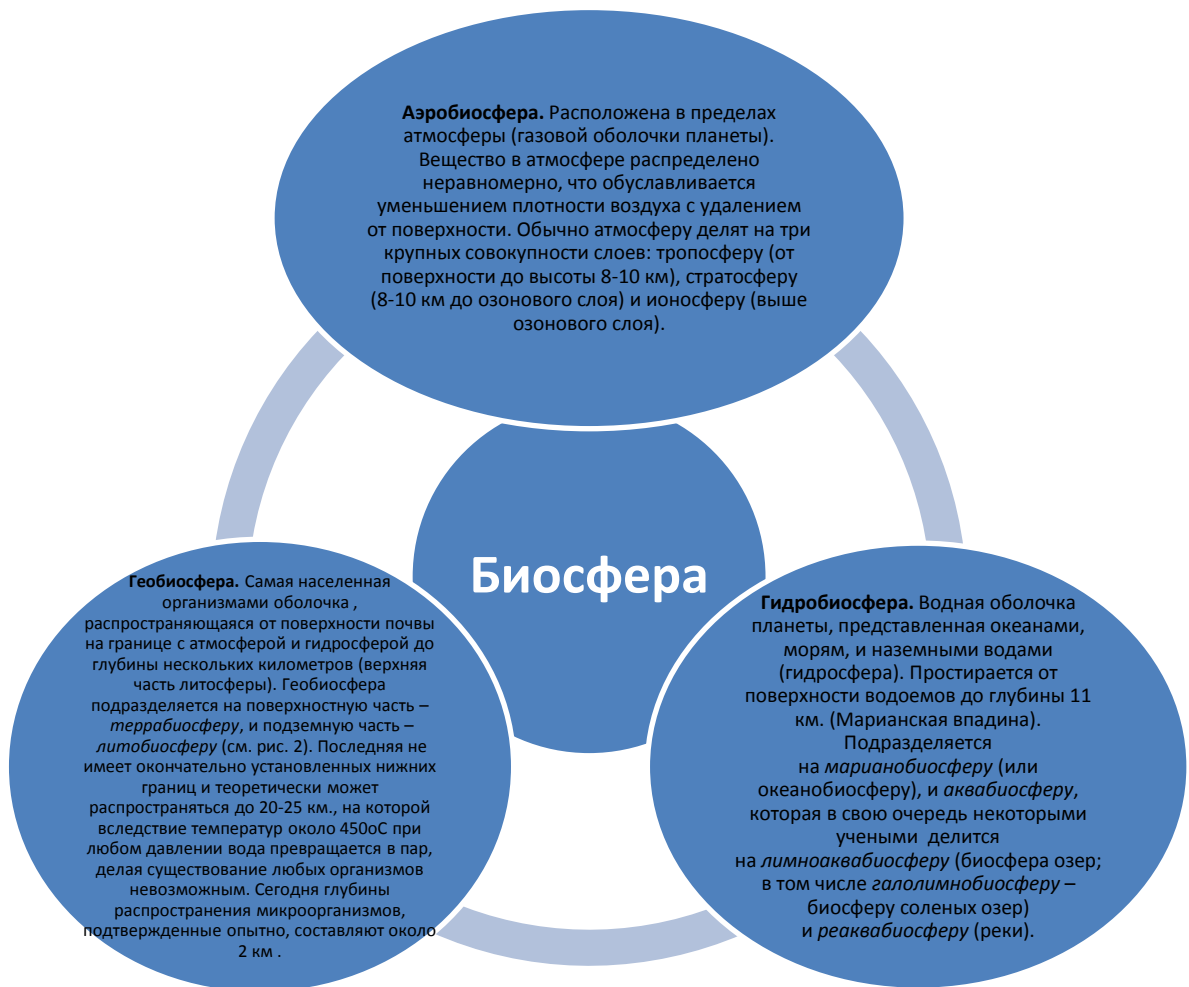


Рис. 1. Структурные уровни биосферы



В более подробном рассмотрении, подразделяется на *тропобиосферу* (соответствует тропосфере – 8-10 км.), в которой сосредоточены почти все аэриобионты (организмы, постоянно живущие в слое воздуха, нуждающиеся во влажности и взвешенных частицах – аэрозолях; в основном – бактерии), и *альтобиосферу* (от 8-10 км. До озонового слоя, после которого жесткое ультрафиолетовое излучение не допускает существование жизненных форм).

В настоящее время иногда также выделяют *парабиосферу* (выше озонового слоя, куда некоторые организмы могут случайно попадать, но не могут нормально существовать), *апобиосферу* (слой выше 60-80 км., куда живые организмы никогда не поднимаются, но биовещество может заноситься в очень незначительных количествах) и *артебиосферу* (космическое пространство, в котором биологические существа существуют на созданных человеком ограниченных пространствах, т. е. космических спутниках, космических станциях и т. п.).

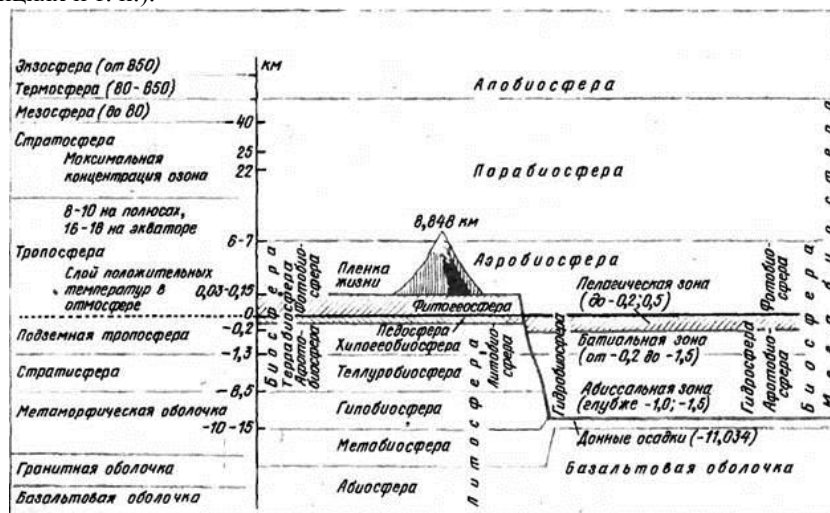


Рис. 2. Соотношение слоев биосферы с высотами их распространения

1.2. Абиотические компоненты биосферы

К абиотическим (неживым, **косным**) компонентам относится вещество, в создании которого не принимало участие живое вещество : земная кора (кроме самого верхнего слоя – почвы, а также продуктов фоссилизации, т. е. захоронения органического вещества), минералы и вещества, поступающие в биосферу из-за её пределов (космоса, глубин планеты). Достаточно сложно выделить абсолютно «чистое» косное вещество, так как воздействие живых организмов в биосфере испытывают все неживые вещества. Поэтому, косное вещество, образовавшееся и перерабатываемое живыми организмами, называется **биокосным** (например: почва, ил).

**Биогенное
вещество**

это вещество, создаваемое и перерабатываемое живым веществом.

На протяжении органической эволюции живые организмы тысячекратно пропустили через свои органы, ткани, клетки, кровь всю атмосферу, весь объём мирового океана, огромную массу минеральных веществ (например, так образовались уголь, нефть, минеральные породы, кислород).

1.3. Живое вещество биосферы

Живое вещество, или биомасса – совокупность всех живых организмов на Земле, способных к воспроизводству, распространению по планете, борьбе за пищу, воду, территорию и т. д. Живое вещество связано с косным веществом – атмосферой (до уровня озонового экрана), полностью с гидросферой и литосферой, главным образом в границах почвы, но не только.

Живое вещество биосферы неоднородно и обладает тремя типами трофических взаимодействий:



Трофические экологические взаимодействия способствуют преобразованию неорганического (косного) вещества в органическое и обратной перестройке органических веществ в минеральные.

Живое вещество характеризуется определенными свойствами: это огромная свободная энергия; химические реакции, протекающие в тысячи и даже миллионы раз быстрее, чем в других веществах планеты; специфические химические соединения – белки, ферменты и другие соединения, устойчивые в составе живого; возможность произвольного движения – рост или активное перемещение; стремление заполнить все окружающее пространство; разнообразие форм, размеров, химических вариантов и т. п., значительно превышающее многие контрасты в неживом, косном веществе.

Количество живого вещества биосферы в пределах отдельно рассматриваемого геологического периода является постоянным. Согласно закону биогенной миграции атомов, живое вещество оказывается энергетическим и химическим посредником между Солнцем и поверхностью Земли.

1.4. История развития биосферы

Биосфера не развивалась равномерно на всем протяжении истории Земли. Наибольшее ее влияние на формирование внешнего облика планеты стало заметно лишь в последние 600-700 млн. лет, когда с заселением материков резко возросла роль фотосинтеза, что привело к многократному увеличению доли кислорода в древней атмосфере.

В развитии биосферы условно можно выделить несколько этапов, каждый из которых отмечен важным прогрессивным продвижением, которые в конце привели к образованию современного состояния биосферы (рис. 3).

Основные этапы развития биосферы



Рис.3. Основные этапы развития биосферы



2. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Современное понимание термина «биосфера» и выделение ее, как области распространения живого вещества возможно благодаря трудам Ж.-Б. Ламарка, Э. Зюсса, В. Вернадского и других ученых, благодаря которым биосфера стала центральным объектом изучения новой науки – экологии. Изучение биосферы и планирование ее будущего развития не может отделяться от изучения истории ее становления.

2.1. История изучения биосферы

«Биосфера» как понятие, отражающее область распространения живых организмов, впервые ввел в своих работах французский натуралист Ж.-Б. Ламарк (1802). Он подчеркивал, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов.

Факты и положения о биосфере накапливались постепенно в связи с развитием ботаники, почвоведения, географии растений и других преимущественно биологических наук, а также геологических дисциплин. Однако в то время быстрое расслоение наук о природе привело к тому, что термин не прижился. Только спустя более 70 лет, в 1875 австрийский геолог Э. Зюсс вновь упомянул этот термин. Первоначально под «биосферой» подразумевалась только совокупность живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и указывалась их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но при

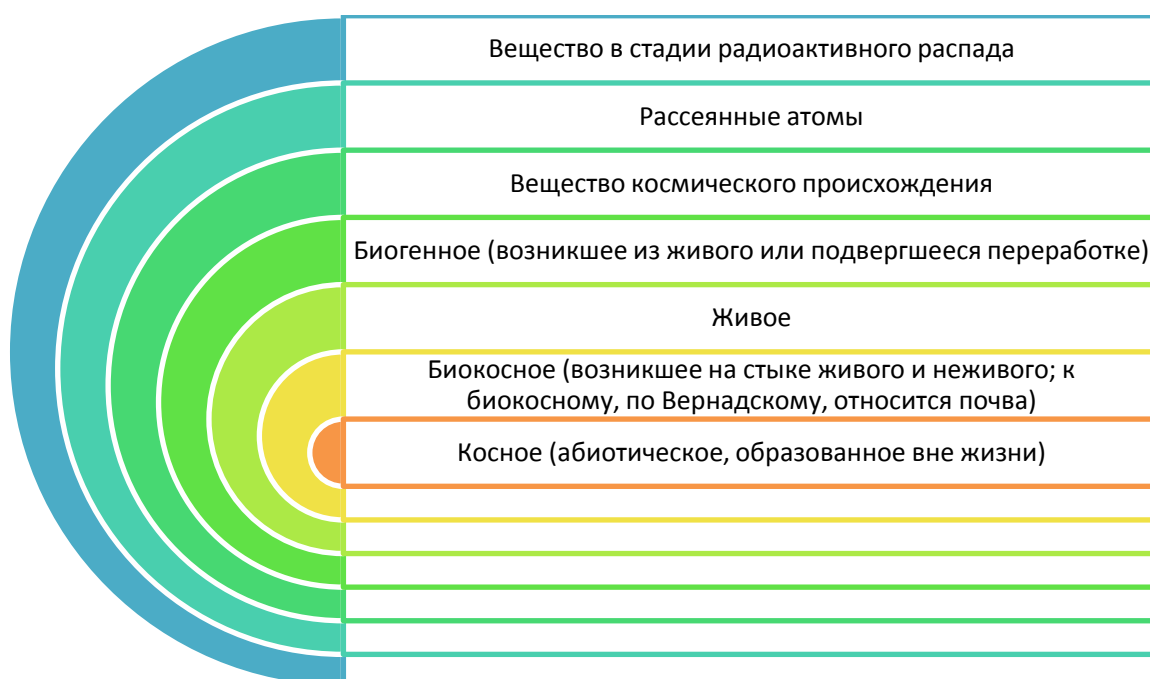
этом скорее обращалось внимание на зависимость живой природы от сил и веществ неорганической природы. Даже автор самого термина «биосфера» Э. Зюсс в своей книге «Лик Земли», опубликованной спустя тридцать лет после введения термина (1909 г.), не замечал обратного воздействия биосферы и определял ее как «совокупность организмов, ограниченную в пространстве и во времени и обитающую на поверхности Земли».

А третье и окончательное возрождение понятия стало возможным благодаря советскому геологу, создавшему в 20-х годах XX века современное учение о биосфере (1926). Должного внимания научному труду Вернадского сначала оказано не было, но после Второй Мировой Войны последствия радиоактивного и химического загрязнения воздуха, воды и почв заставило ученых вернуться к исследованиям Вернадского.

2.2. Учение Вернадского

Согласно воззрениям Вернадского весь облик Земли, все ее ландшафты, атмосфера, химический состав вод, толща осадочных пород обязаны своим происхождением живому веществу. Жизнь – это связующее звено между Космосом и Землей, которое используя энергию, приходящую из космоса, трансформирует косное вещество, создает новые формы материального мира. Так, живые организмы создали почву, наполнили атмосферу кислородом, оставили после себя километровые толщи осадочных пород и топливные богатства недр, многократно пропустили через себя весь объем Мирового океана. Вернадский не занимался проблемой возникновения жизни, он понимал ее как естественный этап самоорганизации материи в любой части космоса, приводящий к возникновению все новых форм ее существования.

В структуре биосферы Вернадский выделял семь видов вещества:



Вернадский был сторонником гипотезы панспермии (занесения жизни на Землю из космоса). Методы и подходы кристаллографии Вернадский распространял на вещество живых организмов. Он считал, что живое вещество развивается в реальном пространстве, которое обладает определённой структурой, симметрией и дисимметрией. Строение вещества соответствует некоему пространству, а их разнообразие свидетельствует о разнообразии пространств. Таким образом, живое и косное не могут иметь общее происхождение, они происходят из разных пространств, извечно находящихся рядом в Космосе. Некоторое время Вернадский связывал особенности пространства живого вещества с его предполагаемым неевклидовым характером, но по неясным причинам отказался от этой трактовки и стал объяснять пространство живого как единство пространства-времени.

Важным этапом необратимой эволюции биосферы Вернадский считал её переход в стадию ноосферы.

3. Биосфера как глобальная экосистема

3.1. Понятие «экосистема»








система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними.

Отличительной чертой экосистемы является наличие относительно замкнутых, стабильных в пространстве и времени потоков вещества и энергии между биотической и абиотической частями экосистемы, поэтому не каждая система взаимоотношений, естественная или искусственная, может называться экосистемой.

3.2. Классификация экосистем

Так как экосистемы являются сложными системами, то их классифицируют по нескольким признакам.

По размеру выделяют:

-  **Мезоэкосистемы.** Примерами могут служить лес, река и т. п.
-  **Микроэкосистемы.** Экосистемы самого нижнего ранга, по размеру сходные с небольшими компонентами среды: небольшой водоем, гниющий ствол упавшего дерева и т. п.
-  **Макроэкосистемы.** Имеют очень большое распространение (в пределах морей, океанов, материков), например, горы Анды, материк Австралия.
-  **Глобальную экосистему,** которая является аналогом биосферы.
-  Стабильность экосистем увеличивается вместе с шириной охвата территории.

По степени антропогенного воздействия экосистемы подразделяют на три вида:

- Антропогенные** – системы, созданные человеком для извлечения выгоды. Делятся на техногенные и агроэкосистемы.
- Социоприродные** – естественные системы, измененные человеком (парк, водохранилище)
- Природные (или естественные)** – экосистемы не нарушенные влиянием человека. Например, отдаленные от человеческих поселений джунгли в Амазонии, заповедники, океанические впадины.

Также экосистемы можно классифицировать по многим другим признакам: структуре (наземные, пресноводные, морские, прибрежные и т. д.); источникам энергии (основной источник – Солнце, но присутствуют также другие субсидирующие источники).

Так как биомы (макроэкосистемы) распределены согласно консорциям, экосистемы принято классифицировать по типу преобладающего фитоценоза:

Наземные биомы

Вечнозеленый тропический дождевой лес.

Полувечнозеленый тропический лес.

Пустыня: травянистая и кустарниковая.

Чапараль — районы с дождливой зимой и засушливым летом.

Тропические степи и саванна.

Степь умеренной зоны.

Листопадный лес умеренной зоны.

Бореальные хвойные леса.

Тундра: арктическая и альпийская.

Водные экосистемы классифицируются по отличительным признакам: солености воды, особенностям водоема.

Типы пресноводных экосистем

Стоячие воды: озера, пруды и т. д.

Текучие воды: реки, ручьи и т. д.

Заболоченные угодья: болота и болотистые леса.

Типы морских экосистем

Открытый океан.

Воды континентального шельфа (прибрежные воды).

Районы апвеллинга (районы подъема глубинных вод к поверхности; плодородные районы с продуктивным рыболовством).

Эстуарии (прибрежные бухты, проливы, устья рек, соленые марши и т. д.).

Следует учитывать то, что приведенная классификация охватывает только крупные экосистемы – биомы.

3.3. Компоненты экосистемы

В экосистеме можно выделить два компонента – биотический и абиотический. Биотический делится на автотрофный (организмы, получающие первичную энергию для существования из фото - и хемосинтеза или продуценты) и гетеротрофный (организмы, получающие энергию из процессов окисления органического вещества – консументы и редуценты) компоненты, формирующие трофическую структуру экосистемы.

Единственным источником энергии для существования экосистемы и поддержания в ней различных процессов являются продуценты, усваивающие энергию солнца. Солнечная энергия поглощается в биосфере неравномерно, что можно видеть на рис. 4.

Энергия солнца поглощается лишь частично, и на каждый новый трофический уровень переходит лишь около 10% (Правило Линдемана), что обуславливает ограниченную длину цепей питания (обычно 5-6 уровней), соответственно можно сказать что на долю консументов приходится значительно меньше энергии, чем на долю плотоядных, плотоядных – меньше чем фитофагов и т. д. (рис.5).

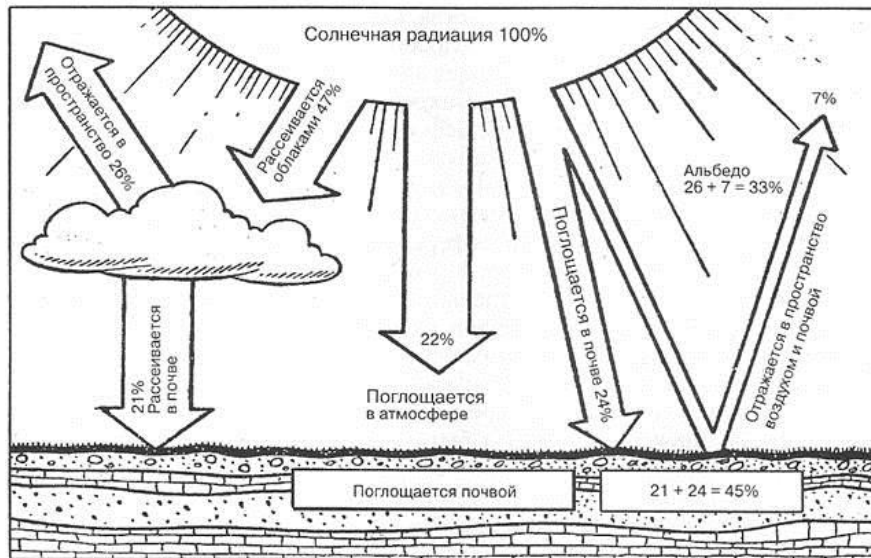


Рис. 4. Поступление и распределение солнечной энергии

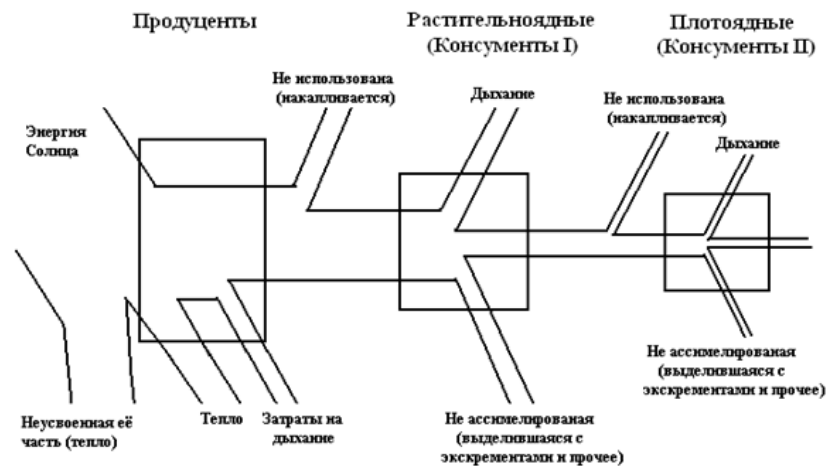
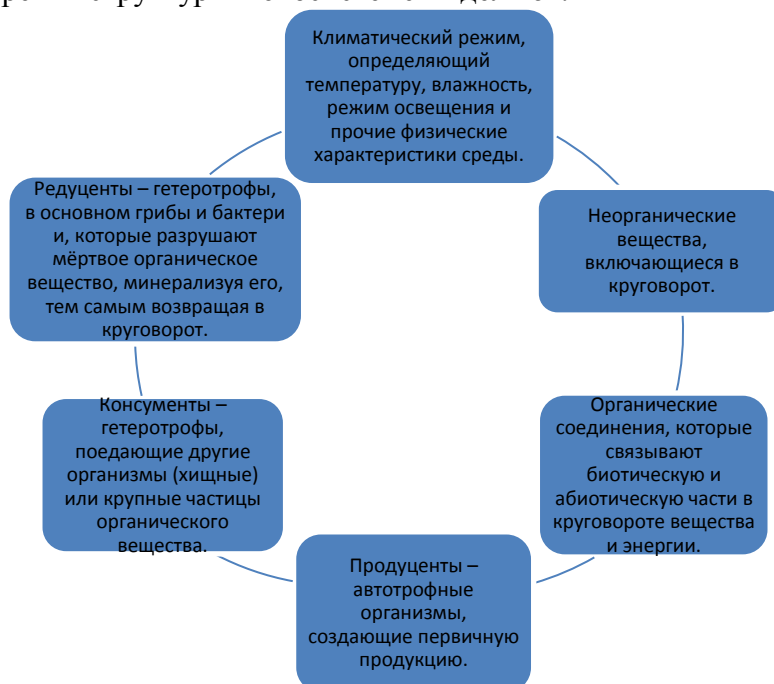


Рис. 5. Схема распределения энергии среди продуцентов и консументов

Каждая экосистема характеризуется присущей ей совокупностью свойств и структурой. С точки зрения структуры в экосистеме выделяют:



Продуценты, редуценты и консументы формируют биомассу экосистемы.

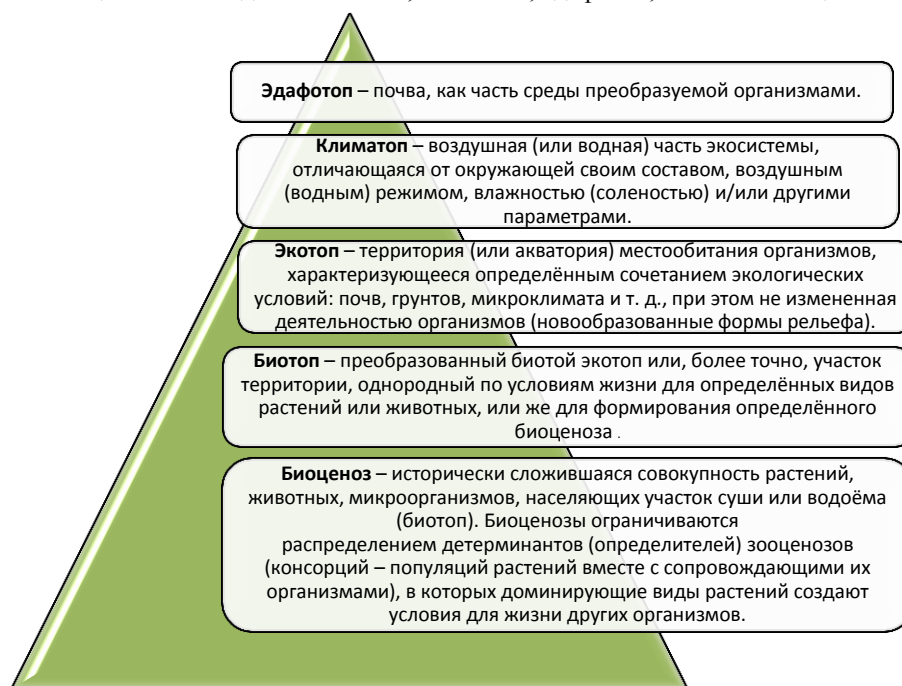
С точки зрения функционирования экосистемы выделяют следующие функциональные блоки организмов (помимо автотрофов):

1. Биофаги – организмы, поедающие других живых организмов.
2. Сапрофаги – организмы, поедающие мёртвое органическое вещество.

Данное разделение по типу питания обеспечивает круговорот биовещества в экосистеме. Между отмиранием органического вещества и повторным включением его составляющих в круговорот вещества в экосистеме может пройти существенный промежуток времени, например, в случае соснового бревна, 100 и более лет.

Все эти компоненты взаимосвязаны в пространстве и времени и образуют единую структурно-функциональную систему.

Среди составляющих также выделяют экотоп, климатоп, эдафотоп, биотоп и биоценоз.



3.4. Круговорот вещества в биосфере

Земля отличается от других планет тем, что её биосфера содержит вещество, чувствительное к потоку солнечного излучения – хлорофилл. Именно хлорофилл обеспечивает преобразование электромагнитной энергии солнечного излучения в химическую энергию, с помощью которой идет процесс восстановления окислов углерода и азота в реакциях биосинтеза.

В зеленом растении происходит фотосинтез – процесс образования углеводов из воды и двуокиси кислорода (которая находится в воздухе или воде). При этом в качестве побочного продукта выделяется кислород. Зеленые растения относят к автотрофам – организмам, которые берут все нужные им для жизни химические элементы из окружающей их косной материи и не требуют для построения своего тела готовых органических соединений другого организма.

Гетеротрофы – это организмы, которые нуждаются для своего питания в органическом веществе, образованном другими организмами. Гетеротрофы постепенно преобразуют органическое вещество, образованное автотрофами, доводя его до первоначального- минерального - состояния.

Деструктивная (разрушающая) функция совершается представителями каждого из царств живого вещества. Распад, разложение – неотъемлемое свойство обмена веществ каждого живого организма. Растения образуют органические вещества и являются крупнейшими производителями углеводов на Земле, но они же выделяют и необходимый для жизни кислород как побочный продукт фотосинтеза.

В процессе дыхания в телах всех видов живого образуется углекислый газ, который растения вновь используют для фотосинтеза. Существуют и такие виды живого, для которых разрушение отмершего органического вещества является способом питания. Существуют организмы со смешанным типом питания, их называют миксотрофами .

В биосфере происходят процессы преобразования неорганического, косного вещества в органическое и обратной перестройки органических веществ в минеральные. Движение и преобразование веществ в биосфере осуществляется при непосредственном участии живого вещества, все виды которого специализировались на различных способах питания.

Конечное количество вещества, которое есть в биосфере, приобрело свойство бесконечности через круговорот веществ. Все компоненты биосферы взаимодействуют друг с другом (рис. 6), обеспечивая устойчивость системы.

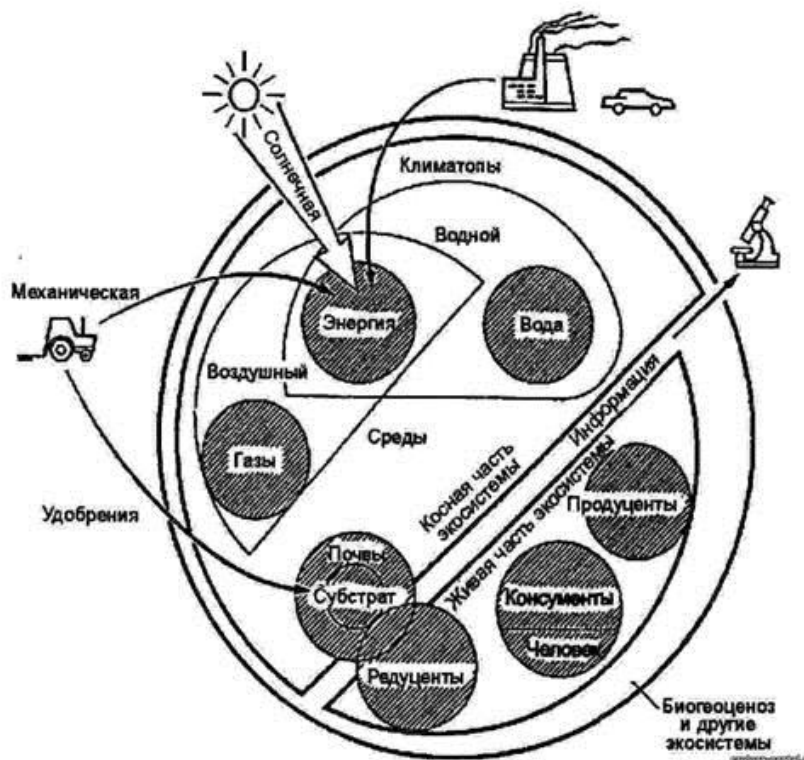


Рис. 6. Экологические компоненты

В ходе биогеохимических циклов атомы большинства химических элементов проходили бесчисленное количество раз через живое существо. Например, весь кислород атмосферы «оборачивается» через живое вещество за 2000 лет, углекислый газ – за 200-300 лет, а вся вода биосферы – за 2 млн. лет.

Живое вещество является совершенным приемником солнечной энергии. Энергия, поглощенная и использованная в реакции фотосинтеза, а затем запасенная в виде химической энергии углеводов, очень велика, есть сведения что она сопоставима с энергией, которую потребляют 100 тысяч больших городов в течение 100 лет. Гетеротрофы используют органическое вещество растений, как пищу: органика окисляется кислородом, который доставляют в организм органы дыхания, с образованием углекислого газа - реакция

идет в обратном направлении. Таким образом, «вечной» делает жизнь одновременное существование автотрофов и гетеротрофов.

Факты и рассуждения о «колесе жизни» в биосфере дают право говорить о законе биогенной миграции атомов, который сформулировал : миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества или же она протекает в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом, как тем, которое сейчас населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории.

Живое вещество разных царств и разного рода обеспечивает непрерывный круговорот веществ и преобразование энергии. Тем самым обнаруживается закон биогенной миграции атомов : в биосфере миграция химических элементов происходит при обязательном непосредственном участии живых организмов. Биогенная миграция атомов обеспечивает непрерывность жизни в биосфере при конечном количестве вещества и постоянном притоке энергии.

3.5. Биосфера – глобальная экосистема.

Экосистемой, как уже было рассмотрено выше, является система взаимодействия живых организмов и среды их обитания. Экосистемы бывают различных уровней сложности и размеров. Меньшие экосистемы входят в состав более крупных, те – в свою очередь в еще более крупные. Макроэкосистемы (материки, океаны и т. д.) формируют глобальную экосистему – Биосферу.

Для биосферы характерен круговорот энергии, обусловленный разными трофическими ролями продуцентов, консументов и редуцентов. Это один из ключевых признаков экосистемы, который обеспечивает стабильность экосистемы.

Для биосферы характерны все свойства экосистем:

- Биосфера включает в себя живые организмы, населяющие Землю, а также среду их обитания: океаны, сушу, атмосферу.
- В биосфере существуют круговороты вещества: большой (океан-суша) и малый (живое - косное вещество)
- В биосфере присутствуют все три участника трофической цепи: продуценты, представленные автотрофами; консументы (гетеротрофные организмы), и редуценты (гетеротрофные организмы, разлагающие органическое вещество)
- Биосфера, как экосистема, обладает стабильностью, и потенциально бессмертна, пока существуют продуценты. Среди всех экосистем биосфера, как самая крупная, обладает наибольшей стабильностью.

Исходя из этого биосфере является экосистемой. Так как биосфера объединяет в себе все экосистемы на планете, то ее называют «Глобальной» экосистемой.

Биосфера является глобальной экосистемой, так как обладает всеми свойствами экосистем. Следовательно, биосфере свойственно изменяться. Изменение биосферы под действием человеческой деятельности является необратимым преобразованием биосферы в техносферу. В условиях современного нарушения цепей взаимодействия организмов и среды их обитания (уничтожение связующих в трофических цепях, ареалов и т. д.) наиболее актуальным является тот негативный факт, что нарушение целостности системы из-за разрыва связей снижает ее естественную склонность к равновесию, что губительно для всего живого на планете, обязанного существованием прежде всего равновесному обмену энергией.

Понимая то, что биосфера, как экосистема обладает основным качеством любой системы – существованием взаимовыгодных связей, важно также понимать, что изменение любого компонента биосферы неизбежно оказывает влияние на все остальные, в конце концов на самую главную современную силу изменения биосферы – человека; поэтому так важно для сохранения биосферы знать о её организации и механизме функционирования.