**Структура биосферы. Понятие экосистемы**

Чибисова Н.В., Долгань Е.К.

Понятие биосферы как среды обитания живых организмов или сферы, занятой жизнью, было предложено в 1878 г. австрийским ученым Э. Зюссом. Позднее В.И. Вернадский подошел к биосфере как планетной среде, в которой распространено живое вещество. Живое вещество рассматривается как особое проявление термодинамических, физических и химических условий планеты, способное организовывать их таким образом, чтобы иметь максимальную устойчивость во времени и пространстве. Биосфера - это не только наружная оболочка Земли, охваченная жизнью, но и структурно ею организованная. Живое вещество за время своего существования глубоко изменило первоначальную природу планеты. Жизнь как бы сама приспосабливала среду и оптимизировала условия. В стратосфере возник озоновый экран, защищающий живые существа от гибельного воздействия ультрафиолетовых лучей и других космических излучений.

Ограниченность ресурсов азотно-углеродного, водного, воздушного и минерального питания живое вещество преодолело путем создания почвенного покрова, синтеза высокодисперсных минералов (обеспечивающих сорбцию соединений азота, фосфора, кальция, калия и др.), более эффективной аккумуляции гумусно-органических соединений макро- (С, N, Р, Са, S, К) и микроэлементов (J, Zn, Cu, Co, Se и др.). По своему биохимическому значению в поддержании жизни на планете почвенный покров сравним с озоновым экраном в стратосфере.

Фотосинтез явился механизмом накопления активной биохимической энергии в массах органического вещества, в почвенном гумусе в виде ископаемых горючих.

Возник и показал свою исключительную роль механизм «сотрудничества» (симбиоза) между растениями, животными, насекомыми, низшими беспозвоночными, микроорганизмами с образованием так называемых пищевых цепей. Пищевые цепи обеспечивают длительное удержание внутри экосистем энергии, связанной фотосинтезом, и резерва биофильных элементов (С, N, К, S, Са, Мg и др.), необходимых для новых поколений живого вещества. На этой основе слагаются главные звенья биогеохимического круговорота веществ.

Согласно современным представлениям о структуре биосферы, основанным на идеях В.И. Вернадского, биосфера как место обитания организмов вместе с самими организмами может быть разделена на три подсферы: аэробиосферу, гидробиосферу и геобиосферу.

Аэробиосфера населена организмами, субстратом жизни которых служит влага воздуха. Лимитирующими факторами жизни в аэробиосфере являются наличие капель воды и твердых аэрозолей, поднимающихся с поверхности Земли, а также положительные температуры. Аэробиосфера в свою очередь распадается на две субподсферы: тропобиосферу и альтобиосферу.

Гидробиосфера - это весь глобальный мир воды, населенный гидробионтами. В свою очередь гидробиосфера включает аквабиосферу - мир континентальных, в основном пресных, вод и маринобиосферу (мир морей и океанов).

Геобиосфера - обитель геобионтов, средой жизни для которых служит земная твердь. Геобиосфера делится на пять субподсистем, в число которых входит литобиосистема.

Биологический спектр биосферы имеет ступенчатый характер: сообщество, популяция, организм, орган, клетка, ген.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| гены | клетки | органы | организмы | популяции | сообщества |
| \_ | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ |
| в е щ е с т в о | | | | э н е р г и я | |
| \_ | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ |
| генетические системы | клеточные системы | системы органов | системы  организмов | популяционные  системы | |

Рис. 1. Предмет изучения в экологии

Следует отметить, что в спектре нельзя найти резких границ (в функциональном смысле), поскольку каждый уровень интегрирован, взаимосвязан с другими.

Как и организм, изолированный от популяций, не в состоянии жить долго, сообщество не может существовать, если в нем не происходит круговорота веществ и в него не поступает энергия.

Любая единица (биосистема), включающая все совместно функционирующие на данном участке организмы (биотическое сообщество) и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему.

Концепцию экосистемы можно осознать на простой модели, представленной на рисунке 3.2, где Е - движущая сила, Р - свойства, F - потоки, Y - взаимодействие.

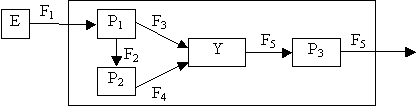


Рис. 3.2. Линейная модель экосистемы

Р1 и Р2 обозначают два свойства, которые при взаимодействии с Y - дают третье свойство Р3, когда система получает энергию от источника Е.

F1 - F2 - направление потоков вещества и энергии, из которых F1 - на входе, и F2 - на выходе. Эта блок-схема может служить моделью образования смога в воздухе над каким-либо городом.

Р1 и Р2 - углеводороды и оксиды азота (два типа химических компонентов выхлопных газов автомобилей). Р3 - смог, образующийся из данных компонентов под воздействием солнечной энергии, вследствие чего воздействие Р3 (смога) более опасно для здоровья, чем отдельно Р1 и Р2.

Блок-схема на рис. 3.2 характеризует линейную экосистему. Но природные экосистемы чаще всего имеют кольцевую или петлеобразную структуру (рис. 3.3).

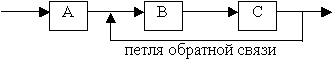


Рис. 3.3. Частично замкнутая система

Таковой, например, является экосистема города, в котором ресурсы. А превращаются в полезные товары. В, а образующиеся отходы. С после переработки снова запускаются в производство, что уменьшает количество отходов (выбросов).

В любой экосистеме, с учетом обратной связи, наличествуют четыре основных компонента: поток энергии, круговорот веществ, сообщество и управляющая петля обратной связи. Поток солнечной энергии, пронизывающий экосистему, частично преобразуется сообществом и переходит на качественно более высокую ступень, трасформируясь в энергию химической связи в органическом веществе. Большая часть солнечной энергии деградирует (покидает систему в виде тепла - тепловой сток). Энергия может накапливаться, трансформироваться, но ее нельзя использовать вторично. Однако элементы питания (биогенные элементы) и вода используются многократно!

Следует отметить кибернетическую природу экосистемы, т.е. помимо потоков энергии, круговорота веществ они характеризуются информационными сетями (физические и химические сигналы, которые связывают все части системы и управляют ею как одним целым).

Принцип обратной связи во многом определят стабильность экосистем. Различают резисторную и упругую стабильности.

Резисторная - способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменным свою структуру и функцию.

Упругая - способность восстанавливаться после того, как ее структура и функции были нарушены.

Классификация экосистем

В общем виде экосистемы подразделяются на естественные (луг, тундра, пустыня, лес, озеро, море, океан) и искусственные (город, агроэкосистема, аквариум, космический корабль).

По структурным признакам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. Наземные: тундра, степь, савана, хвойные леса, тропики | 2. Пресноводные: озера, пруды, река, ручьи, болота | 3. Морские: открытый океан, прибрежные воды, проливы и пр. |

По источникам энергии - четыре типа функциональных систем:

1. Природные, движимые солнцем, несубсидируемые (открытые океаны и высокогорные леса: Е=1000-10000 ккал/м2).

2. Природные, движимые солнцем и субсидируемые другими естественными источниками (воды континентального шельфа, некоторые дождевые леса: Е=10000-40000 ккал/м2).

3. Движимые солнцем и субсидируемые человеком (агроэкосистемы, аквариумы: Е=10000-40000 ккал/м2).

4. Города, пригороды, индустриальные зоны, движимые топливом (ископаемым, ядерным и т.д.). Глобальный источник не солнце, а топливо, хотя эти экосистемы зависят от первых трех.

В своем развитии человеческое общество прошло через все отмеченные четыре типа экосистем. Но сейчас - резкая поляризация развития: высокоразвитые страны потребляют в крупных масштабах нефть, уголь, газ. «Третий мир» зависит от биомассы (древесины) как основного источника энергии (т.е. движима солнцем).

Подобно тому, как природные силы сменила эра горючих ископаемых, на смену им придет эра атомной энергии.