

## 2. БИОСФЕРА

### 2.1. Понятие биосферы, её структура

**Биосфера** от греч. *bios* – жизнь, *sphaira* – шар. Термин «биосфера» предложил австрийский учёный Э.Зюсс. Автор учения о биосфере В.И.Вернадский – советский учёный. По Вернадскому: **биосфера** – это область распространения живого вещества на Земле (и само живое вещество). Первичным источником энергии для биосферы служит солнечная энергия. Биотическая эволюция (возникновение жизни) как естественноисторический процесс началась около 3,4...4,5 млрд лет назад.

Биосфера прошла сложный путь эволюции (лат. *evolution* – развитие): от простых органических соединений, возникших из неорганических веществ, через полужидкие (коллоидные) органические сгущения и простейших (одноклеточные жизненные формы) до современных сложных многоклеточных организмов: высших растений, животных и человека. Гипотеза о возникновении биосферы на Земле, основанная на принципе, что жизнь была занесена из космоса, получила название **концепции панспермии**. В состав биосферы входят следующие участки геологической сферы: атмосфера, литосфера и гидросфера.

- **Атмосфера** (греч. *atmos* – пар) – воздушная (газовая) оболочка Земли.

- **Литосфера** (греч. *lithos* – камень) – твердая оболочка Земли, или земная кора.

- **Гидросфера** (греч. *hydor* – вода) – водная оболочка Земли.

На высоте 20...30 км от земной поверхности находится **озоносфера** (или **озоновый** экран) – область с наибольшей концентрацией озона. Она располагается в стратосфере (оболочке атмосферы) и является верхней границей биосферы. Основное значение озонового слоя атмосферы для живых существ, обитающих на Земле, заключается в том, что он задерживает космическое излучение и жесткие ультрафиолетовые лучи Солнца. Жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца, проникая в ткани живых организмов, вызывает **мутации**. Нижним пределом существования жизни в биосфере является дно океана и изотерма + 100 °С в литосфере.

Человеческая цивилизация привела к появлению на планете новой глобальной материальной системы в виде среды искусственно созданных объектов. На суше это города, железные дороги, аэродромы, карьеры, шахты, рудники, нефте- и газопроводы; в

воздухе – тысячи летательных аппаратов, в океанах и морях – танкеры, авианосцы, подводные лодки. Поэтому в современной биосфере, в отличие от первичной, выделяют новое состояние природы – *техносфера*. *Техносфера* – это глобальная совокупность орудий, объектов, материальных процессов и продуктов общественного производства, пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной деятельности человека и занятое его продуктами (часть биосферы, преобразованная человеком в техногенные объекты).

Понятие «техносфера» отражает материальную сущность изменения состояния биосферы. Философская сущность данного этапа развития биосферы выражена в учении В.И.Вернадского, согласно которому биосфера должна постепенно перейти в *ноосферу* (греч. *noos* – разум, *sphaira* – шар) – сферу разума или высшая стадия развития биосферы. Переход возникшей на Земле биосферы в ноосферу – это закономерный и неизбежный этап её развития, этап разумного регулирования взаимоотношений человека и природы. В.И.Вернадский рассматривал человеческую деятельность как геологический фактор, во многом определяющий дальнейшее развитие биосферы. Человек – это носитель разума. В.И.Вернадский верил, что разум будет господствовать на планете и преобразовывать её разумно, предусмотрительно, без ущерба природе и людям: «...Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом его трудом... Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни...». Стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором её развития, называется *ноосферой*.

Исходя из учения В.И.Вернадского, в биосфере можно выделить *6 типов веществ*, которые геологически связаны между собой:

1) *живое* вещество планеты – образовано совокупностью живых организмов. Масса живого вещества  $\approx 2420$  млрд т., и 99 % от нее составляет фитомасса;

2) *биогенное* вещество – создается и перерабатывается в процессе жизнедеятельности живого вещества (газы атмосферы, каменный уголь, нефть, известняки и пр.);

- 3) *косное* вещество – образуется без участия живого вещества (продукты тектонической деятельности, минеральные вещества);
- 4) *биокосное* вещество – образуется в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов, (почва, природные воды);
- 5) *радиоактивное* вещество и рассеянные атомы;
- 6) вещество *космического происхождения* (метеориты и др.).

## 2.2. Живое вещество биосферы, его функции и свойства

Совокупность всех живых организмов, в данный момент времени существующих и являющихся огромной геологической силой, Вернадский характеризовал как *живое вещество*. «Стремление» живого вещества заполнить собой всё возможное пространство Вернадский назвал «*давлением жизни*». Живое вещество в биосфере выполняет определённые функции.

*Газовая функция* живого вещества состоит в обмене кислородом и углекислым газом с окружающей средой. Этот обмен происходит в процессе фотосинтеза и дыхания растений и животных. Основные атмосферные газы – кислород и азот – являются результатом *функционирования живого вещества*. Космическая роль зелёных растений заключается в выделении кислорода.

*Концентрационная функция* живого вещества заключается в способности концентрировать химические элементы и их соединения, пропуская через своё тело большие объёмы воздуха и природных растворов. Благодаря этой функции в природе образуются различные органические и неорганические образования (раковины, скелеты, месторождения некоторых металлов, толщи осадочных известняков). Живые организмы «захватывают» из окружающей среды и накапливают в себе *биогенные элементы* – жизненно важные элементы, из которых состоят белковые молекулы: *углерод, азот, кислород, фосфор, сера*. Морские водоросли (ламинарии) накапливают йод. Организмы совместно с абиотическими процессами участвуют в образовании *биокосного* вещества.

*Энергетическая функция* живого вещества заключается в аккумуляции и трансформировании солнечной энергии в энергию земных процессов. Связывание и запасание солнечной энергии является его основной планетарной функцией.

*Окислительно-восстановительная функция* живого вещества заключается в способности его клеток осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции со скоростью, значительно превышающей скорость этих реакций в абиотической среде.

*Информационная функция* живого вещества связана с его способностью воспринимать, хранить и перерабатывать молекулярную информацию (генетическую, информацию обмена веществ и др.). Совокупность перечисленных функций живого вещества образует *средообразующую функцию*. Она заключается в создании условий жизни (преобразовании физико-химических параметров). Окружающая среда создается работой огромного количества живых организмов. Кроме средообразующей функции биота выполняет *средорегулирующую функцию*, с помощью которой поддерживаются на постоянном уровне основные параметры окружающей среды.

Живые организмы характеризуются следующими *свойствами*:

1. Живые организмы являются аккумуляторами и трансформаторами солнечной энергии – создают запасы свободной энергии в биосфере. Процессом накопления энергии является фотосинтез.

2. Живые организмы содержат вещества, которые не встречаются в минеральном царстве. Нигде больше не встречаются вместе углеводы, жиры, белки, нуклеиновые кислоты и вода. Одни и те же атомные структуры существуют во всех организмах, но в разных комбинациях (все белки построены из 20 аминокислот).

3. Живые организмы имеют клеточное строение. Это создает структурную упорядоченность. В каждой клетке закодирована полная генетическая (наследственная) информация о развитии, и она обладает относительной самостоятельностью. В результате развертывания этой информации каждый живой организм развивается и завершает естественный жизненный цикл. *Онтогенез* – индивидуальное развитие организма с момента образования до завершения естественного жизненного цикла.

4. В клетках живых организмов все биохимические процессы протекают под действием особых катализаторов – ферментов, которые ускоряют в  $10^3 \dots 10^6$  раз избирательные реакции.

5. Живые организмы способны к саморегуляции. Они являются открытыми термодинамическими системами, в которых жизненные процессы реализуются за счет разупорядочивания химической энергии. Химическую энергию живые организмы получают с пищей и используют для совершения работы. Способность системы

концентрировать энергию, получаемую с пищей, называется *негэнтропией*.

6. Живые организмы способны к *метаболизму* – внутреннему и внешнему обмену веществом и энергией. Благодаря этому они обеспечивают сохранение постоянства внутренней среды – внутренний гомеостаз.

7. Живые организмы способны к размножению. Скорость размножения обратно пропорциональна массе.

8. Живые организмы способны к развитию – качественному изменению в различные периоды жизни. Генетический ход развития может нарушаться в результате *мутации* под влиянием внешних факторов (ионизирующая радиация, химические вещества, температурные и другие факторы). *Мутация* – это изменение наследственных свойств организма при нарушении процесса передачи генетической информации.

9. Живые организмы способны приспосабливаться к изменению внешних условий среды.

### 2.3. Круговороты веществ в биосфере

Вещества могут использоваться в биосфере многократно, вступая в *круговорот веществ*. Движущей силой круговоротов веществ в биосфере является солнечная энергия. В процессе эволюции биосферы исторически первым возник *большой*, или *геологический*, круговорот веществ. Он обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляется между биосферой и более глубокими горизонтами среды. В процессе большого круговорота минеральные соединения переносятся из одного места в другое в масштабе планеты (поднятие и опускание материков, циркуляция воздушных масс, круговорот воды между сушей и океаном через атмосферу).

*Малый* круговорот в отличие от большого совершается лишь в пределах биосферы. Сущность малого круговорота состоит в образовании живого вещества зеленых растений из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в последующем превращении органического вещества при разложении микроорганизмами вновь в неорганические соединения. Растения считают главным элементом в круговороте веществ, т.к. они включают в круговорот энергию

Солнца. Главная роль микроорганизмов в круговороте веществ состоит в разрушении органических веществ до минеральных.

Круговорот биогенных элементов через синтез и распад органического вещества, совершающийся в пределах биосферы, называется *биологическим (биотическим, биогеохимическим)*. В отличие от геологического, биологический круговорот характеризуется малыми затратами энергии. На создание органического вещества расходуется около 1 % солнечной энергии, поступающей на Землю. Круговороты отдельных веществ (элементов) Вернадский назвал *биогеохимическим циклом* – это обмен веществом и энергией, осуществляющийся между различными структурными частями биосферы и определяющийся жизнедеятельностью микроорганизмов. Суть цикла состоит в следующем: химические элементы, поглощённые организмом из абиотической среды (атмосферы, гидросферы, литосферы), впоследствии её покидают, уходя в абиотическую среду, затем снова попадают в живой организм.

В биогеохимическом цикле выделяют *резервный* и *обменный* фонды.

1) *Резервный фонд* – это огромная масса движущихся веществ, не связанных с организмами.

2) *Обменный фонд* – это значительно меньший, но весьма активный, обусловленный прямым обменом биогенным веществом между организмами и их непосредственным окружением.

Скорость круговорота кислорода составляет 2000 лет, именно за это время весь кислород атмосферы проходит через живое вещество. Скорость оборота CO<sub>2</sub> как наиболее подвижной формы круговорота углерода составляет порядка 300 лет.

Главная роль биологического круговорота азота и фосфора заключается в том, что эти элементы входят в состав белков и нуклеиновых кислот.

В процессе круговорота углерода в биосфере образуется нефть, которая является *энергетическим ресурсом*.

Биогеохимические циклы фосфора и серы менее совершенны (легко нарушаются), т.к. основная их масса в резервном фонде земной коры, то есть в «недоступном» фонде. Круговороты фосфора и серы – это типичные осадочные биогеохимические фонды