

§ 54. Понятие об эволюции и стабильности биосферы

- **Вспомните**, какова роль живого вещества планеты.
- **Как вы думаете?** Насколько важно сохранение видового разнообразия живых организмов на Земле?
- **Вы узнаете** об эволюции биосферы и роли человека в этом процессе.

Современная биосфера возникла не сразу, а в результате длительной эволюции в процессе постоянного взаимодействия абиотических и биотических факторов. *Эволюция биосферы* — это естественный процесс развития живой природы, сопровождающийся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, видообразованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

В. И. Вернадский выделял три этапа в эволюции биосферы.

Первый этап — возникновение жизни и первичной биосферы. На этом этапе главенствующее положение занимали химические реакции, естественные геологические и климатические изменения.

Второй этап — это появление новых разнообразных одно- и многоклеточных организмов. На этом этапе главную роль играла биологическая эволюция.

Третий этап — появление человека и общества, которое начинает в своих интересах воздействовать на биосферу, превращая ее в ноосферу, или новое эволюционное состояние.

Эволюция биосферы представляет историю жизни на Земле. Земля как геологическое тело образовалась приблизительно 4,54 млрд лет назад, когда на ее расплавленной поверхности появилась твердая, хотя очень тонкая и горячая земная кора.



Расплавленный наружный слой Земли со временем охлаждался. Вулканическая активность и выделение газов привели к возникновению первичной атмосферы, а конденсация водяного пара при охлаждении — к возникновению океанов. В этой водной среде появились первые формы жизни. По мнению ученых, они были представлены *гетеротрофными анаэробными бактериями* (рис. 91). Эти организмы накапливали энергию в основном в результате процессов гликолиза и брожения. Однако созидательная и преобразующая роль живого вещества стала осуществляться лишь с появлением в биосфере фотосинтезирующих автотрофов — цианобактерий. Деятельность этих организмов привела к накоплению в атмосфере свободного кислорода, количество которого увеличивалось, а содержание углекислого газа уменьшалось. Это дало толчок

интенсивному развитию *аэробных организмов*. Предполагается, что около 1,5 млрд лет назад содержание кислорода в атмосфере достигло примерно 1 %. Это обеспечило организмы необходимой для жизнедеятельности энергией и привело к образованию *многоклеточных организмов*, их дальнейшему развитию и усложнению.

Дальнейшее насыщение атмосферы кислородом способствовало тому, что в верхних слоях атмосферы на высоте 22—25 км под воздействием электрохимических процессов образовался *озоновый экран*, который защищал живые организмы на Земле от губительного воздействия ультрафиолетовых солнечных и космических лучей. Это имело решающее значение для формирования современной биосферы и рассматривается как один из важнейших этапов эволюции. В создавшихся условиях происходило дальнейшее увеличение численности живых организмов. Озоновый экран дал возможность живым организмам *выйти из воды на сушу* и распространиться по ней.

Организмы, завоевав различные среды обитания, стали интенсивно развиваться. Около 475 млн лет назад появились первые *наземные зеленые растения*. Это способствовало дальнейшему обогащению атмосферы кислородом и более интенсивному процессу образования органического вещества.

Параллельно развивались и *гетеротрофы* (членистоногие, рыбы, амфибии), которые для дыхания потребляли кислород и выделяли в атмосферу углекислый газ. Они также поддерживали



Облик Земли 4,54 млрд лет назад



Гетеротрофные анаэробные бактерии



Первые наземные растения
(риниофиты)



Первые наземные животные
(ихтиостеги)

Рис. 91. Зарождение жизни на Земле

энергетический баланс в природе, регулируя численность растений и других организмов.

Примерно 350—400 млн лет назад *установилось равновесие* между образованием и расходом кислорода, содержание его в атмосфере достигло 21 % (по объему), и это равновесие сохраняется и сейчас.

В результате уравнивания деятельности автотрофов и гетеротрофов, участвующих в круговороте веществ в биосфере, сформировалось состояние гомеостазиса (постоянства, устойчивости).

В целом эволюция живой природы сопровождалась постоянным развитием биосферы, увеличением многообразия живых организмов и усложнением экосистем.

Около 200 млн лет назад появились первые *млекопитающие*. Они освоили не только сушу, но также пресные и морские водоемы, почву, воздушное пространство. Млекопитающие обеспечили необычайно широкое по сравнению с другими позвоночными использование пищевых ресурсов. Их спектр питания был разнообразнее рационов других наземных и водных позвоночных. Это увеличило значение млекопитающих в биосфере.

Род Человек появился 2,5 млн лет назад. По мнению ученых, примерно 50 тыс. лет назад человек приобрел современный вид и начал свою трудовую деятельность. Изготовление и применение орудий труда дали человеку возможность активно воздействовать на природу. Это привело к образованию очень мощного в истории биосферы фактора — *антропогенного*, который по степени воздействия можно сравнить с крупным геологическим процессом. Этот фактор может стать причиной нарушения гомеостатического состояния биосферы.

Сознательная деятельность человека в пределах биосферы способствовала превращению ее в *ноосферу*. Понятие «ноосфера» (от греч. *noos* — разум, *sphaira* — шар) было впервые введено в науку в 1927 г. французским геологом Э. Леруа. В. И. Вернадский истолковывал ноосферу как высшую стадию развития биосферы, при которой разумная деятельность человечества становится главной движущей силой ее развития.

Человечество создает на Земле свою, интенсивно развивающуюся культурную среду, передавая от поколения к поколению трудовой и духовный опыт. Масштабы взаимодействия современного общества с природой определяются в основном потребностями человека. Они связаны с непрерывно нарастающим уровнем технического и социального развития.

В результате производственной деятельности человека возник новый процесс обмена веществ и энергии между природой и обществом. Этот обмен носит уже техногенный характер и называется *антропогенным об-*



меном веществ и энергии. Он существенно изменяет общепланетарный круговорот веществ, резко ускоряя его, и отличается от биологического круговорота своей незамкнутостью, то есть носит открытый характер. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, а на выходе — производственные и бытовые отходы. Отходы производства ухудшают природную среду, многие из них не разлагаются до природного состояния. В период научно-технического прогресса масштабы и скорость антропогенного обмена резко возрастают, вызывая заметные изменения в биосфере. Техническая мощь человека достигла масштабов, соизмеримых с биосферными. Поэтому человек должен правильно понимать закономерности эволюции биосферы и, исходя из этого, разумно регулировать ее экологическое развитие. Мы должны научиться осознанно управлять эволюцией биосферы и поддерживать ее стабильность.

Стабильность биосферы — это ее способность сохранять равновесное состояние, прежде всего, в результате непрерывного поступления солнечной энергии, используемой фотоавтотрофными организмами и преобразуемой ими в первичное органическое вещество. Также стабильность биосферы основывается на высоком разнообразии живых организмов, их постоянном размножении и адаптации к жизни в разных условиях среды. Не менее важно для стабильности биосферы поддержание непрерывного биогенного круговорота веществ за счет различных типов и способов питания живых организмов.

► **Это интересно.** Результатом миллиардов лет эволюции является современная биосфера Земли, дифференцированная на множество экосистем и включающая более 2,5 млн ныне живущих видов живых организмов. За всю историю Земли, по приблизительным подсчетам, существовало примерно 500 млн видов.

Однако стабильность биосферы имеет определенные пределы, и нарушение ее регуляторных возможностей чревато серьезными последствиями. Некоторые процессы, вызванные техногенной деятельностью человека, направлены противоположно их естественному ходу в биосфере.

В настоящее время перед человечеством стоит ряд глобальных проблем по сохранению стабильности биосферы. Это, в частности, предотвращение вырубки лесов, уменьшение химического загрязнения среды, объема бытовых отходов, сокращение выбросов парниковых газов, сохранение биологического разнообразия. Мировым сообществом предпринимаются попытки решения этих проблем в рамках международных конвенций

и соглашений (Конвенция о трансграничном загрязнении атмосферного воздуха на большие расстояния, Рамочная конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол, Конвенция о биологическом разнообразии), что будет способствовать поддержанию стабильности биосферы.

■ **Повторим главное.** Современная биосфера возникла в результате длительной эволюции. Выделяют три этапа в эволюции биосферы: возникновение жизни и первичной биосферы (химические реакции, естественные геологические и климатические изменения); появление биологического разнообразия — новых видов растений и животных (освоение новых сред жизни); появление человека и общества (воздействие на биосферу антропогенного фактора, превращение ее в ноосферу). Главная задача человечества — научиться осознанно управлять эволюцией биосферы и поддерживать ее стабильность.

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Какие этапы выделяют в эволюции биосферы? 2. Какие первые живые организмы появились на Земле? 3. Что послужило причиной освоения организмами суши? 4. Какие существенные изменения произошли в эволюции биосферы с появлением человека?

Сложные вопросы. 1. Что способствует поддержанию стабильности биосферы? 2. Какова роль человека в поддержании стабильности биосферы? Приведите конкретные примеры.



ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Биосфера — это оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов. Учение о биосфере было создано русским ученым В. И. Вернадским. Границы биосферы определяются наличием необходимого для жизнедеятельности количества воды, минеральных веществ, кислорода, углекислого газа, благоприятного температурного режима. Все это оптимально сочетается в местах контакта трех оболочек Земли — атмосферы, литосферы и гидросферы. Верхней границей биосферы принято считать озоновый слой на высоте 22—25 км. Нижняя граница биосферы в литосфере расположена на глубине 3—4 км, в гидросфере — 11 км. Лимитирующим фактором распространения жизни в атмосфере является ультрафиолетовое излучение, в литосфере — высокая температура, гидросфера заселена практически полностью и ограничена дном Мирового океана.

Основными компонентами биосферы являются: живое, косное, биокосное и биогенное вещества. Живое вещество выполняет ряд функций (энергетическую, газовую, концентрационную, окислительно-восстановительную) и активно участвует в круговороте веществ.



Круговорот веществ — циклический, многократно повторяющийся процесс взаимосвязанного превращения и перемещения веществ в биосфере. На нашей планете протекают два круговорота веществ: большой — геологический и малый — биологический. Геологический круговорот — это процесс миграции твердых веществ и воды в результате воздействия абиотических факторов. Биологический круговорот — процесс циркуляции веществ между растениями, животными, грибами, микроорганизмами и почвой. Сущность биологического круговорота заключается в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и превращении органического вещества в неорганические соединения при разложении. Геологический и биологический круговороты в совокупности формируют общий биогеохимический круговорот веществ, основу которого составляют циклы воды, углерода и кислорода.

Биосфера эволюционирует. Но, несмотря на это, характеризуется стабильностью, то есть способностью сохранять равновесное состояние за счет непрерывного поступления солнечной энергии, ее преобразования и осуществления круговоротов веществ. На современном этапе эволюции биосферы главным фактором, влияющим на ее состояние, является деятельность человека.