



## Глава 6

# Биосфера — живая оболочка Земли

### Вы узнаете:

- о биосфере, ее границах и компонентах;
- о живом, биогенном, косном и биокосном веществах биосферы;
- о роли живого вещества в биосфере;
- о значении круговорота веществ в биосфере;
- об основных этапах эволюции биосферы;
- условия стабильности биосферы.

### Вы научитесь:

- различать границы и компоненты биосферы;
- проводить сравнение разных сфер биосферы;
- прогнозировать дальнейшее развитие биосферы;
- использовать приобретенные знания о биосфере для обоснования мер по рациональному использованию природных ресурсов, охране биологического разнообразия живых организмов и участия в природоохранных мероприятиях.

В данной главе вы узнаете о биосфере и границах распространения жизни. Изучая компоненты биосферы (живое, косное, биокосное и биогенное вещества), вы познакомитесь с условиями их образования, изучите биогеохимические функции живого вещества. Вы познакомитесь с круговоротами воды, углерода и кислорода, которые являются основой поддержания жизни на Земле. В завершении главы вы сможете проследить этапы эволюции биосферы, узнаете о роли живых организмов в этом процессе и об условиях, необходимых для сохранения стабильности биосферы.

## § 50. Биосфера и ее границы

- **Вспомните**, какие признаки характерны для живого организма. Назовите экологические факторы, лимитирующие существование жизни на Земле.
- **Как вы думаете?** Чем обусловлены границы распространения жизни на Земле?
- **Вы узнаете**, что собой представляет биосфера, каковы ее границы и чем лимитируется распространение жизни в атмосфере, литосфере и гидросфере.

**Биосфера** (от греч. *bíos* — жизнь, *spháira* — шар) — оболочка Земли, созданная и заселенная живыми организмами.

Термин «биосфера» в 1875 г. ввел в науку австрийский геолог Э. Зюсс. Понятие «биосфера» он трактовал как «тонкую пленку жизни на земной поверхности, в значительной мере определяющую лик Земли».

Годом появления учения о биосфере считается 1926 г., когда вышла книга русского ученого-естествоиспытателя В. И. Вернадского «Биосфера». Он обобщил огромное количество научных данных, указывающих на тесную взаимосвязь живого и неживого вещества. Показал, что планета Земля не только населена живыми организмами, но и активно ими преобразуется. Подчеркивая геологическую роль живых организмов, В. И. Вернадский писал: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а поэтому более могущественной, чем живые организмы, взятые в целом». С участием живых организмов происходит образование почвы, осадочных пород, полезных ископаемых, разрушение горных пород, заболачивание.

В. И. Вернадский распространил понятие «биосфера» не только на организмы, но и на среду их обитания.

**Границы биосферы** определяются условиями, необходимыми для жизни: наличием воды, минеральных веществ, кислорода, углекислого газа, благоприятного температурного режима, степенью солености воды в водоемах, уровнем радиации. Все эти условия оптимально сочетаются в местах контакта трех оболочек Земли — атмосферы, литосферы и гидросферы (рис. 82, с. 228). Поэтому биосфера как живая оболочка планеты располагается в пределах этих трех сфер.

**Атмосфера** — воздушная оболочка Земли. Она имеет определенный химический состав: около 78 % азота, 21 % кислорода, 1 % аргона и 0,03 % углекислого газа. Ближе к поверхности Земли в качестве примеси в атмосфере содержатся водяные пары. При взаимодействии с основными парниковыми газами, такими как метан, озон и углекислый газ, водяные пары участвуют в нагревании нижнего слоя атмосферы. Эти атмосферные примеси действуют подобно прозрачной крыше парника, раскинутого над Землей, пропуская к ней длинноволновое тепловое излучение. Отсюда и их название — парниковые газы. Возникающий благодаря им парниковый эффект играет важную роль в тепловом балансе Земли. Он сохраняет тепло у поверхности Земли, и температура воздуха становится выше.

В состав биосферы входит лишь самый нижний слой атмосферы — *тропосфера*. Толщина тропосферы на экваторе составляет 18—22 км, в умеренных широтах — 10—16 км, а на полюсах — 8—10 км. Она определяется интенсивностью вертикальных (восходящих или нисходящих)



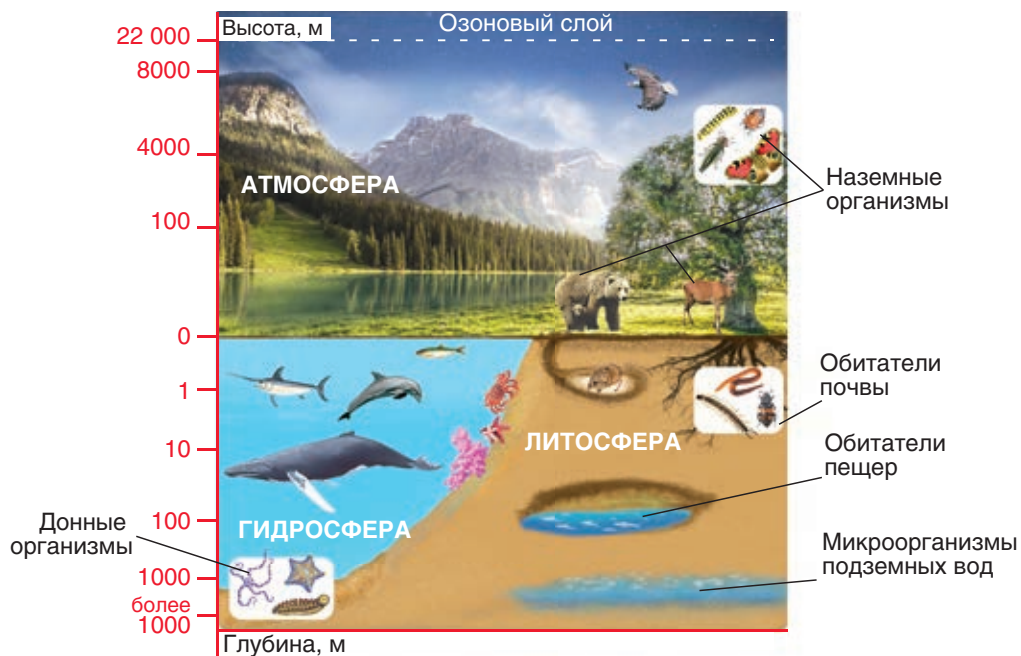


Рис. 82. Границы биосферы

потоков воздуха, вызванных нагреванием земной поверхности. Температура воздуха в тропосфере с высотой понижается на  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  на каждые  $100\text{ м}$  и колеблется от  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Верхней границей биосферы принято считать озоновый слой. Он расположен на разном расстоянии от поверхности Земли и имеет максимальную плотность озона на высоте  $22\text{—}25\text{ км}$ . Выше озонового экрана жизнь невозможна из-за жесткого ультрафиолетового излучения Солнца.

► **Это интересно.** Над Антарктикой обнаружена обширная «озоновая дыра», размеры которой имеют сезонный характер. Появляется она в конце зимы — начале весны. Ученые объясняют ее образование так: хлорфторуглероды (фреоны), высвобождаемые аэрозолями и охладительными установками, переносятся в Антарктику воздушными потоками. Из-за действия крайне низких температур образуются стратосферные облака. В них происходят сложные химические реакции. Хлор, содержащийся во фреонах, отделяется от других веществ и сохраняется на протяжении холодного темного периода года. Когда интенсивность ультрафиолетовых лучей усиливается, атомы хлора высвобождаются и разрушают озоновый слой. Возникновение озоновой дыры — экологическая проблема, которая ставит под угрозу жизнь на Земле.

Атмосфера ближе к поверхности земли насыщена многообразными живыми организмами. Насекомые, птицы, летучие мыши поднимаются над ней на сотни метров. Некоторые виды хищных птиц способны летать на высоте 3—7 км. Семена, споры растений, грибов, бактерии восходящими воздушными потоками пассивно поднимаются вверх на десятки километров (до высоты 20—22 км). Однако все перечисленные летающие организмы лишь временно находятся в атмосфере. Постоянно живущих в воздухе организмов нет.

**Литосфера** — твердая оболочка Земли. Ее толщина колеблется в пределах 50—200 км. Распространение жизни в литосфере ограничено и резко уменьшается с глубиной. Распространению жизни в глубь литосферы препятствуют различные факторы: отсутствие света, возрастающая с глубиной плотность среды, высокая температура. В среднем температурный прирост составляет около 3 °С на каждые 100 м. Именно поэтому температура является главным фактором, ограничивающим жизнь в литосфере. Подавляющее большинство видов сосредоточено в почве — верхнем рыхлом слое, имеющем толщину в несколько десятков сантиметров. Некоторые виды проникают в глубину на несколько метров (корни растений, роющие животные — кроты, черви, бактерии). Наибольшая глубина, на которой были обнаружены некоторые виды бактерий, составляет 3—4 км. Температура здесь достигает +100 °С. Именно эта глубина считается нижней границей распространения жизни в литосфере.

**Гидросфера** — водная оболочка Земли (рис. 83). В отличие от литосферы и атмосферы она полностью освоена живыми организмами. Даже на дне Мирового океана, на глубинах около 11 км, обнаружены разнообразные виды животных, бактерий.

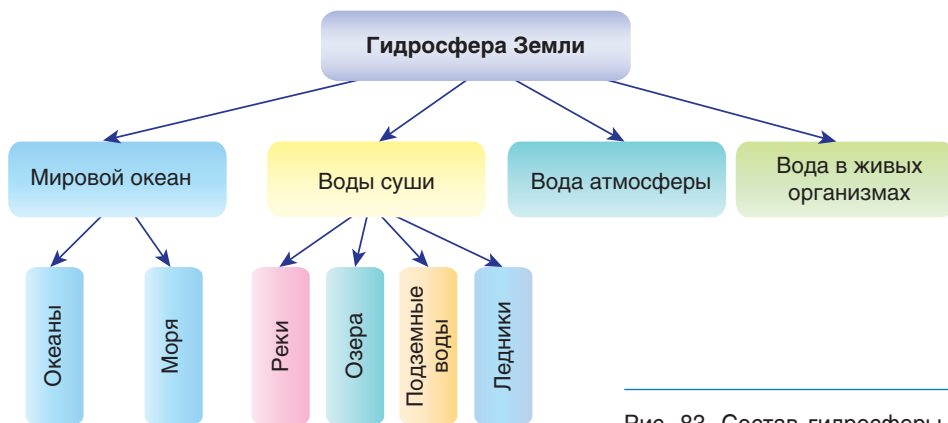


Рис. 83. Состав гидросферы

► **Это интересно.** Английский натуралист Э. Форбс в 1841 г. по результатам своих наблюдений заявил, что глубже 540 м жизнь в океанических водах невозможна. Однако 23 января 1960 г. океанологи Ж. Пикар и Д. Уолш опустились в батискафе в Марианскую впадину Тихого океана и на глубине более 10 525 м увидели рыб и креветок. Таким образом было доказано существование живых организмов на больших глубинах.

Следует отметить, что плотность обитания организмов в океане неравномерна. Основная масса видов находится в гидросфере в пределах 150—200 м от поверхности. Это связано с глубиной проникновения света, являющегося лимитирующим фактором для существования автотрофных организмов, а следовательно, и видов животных, питающихся растениями. Однако существует немалое число видов глубоководных хищных животных и микроорганизмов, которые приспособлены к жизни в полнейшем мраке. Их представители имеют сверхчувствительные органы слуха и осязания, сильно развитые глаза, что дает возможность улавливать даже самые слабые световые волны, либо не имеют глаз вовсе. Еще одно приспособление глубоководных организмов — это люминесцентные органы, которые могут светиться, используя энергию химических реакций. Такой свет облегчает передвижение и приманивает добычу.

На самом деле огромная площадь Мирового океана, являющегося основной частью гидросферы, все еще остается неисследованной.

Гидросфера играет огромную роль в формировании природной среды нашей планеты. Она весьма активно влияет на атмосферные процессы, такие как нагревание и охлаждение воздушных масс, насыщение их влагой.

Атмосфера, литосфера и гидросфера тесно связаны между собой. На границах этих сфер сосредоточена основная часть видов живых организмов, образуя относительно тонкую «пленку жизни» на поверхности нашей планеты.

■ **Повторим главное.** Биосфера — оболочка Земли, созданная и заселенная живыми организмами. Биосфера как область существования жизни охватывает нижнюю часть атмосферы (тропосферу) (от 8 км в высоту у полюсов и до 22 км в высоту у экватора), верхнюю часть литосферы (3—4 км в глубину) и всю гидросферу (до 11 км в глубину). Лимитирующим фактором распространения жизни в атмосфере является ультрафиолетовое излучение, в литосфере — высокая температура, гидросфера заселена практически полностью и ограничена дном Мирового океана.

### ? Проверим знания

**Ключевые вопросы.** 1. Что такое биосфера? 2. В пределах каких сфер Земли располагается биосфера? 3. Назовите лимитирующие факторы, ограничивающие распространение жизни в атмосфере, литосфере и гидросфере.

**Сложные вопросы.** 1. Распространение жизни в биосфере крайне неравномерно. Приведите конкретные примеры этого факта и объясните, чем это обусловлено. 2. Почему антропогенное влияние на биосферу вызывает серьезные опасения у ученых и общественных деятелей? Приведите не менее трех аргументов.



§50-1

## § 51. Компоненты биосферы

- **Вспомните**, чем отличаются живые объекты природы от неживых.
- **Как вы думаете?** Какую роль играют живые организмы в биосфере?
- **Вы узнаете** об основных компонентах биосферы и о функциях живого вещества в ней.

Согласно учению В. И. Вернадского, биосфера состоит из нескольких компонентов: живое, косное, биокосное и биогенное вещества (рис. 84).

Главное место в учении о биосфере занимает представление о живом веществе.

**Живое вещество** — совокупность живых организмов, населяющих Землю. Масса живого вещества сравнительно мала и составляет менее



Рис. 84. Компоненты биосферы