

## БИОСФЕРА

### *Биосфера как глобальная экосистема*

Термин «биосфера» впервые был введен в 1875 г. австрийским ученым-геологом Эдуардом Зюссом. К биосфере он отнес все то пространство атмосферы, гидросферы и литосферы (твердой оболочки Земли), где встречаются живые организмы.

Владимир Иванович Вернадский расширил понятие «биосфера», отведя живым организмам роль главной геохимической силы. При этом в понятие биосферы он включил преобразующую деятельность организмов не только в границах распространения жизни в настоящее время, но и в прошлом, доказал, **что в природе нет более мощной геологической (средообразующей) силы, чем живые организмы и продукты их жизнедеятельности.**

Та часть биосферы, где живые организмы встречаются в настоящее время, обычно называют **современной биосферой**, или **необиосферой**, а древние биосферы относят к **палеобиосферам**, или **белым биосферам**. В качестве примеров последних можно назвать безжизненные скопления органических веществ (залежи каменных углей, нефти, горючих сланцев и т. п.) или запасы других соединений, образовавшихся при участии живых организмов (известь, мел, соединения кремния, рудные образования и т. п.).

**Границы биосферы.** По современным представлениям **необиосфера** в атмосфере простирается примерно до озонового экрана (у полюсов 8-10 км, у экватора - 17-18 км и над остальной поверхностью Земли - 20-25 км). За пределами озонового слоя жизнь невозможна вследствие наличия губительных космических ультрафиолетовых лучей. Гидросфера практически вся, в том числе и самая глубокая впадина (Марианская) Мирового океана (11022 м), занята жизнью. К необиосфере следует относить также и донные отложения, где возможно существование живых организмов. В литосферу жизнь проникает на несколько метров, ограничиваясь в основном почвенным слоем, но по отдельным трещинам и пещерам она распространяется на сотни метров.

**Границы палеобиосферы** в атмосфере примерно совпадают с необиосферой, под водами к палеобиосфере следует отнести и осадочные породы, которые, по В. И. Вернадскому, практически все претерпели переработку живыми организмами. Это толща от сотен метров до десятков километров. Сказанное относительно осадочных пород применимо и к литосфере, пережившей водную стадию функционирования.

В пределах современной, как и былых биосфер, насыщенность жизнью распределена не равномерно. На границах биосферы встречаются лишь случайно занесенные организмы («поле устойчивости жизни», по В. И. Вернадскому). В пределах основной части биосферы организмы присутствуют постоянно («поле существования жизни»), но распределены далеко не равномерно. Очаги повышенной и максимальной концентрации жизни В. И. Вернадский называл пленками и сгущениями жизни. Эти экосистемы являются наиболее продуктивными и составляют своего рода каркас биосферы.

### ***Живое вещество, его свойства и функции в биосфере***

Термин «**живое вещество**» был введен В. И. Вернадским. Живым веществом он называл совокупность всех живых организмов, выраженную через массу, энергию и химический состав.

Живое вещество является основой биосферы, хотя и составляет крайне незначительную ее часть. Если его выделить в чистом виде и распределить равномерно по поверхности Земли, то это будет слой около 2 см или крайне незначительная доля от объема всей биосферы.

Однако живые организмы, благодаря биологическим катализаторам (ферментам), совершают, по выражению академика Л. С. Берга, с физико-химической точки зрения что-то невероятное. Например, они способны фиксировать в своем теле молекулярный азот атмосферы при обычных для природной среды значениях температуры и давления. В промышленных условиях связывание атмосферного азота до аммиака требует температуры порядка 500°C и давления 300-500 атмосфер.

В живых организмах на порядок или несколько порядков увеличиваются скорости химических реакций в процессе обмена веществ. В. И. Вернадский в связи с этим живое вещество назвал чрезвычайно активизированной материей.

Вернадский предложил все, что входит в состав биосферы, объединить в группы в зависимости от характера происхождения вещества. Он выделял семь групп вещества:

1) живое вещество - это совокупность всех живых существ, населяющих нашу планету (от простейших вирусов до человека). Живое вещество чрезвычайно разнообразно по форме.

2) косное вещество - это неживое и не связанное с жизнью вещество, к которому относятся горные породы, выбрасываемые вулканами в процессе горообразования, газы и т. д. При контакте с живым оно постепенно превращается в биокосное вещество.

3) биокосное вещество - это вещество, имеющее минеральную основу, которая коренным образом преобразована жизнедеятельностью организмов. К

нему относится почвенный покров, плодородие которого обусловлено наличием органических веществ, а также воздух и вода. По определению Вернадского: «Это вещество, которое создается одновременно живыми организмами и космическими процессами и является закономерной частью живого и космического вещества».

4) биогенное вещество - это чаще всего трупы, отмершие части растений, каменный уголь, нефть, торф, сланцы – в основном горючие вещества, слабо реагирующие с остальными веществами.

5) радиоактивное вещество - это вещество, имеющее «естественную» радиоактивность (радий, уран, торий и т.д.). Вернадский считал, что радиоактивность способствовала эволюции и являлась той энергетической силой, благодаря которой неживое вещество превратилось в живое.

б) вещество рассеянных атомов - это атомы веществ, преобразованные «жестким» космическим излучением.

7) космическое вещество - это вещество, поступающее из открытого космоса в виде космической пыли, реже в виде метеоритов, и еще реже в виде болидов. Космическое вещество легко усваивается биосферой.

**Основными свойствами живого вещества являются:**

1. **Способность быстро занимать (осваивать) все свободное пространство.** Данное свойство дало основание В. И. Вернадскому сделать вывод, что для определенных геологических периодов количество живого вещества было примерно постоянным (константой). Способность быстрого освоения пространства связана как с интенсивным размножением (некоторые простейшие формы организмов могли бы освоить весь земной шар за несколько часов или дней, если бы не было факторов, сдерживающих их потенциальные возможности размножения), так и со способностью организмов интенсивно увеличивать поверхность своего тела или образуемых ими сообществ. Например, площадь листьев растений, произрастающих на 1 га, составляет 8-10 га и более. То же относится к корневым системам.

2. **Движение не только пассивное** (под действием силы тяжести, гравитационных сил и т. п.), но и **активное.** Например, против течения воды, силы тяжести, движения воздушных потоков и т. п.

3. **Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти** (включение в круговороты), сохраняя при этом высокую физико-химическую активность.

4. **Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным условиям** и в связи с этим освоение не только всех сред жизни (водной, назем-

но-воздушной, почвенной, организменной), но и крайне трудных по физико-химическим параметрам условий.

**5. Феноменально высокая скорость протекания реакций**, которая на несколько порядков (в сотни, тысячи раз) выше, чем в неживом веществе. По представлениям В. И. Вернадского, практически все осадочные породы, а это слой до 3 км, на 95-99% переработаны живыми организмами. Даже такие колоссальные запасы воды, которые имеются в биосфере, разлагаются в процессе фотосинтеза за 5-6 млн. лет, углекислота же проходит через живые организмы в процессе фотосинтеза каждые 6-7 лет.

**6. Высокая скорость обновления живого вещества.** Подсчитано, что в среднем для биосферы она составляет 8 лет, при этом для суши -14 лет, а для океана, где преобладают организмы с коротким периодом жизни (например, планктон), - 33 дня. В результате высокой скорости обновления за всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, примерно в 12 раз превышает массу Земли. Только небольшая часть его (доли процента) законсервирована в виде органических остатков (по выражению В. И. Вернадского, «ушла в геологию»), остальная же включилась в процессы круговорота.

Все перечисленные и другие свойства живого вещества **обуславливаются концентрацией в нем больших запасов энергии.** Согласно В. И. Вернадскому, по энергетической насыщенности с живым веществом может соперничать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

#### **Основными функциями живого вещества являются:**

**1. Энергетическая** - связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей ее по цепям питания, рассеиванием. Энергетическая функция живого вещества нашла отражение в двух биогеохимических принципах, сформулированных В.И.Вернадским. В соответствии с первым из них геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению. Второй принцип гласит, что в процессе эволюции выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают геохимическую энергию.

**2. Газовая** - способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом. В частности, включение углерода в процессы фотосинтеза, а затем в цепи питания обуславливало аккумуляцию его в биогенном веществе (органические остатки, известняки и т. п.) В результате этого шло постепенное уменьшение содержания углерода и его соединений, прежде всего двуокиси ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере с десятков процентов до современных 0,03%. Это же относится к накоплению в атмосфере кислорода, синтезу озона и другим процессам.

3. **Окислительно-восстановительная.** Связана с интенсификацией под влиянием живого вещества процессов как окисления, благодаря обогащению среды кислородом, так и восстановления прежде всего в тех случаях, когда идет разложение органических веществ при дефиците кислорода. Восстановительные процессы обычно сопровождаются образованием и накоплением сероводорода, а также метана. Это, в частности, делает практически безжизненными глубинные слои болот, а также значительные придонные толщи воды (например, в Черном море). Данный процесс в связи с деятельностью человека прогрессирует.

4. **Концентрационная** - способность организмов концентрировать в своем теле рассеянные химические элементы, повышая их содержание по сравнению с окружающей организмы средой на несколько порядков (по марганцу, например, в теле отдельных организмов - в миллионы раз). Результат концентрационной деятельности - залежи горючих ископаемых, известняки, рудные месторождения и т. п. Эту функцию живого вещества всесторонне изучает наука биоминералогия. Организмы-концентраторы используются для решения конкретных прикладных вопросов, например для обогащения руд интересующими человека химическими элементами или соединениями.

5. Наряду с концентрационной функцией живого вещества выделяется противоположная ей по результатам - **рассеивающая**. Она проявляется через трофическую (питательную) и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, гибели организмов при разного рода перемещениях в пространстве, смене покровов. Железо гемоглобина крови рассеивается, например, кровососущими насекомыми и т. п.

6. **Деструктивная** - разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности как самих остатков органического вещества, так и косных веществ. Основной механизм этой функции связан с круговоротом веществ. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют низшие формы жизни - грибы, бактерии (деструкторы, редуценты).

7. **Транспортная** - перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Часто такой перенос осуществляется на колоссальные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).

8. **Средообразующая.** Эта функция является в значительной мере интегративной (результат совместного действия других функций). С ней в конечном счете связано преобразование физико-химических параметров среды. В наибо-

лее широком понимании результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами, они же и поддерживают в относительно стабильном состоянии ее параметры практически во всех геосферах.

9. Важна также **информационная** функция живого вещества, выражающаяся в том, что живые организмы и их сообщества накапливают определенную информацию, закрепляют ее в наследственных структурах и затем передают последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов.

### ***Основные свойства биосферы***

Биосфере, как и составляющим ее другим экосистемам более низкого ранга, присущи свойства, которые обеспечивают ее функционирование, саморегулирование, устойчивость и другие параметры.

1. **Биосфера - централизованная система.** Центральным звеном ее выступают живые организмы (живое вещество).

2. **Биосфера - открытая система.** Ее существование немислимо без поступления энергии извне. Она испытывает воздействие космических сил, прежде всего солнечной активности.

3. **Биосфера - саморегулирующаяся система,** для которой, как отмечал В. И. Вернадский, характерна **организованность**. В настоящее время это свойство называют гомеостазом, понимая под ним способность возвращаться в исходное состояние, гасить возникающие возмущения включением ряда гомеостатических механизмов и, в частности, **принципа**, который в настоящее время носит название *Ле Шателье-Брауна: при действии на систему сил, выводящих ее из состояния устойчивого равновесия, последнее смещается в том направлении, при котором эффект этого воздействия ослабляется.*

Опасность современной экологической ситуации связана прежде всего с тем, что нарушаются многие механизмы гомеостаза и принцип Ле Шателье-Брауна, если не в планетарном, то в крупных региональных планах. Их следствие - региональные кризисы. В стадию глобального кризиса биосфера, к счастью, еще, по-видимому, не вступила. Но отдельные крупные возмущения она уже гасить не в силах. Результатом этого является либо распад экосистем (например, расширяющиеся площади опустыненных земель), либо появление неустойчивых, практически лишенных свойств гомеостаза систем типа агроценозов или урбанизированных (городских) комплексов.

4. **Биосфера - система, характеризующаяся большим разнообразием.** Это обусловлено и разными средами жизни (водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная); и разнообразием природных зон, различающихся по климатическим, гидрологическим, почвенным, биотическим и другим свой-

ствам; и наличие регионов, различающихся по химическому составу (геохимические провинции); и, самое главное, объединение в рамках биосферы большого количества элементарных экосистем со свойственным им видовым разнообразием.

В настоящее время описано около 2 млн. видов (примерно 1,5 млн. животных и 0,5 млн. растений). Считается, однако, что число видов на Земле в 2-3 раза больше, чем их описано. Полагают, что к настоящему времени арену биосферы оставили более 95% видов.

**Согласно закону необходимого разнообразия У. Р. Эшби - разнообразие является основным условием устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.**

Не случайно, что биологическое разнообразие отнесено Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.) к числу трех важнейших экологических проблем, по которым приняты специальные Заявления или Конвенции. Кроме сохранения разнообразия, такие конвенции приняты по сохранению лесов и по предотвращению изменений климата.

Следует подчеркнуть, что значимость разнообразия для природных систем в значительной мере действительна и для социальных структур. Всякое стремление к упрощению социальной структуры общества, перевод ее на однообразие, авторитаризм могут дать кратковременный положительный результат, за которым неминуемо проявляются отрицательные последствия.

**Важное свойство биосферы - наличие в ней механизмов, обеспечивающих круговорот веществ и связанную с ним неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.** Только благодаря круговоротам и наличию неисчерпаемого источника солнечной энергии обеспечивается непрерывность процессов в биосфере и ее потенциальное бессмертие. Как отмечал академик-почвовед В. Р. Вильямс, есть единственный способ сделать какой-то процесс бесконечным - пустить его по пути круговоротов.

## ***ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ***

В истории взаимодействия человека и природы можно выделить два крупных периода, а именно, период безудержного потребления природных ресурсов и период, когда человек осознал, что избранный им путь развития человечества может привести к катастрофе, что задача человечества не только брать у природы, но и защита ее от самого себя. Первый период – это вся история развития человечества, второй по настоящему стал формироваться в середине

50-х годов прошлого столетия, когда состояние окружающей среды в Северной Америке и Европе приняло угрожающий характер. На Международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992) была сформулирована модель устойчивого развития общества, включающая разумное сочетание экологической и экономической составляющих, направленная на сохранение окружающей природной среды наряду и вместе с экономическим ростом. Во многих странах были приняты законы «Об охране окружающей среды», создавались «Красные Книжки». В ПМР закон «Об охране окружающей среды» был принят в 1994 году.

Природоохранная деятельность теснейшим образом связана с природопользованием и, согласно действующего законодательства, является неотъемлемой ее частью.

Природопользование включает в себя:

- а) охрану, возобновление и воспроизводство природных ресурсов, их извлечение и переработку;
- б) использование и охрану природных условий среды жизни человека;
- в) сохранение, восстановление и рациональное изменение экологического равновесия природных систем;
- г) регуляцию воспроизводства человека и численности людей.

Природопользование может быть нерациональным и рациональным. *Нерациональное природопользование* не обеспечивает сохранение природно-ресурсного потенциала, ведет к оскудению и ухудшению качества природной среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем. *Рациональное природопользование* означает комплексное научно-обоснованное использование природных богатств, при котором достигается максимально возможное сохранение природно-ресурсного потенциала, при минимальном нарушении способности экосистем к саморегуляции и самовосстановлению.

Рациональное природопользование направлено на:

- а) обеспечение такого состояния окружающей среды, при котором она смогла бы удовлетворять наряду с материальными потребностями и запросы эстетики и отдыха;
- б) обеспечение возможности непрерывного получения урожая полезных растений, производства животных и различных материалов путем установления сбалансированного цикла использования и возобновления.

На современном этапе развития проблемы охраны окружающей природной среды появились новые понятия:

**вред окружающей среде** - негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

**экологический риск** - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера;

**экологическая безопасность**, т.е. состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Установлено, что экосистемы имеют предельные границы функционирования, из которых наиболее важными являются:

1. предел *антропоустойчивости* - устойчивости к негативному антропогенному воздействию, например, влиянию пестицидов, вредному для млекопитающих и орнитофауны и т.п.;
2. предел *гомеостаза* - способности к саморегуляции;
3. предел *потенциальной регенеративности*, т.е. способности к самовосстановлению.

Экологическое обоснованное рациональное природопользование должно заключаться в максимально возможном повышении этих пределов и достижении высокой продуктивности всех звеньев трофических цепей природных экосистем.

Нерациональное природопользование в конечном счете ведет к экологическому кризису, а экологически сбалансированное природопользование создает предпосылки для выхода из него.

Наиболее общим принципом, или правилом охраны окружающей среды, считается следующий: *глобальный исходный природно-ресурсный потенциал в ходе исторического развития непрерывно истощается*, что требует от человечества научно-технического совершенствования, направленного на более широкое и полное использование этого потенциала.

Из этого закона вытекает следующий основополагающий принцип охраны природы и среды жизни: *«экологичное - экономично»*, т.е. чем рачительнее подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше требуется энергетических и других затрат. Воспроизводство природно-ресурсного потенциала и усилия на его воплощение должны быть сопоставимы с экономическими результатами эксплуатации природы.

Не менее важное экологическое правило — *все компоненты природной среды — атмосферный воздух, воды, почву и др. — охранять надо не по от-*

дельности, а в целом, как единые природные экосистемы биосферы. Только при таком экологическом подходе возможно обеспечить сохранение ландшафтов, недр, генофонда животных и растений.

Анализ как экологической, так и социально-экономической обстановки в России позволяет выделить пять основных направлений, по которым Россия должна выходить из экологического кризиса.

В качестве **первого направления** должно быть названо совершенствование технологии — *создание экологически чистой технологии, внедрение безотходных, малоотходных производств, обновление основных фондов и т.п.*

**Второе направление** — *развитие и совершенствование экономического механизма охраны природы.*

**Третье направление** — *применение мер административного пресечения и мер юридической ответственности за экологические правонарушения (административно-правовое направление).*

**Четвертое направление** — *гармонизация экологического мышления (эколого-просветительское направление).*

**Пятое направление** — *гармонизация экологических международных отношений (международно-правовое направление).*

**Экологические проблемы тепловой энергетики.** Тепловая энергетика оказывает отрицательное влияние практически на все элементы окружающей среды, в том числе на человека, другие живые организмы и их сообщества. Некоторые футурологи считают, что раньше, чем человечество сожжет последний килограмм топлива, оно израсходует последний килограмм кислорода. По имеющимся расчетам, расход кислорода быстро растет. Так, если в 1960 г. на сжигание всех видов топлива понадобилось 1,3 млрд. т кислорода, то в 1980 г. - уже 12 млрд. т, а в 2000 г. энергетика поглотила около 60 млрд. т кислорода атмосферы.

Извлечение нефти и природного газа ведет к оседанию почвы. Нефть и газ, скопившиеся в пористых породах под поверхностью Земли, служат своеобразной «подушкой», поддерживающей лежащую сверху породу. Когда эта подушка извлекается, земная поверхность в районе залегания нефти и газа опускается на глубину до 10 метров. Кроме того, добыча полезных ископаемых ведет к перераспределению гравитационных напряжений в земной коре, которые иногда заканчиваются землетрясениями.

Тепловые электростанции вместе с транспортом поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO), около 50 % диоксида серы, 35 % оксидов азота и около 35 % пыли. Все отходящие газы при сжигании угля потенциально вредны, даже пары воды и диоксид углерода CO<sub>2</sub>.

Эти газы поглощают инфракрасное излучение земной поверхности и часть его вновь отражают на Землю, создавая так называемый «парниковый эффект». При сжигании топлива образуется теплота, часть которой выбрасывается в атмосферу, приводя к тепловому загрязнению атмосферы. Это, в конечном итоге, влечет повышение температуры водного и воздушного бассейнов, таяние ледников и тому подобные явления. Процесс накопления теплоты может привести к ощутимому повышению температуры на Земле, если использование энергии будет продолжать расти такими же темпами, как сейчас. В свою очередь, повышение температуры может вызвать глубокие изменения климата на всей Земле.

**Экологические проблемы гидроэнергетики.** Одно из важнейших воздействий гидроэнергетики связано с отчуждением значительных площадей плодородных (пойменных) земель под водохранилища. При этом уничтожаются естественные экологические системы. Значительные площади земель вблизи водохранилищ испытывают подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, как правило, переходят в категорию заболоченных.

В водохранилищах резко усиливается прогревание воды, что интенсифицирует потерю ею кислорода и другие процессы, обуславливаемые тепловым загрязнением. Последнее, совместно с накоплением биогенных веществ, создает условия для зарастания водоемов и интенсивного развития водорослей, в том числе и ядовитых сине-зеленых (цианей). По этим причинам, а также вследствие медленной обновляемости вод резко снижается их способность к самоочищению. Ухудшение качества воды ведет к гибели многих ее обитателей. Возрастает заболеваемость рыбного стада, особенно поражение гельминтами. Снижаются вкусовые качества обитателей водной среды. Нарушаются пути миграции рыб, идет разрушение кормовых угодий, нерестилищ и т.п.

**Экологические проблемы ядерной энергетики.** До 1986 года основные экологические проблемы АЭС связывались лишь с захоронением отработанного топлива, а также с ликвидацией самих АЭС после окончания допустимых сроков их эксплуатации.

Экологические воздействия на окружающую среду:

- разрушение экосистем и их элементов (почвы, грунта, водоносных структур и т.п.) в местах добычи руд, особенно при открытом способе добычи;
- изъятие земель под строительство самих АЭС. Особенно значительные территории отчуждаются под строительство сооружений для подачи, отвода и охлаждения подогретых вод. Для АЭС мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800-900 га. Пруды могут заменяться гигантскими градирнями с диаметром у основания 100-120 м и высотой, равной 40-этажному зданию;
- изъятие значительных объемов вод из различных источников и сброс подогретых вод. Если эти воды попадают в реки (другие естественные источники), в

последних наблюдается потеря кислорода, увеличивается вероятность цветения, возрастают явления теплового стресса у водных обитателей;

- не исключено попадание радиоактивного загрязнения в атмосферный воздух, воду, почву в процессе добычи и транспортировки сырья, а также при работе АЭС, складировании и переработке отходов, их захоронении.

Минимизированию негативного воздействия энергетики на природную среду можно развитием и внедрением энергосберегающих технологий. В дальнейшей перспективе невозобновляемые источники энергии должны быть заменены возобновляемыми: энергия ветра, Солнца.