

Круговорот веществ и превращения энергии в экосистемах, роль в нем организмов разных царств. Биологическое разнообразие, саморегуляция и круговорот веществ – основа устойчивого развития экосистем

Основой устойчивого развития экосистем являются: **биологическое разнообразие, саморегуляция круговорот веществ.**

Биологическое разнообразие – варибельность живых организмов из всех источников, включая среди прочего наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем (Конвенция о биологическом разнообразии).

Биологическое разнообразие (БР) – разнообразие видов в конкретной экосистеме, на определенной территории или на всей планете.

В настоящее время науке известно около 2,5 млн видов, причем 74% видов связано с тропическим поясом, 24% — с умеренными широтами и 2% — с полярными районами. Считается, что этот список очень неполон, так как не выявлены многие мелкие животные (в частности, насекомые и паукообразные), грибы, бактерии (особенно в тропиках, где **БР** самое высокое).

Ученые предполагают, что общее число **видов** на планете составляет от 5 до 30 млн. **БР** разных групп организмов существенно различается. Самая богатая видами группа организмов — насекомые. Их насчитывается почти 1,5 млн видов. **БР** обычно оценивается по отдельным группам организмов: указывается количество видов сосудистых растений (цветковых, голосеменных, папоротников, плаунов, хвощей), мхов, лишайников, крупных грибов, видимых глазом (их называют макромицетами), микроскопических грибов (микромицетов), водорослей, насекомых, почвенных животных (также видимых глазом, их называют мезофауной), птиц, млекопитающих, бактерий и т. д.

Аналогично по группам оценивается **БР** водных экосистем (группы планктона и бентоса — фитопланктон, зоопланктон, фитобентос, зообентос, нектон, растения-макрофиты). Совокупность видов растений называется **флорой**, а видов животных — **фауной**. Между **БР** разных трофических уровней отмечена зависимость **«разнообразие порождает разнообразие»**: чем больше видов **автотрофов**, тем больше видов **гетеротрофов (консументов и редуцентов)**. Между **БР**, устойчивостью экосистем и их биологической продукцией нет прямой связи. Более продуктивными могут быть экосистемы с невысоким **БР**. Например, при удобрении лугов их **БР** резко снижается, а продукция — увеличивается. Устойчивыми (т. е. способными самовосстанавливаться после нарушения) часто являются экосистемы с невысоким **БР**, например, пустыни.

Биологическое разнообразие отдельных биоценозов определяется взаимодействием многих **факторов**, главные из которых следующие:

1. **Благоприятность условий среды.** В экосистемах с богатыми и хорошо увлажненными почвами и в теплом климате может быть больше видов, чем в экосистемах с бедными, холодными и очень сухими почвами. Впрочем, в тундрах снижение **БР** сосудистых растений компенсируется возрастанием **БР** мхов и лишайников, которые имеют очень мелкие размеры.

2. **Общий «запас» видов ландшафта.** Если ландшафт в прошлом был подвержен сильным нарушениям, которые обеднили его флору и фауну, то даже при благо-

приятных условиях и по прошествии после нарушения долгого времени биоценозы будут иметь весьма низкое **БР**.

3. Режим нарушений. При умеренных нарушениях экосистем (легкий выпас, выборочная рубка леса или ветровал на ограниченной площади, периодические низовые пожары) **БР** увеличивается. В таких условиях виды-доминанты не могут усилиться настолько, чтобы захватить «львиную долю» ресурсов. Возрастает **БР** травяного яруса в пригородных лесах, если они умеренно нарушаются вытаптыванием. В то же время любое сильное нарушение снижает **БР**.

Биологическое разнообразие зависит и от неоднородности территории. На равнине оно всегда будет ниже, чем в горной местности, где на ограниченной площади представлено много разных экотопов. Это связано с разной высотой участков над уровнем моря, разной экспозицией, разными геологическими породами (кислые граниты, щелочные известняки) и т. д.

Биологическое разнообразие — самый важный биологический индикатор состояния биосферы и входящих в ее состав биомов, который чутко реагирует на воздействия человека. В настоящее время четко проявляется тенденция снижения **БР**. С 1600 г. исчезло 63 вида млекопитающих и 74 вида птиц. В числе исчезнувших видов тур, тарпан, зебра-квэгга, сумчатый волк, морская корова Стеллера, европейский ибис и др. В современном мире ежедневно исчезает от 1 до 10 видов животных и еженедельно — 1 вид растений. Гибель одного вида растений ведет к уничтожению примерно 30 видов мелких животных (прежде всего насекомых и круглых червей — нематод), связанных с ним в процессе питания. Охрана **БР** является одним из важнейших требований при построении общества устойчивого развития.

Саморегуляция — главное свойство экосистем: за счет биотических связей количество всех видов поддерживается на постоянном уровне. Саморегуляция позволяет экосистемам выдерживать неблагоприятные воздействия. Например, лес может сохраниться (восстановиться) после нескольких лет засухи, бурного размножения майских жуков и/или зайцев.

Растительные и животные организмы, находясь во взаимосвязи с неорганической средой, включаются в непрерывно происходящий в природе **круговорот веществ и энергии**. Выполняя основные биохимические функции, живые организмы создают в биосфере круговороты важнейших биогенных элементов (углерода, водорода, кислорода, азота, фосфора и серы), которые попеременно переходят из живого вещества в неорганическую материю.

Круговорот веществ — естественное циклическое движение химических элементов от одного компонента биосферы (или биоценоза) к другому, поддерживаемое потоком солнечной радиации. Основным средством этого круговорота служат пищевые связи живых организмов. В воздушный круговорот включается 98,3% веществ (O₂, H₂, N, C и др.), в водный -1,7% (Na, Mg, Fe, S, Cl, K и др.).

Биологический круговорот — обмен веществ и энергии между различными компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью живых организмов и носящий циклический характер. Движущая сила этого процесса — поток энергии Солнца и деятельность живого вещества.

Круговорот углерода. Углерод в природе находится в горных породах в виде известняка и мрамора. Большая часть углерода находится в **атмосфере** в виде **углекислого газа**. Из воздуха углекислый газ поглощается зелеными растениями, при фотосинтезе превращается в органические вещества, которые затем переходят по цепям пита-

ния, и снова углерод возвращается в атмосферу в виде углекислого газа, образующегося в результате метаболизма (дыхание, брожение), благодаря деятельности бактерий, разрушающих мертвые остатки растений и животных.

Круговорот азота — биогеохимический процесс в биосфере, в котором участвуют организмы-редуценты, а также нитрифицирующие и клубеньковые бактерии. Азот — важный химический элемент, входящий в состав белков и нуклеиновых кислот. Основная масса азота поступает из *атмосферы* благодаря *азотфиксирующим* бактериям. Они усваивают его и переводят в химические соединения, способные усваиваться растениями. Затем азот передается по цепям питания и возвращается в свободном виде в атмосферу. *Аммонификация* (разложение, гниение) белков с образованием *аммиака* (минерализация органического вещества) — осуществляется редуцентами. *Нитрификация* — процесс окисления солей аммиака в соли азотной кислоты: I этап — превращение аммиака в нитриты; II этап — превращение нитритов в нитраты. Осуществляется почвенными нитрифицирующими бактериями (нитрозомонас, нитрозабактер). *Денитрификация* — разложение солей азотной кислоты до образования газообразного азота — осуществляется почвенными денитрифицирующими бактериями. *Азотфиксация* — образование азотистых соединений путем фиксации атмосферного азота свободноживущими почвенными бактериями (азотобактер) или бактериями, живущими в симбиозе с корнями бобовых растений (клубеньковые бактерии ризобиум).

Круговорот воды в биосфере. Вода выпадает на поверхность Земли в виде осадков, образующихся из водяного пара атмосферы. Определенная часть выпавших осадков испаряется прямо с поверхности, возвращаясь в атмосферу водяным паром. Другая часть проникает в почву, всасывается корнями растений и затем, пройдя через растения, испаряется в процессе транспирации. Третья часть просачивается в глубокие слои подпочвы до водоупорных горизонтов, пополняя подземные воды. Четвертая часть в виде поверхностного, речного и подземного стока стекает в водоемы, откуда также испаряется в атмосферу. Наконец, часть используется животными и потребляется человеком для своих нужд. Вся испарившаяся и вернувшаяся в атмосферу вода конденсируется и вновь выпадает в качестве осадков.

Сера и фосфор, содержащиеся в горных породах, после их разрушения и эрозии попадают в почву (наземные экосистемы), часть фосфатов вовлекается в круговорот воды и уносится в море. Вместе с отмершими остатками фосфаты погружаются на дно. Одна часть из них используется, а другая теряется в глубинных отложениях. Из почвы серу и фосфор извлекают наземные растения, а из воды — водоросли. В результате деятельности редуцентов они вновь возвращаются в почву или в виде мертвого органического вещества оседают на дно и снова включаются в состав горных пород.

Таким образом, в результате круговорота веществ в биосфере происходит непрерывная биогенная миграция элементов.

Необходимые для жизни растений и животных химические элементы переходят из среды в организм. При разложении организмов эти элементы снова возвращаются в среду, откуда поступают в организм. В биогенной миграции элементов принимают участие различные организмы, в том числе и человек. В каждом биогеоценозе можно наблюдать *биологический круговорот элементов* — аккумуляцию и минерализацию. При наличии зеленых растений на поверхности суши и в верхних слоях моря образование живого вещества преобладает над минерализацией, а в почве и в глубинах моря — минерализация. Перенос химических элементов осуществляется также при пересе-

лении, миграциях, передвижениях живых организмов, спор, семян. **Биогенная миграция атомов**, осуществляемая **микроорганизмами**, превышает миграцию, производимую многоклеточными организмами. В последние десятилетия человеческая деятельность также оказывает влияние на миграцию атомов.

Биосфера прошла длительную эволюцию, в течение которой жизнь меняла формы, вышла из воды на сушу, изменила систему круговоротов. Благодаря биологическому круговороту веществ в биосфере жизнь поддерживает стабильные условия для своего существования и существования в ней человека.