



Сложные вопросы. 1. Установите соответствие между надземными ярусами лиственного леса и входящими в их состав видами животных. Ярусы: I; II; III; IV; V. Виды: а) заяц, кабан, лисица, волк; б) клещи, жуки, многоножки, шмели; в) птицы, жуки короеды, усачи, златки; г) листогрызущие насекомые; д) лось, косуля, зубр, благородный олень.

2. Установите причинно-следственные связи между экологическими факторами биотопа и видовым составом растительных ярусов биоценоза. Исходя из этого, объясните причину различия видового состава растений в разных ярусах.

§ 44. Экосистема. Биогеоценоз

- **Вспомните**, что такое биоценоз. Что такое биотоп?
- **Как вы думаете?** Какие процессы связывают биоценоз и биотоп в единую биологическую систему, способную к длительному существованию?
- **Вы узнаете** о понятиях «экосистема», «биогеоценоз», о распределении организмов на группы в зависимости от их роли в обмене веществ и превращении энергии.

Понятие экосистемы и биогеоценоза. Термин «экосистема» впервые был предложен английским экологом А. Тенсли в 1935 г. Экосистемы считаются основными структурными единицами природы на Земле.

Экосистема — биологическая система, состоящая из живых организмов и среды их обитания, связанных совокупностью связей, осуществляющих обмен веществом и энергией между ними. Для обозначения подобных систем на однородных участках суши русский геоботаник В. Н. Сукачев в 1942 г. предложил термин «биогеоценоз».

Биогеоценоз (от греч. *bíos* — жизнь, *gé* — земля, *koinós* — общий) — биологическая система, включающая сообщество живых организмов (*биоценоз*) и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды (*биотоп*) в пределах однородной территории, связанных между собой круговоротом веществ и потоком энергии.

Как видно из приведенного определения, биогеоценоз включает две структурные части — биоценоз и биотоп. Каждая из этих частей состоит из определенных компонентов, которые между собой взаимосвязаны (рис. 75).

Биогеоценоз и экосистема — близкие понятия, обозначающие биосистемы одного уровня организации. Общим признаком для этих систем является наличие в них обмена веществом и энергией между живым и неживым компонентами. Однако вышеуказанные понятия не являются синонимами.

Экосистемы имеют разную степень сложности, разные масштабы, они могут быть естественными (природными) и искусственными (созданными).

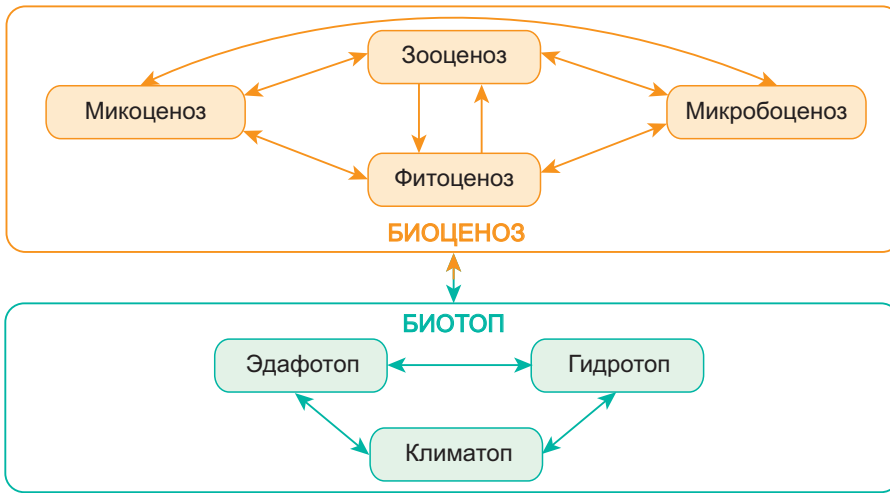


Рис. 75. Схема биогеоценоза

ми человеком). Экосистемы не имеют определенной размерности. Гниющий пень с населяющими его беспозвоночными, грибами и бактериями представляет собой экосистему небольшого масштаба (микроэкосистема). Озеро с водными и околоводными организмами является экосистемой среднего масштаба (мезоэкосистема). А море с его многообразием водорослей, рыб, моллюсков, ракообразных — экосистема крупного масштаба (макроэкосистема).

Биогеоценоз отличается от экосистемы территориальной ограниченностью. Его границы определяются наземным растительным покровом (фитоценозом). Изменение растительности свидетельствует об изменении условий в биотопе и о границе с соседним биогеоценозом. Например, переход от древесной растительности к травянистой свидетельствует о границе между лесным и луговым биогеоценозами. Биогеоценозы выделяют только на суше, так как их обязательным компонентом является почва.

С точки зрения обеспечения питательными веществами биогеоценозы более автономны (независимы от других биогеоценозов), чем экосистемы. В каждом из устойчивых (существующих длительное время) биогеоценозов осуществляется достаточно полный круговорот веществ, сопоставимый по характеру с круговоротом веществ в биосфере планеты Земля, но только в гораздо меньшем масштабе. Экосистемы же более открытые системы для притока и оттока вещества и энергии. Это еще одно отличие биогеоценозов от экосистем.

Следовательно, понятие «экосистема» более широкое, чем «биогеоценоз». Экосистемой можно назвать любой биогеоценоз, а вот биогеоценозом можно назвать только наземные экосистемы.

Структурные и функциональные блоки экосистемы. В экосистеме виды организмов выполняют разные функции, благодаря которым осуществляется круговорот веществ. В зависимости от роли, которую виды играют в круговороте, их относят к разным функциональным блокам (группам): продуцентам, консументам и редуцентам.

Продуценты (от лат. *producens* — создающий), или **производители**, — автотрофные организмы, синтезирующие органическое вещество из минерального с использованием энергии. Если для синтеза органического вещества используется солнечная энергия, то продуцентов называют **фотоавтотрофами**. К фотоавтотрофам относятся все зеленые растения, водоросли, лишайники, цианобактерии, автотрофные протисты, зеленые и пурпурные бактерии. Продуценты, использующие для синтеза органического вещества энергию химических реакций окисления неорганических веществ, называются **хемоавтотрофами**. Ими являются железобактерии, бесцветные серобактерии, нитрифицирующие и водородные бактерии.

Консументы (от лат. *consumo* — потребляю), или **потребители**, — гетеротрофные организмы, потребляющие живое органическое вещество и передающие содержащуюся в нем энергию по пищевым цепям. К ним относятся все животные и растения-паразиты. В зависимости от вида потребляемого органического вещества консументы разделяются на порядки. Организмы, потребляющие продуцентов, называются консументами I порядка. К ним относятся растительноядные животные (саранча, грызуны, парно- и непарнокопытные животные) и растения-паразиты. Консументов I порядка потребляют консументы II порядка, которые представлены плотоядными животными. Консументами III и последующих порядков являются плотоядные животные, питающиеся консументами II и последующих порядков. Количество порядков консументов в экосистеме ограничено и определяется объемом биомассы, созданной продуцентами.

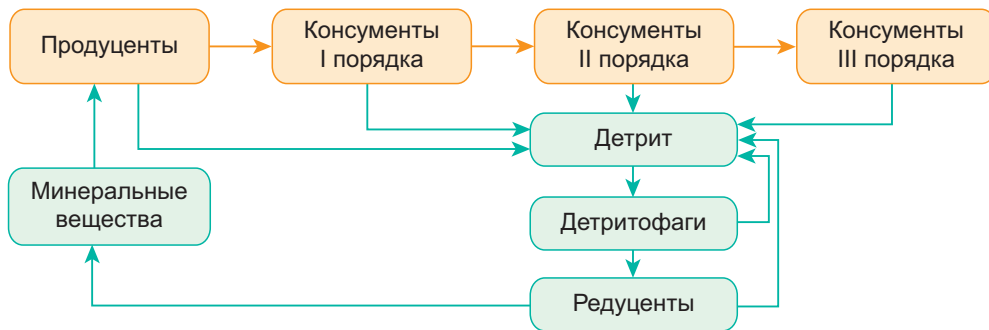
Редуценты (от лат. *reducens* — возвращающий), или **разрушители**, — гетеротрофные организмы, разрушающие отмершее органическое вещество любого происхождения до минерального. В экологии отмершее органическое вещество, вовлекаемое в процесс разложения, называется детритом. **Детрит** (от лат. *detritus* — истертый) — отмершие остатки растений и грибов, трупы и экскременты животных с содержащимися в

них бактериями. Образующееся из детрита минеральное вещество накапливается в почве и в дальнейшем поглощается продуцентами.

В процессе разложения детрита участвуют детритофаги и истинные редуценты. К *детритофагам* относятся мокрицы, ряд клещей, многоножки, ногохвостки, жуки мертвоеды, некоторые насекомые и их личинки, черви. Они потребляют детрит и в ходе жизнедеятельности оставляют содержащие органику экскременты. *Истинными редуцентами* считаются грибы, гетеротрофные протисты, почвенные бактерии, которые разрушают органическое вещество до минерального. Все представители детритофагов и редуцентов, отмирая, также образуют детрит.

Роль редуцентов в природе очень велика. Без них в биосфере накапливались бы отмершие органические остатки, а минеральные вещества, необходимые продуцентам, иссякли бы. И жизнь на Земле в той форме, которую мы знаем, прекратилась бы.

Взаимосвязь функциональных групп в экосистеме можно показать на следующей схеме.



В экосистеме с большим видовым разнообразием может осуществляться взаимозаменяемость одного вида другим без нарушения функциональной структуры.

■ **Повторим главное.** Экосистема — биологическая система, состоящая из живых организмов и среды их обитания, связанных совокупностью связей, осуществляющих обмен веществом и энергией между ними. Наземные экосистемы называют биогеоценозами. Биогеоценоз — совокупность биоценоза и биотопа, связанных между собой круговоротом веществ и потоком энергии. Функциональными компонентами экосистемы являются продуценты, консументы и редуценты.



? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Сравните определения понятий «биогеоценоз» и «экосистема». Что между ними общего? В чем отличие? 2. Какие из перечисленных экосистем можно назвать биогеоценозами: пойменный луг, озеро, дубрава, гнилой пень, море, хвойный лес, река? 3. В чем состоит роль продуцентов в экосистеме? Приведите примеры фото- и хемоавтотрофов.

Сложные вопросы. 1. Выберите три существенных признака экосистемы: 1) высокая численность видов консументов III порядка; 2) наличие круговорота веществ и потока энергии; 3) сезонные изменения температуры и влажности; 4) неравномерное распределение особей вида-эдификатора; 5) наличие продуцентов, консументов и редуцентов; 6) взаимосвязь абиотических и биотических компонентов. 2. Дайте экологический прогноз возможных последствий в экосистеме, если в ней произойдет резкое сокращение численности детритофагов.

§ 45. Цепи и сети питания. Трофические уровни

- **Вспомните**, на какие функциональные группы в экосистеме разделяются организмы по роли в превращении вещества и энергии.
- **Как вы думаете?** Чем будут отличаться пищевые взаимоотношения, которые начинаются с зеленого растения и с листового опада?
- **Вы узнаете** о пастбищных и детритных цепях питания, о трофических уровнях и сети питания, обеспечивающей непрерывный круговорот веществ и превращение энергии в экосистеме.

Понятие о цепях питания. Трофические уровни. Основное условие существования экосистемы — это поддержание круговорота веществ и превращения энергии. Наиболее полный круговорот веществ происходит в наземных экосистемах — биогеоценозах. Он обеспечивается благодаря трофическим (пищевым) связям между организмами разных видов, относящимися к разным функциональным группам. Именно на основе этих связей органические вещества, синтезированные продуцентами из минеральных веществ с поглощением солнечной энергии, передаются консументам и претерпевают химические превращения. В результате жизнедеятельности редуцентов происходит разрушение органических веществ, входящих в состав отмерших организмов, до неорганических (CO_2 , NH_3 , H_2S , H_2O). Затем неорганические вещества используются продуцентами для создания новых органических веществ, которые с помощью консументов снова вовлекаются в круговорот. Если бы эти вещества не использовались многократно, жизнь на Земле была бы невозможна. Ведь запасы веществ, поглощаемых продуцентами, в природе не безграничны. Для осуществления полноценного круговорота веществ в экосистеме