

Лекция 3

Экосистемы (1-ая часть)

3.1. Экосистема: состав, структура, разнообразие

Основной функциональной единицей в экологии является экологическая система (экосистема). **Экосистема** – это безразмерная устойчивая система компонентов живой и неживой природы, в которой между живой и неживой частями осуществляется переход энергии, круговорот веществ, обмен информацией.

Экосистемы – это открытые системы, которые могут обмениваться энергией, веществом и информацией с внешней средой. Термин «экосистема» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А.Тенсли, но само представление об экосистеме (единстве организмов и среды) возникло значительно раньше. В любой экосистеме можно выделить две составные части:

1. **Биота** (греч. *bios* – жизнь, *topos* – место) – совокупность живых организмов, присутствующих в данной экосистеме.

2. **Экотон** (греч. *oikos* – дом, *topos* – место) – неживая составляющая экосистемы, т.е. пространство, в котором обитают живые организмы, а также условия среды, влияющие на их жизнедеятельность (живое пространство).

Самая крупная экосистема, экосистема высшего уровня – **биосфера**. В составе биосферы выделяют экосистемы макроуровня – **биогеоценозы** (греч. *bios* – жизнь, *geo* – Земля, *koinos* – сообщество).

Биогеоценоз – это экосистема на определенном участке земной поверхности (луг, озеро, лес). В биогеоценозе, как и в любой экосистеме, можно выделить две составные части:

1. **Биоценоз** (греч. *bios* – жизнь, *koimos* – сообщество) – это совокупность групп (популяций) различных видов растений, животных и микроорганизмов, присутствующих в данной экосистеме.

2. **Биотон** (греч. *bios* – жизнь, *topos* – сообщество) – относительно однородное жизненное пространство, занятое одним биоценозом. Совокупность биогеоценозов образует биом. **Биом** – это крупная региональная или субконтинентальная система, включающая множество биогеоценозов, тесно связанных между собой потоками вещества и энергии, и характеризующаяся основным типом климата, растительности или особенностью ландшафта. На территории России выделяют следующие биомы: арктические пустыни, тундру, тайгу, степи,

полустепи и т.д. Биогеоценоз и биом являются структурными единицами биосферы.

Функциональную структуру экосистемы составляют автотрофы и гетеротрофы.

Автотрофы (греч. *autos* – сам, *trophe* – пища) – организмы, способные синтезировать необходимые для их существования органические вещества из неорганических в процессе реакций фото- или хемосинтеза.

Гетеротрофы (греч. *heteros* – другой, *trophe* – пища) – организмы, не способные создавать собственное вещество из неорганических компонентов и использующие для своего питания вещество, произведенное другими видами.

Миксотрофы (англ. *mix* – смесь, греч. *trophe* – пища) – организмы, которые в зависимости от условий среды способны быть и автотрофами, и гетеротрофами. Зеленые растения являются автотрофами, животные – гетеротрофами. Примером миксотрофных организмов могут быть сине-зеленые водоросли и растения-паразиты.

К антропогенным экосистемам, т.е. системам, созданным человеком, относится агроэкосистема и урбоэкосистема.

Агроэкосистемы – это сельскохозяйственные ландшафты. Для агроэкосистем характерна упрощённая структура.

Урбоэкосистема (лат. *urbanis* – городская) представляет собой городской ландшафт. Процесс преобразования естественных ландшафтов в искусственные (антропогенные), развивающиеся под влиянием городской застройки, называется **урбанизацией** (лат. *urbanis* – городской) территории.

Ландшафт (лат. *lahdschaft* – вид местности) – это относительно однородная территория, на которой наблюдается закономерное повторение участков, тождественных по геологическому строению, форме рельефа, микроклимату, биоценозам и почве.

3.2. Популяция в экосистеме

Все живые организмы на Земле образуют две иерархии:

- 1) генетико - систематическую (вид, род, семейство);
- 2) системно - функциональную (особь, группа, популяция, сообщество).

Видом называется совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических,

биохимических особенностей; свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенный ареал (территорию).

Вид, не находящийся под прямой угрозой исчезновения, но встречающийся в столь малом числе особей, на столь ограниченной территории и в столь специфических местах обитания, что может быстро исчезнуть, заносится в **Красную книгу** как **редкий вид**. Главнейшим критерием для определения ценности исчезающего вида считается величина возможности генетической потери.

Приведём примеры некоторых видов организмов.

Гербионты – организмы, весь жизненный цикл которых протекает в почвенной среде, например, дождевой червь.

Гомойобионты – организмы, обладающие гомеостазом, то есть способных поддерживать относительное постоянство важных физиологических параметров при изменении внешних условий (например, гомойотермные (эндотермные) животные, сохраняющие постоянную температуру тела при изменениях температуры среды).

Эврибионты (эвриэки) – организмы, существующие в широких пределах изменений экологических условий: температуры (**эвритермы**), влажности (**эвригидридные организмы**), выбора пищи (**эврифаги**), местообитаний (**эвритопные**) и т. п. Широко ареальные виды, как правило, характеризуются **эврибионтностью**. Организмы одного вида в природе всегда представлены не по отдельности, а определёнными организованными совокупностями - популяциями.

Популяция (лат. *populous* – народ, население) – это совокупность особей одного вида, населяющих определенное пространство, внутри которого осуществляется обмен генетической (наследственной) информацией. Популяция – это форма существования и эволюции вида в природе.

Место обитания популяции – **станция**. Популяция имеет общий **генофонд** – совокупность генов, характеризующих данный вид. Примеры популяций: стая глухарей, стадо оленей.

Зооценоз – совокупность взаимосвязанных видов животных, населяющих один биотоп.

Микробиоценоз – сообщество популяций разных видов микроорганизмов в биогеоценозе.

В состав одного вида организмов могут входить несколько, иногда много популяций. Если представителей разных популяций

одного вида поместить в одинаковые условия, они сохраняют свои различия. Однако принадлежность к одному виду обеспечивает возможность получения потомства от представителей разных популяций.

Популяции, в которой все возрасты представлены относительно равномерно, называются **нормальными, регрессивными, инвазионными**.

Свойства популяции:

- численность,
- плотность,
- пространственное размещение организмов,
- половой и возрастной состав,
- характер взаимоотношений между особями,
- контакты с другими популяциями этого вида.

Популяция должна обладать некоторой минимальной численностью и плотностью. **Плотность популяции** – это число особей, приходящихся в среднем на единицу площади или объема. Численность и плотность популяции колеблются во времени – по годам, сезонам, от поколения к поколению. Эти колебания называются «**волнами жизни**». Рост популяции, численность которой не зависит от её плотности, называется **стабильным**.

Численность популяции определяется соотношением рождаемости и смертности.

Общая рождаемость – это число новых особей ΔN_n , добавляющихся за время Δt .

Удельная рождаемость

$$b = \Delta N_n / (\Delta t \cdot N), \quad (1)$$

где N – исходная численность популяции.

Потенциальная способность организмов к размножению огромна – это выражается законом максимального давления жизни.

Примеры:

- 1) Однолетний мак (растение) производит до миллиона семян.
- 2) Матка термитов (насекомых) кладёт по 1 яйцу в секунду на протяжении всей жизни (до 12 лет).
- 3) Треска откладывает до 4 млн икринок в год; сельдь – от 8 до 75 млрд.

Общая смертность – это число особей, погибающих (ΔN_m) в единицу времени.

Удельная смертность

$$m = \Delta N_m / (\Delta t \cdot N). \quad (2)$$

Вид, находящийся под угрозой полного вымирания, численность которого недостаточна для самоподдержания популяции в естественных условиях, называется *исчезающим*.

Изменение численности популяций в какой-то период определяется разностью относительных величин рождаемости и смертности. Её называют *биотическим* или *репродуктивным потенциалом*:

$$r = b - m = (\Delta N_n - \Delta N_m) / (\Delta t \cdot N) = \Delta N / (\Delta t \cdot N). \quad (3)$$

То есть способность вида увеличивать свою численность и область распространения при улучшении условий среды существования называется *биотическим потенциалом*.

Повышение рождаемости над смертностью отмечается в *растущих популяциях*.

При полном отсутствии «сопротивления» среды наблюдается *экспонентальный рост популяции*. Прирост числа особей $\Delta N/N$ пропорционален уже имеющемуся их числу N . Это выражается дифференциальным уравнением

$$dN/dT = r \cdot N, \quad (4)$$

$$\text{иначе} \quad N_t = N_0 \cdot e^{rt}, \quad (5)$$

где N_0 – исходное количество особей.

Для человека r составляет 0,02 в год, т.е. удвоение популяции происходит через 35 лет.

То есть рост численности популяции в стабильных условиях при отсутствии лимитирующих факторов называется *экспоненциальным*. Неограниченный рост численности популяции сдерживается действием факторов внешней среды.

Резкое многократное, относительно внезапное увеличение численности особей какого-либо вида, связанное с исключением обычных механизмов её регуляции, наблюдающееся, например, при интродукции (акклиматизации) видов (кролики в Австралии), называется *популяционным взрывом*. Для человеческой популяции – это демографический взрыв.

В природных условиях рост популяции прекращается из-за «сопротивления» среды, которое тем больше, чем больше

численность популяции. Реальная кривая роста популяции имеет сигмовидную форму, подчиняясь *логистической* зависимости

$$dN/dT = r \cdot N \cdot ((K - N)/K). \quad (6)$$

После начальной логарифмической фазы она асимптотически приближается к уровню максимальной численности и плотности насыщения, когда смертность равна рождаемости ($b = m$).

Максимальная скорость прироста отвечает значению

$$N = K/2, \quad (7)$$

где K – это емкость среды.

Рост популяции, численность которой вначале увеличивается, а затем из-за увеличения плотности популяции и действия факторов среды остается на одном уровне, называется *логистическим*. Тип кривой выживания, характеризующийся массовой гибелью особей в начальный период жизни, а затем низкой смертностью выживших особей (растения, беспозвоночные), отражается выгнутой кривой.