**Лекция. Предмет экологии. Методы исследований в экологии.**

**План лекции.**

1. Содержание, предмет и задачи экологии.
2. Взаимосвязь экологии с другими науками.
3. Структура современной экологии по Н.Ф. Реймерсу. Аутэкология. Синэкология. Биоэкология. Геоэкология. Общая экология.
4. Методы исследований в экологии.
5. **Содержание, предмет и задачи экологии.**

Слово экология происходит от двух греческих слов “ойкос”, что означает дом, жилище и “логос”- учение, наука. Впервые слово экология употребил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году, где предложил назвать экологией раздел зоологии об отношениях между живыми организмами и окружающей средой.

***Экология*** – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между живыми организмами и средой, в которой они обитают. До середины 20 века на экологию смотрели как на одно из подразделений биологии, но постепенно она вышла за ее рамки.

Особенно большое значение в последнее время уделяется проблемам взаимоотношения человека с окружающей средой. Это связано с резким усилением взаимного отрицательного влияния человека и среды в связи с негативными последствиями научно-технического прогресса.

Основным *содержанием* современной экологии является исследование взаимоотношений организмов друг с другом и со средой на популяционно-биоценотическом уровне и изучение жизни биологических макросистем более высокого ранга: биогеоценозов (экосистем), биосферы, их продуктивности и энергетики. *Предметом* исследования экологии являются биологические макросистемы (популяция, биоценозы) и их динамика во времени и в пространстве.

*Основные задачи экологии* могут быть сведены к изучению динамики популяций, к учению о биоценозах и экосистемах. Структура биоценозов, на уровне формирования которых происходит освоение среды, способствует наиболее экономичному и полному использованию жизненных ресурсов. С этой точки зрения главная теоретическая и практическая *задача экологии* заключается в том, чтобы вскрыть законы этих процессов и научиться управлять ими в условиях неизбежной индустриализации и урбанизации нашей планеты.

Основные прикладные задачи, которые экология должна решать в настоящее время следующие:

· прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в окружающей среде под влиянием деятельности человека;

· охрана окружающей среды;

· сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов.

1. **Взаимосвязь экологии с другими науками.**

Экология, как комплексная дисциплина, тесно связана с другими естественными и общественными науками, вбирает новейшие достижения точных наук - математики, физики, химии, обогащая их, в свою очередь, представлениями о единстве, взаимосвязи живого и неживого.

***Связь экологии с математикой.*** Все взаимодействия между организмами и средой могут быть представлены и формализованы в виде уравнений, графиков, дисперсионного анализа и т. д.

***Связь экологии с химическими науками.*** Химические знания – неотъемлемая часть знаний об основах охраны природы, рациональном природопользовании и разумном, не разрушительном преобразовании окружающей среды. Подтверждением связи экологии с химией является открытие немецким химиком Ю. Либихом первого закона экологии – закона минимума. Роль химии в решении экологических проблем на современном этапе значительна: изучая состав, строение и свойства веществ, химия должна объяснить, как ведёт себя то, или иное вещество в атмосфере, почве, водной среде, какие воздействия оказывают оно и продукты его превращений на биологические системы; раскрывая механизмы биогеохимических процессов в природном круговороте элементов, химия способствует решению задачи наиболее естественного «безболезненного» вхождения промышленного производства в природные циклы.

***Связь экологии с физикой.*** Закономерности процессов преобразования веществ в пищевых целях в водной, воздушной средах подчиняются фундаментальным законам физики - закону сохранения массы и второму началу термодинамики (сохранение энергии).

***Связь экологии с географическими науками.*** Экология тесно связана с географией. Разные экосистемы сосуществуют в воздухе, воде, почве. Отсюда появилась географическая экология, ландшафтная экология.

***Связь экологии с медициной.***Снижение качества окружающей среды в результате антропогенной деятельности человека приводит к отклонению конкретных условий среды от норм, что ведет к заболеванию людей, животных и растений и часто к их гибели.

Таким образом, экология становится одной из важнейших наук современности и от ее прогресса, возможно будет зависеть само существование человека на Земле.

Сегодня на повестке дня стоит проблема формирования науки о биологических ресурсах, биоэкономики Мирового океана и суши - экономической экологии, или экологической экономики. Успешно развивается и инженерная экология (прикладная биогеоценология), решающая вопросы устранения отрицательных последствий вмешательства человека в природные сообщества. Актуальные проблемы взаимоотношений человека, общества и природы в эпоху научно-технического прогресса разрабатывает интенсивно развивающаяся социальная экология (экология человека) планеты.

Специфика современной экологии заключается в том, что она изучает биологические макросистемы более высокого ранга, чем организм. Этим она и отличается от других биологических наук. В настоящее время экология вышла за рамки сугубо биологической науки и превратилась в междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие проблемы взаимодействия человека с окружающей средой. Тем самым экология прошла сложный и длительный путь к осознанию проблемы «человек - природа», опираясь на исследования взаимодействий в системе «организм - среда». Актуальность этой проблемы, вызванной обострением экологической обстановки в масштабах всей планеты, привела к *«экологизации»,* т.е. к обязательному учету законов и требований экологии, во всех науках и во всей человеческой деятельности.

Ныне экология возводится в ранг *обобщающей науки,* которая включает в себя экологические направления самых различных дисциплин. Так, например, на стыке экологии с другими отраслями знаний продолжается развитие таких новых направлений, как *инженерная экология, геоэкология, математическая экология, сельскохозяйственная экология, космическая экология и т.д.*

Современная экология такжетесно связана с политикой, экономикой, правом (включая международное право), психологией и педагогикой и т. д. Ее методическую основу составляет сочетание системного подхода, натурных наблюдений, эксперимента и моделирования.

**3. Структура современной экологии по Н.Ф. Реймерсу. Аутэкология. Синэкология. Биоэкология. Геоэкология. Общая экология.**

В экологии в соответствии с уровнями организации живого объективно выделяются разделы, изучающие органический мир на уровне особи (организма), популяции, вида, биоценоза, экосистемы (биогеоценоза) и биосферы. В последнее время в экологии принято выделять разделы в зависимости от конкретного биологического объекта (экология растений, экология животных, экология микроорганизмов), среды, местообитания организмов (экология суши, экология озера, моря, экология почвы, гидросферы). Одним из разделов экологии является экология человека. В экологии человека выделяют два важных направления. Одно связано с влиянием природной среды и ее компонентов на антропосистему (все структурные уровни человечества, все группы людей и индивидуумы), другое вытекает из необходимости изучать последствия антропогенной деятельности

Современная экология включает в себя следующие направления:

- *общая (классическая) экология*, изучающая взаимодействия биологических систем с окружающей средой. В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы: ***аутэкологию***, изучающую взаимосвязи организмов или групп особей конкретного вида с окружающей живой и неживой природой; **популяционную экологию (демэкологию)**, в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов; **синэкологию (биоценологию)**, изучающую взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем со средой.

- *геоэкология (ландшафтная экология)*, исследующая экосистемы (геоэкосистемы) высоких уровней, до биосферного включительно; интересы геоэкологии сосредоточены на анализе структуры и функционирования ландшафтов (природных комплексов географического ранга), взаимоотношений их составных биотических и косных (абиотических, неживых) компонентов;

- *глобальная экология*, изучающая общие законы функционирования биосферы как глобальной экологической системы;

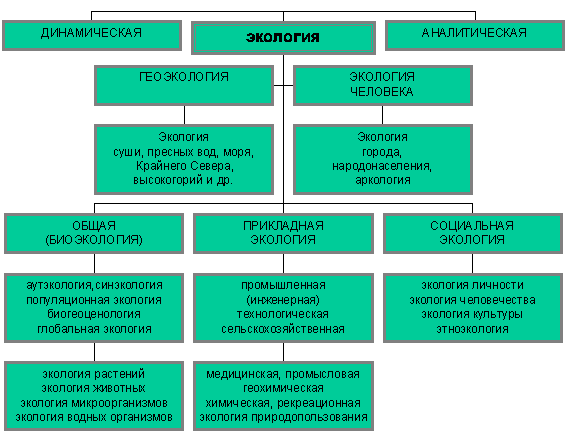
- *социальная экология*, рассматривающая взаимоотношения в системе "общество – природа";

- *прикладная экология*, изучающая механизмы воздействия человека на биосферу, способы предотвращения негативного воздействия и его последствий, разрабатывающая принципы рационального использования природных ресурсов. Она базируется на законах, правилах и принципах экологии и природопользования. Прикладная экология включает инженерную, промышленную, сельскохозяйственную экологию, экологию энергетики и другие науки.

С точки зрения фактора времени рассматривают *историческую* и *эволюционную экологии*. *Историческая экология* изучает изменения, связанные с развитием человеческой цивилизации и технологии, их возрастающее влияние на природу, охватывая период от неолита до наших дней. *Эволюционная экология* рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали в экосфере до того момента, когда важным экологическим фактором, влияющим на большинство организмов и на физическую среду, стала деятельность человека.

Рассмотрим структуру современной экологии по Н.Ф. Реймерсу.

***Структура современной экологии (по Н.Ф. Реймерсу):***

******

***Экология города*** — научная дисциплина, изучающая закономерности взаимодействия человека с городской средой. Во всем мире интенсивно идет процесс урбанизации, который коснулся и России. В настоящее время в российских городах проживает 109 млн чел. (или 74%).

***Экология прикладная*** — раздел экологии, результаты исследования которого направлены на решение практических проблем охраны окружающей среды (защита от загрязнения среды токсикантами, рациональное использование природных ресурсов, совершенные технологии в различных отраслях хозяйства и др.). В настоящее время в прикладной экологии довольно успешно развиваются следующие направления: промышленная (инженерная), технологическая, сельскохозяйственная, медицинская, химическая, рекреационная и др.

***Экология социальная*** — раздел экологии, исследующий отношения между человеческим обществом и окружающей географически пространственной, социальной и культурной средой, прямое и побочное влияние производственной деятельности на состав и свойства окружающей среды, экологическое воздействие антропогенных факторов на здоровье человека и на генофонд человеческих популяций. Внутри социальной экологии различают: экологию личности, экологию культуры, этноэкологию и др. Так, экология культуры занимается сохранением и восстановлением различных элементов культурной среды, созданной человечеством на протяжении его истории (памятников архитектуры, парков, музеев и др.). Этноэкология изучает взаимосвязь населения с географической средой, формирующей этнос в ходе исторического процесса. Экология народонаселения рассматривает связи между процессами, возникающими в человеческих популяциях под влиянием меняющейся природной и социально-экономической среды в более коротком интервале времени.

***Экология человека (антропоэкология)*** – комплексная наука (часть социальной экологии), изучающая взаимодействие человека как биосоциального существа со сложным многокомпонентным окружающим миром, с постоянно усложняющейся средой обитания. Важнейшей её задачей является раскрытие закономерностей производственно-экономического, целевого освоения и преобразовывания природных ландшафтов под воздействием деятельности человека. Термин введен амер. учеными Р. Парком и Э. Бюргессом (1921).

***Глобальная экология*** – комплексная научная дисциплина, изучающая основные закономерности развития биосферы в целом, а также возможные её изменения под влиянием деятельности человека. Глобальная экология призвана изучать взаимоотношения человечества с окружающей средой в планетарном масштабе. Это связано с тем, что возникли негативные экологические последствия воздействия антропогенных факторов на биосферу Земли.

**4. Методы исследований в экологии.**

В экологии используются *методы исследований и понятия,* применяемые и в других науках — биологии, математике, физике, химии и т.д. Многие же методы исследований свойственны исключительно экологии. В целом экологические методы можно подразделить на полевые, дистанционные, экспериментальные, теоретического обобщения, моделирование. *Полевые методы* предполагают получение данных непосредственно в процессе нахождения исследователя в естественной природной среде в период проведения различных сухопутных и морских экспедиций. *Дистанционные методы* основаны на получении данных с помощью различных автоматизированных систем наблюдения, в том числе с помощью самолётов и орбитальных спутников. Следует заметить, что в полевых условиях получают в основном не сразу экологические по сути данные, а только информацию о значении отдельных элементов среды. Эколог для решения своих задач широко использует метеорологические и гидрологические наблюдения (температура воздуха и воды, влажность, направление и скорость ветра и водных течений, объем и интенсивность атмосферных осадков и др.), результаты химических анализов воздуха, воды и почвы, физические показатели среды (уровень радиоактивности, напряженность магнитного поля, освещенность и др.), а также биологические данные (видовой состав и численность организмов, объекты их питания, распределение в пространстве т.д.). Затем следует анализ всего собранного материала и установление степени и характера влияния факторов и процессов среды на интересуемые стороны жизнедеятельности организмов.

Одним из важнейших полевых экологических методов является *биоиндикация*, основанная на учете видового состава и численности определенных индикаторных видов животных, растений и микроорганизмов для оценки экологического благополучия территорий и акваторий.

Изучение растительности в полевых условиях для решения экологических задач предполагает определение:

- роли фитоценоза в накоплении органических веществ и энергии и превращениях вещества и энергии в общей системе биогеоценоза;

- характера и степени воздействия фитоценоза на остальные компоненты биогеоценоза;

- роли фитоценоза в динамике биогеоценоза;

- характера и степени воздействия фитоценоза на соседние биогеоценозы;

- формы, способов и средств прямого и косвенного воздействия на фитоценоз со стороны хозяйственной деятельности человека с целью повышения биологической, продуктивности биогеоценоза и усиления других его полезных свойств.

Растительный покров изучается в разрезе растительных ассоциаций. Растительная ассоциация (по В.Н. Сукачеву) - основная единица классификации растительного покрова, которая представляет собой совокупность однородных фитоценозов с одинаковой структурой, видовым составом и со сходными взаимоотношениями организмов как друг с другом, так и со средой. Чаще всего ассоциацию называют по господствующим в ней растениям (бор-зеленомошник, бор-кисличник, ельник сфагново-травяной, сосновый бор-черничник с моховым покровом и т. п.). Сходные ассоциации объединяют в группы, группы - в формации, группы формаций, классы формаций и типы растительности. Виды, свойственные данной ассоциации, называются константами. Константность многих видов по мере увеличения размеров учетных площадок вначале растет, а затем становится постоянной. Наименьший размер территории, включающий все ее константы, называется минимальным ареалом ассоциации. К специфическим экологическим методам исследования фитоценозов, представляющих соответствующие ассоциации, относятся закладка и описание пробных площадей и учетных площадок. Размеры пробных площадей для травяных сообществ обычно колеблются в пределах от 1 до 100 м2, для лесов - от 100 до 5000 м2. Размер может быть увеличен, так как размер пробной площади должен превышать минимальный размер площади, необходимой для выявления всех особенностей соответствующего сообщества. Пробные площади могут иметь строго определенную форму (прямоугольник, квадрат) или естественные границы изучаемого сообщества. Для более точного подсчета всходов деревьев, побегов, отдельных видов растений в пределах пробных площадей выделяются учетные площадки размером 1—4 м2, а для определения биомассы травостоя - 0,25 м2. При характеристике растительных сообществ производится подробное качественное и количественное их описание: список растений в определенном порядке, ярусность и мозаичность, угнетенность или буйное развитие (взвешивание сухой биомассы или другие способы), фенология (периодичность в развитии), характеристика места обитания (рельеф, склон, почва, органические остатки и т.д.). Кроме описания пробных площадей, при исследовании растительного покрова территории используется метод геоботанического профилирования, позволяющий выявить закономерности пространственного распределения растительных сообществ. Для этого выбирают определенный ориентир и в данном направлении отмечают все изменения в растительности (например, по уклону местности). По полученным результатам вычерчивают профиль изучаемой площади.

Весьма существенна хозяйственная оценка фитоценозов: обеспеченность семенным возобновлением для леса, наличие в травостое полезных и вредных растений, плодородие почв, поедаемость растений различными животными - для сенокосов и пастбищ. На основе описания пробных площадей, профилей и т. п. производится картирование: на карту наносятся либо растительные ассоциации, либо их группы или формации. При этом широко применяется аэрофотосъемка.

Экологическое изучение животных в полевых условиях включает изучение сезонных изменений показателей состава и количества пищи, абиотических условий среды, биотических связей, динамики размножения, закономерностей миграций и размещения популяций. Количественный учет может быть визуальным (глазомерным) и инструментальным. При визуальном учете организмы учитываются на определенном участке (площадной учет), маршруте (линейный учет) или в определенном объеме воды, почвы (объемный учет). В гидробиологии широко используются приборы, позволяющие отбирать пробы донного грунта вместе с находящимися в них организмами, - дночерпатели, а также специальные мелкоячеистые конические сети, предназначенные для отлова мелких беспозвоночных в толще воды.

Различают полный и выборочный учет. Выборочный учет может быть абсолютным и относительным. При абсолютном учитываются все организмы на пробной площади или в каком-то объеме. При относительном учете численность организмов учитывается приблизительно. Например, количество зверьков, попавших в определенное число ловушек на той или иной территории за сутки; количество птиц или растений, обнаруженных на маршруте.

Экологии и геоботаники часто пользуются показателем встречаемости вида. Это показатель относительного числа выборок, в которых представлен вид. Если вид встречается менее чем в 25 % выборок, он считается случайным. Обилие - это количество особей вида, приходящееся на единицу площади или объема. Для растительных ассоциаций используют пятибалльную шкалу Хульта: 5 - очень обильно, 4 - обильно, 3 - не обильно, 2 - мало, 1 - очень мало. Широко используют также шкалы Ж. Браун-Бланке и О. Друде. Исследуется также покрытие - площадь, покрываемая надземными частями того или иного вида растения (истинное покрытие - площадь, занятая основаниями побегов, проективное - площадь, покрываемая верхними частями растений). Учитываемая биомасса: фитомасса, зоомасса; разовая (начальная - в начале вегетационного сезона, конечная - в конце вегетационного сезона); средняя.

*Теоретическое обобщение полученных данных* позволяет выявить конкретные причины наблюдаемых пространственных или временных неоднородностей в биологических компонентах исследуемых экосистем, что в дальнейшем будет способствовать построению гипотез, т.е. обоснованных предположений, объясняющих механизмы взаимосвязей между живыми и неживыми компонентами природы.

*Экспериментальные методы* применяются тогда, когда достаточно сложно или невозможно в полевых условиях установить степень и характер воздействия определенных факторов среды на исследуемый биологический объект. Эксперимент проводится по строго определенной программе, включающей в себя 22 наблюдения и точную регистрацию параметров жизнедеятельности особей (двигательной активности, дыхания, интенсивности питания, скорости роста, рождаемости и смертности и др.) в зависимости от количественных значений одного или нескольких факторов среды (температуры, солёности воды, pH, освещения и др.). Данные, полученные в результате одного эксперимента или их серии, позволяют в лабораторных условиях выявить и оценить различные причинно-следственные связи между абиотическими и биотическими характеристиками. Тем не менее, необходимо понимать, что результаты, полученные в лабораторных условиях, не всегда могут в полной мере отражать происходящее в естественной природной среде, так как в опыте чрезвычайно трудно учесть всё многообразие природных условий и факторов, потенциально способных оказывать значительное воздействие на изучаемый объект.

*Модель* представляет собой абстрактное упрощённое подобие реальности. Примером модели может служить географическая карта. Экологические модели строятся на основании теоретических обобщений совокупности сведений, полученных в результате полевых наблюдений и экспериментов. Моделирование динамики численности отдельной популяции или процессов, происходящих в целой экосистеме, почти всегда является чрезвычайно сложным делом, требующим весьма значительных затрат средств и времени. Построение модели включает несколько этапов.

Первоначально производят тщательное всестороннее изучение реальных природных явлений и взаимосвязей. Выдвигаются первичные предположения о характере происходящего.

На втором этапе разрабатывается логическая модель, в которой, исходя из имеющихся фактов и общих экологических принципов, формулируются главные закономерности, свойственные для рассматриваемой экосистемы.

На третьем этапе логическая модель уточняется и приобретает строгое математическое выражение в виде совокупности уравнений.

Наконец, четвёртый этап - это расчёт на основе построенной модели интересующих биологических параметров и сравнение результатов моделирования с действительностью. При значительном (более 40 %) расхождении между реальными и полученными на основе разработанной модели значениями модель отвергают или совершенствуют. Математическими моделями описываются и проверяются различные варианты динамики численности популяций растений и животных, процессы биологической продуктивности в наземных и морских экосистемах, ход восстановления нарушенных экосистем и т.д.

Так как биологические системы - системы саморегулирующиеся, для их описания и моделирования применяются методы математической статистики и теория вероятностей, теория информации и кибернетики, математическая логика, дифференциальные и интегральные исчисления, теория чисел, матричная алгебра. Создание объективной логической или математической модели представляет собой вершину, основной результат научного творчества, который позволяет в дальнейшем решать широкий круг актуальных прикладных и теоретических задач.

Таким образом, на современном этапе своего развития экология для эффективного решения своих задач использует весьма широкий спектр методов изучения природной среды.

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Дайте определение экологии как науки. Перечислите основные задачи экологии.*
2. *С какими науками связана экология? Охарактеризуйте взаимосвязь экологии с другими науками. 3. Какие направления включает в себя современная экология? Дайте их краткую характеристику. 4. Охарактеризуйте структуру современной экологии по Н.Ф. Реймерсу. 5. Какие методы исследований в экологии вам известны? 6. Что такое биоиндикация? 7. Опишите методы исследования фитоценозов. 8. Что включает в себя экологическое изучение животных в полевых условиях? 9. На основании чего строятся экологические модели? Охарактеризуйте этапы построения модели.*

***Литература***

1. *Степановских А.С. Экология. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.-703с.*
2. *Дроздов В.В. Общая экология. Учебное пособие. - СПб.: РГГМУ, 2011.-412 с.*