# 

# Структура экологии, методы экологических исследований.

Учение о биосфере в том числе включает в себя общую экологию, которая состоит из четырех основных разделов: биоэкологии, геоэкологии, экологии человека и прикладной экологии (рис.1).



Рис. 1

Биоэкология состоит из экологий естественных биологических систем: особей, видов (аутоэкология), популяций и сообществ (синэкология) и экологии биоценозов. Еще одно подразделение биоэкологии составляет эволюционная экология, рассматривающая экологические аспекты эволюции.

Геоэкология изучает биосферные оболочки Земли, в том числе подземную гидросферу, как компоненты окружающей среды, минеральную основу биосферы и происходящие в них изменения под влиянием природных и техногенных процессов. Геоэкологические исследования носят комплексный характер и включают в себя изучение ландшафтов, почв, поверхностных и подземных вод, горных пород, воздуха, растительного покрова. Геоэкология, таким образом, требует интеграции геологии и географии, почвоведения и геохимии, гидрогеологии и гидрологии, горных наук в единую систему знаний о геологической и географической средах как единой геоэкологической среде.

Экология человека - комплекс дисциплин, исследующих взаимодействие человека как биологической особи (биоэкология человека) и личности с окружающей его природной, социальной и культурной средами. Здоровье людей связано с экологической обстановкой и образом жизни (медицинская экология), на человека оказывает влияние среда морали, воззрений, традиций и трудно уловимой духовности (экология духа).

Прикладная экология представлена комплексом дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношений между человеком и природой. Она исследует механизмы техногенных и антропогенных воздействий на экосистемы, формирует экологические критерии и нормативы в промышленности, транспорте и сельском хозяйстве (экология природно-технических геосистем (ПТГС) и сельскохозяйственная экология). Инженерная экология изучает законы формирования техносферы и способы инженерной защиты природной среды. Экологический менеджмент изучает управление взаимодействием общества и природы на основе использования экономических, административных, социальных, технологических и информационных факторов с целью достижения планируемого качества (состояния) окружающей среды. Экологическое образование формирует экологическое мышление, под которым понимается состояние человеческого познания и нpавственности, обеспечивающее анализ и последующий синтез взаимосвязанных природных и техногенных объектов и процессов, как основу прогнозирования их развития и приоритетного выбора оптимальных в экологическом отношении решений и действий.

Таким образом, в последние десятилетия экология фактически вышла за рамки только биологии и переживает колоссальное развитие в различных направлениях. Разве что информатика испытывает аналогичное бурное развитие и на наших глазах происходит информатизация. Информатика тоже вышла за рамки только одной науки - математики. Современная экология не только изучает законы функционирования природных и техногенных систем, но и ищет пути гармонического взаимоотношения природы и общества. От характера которого зависит не только здоровье людей и их экономическое процветание, но и сохранение человека как биологического вида. Решение экологических проблем требует огромной работы во всех областях науки и техники. Поэтому идеи и проблемы экологии всемерно проникают в другие научные дисциплины и внедряются в общественное развитие. Этот процесс называется экологизацией. Ниже приведены примеры разных определений термина экология, которые в сущности показывают различные векторы ее развития:

1) одна из биологических наук, изучающая живые системы в их взаимодействии со средой обитания;

2) комплексная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии общества и природы;

3) особый общенаучный подход к исследованию проблем взаимодействия организмов, биосистем и среды (экологический подход);

4) совокупность научных и практических проблем взаимоотношений человека и природы (экологические проблемы).

5) наука, изучающая общие законы функционирования экосистем различного порядка.

В более обобщенном смысле, под экологией понимается область знаний, рассматривающая совокупность природных объектов, явлений и процессов, по отношению к объекту или субъекту, принимаемому за центральный объект этой совокупности. Этим центральным объектом может быть тот или иной вид растения или животного, популяция (сообщество организмов одного вида, обитающих в пределах единого ареала) или человек, как один из видов живых существ обитающих на Земле и при этом оказывающий воздействие на ее природу несравнимо большее, чем любой другой вид или популяция, или какое то производство.

Современная экология, таким образом, представляет собой значительный цикл знаний, вобравшей в себя разделы биологии, географии, геологии, химии, физики, социологии, психологии, культурологии, экономики, педагогики и технических наук. Отсюда вытекает многообpазие объектов, методов и сpедств экологических исследований, многие из котоpых оказываются заимствованы из смежных областей знаний. В отношении экологии человека - это медицина, биология, психология, санитария и гигиена, гигиена окружающей среды, социология и демография, биохимия и, конечно же, комплексный мониторинг здоровья людей определенного региона, административной территории, связанных с тем или иным производством. Все это имеет прямое отношение к экологии вообще и экологии человека, в частности. В каком-то смысле, годы учебы - тоже процесс экологический. Потому, что на всем протяжении этого нелегкого пути познания нового, каждый из студентов представляет собой некий центр, к которому сходятся знания, от Вашей реакции и действий зависят результаты учебы, а в широком перспективном плане - уровень благополучия Вас, Вашей семьи и близких.

Экология изначально возникла как наука о среде обитания живых организмов: растений, животных (в том числе и человека), грибов, бактерий и вирусов, о взаимоотношениях между организмами и средой их обитания и о взаимоотношениях организмов друг с другом. Само же слово "экология" возникло гораздо позже в сравнении со временем появления собственно экологических знаний. Оно было введено немецким биологом Эрнстом Геккелем (1869 г) и образовано от греческого слова "ойкос" - дом, жилище. До 30-х годов ХХ столетия общей экологии, как общепризнанной науки, еще не существовало. Долгое время экология была представлена всевозможными частными экологическими дисциплинами: экологией растений, экологией животных, экологией грибов и т.д. Эти дисциплины формировались в рамках соответствующих таксономических разделов биологии - ботаники, зоологии, микологии и др., как подразделения этих наук.

По мере накопления знаний о взаимодействии живых организмов со средой обитания исследователи поняли, что на Земле существуют своеобразные системы, состоящие из живых организмов и неживого вещества. Для них характерен высокий уровень организации, наличие прямых и обратных связей между компонентами (частями этих систем), способность к поддержанию своего состояния при всевозможных возмущениях, т.е. эти системы состоят из упорядоченно взаимодействующих и взаимозависимых компонентов, образующих единое целое. Они были названы экологическими, или экосистемами.

Экосистемы всюду вокруг нас. Там, где есть жизнь, там есть и экосистемы. А жизнь на Земле повсюду: и в толще океана на дне самых глубоких морских желобов, и в атмосфере на высоте нескольких десятков километров, и в глубоких пещерах, куда никогда не проникает луч света, и на поверхности ледников в Антарктиде и в высокой Арктике. Самая большая экосистема - биосфера, или экосфера, Земли. Она включает всю совокупность живых организмов планеты, взаимодействующих с неживой природой, и через нее проходит энергия Солнца, обеспечивая устойчивое равновесие биосферы.

Но далеко не все свойства экосистем можно охарактеризовать, изучая лишь их отдельные компоненты (высшие растения, животных, грибы, бактерии) или отдельные уровни организации (генный уровень, клеточный, или более высокий - системы организмов). Только изучая все составляющие биоты в совокупности и с учетом средообразующих факторов можно получить полные и объективные сведения об экосистемах разного ранга и предсказать ход их развития, степень устойчивости к разрушающим факторам и способность к самовосстановлению при воздействии последних.

Экосистемы и являются специфическим объектом изучения общей экологии. Таким образом, общая экология - это наука об экосистемах, которые включают в себя живые организмы и неживое вещество, с которым эти организмы постоянно взаимодействуют. По определению Всеволода Анатольевича Радкевича Экология - это наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов в их естественной среде, и с учетом изменений, которые вносит в эту среду деятельность человека…". Сходное, но более точное определение экологии дает Игорь Александрович Шилов, трактуя ее "... как науку о закономерностях формирования, развития и устойчивости биологических систем разного ранга в их взаимоотношениях со средой…". Следовательно, предметом ее исследований является макросистемы: популяции, биоценозы, экосистемы, и их динамика во времени и пространстве.

Методологической основой экологии является системный подход в исследованиях. На основе системного подхода изучают свойства высокоорганизованных объектов, т.е. многообразие связей между элементами экосистемы, их разнокачественость и соподчинение. При этом нельзя забывать о том, что экосистемы находятся в состоянии динамического равновесия и способны противостоять изменениям природной среды.

Системный подход состоит из следующих этапов: определение состава экосистемы и объектов окружающей среды, которые оказывают воздействие на нее; определение совокупности внутренних связей и связей с окружающей средой. В системном анализе используют различные методы.

Наблюдения проводят за состоянием отдельных экосистем и компонентов экосистемы в конкретных условиях (в поле), за их взаимосвязи в различных ландшафтах. Определяют видовой состав всех организмов экосистем и условия их существования. Устанавливают связи между видами, неживыми компонентами, между организмами различных видов и природно-климатическими условиями. Особое внимание уделяют количественным характеристикам – температуре, влажности, численности и плотности популяций и др. Выделяют различные зависимости, связи между элементами экосистемы и внешними условиями, а также постоянно исследуют динамику (сезонную, годовую, многолетнюю) всех организмов экосистем.

Наилучший метод наблюдений – метод мониторинга на определенных стационарах с использованием современных датчиков, дистанционного зонирования.

Когда экосистему изучают без нарушения ее функционирования, это относится к наблюдениям, даже если в исследованиях применяют какую-либо аппаратуру, например датчику. Исследование, связанные с вмешательством состав или структуру экосистемы (введение дополнительных факторов – внесение удобрений, химических средств борьбы с вредными видами, орошение, осушение и др.), относятся к экспериментам. Они могут быть однофакторными или многофакторными (изучают один или несколько изменяющихся факторов), непреднамеренными антропогенными (отстрел волков в Канаде).

Наблюдаемые факторы проверяют на математических моделях, Часто применяют и биологические модели – экосистемы из организмов, создаваемых в лабораториях. Это промежуточный этап между природными экосистемами и математическими моделями.

Моделирование – основа научного анализа системной экологии. Процесс перевода физических, биохимических, биологических представлений об экосистемах в ряд зависимостей и операции над полученной математической системой называют системным анализом .

При моделировании стремятся создать упрощенную модель, сходную с оригиналом. Свойства и поведение модели можно эффективно исследовать, а данные изучения применить к оригиналу. Для моделирования используют различные методы, в том числе модели идеализированных экосистем из одной популяции при полном достатке элементов питания, отсутствии вредителей и болезней.

Моделирование природных процессов – метод анализа результатов исследований экологических проблем путем упрощения сложных экосистем, применения математических методов, кибернетики, ЭВМ. Степень детализации моделей зависит от уровня из вхождения в общую структуру системы, конкретных пространственно-временных характеристик моделируемых на определенных уровнях природных процессов. Модели общего характера отражают информационную взаимосвязь различных уровней экосистем, включают многофункциональные проявления объектов среды для прогнозирования путей эволюции экологических систем, создания моделей более совершенных экосистем по сравнению с существующими.

В экологии часто применяют колориметрические, хроматографические, спектрометрические, изотопные методы исследований.

Использование экологических исследований при землеустройстве и для земельно-кадастровой оценки земель. Информация, полученная в экологических исследованиях, должна быть использована при землеустройстве, решении важнейших вопросов кадастра и мониторинга земель, при оценке плодородия почв.

Особый интерес в этом отношении представляют:

данные о размещении загрязнителей (промышленных объектов различных отраслей хозяйства), о загрязнении воздушного бассейна, почв, вод и земель тяжелыми металлами, радионуклидами, минеральными удобрениями и пестицидами;

материалы по химическому составу почв, природных и сточных вод;

материалы по использованию земель, плотности населения;

материалы по использованию земель, плотности населения;

различные тематические карты, в особенности почвенная, ландшафтная, экологическая;

экологические паспорта предприятий, в том числе и сельскохозяйственных.

В результате землеустроитель получает важные для работы сведения об экологическом состоянии территории, для которой достоверно может определить микрозоны – запретные (заповедники, зеленые зоны, ландшафтно-экологические ниши, миграционные коридоры, рекреационные территории и пр.), защитные и охранные (санитарно-защитные между животноводческими фермами, различными производственными объектами и жилыми массивами, промышленными объектами и сельскохозяйственными территориями, населенными пунктами, водоохранные и прибрежные полосы и др.), агроэкологические (земли незагрязненные и недеградированные, заболоченные, потенциально эррозионно опасные, различной степени дефлированности с смытости, а также загрязненные тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами и другими вредными соединениями, сильнокислые или сильнощелочные земли и пр.).

Особенно важно использовать результаты исследований загрязненных и других деградированных земель на массивах сельскохозяйственных угодий, прежде всего на пашне, где возделывают культуры, продукция которых идет в пищу. При землеустройстве, ориентированном на экологически сбалансированное использование земель, следует учитывать также физическую деградацию почв, прежде всего переуплотнение, дегумификацию (потерю гумуса), антропогенные изменения осушаемых и орошаемых почв и их возможные негативные экологические последствия, воздействие кислотных дождей на почвы, загрязнение водных источников биогенными веществами и различными физическими соединениями. На основе этих данных принимают определенные землеустроительные решения (например, уточняют внутрихозяйственную специализацию, рассчитывают урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность угодий на перспективу, устанавливают состав, соотношение и размещение угодий, определяют различные мелиоративные и природоохранные мероприятия и пр.).

В проектах землеустройства в водоохранных зонах исключаются строительство жилых массивов и других объектов, прокладка дорог, распашка земель. Прибрежные полосы рекомендуется залужать и высаживать на них деревья. В зонах загрязнения запрещено возделывать культуры, употребляемые на корм животным и в пищу людям, рекомендовано выращивать технические культуры, идущие на промышленную переработку, многолетние травы на семена. Если же загрязнение тяжелыми металлами слабое, то можно выращивать культуры на слов.

Совершенствование структуры землепользования должно базироваться на концепции эколого-хозяйственного баланса территории. При организации территории обязательно должен быть соблюден баланс между антропогенной нагрузкой на земли и способностью территории к естественному самоочищению. При организации рационального землепользования необходимо учитывать экологическое воздействие сельскохозяйственного производства на земельные ресурсы.

Данные для оценки экологического воздействия аграрного производства на землю можно получить из ландшафтно-экологических карт. Характеристику компонентов ландшафтов, подверженных экологическим нарушениям, дают по качественным и количественным показателям. Так, загрязнение воздуха, воды и почв определяется по превышению предельно допустимых концентраций тяжелых металлов, радиоактивных веществ, различных химических веществ; водную эрозию оценивают по интенсивности смыва и пр.; заболевания людей определяют по статистическим данным.

Функции живого вещества

Биологические  процессы  происходят  в  живых  организмах,  характеризуются  очень  высокими  скоростями  по  сравнению  с  процессами  физико-химическими  и  выполняют  ряд  функций  присущих  живому  веществу,  важнейшими функциями  которого  являются:  газовая,  окислительная,  восстановительная,  концентрационная  и  функция  распада  и  синтеза  органического вещества.

**1. Газовая функция** связанная с присущей всем живым существам процессам  дыхания. Происхождение  атмосферы,  почвенного  и  растворенного  в водах рек и океанов воздуха связано с газовой функцией организмов. В процессе жизнедеятельности все организмы вдыхают кислород (точнее используют его при дыхании), а выдыхают углекислый газ.

**2. Окислительная функция** проявляется в том, что окислительные процессы в организмах представляют собой часть газообмена, который является комбинацией  фотосинтетических  реакций,  которые  ведут  к  образованию  и накоплению в атмосфере кислорода. Она играет большую роль в процессах выветривания горных пород, переносе химических элементов. Под влиянием окислительной функции осуществляется преобразование биокосного и косного вещества на суше и накопление данных отложений в водоемах.

**3. Восстановительная  функция**  осуществляется  низшими  организмами грибами (типа  плесени),  которые  принимают  участие  в  восстановительных реакциях с выделением сероводорода, азота, сернистых металлов, метана и водорода. Образование осадочных пород в водоемах обычно сопровождается резким возрастанием активности микроорганизмов, вызывающих восстановительные реакции.

**4. Концентрационная  функция** –  это  способность  извлекать  из  окружающей среды рассеянные вещества, накапливать их и увеличивать концентрацию в небольшом объеме. Эта функция сыграла большую роль в развитии биосферы, так как при взаимодействии живого вещества и минеральных элементов сложились запасы рудных образований, залежей известняков, мергелей и др. Результат этой функции – накопление в живых организмах радиоактивности, различных вредных веществ, например, тяжелых металлов, ядов, канцерогенов.

**5. Синтез и распад органического вещества** проявляется в том, что все живые  организмы непрерывно  осуществляют  обмен  веществ,  создают  сложные органические построения и тем самым включают в состав биомассы миллиарды тонн химических веществ и элементов. В процессе эволюции, до появления теплокровных животных, процесс синтеза преобладал над распадом вещества,  что  создавало  условия  для  появления  свободного  кислорода, сложных живых организмов, теплокровных и человека. 15-20 миллионов лет назад,   процессы  уравновесились,  но  примерно  с  начала 20  века  процесс распада  органического  вещества  стал  протекать  несколько  интенсивнее, процесса синтеза, что грозит гибелью всей биосферы.

Перечисленные функции живого вещества в биосфере осуществляются потому, что для живого вещества характерны следующие черты:   
 1) происходит непрерывная смена поколений

2) длительное время сохраняются постоянные свойства биологических видов  
 3) в процессе  эволюции биосферы постоянно  увеличивается масса вещества, вовлекаемая в жизненные процессы, и увеличивается скорость оборачиваемых процессов.