

Лекция 1. Экология как биологическая наука



1. Содержание экологии. Определение экологии в соответствии с уровнем организации живой материи.
2. Структура экологии как науки и учебной дисциплины.
3. Основные методологические концепции. История становления и развития экологии.
4. Задачи экологии как науки.
5. Методы экологических исследований: полевые и лабораторные методы изучения факторов среды, метод пробных площадок, биоиндикация, биотестирование, интродукция.

① **Экология** – наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой. Человек – такая же часть живого мира Земли, как и другие живые организмы. Поэтому очень важно осмысление роли и места человека в биосфере. Мы изменяем среду, которая нас окружает, но всегда ли мы поступаем, опираясь на законы развития и функционирования живого? Всегда ли человек видит причинно-следственные связи между природными процессами? Понимание места человека, законов функционирования живого и причинно-следственных связей природных процессов делает нашу профессиональную деятельность экологичной и организованной. В свою очередь, последнее приводит к формированию стабильной и безопасной среды обитания.

Термин «экология» предложил в 1866 г. **Эрнст Геккель**, обративший внимание на необходимость изучать организмы в условиях их естественного обитания. В буквальном смысле экология – наука об организмах «у себя дома».

Как самостоятельная наука экология сформировалась в начале XX века. В настоящее время экологию определяют как **науку об отношениях организмов или групп организмов между собой и с окружающей средой**, либо как **науку о взаимоотношениях между организмами и средой их обитания**.

В зависимости от уровня организации живого экология включает разделы:
Аутэкология – исследует связи отдельного организма со средой.

Дэмэкология (популяционная экология) – изучает отношения между организмами, относящимися к одному виду и обитающими на одной территории.

Синэкология (биоценология) – наука, изучающая группы, сообщества организмов и их взаимосвязи в природных системах.

Биосферология (глобальная экология) - наука, изучающая возникновение, эволюцию, структуру и механизмы функционирования биосферы.

***Эндозэкология** – наука, исследующая внутреннюю среду организма как целостность.

② Структура экологии как науки и учебной дисциплины

Общая экология – исследует главные принципы организации и функционирования различных надорганизменных систем.

Частные экологические дисциплины – дисциплины, сфера каждой из которых ограничена кругом изучаемых:

- групп организмов (экология микроорганизмов, экология насекомых, экология человека и т.д.);
- природных систем (экология моря, леса)
- отдельных типов процессов в системах (химическая экология, радиоэкология).

В зависимости от методов исследования:

Теоретическая экология – фундаментальная наука, вскрывающая общие закономерности взаимодействия организмов и среды.

Прикладная экология – наука, обеспечивающая применение теоретических закономерностей для разработки природоохранных мероприятий и рационального природопользования.

Химическая экология – комплексная дисциплина, исследующая совокупность связей в живой природе и химические взаимодействия, связанные с жизнью.

Социальная экология – изучает закономерности взаимодействия общества и окружающей среды.

Экология культуры – взаимоотношение культуры с другими феноменами человеческой цивилизации.

③ Основные методологические концепции. История становления и развития экологии.

Экология зародилась как раздел биологической науки. Но в настоящее время экология считается междисциплинарной наукой, опирающейся на результаты биологии, химии, географии, математики и других наук, но имеющая самостоятельные предмет и методы исследования.

Методологические концепции экологии:

Экосистемный подход – в центре внимания экологических исследований поток энергии и круговорот веществ между биотическим и абиотическим компонентом экосферы. Основан на общности организации всех сообществ, независимо от местообитания и систематического положения входящих в них организмов.

Популяционный подход основан на математических моделях роста, гомеостаза и уменьшения тех или иных видов. Построение таких моделей связано с понятиями рождаемости, выживаемости и смертности.

Эволюционный подход основан на изучении сообществ и местообитаний в динамике и во времени. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали в экосфере до доминирования антропогенного фактора. Позволяет реконструировать экосистемы прошлого, используя палеонтологические данные и сведения о современных экосистемах.

Исторический подход изучает изменения, связанные с развитием человеческой цивилизации и технологии, их возрастающее влияние на природу. Используя исторический подход, можно выявлять долговременные экологические тенденции, такие как климат, конвергентная эволюция, расселение видов.

Этапы развития экологии как науки:

I. Накопление фактического материала и первый опыт его систематизации (Античность - Аристотель, Гераклит, Гиппократ; эпоха Возрождения – Реомюр, Трамбле, Паллас, Болотов)

II. Биогеографические исследования (Гумбольдт, Рулье, Северцов, Бекетов)

III. Эволюционное учение и развитие экологии как науки об адаптациях (Ч. Дарвин, Геккель, Лотка).

IV. Биоценология – развитие знаний о границах и структуре биоценозов, степени устойчивости и возможности саморегуляции этих систем (Вернадский В.И., Сукачев В.Н., Винберг Г.Г., Р. Линдеман).

От Гумбольдта до Вернадского

①Подобно яблочному червю, подтачивающему изнутри облюбованный им плод, человек строит свою цивилизацию внутри биосферы и за счёт частичного её разрушения. При этом он лишь недавно приступил к изучению этой сложнейшей системы, хотя первые попытки целостного подхода к ней восходят ещё к знаменитому немецкому естествоиспытателю **Александру Гумбольдту** (1769–1859), противопоставившему мозаике независимо существующих видов Карла Линнея представление о взаимодействии организмов между собой и с ландшафтом. В заложенных им основах биогеографии климат выступает как определяющее звено ландшафта.

②Тем не менее взгляды Гумбольдта на живой мир и его ландшафтное окружение как на единую систему, неотрывную от климатических факторов, во второй половине XIX века уступили место истории происхождения (филогении) как единственно заслуживающему внимания научному объяснению явлений природы. Именно историей происхождения в процессе конкурентного естественного отбора отдельных особей сумел объяснить **Чарльз Дарвин**

линнеевское множество видов. При этом изумительная по своей логичности идея Дарвина стала не только биологической теорией, но и мировоззренческой концепцией. А в рамках её последующего развития в биологии возобладал редуccionистский подход, то есть объяснение общего через частное на основе накопленного эмпирического материала. Этот подход сфокусировал внимание учёных на эволюционной судьбе отдельного вида и единичной особи, создавая инерцию «дробления» биоты. И эта тенденция, будучи возведена в абсолют, серьёзно замедлила развитие взглядов на биосферу как на единую систему.

③ Казалось бы, системная концепция биосферы должна была возникнуть в недрах экологии, зарождавшейся на рубеже XIX—XX веков. И первый своим независимым путём пришёл к современной трактовке этого понятия не биолог, а минералог, основатель геохимии, выдающийся российский учёный **Владимир Иванович Вернадский** (1863–1945). В опубликованных в 1926 году лекциях под общим названием «Биосфера», три года спустя изданных на французском языке, он выдвинул идею целостного мира, в котором живая материя («плёнка жизни») объединена через систему биогеохимических циклов с атмосферой, гидро- и литосферой. Оболочку Земли, в которой протекают биохимические процессы, он и предложил называть биосферой.

Вернадский показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты находится всецело под влиянием жизни и определяется живыми организмами. В его учении о биосфере не только рассматривались основные свойства живого вещества и влияние на него косной природы, но и впервые было раскрыто грандиозное обратное воздействие жизни на абиотическую среду и формирование в результате этого процесса биокосных природных субстанций, таких, например, как почва. Впервые вся живая оболочка планеты предстала как единое, сложное, но в то же время и хрупкое образование. В итоговом обобщающем труде «Химическое строение биосферы Земли и её окружения» Вернадский писал: «На нашей планете в биосфере существует не жизнь, от окружения независимая, а живое вещество, т. е. совокупность живых организмов, теснейшим образом связанная с окружающей её средой биосферы — мощным геологическим фактором от биосферы неотделимым»¹.

Он также первым высказал мысль, что «благодаря эволюции видов, непрерывно идущей и никогда не прекращающейся, меняется резко отражение живого вещества на окружающей среде».

Вместе с тем, размышляя о путях эволюции биосферы и об особом месте, занимаемом в ней человеком, Вернадский пришёл к выводу о возможности управления биосферой силой человеческого разума — «научной мыслью и государственно организованной, ею направляемой техникой...». И в этом отношении он был человеком своей эпохи, связывавшим надежды на будущее с безграничными, как тогда казалось, перспективами научно-технического прогресса: «Теоретически мы не видим предела его возможностям...»

Век великих экологов

Идеи Вернадского, далеко опередившие время, могли бы долго ещё оставаться не востребуемыми, если бы не стремительно развивавшаяся в те же годы экология. Эта новая отрасль знания сосредоточила внимание учёных на структуре и функционировании не отдельных организмов, а биологических комплексов. И хотя первым понятие «экология» ввёл известный немецкий естествоиспытатель **Эрнст Геккель** (1834–1919) для определения области биологии, изучающей взаимоотношения организмов со средой, до начала 1900-х годов этот термин почти не использовался.

Существенный вклад в становление новой науки внесли гидробиологи, что объяснимо: ведь объектом их изучения были водные организмы, которые невозможно рассматривать в отрыве от окружающей их физической среды.

Одним из первых в этом ряду был немецкий зоолог **Карл Мёбиус** (1825–1908). Изучая воспроизводство моллюсков на устричных отмелях Северного моря, он обосновал представление о биоценозе — внутренне связанном сообществе организмов, населяющих тот или иной однородный участок морского дна. Впоследствии понятие биоценоза было распространено на пресноводные и наземные сообщества — биоценоз пруда, озера; биоценоз берёзового леса и т. д.

В начале XX века вклад в исследования надорганизменного уровня внесли биологи самых разных направлений — ботаники, зоологи, гидробиологи, лесоведы. Удалось выявить некоторые общие закономерности, характерные для развития самых разных комплексов организмов (сообществ, биоценозов) в ходе взаимодействия с окружающей средой. К таковым, например, относится процесс сукцессии — закономерной стадийности развития экосистем.

Открытие сукцессии — заслуга двух американских ботаников. Первый из них, **Генри Коулс** (1869–1939), занимался изучением растительности на побережье озера Мичиган, которое на протяжении длительного периода мелело и отступало от берега. В 1916 году последователь Коулса **Фредерик Клементс** (1874–1945) опубликовал классический труд «Растительная сукцессия». Он показал способность биоценозов приспособляться и эволюционировать в ходе изменений окружающей среды. Причём если на начальных этапах разные сообщества одной и той же местности могут сильно отличаться друг от друга, то на более поздних стадиях они становятся всё более и более схожими. В конце концов оказывается, что для каждой области с определённым климатом и почвой характерно только одно зрелое, или так называемое климаксовое, сообщество.

А ещё десять лет спустя, в 1927 году, в Англии вышла книга английского зоолога **Чарльза Элтона** «Экология животных». Она способствовала переключению внимания зоологов с отдельного организма на популяцию в целом как на самостоятельную единицу. В этом ставшем классическим труде впервые описана структура и распределение сообществ животных, а кроме того, введено

понятие *экологической ниши* и сформулировано правило *экологических пирамид* — последовательного уменьшения численности организмов по мере перехода от нижних трофических уровней к высшим (от растений к травоядным животным, от травоядных к хищникам и т. д.).

В 20–30-е годы XX века началось внедрение в экологию точных методов исследования, у истоков которых стояли американский биофизик **Альфред Лотка** (1880–1949) и итальянский математик **Вито Вольтерра** (1860–1940). В вышедшей в 1925 году книге «Элементы физической биологии» Лотка впервые предпринял попытку преобразования биологии в строго количественную науку. В частности, он разработал математические модели и расчёты межвидовых взаимодействий (например, модель, описывающую сопряжённую динамику численности хищника и жертвы), а также биогеохимических циклов. А в 1926 году Вольтерра разработал математическую модель конкуренции двух видов за один ресурс и показал невозможность их устойчивого длительного сосуществования.

Теоретические исследования, которые выполнили Лотка и Вольтерра, привлекли внимание молодого советского биолога **Георгия Францевича Гаузе** (1910–1986). Он предложил свою, более понятную биологам модификацию уравнений, описывающих процессы межвидовой конкуренции. Экспериментальная проверка этих моделей на лабораторных культурах бактерий и простейших показала, что сосуществование видов возможно, если они занимают разные экологические ниши. В противном случае один из конкурирующих за ту же нишу видов неизбежно вытесняется другим (закон конкурентного исключения). Работы Гаузе вошли в опубликованную в 1934 году в США книгу «Борьба за существование» (в России она увидела свет лишь семь десятилетий спустя) и внесли весомый вклад в появление концепции экосистемы.

«Базовая единица» экологии

Честь введения понятия «экосистема», а произошло это в 1935 году, по праву принадлежит английскому ботанику **Артуру Тэнсли** (1871–1955). и именно 1935 год принято считать годом рождения общей экологии как самостоятельной науки. Основное достижение Тэнсли заключалось в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы — экосистемы. И если в других, ранее сформировавшихся науках, таких как физика, химия или цитология, уже давно имелись свои базовые единицы — атом, молекула, клетка, то теперь для экологии ею стала экосистема — ограниченный во времени и в пространстве единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ и распределением потока энергии.

А в 1942 году, независимо от Тэнсли, российский геоботаник **Владимир Николаевич Сукачёв** (1880–1967) на примере лесных сообществ разработал

понятие о биогеоценозе. Будучи, в принципе, аналогом экосистемы, биогеоценоз характеризуется ограниченной протяжённостью и однородностью природно-климатических условий. На суше это может быть небольшой участок ландшафта — например, приречный луг или дерево и почва под ним, соответствующая проекции его кроны. И территориально и иерархически биогеоценозы могут рассматриваться как ячейки, или «клеточки», биосферы, которая, в свою очередь, является экосистемой наивысшего иерархического уровня.

Ведущую роль в экосистемных исследованиях по-прежнему играли гидробиологи. Объект их исследований — водные организмы, зачастую обитающие в замкнутых водоёмах (пруд, озеро), — отличался особенно зримым переплетением и взаимосвязью физико-химических и биологических процессов.

Три года спустя аналогичные измерения были осуществлены и в США под руководством **Джорджа Хатчинсона** (1903–1991), знаменитого не только собственными исследованиями — его «Курс лимнологии» (1957) и сегодня представляет самую полную в мире сводку жизни озёр, — но и активной поддержкой талантливых молодых учёных. Среди его учеников следует в первую очередь назвать очень рано, к сожалению, умершего **Раймонда Линдемана** (1915–1942), чья небольшая по объёму работа «Трофическо-динамические аспекты экологии», опубликованная в 1942 году, без преувеличения, сделала эпоху в экологии. На неё и сегодня ссылаются экологи во всех уголках Земли. Линдеман разработал общую схему трансформации энергии в экосистеме и изложил основные методы расчёта её энергетического баланса. Он, в частности, теоретически показал, что при переходе с одного трофического уровня на другой количество энергии уменьшается так, что организмам каждого последующего уровня оказывается доступна только небольшая, не более 10%, часть от той энергии, что была в распоряжении организмов предыдущего уровня.

С этого момента экосистемные исследования становятся одним из магистральных направлений в экологии.

«Переоткрытие» биосферы и гипотеза «Гая»

Усилиями сотен учёных возводила экология недостающие конструкции и осваивала необжитое пространство того здания, своды и контуры которого очертил в своих трудах Вернадский. Однако до понимания биосферы как глобальной экосистемы пока ещё не поднималась и она. Идеи Вернадского, умершего в год окончания Второй мировой войны, остались во многом недооценены современниками, и даже его итоговый труд — своего рода научное завещание — «Химическое строение биосферы Земли и её окружения» был опубликован лишь 15 лет спустя после его смерти. Потребовалось ещё не одно десятилетие, прежде чем взгляд на биосферу как на единую, целостную систему стал утверждаться в представлениях и умах учёных.

К таковым в первую очередь надлежит отнести замечательного российского биолога **Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского** (1900–

1981). В предвоенное десятилетие, в период жизни и работы в Германии, он прославился исследованиями в области радиационной генетики и выполненной совместно со своим аспирантом, будущим нобелевским лауреатом М. Дельбрюком работой по определению размеров гена. В последние свои годы Тимофеев-Ресовский сосредоточился на вопросах глобальной экологии и во многом предвосхитил понимание целого ряда только ещё вырисовывавшихся тогда проблем.

Так, выступая в 1968 году с докладом «Биосфера и человечество» на заседании отделения Географического общества г. Обнинска, он сравнил биосферу с гигантской живой фабрикой, преобразующей энергию и вещества на поверхности нашей планеты. Биосфера «формирует и равновесный состав атмосферы, и состав растворов в природных водах, а через атмосферу — энергетику нашей планеты. Она же влияет на климат». По сути, Тимофеев-Ресовский, развивая идеи Вернадского, одним из первых высказал важную мысль о том, что управление биосферой осуществляется самой жизнью.

К сожалению, пребывание по ту сторону «железного занавеса» зачастую ставило российских учёных в весьма невыгодное положение, и высказанные Тимофеевым-Ресовским идеи фактически остались вне поля зрения мировой научной мысли.

Зато необычайный интерес в широких научных кругах вызвала выдвинутая в 1970-х годах английским учёным **Джеймсом Лавлоком** (р. 1919) **биосферная концепция Гея** (по имени эллинской богини Земли).

Инженер по образованию, Лавлок работал в НАСА, где занимался разработкой приборов по обнаружению жизни на других планетах (в связи с предстоящими полётами автоматических станций к Марсу и Венере). А ещё раньше, в студенческие годы, он создал уникальный газовый спектрофотометр для измерения сверхмалых концентраций газов в атмосфере. Впоследствии именно с помощью этого прибора удалось обнаружить накопление хлорфторуглеродов, разрушающих озоновый слой Земли. Вот эта профессиональная деятельность и навела автора на мысль, что наличие жизни на планете можно в принципе обнаружить по составу её атмосферы, как наиболее чувствительной к любым биогеохимическим изменениям среды. Причём атмосфера «живых» планет, как предположил Лавлок, должна отличаться термодинамической неравновесностью, поддерживаемой благодаря активности жизни. В то время как у «неживых» планет состав атмосферы находится в равновесии с их средним химическим составом.

Образ Геи, по Лавлоку, возникает при мысленном взгляде на нашу планету из космоса, которая представляется как многоуровневая живая организация, как «суперорганизм», обладающий саморегуляторными «геофизиологическими» свойствами и поддерживающий параметры планетной среды на благоприятном для жизни уровне. При этом эволюция земной биоты настолько тесно связана с

эволюцией её физического окружения, что вместе они образуют единую саморазвивающуюся систему, отчасти напоминающую по своим свойствам физиологию живого организма.

Особое внимание в своих построениях Лавлок уделяет бактериальному сообществу Земли. Бактерии на протяжении примерно двух миллиардов лет были единственной формой жизни на Земле и, как катализаторы биогеохимических циклов, сформировали биосферу. Они и сегодня остаются основой биогеохимической машины планеты. Но если царившее когда-то древнее бактериальное сообщество прокариот было в некотором роде монополярной биогеоосферной силой, то в дальнейшем, в ходе эволюции, его автокаталитические единицы «перекочевали» в состав более сложных организмов. Они образовали в ядерных клетках специализированные органеллы — митохондрии и хлоропласты. И этот каталитический гиперцикл, по терминологии нобелевского лауреата Манфреда Эйгена, как бы связывает мельчайшие живые организмы с планетарной макросистемой в плане поддержания климатических и биогеохимических параметров её среды.

Нетрудно заметить черты явного сходства Геи с современной трактовкой биосферы в русле идей Вернадского, о работах которого Лавлок узнал только в 1980-х годах (из-за отсутствия полноценных переводов «Биосферы» на английский язык, а также, по его собственному признанию, в силу «глухости» англоязычных авторов к другим языкам). Однако есть и отличия. Во-первых, Гея, вообще говоря, не биосфера, а Земля в целом. Лавлок прибегает к образному сравнению Геи с поперечным срезом старого дерева, где живая часть (биосфера) — лишь тонкий слой камбия под корой, а основная по массе неживая древесина — продукт многолетней деятельности этого слоя. Второе же — это нехарактерное для Вернадского скептическое отношение к возможности покорения человеком природы и подчинения её своим интересам.

Хуже, однако, обстоит дело с центральным постулатом Лавлока, с его идеей Геи как глобально скоррелированного суперорганизма, которая подверглась в своё время жёсткой критике со стороны многих известных эволюционистов. Дело в том, что эволюция биосферы в рамках концепции Геи интерпретируется как её индивидуальное развитие (эпигенез) и совершенствование саморегуляторных свойств. Однако с точки зрения традиционной науки такие жёстко скоррелированные системы высочайшей сложности со временем неизбежно деградируют и распадаются. Живые организмы также отличает высочайшая сложность организации. Но для поддержания этой сложности и упорядоченности в природе используется механизм конкурентного взаимодействия особей, в результате которого в потомстве воспроизводятся только те из них, которые сохранили эту внутреннюю упорядоченность.

Однако Гея существует в единственном числе и, следовательно, воспроизводиться она не может, как невозможен, по замечанию британского эколога Ричарда Докинза, естественный отбор наиболее приспособленной из планет. А следовательно, не может идти речи и о сколько-нибудь длительном сохранении способности Геи к саморегулированию, если только не мыслить за ней упорядочивающей воли Творца. Противопоставить что-либо этой критике Лавлок не сумел, что в итоге способствовало дискредитации идеи формирования благоприятной для жизни среды средствами самой жизни.

Дальнейшее развитие проблема поддержания устойчивости жизни на Земле получила в трудах представителя российской экологической школы, петербургского биофизика **Виктора Георгиевича Горшкова**. Его теория, окончательно оформившаяся к середине 1990-х годов, была названа *теорией биотической регуляции окружающей среды*.

Прежде всего, исследуя механизмы биогеохимического кругооборота, Горшков как бы поменял местами причины и следствия, отведя центральное место круговороту вещества и энергии на уровне отдельно взятых биотических сообществ, и в первую очередь — биогеоценозов, этих, по выражению Тимофеева-Ресовского, «элементарных единиц» биосферы.

Как известно, каждое такое сообщество основано на тесном взаимодействии и тонкой согласованности всех входящих в него видов — растений, грибов, микроорганизмов, мелких беспозвоночных, — встроенных в сложные трофические цепочки, по которым циркулируют энергия и необходимые для их жизнедеятельности химические вещества. Именно эта жёсткая скоррелированность видов внутри сообщества — при отсутствии межвидовой конкуренции и почти полной замкнутости круговорота веществ — позволяет ему поддерживать паритет синтеза и разложения органического вещества, при котором практически не возникает отходов. А в случае того или иного возмущения окружающей среды — температурно-климатических перепадов, вулканических выбросов, изменения концентрации биогенных веществ и т. д. — сообщество реагирует такой перестройкой протекающих в нём обменных процессов, которая позволяет компенсировать неблагоприятные физико-химические изменения среды и способствует её возвращению в невозмущённое состояние (аналогично действию принципа Ле Шателье для термодинамически устойчивых неживых систем).

Однако всё сказанное справедливо лишь в отношении полноценных, ненарушенных природных сообществ. Природные виды также подвержены наследственным мутациям. А это с неизбежностью сказывается на способности включающего их сообщества к поддержанию замкнутого круговорота веществ. Но такие мутантные сообщества в силу их экологической несостоятельности постепенно вытесняются из экосистемы, освобождая место своим более успешным соседям. И хотя биосфера и здесь мыслится как единое целое,

отпадает надобность в идее суперорганизма, а залогом сохранения стабильности окружающей среды выступает естественный отбор, закрепляющий в потомстве видовой и генетический состав наиболее адекватных в экологическом плане сообществ.

То есть природа, по Горшкову, «наводит порядок», работая с бесконечным множеством независимых операционных единиц, минимизируя тем самым случайные флуктуации, угрожающие существованию любой сложно организованной системы. И в этом смысле биосферу можно сравнить со свободным рынком, где взамен товаров и промышленных технологий конкурируют биотехнологии. Так что, видимо, неслучайно человечество в своём развитии пришло к тому же универсальному принципу оптимизации сверхсложных систем, что на протяжении миллионов лет был апробирован самой природой.

Конечно, огромная роль биоты в формировании и обеспечении стабильности окружающей среды, особенно на локальном уровне, в общем, была известна и до Горшкова. Но он, в рамках своей теории, глобализировал эту роль, придал ей новый статус, поместив природные экосистемы в центр всей экологической проблематики.

Теория биотической регуляции не только представляет академический интерес, но имеет непосредственное отношение к выбору стратегии устойчивого развития. И, прежде всего, она меняет приоритеты. Если до сих пор в центре внимания мировой общественности находилась борьба с загрязнениями окружающей среды, то теперь пальма первенства должна быть отдана проблеме сохранения и возрождения природных экосистем, разрушенных человеком. Это диктуется не только его собственными интересами, но и заботой о выживании огромного большинства обитающих на Земле видов.

④ Задачи экологии

1. Исследование влияния среды на строение, жизнедеятельность и поведение организмов.
2. Исследование закономерностей организации жизни, в том числе в связи с антропогенными воздействиями на природные системы.
3. Изучение экологических механизмов адаптации к среде.
4. Исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости.
5. Создание научной основы рациональной эксплуатации природных ресурсов, прогнозирование изменений природы под влиянием деятельности человека и управления процессами, протекающими в биосфере.
6. Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в природной среде под влиянием деятельности человека.
7. Оптимизация экономических, правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного, устойчивого развития.

8. Восстановление нарушенных природных систем, сохранение эталонных участков биосферы.
9. Формирование экологического мировоззрения, развитие экологического сознания и культуры у людей всех возрастов и профессий.
10. Создание новых технологий, основанных на понимании экологических возможностей данного региона, его специфичности.

Таким образом, экология является мировоззренческой, синтетической областью знаний, интегрирующей естественнонаучные и гуманитарные знания. Стратегической задачей экологии является развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

⑤ Методы экологии

Методы экологических исследований – это пути и способы изучения экологических явлений, которые подразделяются на полевые и лабораторные.

Полевые методы предполагают изучение экологических явлений в природной среде. Они помогают установить взаимосвязи организмов, видов и сообществ со средой, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности биосистем. Полевые методы, в свою очередь, подразделяются на :

- *маршрутные* (прямое наблюдение, оценка состояния, измерение, описание, составление схем, карт);

- *стационарные* (длительное наблюдение за объектами, замеры, описание, инструментальный отчет);

- *описательные* (первоначальное знакомство с объектом, применяется при регистрации основных особенностей изучаемых объектов, прямом наблюдении, картировании, инвентаризации);

- *экспериментальные* (опыт, эксперимент, количественная оценка, химические методы анализа и др.), мониторинг (наблюдение, оценка и прогноз состояния природной среды).

Лабораторные методы используются при проведении работ в лабораторных условиях, но пересекаются с методами полевых исследований. Особое внимание в экологии отводится методу моделирования.

Моделирование – метод опосредованного практического и теоретического оперирования объектом, когда исследуется не сам интересующий объект непосредственно, а вспомогательная, искусственная или естественная система (модель), соответствующая свойствам реального объекта. Любая модель всегда упрощена, отражает общую суть процесса.

Мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. В процессе проведения мониторинга ставятся следующие цели:

- количественная и качественная оценка состояния воздуха, поверхностных вод, почвенного покрова, флоры и фауны, а также постоянный контроль стоков и выбросов на промышленных предприятиях;

- составление прогноза о состоянии окружающей среды и возможных его изменениях;

- наблюдение за происходящими в окружающей природной среде физическими, химическими, биологическими процессами, за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир;

- обеспечение заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей природной среде, а также предупреждение и прогнозирование ее состояния.

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают мониторинг фоновый и импактный.

Фоновый (базовый) мониторинг – слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. **Импактный мониторинг** – слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах.

В зависимости от масштабов наблюдения различают мониторинг глобальный, региональный и локальный.

Глобальный мониторинг – слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений; **региональный мониторинг** – слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона; **локальный** – мониторинг в пределах небольшой территории.

В рамках программы ЮНЕП (программа ООН по проблемам окружающей среды) в 1973–1974 гг. были разработаны основные положения функционирования Глобальной системы мониторинга окружающей среды, основная задача которой – предоставление информации, необходимой для защиты здоровья, благополучия, безопасности и свободы людей и управления окружающей средой и ее ресурсами.

Метод пробных площадок - специфический метод исследования ассоциаций, включающий закладку и описание пробных площадей и учетных площадок, на которых производится количественный и качественный анализ растительных ассоциаций, рельефа и почв, следов животных и особенностей их питания.

Биоиндикация – экологический метод, принцип которого состоит в выявлении ответных реакций живых организмов на внешние воздействия. Биоиндикация экологических условий выполняется путем изучения изменений процессов жизнедеятельности организмов, их химического состава,

морфологических признаков, распространения и видового разнообразия в той или иной местности.

Биоиндикаторы – это живые организмы или их сообщества, наличие, численность, особенности строения и характер жизнедеятельности которых служат показателями объектов биоиндикации. Данные объекты представляют собой конкретные условия среды обитания биоиндикаторов, процессы ее естественных изменений, а также изменений, вызванных антропогенным воздействием. Наиболее чувствительными биоиндикаторами могут служить стенобионтные организмы, способные обитать в условиях узкого диапазона изменчивости одного из факторов среды или группы взаимодействующих факторов (температуры, химического состава почвы, влажности и т.д.). Эврибионтные организмы, приспособленные к существованию в значительно изменяющихся условиях среды, могут быть источником информации о длительных изменениях факторов среды в качестве аккумулятивных индикаторов.

Биоиндикационные исследования в комплексе с физико-химическим изучением компонентов экосистем могут служить 3 исходным материалом для прогноза изменений состояния окружающей среды и для разработки практических решений по ее защите.

Биотестирование - Оценка (преимущественно в лабораторных условиях) качества объектов окружающей среды с использованием живых организмов. Установление токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии. Существует 2 вида биотестирования: морфофизиологический и хемотаксический. Хемотаксический метод более точный, так как в нем используется специальный прибор, а морфофизиологический позволяет более точно описать, что происходит с тест-объектами

Интродукция - преднамеренное или случайное переселение особей какого-либо вида животных и растений за пределы естественного ареала в новые для них места обитания в результате деятельности человека. Интродукция является процессом введения в некую экосистему чуждых ей видов.

Часто интродуцированные виды способны существенно изменить сложившуюся экосистему региона и стать причиной значительного сокращения или даже вымирания отдельных видов местной флоры и фауны. Такую интродукцию часто называют *биологическим загрязнением*.