**Концепция экосистемы**

 Экосистема — сложная (по определению сложных систем Л. Берталанфи) самоорганизующаяся, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система. Основной характеристикой экосистемы является наличие относительно замкнутых, стабильных в пространстве и времени потоков вещества и энергии между биотической и абиотической частями экосистемы. Из этого следует, что не всякая биологическая система может назваться экосистемой, например, Таковыми не являются аквариум или трухлявый пень. Данные биологические системы (естественные или искусственные) не являются в достаточной степени самодостаточными и саморегулируемыми (аквариум), если перестать регулировать условия и поддерживать характеристики на одном уровне, достаточно быстро она разрушится. Такие сообщества не формируют самостоятельных замкнутых циклов вещества и энергии (пень), а являются лишь частью большей системы. Такие системы следует называть сообществами более низкого ранга, или же микрокосмами. Иногда для них употребляют понятие — фация (например, в геоэкологии), но оно не способно в полной мере описать такие системы, особенно искусственного происхождения. В общем случае в разных науках понятию «фация» соответствуют различные определения: от систем субэкосистемного уровня (в ботанике, ландшафтоведении) до понятий, не связанных с экосистемой (в геологии), либо понятие, объединяющее однородные экосистемы (Сочава В. Б.), или почти тождественное (Берг Л. С., Раменский Л. Г.) определению экосистемы.

 Экосистема является открытой системой и характеризуется входными и выходными потоками вещества и энергии. Основа существования практически любой экосистемы — поток энергии солнечного света[8], который является следствием термоядерной реакции, — в прямом (фотосинтез) или косвенном (разложение органического вещества) виде, за исключением глубоководных экосистем: «чёрных» и «белых»[9] курильщиков, источником энергии в которых является внутреннее тепло земли и энергия химических реакций.

**Строение экосистемы**

 В экосистеме можно выделить два компонента — биотический и абиотический. Биотический делится на автотрофный (организмы, получающие первичную энергию для существования из фото- и хемосинтеза или продуценты) и гетеротрофный (организмы, получающие энергию из процессов окисления органического вещества — консументы и редуценты) компоненты, формирующие трофическую структуру экосистемы.

 Единственным источником энергии для существования экосистемы и поддержания в ней различных процессов являются продуценты, усваивающее энергию солнца, (тепла, химических связей) с эффективностью 0,1 — 1 %, редко 3 — 4,5 % от первоначального количества. Автотрофы представляют первый трофический уровень экосистемы. Последующие трофические уровни экосистемы формируются за счёт консументов (2-ой, 3-й, 4-й и последующие уровни) и замыкаются редуцентами, которые переводят неживое органическое вещество в минеральную форму (абиотический компонент), которая может быть усвоена автотрофным элементом

В экосистеме можно выделить два компонента — биотический и абиотический. Биотический делится на автотрофный (организмы, получающие первичную энергию для существования из фото- и хемосинтеза или продуценты) и гетеротрофный (организмы, получающие энергию из процессов окисления органического вещества — консументы и редуценты) компоненты[4], формирующие трофическую структуру экосистемы.

Единственным источником энергии для существования экосистемы и поддержания в ней различных процессов являются продуценты, усваивающее энергию солнца, (тепла, химических связей) с эффективностью 0,1 — 1 %, редко 3 — 4,5 % от первоначального количества. Автотрофы представляют первый трофический уровень экосистемы. Последующие трофические уровни экосистемы формируются за счёт консументов (2-ой, 3-й, 4-й и последующие уровни) и замыкаются редуцентами, которые переводят неживое органическое вещество в минеральную форму (абиотический компонент), которая может быть усвоена автотрофным элементом.

**Основные компоненты экосистемы**

С точки зрения структуры в экосистеме выделяют:

1. климатический режим, определяющий температуру, влажность, режим освещения и прочие физические характеристики среды;

2. неорганические вещества, включающиеся в круговорот;

3. органические соединения, которые связывают биотическую и абиотическую части в круговороте вещества и энергии;

4. продуценты — организмы, создающие первичную продукцию;

5. макроконсументы, или фаготрофы, — гетеротрофы, поедающие другие организмы или крупные частицы органического вещества;

6. микроконсументы (сапротрофы) — гетеротрофы, в основном грибы и бактерии, которые разрушают мёртвое органическое вещество, минерализуя его, тем самым возвращая в круговорот;

Последние три компонента формируют биомассу экосистемы.

С точки зрения функционирования экосистемы выделяют следующие функциональные блоки организмов (помимо автотрофов):

биофаги — организмы, поедающие других живых организмов,

сапрофаги — организмы, поедающие мёртвое органическое вещество.

Данное разделение показывает временно-функциональную связь в экосистеме, фокусируясь на разделении во времени образования органического вещества и перераспределении его внутри экосистемы (биофаги) и переработки сапрофагами. Между отмиранием органического вещества и повторным включением его составляющих в круговорот вещества в экосистеме может пройти существенный промежуток времени, например, в случае соснового бревна, 100 и более лет.

Все эти компоненты взаимосвязаны в пространстве и времени и образуют единую структурно-функциональную систему.

**Экотоп**

 Обычно понятие экотоп определялось как местообитание организмов, характеризующееся определённым сочетанием экологических условий: почв, грунтов, микроклимата и др. Однако, в этом случае это понятие фактически почти идентично понятию климатоп.

 На данный момент под экотопом в отличие от биотопа понимается определённая территория или акватория со всем набором и особенностями почв, грунтов, микроклимата и других факторов в неизменённом организмами виде. Примерами экотопа могут служить наносные грунты, новообразовавшиеся вулканические или коралловые острова, вырытые человеком карьеры и другие заново образовавшиеся территории. В этом случае климатоп является частью экотопа.

**Климатоп**

 Изначально «климатоп» был определён В. Н. Сукачёвым (1964) как воздушная часть биогеоценоза, отличающаяся от окружающей атмосферы своим газовым составом, особенно концентарией углекислого газа в приземном биогоризонте, кислорода там же и в биогоризонтах фотосинтеза, воздушным режимом, насыщенностью биолинами, уменьшенной и изменённой солнечной радиацией и освещённостью, наличием люминесценции растений и некоторых животных, особым тепловым режимом и режимом влажности воздуха.

 На данный момент это понятие трактуется чуть более широко: как характеристика биогеоценоза, сочетание физических и химических характеристик воздушной или водной среды, существенных для населяющих эту среду организмов. Климатоп задаёт в долговременном масштабе основные физические характеристики существования животных и растений, определяя круг организмов, которые могут существовать в данной экосистеме.

**Эдафотоп**

 Под эдафотопом обычно понимается почва как составной элемент экотопа. Однако более точно это понятие следует определять как часть косной среды преобразованной организмами, то есть не всю почву, а лишь её часть. Почва (эдафотоп) является важнейшей составляющей экосистемы: в нём происходит замыкание циклов вещества и энергии, осуществляется перевод из мёртвого органического вещества в минеральные и их вовлечение в живую биомассу.Основными носителями энергии в эдафотопе выступают гуминовые вещества (в основном, фульво- и гуминовые кислоты), они в наибольшей степени определяют плодородие почв.

**Биотоп**

 «Биотоп» — преобразованный биотой экотоп или, более точно, участок территории, однородный по условиям жизни для определённых видов растений или животных, или же для формирования определённого биоценоза.

**Устойчивость экосистем**

 Экосистема может быть описана комплексной схемой прямых и обратных связей, поддерживающих гомеостаз системы в некоторых пределах параметров окружающей среды. Таким образом, в некоторых пределах экосистема способна при внешних воздействиях поддерживать свою структуру и функции относительно неизменными. Обычно выделяют два типа гомеостаза: резистентный — способность экосистем сохранять структуру и функции при негативном внешнем воздействии (см. Принцип Ле Шателье — Брауна) и упругий — способность экосистемы восстанавливать структуру и функции при утрате части компонентов экосистемы. В англоязычной литературе используются сходные понятия: локальная устойчивость — англ. local stability (резистентный гомеостаз) и общая устойчивость — англ. global stability (упругий гомеостаз).

 Иногда выделяют третий аспект устойчивости — устойчивость экосистемы по отношению к изменениям характеристик среды и изменению своих внутренних характеристик. В случае, если экосистема устойчиво функционирует в широком диапазоне параметров окружающей среды и/или в экосистеме присутствует большое число взаимозаменяемых видов (то есть, когда различные виды, сходные по экологическим функциям в экосистеме, могут замещать друг друга), такое сообщество называют динамически прочным (устойчивым). В обратном случае, когда экосистема может существовать в весьма ограниченном наборе параметров окружающей среды, и/или большинство видов незаменимы в своих функциях, такое сообщество называется динамически хрупким (неустойчивым). Необходимо отметить, что данная характеристика в общем случае не зависит от числа видов и сложности сообществ. Классическим примером может служить Большой Барьерный риф у берегов Австралии (северо-восточное побережье), являющийся одной из «горячих точек» биоразнообразия в мире — симбиотические водоросли кораллов, динофлагелляты, весьма чувствительны к температуре. Отклонение от оптимума буквально на пару градусов ведёт к гибели водорослей, а до 50-60 % (по некоторым источникам до 90 %) питательных веществ полипы получают от фотосинтеза своих мутуалистов.

 У экосистем существует множество состояний, в которых она находится в динамическом равновесии; в случае выведения из него внешними силами, экосистема совершенно необязательно вернётся в изначальное состояние, зачастую её привлечёт ближайшее равновесное состояние (аттрактор), хотя оно может быть очень близким к первоначальному.

**Биоразнообразие и устойчивость в экосистемах**

 Обычно устойчивость связывали и связывают с биоразнообразием видов в экосистеме (альфаразнообразие), то есть, чем выше биоразнообразие, чем сложнее организация сообществ, чем сложнее пищевые сети, тем выше устойчивость экосистем. Но уже 40 и более лет назад на данный вопрос существовали различные точки зрения, и на данный момент наиболее распространено мнение, что как локальная, так и общая устойчивость экосистемы зависят от значительно большего набора факторов, чем просто сложность сообществ и биоразнообразие. Так, на данный момент с повышением биоразнообразия обычно связывают повышение сложности, силы связей между компонентами экосистемы, стабильность потоков вещества и энергии между компонентами.

 Экваториальный дождевой лес может содержать более 5000 видов растений (для сравнения в лесах таёжной зоны — редко более 200 видов)

 Важность биоразнообразия состоит втом, что оно позволяет формировать множество сообществ, различных по структуре, форме, функциям, и обеспечивает устойчивую возможность их формирования. Чем выше биоразнообразие, тем большее число сообществ может существовать, тем большее число разнообразных реакций (с точки зрения биогеохимии) может осуществляться, обеспечивая существование биосферы в целом.

**Сложность и устойчивость экосистем**

 На данный момент не существует удовлетворительного определения и модели описывающей сложность систем и экосистем в частности. Существует два широко распространённых определения сложности: колмогоровская сложность — слишком специализированное для применения к экосистемам. И более абстрактное, но тоже неудовлетворительное определение сложности, данное И. Пригожиным в работе «Время, хаос квант»: Сложные системы — не допускающие грубого или операционального описания в терминах детерминистских причинностей. В других своих трудах И. Пригожин писал, что не готов дать строгого определения сложности, поскольку сложное — это нечто, что на данный момент не может быть корректно определено.

**Гомеоста́з** (др.-греч. ὁμοιοστάσις от ὁμοιος — одинаковый, подобный и στάσις — стояние, неподвижность) — саморегуляция, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.

Гомеостаз популяции — способность популяции поддерживать определённую численность своих особей длительное время.

 Американский физиолог Уолтер Кеннон (Walter B. Cannon) в 1932 году в своей книге «The Wisdom of the Body» («Мудрость тела») предложил этот термин как название для «координированных физиологических процессов, которые поддерживают большинство устойчивых состояний организма». В дальнейшем этот термин распространился на способность динамически сохранять постоянство своего внутреннего состояния любой открытой системы. Однако представление о постоянстве внутренней среды было сформулировано ещё в 1878 году французским учёным Клодом Бернаром.

**Свойства гомеостаза**

 Гомеостатические системы обладают следующими свойствами:

* Нестабильность системы: тестирует, каким образом ей лучше приспособиться.
* Стремление к равновесию: вся внутренняя, структурная и функциональная организация систем способствует сохранению баланса.
* Непредсказуемость: результирующий эффект от определённого действия зачастую может отличаться от того, который ожидался.

Примеры гомеостаза в млекопитающих:

* Регуляция количества минеральных веществ и воды в теле — осморегуляция. Осуществляется в почках.
* Удаление отходов процесса обмена веществ — выделение. Осуществляется экзокринными органами — почками, лёгкими, потовыми железами и желудочно-кишечным трактом.
* Регуляция температуры тела. Понижение температуры через потоотделение, разнообразные терморегулирующие реакции.
* Регуляция уровня глюкозы в крови. В основном осуществляется печенью, инсулином и глюкагоном, выделяемыми поджелудочной железой.

Важно отметить, что, хотя организм находится в равновесии, его физиологическое состояние может быть динамическим. Во многих организмах наблюдаются эндогенные изменения в форме циркадного, ультрадианного и инфрадианного ритмов. Так, даже находясь в гомеостазе, температура тела, кровяное давление, частота сердечных сокращений и большинство метаболических индикаторов не всегда находятся на постоянном уровне, но изменяются в течение времени.

**Экологический гомеостаз**

 Экологический гомеостаз наблюдается в климаксовых сообществах с максимально возможным биоразнообразием при благоприятных условиях среды.

В нарушенных экосистемах, или субклимаксовых биологических сообществах — как, например, остров Кракатау, после сильного извержения вулкана в 1883 — состояние гомеостаза предыдущей лесной климаксовой экосистемы было уничтожено, как и вся жизнь на этом острове. Кракатау за годы после извержения прошёл цепь экологических изменений, в которых новые виды растений и животных сменяли друг друга, что привело к биологической вариативности и в результате климаксовому сообществу. Экологическая сукцессия на Кракатау осуществилась за несколько этапов. Полная цепь сукцессий, приведшая к климаксу, называется присерией. В примере с Кракатау на этом острове образовалось климаксовое сообщество с восемью тысячами различных видов, зарегистрированных в 1983, спустя сто лет с того времени, как извержение уничтожило на нём жизнь. Данные подтверждают, что положение сохраняется в гомеостазе в течение некоторого времени, при этом появление новых видов очень быстро приводит к быстрому исчезновению старых.

Случай с Кракатау и другими нарушенными или нетронутыми экосистемами показывает, что первоначальная колонизация пионерными видами осуществляется через стратегии воспроизведения, основанные на положительной обратной связи, при которых виды расселяются, производя на свет как можно больше потомства, но при этом практически не вкладываясь в успех каждого отдельного. В таких видах наблюдается стремительное развитие и столь же стремительный крах (например, через эпидемию). Когда экосистема приближается к климаксу, такие виды заменяются более сложными климаксовыми видами, которые через отрицательную обратную связь адаптируются к специфическим условиям окружающей их среды. Эти виды тщательно контролируются потенциальной ёмкостью экосистемы и следуют иной стратегии — произведению на свет меньшего потомства, в репродуктивный успех которого в условиях микросреды его специфической экологической ниши вкладывается больше энергии.

Развитие начинается с пионер-сообщества и заканчивается на климаксовом сообществе. Это климаксовое сообщество образуется, когда флора и фауна пришла в баланс с местной средой.

Подобные экосистемы формируют гетерархии, в которых гомеостаз на одном уровне способствует гомеостатическим процессам на другом комплексном уровне. К примеру, потеря листьев у зрелого тропического дерева даёт место для новой поросли и обогащает почву. В равной степени тропическое дерево уменьшает доступ света на низшие уровни и помогает предотвратить инвазию других видов. Но и деревья падают на землю и развитие леса зависит от постоянной смены деревьев, круговорота питательных веществ, осуществляемого бактериями, насекомыми, грибами. Схожим образом такие леса способствуют экологическим процессам — таким, как регуляция микроклиматов или гидрологических циклов экосистемы, а несколько разных экосистем могут взаимодействовать для поддержания гомеостаза речного дренажа в рамках биологического региона. Вариативность биорегионов так же играет роль в гомеостатической стабильности биологического региона, или биома.

**Биологический гомеостаз**

 Гомеостаз выступает в роли фундаментальной характеристики живых организмов и понимается как поддержание внутренней среды в допустимых пределах.

Внутренняя среда организма включает в себя организменные жидкости — плазму крови, лимфу, межклеточное вещество и цереброспинальную жидкость. Сохранение стабильности этих жидкостей жизненно важно для организмов, тогда как её отсутствие приводит к повреждению генетического материала.

В отношении любого параметра организмы делятся на конформационные и регуляторные. Регуляторные организмы сохраняют параметр на постоянном уровне, независимо от того, что происходит в среде. Конформационные организмы позволяют окружающей среде определять параметр. Например, теплокровные животные сохраняют постоянную температуру тела, тогда как холоднокровные демонстрируют широкий диапазон температур.

Речь не идёт о том, что конформационные организмы не обладают поведенческими приспособлениями, позволяющими им в некоторой степени регулировать взятый параметр. Рептилии, к примеру, часто сидят на нагретых камнях утром, чтобы повысить температуру тела.

Преимущество гомеостатической регуляции состоит в том, что она позволяет организму функционировать более эффективно. Например, холоднокровные животные, как правило, становятся вялыми при низких температурах, тогда как теплокровные почти так же активны, как и всегда. С другой стороны, регуляция требует энергии. Причина, почему некоторые змеи могут есть только раз в неделю, состоит в том, что они тратят намного меньше энергии для поддержания гомеостаза, чем млекопитающие.

**Клеточный гомеостаз**

 Регуляция химической деятельности клетки достигается с помощью ряда процессов, среди которых особое значение имеет изменение структуры самой цитоплазмы, а также структуры и активности ферментов. Авторегуляция зависит от температуры, степени кислотности, концентрации субстрата, присутствия некоторых макро- и микроэлементов.

**Гомеостаз в организме человека**

 Разные факторы влияют на способность жидкостей организма поддерживать жизнь. В их числе такие параметры, как температура, солёность, кислотность и концентрация питательных веществ — глюкозы, различных ионов, кислорода, и отходов — углекислого газа и мочи. Так как эти параметры влияют на химические реакции, которые сохраняют организм живым, существуют встроенные физиологические механизмы для поддержания их на необходимом уровне.

Гомеостаз нельзя считать причиной процессов этих бессознательных адаптаций. Его следует воспринимать как общую характеристику многих нормальных процессов, действующих совместно, а не как их первопричину. Более того, существует множество биологических явлений, которые не подходят под эту модель — например, анаболизм.

 **Введение**

Слово ***"экология"*** образовано из двух греческих слов: "oicos", что означает дом, жилище, и "logos" - наука и дословно переводится как наука о доме, местообитании. Впервые этот термин использовал немецкий зоолог Эрнст Геккель в 1886 году, определив экологию как область знаний, изучающую экономику природы, - исследование общих взаимоотношений животных как с живой, так и с неживой природой, включающей все как дружественные, так и недружественные отношения, с которыми животные и растения прямо или косвенно входят в контакт. Такое понимание экологии стало общепризнанным и сегодня классическая ***экология - это наука об изучении взаимоотношений живых организмов с окружающей их средой.***

Живое вещество настолько многообразно, что его изучают на разных уровнях организации и под разным углом зрения.

Различают следующие уровни организации биосистем (См. приложения (рис. 1)).

Уровни организмов, популяций и экосистем являются областью интересов классической экологии.

В зависимости от объекта исследования и угла зрения, под которым он изучается, в экологии сформировались самостоятельные научные направления.

По ***размерности объектов*** изучения экологию делят на аутэкологию (организм и его среда), популяционную экологию (популяция и ее среда), синэкологию (сообщества и их среда), биогеоцитологию (учение об экосистемах) и глобальную экологию ( учение о биосфере Земли).

В зависимости от ***объекта изучения*** экологию подразделяют на экологию микроорганизмов, грибов, растений, животных, человека, агроэкологию, промышленную (инженерную), экологию человека и т.п.

По ***средам и компонентам*** различают экологию суши, пресных водоемов, моря, пустынь, высокогорий и других средовых и географических пространств.

К экологии часто относят большое количество смежных отраслей знаний, главным образом из области охраны окружающей среды.

 **Заключение**

Когда в середине шестидесятых годов двадцатого столетия проблемы окружающей среды оказались в центре внимания мировой общественности, встал вопрос: сколько времени в запасе у человечества? Когда оно начнет пожинать плоды пренебрежительного отношения к окружающей его среде? Ученые рассчитали: через 30-35 лет. Это время настало. Мы стали свидетелями глобального экологического кризиса, спровоцированного деятельностью человека. Вместе с тем последние тридцать лет не прошли даром: создана более твердая научная основа понимания проблем окружающей среды, образованы регламентирующие органы на всех уровнях, организованы многочисленные общественные экологические группы, приняты полезные законы и постановления, достигнуты некоторые международные договоренности.

Однако ликвидируются в основном последствия, а не причины сложившегося положения. Например, люди применяют все новые средства борьбы с загрязнениями на автомобилях и стараются добывать все больше нефти вместо того, чтобы поставить под вопрос саму необходимость удовлетворения чрезмерных потребностей. Человечество безнадежно стремится спасти от вымирания несколько видов, не обращая внимание на собственный демографический взрыв, стирающий с лица земли природные экосистемы.

Основной вывод из рассмотренного в учебном пособии материала совершенно ясен: ***системы, противоречащие естественным принципам и законам, неустойчивы***. Попытки сохранить их становятся все более дорогостоящими и сложными и в любом случае обречены на неудачу.

Чтобы принимать долгосрочные решения, необходимо обратить внимание на принципы, определяющие устойчивое развитие, а именно:

стабилизация численности населения;

переход к более энерго и ресурсосберегающему образу жизни;

развитие экологически чистых источников энергии;

создание малоотходных промышленных технологий;

рециклизация отходов;

создание сбалансированного сельскохозяйственного производства, не истощающего почвенные и водные ресурсы и не загрязняющего землю и продукты питания;

сохранение биологического разнообразия на планете.

**Список литературы**

1. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: В 2 т. - М.:Мир, 1993.
2. Одум Ю. Экология: В 2 т. - М.: Мир, 1986.
3. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека Среды: Словарь-справочник. - М.:Просвещение, 1992. - 320 с.
4. Стадницкий Г. В., Родионов А. И. Экология.
5. М.: Высш. шк., 1988. - 272 с.
6. Рузалин Г. И. "Концепция современного естествознания" М.1997г.