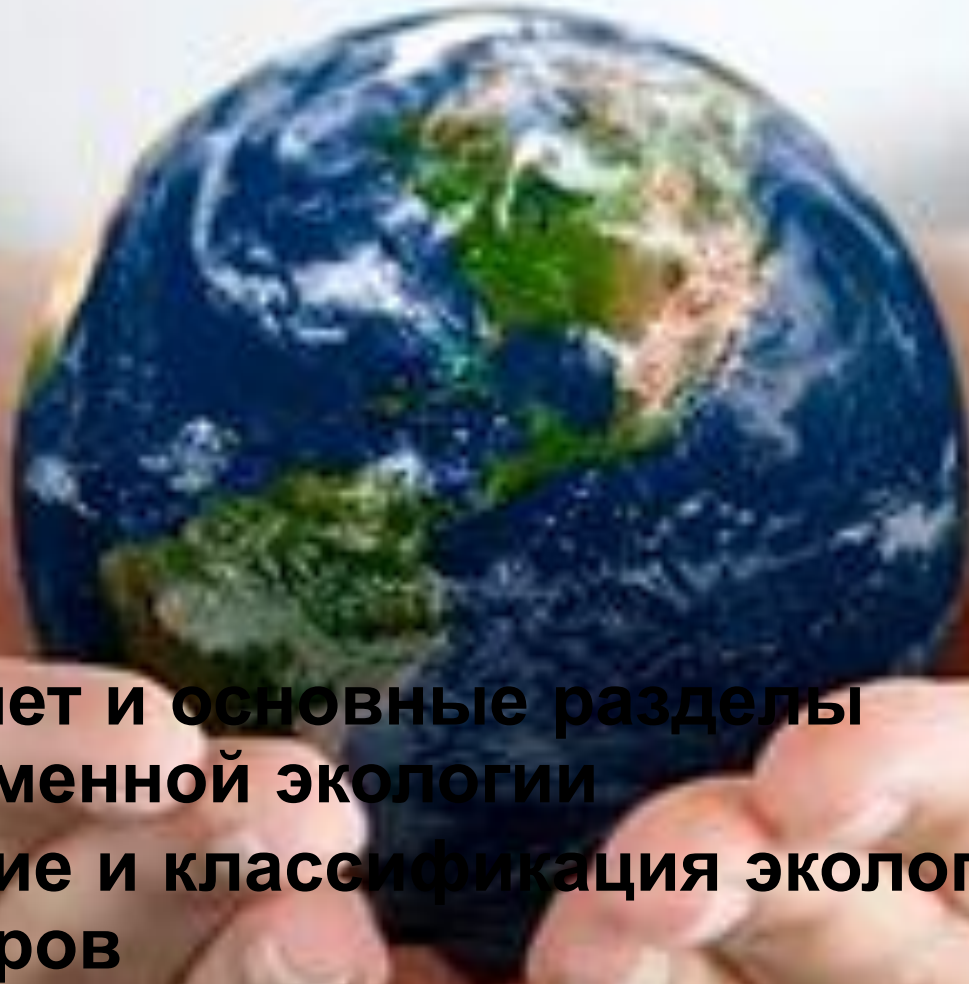
A photograph of a misty forest path. The path is made of dark brown earth and leads into the distance, flanked by lush green ferns and other undergrowth. Tall, dark tree trunks are visible in the background, partially obscured by a light mist. The overall atmosphere is serene and natural.

**Лекция 1.
Основы общей
экологии**

Основы общей экологии: вопросы лекции



1. Предмет и основные разделы современной экологии
2. Понятие и классификация экологических факторов
3. Уровни организации живых организмов
4. Понятия биосферы и ноосферы
5. Основные законы и принципы экологии

Вопрос 1. Предмет и основные разделы современной экологии

- ▣ **Экология** (от греческих слов **oikos** – жилище, обитель и **logos** – слово, учение) – это наука о взаимоотношениях живых организмов и среды их обитания.
- ▣ Элементы знаний, относимые к области экологии, встречаются в трудах ученых античного мира (Аристотель, Теофраст). Однако чисто экологические исследования начали проводиться только во второй половине XVIII в.

- ▣ Термин «экология» ввел в научный оборот в 1879 г. немецкий биолог Э. Геккель, а к 1900 г. она сформировалась как самостоятельная наука.
- ▣ В основе экологии лежат представления о единстве организма и среды и об изменении организмов в процессе эволюции.
- ▣ В современной экологии существует два подхода к проблеме взаимоотношений человека и природы: *антропоцентрический* и *экоцентрический*.

Антропоцентрический подход


- Предполагает, что общество и природа являются двумя разными системами, в которых более важную роль играют внутренние связи.
- Взаимоотношения человека и природы строятся по правилам, устанавливаемым человеком, а законы, управляющие существованием природных сообществ, на человека не распространяются или играют второстепенную роль в жизни общества.
- Экологические проблемы рассматриваются как результаты неверного поведения человека.

Экоцентрический подход

- Исходит из зависимости человека от природы и предполагает, что экологические законы продолжают управлять человеком, и опирается на представление об объективном существовании единой системы, в рамках которой все живые организмы взаимодействуют между собой и с окружающей природной средой.
- Именно этот принцип целостности лежит в основе современного понимания взаимосвязи человека с природой.

Главные задачи современной экологии

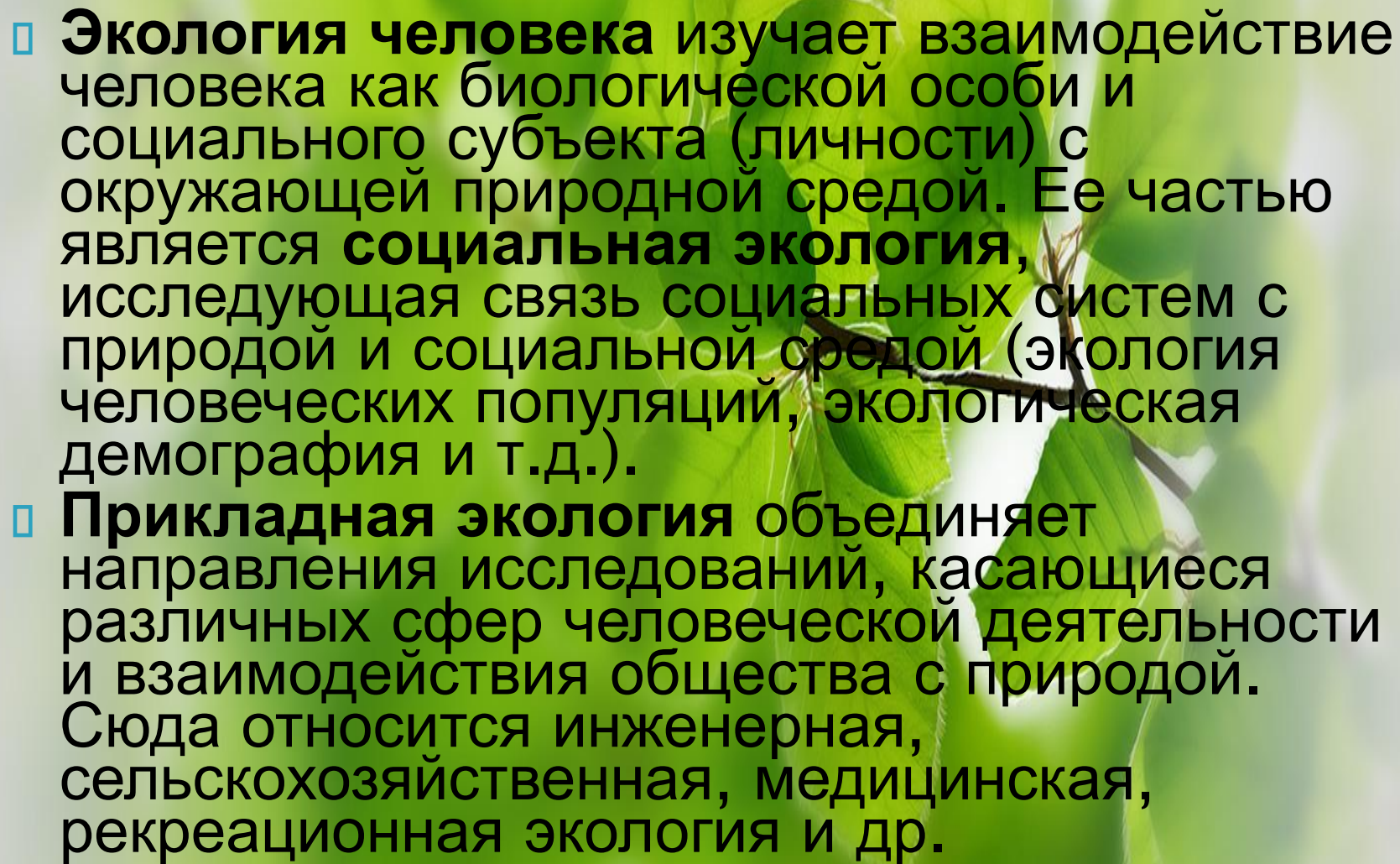
- исследование места и роли человека и общества в их взаимодействии с биосферой;
- уточнение научных критериев, определяющих экологическую совместимость человека и биосферы;
- определение количественных пределов развития техносферы;
- экологизация сознания людей и поведения человеческого общества;
- формирование идеологии и методологии гуманистического эоцентризма;
- мониторинг и диагностика окружающей природной среды;
- разработка прогнозов изменения состояния биосферы и др.

- 
- общая экология,
 - биоэкология,
 - геоэкология,
 - экология человека,
 - социальная экология,
 - прикладная экология и др.

Основные разделы современной экологии

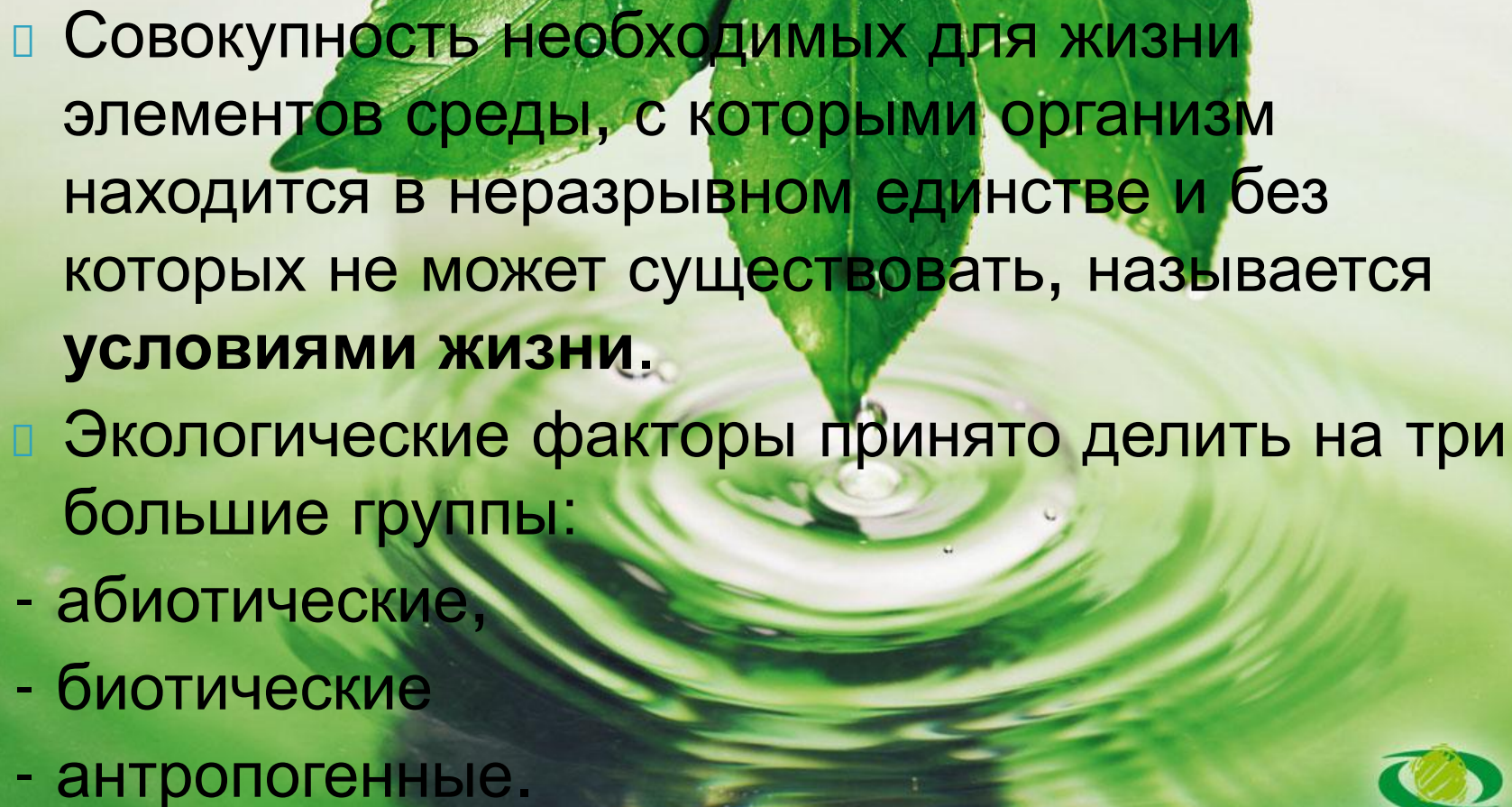
- В основе **общей экологии** лежит теоретическая экология, которая изучает общие закономерности функционирования экологических систем, в том числе, с использованием методов математического моделирования.
- **Биоэкология** исследует отношения организмов (особей, популяций, биоценозов) между собой и окружающей средой.
- **Геоэкология** исследует взаимоотношения организмов и среды обитания в контексте их географического положения и влияния географических факторов (экология природно-климатических зон, ландшафтов, экологическое описание географических регионов).



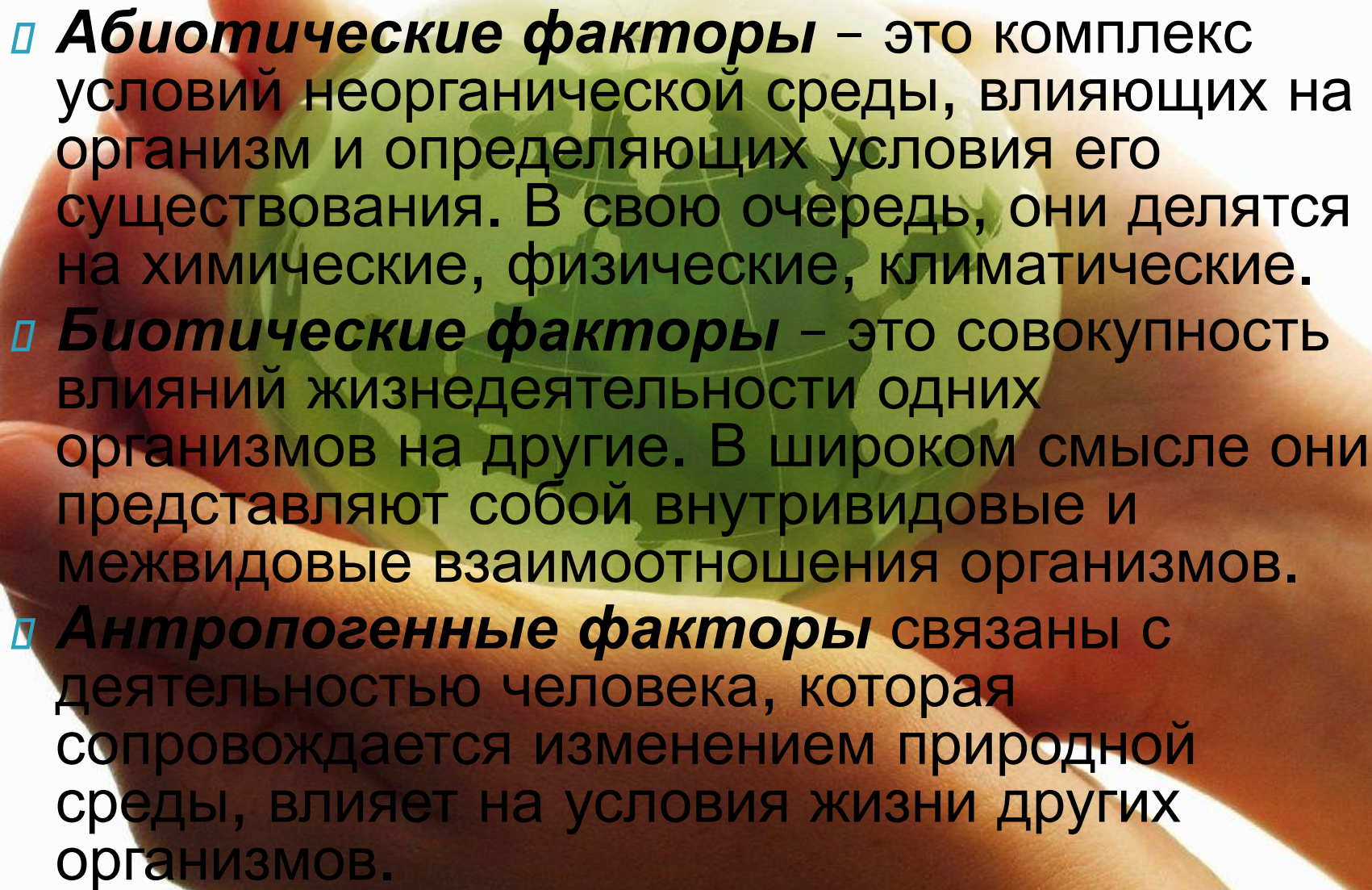
- 
- ▣ **Экология человека** изучает взаимодействие человека как биологической особи и социального субъекта (личности) с окружающей природной средой. Ее частью является **социальная экология**, исследующая связь социальных систем с природой и социальной средой (экология человеческих популяций, экологическая демография и т.д.).
 - ▣ **Прикладная экология** объединяет направления исследований, касающиеся различных сфер человеческой деятельности и взаимодействия общества с природой. Сюда относится инженерная, сельскохозяйственная, медицинская, рекреационная экология и др.

Вопрос 2. Понятие и классификация экологических факторов

- Под **экологическими факторами** понимаются элементы среды, которые или необходимы организму, или же воздействуют на него неблагоприятно.
- При этом **среда** – это все, что окружает организм, прямо или косвенно влияет на его развитие, состояние, выживаемость, размножение и т.д.
- Среда каждого организма состоит из множества элементов природы и элементов, возникающих в процессе жизнедеятельности человека. Эти элементы могут быть для организма полезными, нейтральными, вредными; положительно или отрицательно влиять на него.

- 
- Совокупность необходимых для жизни элементов среды, с которыми организм находится в неразрывном единстве и без которых не может существовать, называется **условиями жизни.**
 - Экологические факторы принято делить на три большие группы:
 - абиотические,
 - биотические
 - антропогенные.



- 
- ▣ **Абиотические факторы** – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм и определяющих условия его существования. В свою очередь, они делятся на химические, физические, климатические.
 - ▣ **Биотические факторы** – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. В широком смысле они представляют собой внутривидовые и межвидовые взаимоотношения организмов.
 - ▣ **Антропогенные факторы** связаны с деятельностью человека, которая сопровождается изменением природной среды, влияет на условия жизни других организмов.

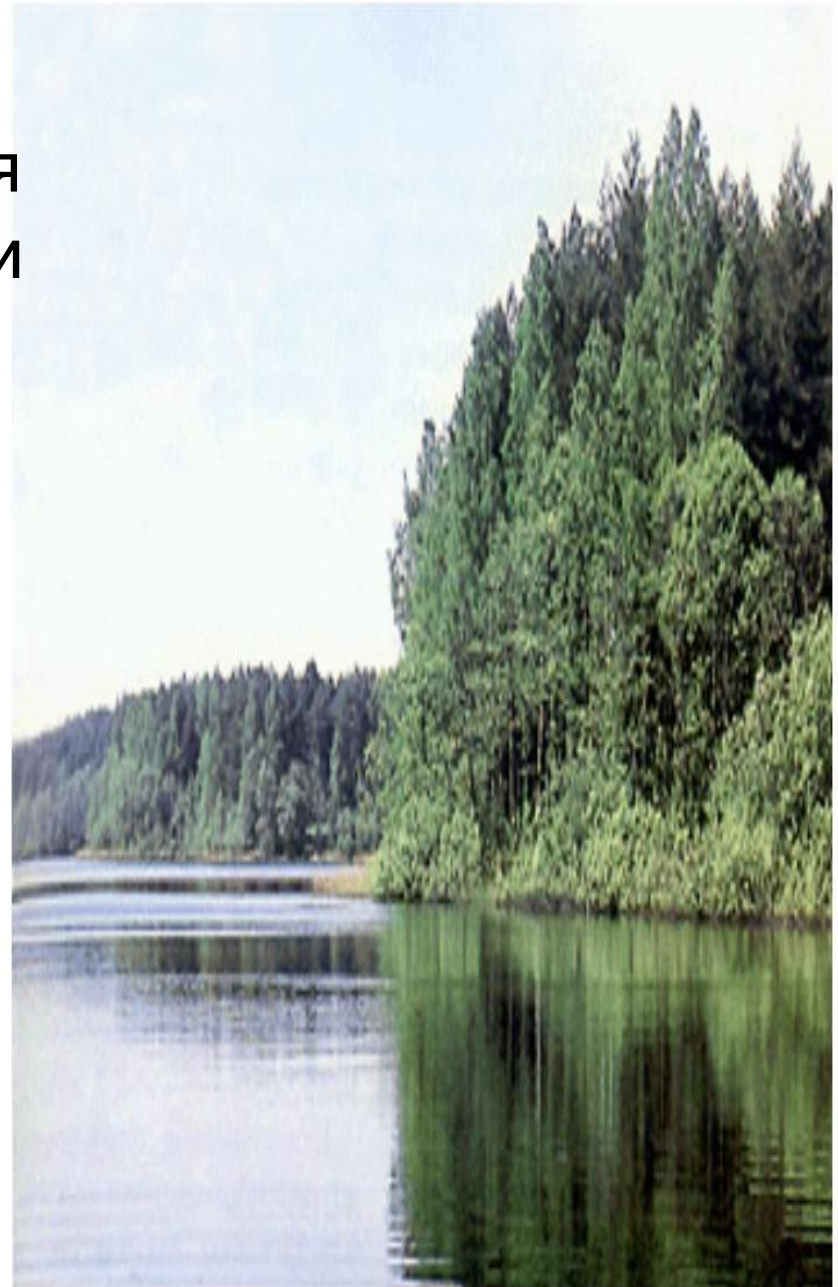
- Выделяют следующие закономерности влияния экологического фактора:
- При определенных значениях фактора создаются наиболее благоприятные (оптимальные) условия для жизнедеятельности организмов;
- Чем больше отклоняется значение экологического фактора от оптимального уровня, тем сильнее угнетается жизнедеятельность особей.
- Диапазон значений фактора, за пределами которого нормальная жизнедеятельность особей невозможна, называется *пределом выносливости*. Степень выносливости по отношению к тому или иному экологическому фактору называют *экологической валентностью*.

Вопрос 3. Уровни организации живых организмов

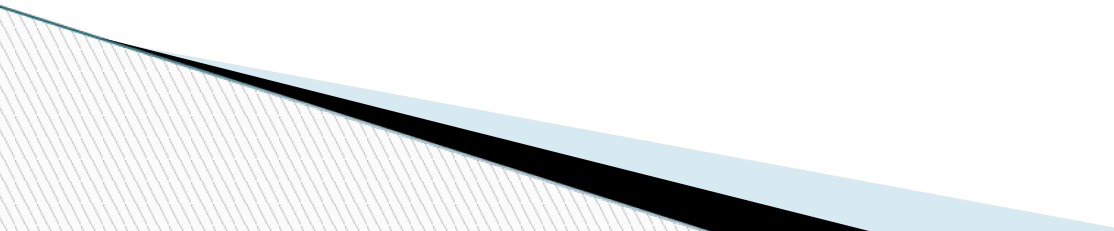
Под воздействием экологических факторов живые организмы объединяются в различные иерархические системы, которые по уровню организации делят на:

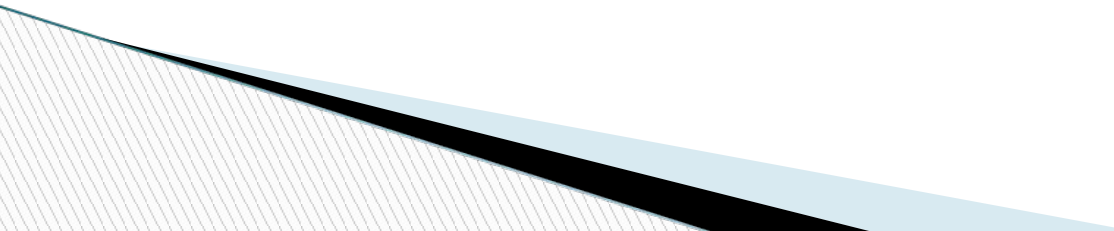
- ▣ **популяции,**
- ▣ **сообщества,**
- ▣ **экологические системы.**

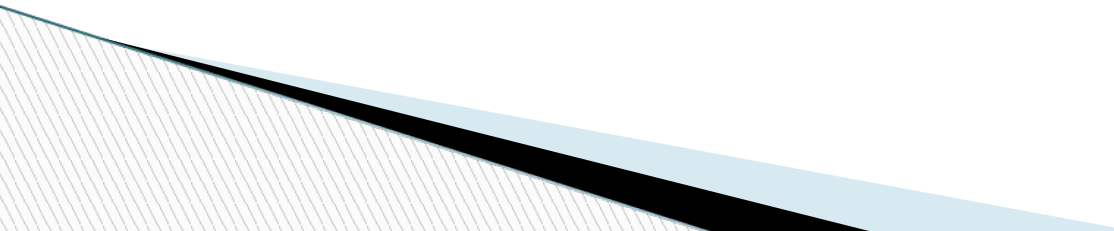
▣ **Популяцию** образует совокупность особей одного вида, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений. В биологии популяция рассматривается как элементарная частица процесса эволюции, способная реагировать на изменение среды перестройкой своего генофонда.



Основными признаками популяции являются:

- 1) численность;
 - 2) плотность;
 - 3) возрастной состав;
 - 4) соотношение полов;
 - 5) рождаемость;
 - 6) смертность;
 - 7) пространственное распределение.
- 

- ▣ **Сообщество** – это совокупность популяций, занимающих какую-либо территорию. Наименьшей его единицей является биоценоз.
 - ▣ **Биоценоз** представляет собой организованное объединение живых организмов, живущих совместно в одних и тех же условиях. Для него характерны целостность и способность к самоорганизации, устойчивые связи между популяциями, но не отдельными особями.
- 

- В отличие от экологической системы, включающей как живые, так и неживые компоненты, биоценоз объединяет *только живые организмы*.
 - Пространство с однородными условиями, заселенное каким-либо биоценозом, называется **биотопом**.
 - В совокупности биоценоз и биотоп образуют биогеоценоз.
- 

▣ **Биогеоценоз** – это расположенная на определенной территории совокупность однородных природных явлений (атмосферы, горных пород, растительного и животного мира, почв и т.д.), взаимодействующих между собой специфическим образом, имеющих собственную структуру, определенный тип обмена веществом и энергией и находящихся в постоянном развитии и движении.

▣ **Экологическая система** – это исторически сложившееся единое природное пространство, образованное живыми организмами и средой их совместного обитания, в котором живые и неживые элементы связаны между собой обменом вещества и энергии.



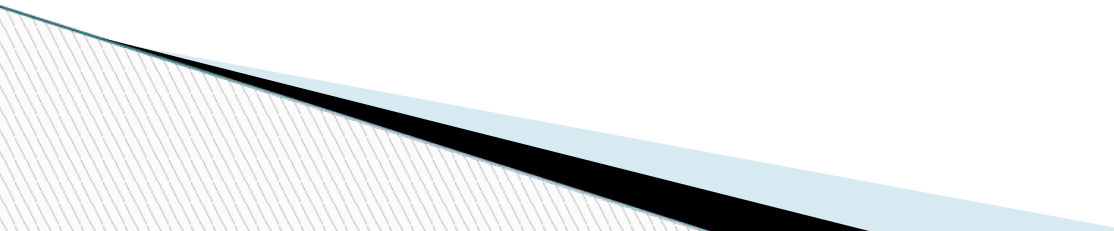
Компонентами экологической системы являются:

- Неорганические вещества (углерод, азот, углекислый газ, вода и т.д.), вступающие в круговорот.
- Органические соединения (белки, углеводы).
- Климатический режим (температура, влажность).
- Продуценты – автотрофные организмы, способные создавать пищу из простых неорганических веществ (например, наземные растения).
- Консументы – гетеротрофные организмы, которые питаются другими организмами или частицами органического вещества (главным образом, животные).
- Деструкторы – гетеротрофные организмы, которые разрушают сложные соединения до простых, пригодных для использования продуцентами (главным образом, бактерии и грибы).

- ▣ **Экологические системы классифицируются в зависимости от климатической зоны, характера среды обитания, влияния экологических факторов и т.д.**



- ▣ **Они также могут быть *естественными* (лес, озеро, океан и т.д.) и *искусственными* (аквариум, поле, на котором выращиваются сельскохозяйственные культуры и т.д.)**

- Состояние и функционирование экологической системы зависит от динамики *биотических* и *абиотических* факторов.
 - К первым относятся плотность и рост популяций, внутривидовая и межвидовая конкуренция, разные формы пищевых связей, ко вторым – изменение химического состава среды, режима солнечной радиации, климатических условий и др.
 - Особую группу образуют *антропогенные* факторы.
- 

- Устойчивость экологической системы во времени и в пространстве определяется ее внутренним функциональным постоянством – *гомеостазом*.
- Сохранение гомеостаза осуществляется благодаря двум формам биологической устойчивости: сопротивляемости (резистентности)
- и выносливости.



Вопрос 4. Понятия биосферы и ноосферы

- **Биосфера** – фундаментальное понятие экологии, которое появилось в биологии в XVIII в., хотя вначале употреблялось в ином значении.
- В **1875 г.** австрийский геолог **Э. Зюсс** определил биосферу как особую оболочку Земли, образуемую живыми организмами.
- В настоящее время эту оболочку принято называть биотой, а термин «биосфера» употребляется в трактовке В. И. Вернадского – основателя целостного учения о биосфере.

- По определению В.И.Вернадского (1926 г.), **биосфера** – это оболочка Земли, заселенная живыми организмами и качественно ими преобразованная.
- Она представляет собой самую крупную (глобальную) экологическую систему планеты и включает атмосферу, гидросферу и литосферу

вместе

с обитающими

в них живыми

организмами.



Владимир Иванович Вернадский

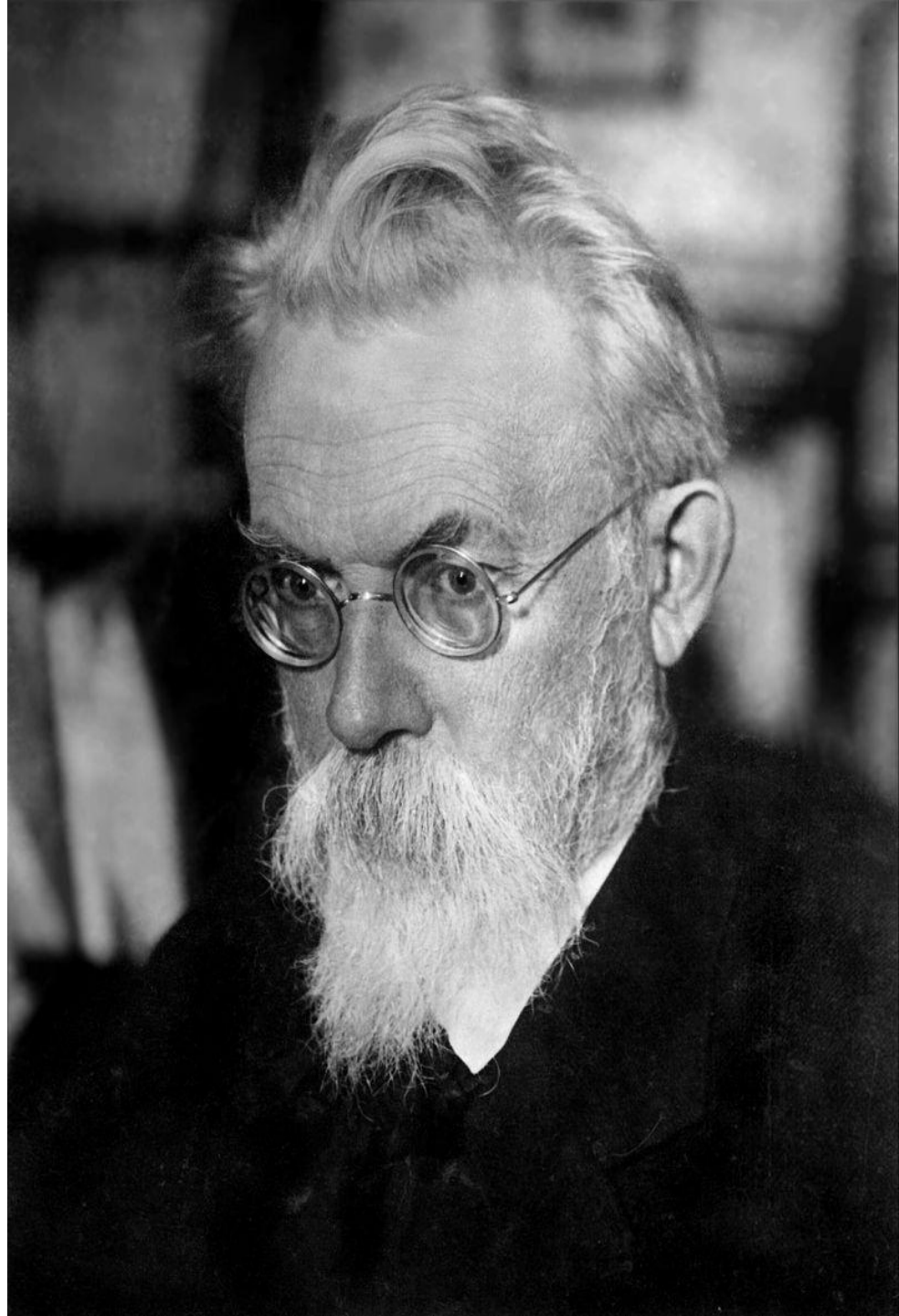
28.02.1863 — 06.01.1945

русский и советский учёный естествоиспытатель, мыслитель и общественный деятель конца XIX века и первой половины XX века. Академик Санкт-Петербургской академии наук, Российской академии наук, Академии наук СССР, один из основателей и первый президент Украинской академии наук.

Один из представителей русского космизма; создатель науки биогеохимии.

В круг его интересов входили многие науки:

геология, почвоведение, кристаллография, минералогия, геохимия, радиогеология, биологии, палеонтология, биогеохимия, философия и история. Кроме того, он занимался организаторской научной и общественной деятельностью. Лауреат Сталинской премии первой степени (1943).



- В работах В.И. Вернадского рассматриваются компоненты биосферы, ее границы, функции живого вещества, эволюция биосферы.
- Ученый впервые показал, что живая и неживая природа Земли тесно взаимодействуют и составляют единую систему.

В структуре биосферы В.И.Вернадский выделял семь видов вещества:

- 1) живое;
- 2) биогенное (возникшее из живого или подвергшееся переработке);
- 3) косное (абиотическое, образованное вне жизни);
- 4) биокосное (возникшее на стыке живого и неживого, к нему Вернадский относил почву);
- 5) вещество в стадии радиоактивного распада;
- 6) рассеянные атомы;
- 7) вещество космического происхождения.

- **Живым веществом** В.И. Вернадский назвал *совокупность живых организмов, населяющих нашу планету*. Это главная сила, преобразующая поверхность планеты, основа формирования и существования самой биосферы. Во все геологические эпохи живое вещество, преобразуя и аккумулируя солнечную энергию, влияло на химический состав земной коры, было мощной геохимической силой, формирующей лик Земли.
- Количество живого вещества в биосфере (биомасса) - величина постоянная или мало изменяющаяся с течением времени. Во все геологические эпохи на Земле количество живого вещества было практически одинаковым. Ученый подчеркивал, что современное живое вещество генетически родственно живому веществу прошлых геологических эпох.
- Под **косным веществом** В.И. Вернадский понимал *такие вещества биосферы, в создании которых живые организмы не участвуют*. Это, например, газы, твердые частицы и водяные пары, выбрасываемые вулканами, гейзерами.
- Кроме живого и косного веществ, в состав биосферы входят:
- **неживое биогенное вещество**, которое образовано живым веществом современной и прошлых геологических эпох (ископаемые остатки организмов, нефть, уголь, газы атмосферы, озерный ил - сапропель, осадочные породы, например, известняки);
- **биокосное вещество**, которое создавалось одновременно и живыми организмами и косным веществом (например, почва, вода обитаемых водоемов, глинистые минералы).

Функции живого вещества. Одна из основных заслуг В.И. Вернадского состоит в том, что он впервые обратил внимание на роль живых организмов как мощного геологического фактора, на то, что живое вещество выполняет в биосфере различные *биогеохимические функции*. Благодаря этому обеспечиваются круговорот веществ и превращение энергии и, в итоге, целостность, постоянство биосферы, ее устойчивое существование.

Энергетическая функция заключается в накоплении и преобразовании растениями энергии Солнца (бактерии-хемоавтотрофы преобразуют энергию химических связей) и передаче ее по пищевым цепям: от продуцентов - к консументам и, далее, - к редуцентам. При этом энергия постепенно рассеивается, но часть ее вместе с остатками организмов переходит в ископаемое состояние, "консервируется" в земной коре, образуя запасы нефти, угля и др.

В осуществлении **газовой функции** ведущая роль принадлежит зеленым растениям, которые в процессе фотосинтеза поглощают углекислый газ и выделяют в атмосферу кислород. В то же время, большинство живых организмов (и растения в том числе) в процессе дыхания используют кислород, выделяя в атмосферу углекислый газ. Таким образом, участвуя в обменных процессах, живое вещество поддерживает на определенном уровне газовый состав атмосферы.

Окислительно-восстановительная функция тесно связана с энергетической. Существуют микроорганизмы, которые в процессе жизнедеятельности окисляют или восстанавливают различные соединения, получая при этом энергию для жизненных процессов. Велико их значение для образования многих полезных ископаемых. Например, деятельность железобактерий по окислению железа привела к образованию таких осадочных пород как железные руды; серобактерии, восстанавливая сульфаты, образовали месторождения серы.

Концентрационная функция заключается в способности живых организмов накапливать различные химические элементы. Например, осоки и хвощи содержат много кремния, морская капуста и щавель - йод и кальций. В скелетах позвоночных животных содержится большое количество фосфора, кальция, магния. Осуществление данной функции способствовало образованию залежей известняка, мела, торфа, угля, нефти.

- Активную часть биосферы, представленную живыми организмами, называют **экосферой**. Ее населяют около 1 млн. видов животных и примерно 340 видов растений, причем 93% всех видов животных и растений обитают на суше.
- Биомасса экосферы (около 2 трлн. т органического вещества) поддерживается на постоянном уровне в течение сотен миллионов лет благодаря циклу синтеза и распада (круговороту) биогенных элементов под воздействием потока солнечной энергии. Тем самым обеспечивается устойчивость биосферы в масштабе геологического времени, что является важнейшим условием глобальной экологической безопасности.



□ **Важным этапом необратимой эволюции биосферы В.Вернадский считал ее переход в стадию ноосферы.**

□ **Понятие «ноосфера» было введено в 1927 г. французским философом Э. Леруа, а развито двумя его современниками и коллегами – Пьером Тейяр де Шарденом и В.И.Вернадским, и означало мыслящую оболочку или сферу разума.**

Формирование ноосферы – естественный процесс, независимый от воли человека, но он может быть ускорен деятельностью человека.

"От нас зависит сделать стихийный процесс сознательным, превратить область жизни – биосферу, в царство разума – в ноосферу" (Э.Леруа).

П.Тейяр де Шарден (1987) рассматривает ноосферу в контексте единой философской доктрины, как этап цикла развития материи от начальной точки до конечной. Его взгляды в России критиковались как идеалистические. Учение Тейяр де Шардена было отвергнуто не только нашей "официальной наукой", но и западным миром как антихристианское. Ему была запрещена преподавательская деятельность в университете в Сорбонне и он был вынужден покинуть Францию, прожив большую часть жизни в Китае, а затем в США. Основные его произведения были опубликованы после смерти, последовавшей в 1951 г.

Учение о ноосфере Тейяр де Шардена можно свести к следующим основным положениям:

- Возникновение разума – закономерный результат развития материи, подготовленный всем ходом развития мира. Эти представления близки к развиваемым в рамках "антропного принципа".
- Возникновение человеческого разума– качественно новый этап эволюции живой материи, переход эволюции от биологической фазы к социальной, духовной; превалирование духовного начала над материальным в организации и функционировании биосферы.
- Человек, как носитель разума, не приспособливается к среде, как другие животные, а изменяет и подчиняет ее себе, **"...устраняет и покоряет всякую форму жизни, не являющуюся человеческой"**.
- По мере развития "планетаризации" человека, деятельность его принимает глобальный характер, **"...затрагивает саму жизнь в ее органической целостности"**.
- Социальная эволюция объективно направлена на единение человечества, социальную и духовную конвергенцию рас, народов, разных слоев общества, на формирование "единомыслящего" в мировоззренческом плане человека.

В современной экологии используется определение **В. И. Вернадского, в соответствии с которым ноосфера – это такое качественное состояние биосферы, при котором ее развитие определяется сознательной человеческой деятельностью.**

Однако концепция ноосферы сохраняет свою ценность, поскольку представляет единство человека и природы в виде процесса — ноогенеза, ведущего к становлению единой системы «человек — природная среда». **Ноогенез** — один из аспектов процесса становления родовой сущности человека, и его нельзя остановить.

Становление ноосферы — возможность, но не необходимость. Ценность этой концепции в том, что она дает конструктивную модель вероятного будущего, ее ограниченность в том, что она рассматривает человека, прежде всего, как разумное существо, тогда как индивиды и тем более общество в целом редко ведут себя по-настоящему разумно.

К основным предпосылкам возникновения ноосферы В.И.Вернадский относил:

- 1) расселение *Homo sapiens* по всей поверхности планеты и его победу в соревновании с другими биологическими видами;
- 2) развитие всепланетных систем связи, создание единой для человечества информационной системы;
- 3) открытие новых источников энергии, включая атомную, после чего деятельность человека становится важной геологической силой;
- 4) победу демократий и доступ к управлению широких народных масс;
- 5) все более широкое вовлечение людей в научную деятельность, что также делает человечество геологической силой.

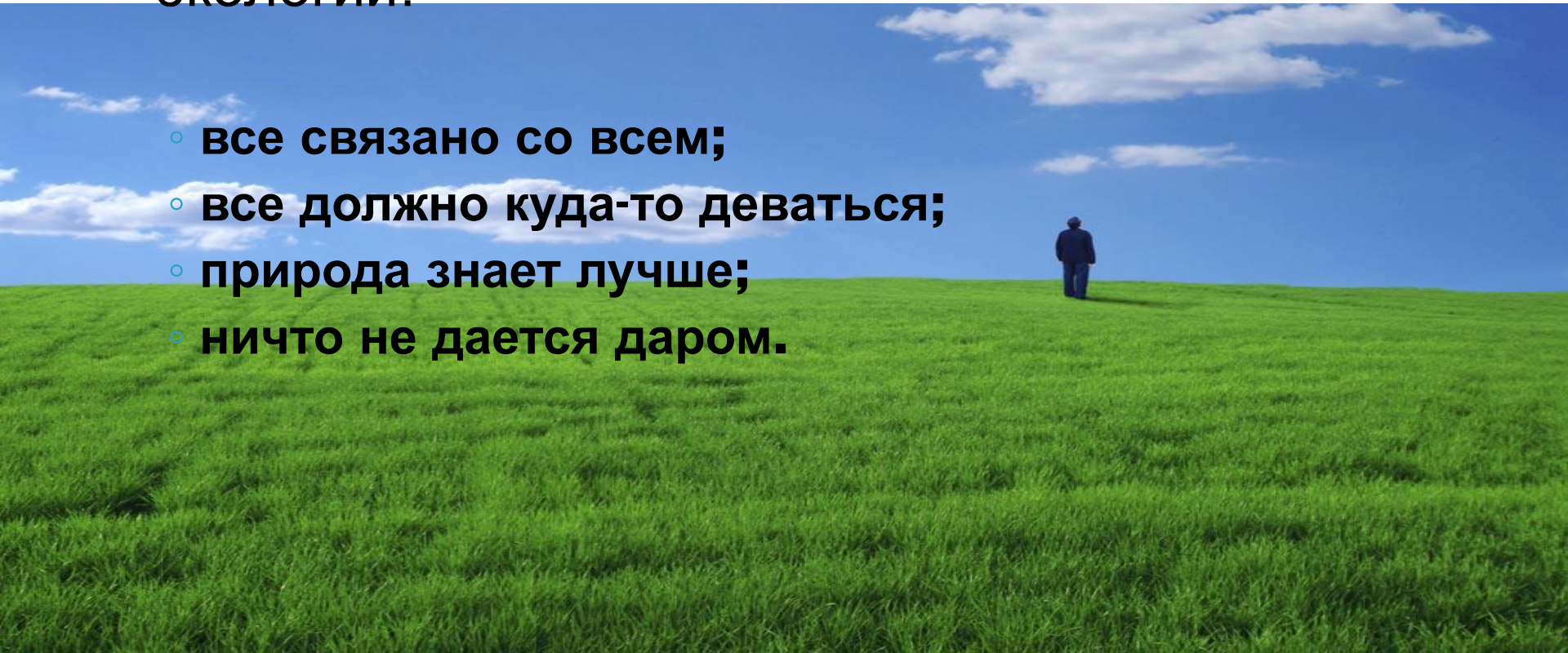
- Однако, по Вернадскому, поскольку существование самого человека есть функция биосферы, его вмешательство имеет свои пределы, выход за которые угрожает его собственному существованию.
- Поэтому реальное решение глобальных экологических проблем возможно лишь в случае коэволюции биосферы и общества, что в современных условиях требует регламентации хозяйственной деятельности.



Вопрос 5. Основные законы и принципы экологии

Американский эколог Б. Коммонер сформулировал следующие афоризмы, которые получили название четырех законов экологии:

- **все связано со всем;**
- **все должно куда-то деваться;**
- **природа знает лучше;**
- **ничто не дается даром.**



Закон минимума

Ю. Либих в 1840 году установил, что урожай зерна часто лимитируется не теми питательными веществами, которые требуются в больших количествах, а теми, которых нужно немного, но которых мало и в почве. Сформулированный им закон гласил: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени». Впоследствии к питательным веществам добавили ряд других факторов, например температуру.

Действие данного закона ограничивают два принципа.

Первый: закон Либиха строго применим только в условиях стационарного состояния. Более точная формулировка: «при стационарном состоянии лимитирующим будет то вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму». **Второй принцип** касается взаимодействия факторов. Высокая концентрация или доступность некоторого вещества может изменять потребление минимального питательного вещества. Организм иногда заменяет одно, дефицитное вещество другим, имеющимся в избытке.

Закон толерантности

Отсутствие или невозможность развития экосистемы определяется не только недостатком, но и избытком любого из факторов (тепло, свет, вода).

Следовательно, организмы характеризуются как экологическим минимумом, так и максимумом. Слишком много хорошего тоже плохо. Диапазон между двумя величинами составляет пределы толерантности, в которых организм нормально реагирует на влияние среды. Закон толерантности предложил В. Шелфорд в 1913 году.

Можно сформулировать ряд предложений, дополняющих его:

- ▣ 1. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого.
- ▣ 2. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.
- ▣ 3. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности к другим экологическим факторам.
- ▣ 4. В природе организмы очень часто оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному значению того или иного фактора, определенному в лаборатории.
- ▣ 5. Период размножения обычно является критическим; в этот период многие факторы среды часто оказываются лимитирующими.

Закон конкурентного исключения

- Данный закон формулируется следующим образом: два вида, занимающие одну экологическую нишу, не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долго. То, какой вид побеждает, зависит от внешних условий. В сходных условиях победить может каждый. Важным для победы обстоятельством является скорость роста популяции. Неспособность вида к биотической конкуренции ведет к его оттеснению и необходимости приспособления к более трудным условиям и факторам.
- Закон конкурентного исключения может работать и в человеческом обществе. Особенность его действия в настоящее время заключается в том, что цивилизации не могут разойтись. Им некуда уйти со своей территории, потому что в биосфере нет свободного места для расселения и нет избытка ресурсов, что приводит к обострению борьбы со всеми вытекающими отсюда последствиями. Можно говорить об экологическом соперничестве между странами и даже экологических войнах или войнах, обусловленных экологическими причинами.
- В свое время Гитлер оправдывал агрессивную политику нацистской Германии борьбой за жизненное пространство. Ресурсы нефти, угля и т. п. и тогда были важны. Еще больший вес они будут иметь в XXI веке. К тому же добавилась необходимость территорий для захоронения радиоактивных и прочих отходов.

Закон всеобщей связи предметов и явлений в

природе и обществе означает, что природа и общество включены в единую сеть системных взаимодействий и изменения в одной части системы неизбежно вызывают изменения в других ее частях.

- Любое изменение в экологической системе вызывает цепную реакцию, направленную на его нейтрализацию. Кроме того, зависимость между элементами экологических систем носит нелинейный характер, т.е. незначительное изменение одного из них может вызвать сильные изменения других.
- Согласно «правилу одного процента» изменение энергетики природной системы на 1% выводит ее из равновесия, а затем разрушает. Это явление налагает природное ограничение на любую человеческую деятельность.

Закон сохранения вещества и энергии

является одним из главных требований рационального природопользования. Его экологическая интерпретация включает:

- 1) ***закон развития природной системы за счет окружающей ее среды:*** любая природная система может развиваться только за счет материально-энергетических и информационных ресурсов окружающей среды, поэтому невозможно как абсолютно изолированное развитие, так и полностью безотходное производство;
- 2) ***закон неустранимости отходов:*** любая хозяйственная деятельность ведет к появлению отходов, которые можно лишь перевести из одной формы в другую или переместить в пространстве, но нельзя устранить полностью.

- ▣ **Закон «природа знает лучше»** определяет пределы допустимого и недопустимого в биосфере.
- ▣ На сегодняшний день на Земле обитает лишь тысячная часть испытанных эволюцией видов животных и растений. Главным критерием эволюционного отбора является вовлеченность в глобальный биотический круговорот, заполненность всех экологических ниш.

▣ **Закон цены развития** означает, что на уровне глобальной экологической системы любой выигрыш обязательно сопровождается потерей.

▣ **Этот закон имеет три следствия:**

- эволюция больших систем происходит только от простого к сложному;
- с ростом сложности организации системы темпы эволюции возрастают;
- бесплатных ресурсов не существует.

Основной закон экологии

- Одним из главных достижений экологии стало открытие, что развиваются не только организмы и виды, но и экосистемы. Последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном районе, называется сукцессией. Сукцессия происходит в результате изменения физической среды под действием сообщества, т. е. контролируется им. Замещение видов в экосистемах вызывается тем, что популяции, стремясь модифицировать окружающую среду, создают условия, благоприятные для других популяций; это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто равновесия между биотическими и абиотическими компонентами. Развитие экосистем во многом аналогично развитию отдельного организма и в то же время сходно с развитием биосферы в целом.
- Сукцессия в энергетическом смысле связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону увеличения количества энергии, направленной на поддержание системы. Сукцессия состоит из стадий роста, стабилизации и климакса. Их можно различать на основе критерия продуктивности: на первой стадии продукция растет до максимума, на второй остается постоянной, на третьей уменьшается до нуля по мере деградации системы

Обобщающая концепция лимитирующих факторов

- Наиболее важными факторами на суше являются свет, температура и вода (осадки), а в море – свет, температура и соленость. Эти физические условия существования могут быть лимитирующими и влияющими благоприятно. Все факторы среды зависят друг от друга и действуют согласованно.
- Из других лимитирующих факторов можно отметить атмосферные газы (углекислый газ, кислород) и биогенные соли. Формулируя «закон минимума», Либих и имел в виду лимитирующее воздействие жизненно важных химических элементов, присутствующих в среде в небольших и непостоянных количествах. Они называются микроэлементами и к ним относятся железо, медь, цинк, бор, кремний, молибден, хлор, ванадий, кобальт, йод, натрий. Многие микроэлементы подобно витаминам действуют как катализаторы. Фосфор, калий, кальций, сера, магний, требующиеся организмам в больших количествах, называются макроэлементами.
- Важным лимитирующим фактором в современных условиях является загрязнение природной среды. Оно происходит в результате внесения в среду веществ, которых в ней либо не было (металлы, новые синтезированные химические вещества) и которые не разлагаются вовсе, либо существующих в биосфере (например, углекислый газ), но вносимых в чрезмерно больших количествах, не дающих возможности их переработать естественным способом. Образно говоря, загрязняющие вещества – это ресурсы не на своем месте. Загрязнение приводит к нежелательному изменению физических, химических и биологических характеристик среды, которое оказывает неблагоприятное влияние на экосистемы и человека.

- К афоризмам Б. Коммонера современные экологи добавили **закон ограниченности ресурсов** («на всех не хватает»), который означает, что масса питательных веществ для всех живых организмов на Земле ограничена и конечна, поэтому значительное увеличение численности и массы каких-либо организмов в глобальном масштабе может происходить только за счет сокращения численности и массы других.
- С учетом перечисленных законов будущее человечества зависит от формирования нового биосферного мировоззрения, поскольку только человеческий разум способен направить развитие по пути одновременного сохранения биосферы и цивилизации

Некоторые другие важные для экологии законы и принципы

1. Закон эмерджентности: целое всегда имеет особые свойства, отсутствующие у его частей.
2. Закон необходимого разнообразия: система не может состоять из абсолютно идентичных элементов, но может иметь иерархическую организацию и интегративные уровни.
3. Закон необратимости эволюции: организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, осуществленному в ряду его предков.
4. Закон усложнения организации: историческое развитие живых организмов приводит к усложнению их организации путем дифференциации органов и функций.
5. Биогенетический закон (Э. Геккель): онтогенез организма есть краткое повторение филогенеза данного вида, т. е. индивид в своем развитии повторяет сокращенно историческое развитие своего вида.
6. Закон неравномерности развития частей системы: системы одного уровня иерархии развиваются не строго синхронно – в то время как одни достигают более высокой стадии развития, другие остаются в менее развитом состоянии. Этот закон непосредственно связан с законом необходимого разнообразия.
7. Закон сохранения жизни: жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии, информации.
8. Принцип сохранения упорядоченности (И. Пригожин): в открытых системах энтропия не возрастает, а уменьшается до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля.
9. Принцип Ле Шателье – Брауна: при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.
10. Принцип экономии энергии (Л. Онсагер): при вероятности развития процесса в некотором множестве направлений, допускаемых началами термодинамики, реализуется то, которое обеспечивает минимум рассеивания энергии.