

**ГБОУ ВПО
Первый Московский государственный медицинский
университет им. И.М.Сеченова**

кафедра биологии и общей генетики

**Дисциплина по выбору
«Медико-биологические основы экологии»**

**Методические материалы по модулю №1
«Экология как наука»**

Содержание:

1.1 Текстовая часть (см. Приложение № 1.1)

Оглавление

1.1.1.Определение экологии	стр. 2
1.1.2. История создания и развития экологии	стр. 2
1.1.3.Понятие систем. Системный подход – методологическая основа экологии	стр.5
1.1.4. Принципы функционирования систем	стр.6
1.1.5.Уровни организации живого	стр.8
1.1.6.Причины возникновения уровней организации живого	стр. 9
1.1.7.Системность биосферы.	стр.10
1.1.8.Структура биосферы	стр.11
1.1.9.Разделы экологии	стр.13
1.1.10.Место экологии в современной науке	стр.14
1.2.Вопросы для самоконтроля (см. Приложение № 1.2)	стр.16
1.3.Тестовые задания (см. Приложение № 1.3)	стр.16
1.4 Темы рефератов (см. Приложение № 1.4)	стр.17
1.5. Список литературы (см. Приложение 1.5)	стр.17

Приложение 1.1

Текстовая часть модуля 1

«Экология как наука»

Оглавление

1.1.1.Определение экологии. Предмет экологии.	стр. 2
1.1.2. История создания и развития экологии	стр. 2
1.1.3.Понятие систем. Системный подход – методологическая основа экологии	стр.5
1.1.4. Принципы функционирования систем	стр.6
1.1.5.Уровни организации живого	стр.8
1.1.6.Причины возникновения уровней организации живого	стр. 9
1.1.7.Системность биосферы	стр.10
1.8.Структура биосферы	стр.11
1.9.Разделы экологии	стр.12
1.10.Место экологии в современной науке	стр.13

1.1.1 Определение экологии. Предмет экологии

Экологией называется наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой.

Выдающийся американский эколог Юджин.Одум назвал экологию *наукой о структуре и функциях природы* (1975).

Слово экология происходит от греч."oikos" - дом, жилище, непосредственное окружение.

Этот термин первым применил в 1877 году известный немецкий биолог Эрнст Геккель (1834-1919).

"Под экологией, - писал Геккель, - мы понимаем всю сумму знаний, об экономии природы, домашнем быте живых организмов. Она изучает всю совокупность взаимоотношений организмов с окружающей средой, органической и неорганической, их дружественные или враждебные отношения с другими животными и растениями, с которыми они прямо или косвенно вступает в контакты. Одним словом, экология - это изучение всех сложных... взаимоотношений, которые Дарвин назвал *условиями, порождающими борьбу за существование*".

Однако слово "экология" явилось названием уже довольно старого предмета. Подобно другим областям знания экология развивалась на протяжении всей истории человечества.

1.1.2. История создания и развития экологии

Устройством природы люди интересовались с давних пор. Много сведений экологического характера имеется в трудах древнегреческих философов Аристотеля, Гиппократы и их преемников.

Среди предшественников Э.Геккеля можно назвать: во Франции - Ж.-Л.Бюффона (1707-1788), Ж.Б.Ламарка (1744-1829), Ж.Сент-Илера (1772-1844); в Германии - А.Гумбольта (1769-1859), в Англии - Ч.Дарвина (1809-1882).

В России ими были К.Ф.Рулье (1814-1855), П.С.Паллас (1741-1811), А.Ф.Миддендорф (1815-1894), Н.А.Северцов (1827-1885), М.Н.Богданов (1841-1888) и другие.

В начале своего становления экология носила преимущественно описательный характер. Изучались отдельные виды растений и животных, условия и образы их жизни: где и когда их можно встретить, чем они питаются, как размножаются, кому служат пищей и т.д. (в настоящее время этот раздел экологии называют аутоэкологией). Время до середины XIX века, до Ч.Дарвина и Э.Геккеля было периодом накопления знаний.

Созданная Ч.Дарвином (1859) теория эволюции путем естественного отбора, показала необходимость рассматривать организмы в неразрывной связи со средой их обитания. Оказалось, что факторы среды влияют на строение организмов, их размножение, численность, образ жизни. Взаимодействуя со средой обитания организмы вступают в борьбу за существование.

В результате длительных взаимодействий со средой организмы приобретают своё строение.

После выхода в свет книги Ч.Дарвина "Прохождение видов путем естественного отбора или выживание наиболее приспособленных в борьбе за жизнь" (1859) узкий, изучавший отдельные виды растений и животных методический подход в биологии, уступил место глубокому изучению отношений между видами, изучению совокупностей организмов населяющих определенные местообитания. Так начала формироваться экология сообществ - *биоценология*.

В 1877 году немецкий биолог Карл Мёбиус изучал устричную отмель в Северном море и увидел, что всё сообщество населяющих её организмов связано между собой взаимной зависимостью и соответствует по своему составу и численности условиям среды. Мёбиус назвал всю совокупность этих организмов *биоценозом* (что означает сообщество, от лат. *bios* - жизнь, *koinos* - вместе) и отметил, что если какие-то условия менялись, это сказывалось на всем биоценозе. "(Мёбиус К., 1877).

Однако К.Мёбиус рассматривал в качестве целостной системы только совокупность организмов, ещё не вкладывая в неё абиотические факторы среды.

В конце XIX века выдающийся русский ученый В.В.Докучаев (1846-1903) создал *учение о почве*, согласно которому почва является продуктом длительных взаимодействий абиотических и биотических компонентов: климата, горных пород и живых организмов. Докучаев считал необходимым появление науки "о сложных и многообразных... взаимоотношениях между... живой и мертвой природой". Учение В.В.Докучаева "О зонах природы" показало механизмы формирования природных комплексов - почвенно-климатических зон (1889).

Позже, в 1926 году ученик В.В.Докучаева В.И.Вернадский создал на его основе учение о биосфере.

В конце XIX - начале XX века начала развиваться *экология популяций* - изучение группировок особей одного вида, населяющих определенные территории и

факторы, определяющие их численность. Были разработаны методы количественного учёта особей, математические модели динамики численности популяций. Большой вклад в изучение динамики численности популяций внесли А.Лотка (1925), В.Вольтерра (1926), Р.Пёрл (1928), Ч.Элтон (1927) и другие.

С начала XX века активно развивалась *факториальная экология*, изучающая действие на организмы и их популяции отдельных факторов среды и основные закономерности действия факторов. Основы факториальной экологии заложил в середине XIX века немецкий химик Юстус Либих (1848).

Большое влияние на развитие экологии оказала книга английского зоолога Чарльза Элтона "Экология животных", написанная в 1927 году. Среди других заслуг Ч.Элтона была разработка им понятия экологической ниши, концепции трофических уровней в экосистемах, для оценки которых Ч.Элтон предложил строить пирамиды численности и биомассы (гл.6.4).

В начале 1900-х годов американский геоботаник Фредерик Клементс разработал учение об *экологических сукцессиях* - закономерных изменениях биоценозов во времени.

В 1935 году английский геоботаник Артур Тэнсли (A.Tansly,1935) предложил называть устойчиво взаимодействующие между собой комплексы организмов и окружающей их абиотической среды термином *экосистема*. Через некоторое время этот термин получил широкое распространение и начала интенсивно развиваться *биоценология* - "физиология природных комплексов" организмов и окружающей среды.

Американский гидробиолог Р.Линдеман заложил основы изучения энергетики экосистем. В 1942 году он определил закономерности переноса энергии по трофическим уровням и вывел "правило 10 процентов": на каждый трофический уровень попадает около 10% энергии с предыдущего уровня .

В России в первой половине XX века развитие экологии связано с именами А.Н.Формозова, Д.Н.Кашкарова, И.Н.Калабухова, В.Н.Беклемишева, С.А.Северцова, Н.П.Наумова, Г.А.Новикова и других. Русские учёные внесли большой вклад в изучение жизненных форм организмов, а В.В.Догель и Е.Н.Павловский - в изучение паразитизма.

Первый русский учебник по экологии написан в 1938 году Д.Н.Кашкаровым.

Мировую известность приобрели труды московского микробиолога Г.Ф.Гаузе (1934), изучавшего борьбу за существование в экспериментах на инфузориях и сформулировавшего принцип "конкурентного исключения".

В 1942 году советский геоботаник В.Н.Сукачев, разработал понятие биогеоценоз.

Во второй половине XX века большой вклад в развитие отечественной экологии внесли А.Г.Новиков, А.С.Мончадский, Н.П.Наумов, С.С.Шварц, М.С.Гиляров, И.А.Шилов, В.Н.Беклемишев, В.Д.Федоров и другие.

С начала 1960-х годов учеными из многих стран проводится изучение глобальных процессов в биосфере, изучается продуктивность региональных экосистем Земли - биомов и определяющие её факторы среды.

В 1960-1970-х годах американский эколог Юджин Одум издал серию учебников, ставших настольными книгами экологов всего мира.

Лучшими отечественными учебниками являются "Экология" Чернова Н.М., Былова А.М., 1981; "Экология" Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. 1980; "Экология" Акимова Т.А., Хаскин В.В., 1998; "Экология" Никаноров А.М., Хоружая Т.А., 1999.

Современная экология обосновывает теоретические основы функционирования биологических объектов и строит описывающие их математические модели.

В настоящее время можно считать, что "хотя экология уходит своими корнями в биологию, сейчас она вышла из её рамок и оформилась в принципиально новую дисциплину, объединяющую изучение физических и биологических процессов в биосфере и связывающую естественные науки с общественными" (Ю.Одум, 1986).

В то же время экологию нельзя смешивать с дисциплинами, изучающими загрязнения сред биосферы человеком и разрабатывающими методы очистки от этих загрязнений.

Экология является наукой о строении и функционировании биологических систем организменного и всех более высоких уровней организации.

Начиная с 1960-х годов словом «экология» обозначают также проблему сохранения окружающей среды (в иностранной литературе «environment»).

Говоря об «экологии человека» в понятие «окружающая среда» включают также **социальную и информационную среду** и привлекают для её описания и изучения методы социологии, психологии, этнографии, философии и других наук.

Помимо фундаментальной экологии развиваются также разделы **прикладной экологии**: промышленная экология, экология жилища и др.

1.1.3 Понятие систем. Системный подход.

Поскольку все явления природы определяются многими составляющими, методологической основой экологии является **системный подход** - особая методика изучения сложноорганизованных объектов.

Системами (от греч. systema - целое, состоящее из частей) называют совокупности объектов - **элементов систем**, объединенных некоторой формой регулярных взаимодействий, в результате которых у системы как целого, возникают новые свойства, новые целостные характеристики, отличные от свойств составляющих её элементов.

Совокупность всех связей и взаимодействий элементов в системе называют её **структурой**.

Системный подход при изучении систем всех видов состоит:

- в определении составных элементов систем;
- установлении структуры систем - характера и силы связей между элементами;
- определении взаимодействующих с системой факторов окружающей среды, силы и характера этих взаимодействий и др.

Формирование системного подхода как теории происходило на базе естественных наук, сначала - физики, затем - химии и биологии. Интересно, что основоположник факториальной экологии Юстус Либих (1803-1873), ещё в середине XIX века дал вполне современное определение системного подхода: ²Так как любое явление природы сложно, состоит из частей, то первая и важнейшая задача ученого

состоит в распознавании этих частей, определении их природы, свойств и установлении соотношений между ними².

Системный подход лежит в основе *учения о почве* выдающегося русского почвовед В.В.Докучаева. Докучаев впервые стал рассматривать почву не как инертную среду, а как динамическую систему, состав которой определяют многие составляющие. В своей книге "Учение о зонах природы" (1889) Докучаев предвосхитил появление науки, изучающей не отдельные факторы и явления, а взаимосвязи между ними. Докучаев писал: "до сих пор изучались, главным образом, отдельные тела - минералы... растения, животные... и явления - огонь, вода, земля, воздух... но не их соотношения, не та генетически вековая и всегда закономерная связь, которая существует между силами, телами и явлениями, между живой и мёртвой природой, между растительными, животными и минеральными царствами... А между тем, именно эти закономерные взаимодействия составляют сущность познания естества... лучшую и высшую прелесть естествознания".

На высочайшем уровне научной абстракции применял системный подход ученик В.В.Докучаева В.И.Вернадский, создавший *учение о биосфере* (1926).

Однако эти ученые применяли системный подход ещё не формулируя понятия *системности*. Статус самостоятельной науки системный подход получил в 1960-х годах в связи с развитием вычислительной техники. Общую теорию систем создал в конце 1960-х годов австрийский ученый Людвиг фон Берталанфи (1969).

Теория систем формулирует общие принципы строения и законы функционирования систем, развитие этой теории состоит в разработке математического аппарата для описания поведения систем разных типов в разных условиях.

1.1.4 Принципы функционирования систем

Целью объединения элементов в системы является получение новых свойств, какого-то выигрыша, выгоды - в веществе, энергии или информации.

Явление возникновения в системе новых свойств называют *эмерджентностью* (от англ. emergent - возникающий внезапно), а сами новые свойства - *эмерджентными*.

В отличие от них, общую сумму свойств составляющих систему элементов, называют *совокупными* свойствами.

Во всех системах имеются **вход** и **выход**, при этом изменение какой-то величины на входе в систему влечет за собой изменения на выходе.

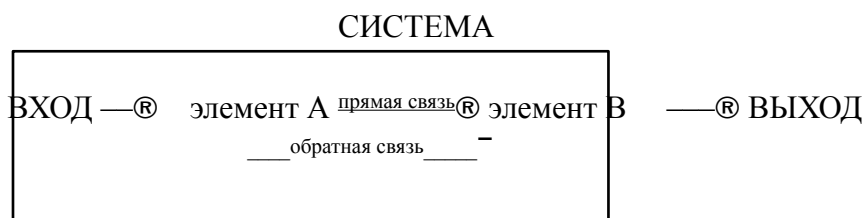


Рис. Система с обратной связью между элементами.

Зависимость выходной величины от входной определяется видом связей (взаимодействий) между элементами. Различают несколько типов таких связей.

Если изменение элемента А ведет к изменению элемента В, то связь называется *прямой*.

Если увеличение элемента А даёт увеличение элемента В, связь называется **прямой положительной**, а если при увеличении элемента А элемент В уменьшается - **прямой отрицательной**.

Если изменение элемента В может, в свою очередь, повлиять на элемент А, связь называется **обратной**. Обратные связи могут быть и положительными и отрицательными.

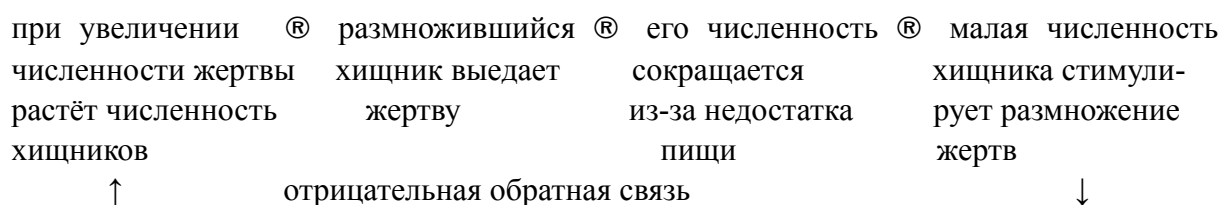
Положительная обратная связь ведет к усилению процесса в одном направлении, например:

- увеличение выпуска оружия одной страной стимулирует выпуск еще более мощного оружия другой, вслед за чем следует новый виток;
- рост цен на энергоносители ведёт к удорожанию всей продукции, перевозок и т.д.

Примером положительной обратной связи в экологии является **закон убывающего плодородия** почвы. Известно, что плодородие почв определяется наличием в них питательных веществ: чем их больше, тем большим будет урожай. При малом урожае или его выносе из экосистемы в почву поступает малое количество мертвого органического вещества (детрита), следовательно меньше окажется питательных веществ и меньшим будет следующий урожай и т.д.

При **отрицательной обратной связи** в ответ на усиление величины на входе, элемент на выходе отвечает реакцией, направленной на устранение этого увеличения. Это позволяет системе поддерживать устойчивое состояние.

Примером отрицательной обратной связи является взаимодействие в экосистемах хищников и их жертв



Отрицательная обратная связь является важнейшим механизмом **саморегуляции** систем, она обеспечивает их способность поддерживать динамическое стационарное состояние - **гомеостаз**.

Устойчивостью систем называют их способность сохранять свои структуру и функции при действии внешних факторов.

Возвращение систем в стабильное состояние возможно только при условиях, когда сила воздействий не превышает пределы их устойчивости. При приближении к пределам устойчивости вступают в действие нелинейные законы, когда даже малое увеличение силы воздействия может привести к непоправимым следствиям: при этом отрицательные обратные связи сменяются на положительные и система разрушается.

Так, сорвавшийся с горы небольшой камень увлекает за собой множество камней и возникает оползень.

Деятельность человека часто нарушает связи между элементами в природе. Это ведёт к разрушению природных систем, их переходу в другое качественное состояние.

По характеру взаимодействий с окружающей средой все системы разделяют на:

- открытые - имеют обмен со средой веществом и энергией;
- замкнутые - нет обмена веществом, но есть обмен энергией;

- изолированные - не связаны со средой никакими видами обмена.

Все *биологические системы* являются *открытыми*, следовательно для их существования необходимо получение энергии и химических веществ из среды.

Процессы превращения энергии в открытых системах изучает *термодинамика* открытых систем. Её основателем был бельгиец русского происхождения И.Р.Пригожин (Нобелевская премия, 1977).

Важнейшим свойством открытых самоподдерживающихся систем является их способность к эволюции.

Эволюция открытых систем состоит в последовательном закреплении таких отклонений от стационарного состояния, при котором идущий через систему поток энергии постоянно возрастает.

Эволюция систем сопровождается усложнением их строения:

- возрастанием числа элементов,
- появлением новых связей,
- появлением *системной иерархии* - образованию в структуре системы отдельных подсистем.

На определённых этапах своего развития экосистемы могут вступать в фазу кризиса. Причинами кризисов могут являться:

- истощение внутренних ресурсов развития;
- нарушение взаимодействий между элементами;
- достижение внешних границ развития;
- воздействия внешних причин, превышающие пределы устойчивости.

Экологическим кризисом называют нарушение устойчивого функционирования биосферы и воспроизводства ею стабильных параметров среды обитания организмов в связи с высокой численностью и активной хозяйственной деятельностью человека.

1.1.5. Уровни организации живого.

Наряду с системным подходом, методологической основой экологии является *концепция структурных уровней организации* живой материи (организация - от лат. organizo - придаю стройный вид).

Согласно этой концепции, все элементы, составляющие живую материю, образуют системы, находящиеся между собой в иерархической зависимости, соподчиненности.

Иерархию (от греч. hieros - священный и arche - власть) понимают как расположение элементов целого ступенчатым рядом: от низшего к высшему.

Различают следующие уровни организации живых систем, при этом каждый предшествующий уровень образует подсистемы в составе последующих:

1. Молекулярно-генетический - атомы химических веществ образуют сложные органические молекулы, которые имеют свойства, отличные от свойств отдельных атомов: молекулы ДНК кодируют информацию, молекулы АТФ - аккумулируют энергию и т.д.

2. Субклеточный уровень - молекулы органических веществ образуют органоиды - составные части клеток, выполняющие специальные функции.

3. Клеточный уровень - система органоидов образует клетку - мельчайшую единицу, обладающую всеми свойствами живой материи: способностью к саморегуляции, самообновлению и самовоспроизведению.

4. Уровень организма - многоклеточный организм состоит из многих видов клеток с разным строением и функциями, они образуют системы органов, выполняющих сложные специализированные функции. Это придает организму новые свойства - делает возможным и эффективным его существование в сложной окружающей среде, позволяет эффективно противостоять её изменениям. Чем более сложным является организм, тем в более сложной среде он может существовать.

5. Популяционно-видовой уровень - организмы одного вида объединены в популяции, популяции обладают свойствами устойчивого воспроизводства особей в течение длительного времени и способностью к эволюции.

7. Экосистемный уровень - совокупности организмов разных видов растений и животных (автотрофов и гетеротрофов), образуют с окружающей их неорганической средой единые функциональные системы - экосистемы, в которых они приобретают свойства обеспечивать себя непрерывным потоком веществ и энергии для стабильного существования.

8. Биосферный уровень - экосистемы всех рангов объединены в глобальную экосистему биосферу (экосферу), производящую глобальные круговороты веществ и обмен энергией с Космосом.

Строение по иерархическому принципу является важнейшей особенностью живых систем. Оно выражает взаимосвязь структур живого вещества и одновременно сохраняет самостоятельность структурных уровней для оптимального функционирования всей системы как целого.

В наиболее общем виде выделяют пять уровней организации живого:

- молекулярно-генетический,
- организменный,
- популяционно-видовой,
- экосистемный (биогеоценотический),
- биосферный.

Таким образом, в строгом соответствии с теорией систем, живая материя представляет собой упорядоченно взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое - биосферу.

Предметом экологии являются биологические системы организменного и всех надорганизменных уровней организации: популяции, экосистемы и биосфера в целом.

Задача экологии - изучение механизмов их функционирования, связей и взаимных зависимостей между их элементами.

При изучении систем всех видов возможны два методологических подхода:

1. Рассмотрение явлений в их целостности.
2. Рассмотрение отдельных элементов систем. Этот подход называется **редукционистским** (от греч. *reductio* - разделение).

При изучении явлений природы следует использовать оба подхода, не противопоставляя их.

Так, изучая уровень экосистем, необходимо знание законов функционирования таких составляющих их подсистем, как организмы и популяции, а также последующего уровня - биосферного.

1.1.6. Причины возникновения структурных уровней организации живого

В чем же состоит причина возникновения уровней организации? Почему вся живая материя построена по этому принципу?

Возникновение структурных уровней организации явилось следствием эволюционного развития живой материи, её перехода в новое качественное состояние.

Математически доказано, что системы, элементы которых находятся между собой в иерархической зависимости, формируются и развиваются гораздо быстрее, чем неиерархические, со сходным числом компонентов. Это объясняется тем, что в иерархических системах нижележащие уровни находятся под управляющим влиянием вышестоящих, что придаёт им новые свойства.

Иерархичность строения делает элементы систем более управляемыми, а сами системы - более пластичными и устойчивыми к нарушениям.

Формирование новых структурных уровней происходит при возрастании размеров систем, появлении в них слишком большого числа элементов. При этом регулирующее действие механизмов отрицательной обратной связи начинает запаздывать и она теряет роль эффективного механизма саморегуляции. Это снижает устойчивость систем к воздействиям и может привести к их разрушению. По этой причине перед системой встает необходимость создания новых структурных уровней для повышения управляемости элементами.

Таким образом, причиной возникновения структурных уровней является необходимость повышения управляемости элементов систем путем ускорения действия в них механизмов отрицательных обратных связей.

На каждой новой ступени (структурном уровне) формируются свои, отличные от других уровней формы взаимодействий со средой. С появлением новых, всё более высоких уровней, взаимодействия со средой становятся всё более сложными и эффективными.

Появление в биосфере многих структурных уровней организации живого является проявлением её организованности, шагом к стабилизации, снижению неупорядоченности и повышению эффективности функционирования.

1.1.7. Системность биосферы

Биосфера является сложнейшей многоуровневой системой, все компоненты которой связаны многочисленными прямыми и обратными связями.

Данный принцип строения требует рассмотрения всех природных объектов и явлений как частей глобальной совокупности, во взаимосвязи со всеми факторами, которые, к тому же, модифицируют действие друг друга.

Так, при одновременном наличии в средах биосферы и телах живых организмов нескольких видов загрязнителей, их совместное действие может кардинально отличаться от действия каждого в отдельности; устойчивость растений к

засухе зависит от множества факторов: температуры, состава почв, наличия минеральных веществ и других.

Сложнейшими многофакторными системами являются глобальный климат Земли, газовый состав её атмосферы, толщина озонового слоя, состав почв, природных вод, все другие природные объекты и явления.

Игнорирование системного строения биосферы, вычленение из сложной системы всего нескольких составляющих, называется *редукционистским подходом*, он приводит к неверным решениям и может иметь трагические последствия.

Характерно, что об этом писал Ф.Энгельс: "Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те следствия, которые мы ожидали, но во вторую и третью очередь - совсем другие, непредвиденные следствия, очень часто уничтожающие значения первых" (1894).

Как пример недоучета совокупности природных процессов, можно назвать строительство оросительных систем для развития хлопководства в Средней Азии, забирающих воду из рек Сыр-Дарья и Аму-Дарья. Изъятие из рек больших объёмов воды, её сильное испарение и просачивание через незабетонированные русла каналов привело к обмелению и высыханию почти половины Аральского моря - "оазиса Средней Азии". Аральское море являлось важнейшим климатообразующим фактором региона, имело большое рыбохозяйственное значение. Из-за обмеления моря и возникновения пыльных бурь, разносящих соль с бывшего дна моря на окружающие территории, ухудшился состав почв, гидрогеологический режим территорий, состав подземных вод, они стали не пригодны для питья, среди населения повысились заболеваемость, смертность, многие потеряли работу. Недоучет всех факторов во имя одной цели привел к тяжёлым природным и социальным следствиям.

Неверным, поспешным решением явилось также строительство перешейка, отделяющего от Каспийского моря примыкающий к нему залив Кара-Богаз-Гол. Перешеек предназначался для предотвращения происходившего в то время обмеления Каспийского моря, поскольку считалось, что с поверхности залива идёт очень сильное испарение воды. В конце 1970-годов была построена плотина и были близки к осуществлению грандиозные проекты по переброске в Каспий северных рек. Но вскоре выяснилось, что обмеление Каспийского моря является периодически происходящим природным процессом, который вскоре закончился и с 1978 года наступила новая фаза - поднятие уровня моря. К настоящему времени уровень моря поднялся на несколько метров, затопив прибрежную территорию и этот процесс продолжается.

Ещё одним примером ограниченного, редукционистского подхода явилась борьба с "парниковым эффектом" посредством снижения промышленных выбросов CO₂. Теория "парникового эффекта" возникла в 1970-е годы в результате неправильно просчитанных прогнозов, основанных на положении, что содержание в атмосфере CO₂ и глобальный климат Земли **впрямую** зависят от антропогенных промышленных выбросов CO₂. Однако более поздние исследования показали, что концентрация CO₂ в атмосфере и глобальный климат Земли определяются значительно большим числом факторов, чем полагали ранее.

Сложнейшим многофакторным процессом является динамика содержания в атмосфере озона. В настоящее время известно, что причиной уменьшения его слоя являются природные причины

Таким образом, во всех описанных случаях имел место ограниченный, редуционистский подход, вычленявший из сложных явлений немногие факторы. При изучении биосферных процессов использование только этого подхода неприемлемо.

Биосферное мышление - системное мышление.

Оно необходимо при организации всех природоохранных мероприятий. Для их правильного осуществления необходимо как можно более полное знание истории развития природных объектов - систем из многих факторов, определяющих их функционирование.

Понятие о биосфере как о сложной многокомпонентной системе - **биосферизм**, важно не только как теория, но и для практики, для сохранения биосферы на Земле.

1.1.8. Структура биосферы

Подобно всем сложным системам, биосфера состоит из более мелких подсистем.

Элементарными структурно-функциональными единицами биосферы являются **экосистемы**.

Термин экосистема предложил в 1935 году английский геоботаник Артур Тэнсли (A.Tansly,1935), хотя формироваться это понятие начало гораздо раньше.

А.Тэнсли назвал **экосистемой** устойчиво взаимодействующие между собой комплексы организмов (растений и животных) с окружающей их абиотической (неживой) средой.

В дальнейшем было показано, что стабильное существование экосистем обеспечивается их способностью производить внутри себя круговороты веществ и поток энергии .

Согласно трактовке А.Тэнсли, понятие экосистемы безразмерно, оно применимо для экосистем всех типов:

- разных размеров и уровней сложности,
- наземных и водных,
- естественных и искусственных (аквариум, космический корабль и других).

Критерием применения термина экосистема для обозначения группировок живых организмов и окружающей среды считают наличие более или менее замкнутого **круговорота веществ и потока энергии**.

Функциями экосистем являются:

- синтез органического вещества;
- его деструкция;
- круговороты веществ;
- поток энергии для жизнедеятельности организмов.

В зависимости от размеров экосистемы делят на несколько категорий:

- **микроэкосистемы** (от лат. mikros - малый) - например, лесное озеро, поляна в лесу, и др.,
- **мезоэкосистемы** (от лат. meso - средний) - лес, включающий поляну, озеро, лесную чашу и др.,
- **макроэкосистемы** - крупные региональные сообщества - **биомы**. В описанном случае макроэкосистемой является биом листопадных лесов умеренного пояса.

- Самая крупная - **глобальная** экосистема - биосфера (экосфера), являющаяся совокупностью всех экосистем Земли.

Биосфера является наиболее близкой к идеалу экосистемой в плане замкнутости круговоротов веществ и улавливания космической энергии.

В 1942 году русский геоботаник В.Н.Сукачев ввел в отечественную литературу термин **биогеоценоз** (от лат. bios - жизнь, geo - земля, koinos - вместе).

Термин биогеоценоз близок по значению к термину экосистема, но они не являются синонимами. Биогеоценоз - более конкретное, более узкое понятие.

Биогеоценоз - это всегда природная и только наземная экосистема, с однородной территорией и однородным растительным покровом (например, ельник-брусничник, сосняк-черничник и др.).

Иными словами, биогеоценоз - это частный случай экосистемы.

Как и А.Тэнсли, В.Н.Сукачев считал, что первичным в экосистеме является состав растений - **фитоценоз** (от лат. phitos - растение, koinos - вместе), а уже растения обуславливают определенный набор питающихся ими животных - **зооценоз**.

В отличие от биогеоценозов, простейшие экосистемы можно сконструировать искусственно, для этого нужно подобрать определенный набор организмов (продуцентов, консументов и редуцентов) и создать им соответствующие условия.

1.1.9. Разделы экологии

В общем смысле **экологией** называют науку об отношениях живых организмов между собой и средой их обитания (окружающей средой).

Под **окружающей средой** понимают совокупность всех физических, химических и биологических факторов, оказывающих влияние на конкретную биологическую единицу - биологическую систему.

Биологическими системами, относящимися к компетенции экологии являются **организменный** и **все надорганизменные** уровни организации живой материи:

- особи
- популяции
- сообщества
- совокупность всех сообществ Земли - биосфера (или экосфера).

Появление многих уровней организации живой материи явилось следствием её эволюционного развития, усложнения строения, функций, совершенствования процессов управления её элементами.

Сложность и многообразие факторов среды, действующих на биологические системы, делают экологию наукой, охватывающей чрезвычайно широкий круг вопросов.

Очевидно, что ни один ученый не может быть одинаково компетентен во всех сферах этой всеобъемлющей науки и экологию подразделяют на разделы, интеграцию которых осуществляет **общая экология**.

1. **Общая экология** - изучает главные закономерности функционирования живой природы - это "наука о структуре и функциях природы" (Одум Ю.,1975).
2. **Факториальная экология** - изучает общие закономерности действия на живые системы абиотических и биотических факторов среды.
3. **Аутоэкология** - изучает взаимодействия организмов со средой их обитания на видовом уровне: в каких местообитаниях встречается данный вид, чем он питается, кому служит пищей, как размножается, как реагирует на изменения факторов среды и т.д. (Риклефс,1981).
4. **Экология популяций** - изучает структуру и динамику численности отдельных популяций и определяющие их факторы среды.
5. **Экология экосистем** или **синэкология** или (от лат. syn - вместе) - экология сообществ, "физиология природных комплексов", изучает особенности строения и функционирования элементарных структурно-функциональных комплексов биосферы - экосистем.

Глобальная экология (биосферология) - изучает влияние живых организмов на глобальные процессы в биосфере - формирование атмосферы, влияние на климат, состав природных вод, почву и др.

Экологии человека» включает в понятие «окружающая среда» социальную и информационную среду и привлекают для её изучения и описания и изучения методы социологии, психологии, этнографии, философии и других наук.

Помимо фундаментальной экологии развиваются также разделы **прикладной экологии**: промышленная экология, экология жилища и др.

6.

1.1.10. Место экологии в современной науке

Современная экология обосновывает теоретические основы функционирования биологических объектов и строит описывающие их математические модели.

Начиная с 1960-х годов предметная область экологии значительно расширилась и в настоящее время словом «экология» обозначают также проблему сохранения окружающей среды (в иностранной литературе эту проблему обозначают словом «environment» - окружающая среда).

В настоящее время можно считать, что "хотя экология уходит своими корнями в биологию, сейчас она вышла из её рамок и оформилась в принципиально новую дисциплину, объединяющую изучение физических и биологических процессов в биосфере и связывающую естественные науки с общественными" (Ю.Одум,1986).

Экологизация (от англ. **greening, ecologisation**) – усиление ориентации общественности на сохранение природы, биосферы в целом, применение природоохранных технологий, рациональное использование природных ресурсов, переработка и вторичное использование.

Экологическое мышление (восприятие) - степень развития человеческого общества, когда понимание абсолютной ценности биосферы и прямых и косвенных последствий воздействий на неё человека, заставляют изменить «экологизировать» систему ценностей, деятельностные установки и стереотипы поведения так, чтобы минимизировать или исключить повреждения (деформации) окружающей среды.

Экологическое восприятие человеком его места в биосфере требует рассмотрения своей деятельности с учетом форм и интенсивности воздействий на биосферу и её ответных реакций.

В практическом плане оно выражается в оптимизации взаимоотношений в системе

общество - биосфера

путем снижения вредных воздействий, замене существующих технологий на природосберегающие, малоотходные и др.

Экологическое образование – процесс, средство и результат получения и усвоения экологических знаний, умений и навыков, организованные и осуществляемые в организациях образования, просвещения и воспитания.

Экологическое образование является частью триады

экологическое воспитание

экологическое воспитание

экологическое просвещение

Экологическое ограничение - предел возмущения биосферы, при котором теряется её способность функционировать стабильно и продуцировать среду обитания организмов со стабильными показателями..

Экологическое прогнозирование - научный анализ возможного будущего состояния экосистем и биосферы в целом, определяемое естественными процессами и воздействием человека.

В прикладном плане – процесс исследования возможной динамики природных систем и их компонентов под воздействием проектируемой или совершаемой хозяйственной деятельности человека.

Важнейшие задачи экологии на современном этапе:

- 1). Дальнейшее углубленное изучение механизмов функционирования экологических систем и биосферы в целом современными методами;
- 2) Разработка закономерностей лежащих в основе их функционирования
- 3) Изучение функционирования биологических объектов в окружающей среде, их адаптаций к среде, другим организмам, влиянию человека.
- 4) Изучение демографических процессов в природных популяциях и популяциях человека.
- 5). Разработка рекомендаций по сохранению экологического равновесия – устойчивого функционирования экосистем и биосферы в целом.

2. Приложение 1.2

Вопросы для самоконтроля модуля 1

«Экология как наука»

2. Что изучает наука экология? Когда она была создана, кто был её основателем?
3. Какие отечественные ученые участвовали в развитии экологии?
4. Какие зарубежные ученые участвовали в развитии экологии?
5. Какие разделы имеются в экологии? Что они изучают? Какие разделы появились в экологии во второй половине XX века?
6. Что является методологической основой экологии?
7. Что такое системный подход? Роль системного подхода в экологии.
8. К какому виду систем относят живые организмы?
9. Уровни организации живого. Причина возникновения уровней организации живого.
10. Уровни организации живого относящиеся к компетенции экологии.
11. Каково место экологии в биологической науке в обществе?
12. Что такое экологизация, экологическое мышление?

13. Каковы задачи экологии на современном этапе?

1.3. Приложение 1.3.

Тестовые задания модуля 1

«Экология как наука»

Выберите один или несколько правильных ответов:

001. Термин «экосистема» в 1935 году ввёл -
1) А. Тенсли 2) М. Мёбиус 3) Э. Геккель 4) В. Сукачёв 5) Ж.-Б. Ламарк
002. Учение о биосфере разработал -
1) Э. Геккель 2) Ж.-Б. Ламарк 3) В. Сукачев 4) В. И. Вернадский 5) А. Тенсли
003. Учение о биогеоценозе разработал -
1) Э. Геккель 2) Ж.-Б. Ламарк 3) В. Сукачев 4) В. Вернадский 5) А. Тенсли
004. Термин «биоценоз» в 1877 году ввёл -
1) А. Тенсли 2) М. Мёбиус 3) Э. Геккель 4) В. Сукачёв 5) В. Вернадский
005. Термин «экология» в 1866 году ввёл -
1) А. Тенсли 2) М. Мёбиус 3) Э. Геккель 4) В. Вернадский 5) В. Сукачев
006. Ноосфера -
1) высший этап эволюции биосферы
2) сфера разума над биосферой
3) часть биосферы, охватывающая только человеческое общество
4) техносфера
5) слой биосферы, где сосредоточена основная масса живых организмов
007. Аутоэкология - это экология -
1) биосферы 2) популяции
3) сообществ 4) видов 5) человека
008. Раздел экологии, изучающий сообщества -
1) аутэкология 2) синэкология 3) популяционная экология
4) демэкология 5) биосферология
009. Экологическая система -
1) не имеет четких границ
2) закрытая, неустойчивая во времени
3) открытая, саморегулирующаяся
4) строго постоянная по видовому составу
5) с незамкнутым круговоротом веществ

Соотнесите фразу из левого столбца и ответ (-ты) из правого столбца.

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 010. РАЗДЕЛ ЭКОЛОГИИ | ЧТО ИЗУЧАЕТ |
| 1) аутоэкология | а) глобальные процессы |
| 2) синэкология | б) рост численности популяций |
| 3) популяционная экология | в) процессы формирования биосферы |
| 4) биосферология | г) экологию экосистем |
| 5) палеоэкология | д) экологию видов |

1.4 Приложение 1.4.

Темы рефератов модуля 1

«Экология как наука»

1. Экология как наука. Предмет и методологические основы экологии. Уровни организации живого. Структура биосферы. Разделы экологии на современном этапе. Задачи экологии на современном этапе.
3. История возникновения и становления экологии. Отечественные и зарубежные ученые, внесшие наибольший вклад. Развитие экологии на современном этапе.
4. Системный подход. Роль системного подхода в экологии.

1.5. Приложение 1.5. Список литературы модуля 1

«Экология как наука»

1. **Чебышев Н.В., Филиппова А.В. Основы экологии./Новая волна, 2010, 335 стр.**
2. Экологическая энциклопедия. Лосев К.С, Данилов-Данильян В.И.-М., ООО «Издательство энциклопедия, 2013 томов.
1. *Валентайн Дж. У.* Эволюция многоклеточных растений и животных // В сб.: «Эволюция». — М.: Мир, 1981.
2. *Вальтер Г.* Общая геоботаника. — М.: Мир, 1982.
3. *Вернадский В. И.* Биосфера: Очерки первый и второй. — Л.: Научно-техн. изд-во, 1926.
4. *Воронов А. Г., Дроздов Н. Н. и др.* Биогеография с основами экологии. — М.: Изд-во МГУ, 1999.
5. Глобальная экологическая перспектива 3. — М.: ЗАО «Интердиа лект», 2002.
6. *Дажо Р.* Основы экологии. — М.: Прогресс, 1975.
7. *Добровольский В. В.* Основы биогеохимии. — М.: Высшая школа, 1999.
8. *Дювиньо П., Танг М.* Биосфера и место в ней человека. — М.: Прогресс, 1968.
9. *Катица С. П.* Общая теория роста человечества. — М.: Наука, 1999.
10. *Кауричев И. С.* Почвоведение. — М.: Колос, 1982.
11. *Красилов В. А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. — М.: Ин-т охраны природы и заповедного дела, 1992.
12. *Леме Ж.* Основы биогеографии. — М.: Прогресс, 1976.
13. *Лозановская И. Н., Орлов Д. С, Садовникова Л. К.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. — М.: Высшая школа, 1998.
14. *Меерсон Ф. З.* Адаптация, стресс, профилактика. — М.: Наука, 1981.
15. *Миллер Т.* Жизнь в окружающей среде. Т. 1—3. — М.: Галактика, 1993.
16. *Небел Б.* Наука об окружающей среде. Т. 1, 2. — М.: Мир, 1993.
17. *Никаноров А. М., Хоружая Т. А.* Экология. — М.: Приор, 1999.
18. *Пианка Э.* Эволюционная экология. — М.: Мир, 1981.
19. *Одум Е.* Экология. — М.: Просвещение, 1968.
20. *Одум Ю.* Основы экологии. — М.: Мир, 1975.
21. *Одум Ю.* Экология. Т. 1, 2. — М.: Мир, 1986.
22. *Рамад Ф.* Основы прикладной экологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1981.
3. *Риклефс Р.* Основы общей экологии. — М.: Мир, 1979.
4. *Никитин Д.П., Новиков Ю.В.* Окружающая Среда и человек. — М.: 1986.
5. *Одум Ю.* Основы экологии. — М.: Мир, 1975.
6. *Радзевич Н.Н., Пашканг К.В.* Охрана и преобразование природы. — М.: Просвещение, 1986.
7. *Алимов А. А., Случевский В. В.* Век XX: экология и идеология. - Л.: Лениздат, 1988. - 111 с. - (Мифы и реальность: На фронтах идеологической борьбы).

8. Кузнецов Г. А. Экология и будущее: Анализ философских оснований глобальных прогнозов. - М.: Изд-во МГУ, 1988. - 160 с.
9. Математические модели в экологии и генетике. М., 1981.
10. Юнг Р. Будущее уже началось// Курьер ЮНЕСКО. 1971. Апр.
11. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. М., 1959.
12. Ажгиревич А.И. Экология. под ред. проф. В.В. Денисова. – М.:ИКЦ «МарТ», 2006. – 768 с.
13. Данилова В.С., Кожевников Н.Н. Основные концепции современного естествознания: Учебн. пособие для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2000.
14. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник для вузов. – изд.12-е, и перераб, - Ростов н/Д: Феникс, 2007 – 602 с.
17. Ларина О.В., Скорик А.В. Экология – М.: АСТ, 2005 – 224 с.

