

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.09 Экология

Направление подготовки *21.03.02 Землеустройство и кадастры*

Профиль образовательной программы *Землеустройство*

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ	46
3. Методические материалы по проведению практических занятий	54

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (2часа).

Тема: «Введение в экологию »

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Экология как наука, ее предмет, задачи, цели и методы
2. Структурные уровни организации материи и объекты изучения экологии, связь экологии с другими науками
3. Законы Барри Коммонера

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Экология как наука, ее предмет, задачи, цели и методы

Экология - (от греч. οίκος — дом, жилище, хозяйство, обиталище, местообитание, родина и λόγος — понятие, учение, наука) — наука об отношениях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Термин впервые предложил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году в книге «Общая морфология организмов» («Generalle Morphologie der Organismen»). Объектами экологии являются преимущественно системы выше уровня организмов, т. е. изучение организации и функционирования надорганизменных систем: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы в целом.

Экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования. Среди них выделяют экологию человека, животных, растений и микроорганизмов, на уровне особи или сообщества, в воде, почве или атмосфере, в земных условиях или космических. Живые организмы обитают в условиях тропической, умеренной и полярной зон, а также в естественных, измененных или антропогенных системах, кроме того можно учитывать загрязненность или незагрязненность среды.

Задачи и методы экологии. Задачи экологии меняются в зависимости от изучаемого уровня организации живой материи. Популяционная экология исследует закономерности динамики численности и структуры популяций, а также процессы взаимодействий (конкуренция, хищничество) между популяциями разных видов. В задачи экологии сообществ (биоценологии) входит изучение закономерностей организации различных сообществ, или биоценозов, их структуры и функционирования (круговорот веществ и трансформация энергии в цепях питания). Из множества определений предмета экологии вытекает и множество задач, стоящих перед современной экологией: — изучение структуры пространственно-временных объединений организмов (популяций, сообществ, экосистем, биосферы). — изучение круговорота веществ и потоков энергии в надорганизменных системах. — изучение закономерностей функционирования экосистем и биосферы в целом. — изучение реакции надорганизменных систем на воздействие разнообразных экологических факторов.

— моделирование биологических явлений для экологического прогнозирования. — создание теоретической основы охраны природы. — научное обоснование производственных и социально-экономических программ. Главная же теоретическая и практическая задача экологии — раскрыть общие закономерности организации жизни и на этой основе разработать принципы рационального использования природных ресурсов в условиях все возрастающего влияния человека на биосферу. Задачи экологии как учебной дисциплины в техническом вузе гораздо уже. В процессе профессиональной деятельности будущий специалист инженер неизбежно будет влиять на окружающую среду и живущие в ней живые организмы. Следовательно, от того, насколько он понимает и владеет законами природы и ее структурой, будет зависеть устранение негативных последствий производства, в котором он работает.

2. Структурные уровни организации материи и объекты изучения экологии, связь экологии с другими науками

Экология делится на фундаментальную и прикладную. Фундаментальная экология изучает наиболее общие экологические закономерности, а прикладная – использует полученные знания для обеспечения устойчивого развития общества. Отдельно выделяются разделы фундаментальной экологии, связанные с существованием и деятельностью человека: – экология человека – изучает человека как биологический вид, вступающий в разнообразные экологические взаимодействия; – социальная экология – изучает взаимодействие человеческого общества и окружающей среды; – глобальная экология – изучает наиболее крупномасштабные проблемы экологии человека и социальной экологии. Прикладная экология выделяет разделы: - охрана окружающей среды - система мер, направленная на сохранение, восстановление, улучшение природной среды, включая искусственно созданную среду (города, водохранилища, каналы и др.), а также на обеспечение благоприятных и безопасных условий среды обитания и жизнедеятельности человека. - инженерная экология - прикладная дисциплина, представляющая собой систему научно обоснованных инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества окружающей среды в условиях растущего промышленного производства. Инженерная экология разрабатывает инженерные методы исследования экологических систем, технические методы и средства защиты человека и окружающей среды от воздействия антропологических факторов. - сельскохозяйственная экология – раздел экологии, исследующий аутоэкологию сельскохозяйственных растений и животных и культурценоэкосистемы, в том числе плантации и сады. Очень важная отрасль экологии. - медицинская экология - это комплексная научная дисциплина, рассматривающая все аспекты воздействия окружающей среды, на здоровье населения с центром внимания на средовых заболеваниях.

Биоэкология (как и любая наука) делится на общую и частную. В состав общей экологии входят разделы: 1. Аутоэкология – изучает взаимодействие со средой обитания отдельных организмов определенных видов. 2. Экология популяций (демэкология) – изучает структуру популяций и ее изменение под воздействием экологических факторов. 3. Синэкология – изучает структуру и функционирование сообществ и экосистем.

Современная экология включает множество разделов и охватывает самые разнообразные стороны человеческой деятельности; происходит экологизация всего общества

3 Законы Барри Коммонера

Видный американский эколог Барри Коммонер в 1971 году сформулировал четырех принципа получившие название «основные законы экологии», которые являются фундаментальными принципами современной прикладной экологии и рационального природопользования. 1 закон: «Все связано со всем». Любое изменение, совершаемое человеком в природе, вызывает цепь последствий, как правило неблагоприятных. По сути дела, это одна из формулировок принципа единства Вселенной. Надежды на то, что какие-то наши действия, особенно в сфере современного производства, не вызовут серьезных последствий, если мы проведем ряд экозащитных мероприятий, во многом утопичны.

2 закон: «Все должно куда-то деваться». Любое загрязнение природы возвращается к человеку в виде "экологического бумеранга". Предыдущий пример является ярким подтверждением этому. Планета стала слишком тесной для нас. Она уже не справляется с силой антропогенного воздействия на нее. Любое наше вмешательство в природу возвращается к нам повышенными проблемами.

3 закон: «Природа знает лучше». Действия человека должны быть направлены не на покорение природы и преобразование ее в своих интересах, а на адаптацию к ней. Это одна из формулировок принципа оптимальности. В совокупности с принципом единства Вселенной он приводит к тому, что Вселенная в целом предстает как единый живой организм.

. 4 закон: «Ничего не дается даром». Если мы не хотим вкладывать средства в охрану природы, то придется платить здоровьем, как своим, так и потомков. Вопрос об охране природы очень сложен. Ни одно наше воздействие на природу не проходит бесследно, даже если выполнены, казалось бы, все требования экологической чистоты. Хотя бы потому, что развитие экозащитных технологий требует высококачественных источников энергии, и высококачественные исполняемые законы.

1. 2 Лекция №2 (2часа).

Тема: «Среда и факторы среды»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Сущность живого, его основные признаки
2. Клетка как элементарный структурный компонент живой материи.
3. Понятие об экологическом факторе, классификация экологических факторов
4. Адаптации к экофакторам

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Сущность живого, его основные признаки

К важнейшим свойствам живых систем, отличающих их от неживой природы, относят следующие:

1. Живые организмы обмениваются с окружающей средой энергией, веществом и информацией. Они способны ассимилировать полученные извне вещества, перестраивать их в ткани своего тела.

2. Живое отличается сложным строением и системной организацией, и то и другое у живого намного выше, чем у неживых объектов. Живым системам свойственен более высокий уровень ассиметрии. Они характеризуются высокой самоупорядоченностью в пространстве и во времени.

3. Живые организмы способны создавать порядок из хаоса уже на молекулярном уровне и тем самым противодействовать росту энтропии. Они извлекают структурированную полезную для организма отрицательную энтропию из окружающей среды, обеспечивая термодинамическую неравновесность своих систем. При этом избыток положительной, неструктурированной энтропии «сбрасывается» обратно в окружающую среду. Живому свойственна энергетическая экономичность и высокая эффективность использования энергии.

4. Живое способно реагировать на внешние раздражители. Ему свойственны активность и движение во взаимодействии с окружающей средой.

5. Живому свойственны самоорганизация, постоянное развитие, изменение и усложнение. Если в самоорганизации неживых структур молекулы просты, а механизм реакций сложен, то в живых системах, наоборот, молекулы очень сложны, а механизмы просты. В метаболических функциях важную роль играет обратная связь, образующаяся при кросскатализе и автоингибиции. Для развития и создания новых структур, новых органов необходима положительная обратная связь, расшатывающая систему, а для устойчивого состояния - отрицательная обратная связь. Таким образом, живой организм способен не только к саморегуляции, но и к самосохранению, устойчивости своего существования. Реакция живого организма на воздействия среды носит опережающий характер.

6.. Живые организмы способны размножаться, то есть воспроизводить самих себя. Это самовоспроизводство идет в избыточных количествах, что способствует естественному отбору.

7. Наследственность живого определяется генетическим аппаратом, а изменчивость -

условиями окружающей среды и реакцией на них. У живых организмов есть прошлое. Наследственная информация, заложенная в генах организма, необходима ему для существования, развития и размножения. Она передается по наследству его потомкам, определяя направление развития организма в окружающей среде. Организм гибко реагирует на изменяющуюся внешнюю среду, откликается новыми свойствами, которые, передаваясь потомкам, обеспечивают эволюцию их развития.

2. Понятие об экологическом факторе, классификация экологических факторов

Экологический фактор — любой элемент окружающей среды, способный прямо или косвенно влиять на живой организм, хотя бы на одном из этапов его индивидуального развития.

Экологические факторы среды принято делить на две группы: факторы косной (неживой) природы — абиотические или абиогенные; факторы живой природы — биотические или биогенные.

Абиотические факторы. В абиотической части среды обитания (в неживой природе) все факторы, прежде всего, можно разделить на физические и химические. Это совокупность климатических, топографических, космических факторов, а также характеристик состава среды (водной, наземной или почвенной) и др.

Биотические факторы. Все живое, окружающее организм в среде обитания, составляет биотическую среду или *биоту*. **Биотические факторы** — это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие.

Взаимоотношения между животными, растениями, микроорганизмами чрезвычайно многообразны. Прежде всего, различают *гомотипические* реакции, т. е. взаимодействие особей одного и того же вида, и *гетеротипические* — отношения представителей разных видов.

Представители каждого вида способны существовать в таком биотическом окружении, где связи с другими организмами обеспечивают им нормальные условия жизни. Главной формой проявления этих связей служат пищевые взаимоотношения организмов различных категорий, составляющие основу пищевых (трофических) цепей, сетей и трофической структуры биоты. Биотические факторы проявляются в биотических взаимоотношениях.

Антропогенные факторы. Факторы, порожденными человеческой деятельностью.

Антропогенные факторы можно разделить на 3 группы: оказывающие прямое воздействие на окружающую среду в результате внезапно начинающейся, интенсивной и непродолжительной деятельности, напр. прокладка автомобильной или железной дороги через тайгу, сезонная промысловая охота в определённом районе и т. д.; косвенное воздействие — через хозяйственную деятельность долговременного характера и малой интенсивности, напр. загрязнение окружающей среды газообразными и жидкими выбросами завода, построенного у проложенной железной дороги без необходимых очистных сооружений, приводящее к постепенному усыханию деревьев и медленному отравлению тяжёлыми металлами животных, населяющих окрестную тайгу; комплексное воздействие вышеперечисленных факторов, приводящее к медленному, но существенному изменению окружающей среды (рост населения, увеличение численности домашних животных и животных, сопровождающих человеческие поселения — ворон, крыс, мышей и т. д., преобразование земельных угодий, появление примесей в воде и т.п.). В результате в изменённом ландшафте остаются лишь растения и животные, сумевшие приспособиться к новому состоянию жизни. Напр., хвойные деревья заменяются в тайге мелколистственными породами; место крупных копытных и хищников занимают таёжные грызуны и охотящиеся на них мелкие куньи и т.п.

В 20 в. антропогенные факторы стали играть значительную роль в изменениях климата, состава атмосферы и почвы, пресных и морских водоёмов, в сокращении площади лесов, исчезновении многих видов растений и животных.

4. Адаптации к экофакторам

Процесс выработки адаптации происходит постоянно. В него вовлечены многие признаки организма. Адаптации возникают в ответ на конкретную экологическую задачу. В силу этого они всегда относительны. Относительность адаптации заключается в ограниченности их приспособительного значения определенными условиями обитания.

Приспособление образуется только при наличии в генофонде вида наследственной информации, позволяющей изменить структуру и функции в требуемом направлении. Так, млекопитающие и насекомые используют для дыхания соответственно легкие и трахеи, которые развиваются из разных зачатков под контролем разных генов. Нередко основу нового приспособления составляет предсуществующая структура. Последняя выполняла другие функции, но изменилась в таком направлении и до такой степени, что смогла взять на себя новые функции.

Наличие структур, способных расширить или изменить круг функций, называют преадаптацией. Например, когда-то у рыб, обитавших в мелководных водоемах со стоячей и бедной кислородом водой, появились полые выросты в передней части пищевода и мускулистые плавники. Первая структура способствовала решению задачи дыхания, а вторая — перемещения по грунту. Они позволили некоторым рыбам покидать на время водоемы. Первоначально такие выходы совершались, видимо, в дождливые дни или влажные ночи. Именно так делает в настоящее время американский сомик-кошка *Ictalurus nebulosus*. Впоследствии эти структуры развились в легкие и конечности наземных животных. К адаптации иногда приводит новая мутация. Включившись в систему генотипа, она изменяет фенотип в направлении более эффективного решения экологических задач. Этот путь возникновения адаптации называют комбинативным.

Есть несколько классификаций адаптации. По механизму действия выделяют приспособления пассивной защиты (высокая плодовитость; покровительственная, отпугивающая окраска), активной защиты, перемещения и добывания пищи (совершенствование аппарата движения, нервной системы, органов чувств; развитие средств нападения у хищных), к общественному образу жизни (разделение «труда» у пчел), к сожительству с другими организмами (симбиоз, паразитизм).

В зависимости от характера изменения различают адаптации с усложнением или упрощением морфофизиологической организации. Последнее типично для паразитов. По масштабу приспособления делят на специализированные и общие. С помощью специализированных адаптации организм решает конкретные задачи в узкоограниченных условиях жизни вида. К примеру, особенности строения языка муравьеда таковы, что обеспечивают питание муравьями. Общие адаптации позволяют решать многие задачи в широком спектре условий среды. К ним относят внутренний скелет позвоночных и наружный членистоногих, гемоглобин как переносчик кислорода и др.

При наличии таких адаптации осваиваются разнообразные экологические ниши. Они обеспечивают значительную экологическую и эволюционную пластичность и обнаруживаются у представителей крупных таксонов организмов. Так, первичный роговой покров предковых форм рептилий в процессе исторического развития дал покровы современных рептилий, птиц, млекопитающих. Масштаб приспособления выявляется в ходе эволюции той группы организмов, у которой оно возникло впервые.

1. 1 Лекция №3-4 (4 часа).

Тема: «Действия факторов среды на организмы»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Общие закономерности действия факторов среды на организмы
2. Концепция лимитирующих факторов

3. Комплексное действие факторов среды на организм

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие закономерности действия факторов среды на организмы

Общее количество экологических факторов, воздействующих на организм или на биоценоз, огромно, некоторые из них хорошо известны и понятны, например температура воды и воздуха действие других, например изменения силы гравитации - только недавно стало изучаться. Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия на организмы и в ответных реакциях живых существ можно выделить ряд закономерностей.

Закон оптимума (толерантности). Согласно этому закону, впервые сформулированному В. Шелфордом, для биоценоза, организма или определенной стадии его развития имеется диапазон наиболее благоприятного (оптимального) значения фактора. За пределами зоны оптимума лежат зоны угнетения, переходящие в критические точки, за которыми существование невозможно.

К зоне оптимума обычно приурочена максимальная плотность популяции. Зоны оптимума для различных организмов неодинаковы. Для одних они имеют значительный диапазон. Такие организмы относятся к группе эврибионтов (греч. эури – широкий; биос – жизнь). Организмы с узким диапазоном адаптации к факторам называются стенобионтами (греч. стенос - узкий). Виды, способные существовать в широком диапазоне температур, называются эвритермными, а те, которые способны жить только в узком интервале температурных значений, - стенотермными.

Возможность обитать в условиях с различной соленостью воды называется эвригалинностью, на различных глубинах - эврибатностью, в местах с различной влажностью почвы - эвригигричностью и т.д. Важно подчеркнуть, что зоны оптимума по отношению к различным факторам различаются, и поэтому организмы полностью проявляют свои потенциальные возможности в том случае, если весь спектр факторов имеет для них оптимальные значения.

Неоднозначность действия факторов среды на разные функции организма. Каждый фактор среды неодинаково влияет на разные функции организма. Оптимум для одних процессов может являться угнетением для других. Например, температура воздуха от + 40 до + 45 °С у холоднокровных животных сильно увеличивает скорость обменных процессов в организме, но при этом тормозит двигательную активность, что в конечном итоге приводит к тепловому оцепенению. Для многих рыб температура воды, оптимальная для созревания половых продуктов, оказывается неблагоприятной для икрометания.

Жизненный цикл, в котором в определенные периоды времени организм осуществляет преимущественно те или иные функции (питание, рост, размножение, расселение и др.), всегда согласован с сезонными изменениями совокупности факторов среды. При этом подвижные организмы могут менять места своего обитания для успешной реализации всех потребностей своей жизни.

Разнообразие индивидуальных реакций на факторы среды. Способность к выносливости, критические точки, зоны оптимума и нормальной жизнедеятельности достаточно часто меняются на протяжении жизненного цикла особей. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами, так и возрастными, половыми и физиологическими различиями. Экологическая толерантность, свойственная для вида в целом, оказывается более широкой, чем толерантность каждой отдельной особи на данном этапе ее развития.

Относительная независимость приспособления организмов к разным факторам среды. Степень выносливости организма к какому-то отдельному фактору не означает наличие аналогичной толерантности по отношению к другому фактору. Виды, способные

существовать в широком диапазоне температурных условий, могут оказаться не в состоянии выдерживать значительные колебания солености воды или влажности почвенной среды. Иными словами, эвритермные виды могут быть стеногалинными или стеногигрическими. Набор экологических толерантностей (чувствительностей) к различным факторам среды называется экологическим спектром вида.

Взаимодействие экологических факторов. Зона оптимума и пределы выносливости по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании воздействуют одновременно другие факторы. Одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов. Например, избыток тепла может в какой-то мере смягчаться пониженной влажностью воздуха. Увядание растения можно приостановить как увеличением количества влаги в почве, так и снижением температуры воздуха, уменьшая тем самым испарение. Недостаток света для фотосинтеза растений можно компенсировать повышенным содержанием углекислого газа в воздухе и т. п. Из этого, однако, не следует, что факторы могут взаимозаменяться. Они не взаимозаменяемы. Полное отсутствие света приведет к скорой гибели растения, даже если влажность почвы и количество в ней всех питательных веществ оптимальны. Совместное действие нескольких факторов, при котором эффект их воздействия взаимно усиливается, называется синергизмом.

В противоположность синергизму можно выделить определенные факторы, воздействие которых снижает мощность результирующего эффекта воздействия. Такое явление носит название антогонизм. При этом зная, какое именно вещество оказывает антагонистическое воздействие на данный загрязнитель, можно добиться значительного снижения его негативного воздействия.

2. Концепция лимитирующих факторов

Сущность этого правила заключается в том, что фактор, находящийся в недостатке или избытке (вблизи критических точек) отрицательно влияет на организмы и, кроме того, ограничивает возможность проявления силы действия других факторов, в том числе и находящихся в оптимуме. Например, если в почве имеются в достатке все, кроме одного, необходимые для растения химические элементы, то рост и развитие растения будет обуславливаться тем из них, который находится в недостатке. Все другие элементы при этом не проявляют своего действия. Лимитирующие факторы обычно обуславливают границы распространения видов (популяций), их ареалы. От них зависит продуктивность организмов и сообществ. Поэтому крайне важно своевременно выявлять факторы минимального и избыточного значения, исключать возможности их проявления (например, для растений - сбалансированным внесением удобрений).

3. Комплексное действие факторов среды на организм

Правило взаимодействия факторов. Сущность его заключается в том, что одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов. Например, избыток тепла может в какой-то мере смягчаться пониженной влажностью воздуха, недостаток света для фотосинтеза растений - компенсироваться повышенным содержанием углекислого газа в воздухе и т. п. Из этого, однако, не следует, что факторы могут взаимозаменяться. Они не взаимозаменяемы.

1. 4 Лекция №5 (2 часа).

Тема: «Учение о биосфере»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Понятие биосферы, ее границы.
2. Состав биосферы.

3 Живое вещество.

4 Ноосфера.

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие биосферы, ее границы.

Этот раздел изучает строение и особенности функционирования Биосферы. Термин «биосфера» было впервые введено в лексику французским естествоиспытателем Жаном Батистом Ламарком (1744-1783г).

Позднее французский геолог Эдуард Зюсс в 1875г вновь применил этот термин.

Развернутое учение о биосфере было создано великим русским естествоиспытателем академиком Владимиром Ивановичем Вернадским (1926, "Биосфера"). Он определил биосферу как поверхностную оболочку Земли, созданную и преобразуемую деятельностью живых организмов.

Биосфера распространяется в атмосфере до высоты в среднем 25 км, что определяется высотой локализации озонового слоя земли, выше которого не возможно существование живых организмов вследствие присутствия жесткого ультрафиолета. Биосфера занимает всю толщу гидросферы. В литосфере любые формы жизни не могут существовать глубже 5 км вследствие высокой температуры глубинных слоев земной коры. Таким образом, толщина биосферы составляет в среднем 36 км, что составляет приблизительно 0,5% от величины земного радиуса.

Все три компоненты биосферы – атмосфера, гидросфера и литосфера имеют свои специфические свойства, определяющие не только набор форм живых организмов, обитающих в данной части биосферы, но и их основные морфофизиологические особенности, формируя своим влиянием принципиальные пути эволюции и становление фундаментальных черт жизненных форм наземных, водных и почвенных организмов. Таким образом, воздушная, водная и почвенная оболочки земного шара представляют собой не просто пространство, заполненное жизнью, но выступают как основные среды жизни, активно формирующие ее состав и биологические свойства.

Таким образом, биосфера представляет собой одну из геологических оболочек земного шара, глобальную экосистему Земли, в которой геохимические и энергетические превращения определяются суммарной активностью всех живых организмов - живого вещества.

На границах трех сред: гидросферы, атмосферы и литосферы - происходит интенсивный обмен веществ, причем здесь часто обитает больше видов, чем в близлежащих участках отдельных сред.

Характерными чертами биосферы являются:

- 1) наличие вещества в трех агрегатных состояниях – жидком, твердом и газообразном.
- 2) Наличие большого количества воды в свободной форме.
- 3) Наличие большого количества энергии, как солнечного, так и земного происхождения.

Образование биосферы на нашей планете явилось результатом удачного сочетания самых различных факторов. Среди них наибольшую роль сыграли космические предпосылки:

- Правильное расстояние от Земли до солнца – $149,36 \times 10^9$ км.
- Оптимальная скорость вращения Земли вокруг Солнца 107×10^3 км/ч
- Вращение Земли вокруг своей оси
- Угол наклона земной оси по отношению к плоскости орбиты ($23,5^\circ$)

Среди основных компонентов биосферы следует назвать следующие:

1) Живое вещество планеты – вся сумма живых организмов, находящихся на планете в данный исторический период. По различным оценкам биомасса живого вещества биосферы Земли составляет приблизительно $2324,2 \times 10^9$ т.

2) Биогенное вещество – органическое или органо-минеральное вещество, созданное организмами далекого прошлого и представленное к настоящему моменту в виде каменного угля, горючих сланцев, горючих газов, торфа, сапропеля, нефти.

3) Биокосное вещество – неорганические вещества, преобразованные деятельностью организмов (вода, воздух, железная и марганцевая руды).

2 Состав биосферы.

1. **Живое вещество** — вся совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, физико-химически едина, вне зависимости от их систематической принадлежности. Масса живого вещества сравнительно мала и оценивается величиной $2,4 \dots 3,6 \cdot 10^{12}$ т (в сухом весе) и составляет менее одной миллионной части всей биосферы (ок. $3 \cdot 10^{18}$ т), которая, в свою очередь, представляет собой менее одной тысячной массы Земли. Но это одна «из самых могущественных геохимических сил нашей планеты», поскольку живые организмы не просто населяют земную кору, а преобразуют облик Земли. Живые организмы населяют земную поверхность очень неравномерно. Их распространение зависит от географической широты.
2. **Биогенное вещество** — вещество, создаваемое и перерабатываемое живым организмом. На протяжении органической эволюции живые организмы тысячекратно пропустили через свои органы, ткани, клетки, кровь большую часть атмосферы, весь объем мирового океана, огромную массу минеральных веществ. Эту геологическую роль живого вещества можно представить себе по месторождениям [угля](#), [нефти](#), [карбонатных пород](#) и т. д.
3. **Косное вещество** — продукты, образующиеся без участия живых организмов.
4. **Биокосное вещество** - вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамически равновесные системы тех и других. Таковы [почва](#), [ил](#), [кора выветривания](#) и т. д. Организмы в них играют ведущую роль.
5. Вещество, находящееся в радиоактивном распаде.
6. Рассеянные атомы, непрерывно создающиеся из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений.
7. Вещество космического происхождения.

3 Живое вещество биосферы.

Живое вещество составляет по массе исчезающе малую долю от массы нашей планеты, но при этом оказывает огромное влияние на атмосферу, гидросферу и поверхность литосферы. Живое вещество распределено по поверхности планеты крайне неравномерно.

Распределение живого вещества по планете.

Показатель	Суша	Океан
Площадь	149*109 км2 (29%)	361*109 км2 (71%)
Биомасса	2420*109 т (99,87%)	3,2*109 т (0,13%)
Растения	99,2%	6,3%
Животные	0,8%	93,7%

Существует мнение, что в действительности в океане биомасса значительно больше, указанной в таблице цифры, что связано с относительно слабой изученностью Мирового океана. Поэтому реальное соотношение животных и растений в биосфере может не соответствовать приводимым данным.

Фундаментальным отличием живого вещества от косного является эволюционный процесс, непрерывно создающий новые формы живых существ. В настоящее время из всего известного науке количества биологических видов в биосфере 21% составляют растения, а 79% приходится на долю животных.

Многообразие форм жизни и их многофункциональность создают основу устойчивого круговорота веществ и энергии. В этом специфика и залог устойчивости биосферы как уникальной оболочки земного шара.

Все основные функции, выполняемые в биосфере живыми организмами, можно свести к следующему списку:

- Захват и запасание солнечной энергии в процессе фотосинтеза
- Создание органического вещества и его перенос по планете
- Концентрация химических элементов.

Здесь необходимы некоторые пояснения. Дело в том, что живые организмы способны избирательно извлекать те или иные химические элементы из окружающей среды, концентрируя их в своих телах. В результате, после смерти организма, накопленные химические элементы оказываются сконцентрированными в одном месте, а при массовой гибели организмов в силу каких-либо причин могут возникать значительные запасы тех или иных химических элементов, порой приводящие к образованию месторождений полезных ископаемых

Концентрация химических элементов живыми организмами из рассеянного состояния

Химические элементы	Содержание химического элемента в атмосфере, литосфере и гидросфере	Содержание химического элемента в телах организмов, %	
		Растения	Животные
Углерод	0,18	3,00	18,00
Азот	0,03	0,28	3,00
Кислород	50,02	79,00	65,00
Водород	0,95	10,00	10,00

- Отложение органического вещества на длительный период (известняки, мел, каменный уголь, нефть, и.т.д.)
- Окислительно-восстановительная активность (анаэробные и аэробные организмы)
- Создание почвы и ее плодородного слоя
- Санитарно-очистительная функция (разложение мертвых органических остатков)

4 Ноосфера.

Ноосфера (*греч.* νόος — разум и σφαῖρα — шар) — сфера разума; сфера взаимодействия общества и природы, в границах которой разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития (эта сфера обозначается также терминами «антропосфера», «биосфера», «биотехносфера»).

Ноосфера — предположительно новая, высшая стадия эволюции биосферы, становление которой связано с развитием общества, оказывающего глубокое воздействие на природные процессы. Согласно В. И. Вернадскому, «в биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе... Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного»

Понятие «ноосфера» было предложено профессором математики Сорбонны Эдуардом Леруа (1870—1954), который трактовал её как «мыслящую» оболочку, формирующуюся человеческим сознанием. Э. Леруа подчёркивал, что пришёл к этой идее совместно со своим другом — крупнейшим геологом и палеонтологом-эволюционистом и католическим философом Пьером Тейяром де Шарденом. При этом Леруа и Шарден основывались на лекциях по геохимии, которые в 1922/1923 годах читал в Сорбонне Владимир Иванович Вернадский (1863—1945).

Наиболее полное воплощение теория Леруа нашла в разработке Тейяра де Шардена, который разделял не только идею абиогенеза (оживления материи), но и идею, что конечным пунктом развития ноосферы будет слияние с Богом. Развитие ноосферного учения связано в первую очередь с именем Вернадского.

В основе теории ноосферы Леруа лежат представления Плотина (205—270) об эманации Единого (непознаваемой Первосущности, отождествляемой с Благом) в Ум и мировую Душу, с последующей трансформацией последних снова в Единое. Согласно Плотину, сначала Единое выделяет из себя мировой Ум (нус), заключающий в себе мир идей, затем Ум производит из себя мировую Душу, которая дробится на отдельные души и творит чувственный мир. Материя возникает как низшая ступень эманации. Достигнув определенной ступени развития, существа чувственного мира начинают осознавать собственную неполноту и стремиться к приобщению, а затем и слиянию с Единым.

Эволюционная модель Леруа и Тейяра де Шардена повторяет основные положения неоплатонизма. Разумеется, возникновение Вселенной, появление и развитие жизни на Земле описывается в терминах современной науки, но принципиальная схема концепции соответствует принципам неоплатоников. Человек у Плотина стремится выйти за пределы Души в сферу Разума, чтобы затем, через экстаз, приобщиться к Единому. Согласно Тейяру де Шардену, человек также стремится перейти в сферу разума и раствориться в Боге.

Идеи Плотина были восприняты Леруа в бергсоновском духе. Влияние Анри Бергсона (1859—1941) на создание теории ноосферы заключалось главным образом в выдвинутом им положении о творческой эволюции («L'évolution créatrice», 1907. Русский перевод: «Творческая эволюция», 1914). Подлинная и первоначальная реальность, по Бергсону, — жизнь как метафизически-космический процесс, творческая эволюция; структура её — длительность, постигаемая только посредством интуиции, различные аспекты длительности — материя, сознание, память, дух. Универсум живёт, растёт в процессе творческого сознания и

свободно развивается в соответствии с внутренне присущим ему стремлением к жизни — «жизненным порывом» (l'élán vital).

Влияние Бергсона прослеживается и у Тейяра де Шардена. В частности, в «Феномене человека» он несколько раз обращается к бергсоновским категориям порыва (l'élán) и длительности (durée).

Термин [антропосфера](#) в [1902 году](#) ввел в научный оборот [Д. Н. Анучин](#).

1. 5 Лекция №6 (2 часа).

Тема: «Биогеохимические круговороты веществ в природе»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Структура и основные типы биогеохимических циклов
2. Основные биогеохимические циклы

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Структура и основные типы биогеохимических циклов

В экосистеме происходит постоянный круговорот элементов питания с участием биотического и абиотического компонентов. Движущей силой круговоротов служит солнечная энергия, которую используют непосредственно фотосинтезирующие организмы и затем передают ее другим представителям биотического компонента. В итоге создается поток энергии и питательных веществ через экосистему, который носит название биогеохимического цикла.

Биогеохимические циклы — циркуляция в биосфере химических элементов и неорганических соединений по характерным путям из внешней среды в организмы, и из организмов во внешнюю среду. Такое перемещение элементов и неорганических соединений, необходимых для жизни, можно назвать круговоротом элементов питания.

Химические элементы, в том числе все основные элементы протоплазмы, обычно циркулируют в биосфере по характерным путям из внешней среды в организмы и опять во внешнюю среду. Эти в большей или меньшей степени замкнутые пути называются биогеохимическими циклами. Движение необходимых для жизни элементов и неорганических соединений можно назвать круговоротом элементов питания. В каждом круговороте удобно различать две части, или два «фонда»: 1) резервный фонд — большая масса медленно движущихся веществ, в основном небиологический компонент, 2) подвижный, или обменный, фонд — меньший, но более активный, для которого характерен быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением. Если иметь в виду биосферу в целом, то биогеохимические циклы можно подразделить на два основных типа: 1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере или гидросфере (океан) и 2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.

2. Основные биогеохимические циклы

В экосистемах очень важна роль биогеохимических циклов. Биогенные элементы — С, O₂, N₂, P, S, CO₂, H₂O и другие — в отличие от энергии удерживаются в экосистемах и совершают непрерывный круговорот из внешней среды в организмы и обратно во внешнюю среду. Эти замкнутые пути называют биогеохимическими циклами. В каждом круговороте различают два фонда: резервный, включающий большую массу движущихся веществ, в основном небиологических компонентов, и подвижный, или обменный, фонд — по характеру более активный, но менее продолжительный, отличительной особенностью которого является быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением.

Из 90 с лишним элементов, встречающихся в природе, 30-40 необходимы для живых организмов. Человек уникален не только тем, что его организм нуждается в 40 элементах, но

и тем, что в своей деятельности использует почти все другие имеющиеся в природе элементы.

Круговорот азота. Азот составляет около 80% атмосферного воздуха и является крупнейшим резервуаром и предохранительным клапаном атмосферы. Однако большинство организмов не могут усваивать азот из воздуха. Между тем азот участвует в построении всех белков и нуклеиновых кислот. Усваивать азот из воздуха способны только некоторые организмы – бактерии, которые существуют в симбиозе с бобовыми растениями (горох, фасоль, соя). Они поселяются на корнях бобовых растений, образуя клубеньки, в которых и происходит химическая фиксация азота. Азот могут усваивать также сине-зеленые водоросли, называемые цианобактериями. Они образуют симбиоз с плавающим папоротником, который растет на заливаемых водой рисовых полях и до высадки рассады риса удобряет эти поля азотом. Первый этап фиксации атмосферного азота приводит к образованию аммиака и называется аммонификацией. Аммиак используется растениями для синтеза аминокислот, из которых состоят белки. Второй этап фиксации азота микроорганизмами – нитрификация, при этом образовавшийся аммиак преобразуется в соли азотной кислоты – нитраты. Нитраты усваиваются корнями растений и транспортируются в листья, где происходит синтез белков. Процесс разложения белков, осуществляемый особой группой бактерий, называется денитрификацией. Распад идет сначала с образованием нитратов, потом аммиака и, наконец, молекулярного азота. Содержание азота в живых тканях составляет около 3% его содержания в обменных фондах экосистем. Общее время круговорота азота – примерно 100 лет.

Круговорот углерода. Круговороты углекислоты и воды в глобальном масштабе – самые важные для человечества биогеохимические круговороты.

В круговороте CO₂ атмосферный фонд невелик по сравнению с запасами углерода в океанах, ископаемом топливе и других резервуарах земной коры. До наступления индустриальной эры потоки углерода между атмосферой, материками и океанами были сбалансированы. Биологический круговорот углерода достаточно прост; в нем участвуют только органические соединения и CO₂. Весь потребленный в процессе фотосинтеза углерода включается в углеводы, а в процессе дыхания весь углерод, содержащийся в органических соединениях, превращается в CO₂.

Круговорот воды. Вода составляет значительную часть живых существ: в теле человека – по весу 60%, а в растительном организме достигает 95%. На круговорот воды на поверхности Земли затрачивается около трети всей поступающей на Землю солнечной энергии. Испарение с водных пространств создает атмосферную влагу. Влага конденсируется в форме облаков, охлаждение облаков вызывает осадки в виде дождя и снега; осадки поглощаются почвой или стекают в моря и океаны.

Для человечества важны фазы круговорота в пределах экосистем. Здесь происходят четыре процесса:

- перехват. Растительность перехватывает часть выпадающей в осадках воды до того, как она достигает почвы. Перехваченная вода испаряется в атмосферу. Величина перехвата в умеренных широтах может достигать 25% общей суммы осадков, это – физическое испарение;
- транспирация – биологическое испарение воды растениями.

Это не дождевая вода, а вода, заключенная в растениях, т.е. экосистемная. Растения, потребляя около 40% общего количества осадков, играют главную роль в круговороте воды;

- инфильтрация – просачивание воды в почву. При этом часть инфильтрованной воды задерживается в почве тем сильнее, чем значительнее в ней коллоидальный комплекс, соответствующий накоплению в почве перегноя;
- сток. В этой фазе круговорота избыток выпавшей с осадками воды стекает в моря и океаны.

Отличие циклов углерода и азота от круговорота воды состоит в том, что в экосистемах два названных элемента накапливаются и связываются, а вода проходит через экосистемы почти без потерь. Биосфера ежегодно использует на формирование биомассы 1% воды, выпавшей в виде осадков.

Круговорот фосфора. Фосфор - один из наиболее важных биогенных компонентов. Он входит в состав нуклеиновых кислот, клеточных мембран, систем аккумуляции и переноса энергии, костной ткани и дентина. Круговорот фосфора всецело связан с деятельностью организмов. В отличие от азота и углерода резервуаром фосфора служат не атмосфера, а горные породы и отложения, образовавшиеся в прошлые геологические эпохи. Круговорот фосфора - типичный пример осадочного цикла.

1. 6 Лекция № 7(2 часа).

Тема: «Типы межвидовых взаимоотношений»

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Антогонистические отношения (хищник-жертва, паразит-хозяин, конкуренция, аменсализм)
2. Симбиотические отношения (комменсализм, мутуализм, нейтрализм)
3. Трофические и топические связи
4. Фабричные и фабричные связи

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Антогонистические отношения (хищник-жертва, паразит-хозяин, конкуренция, аменсализм)

Существует несколько классификаций типов взаимоотношений живых организмов в природе. Можно выделить основные варианты: конкуренция, протокооперация, комменсализм, мутуализм, паразитизм, хищничество, аменсализм.

Конкуренция – это взаимодействие нескольких популяций, использующих одинаковые ресурсы, имеющиеся в ограниченном количестве.

Конкуренция может быть *внутривидовой* и *межвидовой*. Особый интерес для экологии представляет межвидовая конкуренция. В ее анализе важнейшим является **принцип конкурентного исключения** (закон Гаузе). Его разработал в 1934 году российский биолог Г. Ф. Гаузе (1910–1986) в результате своих классических экспериментов.

Принцип конкурентного исключения определяет, что **два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу на одной территории**. Из двух видов один всегда, хотя бы незначительно, превосходит другой в этой нише и в конце концов вытесняет менее приспособленный. Для совместного существования виды должны быть экологически дифференцированы, чтобы они могли занять разные экологические ниши. Принцип Гаузе до сих пор продолжает ставить вопросы зоологам, экологам, эволюционистам, всем ученым, изучающим биоразнообразие. Для решения этих вопросов весьма важно изучение организмов в природных, а не только в лабораторных условиях.

Протокооперация – это отношения между разными видами, которые приносят взаимную пользу, но строятся на факультативной основе, т. е. виды-партнеры могут существовать независимо. По этой причине они не имеют выраженных морфологических адаптаций к взаимодействию друг с другом.

Паразитизм – это тип взаимодействия, при котором один вид извлекает пользу (паразит), а другому виду наносится вред (хозяин). По месту расположения в теле хозяина паразиты делятся на две группы: *эктопаразиты* (наружные) и *эндопаразиты* (живущие внутри тела хозяина). В ходе естественного отбора у паразитов вырабатываются различные приспособления, затрагивающие строение и физиологию их органов. Заражение паразитами в природе часто происходит не непосредственно, а через одного или двух промежуточных хозяев, что весьма осложняет построение математических моделей.

Паразитизм включает в себя спектр чрезвычайно разнообразных явлений. Можно отметить такие его формы, как гнездовой паразитизм, социальный паразитизм, личиночный паразитизм и др.

Хищничество – это такой тип взаимодействия, при котором особи одного вида используют в пищу особей другого. Взаимоотношения «хищник – жертва» способствуют, как правило, эволюционному прогрессу обоих видов. Исключительно важна роль хищников как регуляторов численности популяций. Жертвами хищников обычно становятся больные и ослабленные особи, путем уничтожения которых сдерживается распространение болезней, производится отбор «наиболее приспособленных» в популяции.

Аменсализм – это одностороннее отрицательное воздействие одной популяции на другую. Отношения, сходные с аменсализмом, могут наблюдаться при случайных, а не только закономерных контактах двух видов.

2. Симбиотические отношения (комменсализм, мутуализм, нейтрализм)

Комменсализм – это одностороннее получение выгоды одним партнером, при котором для другого партнера эта связь безразлична. Частным случаем комменсализма является «квартиранство». Вид-комменсал использует особенности образа жизни или строения хозяина. Как метаболические, так и антагонистические отношения между партнерами отсутствуют. Однако в ряде случаев комменсализм – это первый эволюционный шаг на пути к паразитизму.

Мутуализм – это отношения между видами, которые полностью зависят друг от друга, и ни один вид не может жить по отдельности.

Типичный пример мутуализма - отношения термитов и жгутиковых простейших, обитающих в их кишечнике. Термиты питаются древесиной, однако у них нет ферментов для переваривания целлюлозы. Жгутиконосцы вырабатывают такие ферменты и переводят клетчатку в сахара. Без простейших - симбионтов - термиты погибают от голода. Сами же жгутиконосцы помимо благоприятного микроклимата получают в кишечнике пищу и условия для размножения. **Нейтрализм**⁷ - тип биотической связи, при которой совместно обитающие на одной территории организмы не влияют друг на друга. При нейтрализме особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно.

3. Трофические и топические связи

Топические связи характеризуют любое, физическое или химическое, изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого. Эти связи крайне разнообразны. Они заключаются в создании одним видом среды для другого (например, внутренний паразитизм или норный комменсализм), в формировании субстрата, на котором поселяются или, наоборот, избегают селиться представители других видов, во влиянии на движение воды, воздуха, изменение температуры, освещенности окружающего пространства, в насыщении среды продуктами выделения и т. п. Особенно большая роль в создании или изменении среды для других организмов принадлежит растениям. Растительность из-за особенностей энергообмена является мощным фактором перераспределения тепла у поверхности Земли и создания мезо- и микроклимата. В результате отрицательных или положительных топических взаимоотношений одни виды определяют или исключают возможность существования в биоценозе других видов. На основе топических связей в биоценозе формируются консорции (сочетания) – группы разнородных организмов, поселяющихся на теле или в теле особи какого-либо определенного вида – центрального члена консорции.

Трофические связи возникают, когда один вид питается другим – либо живыми особями, либо их мертвыми остатками, либо продуктами жизнедеятельности. И стрекозы, ловящие на лету других насекомых, и жуки-навозники, питающиеся пометом крупных копытных, и пчелы, собирающие нектар растений, вступают в прямую трофическую связь с видами, предоставляющими им пищу. В случае конкуренции двух видов из-за объектов

питания между ними возникает косвенная трофическая связь, так как деятельность одного отражается на снабжении кормом другого. Любое воздействие одного вида на поедаемость другого или доступность для него пищи следует расценивать как косвенную трофическую связь между ними. Например, гусеницы бабочек-монашенок, объедая хвою сосен, облегчают короедам доступ к ослабленным деревьям. Трофические связи являются главными в сообществах. Именно они объединяют живущие вместе виды, поскольку каждый из них может обитать лишь там, где имеются необходимые ему пищевые ресурсы. Любой вид не только приспособлен к определенным источникам питания, но и сам служит пищевым ресурсом для других. Пищевые взаимосвязи создают в природе трофическую сеть, распространяющуюся в конечном счете на все виды в биосфере.

4. Форические и фабрические связи

Форические связи – это участие одного вида в распространении другого. В роли транспортировщиков выступают животные. Перенос животными семян, спор, пыльцы растений называют зоохорией, перенос других, более мелких животных – форезией (от лат. форас – наружу, вон). Перенос осуществляется обычно с помощью специальных и разнообразных приспособлений. Животные могут захватывать семена растений двумя способами: пассивным и активным. Пассивный захват происходит при случайном соприкосновении тела животного с растением, семена или соплодия которого обладают специальными зацепками, крючками, выростами (череда, лопух). Распространителями их обычно служат млекопитающие, которые на шерсти переносят такие плоды иногда на довольно значительные расстояния. Активный способ захвата – поедание плодов и ягод. Не поддающиеся перевариванию семена животные выделяют вместе с пометом. В переносе грибных спор большую роль играют насекомые. По-видимому, плодовые тела грибов возникли как образования, привлекающие насекомых-расселителей.

Форезия животных распространена преимущественно среди мелких членистоногих, особенно у разнообразных групп клещей. Она представляет собой один из способов пассивного расселения и свойственна видам, для которых перенос из одного биотопа в другой жизненно необходим для сохранения или процветания. Среди крупных животных форезия почти не встречается.

Фабрические связи – это такой тип биоценологических отношений, в которые вступает вид, использующий для своих сооружений (фабрикаций) продукты выделения, либо мертвые остатки, либо даже живых особей другого вида. Так, птицы употребляют для постройки гнезд ветви деревьев, шерсть млекопитающих, траву, листья, пух и перья других видов птиц и т. п.

Из-за сложности межвидовых отношений каждый конкретный вид может преуспевать далеко не везде, где складываются подходящие для него условия физической среды. Различают физиологический и синэкологический оптимумы вида. Физиологический оптимум – это благоприятное для вида сочетание всех абиотических факторов, при котором возможны наиболее быстрые темпы роста и размножения. Синэкологический оптимум – это такое биотическое окружение, при котором вид испытывает наименьшее давление со стороны врагов и конкурентов, что позволяет ему успешно размножаться. Синэкологический и физиологический оптимумы далеко не всегда совпадают. Если в подходящем биотопе экологическая ниша занята более сильным конкурентом или чересчур велико влияние хищников и паразитов, вид в нем не приживается. Пример несовпадения физиологического и синэкологического оптимумов – массовое размножение вредителя зерновых культур, гессенского комарика, после особенно суровых зим, которые, казалось бы, должны неблагоприятно сказываться на численности этого насекомого. В нормальные по условиям годы гессенского комарика сильно истребляют несколько видов его естественных врагов – паразитических перепончатокрылых наездников.

Тема: «Биоценоз и его структура»

1.7.1 Вопросы лекции:

- . Биоценология как наука
2. Функциональные группы популяций в биоценозе. Законы В. Вольтерры
4. Пищевые цепи и экологические пирамиды
5. Понятие о структуре биоценоза.

1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Биоценология как наука

Биоценология (от биоценоз и греч. λόγος — слово, учение, наука) — биологическая дисциплина, изучающая растительные и животные сообщества в их совокупности (живую природу), то есть биоценозы, их строение, развитие, распределение в пространстве и во времени, происхождение. Изучение сообществ организмов в их взаимодействии с неживой природой — предмет биогеоценологии.

2. Функциональные группы популяций в биоценозе. Законы В. Вольтерры

Механизм взаимодействия живого и косного вещества состоит в вовлечении неорганической материи в сферу жизни, в ее превращениях в живом веществе и возвращении в прежнее состояние косного вещества. В связи с этим в любой экосистеме можно выделить по типу питания три функциональные группы организмов: продуценты, консументы и редуценты.

Продуценты - зеленые растения, производящие живое вещество из неживого. Они способны аккумулировать солнечную энергию в процессе фотосинтеза и создавать органические вещества.

Консументы, или потребители, - организмы, использующие органические вещества продуцентов. К ним относятся животные. Травоядные животные употребляют растительную пищу, а плотоядные - животную.

Редуценты - грибы и бактерии, превращающие органическое вещество в минеральное, разлагая остатки мертвых растений, животных микроорганизмов. Продукты минерализации вновь используются продуцентами.

Продуценты, консументы и редуценты существуют во всех наземных (хвойные и лиственные леса, тундры, степи, пустыни, луга) и водных (океаны, моря, реки, озера, пруды) экосистемах. Например, экосистемы леса и пруда различаются средой обитания, видовым составом популяций, но содержат все три функциональные группы. Продуценты в лесу - это деревья, кустарники, травы, мхи, а в пруду - водные растения, водоросли, синезеленые. В состав консументов леса входят звери, птицы, насекомые, беспозвоночные животные, населяющие лесную подстилку и почву. В пруду к консументам относятся рыбы, земноводные, ракообразные, насекомые. Редуценты представлены в лесу наземными, в пруду - водными формами.

Таким образом, в экосистеме пищевые и энергетические связи идут в следующем направлении: продуценты - консументы - редуценты.

В каждую функциональную группу входит множество популяций и только тесное взаимодействие всех трех групп обуславливает функционирование экосистемы.

Основоположником учения о биогеоценозах является отечественный эколог, ботаник и лесовод В.Н. Сукачев (1880-1967).

Закон Лотка-Вольтерра. Организмы взаимодействуют с другими видами и окружающей средой во многих направлениях. Эти взаимодействия иногда включают в себя «негативные обратные связи». Примером негативной обратной связи может быть возрастание популяции добычи, вызывающее возрастание популяции хищников (посредством увеличения репродуктивности), которое в свою очередь способствует уменьшению популяции добычи из-за возросшего хищничества (Берримен 2002, 2003).

Согласно закону Лотка-Вольтерра, «когда популяции связаны негативной обратной связью с другими видами или даже с элементами своей окружающей среды», вероятна колебательная (циклическая) динамика (Берримен 2002, 2003).

3. Пищевые цепи и экологические пирамиды

Организмы первого трофического уровня называются первичными продуцентами. На суше большую часть продуцентов составляют растения лесов и лугов; в воде это, в основном, зелёные водоросли. Кроме того, производить органические вещества могут синезелёные водоросли и некоторые бактерии.

Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего трофического уровня – вторичными консументами и т. д. Первичные консументы – это травоядные животные (многие насекомые, птицы и звери на суше, моллюски и ракообразные в воде) и паразиты растений (например, паразитирующие грибы). Вторичные консументы – это плотоядные организмы: хищники либо паразиты. В типичных пищевых цепях хищники оказываются крупнее на каждом уровне, а паразиты – мельче.

Существует ещё одна группа организмов, называемых редуцентами. Это сапрофиты (обычно, бактерии и грибы), питающиеся органическими остатками мёртвых растений и животных (детритом). Детритом могут также питаться животные – детритофаги, ускоряя процесс разложения остатков. Детритофагов, в свою очередь, могут поедать хищники. В отличие от пастбищных пищевых цепей, начинающихся с первичных продуцентов (то есть с живого органического вещества), детритные пищевые цепи начинаются с детрита (то есть с мёртвой органики).

Пищевые цепи подразделяются на два вида: 1) Пастбищная пищевая цепь. Она начинается с растений и тянется дальше к растительноядным животным (фитофагам), а затем и к хищникам. В подобной цепи при каждом переходе к следующему звену теряется до 80-90% потенциальной энергии пищи, так как она переходит в тепло. Пастбищные пищевые цепи делятся на пищевые цепи хищников и пищевые цепи паразитов. При продвижении по пищевой цепи хищников, размер каждого последующего его члена больше, чем размер предыдущего, но численность каждого следующего участника пищевой цепи меньше численности ее предыдущих представителей. Примером пищевой цепи хищников может служить следующая последовательность: Сосна обыкновенная => Тли => Божьи коровки => Пауки => Насекомоядные птицы => Хищные птицы. В отличие от пищевой цепи хищников, пищевые цепи паразитов ведут к организмам, которые все более уменьшаются в размерах и увеличиваются численно. В качестве примера можно привести следующую цепь: Трава => Травоядные млекопитающие => Блохи => Жгутиконосцы. 2) Детритная пищевая цепь. Она берет свое начало от мертвого органического вещества (т.н. детрита), которое либо потребляется в пищу мелкими, преимущественно беспозвоночными животными, либо разлагается бактериями или грибами. Организмы, потребляющие мертвое органическое вещество, называются детритофагами, разлагающие его — деструкторами. Пастбищная и детритная пищевые цепи обычно существуют в экосистемах совместно, но один из видов пищевых цепей почти всегда доминирует над другим. В некоторых же специфических средах (например в подземной), где из-за отсутствия света невозможна жизнедеятельность зеленых растений, существуют только детритные пищевые цепи. В экосистемах пищевые цепи не изолированы друг от друга, а тесно переплетены. Они составляют так называемые пищевые сети. Это происходит потому, что каждый продуцент имеет не одного, а нескольких консументов, которые, в свою очередь, могут иметь несколько источников питания. В пищевых цепях образуются так называемые трофические уровни. Трофические уровни классифицируют организмы в пищевой цепи по типам их жизнедеятельности или по источникам получения энергии. Растения занимают первый трофический уровень (уровень продуцентов), травоядные (консументы первого порядка) относятся ко второму трофическому уровню, хищники, поедающие травоядных, образуют третий трофический уровень, вторичные хищники — четвертый и т.д. Следует особо отметить, что один и тот же

биологический вид может занимать несколько трофических уровней.

1. 8 Лекция №9 (2 часа).

Тема: «Динамика биоценозов»

1.8.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о биогеоценозе
2. Экологические сукцессии
3. Гомеостаз экосистем

1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие о биогеоценозе

Понятие о биогеоценозе ввел в научный обиход в 1942 году академик Владимир Николаевич Сукачев (1880-1967). Согласно его представлениям, биогеоценоз — это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая специфику взаимодействия этих составляющих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы.

Биогеоценоз — открытая биокосная (т. е. состоящая из живого и неживого вещества) система, основным источником внешней энергии для которой является энергия солнечного излучения. Эта система состоит из двух основных блоков. Первый блок, экотоп, объединяет все факторы неживой природы (абиотической среды). Эту косную часть системы образуют аэротоп — совокупность факторов надземной среды (тепло, свет, влажность и т. д.) и эдафотоп — совокупность физических и химических свойств почвенно-грунтовой среды. Второй блок, биоценоз, представляет собой совокупность всех видов организмов. В функциональном отношении биоценоз состоит из автотрофов — организмов, способных на основе использования энергии солнечных лучей создавать органическое вещество из неорганического, и гетеротрофов — организмов, использующих в качестве источника вещества и энергии созданное автотрофами органическое вещество.

Биогеоценозы многообразны, они определенным образом взаимосвязаны друг с другом, могут быть устойчивыми длительное время, однако под влиянием изменяющихся внешних условий или в результате деятельности человека могут изменяться, погибать, заменяться на другие сообщества организмов.

Биогеоценоз состоит из двух составных частей: биоты и биотопа.

Биотоп — относительно однородное по абиотическим факторам пространство, занятое биогеоценозом (биотой) (иногда под биотопом понимают местообитание вида или отдельной его популяции).

Биота — совокупность различных организмов, населяющих данную территорию и входящую в состав данного биогеоценоза. Она образована двумя группами организмов, отличающихся по способу питания — автотрофами и гетеротрофами.

2. Экологические сукцессии

Сукцессия (от лат. *Successio* — преемственность, наследование) — процесс саморазвития сообществ. В основе сукцессии лежит неполный биологический круговорот в данном сообществе. Каждый живой организм в результате жизнедеятельности меняет вокруг себя среду, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами метаболизма. При более или менее длительном существовании популяций они меняют свое окружение в

неблагоприятную сторону и в результате оказываются вытесненными популяциями других видов, для которых вызванные преобразования среды оказываются экологически выгодными. В ходе сукцессии на основе конкурентных взаимодействий видов происходит постепенное формирование более устойчивых комбинаций, соответствующих конкретным абиотическим условиям среды.

Последовательный ряд постепенно и закономерно сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется сукцессионной серией.

Сукцессии в природе имеют различные масштабы. Иерархичность в организации сообществ проявляется и в иерархичности сукцессионных процессов: более крупные преобразования экосистем складываются из более мелких. Даже в стабильных экосистемах с хорошо отрегулированным круговоротом веществ постоянно осуществляется множество локальных сукцессионных смен, поддерживающих сложную внутреннюю структуру сообществ.

Выделяют два основных типа сукцессий: 1) с участием как автотрофного, так и гетеротрофного населения; 2) с участием лишь гетеротрофов.

Сукцессии со сменой растительности могут быть первичными; они начинаются на лишенных жизни местах, и вторичными — восстановительными. В настоящее время практически вся доступная жизни поверхность суши занята различными сообществами и поэтому возникновение свободных от живых существ участков имеет локальный характер.

Сукцессии любого масштаба и ранга характеризуются целым рядом общих закономерностей, многие из которых чрезвычайно важны для практической деятельности человека. В любой сукцессионной серии темпы происходящих изменений постепенно замедляются и заканчиваются формированием устойчивой стадии - климаксового сообщества. С энергетических позиций сукцессия — такое неустойчивое состояние сообщества, которое характеризуется неравенством двух показателей: общей продуктивности и энергетических трат всей системы на поддержание обмена веществ.

В ходе сукцессии общая биомасса сообщества сначала возрастает, но затем темпы этого прироста снижаются, и на стадии климакса биомасса системы стабилизируется.

При изъятии избытка чистой продукции из экосистем, находящихся в начале сукцессионных рядов, уменьшается только скорость сукцессии. Вмешательство же в стабильные, климаксовые системы, с большой полнотой расходующие энергию на «свои» нужды, неминуемо вызывает нарушения сложившегося равновесия в этой экосистеме.

Пока нарушения не превышают восстановительной способности экосистемы (соблюдается принцип Ле Шателье), она может вернуться к исходному состоянию. Этим пользуются, например, при рациональном планировании рубок леса. Но если интенсивность воздействия выходит за рамки этих возможностей, то первоначально устойчивое, богатое видами сообщество постепенно деградирует, сменяясь другим.

3. Гомеостаз экосистем

Гомеостаз (гр. То же состояние) — способность биологических систем к саморегуляции при изменении условий окружающей среды; для организма сохранение постоянства внутренней среды организма и устойчивость основных физиологических функций при изменении внешних условий. Поддержание гомеостаза — непереносимое условие существования как отдельных клеток и организмов, так и целых биологических сообществ и экосистем.

Концепция гомеостаза экосистемы в экологии была разработана Ф. Клементсом (1949). Равновесие в экосистемах поддерживается процессами с обратной связью. Гомеостаз это способность популяции или экосистемы поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях среды. В гомеостазе (устойчивости) живых систем выделяют:

1. Выносливость (живучесть, толерантность) способность переносить изменения среды

без нарушения основных свойств системы;

2. Упругость (резистентность, сопротивляемость) — способность быстро самостоятельно возвращаться в нормальное состояние из неустойчивого, которое возникло в результате внешнего неблагоприятного воздействия на систему.

Понятие гомеостаз широко используется в экологии для характеристики устойчивости различных систем. Гомеостаз клетки определяется специфическими физикохимическими условиями, отличными от условий внешней среды. Гомеостаз многоклеточного организма — обусловлен поддержанием постоянства внутренней среды. Константами гомеостаза животных являются объем, состав крови и других жидкостей организма.

Гомеостаз популяции определяется поддержанием пространственной структуры, плотности и генетического разнообразия. Вследствие гомеостатической регуляции поддерживается постоянство состава и численности популяций в сообществах. На уровне экосистем гомеостаз проявляется в наиболее устойчивых формах взаимодействия между видами, что выражается в приспособленности к особенностям среды и поддержании циклов круговорота биогенов. Можно рассматривать даже гомеостаз биосферы, в которой взаимодействие разнообразных организмов поддерживает постоянство газового состава атмосферы, состав почв, состава и концентрации солей мирового океана и др.

Гомеостаз обеспечивается работой механизмов регулирования, действующих по принципу отрицательной обратной связи. Тогда нарушения в функционировании живой системы, используя кибернетические термины, следует констатировать как появление в канале обратной связи «помех» или «шумов». Роль помех могут играть различные факторы, например погодные условия, деятельность человека и т. п. Резкие изменения характеристик окружающей среды, при которых они (или одна из них) выходят за границы допустимого, называют экологическим стрессом. Безусловно, конкретные механизмы регулирования различны для клетки организма, популяции экосистемы, но всегда результатом саморегуляции и поддержания гомеостаза является сбалансированность и четкая согласованность функционирования всех элементов биологической системы.

1. 9 Лекция №10 (2 часа).

Тема: «Организация (структура) экосистем»

1.9.1 Вопросы лекции:

1. Понятие экосистема
2. Классификация экосистем
3. Иерархия экосистем

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие экосистема

Термин “экосистема” впервые был предложен английским экологом А. Тенсли в 1935 году. Но само представление об экосистеме возникло значительно раньше. Упоминание, о единстве организмов и среды, есть в самых ранних работах. Прежде, чем дать определение экосистемы, приведем понятие самого слова “система”.

Система — это реальный или мыслимый объект, целостные свойства которого, могут быть представлены как результат взаимодействия слагающих его частей. Основные свойства системы — это единство, целостность и взаимосвязи между ее компонентами.

Экосистема — совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи. Экосистема — это

широкое понятие: луг, лес, река, океан, ствол гниющего дерева, биологические пруды очистки сточных вод. Одним из видов экосистемы является биогеоценоз – это сугубо наземная экосистема, т.е. природная экосистема на поверхности Земли (река, луг, лес и т.д.). Любой биогеоценоз является экосистемой, но не всякая экосистема может являться биогеоценозом.

Биогеоценоз (в дальнейшем будем называть экосистема) состоит из экотопа и биоценоза. Экотоп – это совокупность абиотических факторов (почва, вода, атмосфера, климат и др.). Биоценоз – совокупность живых организмов (растительность, животные, микроорганизмы).

Главное свойство экосистемы – взаимосвязь и взаимозависимость всех ее компонентов. Напримере лесной экосистемы взаимосвязь составляющих ее компонентов. От климата зависит водный, воздушный, температурный режимы почв, тип растительности, темпы создания органического вещества, активность микроорганизмов. Почва оказывает влияние на климат; в атмосфере из почвы выделяется углекислый газ, азот, соединения серы, метан, сероводород и другие газы. Растительность из почвы берет воду, биогенные вещества, гумус; из атмосферы – углекислый газ, солнечную энергию, выделяет в атмосферу кислород, а после ее отмирания в почву поступает детрит. Растительность является питанием для животных; почва – местообитанием; продукты жизнедеятельности животных поступают в почву, почвенные микроорганизмы перерабатывают их до исходных углекислого газа, воды, гумуса и других минеральных соединений.

Экосистема – это целостная, функционирующая, саморегулирующаяся система. Для специалиста существует не природа, а экосистема, человек вырубает не лес, а экосистему, выбрасывает отходы не в окружающую среду, а в экосистемы. На первый взгляд может показаться, что между разными экосистемами нет связи, например между лугом, лесом и прудом. Но если внимательно посмотреть, можно отметить следующее: поверхностным стоком осадков с соседнего луга в пруд вымываются частички почв, гумус, отмершая растительность; осенью часть опавших листьев из леса ветром переносится в пруд; где она разлагается и является пищей для некоторых водных организмов. В пруду живут личинки насекомых, но взрослые особи покидают водную среду и поселяются на лугу или в лесу.

Крупные наземные экосистемы называют биомами (тундра, тайга, дождевые тропические леса, саванны и др.). Каждый биом состоит из множества экосистем, связанных между собой. Глобальная экосистема Земли – биосфера.

2. Классификация экосистем

Основную классификацию предложил в 1963 г. Ф.Швердтфегер.

Все системы делятся на: -глобальные; -региональные; -локальные.

Глобальные экосистемы – это биосфера. Понятие биосферы было разработано Зюссом в 1873 и Вернадским 1919-1926. современное представление о глобальной экосистеме в виде концепции экосферы разработали Федоров, Гельманов (1980).

Экосфера – это глобальная система, объединяющая все экосистемы земли. Экосфера тонкой пленкой покрывает земной шар, а ее толщина по вертикале изменяется от долей метра (в области чрезмерной бедности жизни) до 10 и 100 метров (леса секвойи и эвкалипта, сосна) и от 1 до 1000 метров в морях и океанах.

Границы экосферы уже границы биосферы Вернадского, хотя процессы жизнедеятельности организмов сосредоточены в экосфере влияния живого вещества ощущается далеко за ее пределами, поэтому биосфера Вернадского, как область существования всех прошлых экосфер простирается далеко за границы современной экосферы и охватывает по вертикали слой примерно в несколько км.

Элементарные фрагменты экосферы характеризуется двумя основными признаками: 1. устойчивость автономность, способность к самоподдержанию и обеспечению основных жизненных процессов, имеются в виде системы, в которой лежит весь цикл синтеза, и

разложение органического вещества осуществляется на основе солнечной энергии. 2. невозможность присоединяться соседних фрагментов или их частей без нарушения качественной однородности данного фрагмента.

Региональные экосистемы, по сути, являются элементарными фрагментами экосферы и по сути являются экосистемы Тенели, либо биогеоценозом Сукачева.

По Сукачеву биогеоценоз – это экосистема в пределах одного фитоценоза и наконец локальная – это экосистема, которая охватывает все природные системы в пределах которых реализуются, являются, возникают связи или протекают процессы, имеющий экологический характер, однако локальная экосистема характеризуется признаком отсутствия признаков размера.

С точки зрения, характерной абиотической компоненты экосистемы делятся на: - наземные; - водные (морские и пресноводные).

3. Делит экосистемы на: - моноцен; - демоцен; - плеоцен.

Эта классификация связана с характеристиками биотического сообщества составляющего экосистему, а так же определяется характером связи биотического сообщества с ОС.

Моноцен – этот термин разработал Фредерих в 1958 г. Моноцен – это simplest система в состав которой входит один организм и его непосредственное окружение которое называется монотопом. В пределах моноцена реализуется первый цикл экологических зависимостей – акция и реакция. Сложности определения моноцена связаны со сложностями определения окружающей среды. ОС представлена как биотическими, так и абиотическими объектами. При этом выделяют функциональную среду, в этом случае учитывают те факторы, которые имеют решающие значения для данного организма или экологической системы.

Демоцен (Швердтфегер в 1963 г) – это система, которая состоит из популяции и ее среды обитания – демотопа. В границах демоцена реализуются экологические зависимости как первого так и второго цикла. Экологические исследования демоцена включают: изучение экологической структуры (половая, возрастная, иерархическая, пространственная), изучение динамической численности, характеристика энергетических потоков проходящих через популяцию, оценка ее продуктивности.

Плеоцен. Биотической компонентой плеоцена является биоценоз – сложное природное сообщество образованное взаимодействием растений, животных, микроорганизмов, это сложное сообщество вместе со средой обитания образуют плеоцен, т.е. плеоцен =биогеоценоз.

3. Иерархия экосистем

Иерархия экосистем - функциональное соподчинение экосистем различного уровня организации в ряду:

- 1- биогеоценоз;
- 2- биогеоценотический комплекс;
- 3- ландшафт;
- 4- биом;
- 5- природный пояс;
- 6- биогеографическая область: материковый блок, океан;
- 7- слой биосферы: аэриобиосфера, террабиосфера, литобиосфера, гидробиосфера;
- 8- биосфера в целом.

Каждый уровень иерархии экосистемы формируется определенным системообразующим фактором и имеет относительно самостоятельный круговорот веществ.

Иерархия экосистем означает, что всякая экологическая система включает в себя несколько экосистем предыдущего уровня, меньших по площади, а сама она, является составной частью более крупной экосистемы.

1. 10 Лекция №11(2 часа).

Тема: «Продуцирование и разложение в природе»

1.10.1 Вопросы лекции:

1. Уровни производства органического вещества в природе
2. Экологические пирамиды

1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Уровни производства органического вещества в природе

Различают разные уровни продуцирования, на которых создается первичная и вторичная продукция. Органическая масса, создаваемая продуцентами в единицу времени, называется первичной продукцией, а прирост за единицу времени массы консументов — вторичной продукцией.

Первичная продукция подразделяется как бы на два уровня — валовую и чистую продукцию. Валовая первичная продукция — это общая масса валового органического вещества, создаваемая растением в единицу времени при данной скорости фотосинтеза, включая и траты на дыхание.

Растения тратят на дыхание от 40 до 70% валовой продукции. Меньше всего ее тратят планктонные водоросли — около 40% от всей использованной энергии. Та часть валовой продукции, которая не израсходована «на дыхание», называется чистой первичной продукцией: она представляет собой величину прироста растений и именно эта продукция потребляется консументами и редуцентами.

Вторичная продукция не делится уже на валовую и чистую, так как консументы и редуценты, т. е. все гетеротрофы, увеличивают свою массу за счет первичной продукции, т. е. используют ранее созданную продукцию.

Рассчитывают вторичную продукцию отдельно для каждого трофического уровня, так как она формируется за счет энергии, поступающей с предшествующего уровня.

Все живые компоненты экосистемы — продуценты, консументы и редуценты — составляют общую биомассу (живой вес) сообщества в целом или его отдельных частей, тех или иных групп организмов. Биомассу обычно выражают через сырой и сухой вес, но можно выражать и в энергетических единицах — в калориях, джоулях и т. п., что позволяет выявить связь между величиной поступающей энергии и, например, средней биомассой.

На образование биомассы расходуется не вся энергия, но та энергия, которая используется, создает первичную продукцию и может расходоваться в разных экосистемах по-разному. Если скорость ее изъятия консументами отстает от скорости прироста растений, то это ведет к постепенному приросту биомассы продуцентов и возникает избыток мертвого органического вещества. Последнее приводит к заторфовыванию болот, зарастанию мелких водоемов, созданию большого запаса подстилки в таежных лесах и т. п.

В стабильных сообществах практически вся продукция тратится в трофических сетях и биомасса остается постоянной.

2. Экологические пирамиды

Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде экологических пирамид. Такие модели разработал в 1927 г. английский зоолог Ч. Элтон.

Экологические пирамиды — это графические модели (как правило, в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключенной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Различают три типа экологических пирамид.

Пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из-за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с перевернутой пирамидой чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на одном дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов меньше, нежели консументов.

Пирамида биомасс - соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь, общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка, и т.д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике, как правило, получается ступенчатая пирамида с сужающейся верхушкой.

Американский эколог Р. Риклефс объяснял структуру пирамиды биомасс так: «В большинстве наземных сообществ пирамида биомасс сходна с пирамидой продуктивности. Если собрать все организмы, обитающие на каком-нибудь лугу, то вес растений окажется гораздо больше веса всех прямокрылых и копытных, питающихся этими растениями. Вес этих растительноядных животных в свою очередь будет больше веса птиц и кошачьих, составляющих уровень первичных плотоядных, а эти последние также будут превышать по весу питающихся ими хищников, если таковые имеются. Один лев весит довольно много, но львы встречаются столь редко, что вес их, выраженный в граммах на 1 м², окажется ничтожным».

Как и в случае с пирамидами чисел, можно получить так называемую обращенную (перевернутую) пирамиду биомасс, когда биомасса продуцентов оказывается меньше, чем консументов, а иногда и редуцентов, и в основании пирамиды находятся не растения, а животные. Это касается в основном водных экосистем. Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у зоопланктона и конечного потребителя-консумента (киты, крупные рыбы, моллюски).

Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

Все экологические пирамиды строятся по одному правилу, а именно: в основании любой пирамиды находятся зеленые растения, а при построении пирамид учитывается закономерное уменьшение от ее основания к вершине численности особей (пирамида чисел), их биомассы (пирамида биомасс) и проходящей через пищевые цепи энергии (пирамида энергии).

В 1942 г. американский эколог Р. Линдемэн сформулировал закон пирамиды энергии, согласно которому с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи переходит в среднем около 10 % энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности. В результате процессов обмена организмы теряют в каждом звене пищевой цепи около 90 % всей энергии. Следовательно, для получения, например, 1 кг окуней должно быть израсходовано приблизительно 10 кг рыбьей молоди, 100 кг зоопланктона и 1000 кг фитопланктона.

Общая закономерность процесса передачи энергии такова: через верхние трофические уровни энергии проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и нет хищников, которые питались бы, к примеру, волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

1. 11 Лекция №12 (2часа).

Тема: «Вид и индивидуум в экосистеме»

1.11.1 Вопросы лекции:

1. Вид и его структура
2. Место вида в экосистеме (экологическая ниша)

1.11.2 Краткое содержание вопросов:

1. Вид и его структура

Совокупность особей, с общим происхождением, сходные по своим свойствам (морфологическим, физиологическим и биохимическим), занимающие определенную область обитания (или ареал), способные свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство называется видом. Вид — это основная структурная единица живой природы.

К. Линней считал, что виды действительно (реально) существуют, но они постоянны и неизменны. С точки зрения Ламарка, вид – абстрактное понятие, используемое только для удобства классификации, так как виды постоянно изменяются, а в природе реально существуют только отдельные особи. Ч. Дарвин считал, что строго определенные и постоянные виды в природе не существуют. Согласно его взглядам, вид – явление историческое. Вид возникает, развивается, достигает полного расцвета, а затем при изменении условий среды исчезает, давая место другим видам, или изменяется сам, давая начало новым формам, разновидностям и видам. Русский физиолог растений К.А. Тимирязев писал: «Вид, как категории строго определенной, всегда равной себе и неизменной, в природе не существует. Но вместе с этим, мы должны признать, что виды, в наблюдаемый нами момент, имеют реальное существование».

Существует целый ряд признаков, по которым различаются между собой разные виды. Их называют критериями вида. Подобных критериев несколько, и при определении новых видов необходимо учитывать их все, т.к. иногда два разных вида (так называемые виды-двойники) различить по какому-то одному критерию невозможно. Морфологический критерий вида рассматривает сходство внешнего и внутреннего строения особей. Генетический критерий основывается на наборе хромосом, характерном для каждого вида, их количестве, размерах и форме (особенности кариотипа). Физиологический критерий рассматривает сходство процессов жизнедеятельности (обмена веществ, раздражимости, особенностей размножения) и объясняет половую изоляцию разных видов. В основе биохимического критерия лежит сходство химического состава (в основном, особенности нуклеотидной последовательности ДНК и уникальности набора белков) и протекания биохимических реакций. Географический критерий определяет территорию обитания вида (его ареал), а экологический критерий описывает совокупность факторов внешней среды, которые необходимы для существования данного вида, и его взаимодействие с окружающей средой и другими видами.

В пределах ареала данного вида его особи распространены неравномерно, поскольку условия в определенных его участках могут быть неподходящими для их жизни. Поэтому вид в пределах ареала существует в виде относительно изолированных групп, называемых популяциями. Популяцией называют совокупность особей одного вида, длительно населяющих определенный ареал, свободно скрещивающихся в течение большого числа поколений и частично изолированных от других популяций. Популяция – это основная форма существования вида в конкретных условиях среды и единица эволюции. Каждая популяция характеризуется численностью (общим числом особей данного вида), возрастным составом (т.е. какое соотношение между молодыми, зрелыми и старыми особями), плотностью (число особей, которое приходится на единицу объема или площади), а также генофондом – совокупностью генов, циркулирующих в популяции. Генофонд популяции не

является строго постоянным. В результате наследственной изменчивости (мутационного процесса), а также в результате комбинативной изменчивости возникает генетическое и фенотипическое разнообразие особей внутри популяции. Подобные изменения отдельных особей не приводят к эволюционным перестройкам, т.к. продолжительность жизни особей ограничена. Лишь только в достаточно многочисленных и существующих длительное время популяциях новые признаки отдельных особей при скрещивании передаются потомству и могут привести к генетической разнородности и изменению генетического состава популяции. Естественный отбор поддерживает удачные комбинации генов и их частота в популяции возрастает, и, наоборот, устраняет неудачные варианты. Такая перестройка генофонда популяции в ряду поколений, занимающая длительное время, является элементарным эволюционным процессом и приводит к образованию новых разновидностей, подвидов и видов. Видообразование – это процесс возникновения новых видов в результате наследственной изменчивости под действием естественного отбора. Это постоянно протекающий процесс адаптации живых организмов к изменяющимся условиям окружающей среды, описывающий историческую смену видов во времени. Подробнее про видообразование будет рассмотрено позже.

2. Место вида в экосистеме (экологическая ниша)

Термин «ниша» впервые применил американский ученый Р. Джонсон в 1910 году для обозначения самой малой единицы территориального распространения вида. В 1917 году Дж. Гриннелл, используя этот термин, трактовал его как местообитание вида и отчасти как его жизненную форму. В 1927 году Ч. Элтон, поясняя термин «ниша», отмечает в его характеристике функционально-биотическое свойство. По мнению Элтона, экологическая ниша - «это место в живом окружении, отношение вида к пище и к врагам». Такое трактование ниши как функционального участия вида в экосистеме очень быстро получило широкое распространение. Вслед за Дж. Гриннеллом термин «экологическая ниша» (иногда «экониша») вошло в научную литературу.

Понятие «экологическая ниша» не таксономическое, а всецело биоценологическое, отображающее функциональное участие популяций вида. Вместе с тем экологическая ниша — это свидетельство не только экологического многообразия видов, но и наличия емкости биотопа в биогеоценозе, то есть того или иного ресурса, который может быть использован кем-то.

Понятие «экологическая ниша» не таксономическое, а всецело биоценологическое, отображающее функциональное участие популяций вида. Вместе с тем экологическая ниша — это свидетельство не только экологического многообразия видов, но и наличия емкости биотопа в биогеоценозе, то есть того или иного ресурса, который может быть использован кем-то.

В экологии на основе изучения экологических ниш выявлены некоторые закономерности отношений между видами биогеоценоза и средой. Например, если в природе режим хотя бы одного экологического фактора местообитания особей данной популяции изменен настолько, что его значения выходят за пределы ниши, то это означает разрушение экологической ниши, невозможность существования вида в данном сообществе.

Другая важная закономерность свидетельствует о том, что каждый вид имеет свою, только ему присущую, экологическую нишу, которую он приобрел в процессе видообразования. Еще одну закономерность экспериментально вывел отечественный ученый Г.Ф. Гаузе — это так называемый принцип конкретного исключения, согласно которому два вида со сходными экологическими требованиями не могут устойчиво сосуществовать в одной и той же нише. Сам закон был сформулирован итальянским ученым В. Вольтеррой на основе изучения математической модели динамики двух популяций, конкурирующих за один пищевой ресурс. После того как Г.Ф. Гаузе в экспериментах на простейших показал, как происходит вытеснение одного вида другим из экологической ниши, закономерность

стала именоваться принципом Гаузе (законом Гаузе).

Однако в природе данное правило не всегда соблюдается. В связи с этим Дж. Хатчинсон сформулировал принцип сосуществования (его часто называют парадоксом Хатчинсона), по которому два вида в порядке исключения (при очень большой емкости биотопа) могут сосуществовать в одной экологической нише и даже способны эволюционировать в близком направлении. Например, африканский слон и жираф входят в одну экологическую нишу — фитотрофов, питающихся веточным кормом с деревьев. Однако если жираф действительно питается только листьями и ветками деревьев, преимущественно акации, то слон помимо этого поедает плоды и листья, древесину баобаба, а также траву. Поэтому они длительно сосуществуют в одних сообществах.

1. 12 Лекция №13 (2 часа).

Тема: «Структура и развитие экосистем»

1.12.1 Вопросы лекции:

1. Принципы функционирования и устойчивость экосистем
2. Полнота биотического круговорота.
3. Особенности сукцессии наземных экосистем.

1.12.2 Краткое содержание вопросов:

1. Принципы функционирования и устойчивость экосистем

Первый признак функционирования экосистем:

Получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех элементов.

Этот принцип гармонирует с законом сохранения массы. Поскольку атомы не возникают, не исчезают и не превращаются один в другой, они могут использоваться бесконечно в самых различных соединениях и запас их практически неограничен. Именно это и происходит в природных экосистемах.

Очень важно подчеркнуть, однако, что биологический круговорот не совершается исключительно за счет вещества, поскольку он - результат деятельности организмов, для обеспечения жизнедеятельности которых требуются постоянные энергетические затраты, поставляемые Солнцем. Энергия солнечных лучей, поглощаемая зелеными растениями, в отличие от химических элементов, не может использоваться организмами бесконечно. Данное заключение вытекает из второго закона термодинамики: энергия при превращении из одной формы в другую, то есть при совершении работы, частично переходит в тепловую форму и рассеивается в окружающей среде.

Следовательно, каждый цикл круговорота, зависящий от активности организмов и сопровождаемый потерями энергии из них, требует все новых поступлений энергии.

Итак, существование экосистем любого ранга и вообще жизни на Земле обусловлено постоянным круговоротом веществ, который, в свою очередь, поддерживается постоянным притоком солнечной энергии. В этом состоит второй основной принцип функционирования экосистем:

Экосистемы существуют за счет не загрязняющей среду и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно.

Устойчивость экосистемы. способность экосистемы к реакциям, пропорциональным по величине силе воздействия, которые гасят эти воздействия. При этом в экосистеме возбуждаются компенсационные (отрицательные) обратные связи, что равноценно выполнению принципа Ле Шателье. При превышении некоторой критической величины воздействия экосистема теряет устойчивость, возникают положительные обратные связи, которые могут привести к её разрушению. Син.: Живучесть экосистемы, Жизнестойкость экосистемы.

Устойчивость экосистемы – способность экосистемы к реакциям, пропорциональным по величине силе воздействия, которые гасят эти воздействия. При этом в экосистеме возбуждаются компенсационные (отрицательные) обратные связи, что равноценно выполнению принципа Ле Шателье. При превышении некоторой критической величины воздействия экосистема теряет устойчивость, возникают положительные обратные связи, которые могут привести к её разрушению. Син.: Живучесть экосистемы, Жизнестойкость экосистемы.

2. Полнота биотического круговорота.

В основе учения Вернадского В.И. лежат представления о планетарной геохимической роли живого вещества и о самоорганизованности биосферы. Биосфера, по Вернадскому, – земная оболочка, область существования живого вещества. Она включает в себя не только живые организмы, но и изменённую ими среду обитания (кислород в атмосфере, горные породы органического происхождения и т.п.). Биосфера является одной из геологических оболочек Земли или геосфер. На Земле также различают литосферу – твёрдую наружную оболочку Земли, состоящую из осадочных пород и расположенных под ними гранитов и базальтов, гидросферу, включающую в себя все океаны, моря, озёра и реки, и атмосферу – газовую оболочку Земли.

В организмах содержатся все известные сегодня химические элементы. Если некоторые из них (водород, кислород, углерод, азот, фосфор и другие) являются основой жизни, то другие (рубидий, платина, уран) имеются в организмах в очень малых количествах. Организмы участвуют в миграции химических элементов как прямо (выделение кислорода в атмосферу, окисление и восстановление различных веществ в почвах и гидросфере), так и косвенно (восстановление сульфатов, окисление соединений железа, марганца и других элементов). Биогенная миграция атомов вызвана тремя основными процессами: обменом веществ, ростом и размножением организмов. Огромную роль в биогеохимической активности играет человек, извлекая ежедневно в ходе добычи полезных ископаемых миллиарды тонн горной породы. Влияние человека на глобальные геохимические процессы с каждым годом только растёт.

Биотический круговорот – возникший одновременно с появлением жизни на земле круговорот химических элементов и веществ, осуществляемый жизнедеятельностью организмов: поступления элементов из почвы и атмосферы в живые организмы; превращение в них поступающих элементов в новые сложные соединения и возвращение их в почву и атмосферу (а также в воду) в процессе жизнедеятельности с ежегодным отпадом части органического вещества или полностью отмершими организмами, входящими в состав биогеоценозов. Основную роль в биотическом круговороте играют первичные продуценты (зеленые растения и хемосинтезирующие микроорганизмы), консументы (животные) и редуценты (сапрофитные организмы, преимущественно бактерии). Б. к. тесно взаимодействует с биогеохимическим круговоротом. Полного круговорота веществ в пределах биогеоценоза не происходит, так как часть веществ всегда уходит за его пределы. Обмен веществ сопровождается передачей и превращением энергии, однако о круговороте энергии говорить нельзя, поскольку она практически не возвращается от редуцентов к продуцентам (коэффициент круговорота энергии 0,24%) и заново ее потом не может быть использован организмами.

Биотический круговорот состоит из разных круговоротов, причем каждый биоценоз представляет модель биосферы в миниатюре. Важны и исторические факторы формирования биоценоза, и климат, и ландшафт, и многое другое. Например, экосистема леса включает биоценозы различных типов лесов хвойные, лиственные, тропические, каждый из которых характеризуется своим круговоротом веществ. В этом мне кажется проявляется отличие биотического круговорота от круговорота энергии, второе отличие: по закону сохранения энергии энергия не возникает ниоткуда и не уходит в никуда, т.е. преобразование энергии вечно (именно в данном круговороте энергии), а круговорот

веществ в природе имеет свое окончание, как уже было сказано выше.

Все элементы, из которых построены организмы, многократно используются в биосфере, тем более, что масса всего живого, когда-либо заселявшего Землю, много больше массы самой Земли. Обмен энергии в биосфере отличается от круговорота веществ в ней. Частично энергия рассеивается при переходе от продуцентов (зеленых растений) к травоядным, а затем и к плотоядным животным (редуцентам), поэтому необходима постоянная подпитка биосферы солнечной энергией.

Основу биосферы составляет биотический круговорот органических веществ при участии всех населяющих ее организмов. В закономерностях этого круговорота решена проблема развития и длительного существования жизни. Мы не говорим "бесконечного", потому что все на земле имеет конец: сама Земля представляет собой ограниченное тело, конечен запас минеральных элементов и т. д. "Единственный способ придать ограниченному количеству свойство бесконечного, писал академик В. Р. Вильямс, это заставить его вращаться по замкнутой кривой. Зеленые растения создают органическое вещество, незеленые разрушают его. Из минеральных соединений, полученных из распада органического вещества, новые зеленые растения строят новое органическое вещество и так без конца". Жизнь на Земле идет именно таким путем. Каждый вид это только звено в биотическом круговороте. Непрерывность жизни обеспечивается процессами синтеза и распада, каждый организм отдает или выделяет то, что используют другие организмы.

Особенно велика в этом круговороте роль микроорганизмов, которые превращают остатки животных и растений в минеральные соли и простейшие органические соединения, вновь используемые зелеными растениями для синтеза новых органических веществ.

При разрушении сложных органических соединений высвобождается энергия, теряется информация, свойственная сложно организованным существам. Любая форма жизни участвует в биотическом круговороте, и на нем основана саморегуляция биосферы. Микроорганизмы при этом играют двоякую роль: они быстро приспосабливаются к разным условиям жизни и могут использовать различные субстраты в качестве источника углерода и энергии. Высшие организмы не обладают такими способностями и потому располагаются выше одноклеточных в экологической пирамиде, опираясь на них, как на фундамент.

4. Особенности сукцессии наземных экосистем.

Любая экосистема, приспосабливаясь к изменениям внешней среды, находится в состоянии динамики. Эта динамика может касаться как отдельных звеньев экосистем (организмов, популяций, трофических групп), так и системы в целом. При этом динамика может быть связана, с одной стороны, с адаптациями к факторам, которые являются внешними по отношению к экосистеме, а с другой - к факторам, которые создает и изменяет сама экосистема.

Самый простой тип динамики - суточный. Он связан с изменениями в фотосинтезе и транспирации (испарении воды) растений. В еще большей мере эти изменения связаны с поведением животного населения. Одни из них более активны днем, другие - в сумерки, третьи - ночью. Аналогичные примеры можно привести по отношению к сезонным явлениям, с которыми еще больше связана активность жизнедеятельности организмов.

Не остаются неизменными экосистемы и в многолетнем ряду. Если в качестве примера взять лес или луг, то не трудно заметить, что в разные годы этим экосистемам свойственны свои особенности. В одни годы мы можем наблюдать увеличение численности одних видов (на лугах, например, бывают «клеверные годы», годы с резким увеличением злаков и других видов или групп видов). Из этого следует, что каждый вид индивидуален по своим требованиям к среде, и ее изменения для одних видов благоприятны, а на другие, наоборот, оказывают угнетающее влияние. Сказывается также и периодичность в интенсивности размножения.

Эти изменения в одних случаях могут в какой-то мере повторяться, в других же имеют однонаправленный, поступательный характер и обуславливают развитие

экосистемы в определенном направлении.

Периодически повторяющуюся динамику называют циклическими изменениями или флуктуациями, а направленную динамику именуют поступательной или развитием экосистем. Для последнего вида динамики характерным является либо внедрение в экосистемы новых видов, либо смена одних видов другими. В конечном же счете происходят смены биоценозов и экосистем в целом. Этот процесс называют сукцессией (лат. сукцессио - преемственность, наследование). Различают обычно первичные и вторичные сукцессии.

1. 13 Лекция №14 (2 часа).

Тема: «Характеристика основных типов экосистем»

1.13.1 Вопросы лекции:

1. Наземные экосистемы
2. Первичная продукция разных наземных экосистем
3. Водные экосистемы

1.13.2 Краткое содержание вопросов:

1. Наземные экосистемы

Экосистемы, находящиеся в суровых абиотических условиях, прежде всего по температуре и дефициту жидкой воды, как правило, имеют мало видов на всех трофических уровнях и, соответственно, малый запас устойчивости. Пищевые цепи здесь очень упрощены, и потеря одного звена может легко вызвать крах всей системы. В этих экосистемах много видов-«верблюдов», многие виды находятся в зонах угнетения по абиотическим факторам. Примеры таких экосистем — тундра, пустыни и полупустыни. Даже незначительное вмешательство человека приводит в таких биогеоценозах к тяжёлым последствиям.

Иная ситуация наблюдается во влажных тропических лесах (влажных джунглях). Тропические леса сосредоточены в основном в экваториальной области Африки и Южной Америки (бассейны рек Амазонки, Ориноко и Конго), а также в Юго-Восточной Азии и на Зондских островах между Индийским и Тихим океанами.

Севернее и южнее влажных тропических лесов в областях с коэффициентом увлажнения 0,3—0,7 располагаются тропические лесостепи — саванны. К югу и к северу от саванн, на широтах обоих тропиков располагаются обширные зоны с коэффициентами увлажнения, меньшими 0,25, — зоны пустынь и сухих степей — полупустынь. Наиболее безводные — тропические пустыни, имеющие в основном каменистую поверхность, очищенную ветром от песка. К природным экосистемам умеренных поясов Земли относятся степные экосистемы Евразии, Северной Америки (прерии), Южной Америки (пампасы) и вельды Южной Африки. Материки и материковые биогеоценозы умеренного и субарктического поясов сосредоточены почти полностью в Северном полушарии. Лиственные леса умеренных широт располагаются к северу от зоны степей в Северном полушарии и частично перемежаются со степными биоценозами, образуя прекрасные лесостепные ландшафты в Европе и Северной Америке.

Зона лиственных лесов постепенно переходит в зону северных бореальных лесов (тайги), населённую преимущественно хвойными породами (ель, сосна, пихта, лиственница и кедровая сосна, часто называемая дальневосточным кедром).

В субарктической области вблизи Северного полярного круга располагается тундра — травянистый биоценоз, занимающий около 20 % всей поверхности материков. Растительный покров тундры состоит из лишайников (ягель), мхов, трав (прежде всего, осоки) и низкорослых кустарников.

Полярные пустыни Арктики и Антарктики, образующие полярные шапки Земли, — наиболее безжизненные пространства Земли. Здесь жизнь неразрывно связана с кромкой льдов, возле которой обитают питающиеся рыбой тюлени и пингвины и самый мощный хищник на суше — белый медведь. Только такие крупные животные могут выдержать эти суровые условия.

2. Первичная продукция разных наземных экосистем

По мере того, как человечество с упрямством, достойным лучшего применения, превращает лицо Земли в сплошной антропогенный ландшафт, всё большее практическое значение приобретает оценка продуктивности различных экосистем. Человек Научился получать энергию для своих производственных и бытовых нужд самыми различными способами, но энергию для собственного питания он может получать только через фотосинтез.

В пищевой цепи человека в основании почти всегда оказываются продуценты, преобразующие энергию Солнца в энергию биомассы органического вещества. Ибо это как раз та энергия, которую впоследствии могут использовать консументы и, в частности, человек. Одновременно те же самые продуценты производят необходимый для дыхания кислород и поглощают углекислый газ, причём скорость газообмена продуцентов прямо пропорциональна их биопродуктивности. Следовательно, в обобщенном виде вопрос об эффективности экосистем формулируется просто: какую энергию может запасти растительность в виде биомассы органического вещества? Сельскохозяйственные угодья, создаваемые человеком, отнюдь не самые продуктивные экосистемы. Наивысшую удельную продуктивность дают болотистые экосистемы — влажные тропические джунгли, эстуарии и лиманы рек и обычные болота умеренных широт. Удельная биопродуктивность открытого океана почти столь же низка, как у полупустынь, а его огромная суммарная продуктивность объясняется тем, что он занимает более 50 % поверхности Земли, вдвое превосходя всю площадь суши. Попытки использовать открытый океан в качестве серьёзного источника продуктов питания в ближайшее время вряд ли могут быть экономически оправданы именно в силу его низкой удельной Продуктивности. Однако роль открытого океана в стабилизации Условий жизни на Земле столь велика, что охрана его от загрязнения, особенно нефтепродуктами, совершенно необходима.

Нельзя недооценивать и вклад лесов умеренного пояса и тайги в жизнеспособность биосферы. Особенно существенна их относительная устойчивость к антропогенным воздействиям по сравнению с влажными тропическими джунглями.

Тот факт, что удельная продуктивность сельскохозяйственных угодий до сих пор в среднем намного ниже, чем у многих природных экосистем, показывает, что возможности роста производства продуктов питания на существующих площадях ещё далеко не исчерпаны. Пример — заливные рисовые плантации, в сущности — антропогенные болотные экосистемы, с их огромными урожаями, получаемыми при современной агротехнике.

3. Водные экосистемы

Вода была колыбелью жизни на Земле и водные экосистемы составляют большую часть биосферы.

Пять основных факторов влияет на биоту водных экосистем:

- солёность, т.е. процентное содержание (по весу) растворённых в воде солей, главным образом NaCl , KCl , MgSO_4 ;
- прозрачность, характеризуемая относительным изменением интенсивности светового потока с глубиной;
- концентрация растворённого кислорода;
- доступность питательных веществ, прежде всего соединений химически связанного азота и фосфора;

- температура воды.

Морские экосистемы характеризуются высокой солёностью, а материковые воды (воды суши) — низкой. По степени солёности можно выделить и промежуточные биотопы: эстуарии (приустьевые зоны), где воды рек смешиваются с морской водой, и прибрежные болота. Некоторые внутренние моря, например Балтийское море и его заливы, по своим свойствам являются скорее эстуариями, чем истинными морями.

В морских экосистемах, занимающих примерно 71 % поверхности Земли, основным продуцентом является фитопланктон, состоящий из микроскопических водорослей и бактерий. Для успешной жизнедеятельности фитопланктон нуждается в освещении, поэтому в принципе размещается в верхнем эвфотическом слое воды на глубинах не более 200 метров.

Области активного вертикального перемешивания и повышенной продуктивности есть и далеко от берегов, например, возле экватора, в зоне пассатов.

Эстуарии, лиманы, прибрежные заболоченные территории являются одними из наиболее продуктивных экосистем.

Прибрежные болотные системы занимают только около 5 % всей площади болот. Основная часть болот располагается внутри континентов, и они являются пресноводными экосистемами, играющими ключевую роль в естественном регулировании водотока рек умеренного пояса. В реках и пресноводных водоёмах основными лимитирующими факторами для живых организмов являются концентрации растворенного кислорода и питательных веществ — связанного азота, фосфора и минеральных солей.

Развитие основных продуцентов — фитопланктона и укоренённых водных растений зависит от количества питательных веществ. Так как для фотосинтеза нужен свет, фитопланктон концентрируется в верхнем слое воды. Поэтому продуктивность всей экосистемы зависит от поступления в этот слой питательных веществ.

В мелководной прибрежной зоне — литорали обитают многочисленные продуценты — как свободно плавающие, так и укоренённые водные растения. Здесь много Насекомых и их личинок, здесь обитают лягушки, черепахи, водоплавающие птицы и млекопитающие. Здесь же охотничьи угодья аистов и цапель. Пелагиаль — это поверхностный слой открытых вод, где обитают планктонные организмы и поедающие планктон рыбы. Профундаль — слабо освещенная зона, где живут хищные и придонные рыбы. Бенталь — дно, покрытое илом. Здесь обитают многочисленные детритофаги и редуценты — моллюски, черви, раки и личинки насекомых.

Большинство водных экосистем обладают огромным запасом устойчивости и высокой способностью к самоочищению. Однако уровень антропогенных воздействий, которым они подвергаются, непомерно высок.

Для пресноводных водоёмов большую опасность представляет собой смыв удобрений с окружающих водоём полей и попадание неочищенных фекальных вод от скотоферм.

Особая роль в очистке воды принадлежит двустворчатым фильтрующим моллюскам. Именно они очищают воду от избытка органических загрязнителей, попадающих в водоёмы со сточными водами.

Другая грозная опасность — загрязнение воды нефтепродуктами. Образующая ими маслянистая мономолекулярная пленка на поверхности воды препятствует газообмену между водой и атмосферой и, прежде всего, поступлению в воду кислорода и углекислого газа.

1. 14 Лекция №15 (2часа).

Тема: «Популяционно-видовой уровень жизни »

1.14.1 Вопросы лекции:

1. Вид. Ареал. Местообитание.
2. Статистические свойства популяции.
3. Динамические свойства популяции.
4. Математическая модель роста популяции.
5. Модификация и регуляция.

1.14.2 Краткое содержание вопросов:

1 Вид. Ареал. Местообитание.

Вид (лат. species) — основная структурная единица биологической систематики живых организмов (животных, растений и микроорганизмов) — таксономическая, систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодотворное потомство, закономерно распространённая в пределах определённого ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды.

АРЕАЛ (от лат. area — площадь, пространство), область распространения на земной поверхности систематические группы живых организмов или сообщества. Исследование ареала видов или др. таксонов растений и животных — одна из центральных проблем биогеографии, представляющая большой интерес и с экологической точки зрения. Границы ареала животных или растений сформировались в процессе эволюции биосферы и зависят от условий окружающей среды. Они могут изменяться под воздействием естественных факторов (увеличение численности вида), влиянием человеческой деятельности (при вырубке лесов, вспашке степей, загрязнении окружающей среды и т. п.).

МЕСТООБИТАНИЕ участок суши или водоёма, занятый частью популяции особей одного вида и обладающий всеми необходимыми для их существования условиями (климат, рельеф, почва, пища и др.). М. вида — совокупность отвечающих его экологическим требованиям участков в пределах видовой ареала. М. вида (или популяции) —• важный компонент его экологической ниши. У животных, развитие которых характеризуется метаморфозом, разл. возрастные стадии могут отличаться и по типу М. По широте использования М. различают стенобиотные и эврибиотные организмы. По отношению к наземным животным как синоним М, чаще используют термины стаия (М. вида) и биотоп (М. сообщества).

2 Статистические свойства популяции.

Статистические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. К **статистическим показателям** относятся их численность, плотность и показатели структуры.

Численность - это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Численность популяции ни когда не бывает постоянной, и зависит от соотношения рождаемости и смертности.

Плотность - определяется количеством особей или биомассой на единицу площади или объема. Величина также изменчивая, зависящая от численности популяции. При возрастании численности плотность не увеличивается лишь в том случае, если возможно расселение популяции, расширение ее ареала. Расселение может продолжаться до тех пор, пока популяция не встретит какую-либо преграду. Различают случайно равномерное или групповое расселение.

Случайное расселение имеет место только в однородной среде, например, расселение тли на поле, но по мере размножения, характер расселения становится групповым или пятнистым

Наиболее распространено групповое расселение, причем оно может быть случайным. Групповое расселение обеспечивает популяции наиболее высокую устойчивость к неблагоприятным условиям в сравнении с отдельной особью. Активное расселение приводит

к интенсивному перемешиванию популяций, стирает границы между ними. Например, сильно подвижные животные или птицы имеют обширные ареалы без резких границ между популяциями. А у малоподвижных или пассивно перемещающихся животных границы популяций четко разграничены даже на небольших территориях.

Плотность популяции зависит и от размеров живых организмов, чем крупнее животное, тем шире занимаемый ими ареал, тем ниже плотность популяции, и наоборот.

Численность и плотность популяции могут зависеть и от других факторов, как биотических, так абиотических. Например, уничтожение хищниками жертв, влияние паразитов на жизнедеятельность хозяев, холодная зима и сухое лето и т.д. Однако колебания численности происходят не беспредельно. Популяция, как любая биологическая система обладает способностью к саморегуляции. **Поддержание оптимальной в данных условиях численности называют гомеостазом популяции.**

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если ее не лимитируют факторы внешней среды. В таком гипотетическом случае скорость роста популяции будет зависеть только от *биологического потенциала*, свойственного виду. Понятие биологического потенциала введено в экологию в 1928 г. Р. Чепменом. Этот показатель отражает теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) единицу времени, например, за год или весь жизненный цикл.

Общие изменения численности популяции складываются за счет 4 явлений; **рождаемости, смертности, вселения и выселения особей (миграции).**

3 Динамические свойства популяции.

Рост численности и плотности популяции любого вида в природе никогда не бывает бесконечным. Рано или поздно популяция сталкивается с ограничениями. К таким ограничениям можно отнести ресурсы, за счет которых существуют виды: пища, убежище, места размножения, они не позволяют популяции наращивать далее свое обилие. Эти пределы называют *емкостью среды* для конкретных популяций. Например, еловый лес — более емкая среда для белки, чем смешанный лес, так как основная пища белка — семена хвойных.

Можно выделить три основных типа популяционной динамики численности.

I. Стабильный тип — отличается небольшим размахом колебаний (в несколько раз, однако не на несколько порядков величин). Свойствен видам с хорошо выраженными механизмами популяционного гомеостаза, высокой выживаемостью, низкой плодовитостью, большой продолжительностью жизни, сложной возрастной структурой, развитой заботой о потомстве. Целый комплекс эффективно работающих регуляторных механизмов держит такие популяции в определенных пределах плотности. Такова, например, динамика численности крупных млекопитающих и птиц, а также ряда беспозвоночных.

II. Флюктуирующий тип — колебания происходят в значительном интервале плотностей, различающихся на один-два порядка величин. При этом различают три фазы колебательного цикла: *нарастания, максимума, разрежения численности*. Возврат к стабильному состоянию происходит быстро. Регуляторные механизмы не теряют контроля за численностью популяций, увеличивая свою эффективность вслед за увеличением плотности. Преобладают слабоинерционные меж- и внутривидовые взаимодействия. Такой ход численности широко распространен в разных группах животных.

I. Взрывной тип со вспышками массового размножения — прекращение действия модифицирующих факторов не вызывает быстрого возврата популяции в стабильное состояние. Динамика численности складывается из циклов, в которых различают пять обязательных фаз: *нарастания численности, максимума, разреживания, депрессии, восстановления*. Для популяций периодически характерны предельно высокий и необычайно низкий уровень численности. По фазам цикла также сильно меняются показатели размножения, возрастной и половой структуры популяции, физиологического состояния, поведения, а иногда и морфологических особенностей составляющих ее особей. Такой ход

численности обнаруживается чаще всего у видов с малой продолжительностью жизни, высокой плодовитостью, быстрым оборотом генераций. Он свойствен, например, некоторым насекомым (саранчовые, вредители леса — усачи, короеды, ряд чешуекрылых и пилильщиков и др.), среди млекопитающих отмечен у многих видов мышевидных грызунов.

Тип динамики численности — скорее популяционная, но не видовая характеристика. Популяции одних и тех же видов в различных условиях могут характеризоваться разным ходом динамики численности. Это объясняется преимущественно тем, что среди регуляторных механизмов большую роль играют межвидовые взаимосвязи, которые в пределах ареала вида могут быть разной степени напряженности. Так, многие виды, которые в природных условиях сдерживались врагами, проявляют склонность к вспышкам массового размножения в садах и на полях, где ослаблен биологический контроль.

4 Математическая модель роста популяции.

Описание изменения численности популяции во времени составляет предмет популяционной динамики. Популяционная динамика является частью биологии математической, наиболее продвинутой в смысле формального математического аппарата, своего рода "математическим полигоном" для проверки теоретических идей и представлений о законах роста и эволюции биологических видов, популяций, сообществ. Возможность описания популяций различной биологической природы одинаковыми математическими соотношениями обусловлена тем, что с динамической точки зрения, рост и отбор организмов в процессе эволюции происходит по принципу "Кинетического совершенства" (Шноль, 1979)

Преимущества математического анализа любых, в том числе популяционных, процессов, очевидны. Математическое моделирование не только помогает строго формализовать знания об объекте, но иногда (при хорошей изученности объекта) дать количественное описание процесса, предсказать его ход и эффективность, дать рекомендации по оптимизации управления этим процессом. Это особенно важно для биологических процессов, имеющих прикладное и промышленное значение - биотехнологических систем, агробиоценозов, эксплуатируемых природных экосистем, продуктивность которых определяется закономерностями роста популяций живых организмов, представляющих собой "продукт" этих биологических систем.

[Уравнение экспоненциального роста.](#)

[Ограниченный рост](#)

[Размножение путем скрещивания](#)

[Рост человечества](#)

[Модели с наименьшей критической численностью](#)

[Дискретные модели популяций](#)

[Дискретное логистическое уравнение](#)

[Матричные модели популяций](#)

[Пример популяции из трех возрастных групп](#)

[Уравнения с запаздыванием](#)

[Вероятностные модели популяций](#)

[Вероятностное описание процессов размножения](#)

[Вероятностная модель размножения и гибели](#)

5 Модификация и регуляция.

Выделяют две принципиально разные стороны популяционной динамики: модификацию и регуляцию. Модификация — это случайное отклонение численности, возникающее в результате воздействия самых разнообразных факторов, не связанных с плотностью популяции. Регуляция — это возврат популяции после отклонения к исходному состоянию, совершающийся под влиянием факторов, сила действия которых определяется плотностью популяции.

Модифицирующие факторы, вызывая изменение численности популяций, сами не испытывают влияния этих изменений. Действие их, таким образом, одностороннее. К ним

относятся все абиотические влияния среды на организмы, на качество и количество их корма и т. п. Благоприятная погодная обстановка может послужить причиной массовой вспышки размножения вида и перенаселения занимаемой им территории, как, например, в случае стадных саранчовых. Отрицательное воздействие модифицирующих факторов, наоборот, снижает численность популяции иногда до полного ее исчезновения.

Климатические и погодные изменения оказывают и прямое, и опосредованное влияние на живые организмы. На популяциях это влияние проявляется через усиление или ослабление смертности. Так, в нераспаханных степях большим бедствием для копытных был «джут» – сочетание многоснежья с гололедицей. В такие зимы наблюдался массовый падеж скота, сайгаков, дроф, стрепетов, не способных добывать корм из-под снега. В малоснежные холодные зимы в лесной зоне из-за промерзания грунта в массе гибнут кроты, полевки, мыши. Заморозки в начале лета могут повлиять на выживаемость птиц. У тетеревов и глухарей, например, замерзают в гнездах яйца, когда самки отлучаются для кормежки. Насекомоядные птицы в это время гибнут от голода. Засухи и наводнения губят многих насекомых, их личинок и кладки. В выжженной солнцем степи после миграции по ней сайгаков остается множество трупов этих животных, преимущественно молодняка.

Влияние модифицирующих факторов, не зависящих от плотности популяции, может вызывать резкий спад ее численности. В сельском хозяйстве чрезвычайно важно прогнозирование погодных условий для возможностей защиты урожая.

Численность многих видов проявляет прямую корреляцию с ходом температурных условий, что особенно наглядно для пойкилотермных. Из-за выраженного сильного и разнонаправленного действия на популяции погодных условий ряд экологов поддерживал в прошлом так называемую «климатическую» теорию динамики численности. По этой теории именно вариации погодных факторов определяют пределы колебания численности видов. Однако дальнейшие исследования показали, что никакие комбинации случайных, односторонне действующих факторов не могут удерживать популяции в тех определенных границах, которые характерны для них в конкретных биоценозах. Факторы, действие которых проявляется на уровне организмов и не зависит от плотности популяций, не могут быть регуляторами их численности.

Регулирующие факторы не просто изменяют численность популяции, а сглаживают ее колебания, приводя после очередного отклонения от оптимума к прежнему уровню. Это происходит потому, что эффект их воздействия тем сильнее, чем выше плотность популяции. В качестве регулирующих сил выступают межвидовые и внутривидовые отношения организмов.

Межвидовые связи осуществляются в биоценозах, поэтому относятся к группе биоценологических механизмов регуляции численности популяции. Наиболее эффективные из них – трофические отношения организмов: хищничество, паразитизм, собирательство, пастба и другие, как прямые, так и косвенные. Прямые связи хищник – жертва – наиболее изученные регуляторные механизмы в сообществах.

1. 15 Лекция №16 (2 часа).

Тема: «Динамика популяций»

1.15.1 Вопросы лекции:

- 1 Динамика численности популяций и ее регуляция
2. Стабильность популяций и причины ее нарушения
3. Типы динамики численности

1.15.2 Краткое содержание вопросов:

1 Динамика численности популяций и ее регуляция

Динамика популяций — это процессы изменения ее основных биологических показателей (численности, биомассы, структуры) во времени в зависимости от экологических факторов. Жизнь популяции проявляется в ее динамике — одном из наиболее значимых биологических и экологических явлений.

Вся совокупность факторов среды в природе постоянно изменяется и создает определенные условия для популяции, вызывая колебания ее численности.

Выжившие особи затем начинают быстро размножаться и все повторяется снова. Такой тип динамики численности с резкими ее колебаниями получил название триггерная динамика. В природе он встречается довольно редко, в основном в популяциях низкоорганизованных особей.

Если кормовая база ограничена, то численность популяции первоначально растет по лимитированному типу и, достигнув емкости среды (K), она должна была бы остановиться, но в действительности происходит просок численности выше K , а затем постепенное снижение. Причина в том, что каждый цикл размножения требует определенного промежутка времени, и когда при достижении емкости среды размножение прекращается, особи еще продолжают рождаться. Это и вызывает просок численности. Он обусловлен задержкой размножения. Когда из-за большой численности кормовая база оказывается исчерпана, в популяции наблюдается падение численности ниже емкости среды, после чего создаются условия для восстановления кормовой базы, и численность начинает расти, затем повторяется очередной цикл. При постоянной емкости среды эти колебания носят регулярный характер и называются циклическими, или осцилляциями. В природе такой тип динамики численности встречается крайне редко, поскольку емкость среды постоянно меняется.

Емкость среды может меняться как в зависимости от сезона, так и в зависимости от года, в результате в популяции наблюдаются нерегулярные колебания численности, так как каждый раз просок численности происходит относительно другого значения K . Такие нерегулярные колебания численности называются флуктуациями.

В природе различают сезонные и годовые флуктуации. В свою очередь годовые флуктуации можно разделить на две группы: 1) флуктуации, контролируемые годовыми различиями внешних факторов; 2) флуктуации, связанные с самой динамикой популяции.

Из всех причин, вызывающих колебания численности, некоторые исследователи главную роль отводят климатическим условиям, считая биотические факторы второстепенными.

По мнению других, только те факторы, которые зависят от плотности, вызывают колебания численности. Многие ученые признают роль тех и других.

В экосистемах с низким уровнем видового разнообразия численность популяций подвержена сильному воздействию физических стрессоров и зависит от погоды, химического состава среды и степени ее загрязнения. В экосистемах с высоким уровнем видового разнообразия колебания численности популяций в основном контролируются биотическими факторами.

Все экологические факторы в зависимости от характера их влияния на численность популяции можно разделить на две группы: 1) факторы, независимые от плотности; 2) факторы, зависящие от плотности.

К первой группе относятся факторы, действующие на популяции постоянно и изменяющие их численность однонаправленно, независимо от величины популяции. Так действуют абиотические факторы и прежде всего климатические факторы, а также антропогенные факторы, за исключением природоохранных факторов. Действие их не всегда проявляется сразу. Эти факторы еще называют модифицирующими, поскольку они не обеспечивают регуляции численности, а лишь вызывают ее изменения.

Ко второй группе относятся факторы, действие которых на популяцию может быть

прямым, т.е. усиливаться по мере приближения к верхнему пределу, или инверсным, т.е. ослабевать по мере увеличения плотности. Эти факторы изменяют численность в сторону оптимального уровня и предотвращают перенаселение, поэтому В.Викторов предложил называть их регулирующими факторами. К ним относятся биотические факторы и природоохранные антропогенные

факторы. Зависимые от плотности факторы, как правило, влияют на скорость роста численности популяции путем изменения ее рождаемости или смертности.

Биотические факторы, зависимые от плотности, по характеру влияния на численность популяции подразделяются на две группы:

- внутривидовые;
- межвидовые.

Рассмотрим характер действия внутривидовых факторов. К.Вини-Эдвардс в 1962 году предложил два механизма стабилизации плотности ниже уровня насыщения за счет внутривидовых факторов:

- территориальное поведение;
- групповое поведение.

2. Стабильность популяций и причины ее нарушения

Чрезмерная добыча. Каждая популяция находится под контролем «сверху» и «снизу». «Снизу» её контролирует количество ресурсов, а «сверху» организмы следующего трофического уровня. Если определённую часть биологической продукции популяции изымает человек, то она компенсирует потери за счёт более интенсивного размножения. МДУ (максимально допустимый урожай). Пример: норма отстрела лосей 15%, а кабанов 30%. Однако часто человек превышает эту норму и пытается получить от популяции «сверхприбыль». Это может ослабить популяцию.

Разрушение местообитания. Выпас уплотняет почву и обедняет видовой состав лугов и степей. В европейской части России популяции ковылей (красивейший, Лессинга, обычный – перистый) стали редкими в составе степных травостоев. Многие популяции насекомых исчезли в результате распашки степей и освоения целины. Разрушают местообитания популяций туристы и отдыхающие, а пригородной зоне горожане. Водные местообитания разрушает быстроходный транспорт. Волнобой, возникающий при его проходе, губит молодь рыбы. Гибнет рыба и от столкновения с моторными лодками. Для сохранения популяций необходимо сохранить хотя бы часть местообитаний, где они могут нормально размножаться и восстанавливать плотность.

Причины повсеместного сокращения численности серого гуся (пискулек) не вполне ясны. Вероятно, в первую очередь это разрушение и изменение местообитаний. воздействие фактора беспокойства и пресс охоты на зимовках и в местах пролета. Исследования показали, что на гнездовье, в труднодоступных тундровых районах пискулька меньше подвержена риску гибели, чем на трассах пролета и на зимовках, где имеется дефицит местообитаний, пригодных для обитания этих гусей, а пресс охоты куда более высок.

Вселение новых видов. Человек проводит преднамеренное вселение видов в различные районы мира. Эти виды могут вытеснить местные виды, разрушая их популяцию.

Загрязнение среды. Популяция многих видов растений и животных уменьшают свою плотность и даже исчезают под влиянием сельскохозяйственного и промышленного загрязнения. Больше всего от этого страдают обитатели водных экосистем.

3. Типы динамики численности

Можно выделить три основных типа популяционной динамики численности.

I. Стабильный тип – отличается небольшим размахом колебаний (в несколько раз, однако не на несколько порядков величин). Свойствен видам с хорошо выраженными механизмами популяционного гомеостаза, высокой выживаемостью, низкой плодовитостью, большой продолжительностью жизни, сложной возрастной структурой, развитой заботой о

потомстве. Целый комплекс эффективно работающих регуляторных механизмов держит такие популяции в определенных пределах плотности. Такова, например, динамика численности крупных млекопитающих и птиц, а также ряда беспозвоночных.

II. Флюктуирующий тип – колебания происходят в значительном интервале плотностей, различающихся на один-два порядка величин. При этом различают три фазы колебательного цикла: *нарастания, максимума, разрежения численности*. Возврат к стабильному состоянию происходит быстро. Регуляторные механизмы не теряют контроля за численностью популяций, увеличивая свою эффективность вслед за увеличением плотности. Преобладают слабоинерционные меж- и внутривидовые взаимодействия. Такой ход численности широко распространен в разных группах животных.

III. Взрывной тип с вспышками массового размножения – прекращение действия модифицирующих факторов не вызывает быстрого возврата популяции в стабильное состояние. Динамика численности складывается из циклов, в которых различают пять обязательных фаз: *нарастания численности, максимума, разреживания, депрессии, восстановления*. Для популяций периодически характерны предельно высокий и необычайно низкий уровень численности. По фазам цикла также сильно меняются показатели размножения, возрастной и половой структуры популяции, физиологического состояния, поведения, а иногда и морфологических особенностей составляющих ее особей. Такой ход численности обнаруживается чаще всего у видов с малой продолжительностью жизни, высокой плодовитостью, быстрым оборотом генераций. Он свойствен, например, некоторым насекомым (саранчовые, вредители леса – усачи, короеды, ряд чешуекрылых и пилильщиков и др.), среди млекопитающих отмечен у многих видов мышевидных грызунов.

Тип динамики численности – скорее популяционная, но не видовая характеристика. Популяции одних и тех же видов в различных условиях могут характеризоваться разным ходом динамики численности. Это объясняется преимущественно тем, что среди регуляторных механизмов большую роль играют межвидовые взаимосвязи, которые в пределах ареала вида могут быть разной степени напряженности. Так, многие виды, которые в природных условиях сдерживались врагами, проявляют склонность к вспышкам массового размножения в садах и на полях, где ослаблен биологический контроль.

1. 16 Лекция №17 (2 часа).

Тема: «Особо охраняемые природные территории»

1.16.1 Вопросы лекции:

- 1 Классификация и принципы функционирования ООПТ.
- 2 Основные формы и размеры ООПТ.
- 3 Причины исчезновения видов.

1.16.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация и принципы функционирования ООПТ.

Согласно принятому в России в 1995 г. Федеральному закону «Об особо охраняемых природных территориях», к таковым относятся участки земли, одной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решением органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен особый режим охраны [2].

В законе выделяются 7 основных категорий ООПТ: заповедники, национальные парки, природные парки, заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические

сады, а также лечебно-оздоровительные местности и курорты. Помимо этого, законом предусмотрено, что органы государственной власти могут устанавливать и другие категории ООПТ (городские леса и парки, зеленые зоны, памятники садово-паркового искусства, биостанции, микрозаповедники, охраняемые природные ландшафты, речные системы, береговые линии и др.). Общее число различных категорий ООПТ в России составляет более 250. ООПТ могут иметь федеральное, региональное и местное значение.

Развитие территориальных форм охраны природы в России по сравнению с другими странами отличается очень большой спецификой. Это связано, прежде всего, с размерами территории страны, значительная часть которой не затронута деятельностью человека, низкой средней плотностью населения (при очень высоких региональных контрастах), научными традициями, в соответствии с которыми в развитии ООПТ долгое время упор делался на организацию заповедников. На начало 2002 г. в стране насчитывалось более 13 тыс. особо охраняемых природных территорий различного ранга площадью около 1,5 млн. км². Общая площадь ООПТ федерального значения составляет около 2,7% площади страны, а всех ООПТ (федерального, регионального и местного значения) – примерно 8%. Это меньше, чем во многих других странах, однако необходимо учитывать то обстоятельство, что около половины площади страны занимают территории, практически не затронутые хозяйственной деятельностью. Если же рассматривать абсолютные показатели, то суммарная площадь всех российских ООПТ превышает площадь таких европейских стран как Франция, Германия и Италия, вместе взятых. Одна крупная российская охраняемая природная территория может превышать размеры среднего европейского государства, например, Нидерландов.

Внутри субъектов РФ распределение ООПТ очень неравномерное. Так, в Кабардино-Балкарии, Адыгее и на Камчатке суммарная площадь ООПТ всех уровней составляет около 30% площади региона, в то время как в Тамбовской области и Ставропольском крае эта величина равна 0,4% [1].

2. Основные формы и размеры ООПТ.

Россия унаследовала от СССР довольно сложную систему категорий ООПТ, которая формировалась эволюционно. С учетом особенностей режима охраняемых природных территорий и статуса находящихся на них природоохранных учреждений различаются следующие

	виды	этих	территорий:
-	государственные природные заповедники, в том числе биосферные;		
	национальные парки;		
	природные парки;		
	государственные природные заказники;		
	памятники природы;		
	дендрологические парки и ботанические сады;		
	лечебно-оздоровительные местности и курорты		

Среди этих территорий федеральный статус имеют лишь заповедники, национальные парки и заказники федерального значения (заказники могут быть и местными), остальные формы охраны территории обычно имеют местный статус. Кроме того, Закон постулирует возможность создания и других категорий ООПТ, что уже реализуется. Традиционно высшей формой охраны природных территорий в нашей стране являются заповедники.

По данным на 21 сентября 2009 г. в России (имеются в виду только заповедники, национальные парки, а также заказники и памятники природы федерального значения) насчитывается 239 особо охраняемых природных территорий общей площадью 55,57 млн. га (3.23% территории России)

Из них:

·	101 государственный природный заповедник общей площадью 33,8 млн. га, из них площадь суши (с внутренними водоемами)—27,3 млн. га, что составляет 1,6% территории России, морская акватория—6,47 млн. га;
---	--

- 41 национальный парк общей площадью 9,17 млн. га (0,533% территории России);
- 69 государственных природных заказников общей площадью 12,6 млн. га, площадь суши—9,76 млн. га (0,57% территории России), морская акватория—2,84 млн. га;
- 28 памятников природы общей площадью 34,3 тыс. га

Современные особо охраняемые природные территории в России существуют уже более 90 лет. В 1916 году Баргузинский заповедник (Бурятия) стал первым таким уникальным объектом. Сеть национальных парков начала развиваться в Советском Союзе гораздо позже, в 1983 году был учрежден первый национальный парк – Сочинский (Краснодарский край). Сеть заповедников и национальных парков получила особенно интенсивное развитие, начиная с 1992 года, а за последние годы площадь особо охраняемых природных территорий федерального значения была увеличена на 72%. С 2000 по 2006 г. существовал негласный мораторий на создание заповедников и национальных парков. Следует отметить, что до этого многолетний перерыв в создании таких объектов наблюдался в 1951-1954 гг., 50 лет назад, но период длился всего 4 года. Их количество в этот период “застыло” на цифрах: 100 заповедников, 35 национальных парков

Затем за 2 года были учреждены следующие федеральные ООПТ в России:

- заповедник Кологривский лес (Костромская область, 2006);- Калевальский национальный парк (республика Карелия, 2006);- национальный парк Бузулукский Бор (Оренбургская область, 2007); - национальный парк Зов Тигра (Приморский край, 2007);- национальный парк Удэгейская легенда (Приморский край, 2007); национальный парк Анюйский (Хабаровский край, 2007). Последним появился национальный парк Русская Арктика (Архангельская область), учрежденный постановлением премьер-министра в июне 2009 года

3 Причины исчезновения видов.

Основные причины исчезновения видов

Как известно, многие биологические виды находятся в настоящее время под угрозой уничтожения. Причины этого в большинстве случаев самые разные. Но наиболее часто к сокращению численности тех или иных биологических видов приводят следующие факторы:

1. Нарушение биотопа (50% случаев)
2. Прямое добывание (28% случаев)
3. Прямое уничтожение (17% случаев)
4. болезни и гибель (2%)
5. Беспокойство (2%)
6. Загрязнение (0,5%)
7. причины не установлены (0,5%)

В зависимости от требовательности к биотопу и, следовательно, устойчивости к неблагоприятным воздействиям все виды можно подразделить на следующие категории:

1. Виды, находящиеся в безопасности. Эти биологические виды характеризуются следующими признаками:

А) Используют местообитания, созданные или преобразованные человеком

Б) Не испытывают на себе отрицательного воздействия человека и имеют обширный ареал.

2. Виды, находящиеся под угрозой уничтожения. Для них характерны следующие признаки:

А) Требуют больших специализированных биотопов и плохо переносят вмешательство человека.

Б) Имеют очень малые ареалы, часто являются видами-эндемиками (островной ареал)

Сравнительная характеристика видов находящихся и не находящихся под угрозой уничтожения

Особенности биологического вида	Виды, не находящиеся под угрозой уничтожения	Виды, находящиеся под угрозой уничтожения
Размеры организма	Средние и мелкие	Крупные

Способ питания	Травоядные	Хищные
Требования к биотопу	Низкие	Очень высокие
Ареал	Широкий	Ограниченный, островной
Ценность (мясо, мех...)	Низкая	Очень высокая
Спортивный интерес	Не являются объектами охоты	Обычный промысловый вид
Миграция	Мигрируют и не мигрирует	Мигрируют, пересекают границы
Реакция на присутствие человека	Безразлично, а иногда и полезно	Не переносят присутствия
Образование колоний или групп при размножении	Образуют или нет	Как правило образуют
Период беременности	Короткий	Длительный
Количество потомков	2 и более	1-2
Забота о потомстве	Почти без ухода	Заботливый уход
Поведение	Приспособительный характер	Приспосабливаются редко

Данная таблица позволяет сделать вывод о том, какие виды будут существовать в биосфере еще долго, а о сохранении каких следует заботиться.

1. 17 Лекция №18 (2 часа).

Тема: «Экологическая политика »

1.17.1 Вопросы лекции:

- 1 Законодательная база Российской Федерации в области природопользования.
- 2 Принципы охраны.
- 3 Основные экологические нормативы.

1.17.2 Краткое содержание вопросов:

1 Законодательная база Российской Федерации в области природопользования.

Правовая охрана окружающей среды в Российской Федерации представляет собой совокупность законодательно установленных норм, направленных на выполнение мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов, достижение оптимального уровня качества жизни населения, обеспечения экологической безопасности, а также реализации целей устойчивого развития в интересах настоящего и будущих поколений людей.

В системе правового обеспечения природопользования и природоохранной деятельности России можно выделить следующие группы юридических мероприятий:

1. Правовое регулирование отношений по использованию, сохранению и возобновлению природных ресурсов.
2. Финансирование и материально-техническое обеспечение природоохранных мероприятий.
3. Организация экологического контроля в области охраны окружающей среды (государственный, производственный, муниципальный и общественный контроль).
4. Система воспитания и обучения кадров, повышение уровня квалификации специалистов, а также мероприятия по повышению уровня экологического образования населения.
5. Юридическая ответственность нарушителей законодательства в области охраны окружающей среды.

В соответствии с природоохранным законодательством объектом правовой охраны выступает **природная среда — совокупность компонентов природной среды природных и**

природно-антропогенных объектов, обеспечивающих благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Природоохранное (экологическое) законодательство РФ представляет собой многогранную систему природоохранных норм и правовых актов, объединенных общностью объекта правовой охраны и регулирующих отношения, возникающие между обществом и природой при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду.

Система экологического законодательства включает в себя две подсистемы: природоохранное и природоресурсное законодательство. В подсистему природоохранного законодательства входят: Федеральные законы «Об охране окружающей среды», «Об особо охраняемых природных территориях» и др., в подсистему природоресурсного законодательства — Земельный кодекс РФ, Лесной кодекс РФ, Водный кодекс РФ, Воздушный кодекс РФ, Федеральный закон «О недрах» и др.

С целью государственного регулирования хозяйственной деятельности, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды, определена **система природоохранных нормативов**, которая включает:

- установление нормативов качества окружающей среды по химическим, физическим, биологическим показателям состояния компонентов природной среды и природных объектов с учетом природных особенностей территорий и акваторий и их целевого использования;
- нормативы воздействия хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду, исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы качества окружающей среды и технологические нормативы на допустимые выбросы и сбросы;
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды в соответствии с природоохранными требованиями.

Следующим источником экологического права выступает Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» (1995 г.), который регулирует отношения в области организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий в целях сохранения уникальных и типичных природных комплексов, объектов растительного и животного мира, их генетического фонда, изучения естественных процессов в ноосфере и контроля за изменением ее состояния.

Среди многообразия актов природоресурсного законодательства России, наиболее значимым является Земельный кодекс РФ, принятый Государственной Думой 28 сентября 2001 г. Это четвертый Земельный кодекс РФ, который принципиально отличается от первых трех, принятых соответственно в 1922, 1970, 1991 гг. Новый кодекс закрепил переход от административного метода регулирования земельных отношений к гражданско-правовым. Земельный кодекс разработан как рамочный закон, т.е. законодательный акт, который прямо не регулирует земельные отношения, а определяет общие принципы и подходы регулирования таких отношений.

Отношения по вопросам использования и охраны водных объектов регулируются **Водным кодексом РФ (1995 г.). Лесной кодекс РФ (2006 г.)**

Воздушный кодекс РФ (1997 г.)

Нормативные правила

2 Принципы охраны.

Согласно закону Российской Федерации об охране окружающей среды основными принципами охраны окружающей среды являются следующие:

- приоритет охраны жизни и здоровья человека;
- научно-обоснованное сочетание экологических и экономических интересов;
- рациональное и неистощительное использование природных ресурсов;
- платность природопользования;

- соблюдение требований природоохранительного законодательства, неотвратимость ответственности за его нарушение;
- гласность в работе экологических организаций и тесная связь их с общественными объединениями и населением в решении природоохранных задач;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

3 Основные экологические нормативы.

ПДК - предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, водоемах (взвешенные частицы, аэрозоли, пыль; газообразные компоненты); нормативы биологического загрязнения (микробы, вирусы, аллергены);

ПДУ - нормативы предельно допустимых уровней вредных физических воздействий (звуковые колебания, электромагнитное воздействие, тепловое загрязнение, проникающая радиация, вибрация...);

ПДН - предельно-допустимые нагрузки на природную среду (ПДН - носит региональный характер т.к. определяет воздействие на природно-территориальный комплекс).

Производственно-хозяйственные стандарты: определяют предельно-допустимые параметры производственно-хозяйственной деятельности конкретных объектов с точки зрения экологической защиты природной среды.

ПДВ - нормативы предельно-допустимых выбросов вредных веществ, химических и биологических воздействий (ПДВ в атмосферу, водоемы устанавливается для каждого стационарного источника отдельно).

В последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом. Исследования самого последнего времени привели к выводу об отсутствии нижних безопасных порогов (а, следовательно, ПДК) при воздействии канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычных, природных фонов опасно для животных организмов хотя бы генетически, в цепи поколений.

Среднесуточная ПДК (ПДК сс) - концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия. Максимальная разовая величина ПДК не должна допускать неприятных рефлекторных реакций человеческого организма. При наличии 2-х или более примесей возможно появление эффекта суммации - качество окружающей среды будет соответствовать установленным нормативам.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Влияние освещенности на морфометрические показатели растений»

2.1.1 Цель работы: Изучить влияние освещенности на морфометрические показатели растений

2.1.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными морфометрическими показателями растений
2. Выявить влияние освещенности на морфометрические показатели растений
3. Сделать выводы о влиянии освещенности на изменение и изменчивость морфометрических показателей растений.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

линейки

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Для выполнения работы находят ценопопуляции (ЦП) растений одного вида (крапива двудомная, подорожник большой, чистотел большой и др.), произрастающие в условиях разной освещенности.

2. Используя люксметр, проводят замеры освещенности в контрастных местообитаниях.

3. У каждой особи измеряют морфометрические показатели и записывают в табл. 1.

1. Морфометрические показатели растений в природных ценопопуляциях

Вариант № растения	Высота растений, см	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см	Количество	
				плодов, шт.	листьев, шт.
«Световая» ЦП					
«Теневая» ЦП					

4. Используя данные таблицы 1 рассчитывают среднее арифметическое значение (\bar{x}), ошибку среднего арифметического (m), среднее квадратичное отклонение ($S_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (V , %) морфометрических показателей растений.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}; \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad m = \frac{S_x}{\sqrt{n}}; \quad V = \frac{S_x}{\bar{x}} 100\%$$

5. Результаты вносят в табл. 2.

2. Влияние освещенности на морфометрические показатели растений

Вариант	Статистические показатели	Высота растений, см	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см	Количество	
					плодов, шт.	листьев, шт.
\bar{x}						
m						
$S_{\bar{x}}$						
V , %						

6. Статистически значимые различия между выборками оценивают по критерию Стьюдента (t) (Лакин, 1990). Если полученное фактическое значение (t_{ϕ}) будет выше стандартного теоретического (t_{st}), в этом случае выборки достоверно различаются. Значения t_{st} приведены в табл. 18.

Для неравночисленных выборок, т.е. при $n_1 \neq n_2$ расчет проводится по формуле:

$$t_{\phi} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

k – число степеней свободы ($k = n_1 + n_2 - 2$).

3. Критические точки t-критерия Стьюдента при различных уровнях значимости α , %

Число степеней свободы	α			Число степеней свободы	α		
	5	1	0,1		5	1	0,1
1	12,71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	9,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,46
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	∞	1,96	2,58	3,29
P	0,05	0,01	0,001	—	0,05	0,01	0,001

7. На основании полученных данных (среднего арифметического и коэффициента вариации) строят диаграммы и делают выводы о влиянии освещенности на изменение и изменчивость морфометрических показателей растений.

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Влияние интенсивности света на процесс фотосинтеза»

2.2.1 Цель работы: Оценить интенсивность фотосинтеза по степени выделения кислорода при различных условиях освещения гидрофитов

2.2.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с процессом фотосинтеза.
2. Рассмотреть методы определения интенсивности фотосинтеза.
3. Оценить влияние интенсивности света на процесс фотосинтеза

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1) пробирка; 2) стеклянная палочка; 3) нитка; 4) секундомер; 5) электрическая лампа (200-300 Вт); 6) лезвие; 7) побег элодеи канадской.

Рективы: 1) сода двууглекислая; 2) водопроводная вода.

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Побег водного растения (элодеи канадская, уруть колосистая и т.д.) длиной 3-4 см с неповрежденной почкой помещают в узкий цилиндр с водой срезанным концом вверх. Воду

берут из водопровода и добавляют перед погружением побега немного NaHCO_3 (натрий углекислый кислый).

2. Побег привязывают тонкой ниткой к стеклянной палочке. Уровень воды в пробирке должен быть выше побега на 2-3 см. Перед началом опыта верхний срезанный конец еще раз подрезают под водой острым лезвием.

3. Подготовленный таким образом побег выставляют на свет: при естественном освещении (вблизи оконного проема) и при искусственном освещении (на различном расстоянии от источника). Расстояние между каждым положением побега при использовании электролампы мощностью 200 Вт должно составлять 20 см.

4. Подсчет пузырьков кислорода начинают через 2-3 мин после выставления побега на свет. Определение количества выделившихся пузырьков кислорода проводят 3 раза.

5. Затем вычисляют среднее количество выделившегося кислорода за 1 мин. при различных условиях освещения.

6. Данные оформляют в табл. 1 и делают выводы.

Таблица 1

Влияние интенсивности света на процесс фотосинтеза

Название растения	Количество выделившегося кислорода за 1 минуту			
	естественное освещение	искусственное освещение		
		20 см от источника искусственного света	40 см от источника искусственного света	60 см от источника искусственного света

2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).

Тема: «Антропогенный геохимический цикл Определение загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега»

2.3.1 Цель работы: ознакомиться с различными видами антропогенного влияния геохимических циклов и антропогенного влияния на них

2.3.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с различными видами антропогенного влияния геохимических циклов
2. Оценить масштабы и последствия антропогенных влияний.
3. Оценить экологическую обстановку по физико-химическим характеристикам снега.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Демонстрационные материалы, фотоэлектроколориметр; pH-метр; аналитические весы; плоскодонные колбы; химические воронки; складчатые фильтры; полиэтиленовые бутылки из под питьевой воды емкостью 1,5 – 2 л.
Реактивы: азотнокислое серебро, 10%-ный раствор; трилон Б, 0,05 М; эриохром черный Т; салициловокислый натрий; едкий натр, 10Н раствор; гликолевый реагент; соляная кислота.

2.3.4 Описание (ход) работы:

. Рассмотреть виды антропогенного влияния на круговорот воды, углерода, кислорода, серы, фосфора, азота. Оценить масштабы и последствия антропогенных влияний

Отбирают образцы снега (1 кг) в выбранных местах на площадках размером не менее 1 м², нумеруют их в соответствии с номерами мест отбора проб снега.

Для таяния снега собранные образцы оставляют при комнатной температуре до следующего занятия. В день сбора образцов снега студенты готовят к следующему занятию складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки. Каждый складчатый фильтр взвешивают на аналитических весах. Вес бумажного фильтра и номер пробы записывают на краю фильтра карандашом. Параллельно нумеруют плоскодонные колбы в соответствии с номерами проб.

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Определение устойчивости растений к высоким температурам.»

2.4.1 Цель работы: Определить устойчивость растений к высоким температурам

2.4.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть методы оценки устойчивости растений к высоким температурам
2. Ознакомиться с процессами, протекающими в клетках растений при действии на них высокой температуры.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Материалы и оборудование. Свежие листья каких-либо растений с нейтральной реакцией клеточного сока, раствор HCl (0,2 н.), водяная баня, термометр, пинцет, чашки Петри, стакан с водой.

2.4.4 Описание (ход) работы:

Нагревают водяную баню до 40⁰С, погружают в нее по 5 листьев исследуемых растений и выдерживают листья в воде в течение 30 минут, поддерживая температуру на уровне 40⁰С. Затем вынимают по одному листу каждого вида растений и помещают их в чашку Петри с холодной водой. Поднимают температуру в водяной бане до 45⁰С и через 10 минут после этого извлекают еще по одному листу и переносят их в новую чашку с холодной водой. Таким же образом берут пробы при 50, 55 и 60⁰С.

После охлаждения образцов, воду в чашках Петри заменяют 0,2 н. соляной кислотой и через 20 минут учитывают степень повреждения листьев по количеству появившихся бурых пятен. Результаты заносят в таблицу, обозначив отсутствие побурения знаком «-», слабое побурение – «+», побурение более 50% площади листа – «+ +», сплошное побурение – «+ + +».

64.Определение степени повреждения листьев

Вариант	Степень повреждения листьев при воздействии температурой				
	40 ⁰ С	45 ⁰ С	50 ⁰ С	55 ⁰ С	60 ⁰ С

Делают выводы о степени жаростойкости исследуемых растений.

2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).

Тема: «Лихеноиндикация»

2.5.1 Цель работы: определение загрязненности атмосферного воздуха г. Оренбурга по состоянию эпифитных и эпилитных лишайников.

2.5.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть основные виды лишайников
2. Определить степень покрытия древесного ствола лишайниками.
3. Определить степень загрязнения воздуха на изучаемой территории

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Определитель лишайниковой флоры, лупа, палетка (рамка).

2.5.4 Описание (ход) работы:

Работа выполняется в группах.

1. Выберите район, в котором будут проводиться наблюдения.
2. Составьте карту района.
3. Отметьте на карте близлежащие ТЭЦ, заводы, другие предприятия, дороги с интенсивным транспортным движением.
4. Разбейте выбранную территорию на квадраты, размер которых зависит от площади изучаемой территории (например, 10x10 м).
5. В каждом квадрате выберите 10 отдельно стоящих старых, но здоровых, растущих вертикально деревьев.
6. На каждом дереве подсчитайте количество видов лишайников. Не обязательно знать, как точно называются виды, надо лишь различить их по цвету и форме слоевища. Для более точного подсчета можно использовать лупу.
7. Все обнаруженные виды разделите на 3 группы: кустистые, листоватые, накипные.
8. Проведите оценку степени покрытия древесного ствола. Для этого на высоте 30-150 см на наиболее заросшую лишайниками часть коры наложите рамку. Подсчитайте, какой процент общей площади рамки занимают лишайники.

Кроме деревьев, можно исследовать обрастание лишайниками камней, стен домов и т.п.

Полученные результаты занесите в таблицу.

Признаки	Деревья									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общее количество видов лишайников, в том числе:										
кустистых										
листоватых										
накипных										
Степень покрытия древесного ствола лишайниками, %										

Обобщение результатов и выводы

Определите степень загрязнения воздуха по таблице.

Зона	Степень загрязнения	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
		Кустистые	Листовые	Накипные
1	2	3	4	5
1	Загрязнения нет	+	+	+
2	Слабое загрязнение	-	+	+
3	Среднее загрязнение	-	-	+
4	Сильное загрязнение («лишайниковая пустыня»)	-	-	-

Сделайте вывод о степени загрязнения воздуха на изучаемой территории.

2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).

Тема: «Оценка качества среды по величине флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой.»

2.6.1 Цель работы: По степени флуктуирующей асимметрии определить степень загрязнения атмосферного воздуха в различных по загазованности частях города

2.6.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с понятием флуктуирующая асимметрия
2. Выполнить измерения, заполнить таблицы, выполнить расчеты.
3. Определить степень загрязнения атмосферного воздуха по степени флуктуирующей асимметрии

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1) линейки; 2) циркуль-измеритель; 3) транспортиры 4) гербарии

2.6.4 Описание (ход) работы:

1. С 10-ти близкорастущих деревьев берут по 10 листьев с каждого (всего 100 листьев с каждого местообитания, например, вблизи промышленных предприятий, автодорог, в парке). Листья отбирают со средневозрастных деревьев с нижней части кроны, на уровне поднятой руки. У березы используют листья только с укороченных побегов (рис. 17). Листья с одного дерева связывают по черешкам.
2. С каждого листа снимают показатели по 5-ти параметрам с левой и правой стороны листа (рис. 18): 1) ширина половинки листа (для измерения лист складывают поперек пополам, прикладывая верхушку листа к основанию, разгибают и производят измерения); 2) длина второй жилки второго порядка от основания листа; 3) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4) расстояние между концами этих жилок; 5) угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.
3. Первые четыре параметра измеряют с помощью циркуля-измерителя, угол между жилками – транспортиром. Данные измерений заносятся в табл. 30.

3. Таблица 1

4. Результаты измерений листа березы повислой

Дата:			Исполнитель:							
Место сбора:										
№ листа	1-й признак		2-й признак		3-й признак		4-й признак		5-й признак	
	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.

4. Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользуются вспомогательной табл. 31. Значение одного промера обозначают как X , значение промера с левой и правой стороны обозначают соответственно как $X_{\text{л}}$ и $X_{\text{п}}$. Измеряя параметры по 5-ти признакам (слева и справа), получают 10 значений X :

1) находят относительное различие между значениями признака слева и справа (Y) для каждого признака:

$$5. Y = \frac{|X_{\text{л}} - X_{\text{п}}|}{X_{\text{л}} + X_{\text{п}}}$$

Сначала необходимо найти разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находят сумму этих же значений, а разность делят на сумму, найденное значение Y записывают во вспомогательную таблицу. В результате получают 5 значений Y для каждого листа;

2) находят значение среднего относительного различия между сторонами на признак каждого листа (Z). Для этого сумму относительных различий надо разделить на число

признаков (N =5):

$$Z_n = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$$

3) вычисляется среднее относительное различие на признак для выборки (X). Для этого все значения Z складывают и делят на число этих значений, т.е. число листьев (n = 10):

$$6. X = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_{10}}{n}$$

Этот показатель характеризует степень асимметричности организма. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние (табл. 32).

7. Таблица 2

8. Вспомогательная таблица для вычислений

№ листа	1 признак (Y ₁)	2 признак (Y ₂)	3 признак (Y ₃)	4 признак (Y ₄)	5 признак (Y ₅)	Среднее относительное различие на признак (Z)

9.

10. Таблица 3

11. Бальные значения показателя асимметричности

Балл	Значение показателя асимметричности	Балл	Значение показателя асимметричности
1	до 0,055	4	0,065-0,070
2	0,055-0,060	5	более 0,07
3	0,060-0,065		

5. Данные оформляют в табл. 33 и делают выводы о степени загрязненности атмосферного воздуха в различных районах города.

12. Таблица 4

13. Величина флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой

Район исследования	Бальные значения показателя асимметричности

2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).

Тема: «Оценка солеустойчивости растений по изменению показателей прорастания семян в солевых растворах»

2.7.1 Цель работы: оценить солеустойчивость растений по изменению показателей прорастания семян в солевых растворах

2.7.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть принципы диагностики устойчивости растений к засолению почвы.
2. Определить основной показатель солеустойчивости при проращивании семян на растворах солей.

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Материалы и оборудование. Семена растений различной солеустойчивости, раствор формалина, растворы NaCl различной концентрации (см. таблицу), чашки Петри, марлевые мешочки, сушильный шкаф, термостат.

2.7.4 Описание (ход) работы:

. Семена каждого вида и сорта помещают в марлевые мешочки и обрабатывают раствором формалина (1 мл на 300 мл воды) в течение 3-5 минут. Затем семена слегка просушивают и раскладывают по 50 штук в две чашки Петри на фильтровальную бумагу. Чашки Петри с фильтровальной бумагой предварительно прокалывают в сушильном шкафу

при температуре 150⁰С. В первую чашку Петри добавляют раствор хлористого натрия (опыт), во вторую – дистиллированную воду (контроль). Закладку опыта проводят в двухкратной повторности. Условия проращивания семян представлены в таблице.

71. Условия проращивания семян

Культура	Уровень засоления NaCl, атм.	Период проращивания, суток	Количество раствора NaCl на одну чашку, мл	Учетная длина проростка, не менее, мм	Температура проращивания, °С
Пшеница	10	7	6-7	5	22 ± 2
Ячмень	7	6	7	5	22 ± 2
Рожь	11,5	7	5-6	5	22 ± 2
Кукуруза	7	7	8-10	5	24 ± 2
Горох	5	7	15	5	22 ± 2
Капуста	11	7	5	3	22 ± 2
Арбуз	6	10	7	5	22 ± 2

По окончании проращивания определяют число проросших семян в чашках с контрольным и опытным вариантом, находят средние величины из двух повторностей.

Среднее число семян проросших в дистиллированной воде принимают за 100 %, а среднее число семян проросших в растворе соли (а) выражают в процентах от числа семян, проросших в контроле (в):

$$P = \frac{a}{b} \cdot 100, \%$$

Чем выше процент проращивания семян в растворе соли, тем более солеустойчив образец.

Полученные результаты заносят в таблицу, делают выводы.

72. Определение процента проращивания семян на растворах NaCl

Вариант	Число семян проросших на контроле, шт.	Число семян проросших на растворе NaCl, шт.	% проращивания

2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа).

Тема: «Определение степени экологического загрязнения различных субстратов с помощью биотеста на проростках»

2.8.1 Цель работы: Определить степень экологического загрязнения воды и почвы

2.8.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с методом биотестирования с помощью растений
2. Узнать основные преимущества метода биотестирования.
3. Провести расчеты и определить степень экологического загрязнения воды и почвы.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Оборудование и материалы: 1) чашки Петри; 2) фильтровальная бумага; 3) мерные пипетки на 10 мл; 4) маркер по стеклу; 5) термостат; 6) весы; 7) разновесы; 8) линейки; 9) семена огурца, кресс-салата, горчицы и др.

Реактивы: 1) 1 %-ный раствор перманганата калия или слабый раствор формалина; 2) дистиллированная вода; 3) образцы водных сред из городского водопровода, ближайших водоемов (пруда, озера, реки), вода из отстойников очистных сооружений канализации, а также твердые субстраты (почва, сточные осадки).

2.8.4 Описание (ход) работы:

1. Закладывают биотест. Для этого на 10-20 мин семена огурца, кресс-салата, горчицы и др. помещают в 1%-ный раствор перманганата калия или формалина, а затем отмывают водой и раскладывают в чашки Петри по 12 штук. В каждую чашку Петри вводят по 10 мл испытуемой жидкости, а в контрольный вариант – дистиллированную воду. Испытуемыми жидкостями могут быть образцы воды из городского водопровода, ближайших водоемов (пруда, озера, реки) и из отстойников очистных сооружений канализации.

2. При оценке загрязнения твердого субстрата (почвы из разных районов города, осадки сточных вод и т.д.) навеску субстрата (3-5 г) помещают на дно чашки Петри и равномерно распределяют по дну, закрывают субстрат бумажным фильтром и заливают 20-30 мл дистиллированной воды на сутки. На следующий день на поверхность фильтровальной бумаги раскладывают семена, также по 12 штук в каждую чашку.

Чашки Петри помещают в термостат при температуре 26 °С на четверо суток.

3. Затем проводят измерения длины главного корня и зоны боковых корней у 10 проростков. Измерения проводят с помощью линейки или полоски миллиметровой бумаги. Данные вносят в табл. 1 и 2.

Проводят статистическую обработку полученных данных.

Делают вывод о чувствительности биотеста и о возможности его применения к данным исследованиям, дают характеристику среды с экологической точки зрения и данных биотестирования.

1. Учет длины главного корня и зоны боковых корней у проростков огурца

Вариант опыта	Длина главного корня, см							Длина зоны боковых корней, см						
	Повторности							Повторности						
	1	2	3	...	10	Σ*	X*	1	2	3	...	10	Σ	X
Контроль (дистиллированная вода)														
Вода водопроводная														
Вода из пруда, озера или реки														
Вода из отстойников очистных сооружений канализации														
Почва из разных районов города														
Осадки сточных вод														

* Σ - сумма, X - средняя величина.

2. Влияние водных сред на рост главного корня проростков огурца

Вариант опыта	Средняя длина главного корня		Средняя длина зоны боковых корней	
	см	%	см	%
Контроль (дистиллированная вода)		100		100
Вода водопроводная				
Вода из пруда, озера или реки				
Вода из отстойников очистных сооружений канализации				
Почва из разных районов города				

Осадки сточных вод				
--------------------	--	--	--	--

3. Данные оформляют в табл. 1-2 и делают выводы.

2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).

Тема: «Определение показателей, характеризующих органолептические свойства воды»

2.9.1 Цель работы: Определить качество воды, используя, ее органолептические свойства и получить информацию о составе воды.

2.9.2 Задачи работы:

1. Изучить понятие «качество воды»
2. Изучить основные органолептические показатели воды.
3. Определить качество исследуемых образцов воды

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Оборудование и материалы: 1) колба с притертой пробкой; 2) часовое стекло; 3) электрическая плитка; 4) термометр; 5) вода из водоема; 6) цилиндры с плоским дном на 100 и 1000 мл; 7) мерные колбы на 1 л.; 8) калибровочный водяной термометр; 9) шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий букв – 0,5 мм; 10) линейка.

Реактивы: 1) дистиллированная вода; 2) стандартный раствор № 1: 0,0875 г бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 мл серной кислоты с пл. 1,84 г/мл растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л, раствор соответствует цветности 500°С; 3) раствор № 2: 1 мл концентрированной H_2SO_4 доводят дистиллированной водой до 1л; 4) вода из водоема.

2.9.4 Описание (ход) работы:

Природная и питьевая вода содержит огромное количество компонентов, находящихся в низких (менее 1%) и ультранизких (менее 0,0000001%) концентрациях. В естественных условиях состав вод регулируется природными процессами, в тоже время в результате хозяйственной деятельности человека происходит значительное изменение состава природных вод. Качество воды отражает ее состав, потребительские свойства, т.е. ее пригодность для пищевого, хозяйственного или другого использования. Обязательный контроль качества природной и питьевой воды проводится более чем по 50 показателям. Когда к качеству воды предъявляются особые требования, контроль проводится по 100 и более компонентам, многие из которых составляют миллиардные и триллионные доли токсического вещества (микрограммы и нанogramмы вещества на 1 л воды). Характеристика свойств воды может проводиться различными методами: визуальным, органолептическим, визуально-калориметрическим, титриметрическим, турбидиметрическим и расчетным.

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, т.е. таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). К органолептическим характеристикам относятся: запах, вкус и привкус, цветность, прозрачность, осадок, температура и др.

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем или со сточными водами. Практически все органические вещества (особенно жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°С) и при повышенной (60°С) температуре воды. Запах оценивается в баллах. Водой без запаха считается вода, запах которой не превышает 2-х баллов (питьевая вода).

Запах по характеру подразделяют на две группы (табл. 1), описывая его субъективно по своим ощущениям: 1) запахи естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.); 2) запахи искусственного происхождения, которые обычно значительно изменяются при обработке воды. Чистые природные воды запахов не имеют.

1.Характер и интенсивность запаха

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
<ul style="list-style-type: none"> – ароматный – болотный – гнилостный – древесный – плесневый – рыбный – сероводородный – травянистый – неопределенный 	<ul style="list-style-type: none"> – нефтепродуктов (бензиновый) – хлорный – уксусный – фенольный и др.

Интенсивность запаха определяют по 5-бальной шкале: 0 - не ощущается; 1 - обнаруживается только опытным исследователем; 2 - слабый, обнаруживается в том случае, если указать на него; 3 - заметный, вызывает неодобрение; 4 - отчетливый, делающий воду непригодной для питья; 5 - очень сильный, делающий воду совершенно непригодной (Муравьев, 1998).

Оценку вкуса у питьевой воды проводят при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают четыре вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий). Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солонватый, щелочной, железистый, металлический, вязущий, хлорный и др.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-бальной шкале (табл. 2). Для питьевой воды допускаются значения показателей вкус и привкус не более 2-х баллов.

2.Определение характера и оценка интенсивности вкуса и привкуса

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус сразу потребителем не ощущаются, но обнаруживаются при тщательным тестировании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание	2
Заметна	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

При интенсивности запахов и привкусов выше 2-х баллов водопотребление ограничивается, так как сильные запахи и привкусы могут быть показателями загрязнения воды сточными водами или свидетельствовать о наличии биологически активных веществ,

выделяемых синезелеными водорослями.

Цветность – это природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ и комплексных соединений железа, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в открытые водоемы. Цветность воды определяется в градусах. Вода, имеющая цветность 20°С, считается бесцветной.

Вода, не подвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20°С (Руководство..., 1977).

Для приготовления шкалы цветности смешивают растворы № 1 и № 2 (см. реактивы) в цилиндрах в следующих соотношениях (табл. 3):

3.Хромово-кобальтовая шкала цветности

Растворы	Шкала цветности										
Раствор № 1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Раствор № 2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ. Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который виден специальный шрифт. Воды для питьевого водоснабжения должны обладать прозрачностью не менее 30 см. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см.

Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Температура является важной гидрологической характеристикой водоема, показателем возможного теплового загрязнения. При тепловом загрязнении происходит повышение температуры воды в водоеме по сравнению с естественными значениями температур в тех же точках в соответствующие периоды сезона. Основные источники промышленных тепловых загрязнений – тепловые воды электростанций и крупных промышленных предприятий, образующиеся в результате отведения тепла от нагретых агрегатов и машин. Электростанции часто сбрасывают в водоемы воду, имеющую температуру на 8-12° С больше, чем забираемая из того же водоема вода. Тепловое загрязнение опасно тем, что вызывает интенсификацию процессов жизнедеятельности и ускорение естественных жизненных циклов водных организмов, изменение скоростей химических и биохимических реакций, протекающих в водоеме. В условиях теплового загрязнения значительно изменяются кислородный режим, процесс самоочищения водоема, интенсивность фотосинтеза и т.п.

Ход работы

1. Колбу с притертой пробкой наполняют на 2/3 ее объема исследуемой водой, сильно встряхивают, открывают пробку и вдыхают ее запах. Для усиления интенсивности запахов воду подогревают до 60° С, предварительно закрыв ее часовым стеклом.

2. Колбу вращательным движением взбалтывают и, сдвинув стекло, быстро определяют запах.

3. Анализируемую воду набирают в рот малыми порциями и задерживают на 3-5 с, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают.

4. Отмечают наличие вкуса и его интенсивность в баллах по шкале (табл. 5).

5. Цветность можно определять визуально. Для этого наливают в цилиндр 100 мл профильтрованной исследуемой воды, сравнивают ее с контрольными растворами шкалы цветности (согласно табл. 6) и определяют градусы цветности. Цветность можно определить на фотоэлектрокалориметре (рис. 11). Для этого строят градуированный график по хромово-кобальтовой шкале цветности. Растворы с различной цветностью калориметрируют в

кювете на 5 см в синей части спектра относительно дистиллированной воды. При цветности выше 35°С водопотребление ограничивают.

6. Исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого кладут на расстоянии 4 см шрифт. Сливают воду до тех пор, пока сверху через слой можно будет отчетливо прочесть этот шрифт.

7. Высоту столба оставшейся воды измеряют линейкой.

Осадок оценивают количественно: нет, незначительный, заметный, большой и качественно: песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный.

8. Взболтанную в колбе воду из источника наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют на 1 ч (если вода отобрана из открытого водоема) или на сутки (если вода взята из подземных источников).

9. Осадок оценивают количественно и качественно, также отмечают цвет осадка. Большое количество осадка свидетельствует о загрязнении воды.

10. Погружают водяной термометр в воду водоема и выдерживают в погруженном состоянии на нужной глубине (10-15 см) не менее 5 минут. Не вынимая термометра из воды, производят отсчет показаний. Определяют температуру воды в нескольких местах водоема.

12. Рассчитывают разницу в значениях температуры. Температуру более глубоких слоев воды определяют, опуская термометр на глубину 20, 30, 40, 50 см.

13. Данные оформляют в табл. 4 и делают выводы:

4. Органолептические свойства воды

Пробы воды	Запах, балл	Вкусы и привкусы, балл	Цветность, °	Прозрачность, см	Осадок	Температура, °С

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3.1 Практическое занятие №1 (2 часа).

Тема: «Действие факторов среды на организм»

3.1.1 Задание для работы:

1. Изучить влияние низкой температуры окружающей среды на физиологические процессы организм

2. Установить адаптационные возможности организма

3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Физиологические особенности адаптации организма к низким температурам можно исследовать с помощью простой пробы - опускания руки в воду со льдом. Эта проба позволяет исследовать адаптивную реакцию организма на интенсивное холодное раздражение.

Для проведения этого исследования необходимо выбрать из группы 3-4 студентов, родившихся и выросших в различных климатических условиях. После чего у первого из испытуемых измерьте систолическое и диастолическое давление, а затем он погружает руку до кисти в холодную воду со льдом. Через 3 минуты еще раз измерьте у него давление, и он снова погружает руку в лед. Еще спустя 3 минуты испытуемый окончательно должен извлечь руку из холодной воды, и необходимо еще раз измерить его давление. Делайте измерение давления каждые 3 минуты до тех пор, пока определяемые величины не вернуться к исходным. Все зарегистрированные по ходу работы данные записывайте. Аналогичные исследования проведите для других испытуемых.

По всем полученным результатам постройте графики, откладывая по одной оси

уровень систолического артериального давления в мм рт.ст., а по другой оси время в трехминутных интервалах. Сравните полученные графики, сделайте заключение по проведенной работе.

В теории у студентов систолическое давление при холодном раздражении может повышаться на 20-40 мм рт.ст. При этом у лиц, привыкших к холодному климату, в целом реакция менее выражена, а нормализация значений артериального давления происходит быстрее.

3.1.3 Результаты и выводы:

Способность к адаптации – одно из основных свойств жизни на нашей планете. Любой организм способен жить в пределах определенного диапазона температур. У всех теплокровных наружные слои тела образуют более или менее выраженную «оболочку», температура которой изменяется в широких пределах. Устойчивая температура характеризует лишь область локализации важных внутренних органов и процессов. Поверхностные же ткани выдерживают более выраженные ее колебания. При снижении температуры среды усиливается процесс метаболизма теплокровных организмов и в качестве адаптивного ответа происходит сжатие поверхностных и расширение глуболежащих сосудов, что приводит к консервации тепла.

3.2 Практическое занятие №2 (2 часа).

Тема: «Приспособления организма к условиям среды»

3.2.1 Задание для работы:

1. Рассмотреть примеры приспособленности организмов к среде обитания.
2. Описать с позиций учения о движущих силах эволюции возможный путь возникновения какой-либо приспособительной черты

3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Внимательно рассмотрите экземпляры растений или животных, выясните их видовую принадлежность.

Укажите черты приспособленности к условиям среды обитания изучаемых объектов.

Опишите с позиций учения о движущих силах эволюции возможный путь возникновения какой-либо приспособительной черты.

Докажите ее относительность.

Результаты работы занесите в таблицу.

Растение или животное	Условия среды обитания	Черты приспособленности	Механизм возникновения приспособления	Относительный характер приспособленности

Сделайте вывод.

3.2.3 Результаты и выводы:

Приспособленность - соответствие признаков организма (внутреннего и внешнего строения, физиологических процессов, поведения) среде обитания, позволяющее выжить и дать потомство.

Приспособленность помогает выжить организмам в тех условиях, в которых она сформировалась под влиянием движущих сил эволюции. Но и в этих условиях она относительна.

3.3 Практическое занятие №3 (2 часа).

Тема: «Основные геохимические циклы»

3.3.1 Задание для работы:

1. Рассмотреть круговорот воды, углерода, кислорода, серы, фосфора, азота.
2. Зарисовать схемы рассмотренных геохимических циклов.

3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

Ознакомиться с различными видами геохимических циклов. Рассмотреть круговорот воды, углерода, кислорода, серы, фосфора, азота. Зарисовать схемы рассмотренных геохимических циклов.

3.3.3 Результаты и выводы:

Биогенные элементы – C, O₂, N₂, P, S, CO₂, H₂O и другие – в отличие от энергии удерживаются в экосистемах и совершают непрерывный круговорот из внешней среды в организмы и обратно во внешнюю среду. Эти замкнутые пути называют *биогеохимическими циклами*. В каждом круговороте различают два фонда: резервный, включающий большую массу движущихся веществ, в основном небиологических компонентов, и подвижный, или обменный, фонд – по характеру более активный, но менее продолжительный, отличительной особенностью которого является быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением.

Биогеохимические циклы можно подразделять на два типа: 1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере (океан); 2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.

3.4 Практическое занятие №4 (2 часа).

Тема: «Загрязнение воздуха автотранспортными средствами»

3.4.1 Задание для работы:

1. Ознакомиться с основными загрязняющими веществами, вырабатываемыми автотранспортом
2. Провести оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта

3.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

Данная практическая работа дает возможность оценить загруженность участка улицы разными видами автотранспорта, сравнить в этом отношении разные улицы и изучить окружающую обстановку. Собранные параметры необходимы для расчета уровня загрязнения воздушной среды. Снижение уровня выбросов возможно следующими мероприятиями: запрещение движения автомобилей; ограничение интенсивности движения до 300 автомобилей/час;

2. Суммарный выброс 1-го ЗВ от одного автомобиля к-группы на территории АТП за один рабочий день рассчитывают по формуле:

$$M_{i,k} = M'_{i,k} + M''_{i,k}, \text{ г/день}$$

3. Валовой выброс по каждому 1-му ЗВ рассчитывают отдельно для каждого периода времени (холодного, переходного, теплого) по формуле:

$$M_{i,k} = \sum k_B (M'_{i,k} + M''_{i,k}) * N_K * Др * 10^{-3}$$

, кг/год (4) (4)

где:

k_B - коэффициент выпуска автомобилей на линию;

N_K - количество автомобилей к-группы;

$Др$ - количество рабочих в данном отчетном периоде.

4. Валовой выброс 1-го ЗВ всеми автомобилями АТП за год рассчитывают как сумму выбросов по периодам года:

$$M_{i,k} = M_{i,k}^{ТЕПЛ.} + M_{i,k}^{ПЕРЕХ.} + M_{i,k}^{ХОЛ.}, \text{ кг/год (5) (5)}$$

3.4.3 Результаты и выводы:

Периоды года условно определяют по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже минус 5°C, относят к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой от минус 5°C до плюс 5°C - к переходному периоду, а с температурой плюс 5°C и выше - к теплomu.

Удельные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) грузовыми автомобилями, хранящимися на открытых площадках при наличии средств подогрева.

3.5 Практическое занятие №5 (2 часа).

Тема: «Видовая структура биоценозов»

3.5.1 Задание для работы:

1. Изучить видовую структуру Зауральной рощи г. Оренбурга.
2. Провести определение собранных образцов с помощью определителей.
3. Выявить численность организмов по видам, населяющим определенную площадь на суше или объем воды или воздуха.

3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

Оценка размеров популяции

На небольшом участке можно непосредственно подсчитать число или оценить проектное покрытие или обилие растений и прикрепленных или медленно передвигающихся животных.

На больших открытых пространствах для оценки численности быстро передвигающихся животных необходимы косвенные методы учета. В местообитаниях, в которых наблюдение за организмами затруднено вследствие особенностей их поведения и образа жизни, приходится оценивать численность организмов, используя либо метод изъятия, либо мечения и повторного отлова.

3.5.3 Результаты и выводы:

Видовая структура биоценоза — это совокупность составляющих его видов. В одних биоценозах могут преобладать животные виды (например, биоценоз кораллового рифа), в других биоценозах главную роль играют растения: биоценоз пойменного луга, ковыльной степи, елового, березового, дубового леса. Количество видов (видовое разнообразие) в различных биоценозах разное и зависит от их географического положения.

3.6 Практическое занятие №6 (2 часа).

Тема: «Экологические ниши»

3.6.1 Задание для работы:

1. Изучить параметры экологической ниши
2. Провести количественную оценку с применением различных индексов.

3.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

На основе статистических материалов, представленных преподавателем, определяются параметры экониши: мерность ниши, ширина пространственной и трофической ниш, внутрифенотипическая и межфенотипическая компоненты ниши, ширина ниши, перекрывание экониш и способы количественной оценки: индексы Р. Мак-Артура, Р. Левинса и Э.Пианки.

3.6.3 Результаты и выводы:

Положение, которое вид занимает в составе биоценоза, называется его экологической нишей. Экологическую нишу вида характеризуют и границы выносливости его по отношению к разным факторам, и характер связи с другими видами, и образ жизни, и распределение в пространстве.

3.7 Практическое занятие №7 (2 часа).

Тема: «Антропогенные сукцессии»

3.7.1 Задание для работы:

1. Изучить понятие антропогенная сукцессия
2. Рассмотреть закономерности процессов смены биогеоценозов

3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

Используя литературные источники и материалы, размещенные в сети Интернет, изучить циклические и поступательные изменения в экосистемах, понятие экологической сукцессии и сукцессионной серии, типах сукцессионных смен. Рассмотреть процесс сукцессии, понятия первичная и вторичная сукцессии, климаксовая экосистема. На основе задания преподавателя составить описание и прогноз развития экосистемы

3.7.3 Результаты и выводы:

АНТРОПОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ - один из видов экологических сукцессий, которые протекают под влиянием деятельности человека. Антропогенные сукцессии вызываются либо постоянно действующим внешним фактором (выпас скота, вытаптывание, загрязнение), либо представляют процесс восстановления экосистем после того, как они были нарушены человеком (зарастание залежи, восстановление пастбищ после прекращения интенсивного выпаса, восстановление леса на вырубке, заболачивание осушенных земель и др.). В современной биосфере антропогенные сукцессии играют огромную роль. Необходим экологический мониторинг антропогенных сукцессий с целью прогноза их дальнейшего развития и разработки подходов их управления для уменьшения вреда, который человек наносит биосфере. Антропогенные сукцессии крайне разнообразны. Они могут иметь различную длительность (от нескольких лет до тысячелетий), быть прогрессивными (сопровождаются повышением биологической продукции экосистем и их видового богатства) или регрессивными (значения этих показателей уменьшаются).

3.8 Практическое занятие № 8 (2 часа).

Тема: «Динамика численности популяции»

3.8.1 Задание для работы:

1. Рассмотреть основные показатели, характеризующие численность популяции
2. Изучить динамику численности популяции в различных условиях окружающей среды.

3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

Изучить такие элементы, характеризующие динамику численности популяции, как численность и плотность популяции, рождаемость и смертность. На основе данных, представленных преподавателем, изучить рост популяций и кривые роста, а также математические модели экспоненциального роста популяций и роста при ограниченных ресурсах.

3.8.3 Результаты и выводы:

Численность популяции - число особей на единицу площади или объема - никогда не бывает произвольной и постоянной в течение длительного времени, и изменяется в пределах определенного диапазона.

3.9 Практическое занятие №9 (2 часа).

Тема: «Природоохранное законодательство»

3.9.1 Задание для работы:

1. Изучить законодательство РФ в области охраны природы
2. Изучить законодательство Оренбургской области в области охраны природы.

3.9.2 Краткое описание проводимого занятия:

Рассмотреть основные проблемы взаимодействия природы и общества, правовые основы управления природопользованием и охраной окружающей среды, правовые основы экологического нормирования и стандартизации, правовые основы экологического аудита и экологического контроля, юридическую ответственность за экологические правонарушения, международное сотрудничество. Сделать выводы.

Рассмотреть основные источники загрязнения природной среды Оренбургской области, меры принимаемые Правительством Оренбургской области в области недропользования и охраны природы, международное сотрудничество.

3.9.3 Результаты и выводы:

Основные нормативно-правовые документы в области охраны окружающей среды: Федеральный закон «Об охране окружающей среды», Земельный кодекс, Лесной кодекс и др.

Основные нормативно-правовые документы в области охраны окружающей среды в Оренбургской области: Природоохранное законодательство Оренбургской области в области недропользования, Природоохранное законодательство Оренбургской области в области охраны природы, Красная книга Оренбургской области.