**Семинарское занятие 1**

**Тема: Правило экологического оптимума , экологического индивидуализма и экологическая толерантность.**

1. Правило экологического оптимума.

2. Точки экстремума.

3. Зоны пессиума.

4. Правило экологического индивидуализма и экологическая толерантность.

**1. Правило оптимума***.* В соответствии с этим правилом для экосистемы, 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**).

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.

Диапазон значений факторов (между критическими точками) называют **экологической валентностью***.*

Синонимом термина **валентность является *толерантность***(лат. **толеранция - терпение**), или пластичность (изменчивость).

Эти характеристики зависят в значительной мере от среды, в которой обитают организмы.

Если она относительно стабильна по своим свойствам (**малы амплитуды колебаний отдельных факторов**), в ней больше с**тенобионтов** (например, в водной среде), если динамична, например, наземно-воздушная - в ней больше шансов на **выживание имеют эврибионты**.

Зона оптимума и экологическая валентность обычно шире у **теплокровных организмов, чем у холоднокровных**.

Надо также иметь в виду, что экологическая валентность для одного и того же вида не остается одинаковой в различных условиях (например, в северных и южных районах в отдельные периоды жизни и т.п.).

Молодые и старческие организмы, как правило, требуют более кондиционированных (однородных) условий. Иногда эти требования весьма неоднозначны.

**Например, по отношению к температуре личинки насекомых обычно стенобионтны (стенотермны**), в то **время как куколки и взрослые особи могут относиться к эврибионтам (эвритермным**),

**наименьшее допустимое значение данного фактора – пессимум**, **нижний предел выносливости**.

**Наивысшее допустимое значение фактора – максимум**. Заключенный между пессимумом и максимумом диапазон изменчивости – пределы выносливости – валентности.

**Правило взаимодействия факторов**

Сущность его заключается в том, что одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов.

**Правило 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.

**Природная среда и закономерности действия экологических факторов. Лимитирующие экологические факторы.**

***Природная среда* – совокупность природных абиотических и биотических факторов по отношению к живым организмам вне зависимости от контактов с человеком, включает географическую оболочку, биогенную среду и абиотическую среду**.

Каждый фактор имеет пределы положительного влияния на организмы. Каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма.

**Оптимум для** одних процессов может являться **пессимумом для других.**

**Т**ак, температура воздуха от +40 до +45 °C у холоднокровных животных сильно увеличивает скорость обменных процессов в организме, но тормозит двигательную активность, и животные впадают **в тепловое оцепенение**.

Для многих рыб температура воды, оптимальная для созревания половых продуктов, неблагоприятна для икрометания, которое происходит при другом температурном интервале.

Степень выносливости, критические точки, оптимальная и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами особей, так и половыми, возрастными и физиологическими различиями. Степень выносливости к какому‑нибудь фактору не означает соответствующей экологической валентности вида по отношению к остальным факторам.

**Несовпадение экологических спектров отдельных видов**. Каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям. Даже у близких по способам адаптации к среде видов существуют различия в отношении к каким‑либо отдельным факторам.

Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому‑либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы.

Эта закономерность получила **название взаимодействия факторов.**

Например, **жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе**. Угроза замерзания значительно выше при морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду.

Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие.

Наоборот, один и тот же экологический результат может быть получен разными путями.

Например, **увядание растений можно приостановить путем как увеличения количества влаги в почве, так и снижения температуры воздуха, уменьшающего испарение.** Создается эффект частичного взаимозамещения факторов. Вместе с тем взаимная компенсация действия факторов среды имеет определенные пределы, и полностью заменить один из них другим нельзя.

**Полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной**, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий. Крайний дефицит тепла в полярных пустынях нельзя восполнить ни обилием влаги, ни круглосуточной освещенностью.

**Семинарское занятие 2**

**Продукционный процесс и системный анализ лимитирующих факторов биопродуктивности наземных экосистем и агроэкосистем.**

**1. Ресурсы биосферы и проблемы продуктивности.**

Урожай зависит, прежде всего, от интенсивности фотосинтеза, величины рабочей поверхности за учетный период. Повышение урожайности с/х культур путем управления главными факторами продукционного процесса – индекс поверхности листьев, фотосинтетический потенциал агрофитоценоза, интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза, коэффициент эффективности фотосинтеза, коэффициент хозяйственный эффективности. Теория продуктивности включает анализ архитектоники агрофитоценоза как оптической системы, поступления и распределения ФАР, обеспечения водой и элементами минерального питания. Посев культурных растений это динамическая оптико-биологическая система, продуктивность которой зависит от количества поглощаемой ею энергии солнечного света и от коэффициента использования ее на фотосинтез. Комплекс всех агротехнических приемов (сорта, густота, сроки и способы посева, снабжение водой и элементами питания) служат средством создания посевов с наилучшей структурной организацией, обеспечивающей наиболее полное использование энергии солнечной радиации и формирования урожая. При этом обеспеченность посевов водой и элементами питания должна соответствовать количеству приходящей энергии солнечной радиации. Поэтому в каждой конкретной зоне возделывания любой культуры можно найти такое сочетание условий среды (влага, элементы воздушного и минерального питания, световой фактор), которое определяет оптимальное проявление элементов фотосинтетической деятельности и формирование наибольшей продуктивности культурных растений в зависимости от их генотипических особенностей. При формировании урожая учитываются приходы ФАР в сочетании с режимами температуры, влажности, количества углекислоты, почвенного плодородия, физиологически и экологических особенностей растений, выявляются сорта растений способные создавать наиболее совершенные по структуре и результатам фотосинтетической деятельности агрофитоценозы.

**Ресурсы биосферы**

Ресурсы биосферы — это особый компонент природной среды, им следует уделять особое внимание, поскольку Их наличие, вид, количество и качество в значительной мере определяют отношения человека к природе, характер и объем антропогенных изменений окружающей среды.

Под ресурсами биосферы понимают все то, что человек использует для обеспечения своего существования — продукты питания, минеральное сырье, энергоносители, пространство для жизни, воздушное пространство, воду, объекты для удовлетворения эстетичных потребностей.

Биологические ресурсы - источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, заключенные в объектах живой природы: промысловые объекты, культурные растения, домашние животные, живописные ландшафты и т.п. Различают растительные ресурсы, ресурсы животного мира, генетические ресурсы.

Еще несколько десятилетий поэтому, если отношение всех народов к природе определялось лишь одним девизом: подчинить, взять самое большее, ничего не отдавая, поскольку богатства Земли неисчерпаемые человечество и брало, разрушало, сжигало, вырубало, убивало, истощало, поглощало, не считая. Ныне настали другие времена, так как, подсчитав, опомнились.

Обнаруживается, практически неисчерпаемых ресурсов в природе вообще нет. Условно пока еще можно относить к неисчерпаемых общие запасы воды на планете и кислороде в атмосфере. Но через их неравномерное распределение уже сегодня в отдельных районах и регионах Земли ощущается их острый недостаток.

Все минеральные ресурсы принадлежат к невосстановимых и главнейшие из них ныне уже исчерпанные или находятся на границе уничтожения (уголь, железо, марганец, нефть, полиметаллы). Через быструю деградацию ряда экосистем биосферы в последнее время ресурсы живого вещества - биомассы - тоже перестали восстанавливаться, как и запасы пресной питьевой воды.

Поскольку биосфера планеты есть замкнутая система с относительно постоянной массой и обменивается с космическим пространством лишь энергией, человечеству следует учитывать его состояние и её способность самовосстанавливать свою биомассу, истощаемость современных энергоносителей, которые используются человечеством, уменьшить объемы использования ресурсов, сознательно отказавшись от излишков, перейти к тактике и стратегии рационального ресурсопользования.

Продуктивность биосферы представляет собой биомассу, производимую различными экосистемами, составляющими биосферу.

Продуктивность суши в сухом органическом веществе составляет: -171,54 млрд. т/год, морей и океанов - 60 млрд. т/год.

На материках большую часть продукции дают леса, в океанах - зоны апвеллинга (подъема глубинных вод) и материковые отмели холодных морей.

Питание людей в основном обеспечивается сельскохозяйственными культурами, выращиваемыми лишь на 10 процентах площади суши. На этой площади выращивается 8,7 млрд. т органического вещества, которое содержит около 3,5 х1016 ккал, из них на питание расходуется 2,29 х 1015 ккал.

Пастбища обеспечивают кормом около 3 млрд. голов скота, и годовая продуктивность оценивается в 0,29 х 1015 ккал.

По данным 1963 г. (Дювиньо и Танг, 1973), реальные запасы продовольствия достигали 2,6 х 1015 ккал; на Земле насчитывалось 3,11 млрд. людей, потребность которых в питании составляла 2,7 х1015 ккал, что превышает продуктивность биосферы. Основные проблемы современной биосферы, так или иначе, связаны с техногенной деятельностью человека и прямо или косвенно замыкаются на использовании природных ресурсов Земли.

·          Истощение природных ресурсов

Ежегодно из земных недр безвозвратно извлекается свыше 100 млрд. т полезных ископаемых, 800 млн. т различных металлов, вносится в почвы свыше 500 млн. т минеральных удобрений, около 3 млн. т различных ядохимикатов.

·        Загрязнение окружающей среды токсикантами.

Мировое производство пестицидов составляет более 1,2 млн. т. Еще в середине 70-х гг. XX в. в СССР около 40 % от общего числа ежегодно погибающих зайцев, кабанов, лосей, более 77 % уток, гусей, свыше 30 % пресноводной рыбы гибло от отравления пестицидами.

·        Парниковый эффект.

За 100 лет температура в Северном полушарии выросла больше, чем за предыдущую тысячу лет. В крупных городах стало на 1,5º С теплее. Ледниковый покров Арктики сократился на 15 %. В Гренландском море количество льдов по сравнению с началом XX века сократилось вдвое, а в Баренцевом - почти на треть.

·        Кислотные дожди.

Главными виновниками выпадения кислотных осадков являются США, страны СНГ, Польша, Германия, Великобритания, Канада и Китай. По состоянию на 1985 г. в Швеции из-за кислотных дождей пострадал рыбный промысел в 2500 озерах. В 1750 из 5000 озер Южной Норвегии полностью исчезла рыба. Кислотные дожди становятся причиной коррозии зданий и разрушения памятников культуры.

·        Деградация почв.

Ежегодные потери плодородных почв на обрабатываемых землях в настоящее время составляют, по некоторым оценкам, 24 млн. т.

·        Обезлесивание.

За последние три десятилетия площадь лесов уменьшилась на 1 млрд. га. Это самые большие потери лесных площадей за весь период истории биосферы.

·        Радиоактивное загрязнение.

В настоящее время в мире эксплуатируется более 400 энергоблоков в 25 странах. Атомные электростанции производят в целом 70 т отходов в год с периодом полураспада 24300 лет.

·        Разрушение озонового слоя.

В настоящее время образование «озоновых дыр» наблюдается над Европой, Азиатским континентом, на юге Южной Америки. Толщина озонового слоя над Антарктидой, по данным Метеорологического управления Японии, уменьшилась на 45-75 %.

·        Смог.

В Токио смог вызвал отравление 10 тыс. человек в 1970 г. и 28 тыс. – в 1971 г. В 1952 г. в Лондоне от смога погибло более 4 тыс. человек, до 10 тыс. тяжело заболели.

·        Промышленные и бытовые отходы.

Обезвреживается и утилизируется только 1/5 часть отходов.

·        Опустынивание.

Процесс опустынивания в настоящее время наблюдается на всех континентах. Наиболее активно эти процессы происходят в Африке. Южная граница Сахары с 1958 по 1975 г. продвинулась к югу почти на 200 км.

·        Сокращение биоразнообразия.

Биологическое разнообразие планеты утрачивается в результате крупномасштабной деятельности по сведению и выжиганию лесов, хищнических масштабов заготовки растений, неизбирательного применения ядохимикатов, осушения и засыпки болот, уничтожения коралловых рифов и мангровых зарослей, применения грабительских методов рыболовства, изменения климата, загрязнения воды, превращения природных зон в агроландшафты и урбанизированные массивы (населенные пункты). В настоящее время число видов на Земле стремительно уменьшается. Ежедневно исчезает от 1 до 10 видов животных и еженедельно – 1 вид растений (гибель 1 вида растения ведет к гибели приблизительно 30 видов мелких животных, связанных с ним в процессе питания).

Также 1) Разрушение растительного покрова - строительство, пастбища, пашня, топливо, бумага, сырье для химической промышленности, пожары.

2) Деградация почв - эрозия, засоление. 3) Снижение биологического разнообразия - вымирание видов. 4) Загрязнение - тепловое, акустическое (шум), химическое, радиационное, электромагнитное.

5) Изменение биогеохимических циклов - минеральные удобрения (изменение круговорота азота, фосфора, калия), пестициды и гербициды, ископаемое топливо (изменение круговорота углерода, насыщение атмосферы углекислым газом, выброс сернистого газа), кислотные дожди, разрушение озонового экрана, парниковый эффект.

6) Урбанизация, промышленные объекты, дороги, аэродромы - уменьшение площадей под естественными сообществами.

7) Туризм - прямое и косвенное уничтожение видов, фактор беспокойства.

8)демографические проблемы

83. Современная динамика экосистем. Флуктуации. Сукцессии. Эволюция. Автогенные и аллогенные сукцессии. Классификация сукцессий. Первичные и вторичные сукцессии, их роль в формировании биоразнообразия и устойчивости экосистем.

4 категории динамики экосистем – относительное равновесие - флуктуации – изменения происходят вокруг средних величин, циклические сукцессии – вызываемые климатическими циклами, сукцессии, вызываемые ненаправленными изменениями экосистем, антропогенное преобразование экосистем. Стремясь поддержать постоянство экосистемы, тем не менее, способны к изменениям, к развитию, к переходу от более простых к более сложным формам. Масштабные изменения географической обстановки или типа ландшафта под влиянием природных катастроф или деятельности человека приводят к определенным последовательным изменениям состояния биогеоценозов местности - *сукцессиям.*Групповой отбор — это естественный отбор в группах организмов, не обязательно связанных тесными взаимодействиями. Предполагают, что он действует на уровне более высоком, чем видовой, и ведет к повышению устойчивости экологических систем. Отношение генетиков к групповому отбору противоречиво. Вместе с тем эволюция вида имеет тенденцию к сохранению признаков, которые повышают устойчивость экосистем Внутривидовая и межвидовая конкуренция приводят к эволюции нишевых различий. В свою очередь, существование таких различий гарантирует, что ресурсы данного сообщества, включая растения и животных, будут использованы более или менее пропорционально их эффективному запасу. Сукцессия экологическая – в одной и той же территории происходит последовательная смена одного биоценоза другим в направлении повышения устойчивости экосистемы. Сукцессии – антропогенные, катастрофические, пирогенные, зоогенные. По общему характеру – первичные – на неизмененном субстрате через серию промежуточных сообществ формируются устойчивые сообщества на скалах, песках, обрывах, остывших вулканах, послеледниковых глинах - и вторичные – на субстрате, измененном деятельностью живых организмов. Деградационные сукцессии – последовательное использование различными видами разлагающейся органики. Эволюционная сукцессия – в процессе эволюции под действием естественного отбора вымирают целые виды, а выжившие особи других размножаются, адаптируются и изменяются Типы сукцессий растительности: автогенные сукцессии — сукцессии, обусловленные внутренними причинами – сингенез — сукцессии, вызванные взаимоотношениями между растениями, эндоэкогенез — сукцессии, вызванные изменением условий местообитания аллогенные сукцессии — сукцессии, вызванные внешними по отношению к фитоценозу причинами, гейтогенез — локальные изменения конкретных фитоценозов, гологенез — изменения фитоценозов в пределах всего ландшафта.

**Классификация сукцессий. Первичные и вторичные сукцессии, их роль в формировании биоразнообразия и устойчивости экосистем**.

Сукцессии – антропогенные, катастрофические, пирогенные, зоогенные. По общему характеру – первичные – на неизмененном субстрате через серию промежуточных сообществ формируются устойчивые сообщества на скалах, песках, обрывах, остывших вулканах, послеледниковых глинах – их роль постепенное накопление органических остатков и создание почвы первичными колонистами. Вторичные – на субстрате, измененном деятельностью живых организмов, их роль восстановление экосистем. Деградационные сукцессии – последовательное использование различными видами разлагающейся органики. Эволюционная сукцессия – в процессе эволюции под действием естественного отбора вымирают целые виды, а выжившие особи других, адаптируются и изменяются. Борманн и Патен 1979 г через 10 лет с момента начала восстановления растительного покрова разомкнутость круговоротов уменьшается со 100 до 10% и далее снижается еще больше, достигая минимума в климаксе - правило увеличения замкнутости биогеохимического круговорота веществ в ходе сукцессии. Правило сукцессионного мониторинга – чес глубже нарушеность среды какого-нибудь пространства, тем на более ранних фазах оканчивается сукцессия. Сукцессия - это закономерная, последовательная смена сообществ в экосистемах, обусловленная влиянием комплекса внутренних и внешних факторов. Изменения во времени - это естественное свойство экологических сообществ. Влияние комплекса факторов вызывает в экосистемах сукцессию как адаптивную реакцию. Ф. Клементc считал, что сукцессия завершается формированием сообщества, наиболее адаптированного по отношению к комплексу климатических условий, которое он назвал "климакс - формация" или просто "климакс"; в настоящее время эта формация считается временным состоянием: в процессе вековых изменений условий (климата и других факторов среды) возникают полномасштабные изменения экосистем. Выделяются прогрессивные сукцессии, в которых постепенно наращивается видовое разнообразие, но имеется также и дигрессии - регрессивные сукцессии, направленные на объединение и упрощение сообществ. Особенно часто последнее стало проявляться при наличии крупномасштабных адаптированных воздействий на биоценозы, нарушающих оптимум условий. По современным представлениям смены сообществ могут происходить под влиянием климатических факторов, трансформации рельефа, обогащения или обеднения почв, изменения гидрологического режима и т. п. Важнейшее значение же придается биоценотическим факторам: виды растений (а также животных), участвующие в сукцессионных сообществах, изменяют условия обитания для других видов, таким образом "подготовляя почвы" для последующего этапа сукцессии. В целом выделяют сукцессии, связанные исключительно с внешними абиотическими факторами (аллогенные), и сукцессии, вызванные изменением структуры и системы связей в существующих сообществах (автогенные). Но эти два типа сукцессии способны переходить друг в друга в силу глубокой взаимозависимости (В.Н. Сукачев, 1942). Начальный этап сукцессии выражается в процессе первоначального формирования растительного покрова. Он связан с вселением (миграцией) растений на данную территорию, их отбором в процессе приспособления к ее условиям, затем к конкуренции между ними из-за средств жизни. Это в целом приводит к формированию фитоценоза, после чего происходят структурные изменения в экосистеме, которые и приводят к устойчивому сообществу, отвечающему понятию климакс - формации, с возможными дальнейшими уже вековыми изменениями (Шилов И.А., 2000). По Ф. Клементсу, в наиболее общем виде сукцессии проходят через фазы обнажения (появление незаселенного пространства), миграции (заселение его первыми, пионерными формами жизни), эцезиса (колонизация и приспособление к конкретным условиям среды), соревнования (конкуренция с вытеснением ряда первичных поселенцев), реакции (обратное воздействие сообщества на биотоп и условия существования) и стабилизации (формирование климаксового биоценоза). В сукцессионных процессах, по мнению В.Н. Сукачева, важнейшую роль играют конкурентные отношения на внутривидовом и главным образом на межвидовом уровне, которые в конечном итоге и приводят к равновесному состоянию, характеризующему завершающее сообщество. Сукцессия, в энергетическом смысле, связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону увеличения количества энергии, направленной на поддержание системы. Стадии роста, стабилизации и климакса сукцессии можно различать на основе критерия продуктивности: на первой стадии продукция растет до максимума, на второй остается постоянной, а на третьей по мере деградации системы уменьшается до нуля. По общему характеру сукцессии подразделяются на первичные и вторичные. Первичные сукцессии начинаются на субстрате, неизмененном (или почти неизмененном) деятельностью живых организмов. Главной функцией такого рода сукцессией является создание (или изменение) почвы первичными колонистами. Однако сукцессия не всегда доходит до восстановления исходного биоценоза, она может остановиться и на промежуточных стадиях, например пастьба скота на вырубках и пожарищах может "повернуть" сукцессию в сторону формирования суходольного луга. При значительных переувлажнениях может произойти заболачивание вырубки, что препятствует восстановлению древесной растительности. Иногда процесс может остановиться и на стадии березняка и осинника. На уровне экосистем перечень видов, состав и сложность развития трофической сети, наиболее устойчивые формы взаимодействия между видовыми популяциями отражают приспособленность к наиболее определяющим особенностям среды и направлены, прежде всего, на устойчивое поддержание биогенного круговорота в изменяющихся условиях. Нарушения, которые возникают в экосистемах на фоне установившихся средних параметров среды, вызывают функциональные адаптации компенсаторного типа. При этом сохраняется принципиальная структура биоценоза. Это многообразные обратимые изменения пищевых цепей, паразитарных связей, условий среды, обусловленные колебаниями численности (плотности) популяций, выражающихся на уровне видов. При более существенном нарушении состава биоценоза возникают неустойчивые, сменяющие друг друга сообщества - процесс, в идеальном, кстати весьма редком, случае ведущий к восстановлению исходного типа экосистемы. Экологические сукцессии такого рода - одно из наиболее ярких выражений действия функциональных адаптации на уровне биоценозов. Если изменения среды имеют необратимый характер или отмечена устойчивая тенденция к приобретению средой именно такого характера, то происходит направленная смена типов сообществ. В целом регулируется смена уровня стабилизации биоценотической системы.