**23.11.2020г.**

**Тема: Потоки энергии и вещества в экосистемах.**

**Задание: 1.Изучить лекцию. Конспект в тетрадь.**

**2. Презентация «Сравнительная характеристика природных экосистем и агроэкосистем своей местности».**

**Время выполнения 2 часа.**

Термин «поток» употребляется в экологии в значении: перенос, переход, передача, перемещение (вещества и энергии). Поток вещества и энергии не тождественные понятия, хотя нередко для измерения потока вещества используются различные энергетические эквиваленты (калории, джоули). Это объясняется тем, что на всех трофических уровнях, за исключением первого, энергия необходимая для жизнедеятельности организмов, передается в форме вещества потребленной пищи. Лишь растения могут непосредственно использовать для своей жизнедеятельности лучистую энергию Солнца.

Поток вещества - перемещение вещества в форме химических элементов и их соединений от продуцентов к редуцентам (через консументы или без них).

Поток энергии - переход энергии в виде химических связей органических соединений (пищи) по цепям питания от одного трофического уровня к другому (более высокому).

Строгое измерение циркулирующего в экосистеме вещества можно получить, учитывая круговорот отдельных химических элементов, прежде всего тех, которые являются основным строительным материалом для цитоплазмы растительных и животных клеток.

В отличие от веществ, которые непрерывно циркулируют по разным блокам экосистемы и всегда могут вновь входит в круговорот, энергия может быть использована только один раз.

Односторонний приток энергии как универсальное явление природы происходит в результате действия законов термодинамики:  
1. первый закон утверждает, что энергия может переходить из одной формы (например, энергия света) в другую (например, потенциальную энергию пищи), но она никогда не создается вновь и не исчезает;  
2. второй закон гласит, что не может быть ни одного процесса, связанного с превращением энергии, без потери некоторой ее части. В таких превращениях определенное количество энергии рассеивается в недоступную тепловую энергию и, следовательно, теряется.

По этой причине не может быть превращений, например, пищевых веществ в вещество, их которого состоит тело организма, идущих со 100% эффективностью.

Существование всех экосистем зависит от постоянного притока энергии, которая необходима всем организмам для поддержания их жизнедеятельности и самовоспроизведения. Практически единственным источником всей энергии на Земле является Солнце. Однако далеко не вся его энергия может усваиваться и использоваться организмами. Как отмечалось выше, лишь небольшая часть солнечной энергии участвует в реакциях фотосинтеза и лишь малая часть поглощенной при этом энергии (от 1/100 до 1/20 части) запасается в виде биохимической энергии (энергии пищи). Таким образом, большая часть солнечной энергии теряется в виде тепла на испарение. В целом поддержание жизни требует постоянного притока энергии.

Скорость потока энергии - количество энергии, выраженное в энергетических единицах, перешедшее с одного трофического уровня на другой в единицу времени.

Пищевая цепь - основной канал переноса энергии в сообществе. По мере удаления от первичного продуцента скорость потока энергии резко ослабевает, ее количество уменьшается. Это объясняется рядом причин:  
1. Перенос энергии с одного уровня на другой никогда не бывает полным, так как не вся энергия, содержащаяся в любом виде пищи бывает, доступна хищнику. Усвоенная из пищи часть энергии продуцентов расходуется им частично на построение своего органического вещества, частично - на движение, дыхание, теплоотдачу; часть энергии теряется в виде экскрементов и выделений, а затем разлагается деструкторами.  
2. Устойчивые взаимосвязи между хищниками и жертвами не позволяют первым полностью выедать популяции, за счет которых они существуют. По этой причине эффективность переноса энергии от жертвы к хищнику ослаблена выработанной в процессе эволюции тактикой избегания хищника.  
3. Не вся энергия, полученная с пищей, переходит в биомассу, то есть не вся используется на построение тела организма. Часть ее теряется в виде тепла в процессе дыхания. Это объясняется тем, что ни у одного из процессов преобразования энергии КПД не равен 1 (в соответствии со вторым законом термодинамики), а также тем, что любое животное, перемещаясь, охотясь, строя гнездо или производя иные действия, совершает работу, которая требует затрат энергии, в результате чего опять происходит выделение тепла.

В соответствии со вторым законом термодинамики процесс непрерывной передачи энергии по трофической цепи сопровождается ее рассеиванием, потерями, ростом энтропии, компенсируемым постоянным поступлением солнечной энергии (для сравнения: 1 г сухого органического вещества растений содержит 18,7 кДж энергии).

Падение количества энергии при переходе с одного трофического уровня на другой (более высокий) определяет число этих уровней и соотношение хищников и жертв. Подсчитано, что на любой данный трофический уровень поступает лишь около 10%

(или чуть более) энергии предыдущего уровня. Поэтому общее число трофических уровней редко превышает три- четыре.

**Пирамиды численности, биомассы, энергии**

Важным свойством сообществ является их способность к созданию (продуцированию) новой биомассы. Скорость создания органического вещества в экосистемах называется биологической продукцией. Масса тел живых организмов называется биомассой. Таким образом, биологическая продукция экосистем - это скорость создания биомассы. Первичная (основная) продуктивность – это скорость образования биомассы первичными продуцентами (растениями). Это важный параметр, так как им определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы, а значит, и количество (биомасса) живых организмов, которые могут существовать в экосистеме.

Чистая первичная продуктивность – это скорость накопления органического вещества продуцентами за вычетом расхода энергии на дыхание и другие процессы жизнедеятельности.

Втоpичная пpодуктивность – это скорость накопления органического вещества гетеротрофными организмами (продуктивность консументов), она очень низка, пpи пеpедаче от каждого пpедыдущего звена к последующему звену тpофической цепи теpяется около 90-99 % энеpгии: так, если pастениями создано на 1 м2 почвы 84 кДж энеpгии, то пpодукция пеpвичных консументов составит 8,4 кДж, а вторичных – около 0,84 кДж [6]. Иными словами, для создания 1 кг говядины расходуется около 80 кг свежей травы.

В результате взаимодействия в пищевых цепях при переносе энергии каждое сообщество приобретает определенную трофическую структуру.

В общем случае трофическую структуру можно определить количеством энергии, фиксируемой на единицу площади в единицу времени на последовательных трофических уровнях, и изобразить графически в виде экологических пирамид, основанием которых служит первый уровень (уровень продуцентов), а последующие уровни образуют этажи и вершину пирамиды. Различают три основных типа экологических пирамид:

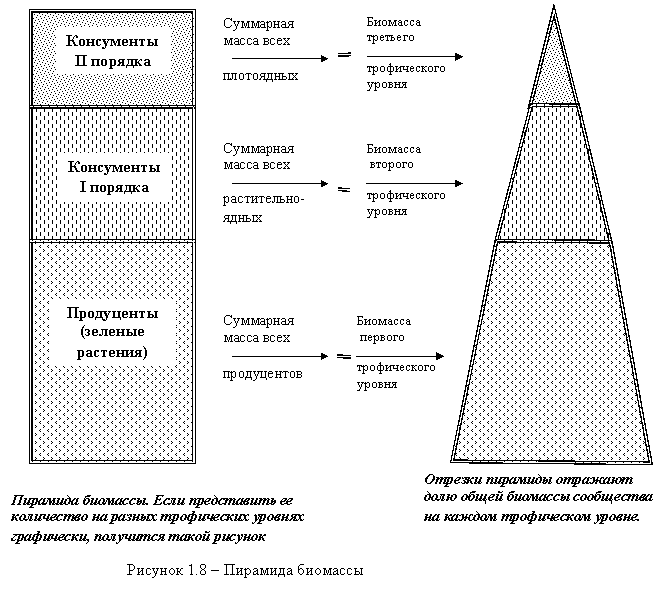
1. пирамида численности (число особей/ м 2) - отражает численность организмов на разных трофических уровнях;

2. пирамида биомасс характеризует общую сухую массу живого вещества на разных трофических уровнях (сухая масса органического вещества, г/ м2),(рисунок 1.8);

Пирамиды численности отражают только плотность населения организмов на каждом трофическом уровне, но не скорость самовозобновления (оборота) организмов. Если скорость воспроизводства популяции жертвы велика, то даже при низкой биомассе такая популяция может быть достаточным источником пищи для хищников, имеющих более высокую биомассу, но низкую скорость воспроизводства. В этом случае пирамиды численности и биомассы могут быть перевернутыми, то есть низкие трофические уровни могут иметь меньшие плотность и биомассу, чем высокие уровни. Например, в случае пастбищных пищевых цепей леса, когда продуцентом служит дерево, а первичными консументами - насекомые, уровень первичных консументов численно богаче особями уровня продуцентов. Перевернутая пирамида биомассы свойственна водным экосистемам, где первичные продуценты (фитопланктонные водоросли) очень быстро делятся, а их потребители (зоопланктонные ракообразные) гораздо крупнее, но имеют длительный цикл воспроизводства.

1. пирамида энергий (Дж/ м2 \* год) показывает величину энергетического потока или «продуктивность» на последовательных трофических уровнях.

Энергетическая пирамида всегда сужается кверху при условии, что учтены все источники энергии, поступающей в систему с пищей. С пирамидой энергий связан закон, сформулированный в 1942 г. Р. Линдеманом, согласно которому с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой переходит не более 10% энергии. Его следствием является ограниченная длина пищевых цепей. Из закона вытекает важное правило: максимальный переход с одного трофического уровня на другой порядка 10% энергии не ведет к пагубным для экосистем последствиям. Использование правила 10% позволяет определять возможный и безопасный объем промысла особей.



**26.11.2020г.**

**Тема: Смена сообществ. Равновесие в сообществе.**

**Задание: Изучить лекцию. Конспект в тетрадь.**

**Время выполнения 2 часа.**

Экологическое равновесие – это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части (растений, животных, грибов, бактерий, водорослей) в каждый конкретный момент времени наиболее полно соответствует абиотическим условиям – почве и климату. Главная особенность экологического равновесия – его подвижность. Различают два типа подвижности равновесия:

- Обратимые изменения в экосистеме. Это изменения экосистемы в течение года с весны до весны, при колебаниях климатических условий в разные годы и изменении роли некоторых видов. Например, массовый урожай семян дуба бывает 1 раз в 7-8 лет, массовое развитие клевера на лугах также периодично, вспышки численности мышей в степи или непарного шелкопряда в лесу. При таких изменениях сохраняется видовой состав, экосистема лишь подстраивается к колебаниям внешних или внутренних факторов.

- Необратимые изменения в экосистеме. Это внесезонные процессы, которые представляют собой определенную последовательность появления и исчезновения популяций разных видов в конкретном местообитании. Эти процессы были названы американским геоботаником Ф. Клементсом сукцессией (1916 г.) Сукцессия – это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды: при нарастании влажности или богатства почвы. В этом случае экологическое равновесие как бы «скользит»: параллельно с изменением условий среды изменяется видовой состав живых организмов и продуктивность экосистемы. Постепенно роль одних видов убывает, а других увеличивается; одни виды убывают из состава биоценоза, другие пополняют его. Сукцессии могут вызываться внешними и внутренними факторами. Могут протекать очень быстро или тянуться столетиями. Если изменение среды будет резким (пожар, извержение вулкана, разлив нефти и т.д.), то экологическое равновесие нарушится.

Отдельные этапы сукцессии называют сериальными стадиями. Ф. Клементс считал, что конечным этапом сукцессии будет биогеоценоз, соответствующий климату данного региона. Это будет конечная стадия сукцессии в данных условиях – климакс ( от лат. лестница). Например, в зоне европейской тайги – это еловые леса, в умеренной зоне – широколиственные леса и т.д. По Ф. Клементсу, каждому типу климата соответствует свой основной тип климаксового сообщества, наиболее устойчивого в этом климате.

Рассмотрим механизм сукцессии. Основная причина смен экосистем – несбалансированность круговорота веществ. Если в биоценозах деятельность одних видов не компенсирует деятельность других, то условия среды неминуемо изменяются. Популяции меняют среду в неблагоприятную для себя сторону и вытесняются другими видами, для которых новые условия экологически более выгодны. Это продолжается до тех пор, пока не сформируется уравновешенное сообщество, которое способно поддержать баланс веществ в экосистеме.

Представим себе сообщество, в котором валовая, т.е. суммарная продукция автотрофов в энергетическом выражении точно соответствует энергозатратам, идущим на поддержание жизнедеятельности всех его организмов, так называемому «общему дыханию». Такое сообщество подобно заводу, в котором затраты на производство точно равны получаемой прибыли. Ясно, что в этом случае не может быть ни накопления биомассы, ни ее потери. Поэтому, в такой системе биомасса организмов остается постоянной, а сама система неизменной или равновесной: процессы продуцирования уравновешены процессами дыхания. Такое равновесие характерно для замкнутого сообщества: сюда не поступает никакая дополнительная продукция, а собственная остается целиком внутри его.

Если «общее дыхание» меньше валовой первичной продукции, то будет происходить накопление органического вещества. При избытке ресурса всегда найдутся виды, которые смогут его освоить, использовать. В данном случае биоценоз будет пополнятся новыми видами. Если «общее дыхание» больше валовой продукции, органическое вещество экосистемы будет неуклонно исчезать. При недостатке ресурсов часть видов вымрет. Такие изменения и составляют основу экологической сукцессии.

Развитие леса на оставленном поле является примером сукцессии, идущей в ярко выраженном автотрофном состоянии, так как в первый момент появляются автотрофы. Такая сукцессия называется автотрофной. Видовой состав меняется от года к году, а в сообществе идет накопление органического вещества. Автотрофная сукцессия широко распространена в природе, начинается в незаселенной среде и характеризуется ранним и длительным преобладанием зеленых растений.

Отдельные фазы сукцессии длятся немногие годы и десятилетия. Средообразующие растения успевают дать одно или несколько поколений, эти стадии называются короткопроизводными, например, березняки в таежной зоне. Другие протекают многие десятилетия, средообразующие растения дают много поколений – это длительнопроизводные стадии, например, липняки в зоне широколиственных лесов.

Естественно, в природе не остались нетронутые человеком участки. Конечные стадии сукцессии, как правило, не достигаются. Люди так часто нарушают биоценоз, что они, непрерывно нарушаемые, становятся как бы конечными стадиями сукцессии на этом месте. Например, луг в долине реки, где постоянно пасется скот, не зарастает кустарниками и не может зарасти, так как скот все съедает. Такое сообщество в современной экологии называют параклимаксом (от лат. «пара-» - около).

Примером сукцессии другого рода является река, загрязненная большим количеством органических стоков (ферма на берегу). Избыток органики в таком случае начинает активно использоваться гетеротрофами. При этом органическое вещество потребляется быстрее, чем создается. Происходит постепенное убывание органического вещества. Это гетеротрофная сукцессия.

Гетеротрофная сукцессия характеризуется начальным преобладанием гетеротрофных организмов и встречается в тех случаях, когда среда пересыщена органикой. Энергетические запасы сначала здесь максимальны и снижаются по мере сукцессии, если не вносится дополнительное количество органики.

Сукцессия, которая начинается на лишенном жизни месте (например, на песчаной дюне) называется первичной. Вторичная развивается на месте ухе существовавшего ранее сообщества. Классически пример первичной – поселение накипных лишайников на камнях. Лишайники создают подобие почвы для заселения другими растениями. Вторичными сукцессиями можно назвать процессы зарастания вырубок, гарей, заболачивание озера и т.д. Скорость вторичной сукцессии всегда выше первичной, так как ранее существовавшее сообщество оставляет после себя достаточное количество питательных веществ, развитую почву, что значительно ускоряет рост и развитие новых поселенцев.

Сукцессии идут по определенным законам. Каждая стадия изменяет среду настолько, что как бы вытесняет сама себя. На ее место приходит экосистема, которая также исчерпывает экологические возможности среды и сменяется следующей. И так до климакса. Можно выделить отдельные закономерности течения автотрофных сукцессионных процессов.

1. Смена биогеоценозов в сукцессиях идет от наименее устойчивого к наиболее устойчивому. Скорость этих изменений постепенно замедляется Замедление темпов – одна из закономерностей сукцессионных процессов. Приближаясь к климаксу они надолго могут задерживаться на отдельных стадиях: мелкий водоем – березняк – ельник.

2. В ходе сукцессии сначала идет увеличение числа видов, происходит постепенная смена доминантов, усложнение цепей питания, увеличение в сообществах доли видов с длительными циклами развития, усиление взаимовыгодных связей в биогеоценозах, разделение экологических ниш.

3. В сериальных рядах увеличивается запас биомассы, продукция растений, и увеличивается использование первичной продукции гетеротрофами. Например, при зарастании пустоши сначала однолетними сорными видами еще нет консументов 1 порядка, вся первичная продукция идет на обогащение и образование почвенного слоя, на детрит. По мере зарастания кустарниками и многолетними растениями увеличивается число фитофагов и нарастает общая биомасса, однако большая часть первичной продукции перерабатывается и используется в экосистеме. Возрастает степень замкнутости круговорота веществ.

4. По мере приближения к климаксовому сообществу число видов снижается. Эта закономерность получила название принципа «очищения». В старом глухом лесу очень мало видов трав, кустарников, немного и животных, часто почти нет грибов.

5. В климаксовом сообществе все биохимические процессы замедлены, большая часть энергии идет на его поддержание. Биомасса достигает максимальных значений, а биологическая продуктивность снижается. Это правило «нулевого максимума».

В зрелых сообществах все, что наращивают растения, используются гетеротрофами. Это главная причина стабилизации экосистем. Если человек изымает продукцию из таких экосистем (например, древесину из зрелых лесов), он нарушает равновесие, дестабилизирует сообщество.

На начальных этапах сукцессии, пока не сложились цепи питания, в экосистемах создается избыток растительной продукции, и такие экосистемы выгодны человеку. Например, поля с монокультурами травянистых растений можно рассматривать как одна из начальных стадий сукцессии.

Деятельность людей постоянно приводит к сменам различных биоценозов – рубки леса, осушение болот, выработка торфяников и т.д. Частичные или глубокие нарушения экосистем вызывают природные процессы самовосстановления – демутации.

Однако, возможности природы не безграничны. Самовосстановление биоценозов часто тормозится внешними причинами. Пустыри, например, годами могут не зарастать, если какой-либо фактор отклоняется от нормы (лимитирующий): токсичные породы отвалов горных выработок, мало влаги и т.д.

Другая причина нарушения восстановительных процессов – снижение видового разнообразия в окружающей природной среде. Если неоткуда взяться семенам растений или животным, играющих важную роль на соответствующих стадиях развития, то экосистема остается на менее устойчивой стадии. Например, при сплошных рубках ельников на больших площадях они зарастают мелколиственными породами и надолго задерживаются в этом состоянии, так как семенам ели неоткуда взяться.

6.4. Проблема стабильности экосистемы.

Важнейшей особенностью любой естественной экосистемы (биогеоценоза) является ее способность к саморегулированию, т.е. к поддержанию основных параметров во времени и пространстве на определенном уровне. Способность экосистем сохранять свою структуру и функции при воздействии внешних факторов называется стабильностью экосистемы. Под устойчивостью экосистемы понимают способность экосистемы возвращаться в исходное (или близкое к нему) состояние после воздействия факторов, выводящих ее из равновесия. Относительную стабильность экосистем обеспечивает устойчивый круговорот веществ и поток энергии.

Наиболее стабильны биогеоценозы, достигшие климаксного состояния. При этом стабильность биогеоценоза находится в прямой зависимости от его сложности, т.е. чем больше видовое разнообразие биогеоценоза, тем он стабильнее. В сложных биогеоценозах формируются сложные пищевые взаимоотношения, сложные цепи и сети питания. Биогеоценозы с упрощенной структурой крайне неустойчивы, в них происходят резкие колебания численности отдельных популяций.

Биологическое разнообразие как основное условие устойчивости экосистем. Огромное разнообразие жизни всегда поражало исследователей. В природе практически нет сходных особей, популяций, видов и экосистем. Даже однояйцевые близнецы с одинаковой наследственностью чем-то, но отличаются друг от друга. Это разнообразие всегда было загадкой и казалось избыточным. Но уже в первой четверти ХХ века появились сведения о том, что хозяйственная экспансия человека во всем мире ведет к быстрому сокращению видового разнообразия флоры и фауны. Особое беспокойство вызвало то, что исчезновение видов идет нарастающими темпами, подобно лавине. Собственно, теория эволюции органического мира предполагает, что «жизнь» видов не бесконечна: по прошествии десятков или сотен тысяч лет тот или иной вид исчезает, уступая арену жизни другим видам, более приспособленным к меняющимся условиям. Однако за последние 300 лет виды стали исчезать гораздо быстрее, чем идут естественные эволюционные процессы. Единственной причиной гибели многих видов стала деятельность человека: прямое преследование (охота, рыболовство, вырубка лесов и др.) или косвенное влияние (быстрое изменение среды, вытеснение с исконных мест обитания и др.). Прогнозы ученых говорят о том, что если темпы утраты видов не замедляться, в ближайшие 20 лет число видов сократится на 20%, а к середине ХХ1 столетия может исчезнуть половина видов.

Какими могут быть последствия исчезновения видов? Какова роль видового разнообразия в экосистемах? Ответ на эти вопросы может дать изучение структуры и функционирования биоценозов. Природные сообщества могут включать сотни и тысячи видов, от бактерий до вековых деревьев и крупных животных. Биоценозы представляют собой природные системы. Высокое видовое разнообразие обеспечивает следующие свойства этих сложных систем.

1. Взаимная дополнительность частей. В сообществах уживаются те виды, которые делят между собой экологические ниши и дополняют друг друга в использовании ресурсов среды. Например, растения первого яруса в лесу перехватывают 70-80% светового потока. Во втором ярусе растут деревья и кустарники, которым достаточно 10-20% освещения, а наземные травянистые растения и мхи в таких лесах способны фотосинтезировать всего при 1-2 сотых долях светового потока. Дополняя друг друга, растения боле полно используют солнечную энергию.

Такая же дополнительность существует в размещении растений разных видов по поверхности почвы, расположении их корневых систем, полноте усвоения минеральных веществ и т.д.

У животных «разделение труда» в биоценозе ярко выражено в использовании разных видов пищи, времени, суточной и сезонной активности, размещении в пространстве. Очень существенно дополняют друг друга разные виды грибов в лесной подстилке. Одни из них специализируются на разрушении мертвой древесины, другие – свежеопавших листьев, третьи – корней и шишек, четвертые продолжают разрушение уже полуразложившейся массы. Взаимная дополнительность чрезвычайно характерна и для микроорганизмов–редуцентов. Одни из них разрушают целлюлозу, другие – белки, третьи – сахара.

Взаимная дополнительность видов, создающих и разрушающих органическое вещество, лежит в основе биологических круговоротов.

2. Взаимозаменяемость видов. Любой вид биоценоза может быть заменен другим, со сходными экологическими требованиями и функциями. Хотя полностью похожих друг на друга видов в природе нет, но многие схожи по основным экологическим требованиям, отличаются лишь деталями. Такие виды обычно заменяют друг друга в похожих сообществах, как, например, разные виды елей и пихты в темнохвойных таежных лесах, или разные виды насекомых-опылителей на лугах.

Так как экологические ниши многих видов частично перекрываются, выпадение или снижение активности какого-нибудь одного из них не опасно для экосистемы. Его функцию берут на себя другие, и разные звенья круговорота веществ продолжают действовать. Взаимозаменяемость видов постоянно происходит при колебаниях погодных условий. Так, на лугах во влажные годы доминируют короткокорневищные травы, а в сухие – длиннокорневищные, активны разные листогрызущие и хищные насекомые и т.п.

Взаимозаменяемость видов позволяет экосистемам сохранять свои основные свойства, если не меняются масштабы их воздействия на окружающую среду. Например, на пастбищах диких копытных сменили домашние животные. В прериях Северной Америки до прихода людей обитало примерно 75 млн бизонов. Они съедали около 400 млн тонн травы, при расчете на сухой вес, что составляло около половины продукции растительности, и ускоряли круговорот веществ в прериях. Бизоны были полностью уничтожены человеком. Их место на пастбищах заняли стада коров и овец. Но человек в погоне за прибылью склонен сильно увеличивать поголовье скота, и прерии пострадали от перевыпаса. Продуктивность пастбищ упала, усилились эрозионные процессы.

3. Регуляторные свойства. Способность к саморегуляции – одно из основных условий существования сложных систем. Саморегуляция возникает на основе обратных связей. Принцип отрицательной обратной связи заключается в том, что отклонение системы от нормы приводит в действие силы, направленные на возвращение ее в нормальное состояние. Этот принцип обратной связи ярко проявляется во внутрипопуляционных и межвидовых отношениях в биоценозах. Увеличение численности жертв вызывает увеличение численности хищников и паразитов. Повышение плотности популяции сверх определенных уровней так изменяет связи внутри вида, что падает воспроизводительная способность или усиливается рассредоточение особей в пространстве.

Чем разнообразнее биоценозы и сложнее структура популяций, тем успешнее осуществляется их саморегуляция.

4. Надежность обеспечения функций. Главные функции биоценозов в экосистеме – создание органического вещества, его разрушение и регуляция численности видов – обеспечиваются множеством видов, как бы страхующих деятельность друг друга. Например, численность насекомых могут сдерживать многоядные хищники, при более высокой численности – специализированные паразиты, при еще более высокой – возбудители инфекционных заболеваний или же ужесточение конкурентных отношений и внутрипопуляционные взаимодействия.

Разложение целлюлозы – сложного и прочного компонента растительных тканей – могут осуществлять специализированные бактерии, разные виды плесневых и шляпочных грибов, мелкие почвенные клещи-сапрофаги, личинки насекомых, дождевые черви и другие животные, в кишечниках которых вырабатываются необходимые для этого ферменты.

В технике системы с множественным обеспечением функций действуют как сверхнадежные.

Этот принцип, как мы видим, взят человеком из природы. Разнообразие видов в экосистемах обеспечивает надежность их функционирования.

Таким образом, биологическое разнообразие – это главное условие устойчивости всей жизни на Земле.

Термодинамические основы устойчивости экосистем. В естественных условиях через любую биологическую систему, в том числе и биоценоз, постоянно проходит поток энергии. Согласно второму закону термодинамики, рассеивание энергии связано с принципом стабильности. В силу этого любой естественный биоценоз развивается в направлении устойчивого состояния – идут сукцессионные процессы.

Все искусственно создаваемые в сельскохозяйственной практике экосистемы полей, садов, пастбищных лугов, огородов, теплиц и др., все агроценозы представляют собой экосистемы, специально поддерживаемые человеком на начальных стадиях сукцессии. В агроценозах используется именно их свойство производит высокую чистую продукцию, так как все конкурентные воздействия на культурные растения со стороны сорняков сдерживаются агротехническими мероприятиями. Агроценозы неустойчивы, они требуют постоянной деятельности по их поддержанию со стороны человека (борьба против массового размножения вредителей или болезней и т.д.).

С экологических позиций крайне опасно упрощать природное окружение человека, превращая весь ландшафт в агрохозяйственный. «Если дикая природа отступает, - писал Ч.Элтон, - мы должны научиться передавать часть ее стойкости и богатства ландшафтам тех земель, с которых мы снимаем наши урожаи».

Изменение энергетики природной экосистемы в среднем на 1 % (от 0,3 до 1%) выводит экосистему из состояния равновесия.

Оценки экологов, в частности В.Г.Горшкова, свидетельствуют о том, что устойчивое существование глобальной экосистемы – биосферы возможно, если относительный уровень потребления ее ресурсов не превосходит 1 %. Один процент от современного содержания кислорода в свободной атмосфере планеты сделал возможным появление организмов, энергетические процессы которых основывались на дыхании кислородом. Это были водные аэробные организмы. Понадобилось накопление десятой части от современного количества кислорода в тропосфере, чтобы жизнь могла выйти на сушу, смогли осуществляться обмен веществ и энергетические процессы у наземных организмов и их сообществ.