**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ»**

**ЭКОЛОГИЯ**

**(Курс лекций)**

**Учебное пособие**

**Для студентов высших учебных заведений**

**Ставрополь, 2021**

**УДК 574**

**ББК 20.1**

**Э40**

**Рецензенты:** д.с.-х.н, профессор кафедры общего и мелиоративного земледелия Ставропольского ГАУ профессор Г.Р. Дорожко.

Экология: учебное пособие /авт. – сост. Зеленская, Е.Е. Степаненко, Ю.А. Мандра, О.А. Поспелова, С.В. Окрут; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2021. – 139 с.

Предназначено для слушателей бакалавриата в качестве основного литературного источника.

Настоящее учебное пособие составлено в соответствии с ФГОС ВО по подготовки бакалавра. Включает курс лекций

**УДК 574**

**ББК 20.1**

**Лекция 1**

**Введение: предмет экологии**

План:

1. История экологии.
2. Предмет и задачи экологии. Подразделения экологии.
3. Основные методы экологии.
4. Значение экологического образования.
5. **История экологии**

Цивилизации возникли тогда, когда человек научился использовать огонь и орудия труда, позволившие ему изменять среды своего обитания. Поэтому познание природы приобрело практическое значение еще на заре человечества. В первобытном обществе каждый должен был иметь определенные знания об окружающей его среде, о силах природы растениях и животных. Эмпирическими знаниями о требованиях живых организмов к условиям существования располагал уже доисторический человек, накапливая их при поиске, добыче съедобных растений и убежищ. Более чем за 600 поколений до нас появилось земледелие, которое решило будущее человечества. С развитием цивилизации развивались и экологические познания, и экологические проблемы.

Известно, что люди часто сами того не подозревая, занимаются экологическими наблюдениями. Так, например, рыбак знает, что форель ловится в ручьях с быстрым течением и в насыщенной кислородом воде, тогда как плотва или карась предпочитают медленно текущие или стоячие воды. Каждый знает, что на берегах Ледовитого океана не водятся львы, а в Сахаре нет белых медведей. Элементы экологических знаний обнаруживаются в сочинениях многих ученых *античного мира.* В древних египетских, индийских, китайских и европейских источниках VI-II вв. до н.э. можно обнаружить сведения о жизни и изменениях численности животных и растений.

Гиппократ (460-377 гг. до н.э.) выдвинул идеи о влиянии факторов среды на здоровье человека. Аристотель (384-322 гг. до н.э.) классифицировал животных по образу жизни и способу питания. Он описал свыше 500 видов животных и рассказал об их поведении: о зимней спячке рыб, перелетах птиц, паразитизме кукушки, о способе самозащиты каракатицы и т.п.

В средние века науки о природе развивались медленно в силу религиозного догматизма и схоластики. Следует упомянуть о трудах немецкого химика и врача Парацельса (1493-1541), идеи которого о дозировании природных факторов были развиты в XIX в. в работах Либиха и Шенфорда.

Великие географические открытия в *эпоху Возрождения*, колонизация новых стран послужили толчком к развитию наук о природе. Этот период ознаменовался описанием новых земель, их растительного и животного мира, много внимания уделялось влиянию погодно-климатических и других факторов на организмы.

В XVIII веке ботанические и зоологические наблюдения были обобщены в работе «Система природы» шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707-1778), который дал основы научной систематики животных и растений. Хотя он и сформулировал гипотезу постоянства видов, все же признавал образование разновидностей под влиянием условий жизни. Великий французский натуралист Жан Батист Ламарк (1744-1829) в книге «Философия зоологии» впервые широко поставил вопрос о влиянии среды на организмы, но не сумел объяснить причин их привязанности к среде обитания.

Одним из первых естествоиспытателей, понявших необходимость синтеза наук при изучении природных комплексов, включающих живые и неживые элементы, был великий немецкий ученый А. Гумбольдт. Говоря о целостном изучении природы, он писал: «Мое внимание будет устремлено на взаимодействие сил, влияние неодушевленной природы на растительный и животный мир, их гармонию». Одновременно с А. Гумбольдтом на существующее в природе единство среды и организмов указывал знаменитый российский зоолог Карл Рулье (1814-1858). Они были предвестниками идей целостного восприятия природных комплексов, представлений о системах из живых и неживых компонентов. Большой вклад в развитие экологических представлений в этот период внесли и другие российские естествоиспытатели: А.Т. Болотов (1738-1833), П.С. Паласс (1741-1811), И.И. Лепехин (1740-1802), Н.А. Северцов (1827-1885), А.Н. Бекетов (1825-1902) и др. В 1859 г. появилась книга Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора». Взгляды Ч. Дарвина на борьбу за существование не только как на борьбу организмов друг с другом, но и с окружающей неживой средой, послужили научным фундаментом, на котором немецкий биолог Эрнест Геккель в 1866 г. возвел здание науки об «экономике природы» - экологии. Эрнест Геккель дал такое определение этой отрасли науки: «Экология – это познание экономики природы, одновременное исследование взаимоотношений всего живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом. Одним словом, экология – наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, рассматриваемые Дарвином как условия борьбы за существование».

Действительно, дарвинизм вызвал появление двух биологических дисциплин – генетики и экологии. Важным шагом на пути становления экологии как самостоятельной науки следует считать введение в 1877 г. немецким гидробиологом К. Мебиусом понятия о биоценозе.

В самом конце XIX века с призывом развернуть междисциплинарные, комплексные исследования целостных природных систем выступил выдающийся русский ученый-почвовед В.В. Докучаев (1846-1903). Именно закономерная связь между «силами», «телами» и «явлениями», между «мертвой» и «живой» природой, между растениями, животными и минеральными царствами, с одной стороны, и человеком, его бытом и духовным миром – с другой, и составляет сущность познания «естества» - считал он.

В начале XX века оформились экологические школы ботаников, зоологов, гидробиологов, в каждой из которых развивались определенные стороны экологической науки: экология животных, экологий растений, экология микроорганизмов, экология насекомых, экология леса, озера и т.п.

В 1910 г. на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе экология растений официально разделилась на экологию особей - аутэкологию и экологию сообществ – синэкологию. Это деление распространилось затем на экологию животных и на общую экологию. Так же в этот период в экологии зародилось еще одно научное направление – популяционная экология, приоритетной проблемой которой являются биотические взаимодействия в биоценозе.

Представления о целостности природных комплексов, объединяющих сообщества живых организмов и условия их обитания в единую функциональную систему, сформулированные трудами одиночек. не стали системой господствующих взглядов в научных кругах конца XIX – начала XX веков. Интегральный системный подход к изучению биоценоза и биотопа возник в экологии позже.

1. **Предмет и задачи экологии. Подразделения экологии.**

Изначально экология развивалась как составная часть биологической науки, в тесной связи с другими естественными науками – химией, физикой, геологией, географией, почвоведением, математикой.

Предметом экологии является совокупность или структура связей между организмами и средой. Главный объект изучения в экологии – экосистемы, т.е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания. Кроме того в область ее компетенции входит изучение отдельных видов организмов (организменный уровень), их популяций, т.е. совокупностей особей одного вида (популяционно-видовой уровень) и биосферы в целом (биосферный уровень). Основной, традиционной, частью экологии как биологической науки является общая экология, которая изучает общие закономерности взаимоотношений любых живых организмов и среды (включая человека как биологическое существо). В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

- аутэкологию, исследующую индивидуальные связи отдельного организма (виды, особи) с окружающей его средой;

- популяционную экологию (демэкологию), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов. Популяционную экологию рассматривают и как специальный раздел аутэкологии;

- синэкологию (биоценологию) – изучающую взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой.

Для всех этих направлений главным является изучение выживания живых существ в окружающей среде и задачи перед ними стоят преимущественно биологического свойства – изучить закономерности адаптации организмов и их сообществ к окружающей среде, саморегуляцию, устойчивость экосистем и биосферы и т.д.

В изложенном выше понимании общую экологию непосредственно называют биоэкологией. С точки зрения фактора времени экология дифференцируется на историческую и эволюционную. Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования, т.е. различают экологию животных, экологию растений и экологию микроорганизмов.

В последнее время роль и значение биосферы как объекта экологического анализа непрерывно возрастает. Особенно большое значение в современной экологии уделяется проблемам взаимодействия человека с окружающей средой. выдвижение на первый план этих разделов в экологической науке связано с резким усилением взаимного отрицательного влияния человека и среды, возросшей ролью экономических, социальных и нравственных аспектов.

Таким образом, современная экология не ограничивается рамками только биологической дисциплины, трактующей отношения главным образом животных и растений, она превращается в междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие проблемы взаимодействия человека с окружающей средой. Например, на стыке экологии с другими отраслями знаний продолжается развитие таких новых направлений, как инженерная экология, математическая, сельскохозяйственная, космическая, палеоэкология, социальная экология и т.д. Соответственно более широкое толкование получил и сам термин «экология», а экологический подход при изучении взаимодействия человеческого общества и природы был признан основополагающим.

Экологическими проблемами Земли как планеты занимается интенсивно развивающаяся глобальная экология, основным объектом изучения которой является биосфера как глобальная экосистема. В настоящее время появились и такие специальные дисциплины, как социальная экология, изучающая взаимоотношения в системе «человеческое общество – природа», и ее честь – экология человека (антропоэкология), в которой рассматривается взаимодействие человека как биосоциального существа с окружающим миром.

Современная экология тесно связана с политикой, экономикой, правом (включая международное право), психологией и педагогикой, так как только в союзе с возможно преодолеть те трудности, которые встают при взаимоотношении человека и природы.

С научно-практической точки зрения вполне обосновано деление экологии на теоретическую и прикладную.

Теоретическая экология вскрывает общие закономерности организации жизни. Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Научную основу прикладной экологии составляет система общеэкологических законов, правил и принципов.

Исходя их приведенных выше понятий и направлений следует, что задачи экологии весьма многообразны.

В общетеоретическом плане к ним относятся:

- разработка общей теории устойчивости экологических систем;

- изучение экологических механизмов адаптации к среде;

- исследование регуляции численности популяций;

- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;

- изучение продукционных процессов;

- исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;

- моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов.

Основные прикладные задачи, которые экология должна решать в настоящее время, следующие:

- прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в окружающей природной среде под влиянием деятельности человека;

- улучшение качества окружающей природной среды;

- сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;

- оптимизация инженерных, экономических, организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития, в первую очередь в экологически неблагоприятных районах.

Стратегической задачей экологии считается развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

Таким образом, экология становится одной из важнейших наук будущего и, «возможно, само существование человека на нашей планете будет зависеть от ее прогресса» (Ф. Дре, 1976).

1. **Основные методы экологии**

Основными методами экологии являются:

- полевые наблюдения;

- эксперименты в природных условиях;

- моделирование процессов и ситуаций, встречающихся в популяциях и биоценозах, с помощью вычислительной техники (математическое моделирование).

Экология как и экономика, всегда стремилась к количественной оценке изучаемых и прогнозируемых ею явлений, создавая математические формулы.

Однако с развитием экосистемной и популяционной экологии основным инструментом экологического анализа становятся количественные методы, которые превращают экологию в точную науку.

1. **Значение экологического образования**

В настоящее время стихийное развитие взаимоотношений с природой представляет опасность для существования не только отдельных объектов, но и для всего человечества. Это объясняется тем, что человек тесно связан с живой природой происхождением, материальными и духовными потребностями, но в отличие от других организмов, эти связи достигли таких масштабов и форм, что это может привести (и уже приводит) к практически полному вовлечению живого покрова планеты в жизнеобеспечение современного общества, что поставило человечество на грань экологической катастрофы.

Человек, благодаря данному ему природой разуму, стремится обеспечить себе комфортные условия среды, быть независимым от климата, от нехватки пищи, избавиться от вредных для него растений и животных, но совсем не вредных для остального живого мира, и т.п. Поэтому, человек, прежде всего, отличается от других видов тем, что взаимодействует с природой через создаваемую им культуру, т.е. человечество в целом, развиваясь, создает на Земле культурную среду благодаря передаче из поколения в поколение своего трудового и духовного опыта.

Остановить стихийное развитие событий помогут лишь знания о том, как ими управлять. Экологические знания необходимы каждому человеку, чтобы сбылась мечта многих поколений о создании достойной человека среды: для чего надо построить прекрасные города, развить настолько совершенные производительные силы, которые смогли бы обеспечить гармонию человека и природы.

Экологически образованный человек не допустит стихийного отношения к окружающей среде, он будет бороться против варварского отношения к природе. Эти знания позволят понять человеку, что человек и природа – единое целое, и представления о господстве его над природой довольно призрачны и примитивны.

**Лекция 2**

**Факторы среды. Общие закономерности действия на организмы.**

План:

1. Среда и условия существования организмов.
2. Классификация факторов.
3. Влияние на организмы абиотических факторов.
4. Экологическая пластичность организмов.
5. Совместное действие экологических факторов.
6. Лимитирующий или ограничивающий фактор.

**1.Среда и условия существования организмов**

Необходимо различать такие понятия, как среда и условия существования организмов. Среда – это все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, рост, развитие, выживаемость, рождаемость и т.д. Среда каждого организма слагается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, привносимых человеком, его производственной деятельностью. При этом одни элементы могут быть необходимы организму, другие почти или полностью безразличны для него, а третьи – оказывать вредное воздействие. Так, например, заяц-беляк в лесу вступает в определенные взаимоотношения с пищей, кислородом, водой, химическими соединениями, без которых он обойтись не может. А вот валун, пень, кочка не оказывают существенного влияния на его жизнь: заяц вступает с ними во временные, но не обязательные связи (укрыться).

Условия существования, или условия жизни – это совокупность необходимых для организма элементов среды, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может. Элементы среды, необходимые организму или отрицательно на него воздействующие называются экологическими факторами.

В природе эти факторы действуют не изолированно друг от друга, а в виде сложного комплекса. Комплекс экологических факторов, без которых организм существовать не может, и представляет собой условия существования, или условия жизни данного организма.

Различные организмы по-разному воспринимают и реагируют на одни и те же факторы. Кроме того, для организмов каждого вида характерны свои особые условия. Растения и животные пустынь и полупустынь существуют в условиях повышенной температуры и низкой влажности. В тундре обитают растения и животные, чувствительные к недостатку влаги и способные переносить низкие температуры. Жители соленых и пресных вод по-разному воспринимают концентрацию растворенных в воде минеральных веществ. Все приспособления организмов к существованию в различных условиях выработались исторически. В результате сформировались специфичные для каждой географической зоны группировки растений и животных.

1. **Классификация факторов**

Анализ огромного разнообразия факторов позволяет разделить их более или менее на три основные группы: абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм. Они делятся на:

- химические (химический состав атмосферы, морских и пресных вод, почвы и т.д.);

- физические или климатические (температура, давление, ветер, влажность, радиационный режим и т.д.);

- эдафогенные (механический и химический состав почвы, ее влагоемкость, воздухопроницаемость, окраска и т.д.);

- орографические (рельеф местности).

Строение поверхности, рельеф, геологические и климатические различия обусловливают огромное разнообразие абиотических факторов, играющих соответствующую роль в жизни исторически приспособившихся к ним видов животных, растений и микроорганизмов. Биотические факторы среды – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Они носят самый разнообразный характер. Живые существа служат источником пищи, средой обитания, способствуют размножению, оказывают физические, химические и другие воздействия. Биотические факторы действуют не только непосредственно, но и косвенно – через окружающую неживую природу. Например, бактерии влияют на состав почвы, под пологом леса происходят изменения микроклимата. В широком смысле биотические факторы – это внутривидовые и межвидовые взаимоотношения организмов.

Антропогенные факторы – совокупность воздействия деятельности человека на органический мир. По мере исторического развития человечества и возникновения специфических, присущих только ему закономерностей природа обогатилась качественно новыми явлениями. Уже фактом своего существования люди оказывают на окружающую среду заметное влияние. Например, в процессе дыхания в атмосферу ежегодно поступает 1,1 : 1012 кг углекислого газа, а годовая потребность человечества в пище оценивается величиной 2,7 · 1015 ккал. Но в значительно большей степени на природу влияет производственная деятельность людей. В результате изменяется рельеф и химический состав земной поверхности, атмосферы, происходит перераспределение пресной воды, изменяется климат планеты в целом, ликвидируются естественные биогеоценозы, повсеместно создаются искусственные агробиоценозы, эксплуатируются полезные ископаемые, уничтожаются вредные для человека виды растений и животных, возделываются культурные растения и одомашниваются животные. Значение антропогенного фактора, по мере того как человек все полнее завоевывает и подчиняет себе природу, постепенно возрастает.

1. **Влияние на организм абиотических факторов**

Абиотические факторы могут оказывать на организм прямое и косвенное воздействие. Например, температура среды, действуя непосредственно на организм животного или растения, определяет их тепловой баланс, течение физиологических процессов. Вместе с тем температура как абиотический фактор может оказывать и косвенное влияние. Так, обеспечивая те или иные условия для развития растений, являющихся кормом для многих животных, она может повлиять на их жизнедеятельность.

Эффект воздействия экологических факторов зависит не только от их характера, но и от дозы, воспринимаемой организмом (высокая или низкая температура, яркий свет или темнота и т.д.).

У всех организмов в процессе эволюции выработались приспособления к восприятию факторов в определенных количественных пределах. Однако, для каждого организма, будь то растение, животное или микроорганизм, существует конкретное количество факторов. наиболее благоприятное для него. Каждый экологический фактор характеризуется определенными количественными показателями, например, силой и диапазоном действия.

пределы выносливости

Интенсивность жизнедеятельности

оптимум

нижний предел

верхний предел

зона нормальной жизнедеятельности

зона

угнетения

зона смерти

зона смерти

зона

угнетения

зона

угнетения

интенсивность фактора

Рисунок 1 - Зависимость результат действия экологического фактора

от его интенсивности

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельность организма, называется оптимумом, а дающая наихудший результат – пессимумом, т.е. условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетена, но он еще может существовать. Так, при выращивании растений при различных температурах, точка, при которой наблюдается максимальный рост, и будет оптимумом. В большинстве случаев это некий диапазон температур, составляющий несколько градусов, поэтому здесь лучше говорить о зоне оптимума. Весь интервал температур, от минимальной до максимальной, при которых еще возможен рост, называется диапазоном устойчивости или толерантности. Точки, ограничивающие его, т.е. максимально и минимально пригодные для жизни температуры, - это пределы устойчивости или выносливости. Между зоной оптимума и пределами устойчивости по мере приближения к последним организм испытывает все нарастающий стресс, т.е. речь идет о зонах стресса или зонах угнетения. По мере удаления от оптимума вверх и вниз по шкале не только усиливается стресс, а в конечном итоге по достижении пределов устойчивости организма происходит его гибель, т.е. это зона смерти.

Повторяемость наблюдаемых тенденций дает возможность сделать заключение, что здесь речь идет о фундаментальном биологическом принципе: для каждого вида растений, животных и микроорганизмов существуют оптимум, стрессовые зоны и пределы устойчивости в отношении каждого экологического фактора.

1. **Экологическая пластичность организмов**

Как мы с вами выяснили, для каждого организма и в целом для вида есть свой оптимум условий. Как оказалось он неодинаков не только для разных видов, но и для отдельных стадий развития организма. Хорошо известны, например, оптимальные температуры цветения, плодоношения, прорастания, размножения и т.д. многих видов. В зависимости от того, какой уровень оптимума наиболее приемлем для видов, среди них различают тепло- и холодолюбивые, влаго - и сухолюбивые, приспособленные к высокой или низкой солености. Для каждого вида характерна и степень выносливости определенная.

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды называется экологической пластичностью или экологической валентностью вида.

Чем шире диапазон колебаний экологического фактора, в пределах которого данный вид может существовать, тем больше его экологическая пластичность, тем шире диапазон его толерантности.

Виды, способные существовать при небольших отклонениях фактора от оптимальной величины, называется узкоспециализированными, а выдерживающие значительные изменения фактора – широко приспособленными. К первым относится большинство обитателей морей, нормальная жизнедеятельность которых сохраняется лишь при высокой концентрации солей в окружающей среде. Организмы пресных вод, наоборот, приспособлены к низкому содержанию солей в среде. Следовательно, и морские и пресноводные виды обладают невысокой экологической пластичностью по отношению к солености. Однако, есть такие виды, которые приспособлены существовать и в морской и в пресной воде, например, трехиглая колюшка. Этому виду свойственна большая экологическая пластичность.

Экологически непластичные, т.е. маловыносливые виды, называются стенобионтными (stenos – узкий). Более выносливые - эврибионтными (eurus – широкий). Стенобионтность и эврибионтность характеризуют различные типы приспособления организмов к выживанию. Виды, длительное время развивавшиеся в относительно стабильных условиях, утрачивают экологическую пластичность, в то время как виды, существовавшие при различных колебаниях факторов среды, приобретают повышенную экологическую пластичность.

Отношение организмов к колебаниям того или иного фактора выражается прибавлением приставки эври- или стено- к названию фактора. Так по отношению к температуре – эври- и стенотерминые, к концентрации солей – эври- и стеногалинные, к свету – эври- и стенофотные и т.д.

По отношению ко всем факторам среды эврибионтных организмов очень мало. Чаще всего эври- или стенобионтность проявляется по отношению к одному фактору. Эврибионтность обычно способствует широкому распространению видов. Как известно, многие простейшие, грибы (типичные эврибионты) распространены повсеместно.

Стенобионтность обычно ограничивает ареалы обитания, однако нередко благодаря высокой специализированности этим видам могут принадлежать обширные территории. Так, рыбоядная птица скопа, являясь типичным стенофагом, в поисках пищи передвигается на большие расстояния и занимает значительный ареал. Различные виды организмов предъявляют неодинаковые требования к почвенным условиям, температуре, свету, влажности и т.д. Поэтому, на разных почвах, в разных климатических поясах произрастают различные растения. В свою очередь в растительных ассоциациях формируются неодинаковые условия для животных. Исторически приспосабливаясь к абиотическим факторам среды и вступая в определенные биотические связи друг с другом, животные, растения и микроорганизмы распределяются по различным средам и формируют многообразные биоценозы, в конечном итоге объединяющиеся в биосферу Земли.

1. **Совместное действие экологических факторов**

Экологические факторы обычно действуют не поодиночке, а целым комплексом. Действие одного какого-либо фактора зависит от уровня других. Действие одного фактора не заменяется действием другого, однако при комплексном воздействии среды можно видеть часто «эффект замещения», который проявляется в сходстве результатов воздействия разных факторов. Так, свет не может быть заменен избытком тепла или обилием углекислого газа, но, действуя изменениями температуры, можно приостановить фотосинтез и растений или активность у животных и тем самым создать эффект диапаузы, как при коротком дне, а удлинив активный период, создать эффект длинного дня. И в то же время это не замещение одного фактора другим, а проявление количественных показателей экологических факторов. Это явление широко используется в практике растениеводства и зоотехнии.

В комплексном действии среды факторы по своему воздействию неравноценны для организмов. Их можно подразделить на ведущие (главные) и фоновые (сопутствующие, второстепенные). Ведущие факторы различны для разных организмов, если даже они живут в одном месте. В роли ведущего фактора на разных этапах жизни организма могут выступать то одни, то другие элементы среды. Например, в жизни многих культурных растений, таких как злаки, в период прорастания ведущим фактором является температура, в период колошения и цветения – почвенная влага, в период созревания - количество питательных веществ и влажность воздуха. Роль ведущего фактора в разное время года может меняться. Так, в пробуждении активности у птиц в конце зимы ведущим фактором является свет и, в частности, длина дня, но летом его действие становится равнозначным температурному фактору. Ведущий фактор может быть неодинаков у одних и тех же видов, живущих в разных физико-географических условиях. Например, активность комаров, мошек в теплых районах определяется комплексом светового режима, тогда как на севере - изменениями температуры.

1. **Лимитирующий или ограничивающий фактор**

Понятие о ведущих факторах нельзя смешивать с понятием об ограничивающих факторах. Фактор, уровень которого в качественном или количественном отношении (недостаток или избыток) оказывается близким к пределам выносливости данного организма, называется ограничивающим или лимитирующим. В роли ограничивающего фактора могут выступать как ведущие, так и фоновые экологические факторы. Понятие о лимитирующих факторах было введено в 1840 г. немецким химиком Ю. Либихом. Он сформулировал закон по отношению к сельскохозяйственным культурам: вещество, которое находится в минимуме, управляет урожаем и определяет величину и устойчивость последнего во времени. В качестве наглядной иллюстрации закона минимума Либиха часто изображают бочку, у которой образующие боковую поверхность доски имеют разную высоту. Длина самой короткой доски определяет уровень, до которого можно наполнить бочку водой. Следовательно, длина этой доски - лимитирующий фактор для количества воды, которую можно налить в бочку. Длина других досок не имеет значения.

Поясним закон минимума Либиха на конкретных примерах. В почве содержатся все элементы минерального питания, необходимые для данного вида растений, кроме одного из них, например, бора или цинка. Рост растений на такой почве будет сильно угнетен или вообще невозможен. Если добавить нужное количество бора или цинка угнетение растения прекратится. Но если мы будем вносить любые другие химические соединения (фосфор, калий и т.д.), а бор будет отсутствовать – это не даст никакого эффекта. Точно также, если кислотность (pH) почвы отклонится от оптимума, например для озимой ржи, то никакие агротехнические мероприятия, кроме снижающего кислотность известкования, существенно не помогут.

Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, на что указывал Либих, но и избыток таких факторов, как, например, тепло, свет, вода и т.д. Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом ввел Шелфорд (1913 г.), сформулировавший «закон толерантности»: отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (в качественном или количественном смысле) или, наоборот, избытком любого из ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. После 1910 г. по «экологии толерантности» были проведены многочисленные исследования, благодаря которым стали известны пределы существования многих растений и животных. Ценность концепции лимитирующих факторов состоит в том, что она дает отправную точку при исследовании сложных ситуаций. Изучая конкретную ситуацию можно выделить слабые звенья и сфокусировать внимание на тех условиях среды, которые с наибольшей вероятностью могут оказаться критическими или лимитирующими.

**Лекция 3**

**Важнейшие абиотические и биотические факторы и адаптации к ним организмов**

План:

1. Абиотические факторы и адаптации к ним организмов.

1.1.Свет.

1.2. Температура.

1.3. Влажность

2. Биотические факторы.

2.1. Зоогенные факторы.

2.2. Фитогенные факторы.

2.3. Антропогенные факторы.

**1. Абиотические факторы и адаптации к ним организмов**

**1.1. Свет**

Одним из важнейших экологических факторов, особенно для фотосинтезирующих зеленых растений является свет. Солнце излучает огромное количество энергии, при этом на видимые лучи приходится примерно половина всей поступающей на Землю лучистой энергии. Остальные 50% составляют невидимые инфракрасные лучи, около 1% - ультрафиолетовые; значение их для растений и животных изучено недостаточно, еще менее изучена проникающая радиация. Однако влияние этих видов лучистой энергии Солнца на живые организмы несомненно. Проникающая радиация может вызвать необратимые изменения в клетках, привести к нарушению обмена веществ; ультрафиолетовые, в зависимости от длины волн могут действовать стимулирующее, губительно или обладать высокой синтетической активностью. Инфракрасное излучение воспринимается всеми организмами как тепло. Особое значение имеет видимый свет. На свету происходит образование хлорофилла и осуществляется важнейший процесс в биосфере – процесс фотосинтеза. Фотосинтезирующая деятельность зеленых растений обеспечивает планету органическим веществом и аккумулированной в нем солнечной энергией – источником возникновения и фактором развития жизни на Земле. Различные участки спектра видимого света действуют на растения и животных по-разному. Прежде всего различают физиологически активную радиацию, т.е. лучи, ускоряющие или замедляющие процессы фотосинтеза. Наиболее активны оранжево-красные, сине-фиолетовые и ультрафиолетовые с длиной волны 0,38-0,40 мкм. Желто-зеленые и инфракрасные лучи растениями либо вовсе не поглощаются, либо в незначительном количестве. Установлено, что многие растения хорошо развиваются под прозрачными бесцветными стеклами, а под красными и особенно зелеными растут плохо и часто вообще не образуют генеративных органов. Видимый свет оказывает смешанное действие на организмы: красные лучи – преимущественно тепловое, синие и фиолетовые изменяют скорость и направление биохимических реакций. В целом свет влияет на скорость роста и развитие растений, на интенсивность фотосинтеза, на активность животных, вызывает изменение влажности и температуры среды, является важным сигнальным фактором, обеспечивающим суточные и сезонные биоциклы.

*Световой режим*. Каждое местообитание характеризуется определенным световым режимом. Он устанавливается соотношением интенсивности, количества и качества света. Показатели светового режима очень изменчивы и зависят от географического положения, рельефа местности, от высоты над уровнем моря и т.д. Интенсивность или сила света измеряется количество джоулей, приходящихся на 1 см2 горизонтальной поверхности в минуту. Количество света определяется суммарной радиацией, от полюсов к экватору увеличивается и это сопровождается изменениями качества. Но для определения светового режима необходимо учитывать и количество отражаемого света, так называемое альбедо. Оно выражается в %.

*Экологические группы растений по отношению к свету*. По отношению к свету различают следующие группы растений: светолюбивые, теплолюбивые и теневыносливые.

Светолюбивые – обитают на открытых местах с хорошей освещенностью и в лесной зоне встречаются редко. Они образуют разреженный и невысокий растительный покров, чтобы не затенять друг друга.

Тенелюбивые – не выносят сильного освещения и живут под пологом леса в постоянной тени. Это в основном лесные травы.

Теневыносливые – могут жить при хорошем освещении, но легко переносят и некоторое затенение.

В связи с такой спецификой местообитания этим группам растений свойственны определенные адаптивные особенности. Для световых растений характерна приземистость, розеточное расположение листьев, укороченные побеги, цветки поворачиваются за солнцем (подсолнечник, козлобородник, череда и т.д.).

Тенелюбивые отличаются мозаичным расположением листьев, у некоторых листья обращены к свету ребром ( у эвкалипта), у деревьев световые и теневые листья имеют анатомические различия (световые листья толще, грубее, иногда блестящие, а теневые - матовые, опушенные, тонкие).

Теневыносливые занимают промежуточное положение.

*Свет как условие ориентации животных.* Свет как средство ориентации наибольшее значение имеет в жизни животных. Уже у простейших проявляются светочувствительные органеллы. Начиная с кишечнополостных, практически у всех животных развиваются сложные светочувствительные органы – глаза. Среди животных различают ночные и сумеречные виды. Имеются также виды, живущие в постоянной темноте (почвенные животные, обитатели пещер и больших глубин, внутренние паразиты растений и животных). Световой режим оказывает влияние и на географическое распространение животных. Так, определенные птицы и млекопитающие поселяются в высоких широтах с длинным полярным днем, а осенью, когда день сокращается, мигрируют на юг. Летом в тундре скапливается огромное количество животных, которые при обилии света успевают закончить размножение, в то же время в тундру почти не проникают ночные хищники – за короткую ночь они не могут прокормиться.

Определенное сигнальное значение в жизни животных имеет биолюминесценция, т.е. способность живых организмов светиться. Это свечение служит для привлечения особей противоположного пола, приманивания добычи, отпугивания хищников, для ориентации в стае и т.д.

Таким образом, растениям свет необходим прежде всего для осуществления фотосинтеза, а для животных он имеет в основном информационное значение.

**1.2. Температура**

*Тепловой режим.* Одним из наиболее важных факторов, определяющих существование, развитие и распространение организмов по земному шару, является температура. Причем значение имеет не только абсолютное количество тепла, но и распределение его во времени, т.е. тепловой режим. Тепловой режим у растений складывается из температурных условий, которым свойственные та или иная продолжительность и смена в определенной последовательности в сочетании с другими факторами. У животных он также в сочетании с рядом других факторов обусловливает их суточную и сезонную активность. Тепловой режим сравнительно постоянен в течение года лишь в тропических зонах. К северу и к югу сезонные и суточные колебания температур возрастают по мере их удаления от экватора. Растения и животные, приспосабливаясь к ним, проявляют различную потребность в тепле в разные периоды.

**1.3. Влажность**

Важнейшим экологическим фактором в жизни наземных организмов служит вода. Она служит основной частью протоплазмы клеток, тканей, растительных и животных соков. Только при наличии воды в организме могут осуществляться биохимические процессы, газообмен. Вода с растворенными в ней веществами обусловливает осмотическое давление клеточных и тканевых жидкостей, а также межклеточный обмен.

Потребность растений в воде в различные периоды развития неодинакова. Например, злакам в период прорастания семян и их созревания нужно меньше влаги, чем Вов время интенсивного роста.

*Основные показатели влажности.* Одной из основных характеристик климата и погоды является влажность воздуха. Наибольшее значение для растений и животных имеют абсолютная и относительная влажность воздуха, а также дефицит насыщения. Абсолютная влажность воздуха – это масса водяного пара в 1 м3 воздуха в граммах. Обычно она выражается через упругость водяного пара (давление водяного пара, которое удерживается в воздухе). Абсолютная влажность воздуха влияет на условия вегетации растений в теплую пору года, на испарение с поверхности почвы и транспирацию. Однако наиболее часто в экологических исследованиях учитывается относительная влажность воздуха – это одна из основных характеристик влажности воздуха, она характеризует степень насыщения воздуха водяными парами при определенной температуре и показывает в процентах соотношение абсолютной влажности и максимальной. Наибольшее значение для организмов имеет дефицит насыщения водными парами, т.е. разность между максимальной и абсолютной влажностью при определенных температуре и давлении. Дефицит насыщения наиболее четко характеризует испаряющую силу воздуха и для экологических исследований играет особую роль.

*Экологические группы растений по отношению к водному режиму.*

Гигрофиты - растения, обитающие во влажных местах, не переносящие водного дефицита (тропические растения, росянки, калужница и т.д.).

Мезофиты - это растения умеренно увлажненных местообитаний (луговые травы, лесные травы, лиственные деревья, большинство сельскохозяйственных культур и т.д.)

Ксерофиты – растения сухих местообитаний. Их разделяют на 2 группы:

- Суккуленты – способны накапливать в тканях большое количество воды (алоэ, агава, молодило и т.д.).

- Склерофиты – это сухие, жесткие кустарники и травы (саксаул, верблюжья колючка, полынь, ковыль и т.д.).

В северных широтах или высоко в горах многие растения в холодный период времени также испытывают недостаток влаги, из-за недоступности почвенной влаги при низких температурах.

Растения, обитающие в холодных и влажных местах называются психрофитами, а в холодных сухих – криофитами.

**2. Биотические факторы**

В отличие от абиотические факторов, охватывающих всевозможные действия неживой природы, биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Среди них обычно выделяют:

1. Влияние животных организмов (зоогенные факторы).

2. Влияние растительных организмов (фитогенные факторы).

3. Влияние человека (антропогенные факторы).

Действие биотических факторов может рассматриваться как действие их на среду, на отдельные организмы, населяющие эту среду, или действие этих факторов на целые сообщества.

**2.1. Зоогенные факторы**

Живые организмы живут в окружении множества других, вступающих с ними в разнообразные отношения, как с отрицательными, так и положительными для себя последствиями, а в итоге не могут существовать без этого живого окружения. Связь с другими организмами является необходимым условием питания и размножения, возможность защиты, смягчение неблагоприятных условий среды и т.д. Непосредственное живое окружение организма составляет его биотическую среду. Каждый вид способен существовать только в таком биотическом окружении, где связи с другими живыми организмами обеспечивают нормальные условия для их жизни. Отсюда следует, что многообразные живые организмы встречаются на нашей планете не в любом сочетании, а образуют определенные сообщества, в которые входят виды, приспособленные к современному обитанию.

2.2. Фитогенные факторы.

В отечественной литературе распространена классификация форм взаимоотношений между растениями по В.Н. Сукачеву.

Основные формы взаимоотношений между растениями:

1. Прямые (контактные) механические:

- охлёстывание ветвями (раскачиваясь от ветра, тонкие ветви березы ранят хвою ели, сбивают легкие молодые иглы);

- взаимное давление и сцепление стволов (это нередко оказывает отрицательное влияние на растения, однако чаще такие контакты встречаются в подземной сфере, где большие массы корней тесно переплетаются в небольших объемах почвы. Типы сцепления могут быть различны – от простого сцепления до прочного срастания);

- эпифитизм – использование в качестве субстрата одним растением другого (растения, живущие на других растения (на ветвях, стволах), без связи с почвой, получили название эпифиллов. В отличие от растений-паразитов в прямой физиологический контакт они нее входят, а существуют самостоятельно, как автотрофные организмы. Наиболее богаты эпифитами тропические леса. К ним относятся многие виды орхидейных. Экологический смысл эпифитизма состоит в своеобразной адаптации к световому режиму растений. Возможность выбраться к свету в верхние ярусы леса без больших затрат веществ на рост.

2. Физиологические контакты – включают паразитизм, симбиоз, сапрофитизм, срастание корней. Например, повилика, питающаяся соками клевера, угнетает его, не только подавляя развитие вегетативной массы, но и заметно задерживая развитие растения. Характерным примером симбиоза между растениями является сожительство водоросли и гриба, которые образуют особый целостный организм - лишайник.

Отдельную группу растений с гетеротрофным питанием составляют сапрофиты – виды, которые используют в качестве источника углерода органические вещества отмерших организмов. В биологическом круговороте это важное звено, осуществляющее разложение органических остатков и перевод сложных соединений в более простые, представлено большей частью грибами, актиномицетами, бактериями.

Срастание корней – явление не столь уж редкое в природе. Установлено, что между сросшимися деревьями существует обмен через корни в виде переноса питательные веществ и воды.

3. Косвенные трансбиотические взаимоотношения между растениями (через животных и микроорганизмы). Важная экологическая роль животных в жизни растений состоит в участии в процессах опыления, распространения семян и плодов.

В косвенных трансбиотических взаимоотношениях между растениями нередко вступают и микроорганизмы. Ризосфера корней многих деревьев, к примеру дуба, сильно изменяет почвенную среду, особенно ее состав, кислотность, и тем самым создает благоприятные условия для поселения там различных микроорганизмов, которые в свою очередь служат своеобразной «оборонительной линией» от проникновения в корни патогенных грибов. Этот биологический барьер создается при помощи антибиотиков, выделяемых бактериями. Это положительно сказывается на состоянии растений, особенно молодых.

4. Косвенные трансбиотические взаимоотношения между растениями (средообразующие влияния, конкуренция, аллелопатия).

Изменения растениями среды – это наиболее универсальный и широко распространенный тип взаимоотношений растений при их совместном существовании. Когда тот или иной вид или группа видов растений в результате своей жизнедеятельности сильно изменяет в количественном и качественном отношении основные экологические факторы таким образом, что другим видам сообщества приходится жить в условиях, которые значительно отличаются от зонального комплекса факторов физической среды. Например, ослабление солнечной радиации внутри растительного покрова, изменение температурного режима, влажности воздуха, скорости ветра, содержания углекислоты и т.д.

Существенный путь взаимного влияния это взаимодействие через химические выделения. Например, выделение фитонцидов.

Химические выделения растений могут служить одним из способов взаимодействия между растениями в сообществе, оказывая на организмы либо токсическое, либо стимулирующее действие. Например, выделения соплодий свеклы подавляюще действуют на картофель, кукурузу, томаты и другие культуры; корневые выделения пырея и костреца – на растущие вблизи с ними другие растения.

В качестве особой формы трансбиотических взаимоотношений растений выделяют конкуренцию. Это те взаимные односторонние влияния (отрицательного действия), которые возникают на основе использования энергетических и пищевых ресурсов местообитания. Сильное влияние на жизнь растений оказывает конкуренция за почвенную влагу. Например, взаимоотношения лисохвоста лугового и типчака. Типчак может произрастать во влажной почве, однако в сообществе лисохвоста лугового не растет из-за подавления теневыносливым и быстро растущим лисохвостом. Самая жесткая конкуренция возникает при введении в сообщества новых видов растений без учета сложившихся отношений.

**2.3. Антропогенные факторы**

Действие человека как экологического фактора в природе огромно и чрезвычайно многообразно. Человек может оказывать на животный мир и растительный покров Земли как прямое, так и косвенное влияние.

Основные формы влияния человека на растения и растительный покров:

1. Изменение ареалов растений:

- завоз растений;

- сокращение ареалов и уничтожение растений.

2. Непосредственное воздействие человека на растительный покров:

- распашка;

- осушение;

- вырубка лесов;

- выкашивание;

- действие дымов и других вредных примесей в воздухе;

- орошение и обводнение;

- выжигание;

- выпас животных.

3. Создание новых местообитаний, не свойственных ненарушенной природе:

- создание рудеральных местообитаний;

- создание отвалов и других промышленных выбросов.

4. Создание культурных фитоценозов.

5. Охрана растительного покрова.

Изменения происходят не только в крупных масштабах, но и на примере отдельных видов. Так, на освоенных землях, на посевах злаковых культур стали в больших количествах размножаться пшеничный трипс, злаковые тли, некоторые виды клопов, различные виды стеблевых блошек и другие. Многие из этих видов стали доминирующими, а ранее существовавшие исчезли. Изменения коснулись не только растительного и животного мира, но и микрофлоры и микрофауны, изменились многие звенья в цепях питания. Деятельность человека вызывает целый ряд приспособительных реакций и со стороны организмов. Появление сорняков, придорожных растений, амбарных вредителей и других подобных явлений является следствием приспособительных реакций организмов на человеческую деятельность в природе. В ответ на химические обработки посевов, проводимые человеком, у многих организмов появилась устойчивость к различным инсектицидам за счет усиления ферментативных реакций в обмене веществ, способностью превращать яд в нейтральные соединения.

**Лекция 4**

**Биологические ритмы**

План:

1. Понятие – биологические ритмы.
2. Внешние ритмы:
   1. Суточный режим.
   2. Приливно-отливные ритмы.
   3. Сезонная периодичность.
3. Внутренние, физиологические ритмы.
4. Биологические часы.
5. Фотопериодизм.
6. Приспособление организмов к неблагоприятным сезонным факторам.
7. **Понятие – биологические ритмы**

Одно из фундаментальных свойств живой природы – это цикличность большинства происходящих в ней процессов. Между движением небесных тел и живыми организмами на Земле существует связь. Организмы не только улавливают свет и тепло солнца и луны, но и обладают различными механизмами, точно определяющими положение Солнца, реагирующими на ритм приливов, фазы Луны и движение нашей планеты. Они растут и развиваются в ритме, который приурочен к продолжительности дня и смене времени года. В процессе исторического развития циклические явления, происходящие в природе, были восприняты и усвоены живой материей, и у организмов выработалось свойство периодически изменять свое физическое состояние.

Равномерное чередование во времени каких-либо состояний организма называется биологическим ритмом.

Различают внешние (экзогенные), имеющие географическую природу и внутренние (эндогенные) или физиологические ритмы организма.

**2. Внешние ритмы**

Внешние ритмы имеют географическую природу, связанную с вращением Земли. Множество геологических факторов на нашей планете (световой режим, температура, давление и влажность воздуха, атмосферное и электромагнитное поле, морские приливы и отливы и др.) под влиянием этого вращения закономерно изменяются. На живые организмы воздействуют и такие космические ритмы, как периодические изменения солнечной активности. Существенное влияние оказывают на климат нашей планеты изменения солнечной радиации. Помимо циклического воздействия абиотических факторов внешними ритмами для любого организма являются и закономерные изменения активности, а также поведение других живых существ.

**2.1. Суточный режим**

Суточная периодичность характерна для дневных, сумеречных и ночных животных. Дважды в сутки, на рассвете и на закате, активность животных и растений на нашей планете меняется так сильно, что приводит к практически полной смене «действующих лиц». Это так называемый суточный режим, обусловленный периодически изменением освещенности из-за вращения Земли вокруг своей оси. В зеленых растениях фотосинтез идет только в светлое (дневное) время суток. У растений нередко открывание и закрывание цветков, поднятие и опускание листьев, максимальная интенсивность дыхания и другие процессы приурочены к определенному времени суток. Некоторые виды животных активны лишь при солнечном свете, другие избегают его. Различия между дневным и ночным образом жизни – явление сложное и связано оно с разнообразными физиологическими и поведенческими адаптациями, которые выработаны в процессе эволюции. Свыше 100 физиологических функций затронуто суточной периодичностью, отмечено у человека: сон и бодрствование, изменение температуры тела, ритма сердечных сокращений, глубина и частота дыхания, мышечной и умственной работоспособности и т.д. Большинство животных включают в себя группы видов – дневную и ночную, - практически не встречающихся друг с другом. Дневные животные (птицы, насекомые, ящерицы и т.д.) на закате солнца отправляются спать, а мир заполняют ночные животные (ежи, летучие мыши, совы и т.д.). Имеются виды животных с приблизительно одинаковой активностью как днем, так и ночью, с чередованием коротких периодов покоя и бодрствования. Такой ритм называют полифазным (ряд хищников, многие землеройки и др.). Суточный режим четко прослеживается в жизни обитателей крупных водных систем. Зоопланктон ежедневно совершает вертикальные миграции, поднимаясь к поверхности на ночь и опускаясь днем. Вслед за ним перемещаются питающиеся им более крупные животные, а за ними – еще более крупные хищники.

Периоды активности у одних животных и растений приурочены к строго определенному времени суток, у других могут сдвигаться от обстановки. Например, активность жуков-чернотелок сдвигается на разное время суток, в зависимости от температуры и влажности на поверхности почвы. Открывание цветков шафрана зависит от температуры, соцветий одуванчика – от освещенности: в пасмурный день корзинки не раскрываются. Кроме Земли и Солнца есть еще одно небесное тело, движение которого заметно сказывается на живых организмах нашей планеты – это Луна. У самых разных народов существуют приметы, говорящие о влиянии Луны на урожайность сельскохозяйственных культур, поведение человека и животных. Периодичность, равная лунному месяцу, выявлена как наземных, так и у водных организмов. В приуроченности к определенным фазам Луны периодичность проявляется в роении ряда комаров - хирономид и поденок, размножении японских морских лилий и многощетинковых червей пололо и др. Высказывается мнение, что на полнолуние приходятся периоды максимальной эмоциональной активности у людей.

**2.2. Приливно-отливные ритмы**

Влияние Луны прежде всего сказывается на жизни водных организмов морей и океанов, связано с приливами, которые обязаны своим существованием совместному притяжению Луны и Солнца. Максимальной высоты приливы достигают примерно раз в 14 дней, когда Солнце и Луна находятся на одной прямой с Землей и оказывают максимальное воздействие на воды океанов. Сильнее всего ритмика приливов и отливов сказывается на организмах, обитающих в прибрежных водах. Чередование приливов и отливов для живых организмов здесь важнее, чем смена дня и ночи, обусловленная вращением Земли и наклонным положением земной оси. Так, физиология рыбки-грунина, обитающей у берегов Калифорнии, таков, что в самые высокие ночные приливы они выбрасываются на берег и самки откладывают икру в песок, затем самцы оплодотворяют ее и возвращаются в море. С отступлением воды икра проходит все стадии развития. Выход мальков происходит через полмесяца и приурочен к следующему высокому приливу.

**2.3. Сезонная периодичность**

Сезонная периодичность относится к числу наиболее общих явлений в живой природе. Не прекращающаяся смена времени года, обусловленная вращением Земли вокруг Солнца, всегда восхищает и поражает человека.

Особенно сезонная периодичность выражена в умеренных и северных широтах, где контрастность метеорологических условий разных сезонов года весьма значительна. Периодичность в жизни животных и растений является результатом приспособления их к годичному изменению метеорологических условий. Она проявляется в выработке определенного ежегодного ритма в их жизнедеятельности, согласованного с метеорологическим ритмом. Потребность в пониженных температурах в осенний период и в тепле в период вегетации означает, что для растений умеренных широт имеет значение не только общий уровень тепла, но и определенное распределение его во времени. Так, если растениям дать одинаковое количество тепла, но по-разному распределить его: одному теплое лето и холодную зиму, а другому постоянную среднюю температуру, но нормальное развитие будет только в первом случае, хотя общая сумма тепла в обоих вариантах одинакова. Потребность растений умеренных широт в чередовании в течение года холодных и теплых периодов получила название сезонного термопериодизма.

Распознать начало и окончание сезона помогают растения и животные – чуткие индикаторы сезонных ритмов природы. Периодичность в развитии растений можно свести к следующим этапам: начало вегетации, начало и конец бутонизации, цветение, обсеменение, прекращение вегетации и т.д. Наблюдения за животными также позволяют установить конкретные ежегодно повторяющиеся в их жизни явления, связанные с условиями среды.

Связь климатических факторов с сезонными процессами, происходящими в жизни животных и растений, изучает фенология.

Нередко решающим фактором сезонной периодичности является увеличение продолжительности дня.

Продолжительность дня меняется на протяжении всего года: дольше всего солнце светит в день летнего солнцестояния в июне, меньше всего – в день зимнего солнцестояния в декабре.

У многих живых организмов имеются специфические физиологические механизмы, реагирующие на продолжительность дня и в соответствии с этим изменяющие их образ действий. Например, пока продолжительность дня будет составлять 8 часов, куколка бабочки - сатурний спокойно спит, так как на дворе еще зима, но как только день становится длиннее, особые нервные клетки в мозге куколки начинают выделять специальный гормон, вызывающий ее пробуждение. Общепринято считать, что существует 4 времени года. Экологи же, изучающие сообщества умеренного пояса, выделяют 6 времен года: зима, ранняя весна, поздняя весна, раннее лето, позднее лето, осень. В Арктике, по сути дела, два времени года – зима (9 месяцев) и лето (3 месяца). По мере продвижения от полюса к экватору смена времени года все меньше определяется температурой, а все больше влажностью. В пустынях лето – это период, когда жизнь замирает, а расцветает ранней весной и поздней осенью. Кроме суточных и сезонных ритмов в природе наблюдается многолетняя периодичность явлений. Она определяется изменениями погоды, закономерной сменой ее под влиянием солнечной активности и выражается чередованием урожайных и неурожайных лет, лет обилия или малочисленности популяции животных. Различают 5-, 6- и 11-летние, а также вековые (80-, 90-летние) циклы солнечной активности. Это позволяет в какой-то степени объяснить совпадения периодов массового размножения животных и роста растений с периодами солнечной активности.

Большой интерес в этом отношении представляет история дальневосточной сардины-иваси. До 1940 г. она была основным объектом промысла на Дальнем Востоке, но затем численность ее резко сократилась, а в 70-х годах вновь в массе появилась, и промысел восстановился. Так как нерест у них проходит преимущественно у берегов острова Кюсю, а по его краям проходит теплое течение, в связи с этим возникают в воде завихрения, в которых и нерестятся иваси. Их икринки, а затем мальки несколько недель носятся в круговороте, подросшая молодь мигрирует на север. В 1938 г. круговые течения по неизвестным причинам исчезли вплоть до 1970 г., и икринки после нереста уносились в открытый океан, так что молодь не могла попасть в районы обычного обитания. Таким образом, история сокращения и взлета численности иваси составляет 32 года. Это пример многолетнего биологического ритма, вызванного изменением природных условий.

**3. Внутренние физиологические ритмы**

Возникли физиологические ритмы исторически. Дело в том, что ни один физиологический процесс не осуществляется непрерывно, поскольку клетки, ткани, органы и их системы, организм в целом периодически переходят из одного крайнего состояния, в котором преобладают анаболические процессы, в другое, где доминируют процессы катаболизма. Иначе говоря, для нормальной жизнедеятельности любой организм должен переходить из состояния высокой физиологической активности в состояние физиологического покоя. Если это не достигается, физиологические функции организма нарушаются. Обнаружена ритмичность в процессах синтеза ДНК и РНК в клетках, в синтезе белков, в работе ферментов, деятельности митохондрий. Деление клеток, сокращение мышц, работа желез внутренней секреции, биение сердца, дыхание, возбудимость нервной системы, т.е. работа всех клеток, органов и тканей организма подчиняется определенному ритму. Каждая система имеет свой собственный период. Действиями факторов внешней среды изменить этот период можно лишь в узких пределах, а для некоторых процессов практически невозможно. Данную ритмику называют эндогенной. Внутренние ритмы организма соподчинены, интегрированы в целостную систему и выступают в конечном итоге в виде общей периодичности поведения организма. Организм как бы отсчитывает время, ритмически осуществляет свои физиологические функции. Наступление очередной фазы прежде всего зависит от времени, отсюда время выступает как один из важнейших экологических факторов, на который должны реагировать живые организмы, приспосабливаясь к внешним циклическим изменениям природы. Живые организмы приспосабливались воспринимать колебания внешней среды и соответственно им настраивали свои физиологические процессы. Это происходило в основном под влиянием трех факторов:

1. вращения Земли вокруг Солнца и своей оси;
2. вращения Луны относительно Земли;
3. перемещения звезд по небосводу.

Первый фактор определяется солнечными сутками (24 ч.).

второй – лунными сутками (24,8 ч.), третий – звездными – (23,9 ч.). Накладываясь друг на друга, эти факторы воспринимаются живыми организмами как ритмика, близкая, но не точно соответствующая 24-часовому периоду. По всей вероятности, это и явилось одной из причин некоторого отключения эндогенных биологических ритмов от точного суточного периода. Они называются циркадными ритмами, т.е. приближающимися к суточному ритму. У разных видов и даже у разных особей одного вида циркадные ритмы по продолжительности, как правило, различаются, но под влиянием правильного чередования света и температуры могут стать равными 24 часам. Например, если летяг содержать в абсолютной темноте беспрерывно, все они просыпаются и ведут активный образ жизни одновременно, но вскоре – в разное время и при этом каждая особь сохраняет свой ритм. Если затем восстановить правильное чередование дня и ночи, периоды сна и бодрствования зверьков снова становятся синхронными. Таким образом, внешний раздражитель регулирует врожденные циркадные ритмы, приближая их к 24-часовому периоду. При этом, чем сложнее организм, тем важнее для него организация во времени. Например, в организме человека обнаружено только циркадных ритмов более 300. Изменения в жизнедеятельности организмов нередко совпадают по периоду с внешними, географическими циклами. Среди них такие, как адаптивные биологические ритмы – суточные, приливно-отливные, равные лунному месяцу, годовые. Самые важные биологические функции организма (питание, размножение и т.д.) благодаря им совпадают с наиболее благоприятными для этого времени суток и года.

**4. Биологические часы**

Циркадные и суточные ритмы лежат в основе способности организма чувствовать время. Механизм, ответственный за такую периодическую активность – будь то питание или размножение, - получил название «биологических часов».

Множество животных – различные виды птиц, пчел и др. – путешествуют не только благодаря памяти ориентируясь по небесному телам, но нужно еще что-то вроде хронометра, показывающего, сколько времени потребовалось Солнцу и звездам, чтобы занять новое место на небосводе. Организмы, обладающие биологическими часами, получают еще одно преимущество – они способны «предвидеть» наступление регулярно повторяющихся событий и соответственно готовиться к ним. Так, пчелам их внутренние часы помогают прилететь на цветок, на котором побывали вчера, точно к тому времени, когда он распускается, а цветок, который посещает пчела, также обладает некими внутренними часами, сигнализирующими о времени распускания. О существовании собственных биологическим часов известно каждому. Проснувшись несколько дней подряд от звонка будильника, быстро привыкаешь просыпаться прежде, чем он зазвонит.

Биологические часы, по мнению целого ряда ученых, представляют собой еще один экологический фактор, ограничивающий активность живых существ. Свободному расселению животных и растений препятствуют не только экологические барьеры, но и их поведение, которое управляется еще и через внутренние биологические часы, движением небесных тел.

**5. Фотопериодизм**

На проявление суточной и сезонной активности организмов оказывают влияние многие условия, но ведущее значение принадлежит свету. Это важный сигнальный фактор, поскольку именно смена освещения обуславливает изменение активности и определяет периоды размножения, миграции, линьки и др.

Реакции организмов на чередование и продолжительность светлых и темных периодов суток называются фотопериодизмом. Фотопериодизм свойственен и растениям и животным. Способность живых организмов реагировать на длину дня получило название фотопериодической реакции (ФПР). Фотопериодизм был открыт в 1920 г. В. Гарнером и Н. Аллардом во время селекционной работы с табаком. Они обнаружили, что один из сортов, который цвел весной и осенью в теплице, не зацветает летом в грунте. Было сделано предположение, что цветению препятствует длинный летний день и это предположение подтвердилось, когда удалось получить цветение при искусственном (в теплице) укорочении дня.

По типу фотопериодической реакции выделяют следующие основные группы растений:

1. Растения короткого дня. Зацветание и плодоношение наступает при 8-12-часовом освещении (табак, перилла, конопля).
2. Растения длинного дня. Продолжительность дня 12 и более часов (картофель, пшеница, шпинат).
3. Нейтральные к длине дня. Цветение наступает при любой длине дня (одуванчик, томаты, горчица и др.)

Каждому виду или сорту свойственен определенный критический фотопериод. Растения обладают способностью «измерять» его продолжительность с довольно большой точностью. Например, для длиннодневной хризантемы критическая длина дня, обеспечивающая цветение, составляет 14 ч. 40 мин., а уже при 14 ч. 50 мин. бутоны не образуются.

ФПР культурных растений во многих случаях соответствует географическому району формирования сорта. Так, сибирские сорта пшеницы имеют длиннодневный тип ФПР, а абиссинский - короткодневный. Растения с определенной ФПР не могут успешно произрастать при неподходящем для них фото периоде.

**6. Приспособление организмов к неблагоприятным сезонным факторам**

Все растения и животные, особенно умеренного климата, осенью подготавливаются к зимним условиям. Для растений свойственно состояние покоя, характеризующееся прекращением роста и замедлением физиолого-биохимических процессов. Различают органический, глубокий и вынужденный покой растений. Органический покой характерен для плодов, клубней, почек. Так, картофель осенью даже при высоких температурах не прорастает. Глубокий покой наступает одновременно с органическим или после него и обусловливает морозостойкость растений. Вынужденный покой проявляется в том, что растения длительной время не приступают к росту из-за неблагоприятных условий. Это часто бывает весной.

У животных приспособления к переживанию неблагоприятных сезонных явлений более разнообразны по сравнению с растениями. Своеобразным приспособлением к неблагоприятным сезонным явлениям служит спячка. Сезонные изменения метаболизма у животных проявляются в периодичности размножения. Основным сигнальным фактором и стимулятором размножения является световой режим местообитания.

Для членистоногих, особенно насекомых, характерна диапауза – состояние временной пониженной физиологической активности.

Широко распространенными приспособлениями к неблагоприятным условиям у многих высших животных являются миграции.

Особым приспособлением служит анабиоз – состояние организма, при котором жизненные процессы настолько замедляются, что отсутствуют все видимые признаки жизни (характерно для сухих семян растений, спор, для простейших, круглых червей и др.).

**Лекция 5**

**Основные среды жизни**

План:

1. Распределение организмов по средам жизни.
2. Водная среда.
3. Наземно-воздушная среда.
4. Почва как среда жизни.
5. Живые организмы как среда жизни.

**1. Распределение организмов по средам жизни**

В процессе длительного исторического развития живой материи и формирования все более совершенных форм живых существ организмы, осваивая новые места обитания, распределились на Земле соответственно ее минеральным оболочкам (гидросфера, литосфера, атмосфера) и приспособились к существованию в строго определенных условиях.

Первой средой жизни стала вода. Именно в ней возникла жизнь. По мере исторического развития многие организмы начали заселять наземно-воздушную среду. В результате появились наземные растения и животные, которые бурно эволюционировали, адаптируясь к новым условиям существования. В процессе функционирования живого вещества на суше поверхностные слои литосферы постепенно преобразовались в почву. Почву стали заселять как водные, так и наземные организмы. Таким образом, на современной Земле четко выделяют четыре среды жизни – водная, наземно-воздушная, почва и живые организмы – существенно различающиеся своими условиями. Рассмотрим каждую из них.

**2. Водная среда**

*Общая характеристика*. Водная среда жизни, гидросфера, занимает до 71% площади земного шара. По объему запаса воды на Земле исчисляются в пределах 1370 млн. км3. Основное количество воды, более 98%, сосредоточено в морях и океанах, 1,24% представлено льдами полярных областей, в пресных водах рек, озер и болот количество воды не превышает 0,45%.

В водной среде обитает около 150000 видов животных (примерно 7% от общего их количества на земном шаре) и 10000 видов растений (8%).

*Абиотические факторы водной среды.*Вода как среда жизни обладает особыми физико-химическими свойствами. Температурный режим гидросферы коренным образом отличается от такового в других средах. Колебания температур в Мировом океане сравнительно не велики: самая низкая около 20С, а самая высокая ≈ 360С. Амплитуда колебаний здесь укладывается в 380С. С глубиной температура воды в океанах падает, даже в тропических областях на глубине 1000 м не превышает 4-50С. В пресных внутренних водоемах умеренных широт температура поверхностных слоев воды колеблется от -0,90С до +250С. Исключениями являются термальные источники – 83-950С.

Такие термодинамические особенности водной среды, как высокая удельная теплоемкость, большая теплопроводность и расширение при замерзании, создают особо благоприятные условия для жизни. Поскольку температурный режим водоемов характеризуется большой стабильностью, организмы, обитающие в них, отличаются относительным постоянством температуры тела и обладают узким диапазоном приспособленности к колебаниям температуры среды. Воде свойственны значительная плотность (в 800 раз превосходит воздушную) и вязкость. На растениях эти особенности сказываются в том, что у них слабо или вовсе не развивается механическая ткань. Большинству водных растений присуща плавучесть и способность находиться в воде во взвешенном состоянии. У многих животных покровы смазаны слизью, а тело имеет обтекаемую форму.

*Экологические группы гидробионтов.* Толща воды – пелагиаль (pelagos – море) заселена пелагическими организмами, способными активно плавать или удерживаться в определенных слоях. В соответствии с этим пелагические организмы подразделяются на две группы – нектон и планктон. Нектон (nektos – плавающий) – это совокупность пелагических активно передвигающихся животных, не имеющих непосредственной связи с дном. В основном это крупные животные, способные преодолевать большие расстояния и сильные водные течения. Для них характерна обтекаемая форма тела и хорошо развитые органы движения. Типичными нектонными организмами являются рыбы, кальмары, ластоногие, киты. В пресных водоемах кроме рыб, к нектону относятся земноводные и активно перемещающиеся по воде насекомые.

Планктон (planktos – парящий) – это совокупность пелагических организмов, не обладающих способностью к быстрым активным передвижениям. Планктоновые организмы не могут противостоять течению. В основном это мелкие животные – зоопланктон и растения – фитопланктон. В состав планктона периодически включаются и парящие в толще воды личинки многих животных (комаров, стрекоз и т.д.). Планктоновые организмы являются важным пищевым компонентом многих водных животных (в том числе таких гигантов, как усатые киты), особенно если учесть, что для них, и прежде всего для фитопланктона, характерны сезонные вспышки массового размножения (цветение воды).

Бентос (benthos – глубина) – совокупность организмов, обитающих на дне (на грунте и в грунте) водоемов. В основном бентос представлен прикрепленными или медленно передвигающимися, а также роющимися в грунте животными, только на мелководье он состоит из организмов, синтезирующих органическое вещество, потребляющих его и разрушающих его.

*Экологическая пластичность водных организмов.*Водные организмы обладают меньшей экологической пластичностью, чем наземные, так как вода – более стабильная среда и абиотические факторы ее претерпевают незначительные колебания.

**3. Наземно-воздушная среда**

*Общая характеристика.* Особенностью наземно-воздушной среды жизни является то, что организмы, обитающие здесь, окружены воздухом – газообразной средой, характеризующейся низкими влажностью, плотностью, а также высоким содержанием кислорода.

*Экологические факторы. Воздух.* Воздух как экологический фактор характеризуется постоянством состава кислорода (около 21%) и углекислого газа (0,03%). Без воздуха не могут существовать ни зеленые растения, ни аэробные микроорганизмы, ни животные. Незначительная плотность не оказывает существенного сопротивления организмам при их передвижении в горизонтальном направлении и в то же время затрудняет перемещение по вертикали.

*Атмосферные осадки.* Количество осадков, их распределение в течение года, форма, в которой они выпадают влияют на водный режим среды. Осадки в виде дождя, града или снега изменяют влажность почвы, обеспечивают доступной влагой растения, дают питьевую воду животным. *Экоклимат и микроклимат*. Для того чтобы выяснить влияние климатических факторов на организм, часто метеорологических данных недостаточно. Хорошо известно, поверхности предметов, обращенные к солнцу, всегда теплее, чем воздух над ними; холодный воздух по ночам скапливается в понижениях местности. В связи с этим местообитания организмов различаются температурным, световым режимом и режимом влажности. *Географическая зональность.* Для наземно-воздушной среды характерна четко выраженная зональность. При этом любые сочетания растительного покрова и животного населения соответствуют морфологическим подразделениям географической оболочки Земли – климатическим зонам. Каждая климатическая зона характеризуется своеобразной растительностью и животным миром. Наряду с горизонтальной зональностью в наземной среде четко проявляется вертикальная поясность (от основания гор к вершинам).

1. **Почва как среда жизни**

*Особенности почвы.* Почва представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, контактирующий с воздушной средой. Несмотря па незначительную толщину, эта оболочка Земли играет важнейшую роль в распространении жизни. В почве сосредоточены корневые системы наземных растений.

Влага в почве присутствует в различных состояниях:

1) свя­занная (гигроскопическая и пленочная) прочно удерживается поверхностью почвенных частиц;

2) капиллярная занимает мелкие поры и может передвигаться по ним в различных направлениях;

3) гравитационная заполняет более крупные пустоты и медленно просачивается вниз под влиянием силы тяжести;

4) парообразная содержится в почвенном воздухе.

*Свойства почвы как экологического факторы (эдафические факторы).*

Почва как среда обитания обладает специфическими свойствами. Для нее характерна более или менее рыхлая структура, определенная проницаемость и аэрируемость. Благодаря высокой дисперсности частиц почвы осадки проникают в глубокие слои. В верхних горизонтах почвы концентрируются вещества, необходимые для питания растений – фосфор, азот, калий и многие другие.

*Роль почвы в жизнедеятельности организмов.* Благодаря специфическим свойствам почва выполняет одну из важных функций в жизни различных почвенных организмов и прежде всего растений – обеспечивает им водоснабжение и минеральное питание.

1. **Живые организмы как среда жизни**

Многие виды гетеротрофных организмов в течение всей жизни или части жизненного цикла обитают в других живых существах, тела которых служат для них средой, существенно отличающейся по свойствам от внешней.

*Роль организмов в создании среды друг для друга.* Понятие о топических связях ввел В.К. Беклемишев, подразумевая под ними воздействия одних организмов на другие через изменение различных абиотических факторов. Результатом топических связей, по выражению Беклемишева, является «кондиционирование» среды, т.е. создание одним организмом определенных физических или химических условий для другого. Топические связи играют важную роль и оказывают существенное влияние на размещение организмов в сообществе.

**Лекция 6**

**Демэкология. Структура и динамика популяций. Внутривидовые и межвидовые взаимоотношения в популяциях**

План:

1. Понятие «демэкология».
2. Понятие о популяции.
   1. Пространственные подразделения популяций.
   2. Структура популяций.
   3. Рост популяций.
   4. Экологическая стратегия популяций.

3. Внутривидовые и межвидовые взаимоотношения в популяциях.

**1. Понятие «демэкология»**

Демэкология (популяционная экология) – молодая ветвь экологической науки. Хотя фактические данные о составе, структуре и динамике популяций животных и растений можно найти по существу, в любой аутэкологической работе. Направленное развитие популяционных исследований началось лишь в первой четверти прошлого столетия, фундаментальные обобщения появились лишь в печати во второй половине XX века.

Развитие популяционного направления в экологии характеризовалась не столько накоплением полевого и экспериментального материала, сколько формированием нового подхода при его анализе: популяция как биологическая система характеризуется проявлением специфических свойств, которыми не обладают отдельные организмы данного вида, которые рассматриваются аутэкологией. Таким образом, демэкология или популяционная экология – наука, изучающая реакции групп организмов или популяции на изменение условий среды и как следствие обратного действия популяции на среду своего обитания.

**2. Понятие о популяции**

В природе каждый существующий вид представляет сложный комплекс или даже систему внутривидовых групп, которые охватывают в своем составе особей со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Таким внутривидовым объединением особей и является популяция. Популяция – это элементарная группировка организмов одного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды. Популяция является генетической единицей вида, изменения которой осуществляет эволюция вида. Как группа совместно обитающих особей одного вида, популяция выступает первой над организменной биологической макросистемой. У популяции приспособительные возможности значительно выше, чем у слагающих ее индивидов.

Популяция как биологическая единица обладает определенной структурой и функцией. Структура популяции характеризуется составляющими ее особями и их распределением в пространстве. Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем.

**2.1. Пространственные подразделения популяций**

Пространство, или ареал, занимаемое популяцией, может быть различным. В зависимости от размеров занимаемой территории. Н.П. Наумов (1963) выделяет 3 типа популяций: элементарные, экологические и географические.

Элементарная или микропопуляция – это совокупность особей вида, занимающих какой-то небольшой участок однородной площади. В состав их обычно входят генетически однородные особи.

Количество элементарных популяций, на которые распадается вид, зависит от разнородности условий среды обитания, чем они разнообразнее, тем больше элементарных популяций, и наоборот.

Экологическая популяция формируется как совокупность элементарных популяций. В основном это внутривидовые группировки, слабо изолированные от других экологических популяций вида. Экологическая популяция имеет свои особые черты, отличающие ее в чем-то от другой соседней популяции. Так, белки заселяют различные типы леса и могут быть четко выделены: «сосновые» - живущие в сосновом бору, «еловые» - в еловом лесу, «пихтовые» - в пихтовом лесу и т.д.

Географическая популяция охватывает группу особей, населяющих территорию с географически однородными условиями. Географические популяции занимают сравнительно большую территорию, довольно основательно разграничены и относительно изолированы. Они различаются плодовитостью, размерами особей, рядом экологических, физиологических, поведенческих и других особенностей. Для географической популяции характерен генетический обмен.

**2.2. Структура популяций**

Основными показателями структуры популяций является численность и плотность. В связи с размерами ареала популяций может значительно изменяться и численность особей в популяциях.

Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Зависит от соотношения интенсивности размножения и смертности.

Плотность популяции определяется количеством особей на единицу площади или объема. Важно различать среднюю плотность, т.е. численность на единицу всего пространства и удельную или экологическую плотность – численность на единицу обитаемого пространства.

Различают 3 типа распределения или расселения особей внутри популяции: равномерное, случайное и групповое.

Равномерное распределение в природе встречается редко. Чаще бывает оно связано с острой конкуренцией между разными особями. Такой тип распределения отмечается, например, у хищных рыб.

Случайное распределение имеет место только в однородной среде. Так, на первых порах распределяется тля на поле.

Групповое распределение встречается наиболее часто. По мере размножения тли ее распределение приобретает групповой характер. Популяции групповое распределение обеспечивает более высокую устойчивость к неблагоприятным условиям по сравнению с отдельной особью.

Рассмотрим следующие показатели структуры популяции такие как рождаемость и смертность.

Рождаемость – это способность популяции к увеличению численности. Различают рождаемость абсолютную и удельную. Абсолютное число новых особей, появившихся за единицу времени. Удельная – выражается в числе особей на особь в единицу времени.

В живых организмах заложена огромная возможность к размножению и подтверждается правилом максимальной рождаемости: в популяции имеется тенденция к образованию теоретически максимально возможного количества новых особей. Оно достигается в идеальных условиях, при отсутствии лимитирующих факторов и ограничиваться может лишь физиологическими особенностями вида.

Численность и плотность популяции зависит от ее смертности.

Смертность популяции – это количество особей, погибших за определенный период. Абсолютная смертность – это число особей, погибших в единицу времени. Удельная выражается отношением абсолютной смертности к численности популяции.

Различают три типа смертности:

I тип – характеризуется одинаковой смертностью во всех возрастах. Встречается редко и только у популяций, которые постоянно находятся в оптимальных условиях. На графике изображен в виде убывающей геометрической прогрессии.

II тип смертности характеризуется повышенной гибелью особей на ранних стадиях развития и свойственен большинству растений и животных. Максимальная гибель животных происходит в личиночной фазе или в молодом возрасте (мальки рыб), у многих растений– в стадии прорастания семян.

III тип смертности отличается повышенной гибелью взрослых, в первую очередь старых особей.

Возрастная структура популяции. Рождаемость и смертность, динамика численности напрямую связаны с возрастной структурой популяции. Популяция состоит из разных по возрасту и полу особей. Для каждого вида, а иногда и для каждой популяции внутри вида, характерны свои соотношения возрастных групп. На эти соотношения влияют общая продолжительность жизни, время достижения половой зрелости, интенсивность размножения и т.д.

Таким образом, возрастная структура – соотношение особей популяции по возрасту, это показатель устойчивости популяций.

Популяция, в возрастном спектре которой в момент наблюдения представлены молодые особи, семена называют инвазионной. Если популяция представлена всеми возрастными группами, ее называют нормальной, а не содержащую молодых особей – регрессивной.

Следующий структурный показатель популяции – половой состав.

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении 1:1, так называемое соотношение полов. Но из этого не следует, что такое же соотношение характерно для популяции в целом.

Половой состав – это соотношение особей по полу в популяции.

Наглядно просматривается влияние условий среды на половую структуру популяций у видов с чередованием половых и партеногенетических поколений. При оптимальной температуре дафнии размножаются партеногенетически, а при повышенной или пониженной температурах в популяциях появляются самцы. Появление обоеполого поколения у тли может происходить из-за длины светового дня, температуры и других факторов.

**2.3. Рост популяций**

Если рождаемость в популяции превышает смертность, то популяция, как правило, будет расти. С увеличением плотности скорость роста популяции постепенно снижается до нуля. При нулевом росте популяция стабильна, т.е. ее размеры не меняются.

Нулевая скорость роста означает то, что скорость размножения, если она и происходит, уравновешена смертностью. Данная картина характерна для многих водорослей, фитопланктона, для насекомых, в основном там, где нет хищников.

Миграция – внезапное снижение скорости размножения, способствует уменьшению численности популяции.

Рассматривая вопрос об оптимальных размерах популяции, следует учитывать кормовую продуктивность среды. Чем она выше, тем больше размер популяции. Но предел все же есть, дальнейшему росту популяций будут препятствовать ряд лимитирующих факторов, и прежде всего они будут выражаться в доступности кормовых ресурсов. Как правило и абиотические факторы будут выступать в роли лимитирующих - влажность, кислотность, соленость и т.д. и биотические (присутствие хищников, паразитов, болезнетворных организмов и т.д.).

В связи с тем, что любая популяция обладает строго определенной генетической, фенотипической и другими структурами, она может состоять из меньшего числа индивидов. Минимальная численность популяций является специфической для разных видов, выход за пределы минимума грозит для популяции гибелью. В таком положении редкие и исчезающие растения и животные.

Поддержание определенной численности или равномерное состояние, получило название гомеостаза популяций. Рост, снижение или постоянство численности популяций зависит от соотношения между биотическим потенциалом и сопротивлением среды. Отсюда принцип изменения популяций: изменение популяций какого-либо вида – это результат нарушения равновесия между ее биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей среды.

**2.4. Экологическая стратегия популяций**

Приспособления особей в популяции в конечном счете направлены на повышение вероятности выживания и становления потомства.

Экологическая стратегия популяции – это ее общая характеристика роста и размножения. Сюда входят: темпы роста ее особей, время достижения половозрелости, плодовитость, периодичность размножения и т.д. Экологическая стратегия зависит не только от особенностей вида, но и от условий среды. На стратегию роста и размножения особенно большое влияние оказывают факторы, вызывающие смертность.

Экологические стратегии популяций отличаются большим разнообразием. Среди этого разнообразия выделяют два крайних типа: r- и k-стратегии.

Быстро размножающиеся виды называют r-видами. Виды с относительно низкой скоростью размножения, близкой к уровню равновесия – k-видами.

Эти две стратегии по существу представляют два различных решения одной задачи – длительного выживания вида. Виды с r- стратегией быстрее заселяют нарушенные местообитания (лесные вырубки, выгоревшие участки и т.д.), но виды k-стратегии более конкурентоспособны, и обычно они вытесняют r-виды, которые тем временем перемещаются на другие нарушенные местообитания.

Следует отметить, что одну и ту же среду обитания разные популяции могут использовать по-разному, поэтому в одном и том же местообитании могут существовать виды с r- и k-стратегией.

**3. Внутривидовые и межвидовые взаимоотношения в популяциях.** *Внутривидовые взаимоотношения.*Многообразное население популяции постоянно взаимодействует между собой. Распределение кормовых угодий при питании, выбор места для постройки гнезда, спаривание, выращивание потомства, охрана занимаемой территории и т.д. осуществляется при постоянном взаимодействии особей, входящих в каждую популяцию. Эти связи складывались по мере образования и развития вида как целостной системы. Поэтому все особи, входящие в популяцию обладают и общностью происхождения, и многочисленными специфическими приспособлениями к совместной жизни.

Взаимоотношения между членами популяции зависят прежде всего от того, одиночный или групповой образ жизни свойственен виду. Формы же существования особей в популяции чрезвычайно различны.

Одиночный образ жизни. Особи популяции обособлены и независимы друг от друга. Характерен для многих видов, главным образом, на определенных стадиях жизненного цикла. Полностью одиночное существование организмов в природе не встречается.

Причиной этого явления является невозможность осуществления их основной жизненной функции – размножения. В остальное время животные живут отдельно, независимо друг от друга. Нередко виды с одиночным образом жизни образуют временные скопления в местах зимовок. Бабочки-крапивницы поздней осенью в большом количестве собираются в чердачных помещениях, божьи коровки и жужелицы – возле пней, деревьев, в сухой подстилке, щуки и сомы – в зимовальных ямах на дне водоема. Вместе с тем подобные скопления не сопровождаются установлением тесных связей между животными. Каждое из них относительно независимо от остальных.

Семейный образ жизни. Усиливает связи между родителями и потомством. Простейшим видом такой связи является забота одного из родителей, например, об отложенных яйцах – охрана кладки, инкубации и т.д. В зависимости от того, кто из родителей берет на себя уход за потомством различают семьи отцовского, материнского и семейного типов (например, семейные пары лебедей, журавлей, голубей сохраняются долгие годы).

Дальнейшее усложнение поведенческих связей в популяциях приводит к формированию более крупных объединений животных - колоний, стай, стад.

Колонии – групповые поселения оседлых животных, которые могут существовать длительное время или создаваться на период размножения, как у птиц. Колонии животных отличаются разнообразием – от простых территориальных скоплений одиночных форм до объединений, где отдельные члены, как органы в целостном организме, выполняют разные функции видовой жизни.

Поселения животных, где некоторые функции их жизни выполняются сообща, что увеличивает вероятность выживания отдельных особей. Такими общими функциями колонии чаще всего становится защита от врагов и предупредительная сигнализация. Птицам сообща удается изгонять крупных хищников, с которыми они не справились бы поодиночке.

По мере усложнения колониального объединения поведение, а нередко физиология и строение отдельной особи все больше и больше подчиняется интересам всей колонии.

Стаи – временные объединения животных, которые проявляют биологически полезную организованность действий. Стаи облегчают выполнение каких-либо функций в жизни вида: добыча пищи, защита от врагов, миграции. Стайность наиболее распространена среди рыб, птиц, млекопитающих – у многих собачьих. В стаях сильно развиты подражательные реакции и ориентация на соседей.

Стада - более длительные и постоянные объединения животных. Здесь осуществляются все основные функции жизни вида: добывание корма, защита от хищников, миграции, размножение, воспитание молодняка и т.д. Одним из вариантов организации стад являются группы с временными или относительно постоянными лидерами. Лидером становится более опытный член группы. Стадо действует как единое целое, подражая лидеру.

Эффект группы. В группе наблюдается тесное общение посредством запахов, звуков, специфики поведения. Благодаря сложной системе сигнализаций у особей и их взаимному обмену информацией возрастает эффективность функционирования группы, направленная на удовлетворение важных жизненных потребностей всех ее членов. Эффект группы проявляется как психофизиологическая реакция отдельной особи на присутствие других особей своего вида. Например, у овец вне стада учащаются пульс и дыхание, но при виде приближающегося стада эти процессы нормализуются. Эффект группы проявляется в ускорении темпов роста животных, повышении плодовитости, более быстром образовании условных рефлексов, повышении средней продолжительности жизни индивидуума. Животные в группе обычно способны поддерживать оптимальную температуру, например, при скучивании в гнездах, в ульях. Вне группы у многих животных не реализуется плодовитость.

Вспышки численности отдельных видов вызывает эффект массовости, который выражается повышением агрессивности у животных или вялостью, связанной с понижением сахара в крови. Высокая плотность иногда приводит к каннибализму, даже у видов в норме чисто растительноядных, например, таких как мучной хрущак.

Таким образом, положительный эффект группы проявляется до некоторого оптимального уровня плотности популяции. Когда животных становится слишком много, это грозит для всех недостатком ресурсов среды, вступают в действие другие механизмы, которые приводят к снижению численности особей в группе путем ее деления или падения рождаемости.

*Межвидовые взаимоотношения.* Они могут быть безразличными, вредными или полезными для партнеров.

Выделяют следующие типы взаимодействия между популяциями:

Нейтрализм – ассоциация двух популяций не сказывается ни на одной из них. Оба вида живут на одной территории, не вступая в отношения друг с другом, например, дятлы неподалеку от дроздов в буковом лесу или гидроидные полипы на раковине моллюска и т.д. Т.е. это такой тип взаимоотношений, когда виды не связаны между собой непосредственно, они даже не контактируют между собой. Отношения нейтрализма характерны для богатых видами сообществ.

Аменсализм – одна популяция подавляет другую, но сама при этом не испытывает отрицательного влияния. Наиболее хорошо аменсализм изучен у растений, которые применяют различные ядовитые вещества в борьбе за ресурсы и это явление называют *аллелопатия*. Аменсализм весьма распространен в водной среде. Например, сине-зеленые водоросли, вызывая цветение воды, тем самым отравляют водную фауну, а иногда даже скот, который приходит на водопой.

Паразитизм – является результатом прямых пищевых связей, которые для одного из партнеров имеют отрицательные последствия, а для другого – положительные.

Хищничество – одна популяция неблагоприятно воздействует на другую в результате прямого нападения, но тем не менее зависит от другой.

В. Вальтерр (1931) изучая отношения хищник-жертва, вывел следующие законы:

1. Закон периодического цикла – процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов.

2. Закон сохранения средних величин – средняя численность популяции для каждого вида постоянна, независимо от начального уровня, при условии, что скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянны.

3. Закон нарушения средних величин – при сокращении популяции обоих видов пропорционально их численности, средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищников – падает.

Конкуренция – взаимное конкурентное подавление, при котором обе популяции активно подавляют друг друга. Это вредно сказывается на росте и выживании обеих популяций.

Комменсализм – одна популяция извлекает пользу из объединения, а для другой это объединение безразлично. Это наиболее простой тип положительных взаимодействий. Комменсалы – организмы, которые поселяются в жилищах других организмов, не причиняя им зла и не принося вреда.

Для тех животных, у которых они «квартируют», комменсалы безразличны. В океанах и морях в каждой раковине – организмы, которые получают здесь укрытие, но не причиняют «владельцу» этой раковины никакого зла.

Мутуализм (симбиоз) – связь популяций благоприятна для роста и выживания обеих. Объединение происходит между весьма разными организмами. Примером может служить сотрудничество между бактериями, фиксирующим азот, и бобовыми растениями; симбиоз между копытными и бактериями, обитающими в их рубце. Широко известным примером мутуализма является симбиоз водоросли и гриба – лишайники. Функциональная и морфологическая связь этих организмов настолько тесна, что лишайники практически составляют единый организм.

Образно говоря, экологи призывают к тому, чтобы «модель лишайника», прошедшая путь к гармонизации взаимоотношений двух различных видов, через паразитизм водоросли, стала символичной для человека, который должен установить мутуалистические отношения с природой. В противном случае «он, подобно «неразумному» и «неприспособленному» паразиту, может довести эксплуатацию своего «хозяина» (природу) до такой степени, что погубит себя» (Одум).

**Лекция 7**

**Биоценоз**

План:

1. Определение понятия «биоценоз».

2. Видовая структура биоценоза.

3. Пространственная структура биоценоза.

Когда речь ждет об экосистемах, под биотическим сообществом понимается биоценоз, поскольку сообщество пред­ставляет собой население биотопа — места жизни биоцено­за.

*Биоценоз* — это над организменная система, состоящая из трех компонентов: мстительности, животных и микроор­ганизмов. В такой системе отдельные виды, популяции и груп­пы видов могут заменяться соответственно другими без осо­бого ущерба для содружества, а сама система существует за счет уравновешивания сил антагонизма между видами. Ста­бильность сообщества определяется количественной регуля­цией численности одних видов другими, а его размеры зави­сят от внешних причин — от величины территории с однород­ными абиотическими свойствами, т. е. биотопа. Функциони­руя в непрерывном единстве биоценоз и биотоп образуют био­геоценоз. Границы биоценоза совпадают с границами биотопа и, следовательно, с границами экосисте­мы. Биотическое сообщество (биоценоз) — это более высо­кий уровень организации, чем популяция, которая является его составной частью. Биоценоз обладает сложной внутрен­ней структурой. Выделяют видовую и пространственную струк­туры биоценозов. Для существования сообщества важна не только величина численности организмов, но еще важнее видовое разнообра­зие, которое является основой биологического разнообразия в живой природе. Согласно Конвенции о биологическом разно­образии Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) под биоразнообразием понимается разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие эко­систем.

Разнообразие в рамках вида является основой стабильно­сти в развитии популяций, разнообразие между видами и, сле­довательно, популяциями — основа существования биоценоза как основной части экосистемы.

**2.Видовая структура биоценоза**

Видовая структура биоценоза характеризуется видовым разнообразием и количественным соотношением видов, за­висящих от ряда факторов. Главными лимитирующими фак­торами являются температура, влажность и недостаток пи­щевых ресурсов. Поэтому биоценозы (сообщества) экосистем высоких широт, пустынь и высокогорий наиболее бедны ви­дами. Здесь могут выжить организмы, жизненные формы ко­торых приспособлены к таким условиям. Богатые видами био­ценозы — тропические леса, с разнообразным животным ми­ром и где трудно найти даже два рядом стоящих дерева одно­го вида.

Обычно бедными видами природные биоценозы считают­ся, если они содержат десятки и сотни видов растений и животных, богатые — это несколько тысяч или десятки тысяч видов. Богатство видового состава биоценозов определяется либо относительным, либо абсолютным числом видов и зависит oт возраста сообщества: молодые, только начинающие развивать­ся — бедны видами по сравнению со зрелыми или климаксными сообществами.

Видовое разнообразие — это число видов в данном сооб­ществе или регионе, т. е. имеет более конкретное содержание и является одной из важнейших как качественных, так и коли­чественных характеристик устойчивости экосистемы. Оно взаимосвязано с разнообразием условий среды обитания. Чем боль­ше организмов найдут в данном биотопе подходящих для себя условий по экологическим требованиям, тем больше видов в нем поселится.

Видовое разнообразие в данном местообитании называют а-разнообразием, а сумму всех видов, обитающих во всех ме­стообитаниях в пределах данного региона, β-разнообразием. Показателями для количественной оценки видового разнооб­разия, индексами разнообразия обычно служит соотношение между числом видов, значениями их численности, биомассы, продуктивности и т. п., или отношение числа видов к единице площади.

Важным показателем является количественное соотноше­ние числа видов между собой. Одно дело, когда среди ста осо­бей содержится пять видов в соотношении 96:1:1:1:1, и другое, если они соотносятся как 20:20:20:20:20. Последнее соотноше­ние явно предпочтительнее, так как первая группировка значи­тельно однообразнее.

Наиболее благоприятные условия для существования мно­жества видов характерны для переходных зон между сообще­ствами, которые называют жетонами, а тенденцию к увели­чению здесь видового разнообразия называют краевым эф­фектом.

Экотон богат видами прежде всего потому, что они попада­ют сюда из всех приграничных сообществ, но, кроме того, он может содержать и свои характерные виды, которых нет в этих сообществах. Ярким примером этого является лесная «опуш­ка», на которой пышнее и богаче растительность, гнездится зна­чительно больше птиц, больше насекомых и т. п., чем в глуби­не леса.

Виды, которые преобладают по численности, называют до­минантными, или просто — доминантами данного сообще­ства. Но и среди них есть такие, без которых другие виды существовать не могут. Их называют эдификаторами (лат. — «строители»). Они определяют микросреду (микроклимат) все­го сообщества и их удаление грозит полным разрушением био­ценоза. Как правило, эдификаторами выступают растения: сосна, кедр, ковыль и лишь изредка — животные (сур­ки).

«Второстепенные» виды — малочисленные и даже ред­кие — тоже очень важны в сообществе. Их преобладание — это гарантия устойчивого развития сообществ. В наиболее богатых биоценозах практически все виды малочисленны, но чем бед­ней видовой состав, тем больше видов доминантов. При определенных условиях могут быть «вспышки» численности отдель­ных доминантов.

Для оценки разнообразия используют и другие показате­ли, которые значительно дополняют вышеуказанные. Обилие вида — число особей данного вида на единицу площади или объема занимаемого ими пространства. Степень доминиро­вания — отношение (обычно в процентах) числа особей дан­ного вида к общему числу всех особей рассматриваемой груп­пировки.

Однако оценка биоразнообразия биоценоза в целом по численности видов будет неправильной, если мы не учтем размеры организмов. Ведь в биоценоз входят и бактерии, и макроорганизмы. Поэтому необходимо организмы объеди­нять в группировки, близкие по размерам. Здесь можно под­ходить и с точки зрения систематики (птицы, насекомые, сложноцветные и т. п.), эколого-морфологический (деревья, травы, мхи и т. п.), либо вообще по размерам (микрофауна, мезофауна и макрофауна почв или илов и т. п.). Кроме того, следует иметь в виду, что внутри биоценоза существуют еще и особью структурные объединения — консорции.

Чаще всего центральными членами консорции являются растения. Возникают консорции ва основе тесных разноплано­вых взаимоотношений между видами.

**3.Пространственная структура биоценоза**

Виды в биоценозе образуют и определенную пространст­венную структуру, особенно в его растительной части — фитоценозе.

*Ярусность.* На­пример, в широколиственных лесах можно выделить пять — шесть ярусов: первый — деревья первой величины (дуб, липа, вяз); второй — деревья второй величины (рябина, яблоко, гру­ша, черемуха и др.); третий — подлесок кустарниковый (кру­шина, жимолость, бересклет и др.); четвертый состоят из вы­соких трав, а пятый и шестой, соответственно, из более низких трав. Ярусность позволяет растениям более полно использовать световой поток — в верхних ярусах светолюби­вые, в нижних — теневыносливые и, в самом вязу, улавлива­ют остаток света тенелюбивые растения. Ярусность выражена и в травянистых сообществах, но не столь явно, как в лесах.

В вертикальном направлении, под воздействием раститель­ности, изменяется микросреда, включая не только выравненность и повышение температуры, но и изменение газового состава за счет изменения направления потоков углекислого газа ночью и днем, выделения сернистых газов хемосинтезирую-щими бактериями и т. п. Изменения микросреды способству­ют образованию и определенной ярусности фауны - от насе­комых, птиц и до млекопитающих.

Помимо ярусности в пространственной структуре биоцено­за наблюдается *мозаичность* — изменение растительности и животного мира по горизонтали. Площадная мозаичность за­висит от разнообразия видов, количественного их взаимоотно­шения, от изменчивости ландшафтных и почвенных условий. Мозаичность может возникнуть и искусственно — в результа­те вырубки лесов человеком. На вырубках формируется новое сообщество.

Видовая структура биоценозов, пространственное распре­деление видов в пределах биотопа, во многом определяется взаи­моотношениями между видами, между популяциями.

**Лекция 8**

**Учение об экосистемах**

План:

1. Концепция экосистемы.

2. Классификация экосистем.

3. Круговорот биогенных компонентов.

4. Продуцирование и разложение в природе.

1. **Концепция экосистемы**

«Любая единица (биосистема), включающая все совместно живущие организмы (биотическое сообщество) на одном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии -создает четко определенные биоти­ческие структуры в круговорот веществ между живой я нежи­вой частями, представляют собой экологическую систему, или экосистему.

Главным предметом исследования при экосистемном под­ходе в экологии становятся процессы трансформации вещества и энергии между биотой и физической средой, т. е. возникаю­щий биогеохимический круговорот веществ в экосистеме в це­лом. Это позволяет дать обобщенную интегрирован­ную оценку результатов жизнедеятельности сразу многих от­дельных организмов многих видов, так как по биогеохимиче­ским функциям,

В настоящее время концепция экосистемы — одно из наи­более важных обобщений биологии — играет весьма важную роль в экологии. Во многом этому способствовали два обстоя­тельства, на которые указывает Г. А. Новиков (1979): во-пер­вых, экология как научная дисциплина созрела для такого рода обобщений в они стали жизненно необходимы, а во-вторых, сейчас как никогда остро встали вопросы охраны биосферы и теоретического обоснования природоохранных мероприятий, ко­торые опираются прежде всего на концепцию биотических со­обществ — экосистем.

**2. Классификация экосистем**

Распространение идеи экосистемы способствовала гибкость са­мого понятия, так как к экосистемам можно относить биотиче­ские сообщества любого масштаба с их средой обитания — от пруда до Мирового океана, и от пня в лесу до обширного лес­ного массива, например тайги. В связи с этим выделяют: мик­роэкосистемы (подушка лишайника и т. п.); мезоэкосистем (пруд, озеро, степь и др.); макроэкосистемы (континент, океан) и, наконец, глобальную экосистему (биосфера Земли) или экосферу — интеграция всех экосистем мира.

Типичным примером экосистемы может быть подушка ли­шайника на стволе дерева. Замкнутость круговорота в такой системе не велика: часть продуктов распада выносится за пределы лишайника дожде­выми водами, часть животных мигрирует в другие местооби­тания.

Границы этой экосистемы очерчены границами лишайни­ка, но ее существование будет достаточно стабильным, если вынос будет компенсироваться поступлением вещества. Но есть экосистемы, в которых внутренний круговорот вещества вообще малоэффективен — реки, склоны гор — здесь стабильность поддерживается только перетоком вещества извне. Многие сис­темы достаточно автономны — пруды, озера, океан, леса и др. Но даже биосфера Земли часть веществ отдает в космос и по­лучает вещества из космоса.

Таким образом, природные экосистемы — это открытые системы: они должны получать и отдавать вещества и энер­гию.

**3. Круговорот биогенных компонентов**

Запасы веществ, усвояемые организмами и, прежде всего, продуцентами, в природе небезграничны. Если бы эти вещест­ва не использовались многократно, а точнее не были бы вовле­чены в этот вечный круговорот, то жизнь на Земле была бы вообще невозможна. Такой «бесконечный» круговорот биогенных компонентов возможен лишь при наличии функ­ционально различных групп организмов, способных осуществ­лять и поддерживать поток веществ, извлекаемых ими из ок­ружающей среды.

Для поддержания круговорота веществ в экосистеме необходимы неорганические молекулы в усвояемой для продуцентов консументы, питающиеся продуцентами и другие связи.

С точки зрения пищевых взаимодействий организмов, тро­фическая структура экосистемы делится на два яруса: 1) верх­ний — автотрофный ярус, или «зеленый пояс», включающий фотосинтезирующие организмы, создающие сложные органи­ческие молекулы из неорганических простых соединений, и 2) нижний — гетеротрофный ярус, или «коричневый пояс» - почва, в котором преобладает разложение отмерших орга­нических веществ снова до простых минеральных образований. Однако, чтобы разобраться в сложных биологических взаимо­действиях в экосистеме, следует выделить ряд компонентов, об экологической роли которых мы уже говорили выше: 1) не­органические вещества (С, N, СО2, Н20, Р, О и др.), участвую­щие в круговоротах; 2) органические соединения (белки, угле­воды, липиды, гумусовые вещества и др.), связывающие био­тическую и абиотическую части; 3) воздушную, водную и суб­стратную среду, включающую абиотические факторы; 4) про­дуцентов — автотрофных организмов, в основном зеленых рас­тений, способных производить пищу из простых неорганиче­ских веществ; 5) консументов, или фаготрофов (пожирате­лей), — гетеротрофы, в основном животные, питающиеся другими организмами или частицами органического вещества; 6) редуцентов, или сапротрофов (питающиеся гнилью), — ге­теротрофных организмов, в основном бактерий и грибов, полу­чающих энергию путем разложения отмершей или поглоще­ния растворенной органики. Сапротрофы высвобождают неор­ганические элементы питания для продуцентов и, кроме того, являются пищей для консументов.

**4.Продуцирование и разложение в природе**

Фотоситезирующие организмы, и лишь отчасти хемосинтезирующие, создают органические вещества на Земле — про­дукцию — в количестве 100 млрд т/год и примерно такое же количество веществ должно превращаться в результате дыха­ния растений в углекислый газ и воду. Однако этот баланс не­точен, так как известно, что в прошлые геологические эпохи создавался избыток органического вещества, в особенности 300 млн лег тому назад, что выразилось в накоплении в оса­дочных породах угля. Человечество использует это энергети­ческое сырье.

Этот избыток образовался вследствие того, что в соотно­шении О2/СО2 баланс сдвинулся в сторону СО2 и заметная часть продуцированного вещества, хотя и очень небольшая, не рас­ходовалась на дыхание и не разлагалась, а окаменевала и сохранялась в осадках. Сдвижение баланса в сторону повышения содержания кислорода длилось около 100 млн лет.

Дыхание — это процесс окисления, который еще в древно­сти справедливо сравнивали с горением. Благодаря дыханию как бы «сгорает» накопленное при фотосинтезе органическое вещество.

Итак, дыхание — процесс гетеротрофный, приблизительно уравновешивающий автотрофное накопление органического ве­щества. Различают аэробное, анаэробное дыхание и брожение. Аэробное дыхание —. процесс, обратный фотосинтезу, где окислитель, газообразный кислород присоединяет водород. Ана­эробное дыхание происходит обычно в бескислородной среде и в качестве окислителя служат другие неорганические вещест­ва, например сера. И наконец, брожение — такой анаэробный процесс, где окислителем становится само органическое веще­ство.

Посредством процесса аэробного дыхания организмы по­лучают энергию для поддержания жизнедеятельности и по­строения клеток. Бескислородное дыхание — это основа жизнедеятельности сапрофагов (бактерии, дрожжи, плесневые грибы, простейшие). Аэробное дыхание превосходит, и значитель­но, анаэробное в скорости.

Если поступление детрита (частичек отмершей органики) в почву или в донный осадок происходит в больших количест­вах, то бактерии, грибы, простейшие быстро расходуют кисло­род на его разложение, которое резко замедляется, но не оста­навливается вследствие «работы» организмов с анаэробным ме­таболизмом.

Итак, в целом, можно утверждать, что происходит некото­рое отставание гетеротрофного разложения от продуцирова­ния во времени. И, как было подчеркнуто выше, такое соотно­шение наблюдается на уровне биосферы. «Отставание гетеро­трофной утилизации продуктов автотрофного метаболизма есть, следовательно, одно из важнейших свойств экосистемы» (Ю. Одум, 1975). Однако в результате деятельности человека это свойство находится под угрозой и прежде всего из-за непо­мерного потребления кислорода огромными двигателями и дру­гими аппаратами, которое может привести к снижению про­дукции.

Разложение детрита путем его физического размельчения и биологического воздействия и доведение его сапрофагами до образования гумуса, гумификация, идет относительно быстро. Однако последний этап, минерализация гумуса, — процесс мед­ленный, обусловливающий запаздывание разложения по срав­нению с продуцированием.

Кроме биотичеких факторов, в разложении принимают уча­стие и абиотические (пожары, которые можно считать «агента­ми разложения»). Но если бы мертвые организмы не разлага­лись бы гетеротрофными микроорганизмами и сапрофагами. для которых они служат пищей, все питательные вещества ока­зались бы в мертвых телах и никакая новая жизнь не могла бы возникать.

**Лекция 9**

**Продуктивность и биомасса экосистем**

План:

1. Понятие продукции.

2. Первичная и вторичная продукция экосистемы.

3. Чистая продуктивность сообщества.

**1. Понятие продукции**

Одно из важнейших свойств организмов, их популяций и экосистем в целом – способность создавать органическое вещество, которое называют продукцией. Образование продукции в единицу времени (час, сутки, год) на единице площади (метры квадратные, гектар) или объема (в водных экосистемах) характеризует продуктивность экосистем. Продуктивность выражается в единицах энергии или вещества на единицу площади за 1 сутки. Продукция и продуктивность могут определяться для экосистем в целом или для отдельных групп организмов (растений, животных, микроорганизмов) или видов.

Ключевое слово в понятии продуктивности – скорость. Термин «продуктивность» и выражение «скорость продуцирования» вполне взаимосвязаны. Даже когда термин «продукция» используется для обозначения количества накопленного органического вещества, в нем всегда учитывается и время его накопления.

**2. Первичная и вторичная продукция экосистемы**

Первичную продуктивность экосистемы обычно нельзя определить простым подсчетом и взвешиванием имеющихся организмов, хотя по данным о продукции в моменты времени *t1, t2*  и т.д. можно получить верные оценки первичной продуктивности. Когда известно количество продукции, образовавшейся в отдельные моменты времени, интегральная продукция за некоторый отрезок времени может быть определена с помощью простейших методов численного интегрирования, среди которых наиболее распространен метод трапеции. Значения продукции *Pt* в определенные периоды наблюдений *t* наносятся на график и соединяются ломанной линией. Затем вычисляется площадь фигуры, ограниченной осью абсцисс и этой ломаной линией, как сумма площадей отдельных трапеций:

*P (t1, tn) =1/2 (P' (t1)+P' (t2))(t2 – t1)+…+1/2(P'(tn-1)+P'(tn))( tn - tn-1).*

Полученное значение и есть количество органического вещества, образованного автотрофами за период времени *t1-tn,* или первичная продукция данной экосистемы за то же время.

Общий поток энергии, характеризующий экосистему, состоит из солнечного излучения и длинноволнового теплового излучения, получаемого от близлежащих тел. Оба вида излучения определяют климатические условия среды (температуру, скорость испарения воды, движения воздуха и т.д.), но в фотосинтезе, обеспечивающем энергией живые компоненты экосистемы, используется лишь малая часть энергии солнечного излучения. За счет этой энергии создается основная, или первичная, продукция экосистемы. Следовательно, первичная продуктивность экосистемы определяется как скорость, с которой лучистая энергия используется продуцентами в процессе фотосинтеза, накапливаясь в форме химических связей органических веществ. Первичную продуктивность *Р* выражают в единицах массы или эквивалентных единицах в единицу времени.

Экосистема получает поток солнечной энергии. Часть энергии в форме дыхания (R) организмы затрачивают на поддержание сложной структуры биомассы. Между энергией, идущей на дыхание, и тепловым излучением от близлежащих тел (W) существует обратно пропорциональная зависимость: чем больше W, тем меньше R. Так, высокие скорости продуцирования встречаются там, где физические факторы благоприятны, особенно при дополнительном поступлении в экосистему энергии извне. Поступления энергии со стороны абиотических компонентов уменьшают затраты живых организмов на поддержание собственной жизнедеятельности, т.е. они компенсируют свои потери тепла на дыхание (при «откачивании» неупорядоченности). Например, энергия приливов повышает продуктивность природной прибрежной экосистемы, замещая часть энергии, использованной на дыхание, которая иначе должна была бы расходоваться на перенос минеральных веществ, а также на транспорт пищи и отходов. Следовательно, оценивая продуктивность экосистемы, необходимо учитывать как утечки энергии, связанные со сбором урожая, загрязнением среды, неблагоприятными климатическими условиями и другими типами стрессовых воздействий, так и поступления энергии, которые увеличивают продуктивность, компенсируя потери энергии при дыхании.

В сообществах основная доля биомассы обычно приходится на растения – первичные продуценты (автотрофы). Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют первичной продукцией экосистемы (сообщества). Количественно ее выражают в сырой или сухой массе растений или в энергетических единицах – эквивалентном числе калорий или джоулей. Первичной продукцией определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы, а следовательно, и биомасса живых организмов, которые могут существовать в экосистеме. Живые организмы рождаются, растут и развиваются. В ходе этих процессов меняется их биомасса. Под ней понимают всю живую органическую массу, которая содержится в экосистеме или ее элементах вне зависимости от того, за какой период она образовалась и накопилась.Биомасса и продукция (продуктивность) обычно выражаются через абсолютно сухой вес.

Величина биомассы экосистем или их звеньев во многом зависит не столько от их продуктивности, сколько от продолжительности жизни организмов и экосистем в целом. Например, большая биомасса характерна для лесных экосистем: в тропических лесах она достигает 800 – 1000 т/га, в лесах умеренной зоны – 300-400 т/га, а в травянистых сообществах обычно не выходит за пределы 3-5 т/га. В то же время лесные и травянистые (например, луговые) экосистемы в сходных условиях существования по продуктивности могут мало различаться или различаются в сторону большей продуктивности как лесных, так и травянистых сообществ.

Для экосистем, представленных однолетними организмами, их годичная продуктивность и биомасса практически совпадают. Для древесных сообществ они резко различаются.

Теоретически возможная скорость создания первичной биологической продукции определяется возможностями фотосинтетического аппарата растений. А как известно, лишь часть энергии света, получаемой зеленой поверхностью, может быть использована растениями. Из коротковолнового излучения Солнца только 44% относится к фотосинтетически активной радиации (ФАР) – свет по длине волны пригодный для фотосинтеза. Максимально достигаемый в природе КПД фотосинтеза 10-12% энергии ФАР, что составляет около половины от теоретически возможного, отмечается в зарослях джугары и тростника в Таджикистане в кратковременные, наиболее благоприятные периоды. КПД фотосинтеза в 5% считается очень высоким для фитоценоза. В целом по земному шару усвоение растениями солнечной энергии не превышает 0,1% из-за ограничения фотосинтетической активности растений множеством факторов, среди них такие, как недостаток тепла и влаги, неблагоприятные физические и химические свойства почвы и т.д. Средний коэффициент использования энергии ФАР для территории России равен 0,8%, на европейской части страны составляет 1,0-1,2%, а в восточных районах, где условия увлажнения менее благоприятны, не превышает 0,4-0,8%.

**3. Чистая продуктивность сообщества**

Скорость, с которой растения накапливают химическую энергию, называют валовой первичной продуктивностью.

Валовая первичная продуктивность (ВПП) – это скорость накопления в процессе фотосинтеза органического вещества, включая ту его часть, которая за время измерений будет израсходована на дыхание. Ее обозначают PG и выражают в единицах массы или энергии, приходящихся на единицу площади или объема в единицу времени.

Чистая первичная продуктивность (ЧПП) – скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом той его части, которая использовалась на дыхание (R) растений в течение изучаемого периода: PN = PG – R.

Вторичная продуктивность (ВП) **–** скорость накопления органического вещества на уровне консументов. Она обозначается через Р2, Р3 и т. д. в зависимости от трофического уровня. Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, так как прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего.

Чистая продуктивность сообщества (ЧПС) – скорость накопления органического вещества, не потребленного гетеротрофами, т.е. чистая первичная продукция за вычетом той ее части, которая в течение изучаемого периода (обычно за вегетационный период или за год) была потреблена гетеротрофами: PN - (Р2 + Р3 + Р4 + …).

На каждый момент времени чистая продукция сообщества выражается наличной биомассой. Иначе ее называют урожаем на корню. Урожай на корню постоянно меняется: весной он ничтожен, а осенью достигает максимума. Следует отличать урожай на корню, т.е. на данный момент времени, от урожая за годовой цикл. Наличную биомассу, или урожай на корню, нельзя путать с продуктивностью. Так, на богатом пастбище, выедаемом скотом, урожай травы на корню, очевидно, будет гораздо меньше, чем на менее продуктивном пастбище, на которое в период измерения не выгоняли скот.

Следует также различать продукция текущую и общую. Если сосновый лес на площади 1га в некоторых конкретных условиях способен за время своего существования произвести 200 м2 древесной массы, то это будет общая продукция. Однако за один год такой лес создает всего 1,7-2,5 м2 древесины. Эта величина и есть текущая продукция, или годичный прирост, а также урожай за годовой цикл.

**Лекция 10**

**Биосфера**

План:

1. Понятие «биосфера».

1.1. Возникновение и развитие биосферы.

1.2.Структура биосферы.

1.3.Типы веществ биосферы.

1.4.Живое вещество биосферы.

а) основные особенности живого вещества;

6) уровни существования живого вещества.

1.5. Основные свойства биосферы.

2. Развитие биосферы в ноосферу - сферу разума.

3. Законы экологии Г. Коммонера.

**1. Понятие «биосфера»**

Космический корабль Земля уникален среди планет Солнечной системы. В тонком слое, где встречаются и взаимодействуют воздух, вода и земля, обитают удивительные объекты - живые существа, среди которых и мы с вами.

Впервые понятие «биосфера» (от греч. bios - жизнь и sohaira) в научную литературу ввел австрийский ученый-геолог Э. Зюсс в 1875 г.. однако он не дал ни четкого определения, ни обоснования применения этого термина. Используя термин, предложенный Э. Зюссом, В.И. Вернадский создал учение о биосфере, которое произвело переворот во взглядах на глобальные природные явления, в том числе геологические процессы. Он назвал биосферой оболочку Земли, в формировании которой живые организмы играли и играют основную роль. Согласно современным представлениям, биосфера - это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

**1.1. Возникновение и развитие биосферы**

Жизнь возникла на основе круговорота органического вещества, обусловленного взаимодействием процессов его синтеза и разрушения. Это произошло вследствие того, что из общего геологического круговорота веществ выделился биотический круговорот. Живое вещества, образовавшись на Земле, вовлекло в грандиозный круговорот все элементы ее поверхности. Так начался процесс создания биосферы.

Биосфера с момента возникновения претерпевает постоянные изменения, проявляющиеся в увеличении разнообразия видов, в усложнении их организации, в росте биомассы. В геологических масштабах времени в истории Земли происходили очень значительные преобразования. Облик планеты постоянно менялся. На смену жаркому климату приходил холодный. Известен ледниковый период. В результате подъемов и опускания суши большим изменениям подвергались очертания и размеры материков и океанов. Несмотря на такие грандиозные явления, жизнь на Земле продолжала существовать и развиваться. Таким образом, суммарная жизнедеятельность развивающихся видов организмов определяет особенности биосферы, которая в свою очередь обусловливает возможность выживания и направление эволюционных преобразований отдельных видов.

Основные этапы эволюции биосферы как глобальной среды жизни на Земле целесообразно рассматривать с точки зрения закономерности и формирования основных сред жизни. С этой позиции четко выделяются 5 исторических этапов эволюции биосферы:

I - возникновение и развитие жизни в воде;

II – формирование новой среды жизни - организмов-хозяев;

III – заселение организмами суши со сформировавшимися новыми средами жизни: наземно-воздушной и почвенной;

1. – появление человека и превращение его из обычного биологического вида в биосоциальное существо;
2. - переход биосферы под влиянием человека в новое качественное состояние в ноосферу.

**1.2 Структура биосферы**

По физическим природным условиям биосфера может быть подразделена на три среды: атмосферу, гидросферу и литосферу. Атмосфера простирается примерно до озонового экрана (у полюсов -8-10 км, у экватора - 17-18 км и над остальной поверхностью Земли - 20-25 км). За пределами озонового слоя жизнь невозможна вследствие наличия губительных космических ультрафиолетовых лучей. Гидросфера практически вся, в том числе и самая глубокая впадина (Марианская - 11022 м) Мирового океана, занята жизнью.

Жизнь в литосфере концентрируется только в поверхностном слое земной коры - в почве. Почва возникла на Земле вместе с живой материей - пока не было живых организмов, не могло быть и почвы. Но в литосферу входит и земная кора, сложенная горными породами. Земная кора - важнейший ресурс для человечества. Она содержит горючие полезные ископаемые (уголь, нефть, горючий газ), рудные (железо, алюминий, медь, апатиты и др.) полезные ископаемые, естественные строительные материалы (известняки, пески, гравий и т.д.).

**1.3. Типы веществ биосферы**

В ряду научных обобщений, лежащих в основе учения о биосфере, центральное место занимает концепция о живом веществе, о его особой роли в эволюции Земли и на ней биосферы. В.И. Вернадский осуществил классификацию веществ, так или иначе связанных со сферой жизни на земле. Все многообразие веществ, входящих в состав Земли, ученый подразделил на 7 типов:

1. Живое вещество. Живым названо вещество, входящее в состав живых организмов: растений, животных, микроорганизмов. Живое вещество - это совокупность всех организмов, населяющих нашу планету, выраженная в весе, химическом составе и энергии. Живое вещество - мощная геологическая сила, активно изменяющая нашу планету.
2. Биогенное вещество - это результат жизнедеятельности организмов. Источником образования биогенного вещества являются организмы прошлых геологических эпох, из которых образовались залежи каменного угля, торфа, известняков. Биогенное вещество, образовавшееся в прошлые геологические эпохи, образно называют жизнью, превращенную в камень. Источником образования биогенного вещества могут быть организмы, живущие в настоящее время: растения и животные. Биогенным веществом являются: опавшие листья, нектар, мед, воск, экскременты, молоко, сброшенные рога млекопитающих, перья птиц и т.д. Продукты жизнедеятельности растений и животных могут превышать вес самих организмов. Так, к примеру, многолетний опад может превышать вес дерева в 3-4 раза; речной рак за 20 лет своей жизни сбрасывает 50 панцирей. Трупы животных и тела умерших растений - это тоже биогенное вещество. Любой живой организм имеет биогенное происхождение. Все живое от живого. Следовательно, термином «живое вещество» обозначают биомассу живых организмов. Мертвый материал, образовавшийся из организмов, называют биогенным веществом.
3. Косное вещество - неживое вещество, образовавшееся без участия живых организмов. Оно может быть твердым, жидким и газообразным. Косное вещество земного происхождения - продукты вулканизма: твердые тела, извергавшиеся из недр, лава, газообразные выбросы. Косное вещество неземного происхождения: космическая пыль, метеориты. Считают, что количество вещества, упавшего из Космоса на землю, и объем космической пыли велик. За 4-5 миллиардов лет, составляющих геологическую историю, на Земле накопилось бы такое количество вещества неземного происхождения, которое могло бы образовать слой несколько сот метров. Но благодаря воздушной оболочке Земли, процессов, происходящих в биосфере, этого мы не наблюдаем. Земная кора - это композиция веществ земного и космического происхождения.
4. Биокосное вещество - это вещество, которое образовалось в результате взаимодействия живой и неживой природы. Классическими представителями биокосного вещества являются почвы и илы (подводные почвы). Биокосным веществом являются атмосфера, океаническая вода.
5. Вещество, находящееся в радиоактивном распаде. К нему относятся радиоактивные элементы: радий, уран.
6. Рассеянные атомы. Атомы, рассеянные в среде в виде чрезвычайно малых концентраций, менее 0,1%.
7. Вещество космического происхождения.

**1.4. Живое вещество биосферы**

Живое вещество по своей массе занимает ничтожную долю по сравнению с любой из верхних оболочек земного шара. По современным оценкам, общее количество массы живого вещества составляет 1/11000000 часть массы всей земной коры. В качественном же отношении живое вещество представляет собой наиболее организованную часть материи Земли. В.И. Вернадский подчеркивал, что живое вещество - самая активная форма материи во Вселенной. Оно проводит гигантскую геохимическую работу в биосфере, полностью преобразовав верхние оболочки Земли за время своего существования. Итак:

а) Основные особенности живого вещества:

1. Живое вещество, в отличие от косного, содержит огромное количество свободной энергии. Правда, в некоторых случаях богато энергией и косное вещество, например, огненная лава из кратера вулкана. Но это не правило, а исключение. Богатство энергией косного вещества обычно бывает кратковременным.
2. В живом веществе, в отличие от косного, очень высокая скорость протекания химических реакций. В живых организмах протекают реакции, которые, с точки зрения химии и физики, являются невероятными. Так, при фотосинтезе в зеленых растениях вода разлагается на водород и кислород при обычной температуре, тогда как в условиях эксперимента для этого потребуется температура более 1000°С. В живом организме окисление жиров и углеводов осуществляется при t - 37°С, а в неживой природе при t - 400-500°С. Промышленный синтез аммиака осуществляется при t - 500°С и давлении 300-350 атм., а микроорганизмы это вещество синтезируют при обычной температуре и при обычном давлении.
3. Живое вещество состоит из ассиметричных (диссемитричных, хиральных) молекул, могущих существовать в двух зеркально симметричных формах. Вещество, не связанное с жизнедеятельностью, свойствами хиральность не обладает. Молекулы живого вещества (белков, жиров, углеводов и т.д.) защищены от растворения и разложения защитными механизмами организма. Смерть организма сопровождается переходом живого вещества в неживое, подверженное растворению, разложению, минерализации.
4. Живое вещество обладает концентрационной способностью. Самообразование жизни на углеродной основе является яркой иллюстрацией концентрационной способности живого вещества. Содержание углерода в неживой природе - доли процента, а в живых организмах - 10%. Организмы накапливают в своих телах многие химические элементы. На первом месте, естественно, стоит углерод. В угле содержание углерода по степени концентрации в тысячи раз больше, чем в среднем для земной коры. Нефть - концентратор углерода и водорода, поскольку она имеет биогенное происхождение. В отношении концентрации металлов первое место занимает кальций. Целые горные хребты сложены останками животных с известковым скелетом. Концентраторами кремния выступают некоторые водоросли и губки; йода - водоросли ламинарии; железа - особые бактерии. Фосфор накапливается позвоночными животными, сосредотачиваясь в их костях.
5. Для живого вещества характерна специфическая форма движения. Одна из них выражается ростом и развитием растений и животных (пассивная форма движения). Некоторые виды обладают активной способностью передвигаться из одного места в другое.
6. Газовая функция. Большинство газов верхних горизонтов планеты порождено жизнью. Подземные горючие газы - продукты разложения органических веществ. Наиболее распространенным является болотный газ - метан (СН4).
7. Окислительно-восстановительная функция. Она играет важную роль в истории многих химических элементов с переменной валентностью. В процессе своей жизнедеятельности и после своей гибели организмы, обитающие в разных водоемах, регулируют кислородный режим и этим самым создают условия, благоприятные для растворения или же осаждения ряда металлов с переменной валентностью.
8. Биогеохимическая деятельность человека. Она охватывает все возрастающее количество вещества земной коры для нужд промышленности, транспорта, сельского хозяйства. Эта функция занимает особое место в истории земного шара и заслуживает особого внимательного изучения.
9. Химическое разнообразие живого вещества выражено неизмеримо больше, чем у косного. В живом веществе насчитывают 2 млн. химических соединений, а в неживом - около 2 тыс.
10. Живое вещество дисперсно: оно состоит из живых организмов. Нет таких морфологических контрастов в косном веществе как в живом, например, различия между бактерией и слоном.
11. Живое вещество никогда не бывает в морфологически чистой форме в виде группы организмов одного вида. Оно всегда представлено в форме сообщества организмов разных видов, т.е. биоценоза.
12. Живое вещество образуется по принципу: все живое от живого. Живое вещество существует в биосфере в форме непрерывной смены одних поколений другими.
13. Количество живого вещества, находящегося на планете в тот или иной момент времени, относительно невелико. Оно представляет собой одевающую Землю пленку толщиной в среднем всего 2 см.

6) Уровни существования живого вещества.

Окружающий нас мир живых организмов биосферы представляет собой сочетание различных биологических систем разной структурной упорядоченности и разного организационного положения. В связи с этим выделяют разные уровни существования живого вещества - от крупных молекул до растений и животных различных организаций;

1. Молекулярный - самый низкий уровень, на котором биологическая система проявляется в виде функционирования биологически активных крупных молекул - белков, нуклеиновых кислот, углеводов.
2. Клеточный - уровень, на котором биологически активные молекулы сочетаются в единую систему.
3. Тканевый - уровень, на котором сочетание однородных клеток образует ткань.
4. Органный - уровень, на котором несколько типов тканей  
   функционально взаимодействуют и образуют определенный орган.
5. Организменный - уровень, на котором взаимодействие ряда органов сводится в единую систему индивидуального организма.
6. Популяционно-видовой, где существует совокупность определенных однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местообитанием.
7. Биоценоз и экосистема более высокий уровень организации живой материи, объединяющий разные по видовому составу организмы.
8. Биосферный - уровень, на котором сформировалась природная система наиболее высокого ранга, охватывающая все проявления жизни в пределах нашей планеты.

**1.5. Основные свойства биосферы**

Биосфере, как и составляющим ее другим экосистемам более низкого ранга, присуща система свойств, которые обеспечивают ее функционирование, саморегулирование, устойчивость и другие параметры. Рассмотрим основные из них:

1. Биосфера централизованная система. Центральным звеном ее выступают живые организмы (живое вещество). Это свойство всесторонне раскрыто В.И. Вернадским, но, к сожалению, часто недооценивается человеком.
2. Биосфера - открытая система Ее существование немыслимо без поступления энергии извне. Она испытывает воздействие космических сил, прежде всего солнечной активности.
3. Биосфера - саморегулирующая система. В настоящее время это свойство называют гомеостазом, т.е. способность возвращаться в исходное состояние.
4. Биосфера - система, характеризующаяся большим разнообразием. Разнообразие - важнейшее свойство всех экосистем. Биосфера как глобальная экосистема характеризуется максимальным разнообразием. В настоящее время описано около 2 млн. видов (примерно 1,5 млн. животных и 0,5 млн. растений). Полагают, однако, что число видов на Земле в 2-3 раза больше, чем их описано. Неучтены многие насекомые и микроорганизмы, особенно в тропических лесах, глубинных частях океанов и в других малоосвоенных местообитаниях.
5. Важное свойство биосферы - наличие в ней механизмов, обеспечивающих круговорот веществ и связанную с ними неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.

**2. Развитие биосферы в ноосферу - сферу разума**

С появлением человеческого общества, под влиянием которого в современных условиях происходит дальнейшая эволюция биосферы, приводит к изменению качественного состава самой биосферы, к ее переходу в ноосферу. 11од ноосферой понимают сферу взаимодействия природы и общества, в котором разумная деятельность людей становится главным, определяющим фактором развития. Название «ноосфера» происходит от греческого «ноос» - разум и таким образом обозначает сферу разума. Понятие ноосферы было введено в 1927 г. учеными Леруа и Тейером де Шарденом. В.И. Вернадский, как основатель учения о биосфере, отмечал, что сама живая материя как носитель разума составляет небольшую часть биосферы по массе. Возникновение человеческого общества явилось результатом длительного развития живого вещества в пределах биосферы. Появление человека на Земле предопределило неизбежность возникновение нового состояния биосферы - переход ее в ноосферу, оболочку разума, охваченную целенаправленной деятельностью самого человека.

В XX столетии накопился огромный фактический материал по биосфере, по производственной деятельности человеческого общества. Рождающаяся ноосфера в своих главных проявлениях характеризуется следующими признаками:

1. Возрастающим количеством механически извлекаемого материала литосферы - ростом разработки месторождений полезных ископаемых.
2. Массовым потреблением продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, главным образом в энергетических целях.
3. Процессы в ноосфере приводят к рассеиванию энергии Земли.
4. В ноосфере создаются в массовом количестве вещества, которые ранее в биосфере отсутствовали.
5. Характерно для ноосферы появление новых трансурановых химических элементов в связи с развитием ядерной технологии.
6. Ноосфера выходит за пределы биосферы в связи с огромным прогрессом научно-технической революции. Возникла космонавтика.
7. С образованием ноосферы планета Земля переходит в новое качественное состояние. Если биосфера - это сфера Земли, то ноосфера - это сфера Солнечной системы. Ноосфера в будущем станет областью Солнечной системы в познавательных и производственных целях человеческого общества.

**3. «Законы» экологии Г. Коммонера**

Известный эколог Гарри Коммонер сформулировал 4 экологических закона, лаконичных и ярких по форме и глубоких по содержанию. Законы Коммонера приобрели большую известность; они имеют важное значение для оценки экосистем - элементарных структурных единиц биосферы.

Первый закон: все связано со всем.

При исследовании экосистем отмечается взаимосвязь между живой и неживой природой, между флорой и фауной, между популяциями растений и животных и т.д. Связи многочисленны и разнообразны. Существуют положительные и отрицательные связи. Одна из таких связей, подмеченных еще в 19 веке, состоит в положительном влиянии кошек, живущих в селе, на урожайность клевера, растущего на близлежащих полях. Чем больше кошек, тем меньше мышей, которые разрушают гнезда шмелей. Чем меньше мышей, тем больше шмелей - опылителей бобовых. Чем больше шмелей, тем выше урожайность опыленного ими клевера.

Второй закон: ничего не дается даром.

Возьмем, к примеру, почву - продукт наземной экосистемы и главный ее компонент. Почва обеспечивает рост и развитие растений и связанных с ними животных. Растения получают из почв продукты минерального питания, имя питаются фитофаги, ими хищники и т.д. Следовательно, растительный и животный мир наземных экосистем своим существованием обязан почве.

Чем же расплачиваются с почвой растения и животные? Они удобряют почву. Органические удобрения состоят из растительного опада и экскрементов животных.

Третий закон: все должно куда-то деваться.

Природные экосистемы, например, лесные, «работают» миллионы лет, и в них отходов, опасных для жизни, не образуется. Отходы одних групп организмов используют другие. Так, например, отходы животных служат элементами минерального питания растений. Отход жизнедеятельности растений - кислород - используется животными для дыхания. Экологические законы функционирования природных экосистем легли в основу концепции о возможности и жизненной необходимости создания безотходных технологий в промышленности и в сельском хозяйстве.

Четвертый закон: природа «знает» лучше.

Природа «знает», как себя воспроизводить, как себя регулировать и сохранять. Примером тому могут служить природные леса, которые воспроизводят и сохраняют себя миллионы лет. Цивилизации можно рассматривать как творения гения человека разумного. Несмотря на большие достижения, современная наука до сих пор еще не познала все тонкости организации природных комплексов. В силу этого люди еще пока не могут регулировать и воспроизводить экосистемы так искусно, как это «делает» сама природа.

**Лекция 11**

**Антропогенное воздействие на природу**

План:

1. Понятие природы, природные ресурсы.

1. Рост народонаселения.
2. Техносфера.

4.Экологические кризисы и экологические катастрофы.

5. Антропогенные воздействия на растительность.

6.Антропогенные воздействия на животных.

**1. Понятие природы, природные ресурсы**

В широком смысле - это весь материально-энергетический и ин­формационный мир Вселенной. Природа - совокупность естественных условий существования человеческого общества, на которую прямо или косвенно воздействует человечество, с которой оно связано в хозяйственной деятельности.Природа явля­ется местообитанием человека и источником всех благ, необходимых ему для жизни и производственной деятельности. Человек - часть природы, ее порождение, он мо­жет производить, только используя ее ресурсы, и жить только в тех природных ус­ловиях (температура, давление, влажность, состав атмосферы и др.), к которым он генетически приспособлен.

Человек как элемент природы является частью сложной системы «природа - общество». С научно-техническим развитием человечество только усиливает свою взаимосвязь с природой: ведь все машины тоже ее создание. Их двигатели сжигают нефть и кислород - продукты растений. Для выплавки стали нужны железная руда, уголь, вода и кислород, т.е. продукты природы.

Все элементы природы представляют собой окружающую среду. В понятие «Окружающая среда» не входят созданные человеком предметы (здания, ав­томобили и т.д.), так как они окружают отдельных людей, а не общество в целом. Однако участки природы, измененные деятельностью человека (города, сельскохо­зяйственные угодья, водохранилища, лесополосы) входят в окружающую среду, так как создают среду общества.

В экологии различают понятия «Природные условия» и «Природные ресурсы». Природные условия понятие очень широкое, охватывающее все аспек­ты природы, о них говорят безотносительно к человеку и к его деятельности.

Природные условия - это тела и силы природы, которые используются человеком для поддержания своего существования. К ним относятся: солнечный свет, вода, воздух, почва, растения, животные, полезные ископаемые и все осталь­ное, что не создано человеком, но без чего он не может существовать ни как живое существо, ни как производитель. Они используются в качестве:

* непосредственных предметов потребления (питьевая вода кислород воздуха, дикорастущие съедобные и лекарственные растения, рыба и др.);
* средства труда, с помощью которых осуществляется общественное производство (земля, водные пути и т.д.)
* предметов труда, из которых производятся все изделия (минералы, древе­сина и др.);
* источников энергии (гидроэнергия, запасы горючих ископаемых, энергия ветра и др.).

Кроме того, природные ресурсы используются для отдыха и оздоровления и других целей.

Природные ресурсы классифицируются:

1. по их использованию (производственные, здравоохранительные, научные, эстетические и т.д.);
2. по принадлежности к тем или иным компонентам природы (минеральные, земельные, лесные, водные, энергетические и др.);
3. по характеру воздействия человека на природные ресурсы обычно делят на две категории: исчерпаемые и неисчерпаемые.

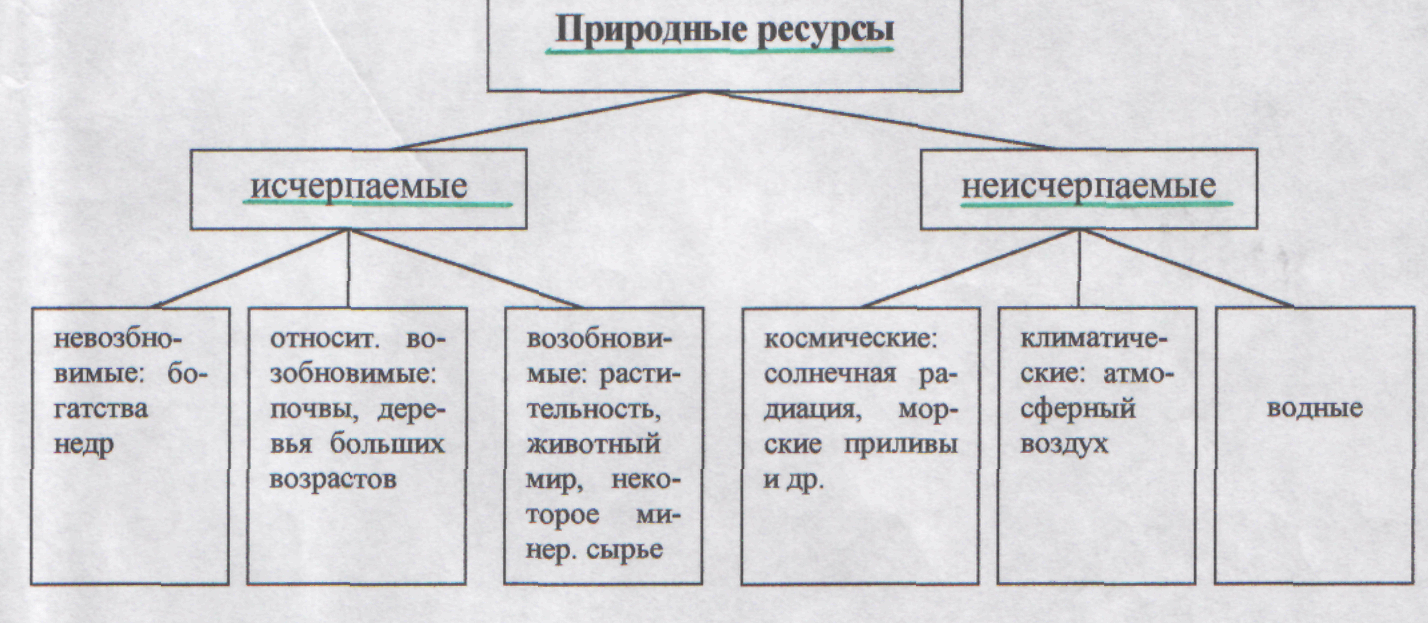


Рисунок 1 - Классификация природных ресурсов

К невозобновивым природным ресурсам относятся богатства недр (по­лезные ископаемые), так как после их добычи и использования они не могут стать тем, чем были раньше, а условия на Земле сегодня для их возникновения или вос­становления практически отсутствуют.

Почва является относительно возобновивым природным ресурсом, так как только при грамотном ее использовании сохраняется плодородие, способность получения высоких урожаев возделываемых культур.

К возобновивым природным ресурсам относят растительный и живот­ный мир. Они по мере использования могут восстанавливаться. Так, вместо исполь­зованных человеком растений и животных нарождаются новые.

К неисчерпаемым природным ресурсам относят: космические (солнеч­ная радиация, морские приливы и др.), климатические (атмосферный воздух, тепло и влага атмосферы, энергия ветра), водные.

Та часть природных ресурсов, которая реально может быть вовлечена в хозяй­ственную деятельность при данных технических и социально-экономических воз­можностях общества при условии сохранения среды жизни человека называется природно-ресурсным потенциалом.

Природопользование - совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

**2.Рост народонаселения**

Человечество, являясь неотъемлемой частью природы, принадлежащей ей и находящейся внутри нее, благодаря развитию общества биологический вид человека был выведен из под действия естественного отбора, межвидовой конкуренции, ог­раничения роста численности, расширило возможности приспособительного поведения и расселения людей. Отклонением от закономерностей равновесия в живой природе стал ускоряющийся рост народонаселения Земли.

Число особей какою-либо вида, по биологическим законам, зависит от потенциала размножения, продолжительности жизни, широты приспособительных возможностей и регулируется естественным отбором - совокупностью экологических факторов.

Число особей одного вида африканских четвертичных гоминид - предков че­ловека - при благоприятных условиях, по всей вероятности, не превышало 500000 или было намного меньше. Приблизительно до начала XVIII века человечество уве­личивалось медленно, со средней скоростью около одного процента за столетие, что соответствует удвоению численности за тысячу лет. В дальнейшем скорость при­роста начинает увеличиваться и к середине XX столетия приобретает гиперэкспотенциальный характер. В 1969 году население мира увеличивается на 2% в год, при­рост составил около 70 млн. человек, или 150 человек в минуту. В 1989 году при­рост в 1,8 от численности возросшего населения дал уже 90 млн. человек (179 чело­век в минуту), или больше, чем когда-либо за всю предыдущую историю человече­ства. В конце XX века каждое десятилетие добавляет к общей численности еще 1 млрд. человек. В конце 1992г. население Земли составляло 5,6 млрд. человек, а к 2000 году достигает 6,1 млрд. человек. Этот стремительный рост называют демографическим взрывом.

**3. Техносфера**

Техносфера - это глобальная совокупность орудий, объектов, материаль­ных процессов и продуктов общественного производства, или техносфера - это пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной дея­тельности человека и занятое ее продуктами.

В техносфере можно выделить несколько материальных категорий:

* орудия производства - инструменты, машины, механизмы, энергетические агрегаты, производственные комплексы, коммуникации, транс­порт и т.д., а также люди-операторы, т.е. все действующие субъекты средств производства;
* ресурсы производства - совокупность веществ, материалов, энер­гии и информации, необходимых для осуществления производства, т.е. вся ресурсная часть средств производства: к ней относятся и ресурсы человече­ского труда как источника энергии и информации для производства,

- продукты производства - различные вещества, материалы, изделия и сооружения, созданные и переработанные в процессе производства. К ним относятся и все отходы производства. Все ресурсы техносферы, орудия и продукты производства рано или поздно превращаются в отходы.

**4. Экологические кризисы и экологические катастрофы**

Нерациональное природопользование является причиной экологических кри­зисов и экологических катастроф.

Экологический кризис - это обратимое изменение равновесного со­стояния природных комплексов. Он характеризуется не столько усиленным воздей­ствие человека на природу, сколько резким увеличением влияния измененной людьми природы на общественное развитие. Проявление экологического кризиса нередко называют «эффектом бумеранга». Человек выступает при экологическом кризисе как активно действующая сторона. История цивилизации доказывает, что вслед за экологическим кризисом следует революционное изменение во взаимоот­ношениях общества и природы.

В предыстории и истории человечества выделяют ряд экологических кризи­сов и революций:

1. Изменение среды обитания живых существ, вызвавшее возникновение прямоходящих антропоидов - непосредственных предков человека.
2. Кризис относительного обеднения доступных примитивному человеку ресурсов промысла и собирательства, обусловившего стихийные биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для лучшего и более раннего роста.
3. Первый антропогенный экологический кризис - массовое уничтожение крупных животных («кризис консументов»), связанный с последовавшей за ней экологической революцией.
4. Экологический кризис засоления почв и деградации примитивного поливного земледелия, недостаточность его для растущего народонаселения Земли, что привело к преимущественному развитию неполивного земледелия.
5. Экологический кризис массового уничтожения и нехватки растительных ресурсов или «кризис продуцентов», связанный с общим бурным развитием производительных сил общества, вызвавший широкое применение минеральных ресурсов, промышленную, а в дальнейшем и научно-техническую революцию.
6. Современный кризис угрозы недопустимого глобального загрязнения. Здесь редуценты не успевают очищать биосферу от антропогенных про­дуктов - это «кризис редуцентов».

Экологическая катастрофа - это природная аномалия (длительная засуха, массовый мор, например, скота), зачастую возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и ведущая к остро неблагоприятным экономическим последствиям или массовой гибе­ли населения определенного региона; авария технического устройства (электро­станция, танкер), приведшая к остро неблагоприятным изменениям в среде и по­влекшей за собой массовую гибель живых организмов и экономический ущерб; од­но из состояний природы. Экологическая катастрофы отличается от экологического кризиса тем, что кризис - это обратимое состояние, где человек выступает активно действующей стороной, а катастрофа - необратимое явление, человек здесь вынуж­денно пассивная, страдающая сторона.

**5. Антропогенные воздействия на растительность**

В процессе фотосинтеза зеленые растения из углекислого газа и воды создают органические вещества.

Значение растений:

1.Служат источником ценных продуктов питания (зерна, ово­щей, плодов и т.д.).

2.Являются сырьем для промышленности и строительства.

3.Формирование га­зового состава атмосферного воздуха, как известно, также находится в прямой за­висимости от растений.

4.Участвуют в образовании гумуса, который является самой сущест­венной частью почвы, обеспечивает ее высокое плодородие.

5.Растительность оказывает большое влияние на климат, водоемы, животный мир и другие элементы биосферы, с которыми она тесно взаимосвязана. От характе­ра растительности во многом зависит и характер биоценоза, экосистемы, их морфо­логическая и функц

6.Растение представляет необходимую среду жизни людей.

7.Дикорастущая флора является неоценимым генетическим фондом в селекционной работе при создании новых сортов сельскохозяйственных культур.

8.Человечество добывает из растений лекарственные вещества.

9.Индикаторная роль растений.

10.Растения разным способом осуществляют детоксикацию вредных веществ.

11.Для борьбы с вредными микроорганизмами растения выработали ряд ве­ществ, способных подавлять их деятельность. К ним относятся антибиотики (пени­циллин, стрептомицин, тетрациклин и др.) и фитонциды.

Отрицательное же значение растительности по сравнению с приносимой ими пользой незначительно (сорняки, отравления, грибковые заболевания).

*Воздействие человека на растительность.* Как объект охраны растительность можно разделить на водную. Почвенную, подземную и надземную.

Много фактов указывает на исчезнувших около 30 тысяч видов растений. В нашей стране насчитывается около 20 тысяч видов растений. Из них примерно до 60% произрастает на природных сенокосах и пастбищах. Более 530 видов стали в настоящее время редкими.

В результате деятельности человека на огромных площадях дикие растения заменяются культурными, т.е. человек в своих интересах постоянно преобразует ок­ружающий мир растений. На растительные сообщества большое влияние оказывают домашние и дикие животные.

Большое влияние на рост и развитие растений оказывают промышленные вы­бросы.

*Меры по охране растительности.* Главная задача - сохранение видового разнообразия сородичей культурных растений в качестве генофонда, позволяющего расширить и улучшить селекционные работы.

Охрана растительности - задача комплексная, должна проводиться через ох­рану всей природной среды, включая растительные сообщества, в состав которых входят данные виды растений. Охране подлежит вся флора и ее группировки - фитоценозы.

Основными задачами охраны леса является их рациональное использование и восстановление. Вес большее значение приобретают мероприятия по охране леса малолесистых районов в связи с их водоохранной, почвозащитной, санитарно-оздоровительной ролью. Особое внимание должно уделяться охране горных лесов, так как они выполняют важные водорегулирующие почвозащитные функции.

Современное лесовозобновление - важнейшее условие для сохранения лесных ресурсов.

В воспроизводстве лесов большую роль играют мелиоративные мероприятия: осушение переувлажненных почв, посадка улучшающих почву деревьев, кустарни­ков и трав.

Охрана лесов от пожаров осуществляется на 65% площади лесного фонда Рос­сийской Федерации.

*Охрана хозяйственно-ценных и редких видов растений.*Некоторые растения становятся редкими и вымирающими вследствие их ис­требления. Примером этого служит женьшень, или «корень жизни», почти исчез­нувший в лесах Дальнего Востока. Охрана редких растений становится важной го­сударственной задачей. В Красную книгу Российской Федерации занесено 533 вида растений, подлежащих охране. Среди них: женьшень, арелия материковая, лотос, водяной орех, заманиха, венерин башмачок и др.

Сохранение редких и исчезающих видов может осуществляться разными путями:

1. Запрещение каких-либо действий: выкашивание, обламывание.
2. Охрана редких видов в заповедниках, национальных парках, заказниках,  
   объявление памятниками природы.
3. Создание коллекционных участков и резервов в сети ботанических садов и других научных учреждений. Наряду с редкими и исчезающими видами растений охране подлежат и хозяйственно-ценные растения, произрастаю­щие в природе. В этом случае главное - это рациональное их использование и борьба с браконьерскими формами неорганизованного сбора.

**6.Антропогенные воздействия на животных**

Значение животных в биосфере и жизни человека:

1. Играют исключительную роль в миграции химических элементов.
2. Участвуют в биологическом круговороте веществ, а также в круговороте веществ планеты.
3. Как подвиж­ный активный элемент в значительной мере определяют устойчивость этой системы.
4. Находясь в зависимости от растений, животные, в свою очередь,определяют их жизнь, структуру и состав почв, облик ландшафта.
5. Служат источником питания и технического сырья, как для кустарного, так и промыш­ленного производства. Это сельскохозяйственные животные, пушные звери, рыба, разнообразная дичь и т.д.
6. Фауна диких животных является неисчерпаемым источником одомашнивания.
7. Имеют эстетическое, научное, меди­цинское значение, а также рекреационное и этическое.

Однако отдельные виды животных могут выступать в качестве вредителей и возбудителей заболеваний сельскохозяйственных животных, а также диких живот­ных и полезных для человека растений и животных. Отдельные виды участвуют в поддержании природно-очаговых заболеваний человека, являются прокормителями кровососущих паразитов.

Другие же виды являются истребителями указанных вредителей, принося тем самым большую пользу человеку.

В природе все виды связаны с другими, и уничтожение одного может привес­ти к совершению непредвиденным последствиям (принцип взаимосвязи, принцип равновесия, принцип потенциальной полезности, принцип незаменимости и прин­цип разнообразия).

Необходимо сохранять не только отдельные виды, а все видовое разнообразие.

Параллельно с развитием человеческой цивилизации, научно-технического прогресса, идет и сокращение численности многих видов животных. Воздействие человека на животных осуществляется двояким путем:

1. Прямым - непосредственным преследованием и истреблением или расселением.
2. Косвенным - изменением условий среды.

В последние годы сокращается численность не только крупных, промысловых животных, но и амфибий (лягушек, тритонов, саламандр), многих насекомых. В ок­рестностях крупных городов стали редкостью дневные бабочки: траурница, павли­ний глаз, орденская лента, махаон и другие, подвергшиеся интенсивному вылову.

Сокращение большинства видов живых организмов связано с включением все большей части территории в активную хозяйственную деятельность: распашка по­лей, прокладывание дорог, расширение территории поселков и городов, туризмом.

Урбанизация биосферы нередко оказывается благоприятной, например, для крыс, домовых мышей, воробьев, ворон, голубей, некоторых видов пещерных пау­ков, домовых мух, моли и т.д.

С начала XVII по конец XX в.в. с лица Земли исчезло 68 видов млекопитающих, 130 видов птиц, 28 видов рептилий, 6 видов рыб и 6 видов амфибий.

По данным Международного союза охраны природы (МСОП) в среднем на нашей планете ежегодно исчезает по одному виду или подвиду позвоночных живот­ных. Имеет место и частичное вымирание - исчезновение в отдельных странах и ре­гионах. В Австралии исчезло 7 видов кенгуру, в Шотландии - 14 видов птиц, на Га­вайских островах - 26 форм птиц, или 60% всей фауны. В России на Кавказе при со­действии человека вымерло 9 видов зверей: лев, дикий бык-тур, кулан, гепард, бобр, лось, тарпан, зубр, тигр, а в других районах ряд степных видов - дрофа, стре­пет, сурок и т.д.

В международную Красную книгу внесено 687 видов и 207 подвидов позво­ночных животных, над которыми нависла угроза исчезновения.

В 90-х годах XX столетия на территории России видовой состав диких живот­ных был представлен следующим количеством видов: млекопитающие - 328, птицы - 720, пресмыкающиеся - 66, земноводные - 26, морские рыбы - 2400, пресновод­ные рыбы - около 400 видов, водные беспозвоночные - до 12000, насекомые - до 80 000 видов.

В Красную книгу России включено 50 видов млекопитающих, 63 вида птиц, 21 вид рептилий, 8 видов амфибий.

Главной причиной продолжающегося исчезновения видов животных является усиление антропогенного влияния. Среди факторов, угрожающих позвоночным жи­вотным, следует назвать:

* разрушение или деградация местообитаний;
* переэксплуатация;
* влияние интродуцированных видов;
* потеря, сокращение или ухудшение кормовой базы;
* уничтожение для защиты сельскохозяйственных культур, домашних животных, объектов промысла;
* случайная добыча.

Нарушение санитарных норм, существующие способы ведения сельского хо­зяйства и хранения продовольственных запасов привели к росту численности вред­ных грызунов. Стремительно расширяется ареал серой крысы, особенно в районах промышленного освоения Северного и Северо-Восточного районов России.

Меры по охране животных. В прошлом охрана животных могла осуществляться на основе интуитивных знаний, например, путем простого запрета или ограничения промыслов. В дальней­шем возникла необходимость развития теории охраны фауны.

При рассмотрении общих направлений исследований выделяются три подхода: первый - экологический (основан на принципе взаимозависимости с окружаю­щей нас живой природе); второй - системно-структурный (исходит из принципа сохранения качественного многообразия живой природы); третий - популяционно-генетический (свидетельствует о возможности сохранения любого вида только как системы взаимосвязанных популяций).

Общие принципы дают возможность утверждать, что жизнь может существо­вать только в форме сообществ живых организмов (биоценозов). Чем сложнее эти сообщества, тем они устойчивее, поэтому:

1. Для сохранения жизни необходимо сохранение биоценозов.
2. Для длительного сохранения биоценозов необходимо сохранение эволюционно достигнутой сложности.
3. Для сохранения отдельных видов необходимо сохранение сообществ (биоценозов и экосистем), в которые входят интересующие нас виды.
4. Для сохранения отдельного вида необходимо сохранить или создать систему популяций внутри данного вида. Вид не может существовать длительное время, будучи представлен лишь одной изолированной популяцией.
5. Малочисленные популяции всегда находятся под угрозой исчезновения и требуют особой охраны.

Международный союз охраны природы и ее ресурсов (МСОП) при поддержке Программы ООН по окружающей среде и содействии Всемирного фонда охраны дикой природы разработал Всемирную стратегию охраны природы. Ее цель - спо­собствовать скорейшему и полноценному достижению удовлетворительной охраны живых природных ресурсов, от которых зависит выживание и благосостояние чело­века Земли. Одна из важнейших задач «Стратегии» - это координация условий пра­вительственных, общественных и международных организаций в деле охраны жи­вых природных ресурсов.

Программа-минимум в отношении отдельных видов животных включает:

* сохранение от уничтожения любого вида;
* сохранение полного объема внутривидовой изменчивости каждого вида, что связано с сохранением достаточного числа жизнеспособных популя­ций;
* обеспечение возможности для каждой эксплуатируемой популяции данного вида быть восстановленной до уровня «максимально устойчивой добы­чи».

Главным критерием для определения ценности исчезающего вида, а отсюда и критерием выбора направлений активности в области организационных мероприя­тий, считается величина возможной генетической потери, которая вызвана его ис­чезновением.

Вторым критерием по охране является географический (находится вид, кото­рому грозит исчезновение, в тяжелом положении во всем ареале или на территории одной страны и даже отдельного региона той или иной страны).

Третий критерий - степень опасности исчезновения данного вида (виды, на­ходящиеся под угрозой исчезновения и редкие виды).

При определении очередности мер охраны животных следует учитывать и факторы такие как:

1. Общее состояние вида не только в природе, но и в неволе (если вид хорошо размножается в неволе, то опасность его потерять гораздо ниже, чем видов, добиться размножения которых в неволе не удается).

2. Значение рассматриваемого вида как незаменимого компонента для фор­мирования экологической ниши других редких или узкоспециализирован­ных видов.

Важная теоретическая и практическая предпосылка сохранения всего много­образия живого - принципиальный вывод о возможности сосуществования человека со всеми без исключения формами живого.

Другое направление сохранения многообразия видов живых организмов - восстановление их количественного состава с дальнейшим расселением.

Для сохранения многообразия живого все большее значение приобретает ра­бота по одомашниванию животных, создание сети зоопарков, акклиматизация.

Сохранение животного мира неразрывно связано с решением правовых вопро­сов, международным сотрудничеством, выполнением всех работ на научной основе. В области охраны живой природы следует отметить следующие наиболее крупные направления и научные задачи:

1. Изучение биологии редких и исчезающих видов животных, а также поиск оптимальных путей их сохранения и воспроизводства.
2. Необходима дальнейшая разработка основ, сохранения природных сообществ.
3. Разработка биологических основ создания территориальных комплексных схем охраны природы.
4. Подготовка предложений об организации новых заповедников, заказников и других охраняемых территорий и акваторий.
5. Оценка последствий загрязнений природной среды.
6. Разработка принципов сохранения и качественного разнообразия и генети­ческого фонда биосферы.
7. Разработка безопасных биологических методов управления численностью видов, наносящих ущерб народному хозяйству.
8. Разработка проблем правовой охраны животного и растительного мира.
9. Разработка новых форм природоохранного просвещения.

**Лекция 12**

**Место человека в биосферных процессах**

План:

1. Степень согласованности деятельности человека с законами и принципами общей экологии.

2. Круговорот веществ и их нарушение человеком.

3. Экологическая ниша человека и возможности ее изменения.

4. Специфика действия антропогенных факторов на организмы.

**1. Степень согласованности деятельности человека с законами и принципами общей экологии**

Человек способен изменять силу действия и число лимитирующих факторов, а также расширять или, наоборот, сужать границы оптимальных значений факторов среды. Например, снятие урожая неизбежно связано с обеднением почв элементами минерального питания растений и перево­дом некоторых из них в категорию лимитирующих факторов.

Человек неизмеримо расширил свои адаптационные возможности за счет кондиционирования условий своей среды (одежда, жилище, новые материалы и т.п.) и тем самым резко уменьшил зависимость от природной среды и представляемых ею ресурсов. Например, в рационе человека пищевые ресурсы дикой природы составляют только 10-15%. Остальные пищевые потребности удовлетворяются за счет культурного хозяйства.

Следствием уменьшения зависимости от факторов среды является расширение человеком своего ареала на всю планету и снятие естествен­ных механизмов регулирования численности популяции.

Человек снял или частично разрушил практически все природные механизмы популяционного гомеостаза по отношению к своей популяции, Абиотические факторы почти не сказываются на численности. Она практически не регулируется хищниками, паразитами и межвидовы­ми конкурентными отношениями. Острота внутривидовых взаимоотно­шений снимается социальными и юридическими нормами поведения. Бо­лезни, уносившие ранее миллионы жизней (оспа, малярии, холера, чума и др.), полностью или в основном локализованы. Болезни цивилизации (сердечно-сосудистые, онкологические, СПИД и др.) при современных темпах увеличения народонаселения (на 85-90 млн. человек ежегодно) за­метно не изменяют тенденций экспоненциального роста численности ви­да.

Применительно к человеку практически «не работает» принцип тер­риториальности как фактор регулирования численности популяции. Тер­риториальные перемещения ресурсов снимают различия их запасов в пре­делах обширных регионов. Природно-территориальные (экосистемные) границы все больше заменяются административно-территориальными.

Регулирование плотности человеческой популяции, если оно имеет место, осуществляется за счет осознанного воздействия на рождаемость,а не в ответ на имеющуюся численность, что характерно для биологических популяций.

Отдельные экосистемы и даже их крупные блоки (например, степи, прерии) человек практически полностью уничтожил. В других он серьезно нарушает свойственные им процессы, принципы и закономерности функционирования:

а) цепи питания и экологические пирамиды. В природных экосистемах на высоких звеньях цепей питания не бывает большой продукции, биомассы и численности организмов. Человек нарушил этот принцип по отношению как к своей популяции, так и к другим видам (сортам, породам). Такое несоответствие природным экосистемам стало возможным благодаря присвоению и вложению в системы дополнительной энергии.

Нарушение плавил экологических пирамид оказывается неоправданно дорогим. Оно неизбежно сопровождается изменениями в круговоротах веществ, накоплением отходов и загрязнением среды (например, живот­новодческие комплексы).

Нарушение правил пирамид обуславливается также тем, что потреби­тельские интересы человека вышли за пределы биологических ресурсов в целом.

б) изменение границ экологических ниш. Человек существенно изменяет границы экологических ниш организмов. За этим следует усиление конкуренции и действие правила конкурентного исключения. Конечный результат таких явлений — обеднение видового состава сообществ. Последнее, в свою очередь, расширяет возможности для внедрения в экосистемы несвойственных им видов.

в) воздействие на динамику экосистем Рубки лесов, осушение болот, пожары и другие виды антропогенной деятельности приводят к разрушению или нарушению конечных (климаксных) стадий экосистем, к замене их промежуточными сообществами. Человек нередко поддерживает экосистемы на промежуточных стадиях динамики в течение длительного времени для получения интересующего его эффекта. К примеру, он сохраняет лиственные леса на месте коренных хвойных, поскольку они более ценные в рекреационном (для отдыха) отношении или устойчивые к загрязнениям атмосферы.

Иногда наоборот стимулируются сукцессионные процессы для быст­рейшего перевода экосистем в завершающие стадии динамики. Все это приводит к снижению устойчивости сообществ.

Одним из масштабных результатов деятельности человека является нарушение механизмов функционирования живого вещества и его функций.

а) контрастность живого вещества. Важным условием постоянства (контрастности) массы живого вещества в биосфере является сохранение условий, обеспечивающих нормальную продуктивность сообществ. Эти условия нарушаются в результате истощения почв, замены более продуктивных экосистем менее продуктивными, отчуждения земель под различные виды строительства и т.п.

За счет повышения человеком продуктивности экосистем, например, окультуривание земель, потери живого вещества не компенсируются;

б) транспортная и рассеивающая функция живого вещества. Эти функции человек изменяет или дополняет, перемещая большие массы продукции в пространстве, нарушая при этом круговороты (например, вынос водным стоком натрия, магния, кальция, калия и азота с площадей вырубок увеличился соответственно в 3; 8; 9; 20 и 100 раз).

в) деструкционная и конструкционная функции. Усиление человеком разрушительных явлений в биосфере происходит в результате извлечения ресурсов из недр, а также использования поверхности литосферы.

Результатом интенсификации концентрационных процессов является накопление на поверхности земли ресурсов или продуктов их переработки в таких объемах, что они выделяются в специфические техногенно-геохимические провинции.

Для социальных и связанных с ними техногенных структур харак­терна низкая экологическая эффективность. Основная часть ресурсов составляет отходы. Такие явления во многом обусловлены несоответствием темпов развития технических и социальных структур.

Период развития биосферы, связанный с деятельностью человека, рассматривают как «ноогенез». Ему предшествовал период «биогенеза». Эти периоды не сопоставимы ни по продолжительности, ни по интенсивности изменения среды и биосферных процессов.

Нарушение временного фактора развития биосферы и среды обитания приводит к несоответствию темпов изменения среды и адаптационных возможностей организмов. Следствием этого является нарушение в соотношении численности отдельных видов (результат неодинаковой адаптивности), снижение устойчивости и продуктивности экосистем, гибель некоторых видов.

Действия человека характеризуются не только нарушением временного фактора в развитии биосферных процессов, но и отчужденностью от природы, подчинением ее своим целям. Чаще всего он выступает как внешний фактор по отношению к экосистемам. Это дает основание говорить о специфическойэкологической нише человека.

**2. Круговороты веществ и их нарушение человеком**

Различают два вида круговоротов веществ: большой, или геологический (между сушей и океаном), и малый, или биологический (в пределах экосистемы). Самостоятельность малого круговорота относительна: он является элементом геологического круговорота. Об изменении последнего под влиянием антропогенных факторов можно судить по выносу с суши в океан продуктов разрушения почв. За последние 50 лет вынос увеличился с 3 млрд. т/год в 40-50-х годах до 45-50 млрд. т в конце столетия.

Малые круговороты чаще всего нарушаются в результате несоответствия между количеством веществ, поставляемых в среду, и возможностями организмов по их разложению либо концентрированию. Накопление человеком веществ достигает столь значительных объемов, что даже легко разрушаемые из них (например, отходы животноводческих ком­плексов) долгое время не включаются в круговороты. Вещества, чуждые организмам-деструкторам выключаются из круговоротов на более дли­тельное время.

Круговорот углерода. Содержащийся в атмосфере углерод (в виде СО) в процессе, фотосинтеза включается в органическое вещество расте­ний и далее в цепи питания. Высвобождение углерода из органического вещества происходит в процессе дыхания организмов. Основная масса углерода высвобождается из мертвого органического вещества организмами-редуцентами. Небольшая часть органического вещества и содержаще­гося в нем углерода ускользает от круговорота и «уходит в геологию» в виде торфа, угля, нефти и карбонатных отложений в водных экосистемах.

Основное нарушение циклов углерода связано с высвобождением его из геологических структур (горючие ископаемые, известняки), а также в результате изменения площадей и продуктивности лесных и других растительных сообществ, разрушения органического вещества почв и высво­бождения из вечномерзлых грунтов при их оттаивании (в виде метана). Часть этого углерода накапливается в атмосфере в форме углекислого газа и метана, обусловливая парниковый эффект.

Круговорот азота. Основным источником данного элемента является атмосфера, откуда в почву, а затем в растительные организмы азот попа­дает только в результате превращения в усвояемое соединение - нитраты. Последние образуются в основном в результате деятельности организмов-азотфиксаторов. К ним относятся отдельные виды бактерий, сине-зеленых водорослей и грибов (актиномицетов). Частично нитраты образуются при грозовых разрядах и при фотохимических реакциях в атмосфере. Откуда с осадками они попадают в почву.

Второй источник азота для растений - результат разложения органических веществ и, в частности, белков особой группы организмов-аммонификаторов. При этом в начале образуется аммиак, который в ре­зультате деятельности бактерий-нитрификаторов преобразуется в нитриты и нитраты. Часть азота растениями усваивается в виде ионов аммония и мочевины, образующихся в результате разложения органических веществ, Возвращение азота в атмосферу происходит в процессе деятельности бактерий-денитрификаторов, разлагающих нитраты до свободного азота и кислорода.

Значительная доля азота, попадая в океан, используется водными фотосинтезирующими организмами (фитопланктоном), а затем, попадая в цепи питания животных, частично возвращается на сушу с продуктами морского промысла или птицами. Наибольшая часть азота, как и углерод, попадает в осадочные соединения.

Изменения круговорота азота под влиянием антропогенных факторов обусловлено переводом его в усвояемые формы из атмосферного воздуха в результате техногенных процессов как целенаправленно (при получении азотных удобрений), так и непреднамеренно (в результате высоких температур, создаваемых, например, двигателями внутреннего сгорания или промышленными установками). Существенные изменения в циклах азота происходит также в результате разрушения органического вещества почв, сапропелей, гуано и т.п.

Основные отрицательные последствия нарушения круговорота азота проявляются через загрязнение оксидами, аммиаком и другими соедине­ниями атмосферного воздуха и вод, накопление нитратов в пищевых про­дуктах.

Круговорот серы. Сера является одним из наиболее агрессивных и распространенных загрязнителей среды, особенно воздушной. Основные нарушения круговорота серы связаны со сжиганием органических ве­ществ, переработкой серосодержащих руд, нарушением циклов в системе почвы-растения. Сера при этом поступает в атмосферу в виде такого токсического соединения как диоксид (сернистый ангидрид). Частично в виде триоксида, сероводорода, сероуглерода и др. Диоксид серы относится к числу наиболее агрессивных загрязнителей. Он действует на природные и созданные человеком объекты как в результате осаждения из воздуха, так и через кислотные осадки. Сера и ее соединения рассматриваются как ос­новной или мировой загрязнитель среды.

В целом антропогенные поступления серы в атмосферу составляют порядка 200-250 млн./т в год. Это соизмеримо с ее поступлением из есте­ственных источников (вулканы, распад серосодержащих минералов и ор­ганических веществ, природные пожары и т.п.).

Круговорот фосфора. После неоднократного потребления фосфора организмами на суше и в водной среде он, в конечном счете, выводится в донные осадки. Возвращение фосфора с организмами океана не компен­сирует его потребности на суше. Не компенсируются эти потребности и в результате использования природных минеральных соединений. В данном случае, односторонний процесс, заканчивающийся осадочным циклом, грозит дефицитом фосфора для организмов. Последний в значительной мере восполняется человеком через внесение минеральных удобрений, представляющих в основном продукты переработки морских осадочных пород.

Часть фосфора из океана на сушу попадает с морепродуктами. В том и другом случаях основная масса его включается в биогеохимические циклы, начальным звеном которых являются живые организмы. Отрицательным следствием нарушения круговорота фосфора является попадание его в водные экосистемы с минеральными удобрениями и моющими син­тетическими средствами. Наряду с азотом фосфор является основным фактором зарастания водоемов и загрязнения вод органическими вещест­вами.

**3. Экологическая ниша человека и возможности ее изменения**

Понятие экологической ниши человека и его разумной деятельности неразрывно связаны. Именно благодаря разуму пространственной нишей человека стала вся Земля, а в настоящее время в значительной мере и кос­мическое пространство, человек предельно расширил трофические границы ниши. Социальные и технические возможности позволили использо­вать все продукты, представляемые природой. Кроме этого, человек по­стоянно расширяет объемы и спектр продуктов, получаемых в культурном хозяйстве и в промышленных условиях.

Крайне специфична ниша человека и по поведенческому статусу. Она больше обуславливается социальными условиями (законами, правилами, моралью), чем биологическими критериями и природными факторами. Свою зависимость от природных условии человек свел до минимума. В таких условиях практически не работают механизмы регулирования численности человеческой популяции (гомеостаз), в том числе практически все модифицирующие (абиотические) и регулирующие (биотические) факторы, включая хищничество, паразитизм, территориальность и т.п.

Другие механизмы гомеостаза (стрессовые явления, миграции и т.п.) действуют в сильно смягченной форме. Они в значительной мере снимают­ся социальными условиями (достижения медицины, информационное обеспечение, бытовые условия и пр.). Важнейший результат этого – взрывообразный рост численности народонаселения и связанные с ним проблемы.

Широкая экологическая, валентность (гиперэврибионтность) челове­ка, как и неограниченная экологическая ниша, позволили ему перейти в ранг уникального вида, способного подчинять своим интересам другие виды, уничтожать их. Такие явления чужды видам, существующим в гра­ницах экосистем и занимающим определенные места в цепях питания, по­скольку уничтожение других видов равносильно самоуничтожению. Это один из парадоксов развития человека как биосоциального существа.

Человек обеспечил свое превращение в гиперэврибионта не за счет биологических механизмов, а за счет технических средств, и поэтому он в значительной мере утратил потенциал биологических адаптаций. В этом причина того, что человек находится в числе первых кандидатов на уход с арены жизни в результате им же вызываемых изменений среды.

Отсюда важный вывод: если современная ниша человека - прежде всего результат разумной деятельности, власти над окружением, следовательно, разум должен выступать и основной движущей силой ее изменения.

Реально изменение ниши за счет второй составляющей - образа действия или жизненного статуса. В двух словах - это отказ от подчи­нения природы себе и переход на сотрудничество с ней.

**4. Специфика действия антропогенных факторов на организмы**

Можно выделить несколько специфических особенностей действия антропогенных факторов. Важнейшие из них следующие:

1) нерегулярность действия и в связи ездим непредсказуемость для организмов, а также высокая интенсивность изменений, несоизмеримая адаптационными возможностями организмов;

2) практически неограниченные возможности действия на организмы, вплоть до полного их уничтожения, что свойственно природным факторам и процессам лишь в редких случаях (стихийные бедствия, катаклизмы). Воздействия человека могут быть как целенаправленными, типа конку­рентной борьбы с организмами, именуемыми вредителями и сорняками, так и непреднамеренными, типа промысла, загрязнений, разрушения ме­стообитаний и т.п.;

3) являясь результатом деятельности живых организмов (человека), антропогенные факторы действуют не как биологические (регулирую­щие), а как специфические (модифицирующие). Эта специфика проявля­ется либо через изменения природной среды в направлении, неблагопри­ятном для организмов (температура, влага, свет, климат и т.п.), либо посредством привнесения в среду чуждых организмам агентов, объединен­ных термином «ксенобиотики»;

1. ни один вид не совершает никаких действий во вред самому себе. Эта способность присуща только человеку, наделенному разумом. Именно человеку приходится в полной мере получать отрицательные результаты от загрязняемой и разрушаемой среды. Биологические виды одновременно изменяют и кондиционируют среду; человек, как правило, изменяет среду в неблагоприятном для себя и других существ направлении;
2. человек создал группу социальных факторов, которые являются средой для самого человека. Действие этих факторов на человека, как правило, не менее значительно, чем природных.

Интересным проявлением действия антропогенных факторов являет­ся специфическая среда, созданная влиянием этих факторов.

**Лекция 13**

**Экологическая регламентация хозяйственной деятельности**

План:

1. Методы экологических исследований.
2. Экологический прогноз и прогнозирование.
3. Экологический мониторинг.
4. Оценка качества окружающей среды.
5. Экологическая аттестация и паспортизация.
6. Экологическая экспертиза.

**1. Методы экологических исследований**

В экологии используются методы исследований и понятий, применяемые и в других науках – биологии, математике, физике и пр. Многие методы исследований свойственны исключительно экологии. Например, если исследования экологии особей иногда близки исследованиям в области физиологии или биогеографии, то изучение популяций и биоценозов относится всецело к экологии. При переходе от одного уровня к другому – более высокому – у веществ выявляются новые свойства.

Экосистемный подход. В центре внимания исследователя-эколога – поток энергии и круговорот веществ между биотическими и абиотическими компонентами среды. Необходимо установить:

1. Функциональные связи живых организмов между собой и окружающей средой.

2. Цепи питания.

Экосистемный подход выдвигает на первый план общность организации всех сообществ, независимо от местообитания и систематического положения входящих в них организмов. Это подтверждается простым сравнением водной и наземной экосистем. При резком различии в среде обитания и в образующих систему видах здесь четко просматривается сходство структуры и функциональных единиц этих двух экосистем.

При изучении сообществ исследуют растения, животных и микроорганизмы, которые обитают в различных биотических единицах – лес, луг, пустыня и т.д. Основное внимание уделяется определению и описанию видов, изучению факторов, ограничивающих их распространение. Это важно для решения вопросов рационального использования природных ресурсов.

Популяционный подход. В современных популяционных исследованиях используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности тех или иных видов. Популяционный подход обеспечивает теоретическую базу для понимания вспышек численности вредителей и паразитов, имеющих значение для медицины и сельского хозяйства, дает возможность борьбы с ними применением биологических методов, например, использование хищников и паразитов вредителя позволяет оценить критическую численность вида, необходимую для его выживания. Это особенно важно при организации заповедников и т.д.

Анализ местообитания особо выделяют в связи с удобством проведения исследований. Он широко распространен в полевых исследованиях, т.к. местообитания легко поддаются классификации. Здесь изучают биотические компоненты экосистемы, основные факторы окружающей среды – эдафические, топографические и климатические.

Важный материал о характере вероятных будущих изменений мы можем получить, изучая, как экосистемы, сообщества, популяции и местообитания менялись во времени.

Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали на организмы до появления человека.

Историческая экология изучает изменения, связанные с развитием человечества. Используя исторические подходы, можно выявлять долговременные экологические тенденции, которые установить только путем изучения современных экосистем невозможно. Таковы, например, изменения климата, рассеивание видов растений и животных.

В конце XX века успехи техники дали возможность на количественном уровне изучать большие, сложные системы. Для этого используются методы меченных атомов, новые физико-химические методы (спектрометрия, колориметрия, хромотография), дистанционные методы зондирования, автоматический мониторинг, математическое моделирование и т.д. Это позволило ученым разных стран, работающим по международной биологической программе подсчитать максимальную биологическую продуктивность нашей планеты.

**2. Экологический прогноз и прогнозирование**

Человечество издревле стремилось узнать будущее. Египетские жрецы, оракулы Древней Греции и Рима, средневековые гадалки и астрологи, первые ученые-прогнозисты – от социальных утопистов до естественников, пытавшихся прогнозировать погоду (среди них были Ламарк и Фиц-Рой – капитан всемирно известного «Бигля», на котором Дарвин совершил кругосветное путешествие), современные ученые, кующие научное предвидение, - таков путь обширной области знания, носящей название прогноза или прогнозирования.

*Прогноз* – всякое конкретное предсказание или вероятное суждение о состоянии чего-то (кого-то) или о проявлении какого-то события в будущем. *Экологический прогноз* – предсказание изменений природных систем в локальном, региональном и глобальном масштабах.

Прогноз, таким образом, представляет собой специфический вид познания, где прежде всего проводят исследования не того, что есть, а то, что будет.

*Прогнозирование* — совокупность приемов мышления, позволяющих на основе ретроспективного анализа внешних и внутренних связей, присущих объекту, a также их вероятных изменений в рамках рассматриваемого явления или процесса, вынести суждения определенной достоверности относительно его будущего развития.

*Экологическое прогнозирование* — предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественны­ми процессами и воздействием на них человечества.

Настойчивое стремление человека к знанию будущего не случайно. Оно важно и в мелочах, и в крупном. Малейшая ошибка может обернуться трагическим уроком. Издавна, со времен значительно более древних, чем раннеегипетское цар­ство, людям было необходимо точно знать, когда лучше всего сеять ту или иную сельскохозяйственную культуру, выгонять скот на пастбище. Запоздаешь или раньше высеешь в почву семена, и они либо попадут под засуху, либо зальет их по­ловодье. Платой за ошибку будет голод.

Когда мы говорим о природном экологическом равновесии, то подразумеваем, что это равновесие очень подвижно. Завтра природа будет не той, что сегодня. Если же мы на нее как-то воздействуем, то она будет еще и не той, что была бы в своем саморазвитии. Отсюда значение прогноза в экологии трудной переоценить. Главной целью прогноза является оценка предполагаемой окружающей природной среды на прямое или опосредованное воздействие человека, решение задач будущего рационального использования природных ресурсов в связи с ожидаемыми состояниями окружающей среды. Современные прогнозы должны проводиться, исходя из общечеловеческих ценностей, главными из которых является человек, его здоровье, качество окружающей среды, сохранение планеты Земля как дома для человека.

*Виды прогнозов.* Прогнозы можно подразделить по времени, по масштабам прогнозируемых явлений и по содержанию.

По времени упреждения различают следующие виды прогнозов: сверх кратковремнные (до одного года), краткосрочные (до 3-5 лет), среднесрочные (до 10—15 лет), долгосрочные (до нескольких десятилетий вперед), сверхдолгосрочные (на тысячелетия и более вперед).Как видим, срок, на который дается прогноз, может быть различным. Например, проектируя крупный промышленный объект со, сроками эксплуатации 100—120 дет, нужно знать, какие изменения в окружающей природной среде могут возни­кнуть под воздействием данного объекта в 2100—2200 гг. Здесь уместно сказать: «Будущее управляется из настоящего». Од­нако, чем долгосрочнее прогнозы, тем они менее точны — это непреложный факт. По масштабам прогнозируемых явлений прогнозы делятся на четыре группы: глобальные (их называют также физико-ге-ографическими), региональные (в пределах нескольких стран мира), национальные (государственные), локальные (край, об­ласть, иногда административный район или еще меньшая тер­ритория, например, заповедник). Чем крупнее регион, тем бо­лее суровой будет расплата за ошибки экологического про­гнозирования. На локальном уровне, образно выражаясь, при «разбитом корыте» ресурсы можно занять у соседей. На наци­ональном уровне могут оказать помощь дружественные стра­ны. Региональные экологические катастрофы типа жестоких засух 70-х годов XX в.в. зоне южнее Сахары, называемые Сахелью, несмотря на международную помощь, влекут за собой неисчислимые бедствия. Сахельская трагедия была предска­зана в 40-е годы XX в., но никто не придал серьезного значе­ния сделанному экологическому предостережению. В резуль­тате пало до 80% скота, погибли почти все дети в возрасте до 2 лет. Число человеческих жертв, по некоторым данным, до­стигло двух миллионов человек, Игнорирование же всеземных экологических прогнозов может привести к таким серьезным последствиям, которые недопустимы и должны быть пред­отвращены. Другого пути нет. Например, вырубая влажные экваториальные леса-Африки и Южной Америки, человек тем самым воздействует на состояние атмосферы Земли в целом: уменьшается содержание кислорода, увеличивается количес­тво углекислого газа. Антропогенное загрязнение атмосферы, в первую очередь связанное с энергетикой и выделением тех­ногенной углекислоты, по мнению американских и российс­ких климатологов, грозит глобальным потеплением: от 0,8 до 1°С за 10 лет—скорость потепления, какой планета никогда не знала. Только на основе глобального прогноза будущего потепления климата можно будет предвидеть, как отразится потепление в конкретных регионах нашей планеты. По содержанию прогнозы относятся к конкретным отрас­лям наук: геологические, метеорологические и др. В геогра­фии - комплексный прогноз относят к общенаучным.

***Методы прогнозирования***

**Логические**

1. *Индукция*
2. *Дедукция*
3. *Аналогия*
4. *Экспертные оценки*

**Формализованные**

1. *Статистический*
2. *Экстраполяции*
3. *Моделирование*

Рисунок 1 - Методы прогнозирования

Meтоды прогнoзиpoвaния пocлeдcтвий антропогенного воздействия на окружающую среду. Все методы прогнозирования можно объединить в две группы: логические и формализованные (рис. 1).

В связи с тем, В связи с тем, что в экологии и, в частности, в природопользо­вании приходится большей частью иметь дело со сложными за­висимостями природного и социально-экономического характе­ра, то в первую очередь используют логические методы, которые устанавливают связи между объектами:

1. Методом индукции устанавливают причинные связи предме­тов и явлений. Индуктивным методом исследование обычно начинают со сбора фактических данных, выявляются черты сход­ства и различия между объектами и делаются первые попытки обобщения. Так, для составления прогноза погоды необходимо провести соответствующие наблюдения и измерения, после чего можно сделать вывод в целом о погоде на сутки.

2. Дедуктивный метод: идут, наоборот, от общего к частному, т. е., зная общие положения и опираясь на них, приходят к умозаключению. Этот метод помогает определить стра­тегию прогнозных исследований. Индуктивный и дедуктивный методы тесно связаны между собой.

3. Метод экспертных оценок: суть которого состоит в определении будущего на основании мнения квалифицированных специалистов-экспертов, привлекаемых для вынесения оценки по проблеме. Существуют индивидуаль­ная и коллективная экспертизы. Для прогнозирования методом экспертных оценок специалисты используют статистические, картографические и другие материалы.

4. Метод аналогий исходит из того, что закономерности развития одного процесса с определенными поправками можно перенести на другой процесс, для которого необходимо составить прогноз. Метод аналогий чаще всего применяют при разработке локальных прогнозов. Так, при прогнозировании вли­яния будущего водохранилища на окружающую среду можно использовать данные по уже имеющемуся водохранилищу, которое находится в сходных условиях.

Формализованные методы:

1. Статистический метод опирается на количественные показатели, которые позволяют сделать вывод о темпах развития процесса в будущем

2. Метод экстраполяций представляет собой перенесение установленного характера развития определенной территории или процесса на будущее время. Так, если известно, что при создании водохранилища при неглубоком расположении грунтовых вод на участке началось подтопление и заболачивание, то можно предположить, что в дальнейшем здесь будут продолжаться эти процессы и приведут в конечном итоге к образованию болота.

В заключение следует напомнить слова Жюля Верна: «Все, что может, сбудется». Не следует отбрасывать то, что с первого взгляда несущественно! Не всегда еще человек сильнее приро­ды. Необходимо зорко следить за всем грозным, что потенциаль­но может сбыться. Маленькая засуха может превратиться в гран­диозное опустынивание, легкий ветерок — в бурю, крошечный ледничок — в оледенение, пустячные перемены — в катастрофу

**3. Экологический мониторинг**

Экологический мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза, позволяющая выявить изменение состояния окружающей среды под влиянием антропогенной деятельности.

Термин «мониторинг» образован от латинского слова «монитор» — наблюдающий, предостерегающий (так называли впередсмотрящего матроса на парусном судне). Идея глобаль­ного мониторинга окружающей человека природной среды и сам термин «мониторинг» появились в 1971 году в связи с под­готовкой к проведению Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972). Первые предложения по разработ­ке такой системы были выдвинуты Научным комитетом по проблемам окружающей среды (СКОПЕ).

Профессор Р. Мэнн в 1973 году в постановочном аспекте изложил концепцию мониторинга, которая была обсуждена на первом Межправительственном совещании по мониторингу (Найроби, февраль 1979 года). Мониторингом Р. Мэнн пред­ложил называть систему повторных наблюдений одного или более элементов окружающей природной среды в пространст­ве и во времени с определенными целями в соответствии с за­ранее подготовленной программой.

В 90-х годах XX в.в. Российской Федерации мониторинг природной среды и источников антропогенных воздействий осуществляется службами Госкомгидромета, Санэпиднадзора, Министерства охраны окружающей среды, Минсельхозпрода и других ведомств.

Цель экологического Мониторинга — информационное обес­печение управления природоохранной деятельностью и эко­логической безопасностью (рис. 2).

В состав мониторинга входят:

1. Наблюдение за изменением качества окружающей сре­ды, факторами, воздействующими на окружающую среду.

2. Оценка фактического состояния природной среды.

3 Прогноз изменения качества среды.

Наблюдения осуществляются по физическим, химическим и биологическим показателям. Перспективны интегрирован­ные показатели состояния окружающей среды.

В систему экологических наблюдений входит определение показателей опасного загрязнения среды техногенного происхождения, например, соединений тяжелых металлов, газовых загрязнителей и т.д.

Выделяют глобальный, национальный, региональный и локальный мониторинги.

Глобальный (биосферный) мониторинг осуществляется на основе международного сотрудничества, позволяет оценить современное состояние всей природной системы Земли. Наблюдение ведут базовые станции в различных регионах пла­неты (30—40 сухопутных и более 10 океанических). Нередко они располагаются в биосферных заповедниках.

Национальный мониторинг осуществляется в пределах государства специально созданными органами.

Региональный мониторинг осуществляется за счет станций системы, куда поступает информация в пределах крупных рай­онов, интенсивно осваиваемых народным хозяйством, а, сле­довательно, подверженных антропогенному воздействию.

К локальному мониторингу относятся наблюдения за воздушной средой различных зон города, промышленных и сельскохозяйственных районов и отдельных предприятий.

Локальный мониторинг осуществляется с помощью стаци­онарных, передвижных или подфакельныхт1рстов. Такая сис­тема имеется в большинстве крупных городов России. Так, в г. Кургане мониторинг атмосферного воздуха осуществляет­ся на 5 постах.

И. П. Герасимов (1981) подразделяет систему, наземного мониторинга окружающей среды на блоки, имеющие свои за­дачи и базу обеспечения.

Биологический, или биоэкологический (санитарно-гигиенический) блок мониторинга осуществляет постоянное наблюдение за состоянием среды и ее влияния на здоровье человека. Значение этого блока мониторинга трудно переоценить. Нередко люди и не представляют, какой опасности они подвергают свое здо­ровье, проживая в той или иной местности. Сравнение показате­лей некоторых болезней на различных территориях дает возмож­ность установить, в какой степени благоприятны или неблаго­приятны условия для жизни и деятельности человека.

Геосистемный (геоэкологический, хозяйственный) блок мониторинга включает наблюдение за изменением природных геосистем и превращением их в природно-технические. Прак­тика показывает, что прогнозы по созданию, оптимальных природно-технических систем, в пределах которых может жить и работать человек без ущерба для своего здоровья, удается получить в результате тщательного изучения механизмов пре­вращения природных геосистем в природно-технические.

Биосферный (глобальный) блок мониторинга охватывает наблюдения за параметрами геосферы в глобальном масшта­бе. Это наиболее сложная система наблюдений, которая поз­воляет прогнозировать изменения качества окружающей че­ловека среды в глобальном масштабе. В качестве примера можно привести прогнозы по потеплению климата из-за воз­никновения «парникового эффекта» и его последствия для природы планеты. Другой пример. Концепция «ядерной зимы» как результата атомной войны — яркое подтвержде­ние необходимости тщательного изучения и учета всех про­гнозов по изменению природы Земли при проведении, в час­тности, международной политики. Людей от всеобщего са­моубийства могут остановить знания. Таким образом, рациональное природопользование возможно при наличии и правильном использовании информации, полученной систе­мой экологического мониторинга.

**4. Оценка качества окружающей среды**

Важным направлением мониторинговых исследований яв­ляется оценка качества окружающей среды.

Качество окружающей среды — это степень соответствия природных условий физиологическим возможностям человека. Различают окружающую природную среду здоровую или комфортную, при которой здоровье у человека в норме, и нездоровую, при которой нарушается состояние здоровья. Когда при взаимодействии человека со средой наблюдаются необратимые изменения состояния здоровья, то такая среда называется экстремальной. Отсюда следует, что для сохранения здоровья населения нашей страны необходимо следить за ка­чеством окружающей среды. Для этого разработаны научные качества окружающей среды, которые называются стандартами качества окружающей среды. Они подразделяются на экологические и производственно-хозяйственные.

Экологические стандарты устанавливают предельно допус­тимые нормы антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которых несет опасность здоровью человека, губительно для растительности и животных. Данные нормы устанавливаются в виде предельно допустимых концен­траций загрязняющих веществ (ПДК) и предельно допусти­мых уровней вредного воздействия (ПДУ).

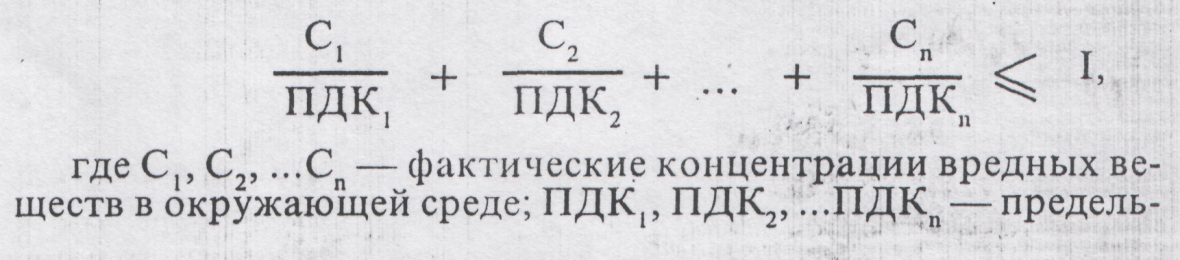
ПДК— это количество вредного вещества в окружающей среде, отнесенное к массе или объему ее конкретного компо­нента, которое при постоянном контакте или при воздейст­вии в отдельный промежуток времени практически не оказы­вает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагопри­ятных последствий у его потомства.

Так, в настоящее время разработаны ПДК для 200 загряз­няющих веществ воздушной и более 600 водной среды.

Предельно допустимые уровни вредного физического воз­действия (ПДУ) устанавливаются, как правило, для шумово­го и электромагнитного загрязнения.

Производственно-хозяйственные стандарты качества окру­жающей среды регламентируют экологически безопасный ре­жим работы производственного, коммунально-бытового и других объектов. К данному виду стандартов качества окружаю­щей среды относятся предельно допустимый выброс загрязня­ющих веществ в окружающую среду (ПДВ) и предельно до­пустимый сток (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы кон­кретными источниками (предприятиями) той или иной территории.

Около 2 млн. тонн, не считая минеральных удобрений, состав­ляет общее количество веществ, ежегодно попадающих в био­сферу. Меньше предельно допустимой может быть концентрация каждого из этих веществ, но совместное их присутствие вызыва­ет такой же эффект, как и при их содержании, превышающем ПДК. Это явление называется эффектом суммации действия. Таким эффектом, например, обладают следующие сочетания вред­ных веществ: ацетон — фенол, сернистый газ — фенол, сернис­тый газ — сероводород и др. При совместном содержании в воз­духе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, не­обходимо соблюдать следующее условие:



Где С1, С2, …Сn – фактические концентрации вредных веществ в окружающей среде; ПДК1, ПДК2, …ПДКn – предельно допустимые концентрации этих вредных веществ в окружа­ющей среде. Выбросы становятся опасными для здоровья че­ловека, если при расчете сумма будет больше единицы.

Меры по улучшению качества окружающей среды разра­батываются на каждом предприятии, в каждом городе или по­селке. Их можно объединить в следующие группы: технологические, архитектурно-планировочные, инженерно-организационные, правовые, экономические мероприятия.

Обращается внимание на следующие обстоятельства. Если для данного территориально-производственного комплекса опреде­лены предельно допустимая техногенная нагрузка (ПДТН), сум­марные и дифференцированные по источникам ПДВ и ПДС, то контур регулирования сравнительно простой. Главная обратная связь для принятия решений определяется оценкой выбросов. В том же случае, когда строгая оценка не произведена и использу­ются временно согласованные нормативы, то задача усложняет­ся, относительно большое значение для принятия решений при­обретает оценка экологического ущерба.

Следует иметь в виду и то, что принятие решений не огра­ничивает мероприятия только воздействиями на технологичес­кие процессы или средства очистки, которые должны умень­шить интенсивность и опасность эмиссий. Могут быть и дру­гие варианты: перераспределение и перемещение мощности источников, замена технологии, увеличение санитарно-защитной зоны, отселение людей из зоны активного влияния источ­ника и т. д. В целом из схемы управления качеством окружаю­щей среды следует, что главная обратная связь в контуре при­нятия природоохранных решений определяется блоком оценок воздействия. Одной из центральных процедур контроля эко­логической регламентации является оценка воздействий хо­зяйственной деятельности на окружающую среду.

**5. Экологическая аттестация и паспортизация**

Экологическая аттестация и паспортизация служат для документального описания эколого-экономических характерис­тик объектов природоохранной деятельности: территорий, территориально-производственных комплексов и хозяйствен­ных объектов. Для этих целей разработаны формы экологического паспорта предприятия (производственного объеди­нения), территории и методики проведения экологической паспортизации.

Экологический паспорт предприятия разрабатывается для учета всех видов техногенных воздействий на окружающую среду и сравнительного анализа вклада различных производ­ственных процессов в общую природоемкость. Он содержит нормативно-справочную, фактографическую и отчётную ин­формацию о природоемкости производства.

В экологический паспорт вносится, периодически корректируется и обновляется информация об исходных дан­ных для расчета материально-энергетических балансов, нормативы ресурсопотребления, производственных циклов. Важными разделами паспорта являются результаты инвентаризации отходов производства, где дается описание ус­ловий образования и характеристики всех источников газо­вых выбросов, сточных вод, твердых и жидких отходов, приводятся сведения о текущей экономике предприятия, о планируемых и фактических затратах на мероприятия по достижению нормативных ПДВ и ПДС, а также и о других природоохранных мерах.

Паспорт дает возможность осуществить экологическую ат­тестацию того или иного хозяйственного объекта по признакам его соответствия требованиям предельно допустимой техноген­ной нагрузки и экологической техноемкости территории.

Экологический паспорт территории составляется с целью информационного обеспечения широкого круга пользователей информацией для решения научных, организационных и прак­тических задач, которые направлены на рациональное приро­допользование. Дается систематизированная сводка данных о современном состоянии природных комплексов территории и воздействующих на них антропогенных факторов. Данный паспорт рассчитан на территорию административного района, но может использоваться и для других территориальных обра­зований. В качестве примера приведем экологический паспорт территории, разработанный в 1990 году НИИ охраны приро­ды и заповедного дела, предусматривающий документальную фиксацию более 2,5 тысячи различных показателей по основ­ным разделам:

1.Общие сведения (административное деление, население территории, землеустройство).

2.Природные условия (географическая характеристика,  
геологическое строение, климат, поверхностные и подземные  
воды, почвы, растительный покров и животный мир).

3.Хозяйственная структура (специализация хозяйства, промышленность, энергетика и теплоснабжение, горнодобывающая промышленность, транспорт и пути сообщения, водное хозяйство, коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, лесное хозяйство, охотничье хозяйство, рыбное хозяйство).

4.Загрязнение природной среды (загрязнение атмосферного воздуха, почв, природных вод, сельхозпродукции, заболеваемость населения, животных и растений в результате загрязнения природной среды);

5.Охрана природных комплексов (охраняемые природные территории, генофонд, зоны рекреации).

К паспорту прилагается атлас тематических карт и состав­ляется общая экологическая карта территории. В конце доку­мента дается заключение об экологической ситуации, что фак­тически является экологической аттестацией территории.

**6. Экологическая экспертиза**

При осуществлении мероприятий, связанных с воздействи­ем на окружающую среду, природные экосистемы, здоровье людей, необходимо заранее, на уровне предпроектной или про­ектной документации исключить возможные отрицательные, негативные последствия путем проведения экологической эк­спертизы. Под экологической экспертизой следует понимать систему комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления про­ектов, функционирования народнохозяйственных объектов, принятия решений, направленных на предотвращение их отрицательного влияния на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшей затратой ресурсов и мини­мальными последствиями.

Объектами экологической экспертизы являются:

1. Все виды предплановой и предпроектной документации по развитию и размещению производственных сил страны и отраслей хозяйства всех субъектов федерации.
2. Технико-экономические расчеты (обоснования), проекты строительства, реконструкции, расширения, технического пере­вооружения и ликвидации хозяйственных объектов и комплексов.
3. Документация по созданию новой техники, технологии материалов и веществ.
4. Проекты нормативно-правовой, инструктивно-методичес­кой и нормативно-технической документации, регламентирующей природопользование при ведении хозяйственной деятельности.
5. Материалы, характеризующие экологическую ситуацию в регионе, которая формируется под воздействием различных видов текущей хозяйственной деятельности.

Цель экологической экспертизы:

* обеспечение научно обоснованного определения соответствия проектных решений современным экологическим требованиям перед их утверждением в компетентных государственных органах;
* предупреждение возможных негативных воздействий на  
  экосистему планируемых, проектируемых и функционирующих  
  объектов в процессе их реализации;
* поддержание динамичного природного равновесия и бла­гоприятного состояния окружающей среды при реализации  
  народнохозяйственных планов.

Независимо от объекта экологической экспертизы, она до­лжна давать исчерпывающие данные (ответы) относительно его влияния:

— на состав и режимы экологических фактов в аспекте закона толерантности по отношению к человеку и другим организмам;

* экологические ниши живых организмов (в том числе и  
  человека), обитающих исторически или временно в пределах  
  зоны воздействия создаваемого или действующего объекта;
* состав и структуру популяций организмов, ценных в хозяйственном, научном, историческом, эстетическом отношениях;
* структуру, свойства и продукцию экологических систем;
* состояние ландшафтов и природных комплексов;
* функционирование круговоротов вещества и возможные  
  последствия на глобальном уровне.

Выполнение вышеуказанного достигается в ходе решения следующих задач:

* проверки и оценки проектных материалов в соответствии с требованиями статей Конституции Российской Федера­ции, Основ законодательства Российской Федерации о недрах, земельного, водного, лесного и иных законодательств, Законов об охране атмосферного воздуха, животного мира, других правовых актов об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов, о планировании, проектировании и капитальном строительстве;
* осуществления экспертизы с позиций государственной  
  экологической политики с тем, чтобы к реализации проектов  
  возводимые народнохозяйственные объекты были не только  
  технически, но и экологически передовыми и исключали любую возможность нарушения экологического равновесия;
* установления экологических свойств проектных мате­  
  риалов и определения степени учета и отражения в них закономерностей взаимодействия антропогенных и конкретных экологических подсистем в общей системе общего — природа на основе использования знаний экологических наук;
* установление объективных данных о возможности реализации экспертируемых объектов в конкретных природных  
  условиях;
* подготовка заключений, содержащих выводы о степени  
  экологичности материалов и рекомендации оптимальных вариантов природоохранных решений с учетом особенностей  
  конкретной экосистемы.

В процессе экспертизы детально и всесторонне изучают эко­логическое содержание проектов путем анализа, синтеза, срав­нения, наблюдения, описания, абстрагирования при строгом со­блюдении требований действующего законодательства.

Критериями оценки выступают требования правовых норм, принципы охраны природы, природоохранительные приоритеты, экологические императивы, стандарты по охране при­роды и рациональному использованию природных ресурсов, строительные нормы и правила, санитарно-гигиенические нор­мативы, основные показатели утверждений предплановой, проектно-планировочной и проектно-сметной документации.

Оценочными критериями из ненормативных показателей являются обобщенные показатели природных особенностей местности, направления ветров, туманов, штилей, воздушных инверсий, рельефа и др., используя которые, эксперты могут дать объективную оценку работ.

Эколого-экспертная деятельность должна содержать эле­менты экологического прогнозирования не только на проект­ный период, но и на перспективу в форме научно обоснован­ного предвидения, направленного на сохранение оптимально­го режима экосистемы общество — природа.

Эксперты обязаны обеспечивать соблюдение в проектах нормативных требований по очистке вод, включая промыш­ленные и бытовые стоки, защите атмосферы от вредных вы­бросов, утилизации, нейтрализации и вторичному использо­ванию хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, рациональной разработке полезных ископаемых и рекульти­вации земель.

Эколого-экспертный процесс состоит из трех основных эта­пов: подготовительного, или проверки наличия необходимых реквизитов, представляемых проектных материалов и их со­ответствия действующему законодательству: основного, или аналитической обработки данных по объектам экспертизы; заключительного, или обобщения и оценки данных и составле­ния акта экспертизы.

Правовой основой экологической экспертизы является за­конодательство Российской Федерации и субъектов Федера­ции (республики, края, области в составе России), норматив­ной базой — весь комплекс существующих природоохранных и технических стандартов, ГОСТов, строительных норм и пра­вил, санитарно-гигиенические и экологические нормативы.

В заключение еще раз обратим внимание на то, что реше­ние экологических проблем зависит не только от ученых, но и политиков, производителей, от разумного поведения всего общества. Роль экологии — помочь осознать, чем грозит не­знание или пренебрежение этими проблемами, изучая природные сообщества, найти пути их сохранения для настоящего и будущего нашей планеты.

**Лекция 14**

**Экологизация сельского хозяйства**

План:

1. Интенсификация сельскохозяйственного производства.
2. Основные источники биогенной нагрузки.
3. Использования интенсивных технологий в растениеводстве.

**1. Интенсификация сельскохозяйственного производства**

Интенсификация сельскохозяйственного производства, существенно меняя хозяйственно-биологический круговорот веществ, обостряет экологические проблемы функционирования агроэкосистем, в том числе связанные с состоянием поверхностных и подземных вод. Водные ресурсы наряду с загрязнением токсичными веществами находятся под воздействием процессов усиленного эвтрофирования. Являясь фактором-участником в процессах эвтрофирования, сельское хозяйство может оказаться в крайне неблагополучной ситуации при водообеспечении селитебных территорий, животноводческих комплексов и орошаемых массивов.

Основные гидрологические изменения в различных природных комплексах в историческом прошлом произошли под влиянием расширения земледельческих площадей, что явилось мощным фактором формирования современного агроландшафта.

В целом все водные бассейны, а особенно крупных рек – это территории высокой антропогенной нагрузки. На 20% площади суши планеты проживает 90% населения и развивается вся водоемкая структура хозяйственной деятельности. Площади водосбора малых водных объектов являются основной территориальной базой развития агропромышленного комплекса. Это место проживания 90% сельского населения Российской Федерации, здесь сформировались природно-аграрные системы с превращением части лесов и степей в поля, пастбища, сенокосы, сады, ягодники и плантации, которые функционируют со всеми развивающимися элементами интенсификации сельскохозяйственного производства.

Современный аграрный сектор по направленности воздействия на водные ресурсы – это не только богарное и орошаемое земледелие, осушительные и обводнительные мелиорации, но и стойловое (промышленное) и пастбищное животноводство, агротехнические и агрохимические приемы земледелия, сфера технического и энергетического обеспечения сельхозпроизводства, агролесомелиоративные мероприятия и т.д.

Влияние сельского хозяйства как источника поступления биогенных веществ в водные ресурсы возрастает в связи с увеличением распаханности территорий, трансформации угодий мощной техникой и гидромелиорацией, развитием процессов химизации как на основе минеральных, так и органических удобрений. Эти факторы вызывают изменение величины и направленности потоков биогенных элементов в агроландшафте. Все процессы трансформации, как целенаправленные, являющиеся основными производственными действиями (пахота, боронование, окультуривание сенокосов и пастбищ, планировка земель для обработки), так и сопутствующие (последствия движения по сельхозугодьям при посеве, выращивании и уборке урожая, химической обработки полей) способствуют механическому перераспределению вещества в агроландшафте. В этом заключается принципиальное различие промышленно-урбанизированной и сельскохозяйственной ветвей биогенной нагрузки на водные ресурсы. Первая является новой, сугубо антропогенной цепочкой поступления биогенов, а соответственно требует кардинальных мер по предупреждению сброса сточных вод промышленности, энергетики, транспортных предприятий, коммунально-бытового хозяйства городов в водные объекты. В сельскохозяйственной ветви сектор промышленного животноводства имеет аналогичные особенности в связи с нарастанием концентрации поголовья и применением интенсивных технологий. Земледельческая часть является отдельно рассматриваемой системой, так как она в основном сохраняет механизм природной миграции биогенов. Однако трансформация, охватывая значительные по площади территории, разрушая естественную структуру почвенного покрова способствует водной и ветровой эрозии, смыву и вымыванию, т.е. миграции биогенных веществ. Она становится усилителем нежелательных, экологически опасных естественных процессов, зависящих от природных факторов и особенностей промывного режима осадков, расчлененности рельефа, эрозионности, густоты гидрографической сети, скорости ветра, интенсивности снеготаяния, смываемости почв, промерзания почвенного слоя и интенсивности таяния и др. К тому же, как было показано ранее, в условиях интенсивного развития сельского хозяйства изменяется естественный цикл круговорота питательных веществ, нарушается сложившийся механизм их потоков, особенно главных элементов, участвующих в эвтрофировании, – азота и фосфора.

**2. Основные источники биогенной нагрузки**

Основным источником биогенной нагрузки в пределах аграрных территорий являются: сельскохозяйственные угодья (пашни, сенокосы, пастбища); объекты животноводства (помещения для содержания скота, отстойники сточных вод, навозохранилища и жижесборники); склады минеральных удобрений, сельские населенные пункты и территории садово-огородных товариществ, а также естественный растительный покров (леса, луга, болота) и атмосферные осадки. Эти источники подразделяются на площадные, которые представляют собой рассеянные (диффузные) объекты, и точечные, сконцентрированные в пределах ограниченного пространства.

Влияние рассеянных и точечных источников биогенной нагрузки агроэкосистем на загрязнение вод определяется следующими показателями: потери биогенных веществ в растениеводстве и животноводстве, их смыв в результате эрозионных процессов, вынос питательных веществ с коммунально-бытовыми стоками сельских населенных пунктов, а также их поступление в природную среду с атмосферными осадками и разложившимся естественным растительным опадом.

Потери биогенных веществ в растениеводстве условно можно разделить на естественные и технологические. Естественные в основном зависят от интенсивности распашки территории, приемов земледелия, количества вносимых минеральных удобрений и объема пожнивно-корневых остатков, образующихся после уборки урожая культурных растений, а технологические – от различных нарушений, происходящих во время доставки и внесения удобрений на сельскохозяйственные угодья.

Растениеводство является одним из значимых и сложных элементов агроэкосистем, оказывающих неординарное воздействие на формирование биогенной нагрузки. Распашка территории, изменяя условия формирования водного стока, способствует активному выносу биогенных веществ в природную среду и водотоки. Распаханные почвы обладают совершенно иными водно-физическими свойствами по сравнению с их естественными аналогами. Для них характерна низкая водопроницаемость и значительный поверхностный сток. Интенсивность развития процессов физико-механического выветривания и смыва почвообразующих пород способствует повышению минерализации поверхностных вод. В то же время отмечается значительная роль растений в сдерживании и снижении смыва и вымывания биогенов.

Площадь эрозионно-опасных и подверженных эрозии сельскохозяйственных угодий России составляет 124 млн.га (56%), из них 87,3 млн.га пашни. Ежегодно только черноземов теряется на 25–30 тыс. га в результате роста оврагов. С сельскохозяйственных угодий, расположенных на склонах крутизной более 1°, объем поверхностного стока талых и дождевых вод приближается к 90 млрд.м3/год. Этот поток смывает почти 1,5 млрд.т почвы. Вынос питательных веществ с этой массой вдвое превышает количество их, вносимое с удобрениями. Более 26 млн.га (20,4%) пашни России находится на смытых почвах. На многих расчлененных территориях с черноземными почвами более 50% распаханных земель эродированы и являются мощным источником поступления биогенных веществ в водные объекты.

Дополнительный транспорт биогенов может быть связан и с агротехническими приемами. Так, осенняя подготовка почвы, под яровые и пропашные культуры, вместо весенней способствует уменьшению поверхностного склонового стока, а в итоге сокращается вынос биогенных веществ. Вместе с тем зяблевая пахота нарушает противоэрозионную устойчивость почвенного покрова и благоприятствует увеличению биогенного выноса с продуктами эрозии.

При длительном применении больших доз удобрений вынос биогенных веществ с поверхностным стоком возрастает вследствие их накопления в пахотном слое почвы, а также при внесении по мерзлой почве, и особенно по талому снегу. Иллюстрацией к сказанному могут служить некоторые характеристики выноса биогенных веществ (мг/л) с сельскохозяйственных угодий поверхностным стоком при внесении на гектар 1кг действующего вещества.

Эрозия почв, стимулируя вынос биогенных веществ с водосбора, активно влияет на биогенное загрязнение вод, в первую очередь фосфором. Пахота, особенно зяблевая, приводит к тому, что потери фосфора с твердым стоком становятся преобладающими и достигают более 90% его общих потерь. Характерно при этом, что вынос фосфора со смытой почвой пропорционален смыву. Масштабы влияния эрозионных процессов на биогенное загрязнение вод очень велики. Например, с каждой тонной твердого стока с 1 га сельскохозяйственных угодий выносится более 1кг общего фосфора.

Территориальные особенности смыва биогенов хорошо прослеживаются при рассмотрении условий поверхностного смыва за счет осадков. В этом плане на территории Нечерноземной зоны России выделяются три пояса: слабый смыв характеризуется модулем смыва менее 0,1 т/га; умеренный смыв – от 0,1 до 1,0 т/га, интенсивный смыв – более 1,0 т/га. Около 80% территории Нечерноземья относится к поясу значительного смыва. Следовательно, водоемы здесь находятся в условиях интенсивного эвтрофирования за счет эрозионного разрушения почв.

Промывной тип водного режима, определяя превышение выпадающих осадков над испаряемостью, является важным фактором вымывания элементов из почвы. Чем больше просачивается воды через корнеобитаемый слой, тем выше потери для растений элементов питания и тем большее количество их попадает в подземные воды. Инфильтрация атмосферных осадков в процессе усиления биогенной нагрузки исследуется для различных условий с целью выявления факторов снижения интенсивности данного явления.

Четкая связь между устойчивостью агроэкосистем и состоянием водных ресурсов прослеживается и через инфильтрационные процессы: количество просачивающейся воды изменяется в зависимости от механического состава почвы, что обусловливается различной ее влагоемкостью и водоудерживающей способностью. Чем выше плодородие почвы и содержание гумуса, тем больше ее гигроскопичность, и, соответственно, тем больше влагоемкость и водоудерживающая способность. В тоже время обеспеченность растений биогенами и влагой в наиболее критические фазы развития способствует максимальному усвоению питательных веществ и снижению объемов вымывания. То есть состояние растений играет достаточно важную роль в развитии процессов смыва и вымывания. В комплексе превентивных (предупреждающих) противоэрозионных гидротехнических и биологических мер, как показывают исследования, важная роль принадлежит совершенствованию посевных площадей путем выведения травосеяния, использования промежуточных и пожнивных культур и др. Пожнивные посевы в севообороте уменьшают вымывание азота на 50%, фосфора – на 30; под многолетними травами потери азота снижаются на 30 – 40%.

1. **Использования интенсивных технологий в растениеводстве.**

В условиях использования интенсивных технологий в растениеводстве снижение вымывания достигается комплексом мероприятий, включающих, в частности, оптимальное внесение удобрений в периоды активного потребления биогенов растениями; применение слаборастворимых, медленнодействующих видов минеральных удобрений; использование таких их форм, которые не содержат не сорбируемые почвой ионы; применение ингибиторов нитрификации; соблюдение нормативов по дозам и способам внесения удобрений, особенно жидких органических и др.

Для различных типов почв многочисленными исследованиями установлены величины средних ежегодных выносов биогенов в водные источники. Дерново-подзолистые и серые лесные пахотные почвы характеризуются следующими средними параметрами вымывания (кг/га в год): N-N03 – 10...30; Са – 140... 180; Мg – 25...40; К – 10...20; Р205 – 0,4...1,0; S-S04 – 40...60. В этих показателях отражается воздействие как естественных, так и антропогенных циклов круговорота веществ, в основном регионального характера, но с определенным наложением глобального за счет поступления с атмосферными выпадениями (сухое осаждение, дожди или снегопады).

Наряду с растениеводством немаловажным источником биогенного загрязнения вод является животноводство. В каждом конкретном регионе степень его воздействия на водные объекты определяется общим количеством скота, особенностями расположения животноводческих ферм и комплексах на водосборах, а также принятой в хозяйствах технологией содержания животных.

На значительной части территории России, большую часть года скот находится на стойловом содержании. Лишь в поздне-весенний и летний периоды животные переводятся на пастбища. Поступление загрязняющих веществ в водотоки с животноводческих ферм и комплексов зависит от способов удаления навоза. Оно происходит при прямом смыве сточных вод после очистки, а также в результате потерь, возникающих в процессе утилизации отходов животноводства.

При стойловом содержании скота накапливаются большие массы навоза. Из-за несовершенной его утилизации в водные системы выносятся немалые количества грубодисперсной малоразложившейся органики и биогенных веществ. По оценкам некоторых специалистов, потери органических отходов на фермах и комплексах составляют в среднем 20 – 40% от их объема. При выпасе скота на пастбищах также происходит вынос биогенных веществ в водотоки, так как большинство пастбищных угодий размещаются на речных долинах. Влияние животноводства на биогенное загрязнение вод усугубляется тем обстоятельством, что фермы и комплексы располагаются преимущественно в непосредственной близости от рек и озер. В результате миграционный путь биогенов от их источников до водных объектов не успевает обеспечить снижение концентрации биогенов за счет закрепления в почве. Управление движением биогенных веществ от источников их образования на основе рециклизации является экологически обоснованным и экономически оправданным, так как решает задачу повышения продуктивности агроэкосистем. Кроме того, в процессе производства растениеводческой и животноводческой продукции на всех стадиях технологического цикла происходят потери биогенных веществ, обусловленные различными нарушениями используемых технологий. Размер таких технологических потерь существенно увеличивают вынос биогенов в водотоки. В ряду факторов потерь уместно отметить следующие:

– отсутствие или недостаточная емкость специальных навозохранилищ и жижесборников при фермах и комплексах, что приводит к необходимости частого вывоза навоза на поля; однако из-за нехватки транспорта это, как правило, не осуществляется;

– размещение ферм и комплексов в непосредственной близости от уреза воды, что приводит к прямому выносу биогенных веществ в водотоки;

– вывоз навоза на поля в зимний период (по снегу), что в условиях снеготаяния способствует интенсивному смыву биогенных веществ талыми водами;

– несвоевременная перепашка вывезенных на поля удобрений, что вызывает миграцию биогенных веществ по водосбору и их смыв поверхностным стоком в ближайшие водотоки;

– несовершенная технология компостирования и хранения навоза, что вызывает миграцию биогенных веществ по рельефу местности;

– доставка удобрений на поля на необорудованной технике, что приводит к их потерям по дороге от хранилищ к угодьям;

– отсутствие подготовленных складов для минеральных удобрений, что вызывает их потери во время хранения.

**Список литературы**

1. Агроэкология / под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. –Москва : Колос, 2000. – 536 с.
2. Акимова, Т. А. Экология/ Т. А.Акимова, В. В. Хаскин. – Москва : ЮНИТИ, 1998. – 456 с.
3. Алымов, В. Т.Анализ техногенного риска / В. Т. Алымов, В. П.Крапчатов, Н. П. Тарасова. –Москва : Изд-во «Круглый год», 2000. – 160 с.
4. Андерсон, Дж. М. Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек / Дж.М.Андерсон ; пер. с англ. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1985. – 166 с.
5. Афанасьев, Ю. А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды : учеб. пособие /Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин. – Москва : Изд-во МНЭПУ, 1998. –Ч. 1.
6. Березина, Н. А. Экология растений : учеб.пособие для студентов вузов по специальности "Экология", направлению "Экология и природопользование" / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. – Москва : Академия, 2009. – 400 с.
7. Гиляров, М. С. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров. – 2-е изд. – Москва : Сов.энциклопедия, 1995. – 864 с.
8. Биология. В 2-х кн. / В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синелыцикова ; под ред. В. Н. Ярыгина. – Москва : Высшая школа, 1997.
9. Богданкевич, О. В. Лекции по экологии/О. В. Богданкевич. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 208 с.
10. Горелов, А. А. Экология : учебник для студентов вузов по гуманит. специальностям / А. А. Горелов – Изд. 3-е стер. –Москва : Академия, 2009. –400 с.
11. Дорожко, Г.Р. Особенности агроландшафтного земледелия Ставрополья /Г.Р. Дорожко //Материалы 1-ой Международной конференции «Деградация почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия». – Ставрополь, 2001. – с.73 – 75.
12. Дьяконов, К.Н., Дончева, А.В. Экологическое проектирование и экспертиза : учебник для вузов/ К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева. – Москва: Аспект Пресс, 2002.
13. Емельянов, А. Г. Основы природопользования : учебник для студентов вузов по эколог.специальностям / А. Г. Емельянов ; А. Г. Емельянов – Изд. 5-е, стер. – Москва : Академия, 2009. – 304 с.
14. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) /А.А.Жученко. – Пущино:ОНТИРАН, 1994. – 148 с.
15. Коробкин, В. И. Экология : учебник для студентов вузов /В. И. Коробкин. – 13-е изд. – Ростов н/Д. : Феникс, 2008. – 602 с.
16. Комарова, Н. Г. Геоэкология и природопользование : учеб.пособие для студентов вузов по специальности 032500 "География" / Н. Г. Комарова. – 2–е изд., стер. – Москва : Академия, 2007. – 192 с.
17. Лысенко, И.О. Экология: учеб.–метод.пособ. к практич. занятиям для студентов, обучающихся по направлению 250700.62 – «Ландшафтная архитектура» (бакалавр) / И.О. Лысенко, Ю.А. Мандра, О.А. Поспелова, Е.Е. Степаненко, Т.Г. Зеленская – Ставрополь: Параграф, 2011. – 100 с.
18. Лысенко, И. О. Охрана природы и заповедное дело (курс лекций): учеб.пособие для студентов / СтГАУ. –Ставрополь: АГРУС, 2006. - 344 с.
19. Никифоров, Л. Л. Экология : учеб. пособие / Л. Л. Никифоров. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 204 с.
20. Николайки­на,Н. И. Общая экология. В 2-х ч. ; под ред. Н. И. Николайки­на. – Москва : МГТУ ГА, 2000 – 2001.
21. Общая экология: Курс лекций / В.В. Маврищев. - 3-e изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 299 с.: ил.
22. Окрут, С.В. Экологические основы природопользования: методические указания к практическим и лабораторным занятиям для студентов вузов очной и заочной формы обучения факультета защиты растений по специальности 020802 – Природопользование (методические указания)/ С.В. Окрут, Е.Е. Степаненко //Ставрополь: АГРУС, 2006. – 80с.
23. Реймерс, Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принци­пы и гипотезы) /Н. Ф, Реймерс. – Москва : Изд-во Россия Молодая, 1994. – 367 с.
24. Челноков, А.А. Основы экологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, И.Н. Жмыхов; под общ. ред. А.А. Челнокова. – Минск : Выш. шк., 2012. – 543 с.: ил
25. Шилов И. А. Экология : учебник для студентов биол. и мед.специальностей вузов / И. А. Шилов ; И. А. Шилов. – 7-е изд. – Москва :Юрайт, 2012. – 512 с. (и предыдущие издания).
26. Экология. Юридический энциклопедический словарь ; под ред. С. А. Боголюбова. – Москва: Изд-во НОРМА, 2000. – 448 с.
27. Экология: методы исследований : учеб. – метод. пособие / сост.: О. Г. Шабалдас, Т. Г. Зеленская, О. А. Поспелова, Е. Е. Степаненко; СтГАУ. –Ставрополь : АГРУС, 2009. – 136 с.