

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.А. Щепетова

ЭКОЛОГИЯ

Курс лекций

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Пенза 2016

УДК 502(504(075.8)

ББК 20.1я73

Щ56

Рецензент – И.Н. Симонова (ПГУАС)

Щепетова В.А.

Щ56 Экология: курс лекций по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / В.А. Щепетова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 108 с.

Представлены основополагающие принципы и методы современного природопользования, показаны тенденции и проблемы его развития от глобального до регионального уровня. Содержатся сведения о биологической, глобальной, социальной экологии, системном подходе к её изучению; эколого-экономических особенностях хозяйственной деятельности человеческого общества и связанных с ней экологических проблемах; основах современного экологического природопользования, мировом и отечественном опыте по рациональному природопользованию и охране природы; экологических взаимодействиях экономического развития человеческого общества и природы; основных принципах международного экологического сотрудничества.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Инженерная экология» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», при изучении дисциплины «Экология» и может быть использовано на лекционных занятиях по курсам «Химия окружающей среды», «Основы природопользования», «Радиационная экология».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Щепетова В.А., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебным процессом по дисциплине «Экология» предусмотрено проведение теоретического курса в аудитории. Занятия направлены на изучение тем лекционного курса.

На лекционный курс согласно графику учебного процесса выделяется 18 часов (9 аудиторных занятий). Занятия предусматривают освоение тем лекционного курса, в качестве закрепления пройденного материала предложены контрольные вопросы.

Изучение лекционного материала направлено на формирование следующих компетенций:

- способность проводить расчет обеспечения условий безопасности (код и наименование)

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать:

- базовые принципы нормирования воздействия на окружающую среду;
- информационное обеспечение природопользования, организацию экологического мониторинга;
- особенности возникновения и решения экологических проблем во взаимосвязи с хозяйственной деятельностью общества.

Уметь:

- самостоятельно использовать полученные теоретические знания при анализе конкретных ситуаций в практике природопользования, для решения проблем рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности;
- оценивать природоохранные решения и проекты с позиций обеспечения устойчивого развития.

Владеть:

- использованием основных экологических законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- применением основных экологических методов для решения естественнонаучных задач;
- обработкой и интерпретированием результатов эксперимента.

Иметь представление:

- об экологических принципах охраны природы и рациональном природопользовании, перспективах создания неразрушающих природу технологий;
- о новейших открытиях естествознания, перспективах их использования для построения технических устройств;
- о последствиях своей профессиональной деятельности с точки зрения единства биосферы и биосоциальной природы.

- способность к письменной, устной и электронной коммуникации на государственном языке необходимое знание иностранного языка (код и наименование)

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать:

- основы науки экологии,
- понятия экосистема, ландшафт,
- природные законы, экологические кризисы и др.;
- системную организацию окружающей природной и природно-антропогенной среды;
- функциональные особенности, закономерности развития экологических систем.

Уметь:

- систематизировать и обобщать информацию, имеющую, в частности, экологический характер, готовить справки и обзоры по вопросам профессиональной деятельности.

Владеть:

- методами и приемами комплексной характеристики региона специализации на основе теоретических представлений о понятиях природно-ресурсного потенциала и техногенного воздействия;
- навыками выделения основных параметров и тенденций социального, политического, экономического развития стран региона специализации с учетом экологической составляющей.

Иметь представление:

- о Вселенной в целом как о физическом объекте и её эволюции;
- о фундаментальном единстве естественных наук, незавершённости естествознания и возможности его дальнейшего развития;
- о состояниях в природе и их изменениях со временем;
- об индивидуальном и коллективном поведении объектов в природе;
- о принципах воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении её эволюции;
- о целостности и гомеостазе живых систем;
- о взаимодействии организма и среды, сообществе организмов, экосистемах.

ЛЕКЦИЯ № 1

ЭКОЛОГИЯ КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ. ЕЁ ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ЭКОСИСТЕМА. СОСТАВ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА

1. Экология – наука о взаимоотношениях природы и человека.
2. История становления и развития экологии как науки.
3. Основные понятия экологии.
4. Состав, структура, свойства и функции экосистем.

Экология – наука о взаимоотношениях природы и человека

Современная экология – это фундаментальная наука о природе, являющаяся комплексной и объединяющая знание основ нескольких классических естественных наук: биологии, геологии, географии, климатологии, ландшафтоведения и др.

В наше время термином «экология» все чаще обозначают совокупность взаимоотношений природы и общества. Рассматривая структуру современной экологической науки, примерно соответствующую структуре естественнонаучной дисциплины в высших учебных заведениях, можно выделить три основные ветви экологии.

Первая ветвь.

Общая экология, или биоэкология, – это изучение взаимоотношений живых систем разных рангов (организмов, популяций, экосистем) со средой и между собой. Эту часть экологии в свою очередь подразделяют на следующие разделы:

* *аутэкология* – это раздел экологии, который изучает взаимоотношения организма с окружающей средой;

* *демэкология или экология популяций* – это раздел общей экологии, объектами изучения которого являются изменение численности популяции и отношения внутри них;

* *синэкология или экология сообществ* – это раздел экологии, изучающий многовидовые сообщества организмов – биоценозы;

• *биосферная экология* – изучает глобальные процессы, происходящие в биосфере.

Вторая ветвь.

Геоэкология – это научное направление, изучающее геосферу, их динамику взаимодействия, геофизические условия жизни, факторы (т.е. ресурсов и условий) неживой окружающей среды, действующие на организмы.

Третья ветвь.

Прикладная экология – раздел экологии, результаты исследования которого направлены на решение практических проблем охраны окружающей

среды: защита от загрязнения, научное управление окружающей средой, рациональным использованием естественных ресурсов, круговоротом воды и воздуха в природе, продуктивностью сообществ, стабильностью и возможной нагрузкой экосистем и т.д.

История становления и развития экологии как науки.

Основные понятия

Историю становления экологии как самостоятельной науки можно разделить на несколько периодов:

- накопление эмпирических познаний о природе в эпоху древних цивилизаций;
- изучение влияния природных условий на живые организмы в эпоху Возрождения;
- появление во второй половине XIX столетия эволюционного учения Ч. Дарвина и науки экологии;
- формирование в экологии системной концепции;
- современный период в экологии.

Первый период характеризуется зарождением основ экологических знаний, которые появляются в сочинениях многих ученых античного мира и средних веков. Уже в античные времена люди понимали проблемы, которые теперь называют экологическими. Гиппократ (460–377 гг. до н. э.) говорил о влиянии факторов среды на здоровье людей. Великий Аристотель (384–322 гг. до н. э.) – автор более 300 сочинений: «Метафизика», «История животных», «Физика», «О небе» и др. – по праву считается основателем многих естественных дисциплин, в том числе систематики животных. Для античного периода характерно описательное направление в науке, основанное на эмпирических знаниях о природе.

Видным ученым этого времени был немецкий химик и врач Т. Парацельс (1493–1541), идеи которого о дозированном влиянии природных факторов были развиты в XIX веке в работах Ю. Либиха и В. Шелфорда.

Но большая часть знаний, накопленных, в основном, греками, была утрачена в связи с разрушением знаменитой Александрийской библиотеки Ю. Цезарем в 48 г. до н. э. Окончательно ее сожгли арабы в 642 г. н. э.

Второй период, начавшийся в эпоху Возрождения, во времена великих географических открытий, положил начало современному естествознанию. Христофор Колумб достиг Багамских островов в 1492 г., Америго Веспуччи трижды (1499, 1501, 1502) побывал в Новом Свете, открытом Колумбом, и описал материк, названный его именем; Васко да Гама обогнул Африку в 1498 г., Магеллан совершил первое кругосветное плавание в 1520 г. и др.

В XVIII веке ботанические и зоологические наблюдения были обобщены в работе «Система природы» шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707–1778), который разработал основы научной систематики животных и растений. Хотя он и сформулировал гипотезу постоянства видов:

«их столько, сколько было сотворено Творцом», но тем не менее признавал образование разновидностей под влиянием условий жизни.

В России путь эволюционной идее прокладывал М.В. Ломоносов (1711–1765). Он писал, что лик Земли многократно менялся, на месте морей появлялась суша, и наоборот; земные пласты постепенно поднимались и изгибались, образуя горные складки, изменялся климат, изменялись флора и фауна: «слоны и южных земель травы на севере важивались».

Жан Батист Ламарк (1744–1829) – один из самых крупных представителей науки того времени. В книге «Философия зоологии» он впервые широко поставил вопрос о влиянии среды на организмы, но не сумел объяснить причин их «пригнанности» к среде обитания.

Большой вклад в развитие экологических представлений в этот период внесли российские естествоиспытатели А.Т. Болотов (1738–1833), И.И. Лепехин (1740–1802), П.С. Паллас (1741–1811).

Появление науки экологии.

Появлению науки экологии предшествовал выход в свет 24 ноября 1859 г. знаменитой книги Чарльза Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь». С этого времени начинается новый период в истории становления экологии как самостоятельной науки.

Третий период ознаменован появлением новой эволюционной теории Ч. Дарвина; сходные положения были одновременно разработаны английским ученым А. Уоллесом. Ключевое положение в учении Дарвина занимает теория естественного отбора в результате борьбы за существование. В результате естественного отбора сохраняются те организмы, в которых произошли изменения, дающие преимущества для существования в данных условиях. Взгляды Ч. Дарвина на борьбу за существование не только как на борьбу организмов друг с другом, но и с окружающей неживой средой послужили тем научным фундаментом, на котором Э. Геккель в 1866 г. возвел здание новой науки. В России страстным поборником и популяризатором эволюционной теории Ч. Дарвина и последователем Э. Геккеля был К.А. Тимирязев.

Экологический подход к изучению природы, как следует из всего вышесказанного, был свойственен человеку с древнейших времен, но слова «экология» не было. *Заслуга Геккеля в том, что он первый предложил название новой науки* и определил предмет ее исследования. И хотя экология как самостоятельная отрасль биологических наук была выделена еще в конце XIX столетия, содержание ее все время расширяется, продолжая формироваться и по сей день.

Важным шагом на пути становления экологии следует считать введение в 1877 г. немецким гидробиологом К. Мебиусом понятия *биоценоза*.

Значительный вклад внесли в развитие экологии русские ученые А.Н. Бекетов (1825–1902), Н.А. Северцев (1827–1885) и др.

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

В 1910 г. на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе экология растений разделилась на экологию особей – аутэкологию и экологию сообществ – синэкологию. Этот период, по сравнению с предыдущим, был более прогрессивным. Благодаря ему в экологии зародилось научное направление – популяционная экология, приоритетной проблемой которой являются биотические взаимодействия в биоценозе.

Современная экология. Современная экология базируется на основной концепции содержания этой науки – системной концепции, которая зародилась в конце XIX столетия и сформировалась лишь к середине XX столетия.

Четвертый период истории экологии связан с особым интересом мировой ученой общественности к работам русского геохимика В. И. Вернадского. Его главный труд – книга «Биосфера» – вышел в свет в 1926 г. и вновь привлек внимание научного мира к проблеме взаимодействия живых организмов с неживой природой. В созданном им учении о биосфере рассматривались не только основные свойства «живого вещества» и воздействие на него «косной» природы, но и огромное обратное влияние жизни на неживую природу и формирование «биокосных природных тел» (таких, например, как почва или озеро).

С особой убедительностью эти выводы были сформулированы английским геоботаником А. Тэнсли, которому принадлежит честь введения в 1935 г. термина для обозначения экологической системы – экосистема. А. Тэнсли последовательно развивает взгляд на экосистему как на образование надорганизменного уровня, включающее не только организмы, но и всю совокупность физических условий местообитания. Он обратил внимание на невозможность отделения организмов от окружающей их среды, вместе с которой они образуют одну систему – экосистему.

В отечественной научной литературе представления об экосистемах появились в 1942 г. в работах В. Н. Сукачева, который обобщил их в учении о *биогеоценозе* (синоним термина экосистема). В этом учении нашли отражение идеи о единстве организмов с физическим окружением, о закономерностях, которые лежат в основе таких связей, об обмене веществами и энергией между ними.

Однако эффективная реализация методологии системного подхода к изучению экосистем стала возможной лишь в начале 70-х годов XX столетия, когда в распоряжение экологов поступили мощные ЭВМ и были разработаны методы моделирования динамических систем, которые в совокупности с экспериментами и наблюдениями получили название системного анализа. Развитие целостного взгляда на экосистемы привело к возрождению

на новой экологической основе учения о биосфере В. И. Вернадского, который в своих идеях опередил современную ему науку. Биосфера предстала как глобальная экосистема, стабильность и функционирование которой определяются фундаментальными экологическими законами баланса вещества и энергии.

Успехи в изучении и моделировании экосистем, особенно реализация проектов в рамках международного сотрудничества, способствовали окончательному утверждению во второй половине XX столетия экосистемной концепции как основы современной экологии.

Пятый период истории экологии – это современная экология. В последние два десятилетия изменился взгляд на экологию как на сугубо биологическую науку. Уже с начала века в экологии, помимо *антропоцентрического направления, рассматривающего человеческое сообщество как отдельное царство, возвышающееся над царствами минералов, растений и животных, появилось биоцентрическое направление. Представители последнего считают человека продуктом эволюции биосферы;* люди, как и другие млекопитающие, подчиняются законам природы, и их развитие идет параллельно с развитием остальных организмов.

Поскольку с биоцентрических позиций человек тоже предмет экологии, растет социальная роль экологических знаний. Отсюда следует: современная экология должна соприкасаться с такими дисциплинами, как право, экономика, социология, политология, философия, и владеть всеми инструментами, которыми располагают техника и математика.

Эта точка зрения стала доминантной в современном обществе, которое осознало опасность экологического кризиса, катастрофических преобразований планетарной системы.

Основная задача современной экологии – найти пути сохранения биосферы и управления природными, антропогенными системами и человеческим обществом в соответствии с законами природы, а не вопреки им, найти гармонию между экономическими и экологическими интересами человека.

Вторая половина XX столетия характеризуется озабоченностью мирового сообщества угрозой экологического кризиса, обусловленного неразумной властью человека над природой. Утверждается биоцентрическое направление в экологии. Осознана роль человека как части природы и зависимость его от ресурсов планеты и природных процессов. Человек тоже становится предметом экологии. Возрастает интерес к экологии всех слоев общества. Развитие науки и техники дает в руки людей инструменты, позволяющие изучать экосистемы и биосферу в целом. Развивается системный анализ как методологическая основа экологии. Экология изучает не только совокупность взаимосвязей в природных экосистемах, она выходит за рамки биологии, превращаясь в интегрированную науку, наводящую мосты между естественными, техническими и общественными дисциплинами, исследует общие закономерности, справедливые как для природы, так и для общества.

Предмет экологии. Определить предмет экологии позволяет концепция организации живой оболочки Земли – биосферы. Биосфера состоит из биологических систем – биосистем разного уровня сложности и организации.

Биосистемы – это природные системы, в которых живые компоненты, называемые биотическими, упорядоченно взаимодействуют с неживой физической средой, т.е. абиотическими компонентами, составляя с ними единое целое. По мере продвижения биосистем от низших ступенек к высшим уровень организации входящих в них биотических компонентов усложняется: гены, клетки, органы, организмы, популяции, сообщества. Абиотические компоненты на всех уровнях представлены веществами и энергией, которые формируют все факторы неживой физической среды.

Биотические и абиотические компоненты вместе образуют соответствующие биосистемы, расположенные снизу вверх в следующем порядке:

- 1) генетические системы,
- 2) клеточные системы,
- 3) системы органов,
- 4) системы организмов,
- 5) популяционные системы,
- 6) экологические системы, или экосистемы.

Экосистема не жизнеспособна без взаимосвязи с популяционными системами и биосферой в целом. В то же время сообщество не может жить, если в нем не происходит круговорот веществ и не поступает энергия извне, т.е. отсутствуют абиотические компоненты. Все экосистемы вместе образуют биосферу Земли.

Системы, которые расположены выше уровня организмов; популяционные системы, экосистемы, биосферу в целом – изучает **ЭКОЛОГИЯ**.

Следовательно, предметом экологии являются системы надорганизменного уровня – популяционные, экологические и биосфера.

Популяционные системы – это биосистемы, в которых биотические компоненты представлены, как сказано выше, популяциями.

Популяции – это совокупность разновозрастных особей одного вида, обменивающихся генетической информацией, объединенных общими условиями существования, необходимыми для поддержания численности в течение длительного времени: общность ареала, происхождение, свободное скрещивание и др.

В отличие от отдельных организмов, популяция характеризуется рядом признаков, носителями которых является группа, но не отдельные особи: плотность, рождаемость, смертность, возрастная структура, распределение в пространстве, кривая роста и др. Кроме «групповых свойств», популяции обладают и «биологическими свойствами», присущими как популяции, так и входящим в нее организмам. Одной из самых важных характеристик популяции является ее возрастная структура, определяющая кривую роста численности популяции, степень ее зрелости и стабильности.

Экологические системы, т.е. экосистемы занимают центральное место в экологии. Популяции в экосистемах объединяются в сообщество организмов – биоценоз.

Биоценоз – это сообщество всех организмов экосистемы, которые живут в определенном пространстве абиотической среды – биотопе. Биоценоз и биотоп функционируют как единое целое, образуя экосистему. Структура экосистемы формируется потоком энергии и круговоротом веществ.

Экосистема – это надорганизменная система, в которой биотический компонент представлен биоценозом, а абиотический – биотопом.

Часто экосистему выделяют внутри естественных границ. Например, границей озера служит береговая линия, а города – административные границы. Как большие, так и малые экосистемы обычно не имеют четких границ. Переходная зона между двумя экосистемами называется *эктоном*.

Эктон является местом обитания растений и животных смежных экосистем. Кроме того, в этой зоне появляются свои организмы, которые не живут в соседних экосистемах. Поэтому обычно эктон характеризуется большим разнообразием организмов, чем близлежащие территории.

Биосфера – это глобальная экосистема, включающая все живые организмы Земли, взаимосвязанные с физической средой. Биосфера является системой жизнеобеспечения Земли. Обычно ее подразделяют на атмосферу (гр. *atmos* – воздух), гидросферу (гр. *hydor* – вода) и литосферу (гр. *lithos* – камень).

Организмы живут лишь в приземных слоях атмосферы, в гидросфере и в верхней части литосферы. Практически вся жизнь сосредоточена в тонкой прослойке воздуха, воды и горных пород.

Главная цель экологии – узнать, как работают экосистемы биосферы.

Для решения экологических проблем глобального уровня прежде всего надо изучить экосистемный уровень организации жизни.

Состав, структура, свойства и функции экосистем

Состав экосистемы представлен двумя группами компонентов: *абиотическими* – компонентами неживой природы и *биотическими* – компонентами живой природы.

Абиотические компоненты – это химические и физические элементы неживой природы:

* неорганические вещества и химические элементы, участвующие в обмене веществ между живой и неживой материей: диоксид углерода, вода, кислород, кальций, магний, калий, натрий, железо, азот, фосфор, сера, хлор и др.;

* органические вещества, связывающие абиотическую и биотическую части экосистем: углеводы, жиры, аминокислоты, белки, и др.;

* поток энергии;

- * воздушная, водная или твердая среда обитания;
- * климатический режим: солнечный свет, испарение, ветер, температура, влажность, осадки, водные течения и др.

Биотические компоненты экосистемы представлены на рис. 1.

Биотические компоненты экосистемы

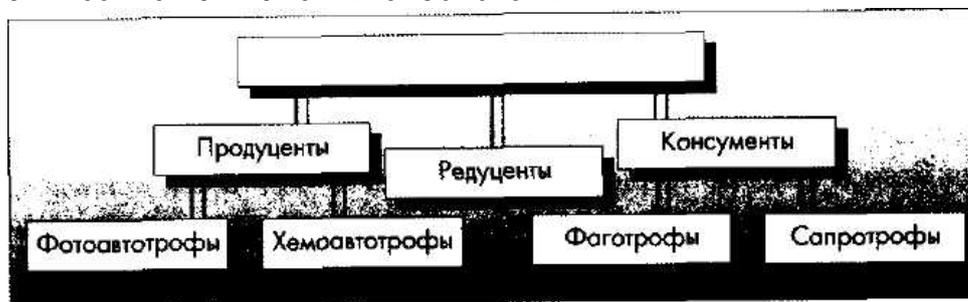


Рис. 1. Биотические компоненты экосистемы

Первая группа организмов – *продуценты* или автотрофные организмы (сами являющиеся пищей).

Продуценты, или автотрофы – это такие организмы, которые в качестве питательного материала используют простые неорганические вещества: воду, углекислый газ, нитраты, фосфаты и др. В качестве энергетического материала продуценты используют либо солнечный свет, либо энергию химических реакций. Они подразделяются на *фото– и хемоавтотрофов*.

Фотоавтотрофы используют в качестве источника энергии солнечный свет, а в качестве питательного материала – в основном углекислый газ и воду. К этой группе организмов относятся все зеленые растения и некоторые бактерии. *Хемоавтотрофы* используют энергию, выделяющуюся при химических реакциях. К этой группе принадлежат, например, нитрифицирующие бактерии.

Вторая группа организмов – *консументы* (лат. *consumere*– *потреблять*), или гетеротрофные организмы (гр. *heteros*– *другой*, *τροφή* – *пища*), т.е. «питающиеся другими».

Консументы, или гетеротрофы используют в качестве источника и энергии, и питательного материала готовое органическое вещество. Консументы осуществляют процесс разложения органических веществ. Их делят на *фаготрофов* (гр. *phagos*– *пожирающий*) и *сапротрофов* (гр. *sapros* – *гнилой*).

Фаготрофы питаются непосредственно растительными или животными организмами. К ним относятся в основном крупные животные – макроконсументы.

Сапротрофы используют для питания органические вещества мертвых остатков. К этой группе относятся как мелкие организмы (муравьи, черви и др.), так и крупные животные (гиены, шакалы, вороны и др.).

Третья группа организмов – *редуценты* (лат. *reductio* – восстановление), или деструкторы (лат. *Desfructiorазрушение*).

Редуценты, или деструкторы – это консументы, участвующие в последней стадии разрушения, т.е. в минерализации органических веществ, которые они восстанавливают до неорганических соединений (CO_2 , H_2O и др.). Редуценты очищают природную среду от отходов, они возвращают вещества в круговорот, превращая их в формы, доступные для продуцентов. К редуцентам относятся главным образом микроскопические организмы (бактерии, грибы и др.) – микроконсументы.

Пространственная структура экосистем обусловлена тем, что процессы образования и разложения органических веществ, т.е. автотрофные и гетеротрофные процессы, обычно разделены в пространстве. Первые активно протекают в верхних слоях, куда проникает солнечный свет, а вторые интенсивнее в нижних слоях экосистем: почвах, донных отложениях. Кроме того, эти процессы разделены во времени, поскольку существует временной разрыв между образованием органических веществ растениями и разложением их животными организмами.

Следовательно, с точки зрения пространственной структуры, в природных экосистемах можно выделить два яруса:

– *верхний, автотрофный ярус*, или «зеленый пояс» Земли, который включает растения или их части, содержащие хлорофилл; здесь преобладают фиксация света, использование простых неорганических соединений и синтез органических веществ, т.е. накопление солнечной энергии в сложных фотосинтезируемых веществах;

– *нижний, гетеротрофный ярус*, или «коричневый пояс» Земли, представлен почвами в наземных экосистемах и донными осадками – в водных. В них преобладают процессы разложения мертвых органических остатков растений и животных.

Живые и неживые компоненты экосистем так тесно переплетены друг с другом в единый комплекс, что разделить их крайне трудно.

Свойства и функции экосистем. Экосистемы, как и популяционные системы, помимо «биологических свойств», присущих экосистем отдельным организмам, обладают рядом признаков, характеризующих сообщество в целом, называемых совокупными свойствами. Кроме того, они характеризуются качественно новыми уникальными свойствами, отсутствующими у популяционных систем, входящих в их состав.

Свойства экосистем, таким образом, можно разделить на две группы: совокупные и качественно новые свойства.

1. *Совокупные* свойства складываются из свойств отдельных подсистем, входящих в экосистему, представляют собой сумму свойств отдельных компонентов и не характеризуют уникальные особенности, возникающие при функционировании системы как целого. Рождаемость – пример со-

вокупного свойства, характеризующего сумму рождений отдельных организмов. К совокупным свойствам относятся также площадь обитания биоценоза, плотность организмов, их общая численность, смертность и т.д.

2. *Эмерджентные* (англ. emergent неожиданно возникающий, появляющийся) свойства являются следствием иерархической организации живой природы. По мере объединения подсистем в более крупные функциональные единицы у этих новых систем возникают уникальные свойства, которых не было на предыдущем уровне. Эти качественно новые свойства нельзя предсказать на основании свойств подсистем низшего порядка, составляющих систему следующего, более высокого уровня организации.

Образование и разложение органических веществ, или взаимодействие автотрофных и гетеротрофных процессов – наиболее важная функция экосистем, обусловленная именно их эмерджентными свойствами.

Образование органических веществ на свету называется *фотосинтезом*.

Фотосинтез есть накопление части солнечной энергии путем превращения ее в потенциальную энергию химических связей органических веществ.

Разложение органических веществ происходит в процессе метаболизма в живых клетках.

Метаболизм – это совокупность биохимических реакций и превращений энергии в клетках живых организмов, сопровождающихся обменом веществ между организмами и средой.

Сумма реакций, ведущих к распаду или деградации молекул и выделению энергии, называется катаболизмом, а реакций, приводящих к образованию новых молекул, – анаболизмом.

Функции экосистемы заключаются в саморегуляции и стабильности.

1. Саморегуляция экосистем. Относительно стабильное соотношение скоростей автотрофных и гетеротрофных процессов на Земле существует благодаря способности экосистем и биосферы к саморегуляции, которая поддерживает экологическое равновесие в биосфере.

Саморегуляция экосистем обеспечивается внутренними механизмами, устойчивыми взаимодействиями между их компонентами, трофическими и энергетическими связями.

С помощью гомеостаза осуществляются регуляторные механизмы живых систем.

Таким образом, *гомеостаз – это способность популяции или экосистемы поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях среды с помощью обратных связей.*

2. *Стабильность экосистем* в экологии означает свойство любой системы возвращаться в исходное состояние после того, как она была выведена из состояния равновесия. Стабильность определяется устойчивостью

экосистем к внешним воздействиям. Выделяют два типа устойчивости: резистентную и упругую.

Резистентная устойчивость – это способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменными свою структуру и функции.

Упругая устойчивость – способность системы быстро восстанавливаться после нарушения структуры и функций.

Системе трудно одновременно развить оба типа устойчивости: они связаны обратной связью, а иногда исключают друг друга.

Огромное значение в сохранении стабильности биосферы в целом имеет биологическое разнообразие (биоразнообразие).

Биоразнообразие – наиболее ценный ресурс планеты, который возник в результате естественного отбора за миллиарды лет при взаимодействии двух процессов: видообразования и вымирания видов. Биоразнообразие включает два понятия: генетическое и видовое разнообразие.

Генетическое разнообразие, т.е. многообразие генетических программ у особей одного вида, – это гигантская генетическая библиотека, которая помогает всем видам совершенствоваться, использовать необходимые ресурсы, находить свое место в биосфере, приспосабливаться к изменениям в окружающей среде.

Видовое разнообразие – это многообразие различных видов организмов внутри какого-то биоценоза. Это «страховая политика» природы против катастроф.

Экологические сукцессии.

Закономерное развитие экосистем во времени известно в экологии под названием экологических сукцессии (лат. *succesio* – преемственность, последовательность). После крупномасштабных изменений экологические участки начинают возрождаться в несколько этапов. Например, заброшенные поля или выжженный лес постепенно завоевываются многолетними дикими травами, затем кустарниками и, в конце концов, деревьями. Такой закономерный процесс называется экологической сукцессией.

Экологическая сукцессия – это закономерная последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одном и том же биотопе под воздействием природных или антропогенных факторов.

*Причины и типы сукцессии могут быть различными. Изменения происходят во всех экосистемах в силу естественных или искусственных причин. Естественные изменения являются закономерными и управляются самим сообществом. Если сукцессионные изменения определяются в основном внутренними взаимодействиями, то говорят об аутогенной (гр. *autos* – сам), т.е. самопроизвольной сукцессии. Если изменения вызываются внешними силами на входе экосистемы (шторм, пожар, воздействие человека), то такую сукцессию называют аллогенной (гр. *albs* – другой), т.е. порожденной извне.*

Последовательные сообщества, сменяющие друг друга на данном пространстве, называются сериями или стадиями.

Выделяют два типа сукцессии: первичные и вторичные.

Первичная сукцессия начинается на участке, прежде не занятом живыми организмами и лишенном почв. Такими участками могут быть скалы, глины после прохождения селя, остывшая вулканическая лава, районы открытой добычи полезных ископаемых. Вначале участки заселяют и формируют на них почвы несколько неприхотливых видов – пионеров.

Вторичная сукцессия возникает там, где новое сообщество развивается на месте ранее существовавшего и где сохранились почвы или донные отложения. Такими территориями могут быть заброшенные сельскохозяйственные поля, поселки, сгоревшие или вырубленные леса, загрязненные водоемы, затопленные при строительстве водохранилищ земли и т.д.

Скорость сукцессии различна. Для первичных сукцессии требуются сотни и тысячи лет. Вторичные протекают быстрее. Для восстановления растительной биомассы на месте вырубki, лесного пожара или покинутого сельскохозяйственного участка требуется от 30–50 до 250 лет.

Автотрофная сукцессия – широко распространенное в природе явление, которое начинается в незаселенной среде: формирование леса на брошенных землях или восстановление жизни после извержения вулканов и других природных катастроф. Она характеризуется длительным преобладанием автотрофных организмов.

Гетеротрофная сукцессия характеризуется преобладанием в системе редуцентов и встречается тогда, когда среда пересыщена органическими веществами, например, в реке, загрязняемой сточными водами с большим содержанием органических веществ, или на очистных сооружениях.

Состояние стабилизированной экосистемы называется климаксом (гр. klimax – лестница, «зрелая ступень»).

Климаксные системы образуют сложную сеть взаимоотношений, поддерживающих их стабильное состояние. Теоретически такое состояние должно быть постоянным во времени и существовать до тех пор, пока его не нарушат сильные внешние возмущения.

Незрелые развивающиеся и зрелые климаксные экосистемы характеризуются разными признаками.

Незрелые экосистемы на ранних стадиях экологической сукцессии имеют лишь несколько видов (характеризуются низким видовым разнообразием); простые схемы питания: много продуцентов, травоядных животных и мало редуцентов. Растения, в основном однолетние травы, тратят большую часть энергии на продукцию мелких семян для воспроизводства, а не на корневую систему, стебли и листья. Зрелые экосистемы, в противоположность незрелым, характеризуются многообразием видов, стабильными популяциями и сложными схемами питания. В системе доминируют

редуценты, разлагающие большое количество мертвого органического вещества. Растения представлены крупными многолетними травами и деревьями, дающими крупные семена.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «экология».
2. Кратко дайте характеристику основным разделам экологии.
3. Расскажите об этапах становления экология как науки.
4. Рассмотрите структуру экосистемы.
5. Какими свойствами обладает экосистема?
6. Рассмотрите функции экосистемы и ее возможные изменения.

ЛЕКЦИЯ № 2 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

1. Экологические факторы и их действие
2. Абиотические факторы
3. Совокупное воздействие экологических факторов
4. Биотические факторы

Каждый отдельный организм, являясь самостоятельной биологической системой, постоянно находится в прямых или косвенных отношениях с разнообразными компонентами и явлениями окружающей его среды или, иначе, *среды обитания*, влияющими на состояние и свойства организма.

Среда – одно из основных экологических понятий, которое означает весь спектр окружающих организм элементов и условий в той части пространства, где обитает организм, все то, среди чего он живет и с чем непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. В земных условиях существуют четыре основных среды обитания живых организмов: водная, наземная (воздушная), почвенная, а также тело другого организма, используемое паразитами.

Экологические факторы и их действие

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

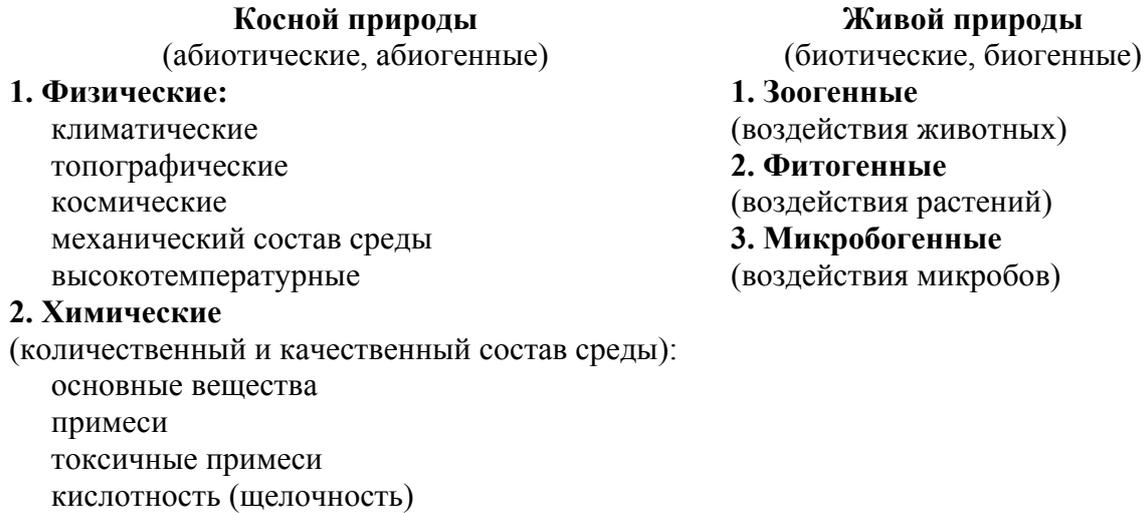
Экологические факторы многообразны, при этом каждый фактор является совокупностью соответствующего условия среды и его ресурса.

Экологические факторы среды принято делить на две группы:

- факторы косной (неживой) природы – *абиотические или абиогенные*;
- факторы живой природы – *биотические или биогенные*.

С другой стороны, по происхождению и те и другие бывают как природными, так и антропогенными, т.е. прямо или косвенно связанными с деятельностью человека, который не только меняет режимы природных экологических факторов, но и создает новые, синтезируя ядохимикаты, удобрения, строительные материалы, лекарства и т.п.

Экологические факторы



Наряду с приведенной классификацией экологических факторов существует много других (менее распространенных), в которых используют иные отличительные признаки.

Абиотические факторы

В абиотической части среды обитания (в неживой роде) все факторы можно разделить на физические и химические. Однако для понимания сути рассматриваемых явлений и процессов абиотические факторы удобно представить совокупностью климатических, топографических, космических факторов, а также характеристик состава среды (водной, наземной или почвенной) и др.

Основные климатические факторы

Энергия Солнца. Она распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Для организмов важны длина волны воспринимаемого излучения, его интенсивность и продолжительность воздействия.

Около 99% всей энергии солнечной радиации составляют лучи с длиной волны $\lambda = 170\text{--}4000$ нм, в том числе 48% приходится на видимую часть спектра ($\lambda = 390\text{--}760$ нм), 45% на близкую инфракрасную ($\lambda = 760\text{--}4000$ нм) и около 7% на ультрафиолетовую ($\lambda < 400$ нм).

Преимущественное значение для фотосинтеза имеют лучи с $\lambda = 380\text{--}710$ нм. Длинноволновая (дальняя инфракрасная солнечная радиация ($\lambda > 4000$ нм) незначительно влияет процессы жизнедеятельности организмов.

Ультрафиолетовые лучи с $\lambda > 320$ нм в малых дозах необходимы животным и человеку, так как под их действием в организме образуется витамин D. Излучение с $\lambda < 290$ нм губительно для живого, но до поверхности Земли оно не доходит, поглощаясь озоновым слоем атмосферы.

Температура. Температура главным образом связана с солнечным излучением, но в ряде случаев определяется энергией геотермальных источников.

При температуре ниже точки замерзания живая клетка физически повреждается образующимися кристаллами льда и гибнет, а при высоких температурах происходит денатурация ферментов. Верхний температурный предел жизни редко поднимается выше 40–45 °С. В диапазоне между крайними границами скорость ферментативных реакций (следовательно, и интенсивность обмена веществ) удваивается с повышением температуры на каждые 10 °С. Значительная часть организмов способна контролировать (поддерживать) температуру тела, причем в первую очередь наиболее жизненно важных органов. Такие организмы называют *гомойотермными* – теплокровными (от греч. *hoios* – подобный, *therme* – теплота), в отличие от *пойкилотермных* – холоднокровных (от греч. *poikilos* – различный, переменчивый, разнообразный), имеющих непостоянную температуру, зависящую от температуры окружающей среды.

Температура, как и интенсивность света, зависит от географической широты, сезона, времени суток и экспозиции склона. Действие экстремальных температур (низких и высоких) усиливается сильными ветрами.

Осадки, влажность. Вода обязательна для жизни на Земле в экологическом плане она уникальна. При практически одинаковых географических условиях на Земле существуют и жаркая пустыня, и тропический лес. Различие состоит только в годовом количестве осадков: в первом случае 0,2–200 мм, а во втором 900–2000 мм.

Осадки, тесно связанные с влажностью воздуха, представляют собой результат конденсации и кристаллизации водяных паров в высоких слоях атмосферы. В приземном слое воздуха образуются росы, туманы, а при низких температурах наблюдается кристаллизация влаги – выпадает иней.

Одна из основных физиологических функций любого организма – поддержание на достаточном уровне количества воды в теле. В процессе эволюции у организмов сформировались разнообразные приспособления к добычанию и экономному расходованию воды, а также к переживанию засушливого периода. Одни животные пустыни получают воду из пищи, другие за счет окисления своевременно запасенных жиров и т.д. При периодической засушливости некоторые организмы способны впасть в состояние покоя с минимальной интенсивностью обмена веществ.

Режим осадков – важнейший фактор, определяющий миграцию загрязняющих веществ в природной среде и вымывание их из атмосферы.

Подвижность среды. Причинами возникновения движения воздушных масс (ветра) являются в первую очередь неодинаковый нагрев земной поверхности, вызывающий перепады давления, а также вращение Земли. Ветер направлен в сторону более прогретого воздуха.

Ветер – важнейший фактор распространения на большие расстояния влаги, семян, спор, химических примесей и т.п. Он способствует как снижению околосредней концентрации пыли– и газообразных веществ вблизи места их поступления в атмосферу, так и повышению фоновых концентраций в воздушной среде вследствие выбросов далеких источников, включая трансграничный перенос.

Ветер ускоряет транспирацию (испарение влаги наземными частями растений), что особенно ухудшает условия существования при низкой влажности. Кроме того, он косвенно влияет на все живые организмы суши, участвуя в процессах выветривания и эрозии.

Давление. Нормальным атмосферным давлением считается абсолютное давление на уровне поверхности Мирового океана 101,3 кПа, соответствующее 760 мм рт. ст. или 1 атм. В пределах земного шара существуют постоянные области высокого и низкого атмосферного давления, причем в одних и тех же точках наблюдаются сезонные и суточные его колебания. По мере увеличения высоты относительно уровня океана, давление уменьшается, снижается парциальное давление кислорода воздуха, усиливается транспирация у растений.

Периодически в атмосфере образуются области пониженного давления с мощными воздушными потоками, перемещающимися по спирали к центру, которые называют *циклонами*. Для них характерно большое количество осадков и неустойчивая погода. Противоположные природные явления называют *антициклонами*. Они характеризуются устойчивой погодой, слабыми ветрами и в ряде случаев температурной инверсией. При антициклонах порой возникают неблагоприятные метеорологические условия, способствующие накоплению в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ.

Различают также морское и континентальное атмосферное давление.

Давление в водной среде возрастает по мере погружения. Благодаря значительно (в 800 раз) большей, чем у воздуха, плотности воды на каждые 10 м глубины в пресноводном водоеме давление увеличивается на 0,1 МПа (1 атм). Абсолютное давление на дне Марианской впадины превышает 110 МПа (1100 атм).

Ионизирующие излучения. *Ионизирующим* называют излучение, образующее пары ионов при прохождении через вещество; *фоновым* – излучение, создаваемое природными источниками. Оно имеет два основных источника: космическое излучение и радиоактивные изотопы и элементы в минералах земной коры, возникшие некогда в процессе образования вещества Земли. Из-за большого периода полураспада ядра многих первозданных радиоактивных элементов сохранились в недрах Земли до настоящего времени. Главнейшие из них – калий-40, торий-232, уран-235 и уран-238. Под воздействием космического излучения в атмосфере постоянно образуются

все новые ядра радиоактивных атомов, главные из которых – углерод-14 и тритий.

Радиационный фон ландшафта – одна из непременных составляющих его климата. В формировании фона принимают участие все известные источники ионизирующего излучения, однако вклад каждого из них в общую дозу облучения зависит от конкретной географической точки. Человек обитатель природной среды получает основную часть облучения от естественных источников радиации, и избежать этого невозможно. Горные ландшафты благодаря значительной высоте уровнем моря характеризуются повышенным вкладом космического излучения.

На Земле есть районы, где интенсивность излучения в десятки раз превышает средние значения, например, районы месторождений урана и тория.

В целом ионизирующее излучение губительно воздействует на высоко развитые и сложные организмы, причем человек отличается особой чувствительностью. Радиоактивные вещества могут накапливаться в воде, почве, осадках или в воздухе, если скорость их поступления превышает скорость радиоактивного распада. В живых организмах накопление радиоактивных веществ происходит при их попадании с пищей.

Топографические факторы

Влияние абиотических факторов в значительной мере зависит от топографических характеристик местности, которые могут сильно изменять как климат, так и особенности развития почв. Основной топографический фактор – *высота над уровнем моря*. С высотой снижаются средние температуры, увеличивается суточный перепад температур, возрастает количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижается давление. В результате в горной местности по мере подъема наблюдается вертикальная зональность распределения растительности, соответствующая последовательности смены широтных зон от экватора к полюсам.

Горные цепи могут служить климатическими барьерами. Поднимаясь над горами, воздух охлаждается, что часто вызывает осадки и тем самым снижает его абсолютное влагосодержание. Попадая затем на другую сторону горной гряды, осушенный воздух способствует снижению интенсивности дождей (снегопада), чем создается «дождевая тень». Горы могут играть роль изолирующего фактора в процессах видообразования, так как служат барьером для миграции организмов.

Важный топографический фактор – *экспозиция* (освещенность) склона. В Северном полушарии теплее на южных склонах, а в Южном полушарии – на северных склонах. Другой важный фактор – *крутизна склона*, влияющая на дренаж. Вода стекает со склонов, смывая почву, уменьшая слой. Кроме того, под действием силы тяжести почва медленно сползает вниз, что ведет к ее скоплению у основания склонов. Наличие растительности сдерживает эти процессы, однако при уклонах более 35° почва и растительность обычно отсутствуют и создаются осыпи из рыхлого материала.

Рельеф местности – один из главных факторов, влияющих на перенос, рассеивание или накопление примесей в атмосферном воздухе.

Состав среды

Состав водной среды. Большая часть поверхности Земли (около 366 из 510 млн км², или 72%) покрыто водой. Распространение и жизнедеятельность организмов в водной среде в значительной степени зависят от ее химического состава. Прежде всего водные организмы подразделяют на пресноводные и морские в зависимости от солености воды, в которой они обитают. Соленость океанской воды меняется как по глубине, так и по акватории. В Северном Ледовитом океане ниже 31%, а в Красном море выше 42%. Содержание солей в воде Мертвого моря достигает 26–27%, тогда как концентрация солей в пресных водоемах около 0,05%.

Соли и другие растворенные в воде вещества находятся преимущественно в виде ионов. Состав солей разнообразен, в океанической воде встречаются практически все химические элементы и их изотопы, но основную массу составляют девять основных ионов, соотношение между которыми постоянно и не зависит от уровня солености, места и глубины, поэтому ее можно определить по одному главному иону. Главный компонент солей морской воды – хлорид натрия, в пресных водах преобладают карбонаты и гидрокарбонаты.

По составу растворенных минеральных веществ даже пресноводные воды могут существенно отличаться в различных природных водоемах и прежде всего в подземных и поверхностных водах.

Любые воды в природных водоемах, помимо растворенных веществ, содержат некоторое количество взвешенных частиц, наличие которых характеризует мутность воды, ее обратную характеристику – прозрачность, а также световой режим в глубине водоема.

В составе природной водной среды всегда присутствуют, растворенные газы, из которых первоочередное значение имеют кислород и диоксид углерода, участвующие в фотосинтезе и дыхании водных организмов. Среди прочих растворенных в океане газов наиболее заметны сероводород, аргон и метан. Состав газов, растворенных в водах океана, близок к составу первичной атмосферы нашей планеты, в которой было заметно больше диоксида углерода и меньше кислорода.

Состав воздуха. Один из главных абиотических факторов наземной (воздушной) среды обитания – состав воздуха, естественной смеси газов, сложившейся в ходе эволюции Земли. Состав воздуха в современной атмосфере находится в состоянии динамического равновесия, зависящего от жизнедеятельности живых организмов и геохимических явлений глобального масштаба.

Воздух, лишенный влаги и взвешенных частиц, на высоте уровня моря практически одинаковый состав во всех местностях земного шара, а также на протяжении суток и в разные периоды года. Однако в различные эпохи

существования планеты состав воздуха был различен. Считается, что наиболее сильно изменялось содержание диоксида углерода и кислорода.

Азот, присутствующий в атмосферном воздухе в наибольшем количестве, в газообразном состоянии для абсолютного большинства организмов, особенно для животных, является нейтральным. Присутствие в воздухе иных газообразных веществ аэрозолей (твердых или жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии) в каких-либо заметных количествах изменяет привычные условия среды обитания, влияет на живые организмы.

Состав почв. Почва – слой веществ, лежащих на поверхности земной коры. Она представляет собой продукт физического, химического и биологического преобразования горных пород и является трехфазной средой, включающей твердые, жидкие и газообразные компоненты, находящиеся в следующих соотношениях (в %):

минеральная основа	обычно 50–60% от общего состава
органическое вещество до 10
вода 25–35
воздух 15–25

В данном случае почва рассматривается среди прочих абиотических факторов, хотя на самом деле она является важнейшим звеном, связывающим абиотические и биотические факторы среды обитания.

Минеральный неорганический состав почвы. Горная порода под действием химических и физических факторов природной среды постепенно разрушается. Механические и химические свойства почвы в основном зависят от мелкого грунта (частицы менее 2 мм), который принято подразделять в зависимости от размера δ (в мкм) на следующие системы:

песок $\delta = 60–2000$
алеврит (иногда называемый «пылью») $\delta = 2–60$
глину δ менее 2

В целом считается, что свыше 50% минерального состава почвы составляет кремнезем (SiO_2), 1–25% – глинозем (Al_2O_3), 1–10% – оксиды железа (Fe_3O_4), 0,1–5% – оксиды магния, калия, фосфора, кальция (MgO , K_2O , P_2O_5 , CaO).

В сельском хозяйстве почвы делят на тяжелые (глины) и легкие (пески), чем отражают величину усилий, необходимых для обработки почвы сельскохозяйственными орудиями.

Содержание воды в почве. Вода необходима всем почвенным организмам, она поглощается корнями растений и принимает участие в процессах разрушения материнской породы, подстилающей почву. Благодаря воде происходит миграция и дифференциация химических элементов в почве. Более правильно жидкую часть почвы рассматривать как почвенный раствор.

Общее количество воды, которое может быть удержано почвой, складывается из гравитационной, физически связанной, капиллярной, химически связанной и парообразной воды. *Гравитационная вода* может свободно просачиваться вниз через почву, достигая уровня грунтовых вод, что ведет к вымыванию различных питательных веществ. *Физически связанная (гигроскопическая) вода* адсорбируется на частицах почвы в виде тонкой прочно связанной пленки. Ее количество зависит от содержания твердых частиц. В глинистых почвах такой воды значительно больше (около 15% веса почвы), чем в песчаных (около 0,5%). Гигроскопическая вода наименее доступна растениям. *Капиллярная вода* удерживается вокруг почвенных частиц за счет сил поверхностного натяжения. При наличии узких пор или канальцев капиллярная вода может подниматься от уровня грунтовых вод вверх, играя центральную роль в регулярном снабжении растений влагой. Глины удерживают больше капиллярной воды, чем пески. *Химически связанная вода* и парообразная практически недоступны корневой системе растений.

Содержание воздуха в почве. Поры почвы, не занятые водой, заполняет почвенный воздух. Насыщенность воздухом (аэрация) играет важную роль в почвенных процессах. С увеличением размера частиц грунта объем пор возрастает.

По сравнению с составом атмосферного воздуха из-за дыхания организмов с глубиной уменьшается содержание кислорода (до 10%) и увеличивается концентрация диоксида углерода (достигая 19%). В течение года и суток состав почвенного воздуха сильно меняется. Тем не менее, почвенный воздух постоянно обновляется и пополняется за счет атмосферного. Заболачивание почвы обуславливает вытеснение воздуха водой, и условия становятся анаэробными.

Космические факторы

Наша планета не изолирована от процессов, протекающих в космическом пространстве. Земля периодически сталкивается с астероидами, сближается с кометами, на нее попадают космическая пыль, метеоритные вещества, разнообразные виды излучений Солнца и звезд. Циклически (один: циклов имеет период 11,4 г.) солнечная активность меняется.

Наукой накоплено множество фактов, подтверждающих влияние Космоса на жизнь Земли.

Огонь (пожары)

К числу важных природных абиотических факторов относят пожары, которые при определенном сочетании климатических условий приводят к полному или частичному выгоранию наземной растительности.

Основной причиной возгораний в естественных условиях являются молнии. По мере развития цивилизации увеличивалось число пожаров, связанных с деятельностью человека: выжигание участков леса для земледелия, небрежное обращение с огнем, аварии и др.

Считают, что огонь ежегодно уничтожает растительность на площади около 20 млн га. При этом в атмосферу поступает значительное количество продуктов пиролиза растительной массы и ее обитателей, что существенно сказывается на загазованности среды обитания в соседних районах. Однако почва после пожаров обогащается питательными элементами, такими, как фосфор, калий, кальций, магний. Искусственное предотвращение пожаров вызывает изменения факторов среды обитания, для поддержания которых в естественных пределах необходимы периодические выгорания растительности.

Совокупное воздействие экологических факторов

Экологические факторы среды воздействуют на организм одновременно и совместно. Хорошо изучено влияние влажности воздуха на восприятие животными температуры. С повышением влажности уменьшается интенсивность испарения влаги с поверхности кожи, что затрудняет работу одного из наиболее эффективных механизмов приспособления к высокой температуре. Низкие температуры также легче переносятся в сухой атмосфере, имеющей меньшую теплопроводность (лучшие теплоизоляционные свойства). Таким образом, влажность среды меняет восприятие температуры у теплокровных животных, в том числе у человека.

В комплексном действии экологических факторов среды значение отдельных экологических факторов неравноценно. Среди них выделяют ведущие (главные) и второстепенные факторы.

Ведущими являются те факторы, которые необходимы для жизнедеятельности, *второстепенными* – существующие или фоновые факторы. Обычно у разных организмов различные ведущие факторы, даже если организмы живут в одном месте. Кроме того, смену ведущих факторов наблюдают при переходе организма в другой период своей жизни. Так, в период цветения ведущим фактором для растения может быть свет, а в период формирования семян – влага и питательные вещества.

Иногда недостаток одного фактора частично компенсируется усилением другого. Например, в Арктике продолжительный световой день компенсирует недостаток тепла.

Биотические факторы

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

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

Взаимодействия могут быть не только на уровне пищевых связей, но и наблюдаются пространственные взаимоотношения между растительными и животными организмами. В результате действия многих факторов разнообразные виды объединяются не в произвольном сочетании, а только при условии приспособленности к совместному обитанию.

Формы биотических взаимоотношений

Симбиоз (сожительство). Это форма взаимоотношений, при которой оба партнера или один из них извлекают пользу от другого.

Кооперация. Кооперация представляет собой длительное, неразделимое взаимовыгодное сожительство двух и более организмов. Например, отношения рака-отшельника и актинии.

Межвидовая взаимопомощь. Она заключается, например, в том, что птицы уничтожают личинок-паразитов под кожей буйволов или сороки предупреждают об опасности крупных копытных.

Комменсализм – это взаимодействие между организмами, когда жизнедеятельность одного доставляет пищу (нахлебничество) или убежище (квартиранство) другому. Типичные примеры – гиены, подбирающие остатки недоеденной львами добычи, мальки рыб, прячущиеся под зонтиками крупных медуз, а также некоторые грибы, растущие у корней деревьев.

Мутуализм – взаимопольное сожительство, когда присутствие партнера становится обязательным условием существования каждого из них. Примером служит жителство клубеньковых бактерий и бобовых растений, которые могут совместно жить на почвах, бедных азотом, и обогащать им почву.

Антибиоз. Форма взаимоотношений, при которой оба партнера или один из них испытывают отрицательное влияние, называется антибиозом.

Конкуренция – отрицательное воздействие организмов друг на друга в борьбе за пищу, местообитание и другие необходимые для жизни условия. Проявляется наиболее отчетливо на популяционном уровне.

Хищничество – отношение между хищником и жертвой, заключающееся в поедании одного организма другим. Хищники – это животные или растения, ловящие и поедающие животных как объект питания. Так, например, львы поедают растительноядных копытных, птицы – насекомых, крупные рыбы – более мелких. Хищничество одновременно полезно для одного и вредно для другого организма.

Паразитизм – взаимодействие организмов, при котором один из них живет за счет другого, находясь на поверхности или внутри его тела. Паразит использует в пищу тело своего хозяина постепенно, сохраняя ему жизнь до окончания своего жизненного цикла. С общебиологических позиций паразит также необходим хозяину. Исчезновение (или уничтожение) такого «естественного врага» наносит ущерб хозяину, так как слабые, отстающие в развитии или имеющие иные недостатки особи не будут уничтожаться, что способствует постепенной деградации и вымиранию.

Нейтрализм – это взаимонезависимость разных видов, обитающих на одной территории. Например, белки и лоси не конкурируют друг с другом, но засуха в лесу сказывается на тех и на других, хотя в разной степени.

Биотическое влияние на растения

Биотические факторы, воздействующие на растения как первичные продуценты органического вещества, подразделяют на зоогенные и фитогенные.

Зоогенные биотические факторы. К факторам воздействия животных на растительность прежде всего относится поедание растения целиком или отдельных его органов (частей). Объедание животными ветвей и побегов изменяет форму кроны деревьев. Значительное количество семян идет на питание птиц и грызунов. Растения, повреждаемые животными-фитофагами, приобретают защитные приспособления (колючки, шипы и т.п.), образуют избыточную фитомассу, усиленно наращивают оставшиеся листья и т.п.

Экологически значимым фактором является и механическое воздействие животных на растения, заключающееся в повреждении всего растения при поедании его частей, а также вытаптывание.

Имеется и положительное влияние животных на жизненные процессы растений, например, опыление насекомыми и птицами.

Фитогенные биотические факторы. Растения, испытывая многообразные влияния от соседних растений, одновременно сами воздействуют на них. Повсеместно существует переплетение и срастание корней, охлестывание ветвями соседних крон, использование одним растением другого для прикрепления и многие другие формы взаимоотношений между растениями. Любое растительное сообщество в свою очередь влияет на совокупность абиотических характеристик среды своего обитания.

Биотические факторы почвенного покрова

В процессах образования и функционирования почвы важнейшую роль играют живые организмы. В первую очередь к ним относятся зеленые растения, извлекающие из почвы питательные химические вещества и возвращающие их обратно с отмирающими тканями. Растительность создает непрерывный поток зольных элементов из более глубоких слоев почвы к поверхности, т.е. их биологическую миграцию.

В почве постоянно обитает множество организмов различных групп. В ней живут грызуны, ящерицы, роют норы кролики. Часть жизненного цикла многих беспозвоночных (жуки, прямокрылые и т.п.) также проходит в почве. Ходы и норы способствуют перемешиванию и аэрации почвы, облегчают рост корней.

Протекающие в почве процессы синтеза, биосинтеза, разнообразные химические реакции преобразования веществ связаны с жизнедеятельностью бактерий.

Среди почвенных бактерий особую функцию выполняют нитрифицирующие (азотфиксирующие), играющие важнейшую роль в круговороте азота в природе.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что представляет собой среда и экологические факторы.
2. Перечислите возможные экологические факторы.
3. Рассмотрите климатические факторы.
4. Рассмотрите основные топографические факторы.
5. Дайте краткую характеристику космическим и высокотемпературным факторам.
6. Рассмотрите состав водной, воздушной и почвенной среды.
7. Дайте характеристику биотическим факторам.
8. Рассмотрите классификацию биотических связей. Дайте определения и приведите примеры.
9. Что представляет собой совокупное воздействие экологических факторов.
10. Как живые организмы реагируют на изменение уровня экологических факторов.
11. Рассмотрите закономерности воздействия факторов среды на организмы.

ЛЕКЦИЯ №3

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ЗЕМЛИ. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ ВЕРНАДСКОГО

1. Биосфера и ее структура.
2. Растительный покров Земли и ее животный мир.
3. Биогеохимический цикл миграции вещества и энергии в природе.
4. Законы экологии Барри Коммонера.
5. Эволюция биосферы.

Биосфера и ее структура

Биосфера, по определению В.И. Вернадского, – наружная оболочка (сфера) Земли, область распространения жизни (bios – жизнь). По последним данным, толщина биосферы 40-50 км. Она включает в себя (рис. 1.) нижнюю часть атмосферы (до высоты 25–30 км, до озонового слоя), практически всю гидросферу (реки, моря и океаны) и верхнюю часть земной коры литосферу (до глубины 3 км).

Важнейшими компонентами биосферы являются: живое вещество (растения, животные и микроорганизмы); биогенное вещество (органические и органоминеральные продукты, созданные живыми организмами на протяжении геологической истории – каменный уголь, нефть, торф и др.); косное вещество (горные породы неорганического происхождения и вода); биокосное вещество (продукт синтеза живого и неживого, т.е. осадочные породы, почвы, илы).

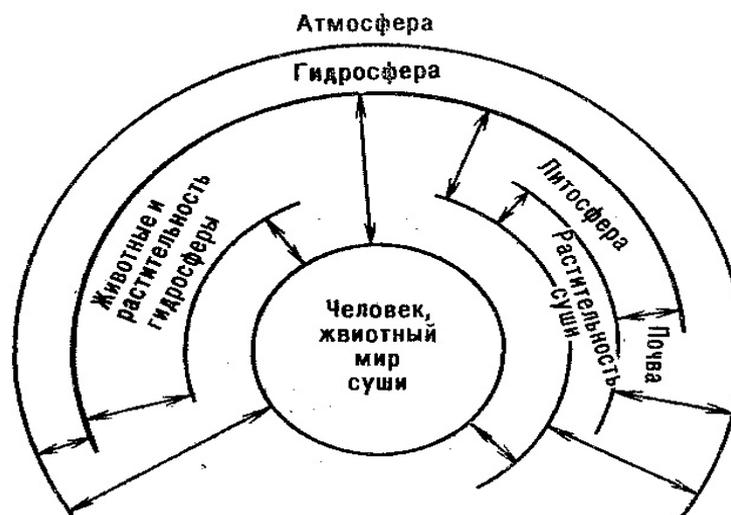


Рис. 1. Схема биосферы

Отличительная и определяющая особенность биосферы состоит в ее целостности и населенности жизнью. Живое вещество Земли представляет

собой самую мощную силу в биосфере, материально и энергетически определяющую его функции. В результате непрерывного взаимодействия (обмена) между компонентами биосферы под влиянием живого вещества изменяются как населяющие биосферу организмы, так и среда, в которой они живут. Благодаря живому веществу поддерживаются взаимосвязь и взаимобусловленность всех компонентов в биосфере. Эта многосторонняя и разнообразная связь определяет биосферу как гигантскую экологическую систему, в которой человек является, с одной стороны, биологической частицей всей системы, а с другой – активным ее преобразователем.

Неуправляемо возрастающая техническая и энергетическая вооруженность человечества оказывает отрицательное влияние на сбалансированность процессов в биосфере. Поэтому сегодня глобальной задачей человечества является определение и осуществление допустимых пределов воздействия на биосферу с целью предотвращения экологической катастрофы.

Конечная цель человека в отношении биосферы управление всеми важнейшими процессами, происходящими в экологических системах, т.е. преобразование биосферы в ноосферу – «сферу разума».

Ноосфера – высшая стадия развития биосферы, характеризующаяся сохранением всех естественных закономерностей, присущих биосфере, при высоком уровне развития производительных сил, научной организации воздействия общества на природу, максимальными возможностями общества удовлетворять материальные и культурные потребности человечества.

В учении о ноосфере В.И. Вернадский выделил мысль о том, что геохимические функции человечества характеризуются не его массой, а его производственной деятельностью. Темп, направление, характер использования человечеством биогеохимической энергии должны определяться не потребностями, а Разумом человека.

Ноосфера – это не просто общество, существующее в определенной среде, и не просто природная среда, подвергающаяся сильному воздействию общества, а нечто целое, в котором сливаются развивающееся общество и изменяемая природная среда. Возникает совершенно новый объект, в котором переплетаются законы неживой и живой природы, общества и мышления.

Ноосфера – это новое состояние биосферы, основанное на универсальной связи природы и общества, когда дальнейшая эволюция планеты Земля делается направляемой Разумом.

Атмосфера представляет собой естественную внешнюю газообразную оболочку Земли. Она обеспечивает физиологические процессы дыхания, регулирует интенсивность солнечной радиации, служит источником атмосферной влаги, а также средой, в которую удаляются остаточные газообразные продукты жизнедеятельности людей и других живых существ – диоксид углерода. Состав, температура, перемещение воздушных масс в атмо-

сфере являются необходимыми условиями существования всех живых организмов на Земле. В отличие от других элементов биосферы атмосфера представляет собой неразрывное единство в масштабе всей Земли. Для атмосферы характерна устойчивая саморегуляция качественного состояния. Качество атмосферы, как и всех других компонентов биосферы, – обобщенный показатель, выражающий такое ее состояние, при котором обеспечивается постоянный обмен вещества и энергией между живыми и неживыми компонентами природы, что и обуславливает постоянное и непрерывное воспроизводство жизни на Земле.

На современном этапе развития общества человек оказывает воздействие на атмосферу, вызывая изменение ее качественного состояния, в нескольких направлениях: происходит ее загрязнение вредными химическими веществами, шумом, вибрацией и электромагнитными излучениями; истощаются запасы кислорода: разрушается озоновый слой.

Под загрязнением атмосферного воздуха (водоемов, почвы) понимают его физико-химическое или биологическое изменение, вызываемое действием стихийных природных сил или антропогенных факторов, порождаемых деятельностью человека, оказывающее вредное влияние на людей, животных и растительный мир, окружающую среду в целом.

Атмосферный воздух считается загрязненным, если он содержит вредные примеси в концентрациях, способных оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека, уменьшать сопротивляемость его организма вредным факторам внешней среды, вызывать неприятные ощущения, ухудшать настроение, нарушать функциональное состояние центральной нервной системы, а значит, не отвечает требованиям и критериям, лежащим в основе предельно допустимых концентраций в нем загрязняющих веществ.

Степень загрязнения атмосферного воздуха – показатель его качественного состояния. Качественное состояние атмосферы непосредственно влияет на состояние растительного покрова суши, прежде всего лесов, на качественный состав Мирового океана и почвы, а также на состояние здоровья людей.

Охрана атмосферного воздуха в современных условиях включает:

- сохранение оптимального газового состава атмосферы, достигаемое регулированием потребления воздуха в производственных и транспортных целях, сохранением растительности, в первую очередь лесов, и предотвращением загрязнения Мирового океана;

- сокращение поступления в воздушный бассейн населенных пунктов загрязняющих отходов всех видов;

- предотвращение разрушения озонового слоя фреонами и продуктами сгорания топлив.

Основополагающие нормативные положения по охране атмосферного воздуха закреплены в Законе «Об охране атмосферного воздуха».

Гидросфера. Под гидросферой понимают водную оболочку Земли, включающую океаны, моря, континентальные водоемы и ледяные покровы материков. Гидросфера находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и верхней частью литосферы. Все природные воды представляют собой единую экологическую систему.

Вода самое распространенное вещество, она обеспечивает существование жизни на Земле. Вода входит в состав клеток любого животного и растения. Сложнейшие биохимические реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии воды. Климат и погода на Земле во многом определяются наличием водных пространств и содержанием водяного пара в атмосфере.

Вода является компонентом большинства промышленных технологий и энергетических установок. Например, для выплавки 1 т чугуна, переработки его в сталь и прокат, потребляется до 300 м³ воды, а для получения цветных металлов – до 4000 м³ и более. Добыча нефти и подавляющее большинство нефтехимических процессов ее переработки связано с использованием больших объемов воды. На заводах, работающих по устаревшей технологии, расходуется до 1015 м³ на 1 т перерабатываемой нефти, по мере совершенствования технологических процессов расход воды сокращается: на заводах, построенных в 60-х годах, он достигает 1 м³/т, а на современных предприятиях снижен до 0,5-0,8 м³/т. Наибольший потребитель воды – сельское хозяйство, где на выращивание 1 кг растительной массы расходуется от 200 до 1000 м³ воды (с учетом почвенной влаги).

Кроме технологического использования воды следует иметь в виду, что водные пространства широко используются для перевозки грузов. Водная среда – это среда обитания традиционного и ценнейшего продукта питания – рыбы и других продуктов моря. Велико потребление воды и в жилищно-коммунальных хозяйствах. В настоящее время суточный расход воды на одного городского жителя достигает 300-400 л, в Москве – более 600 л.

Рассматривая значение воды в жизни человека, нельзя забывать о роли водоемов для полноценного отдыха и укрепления здоровья трудящихся. Потребление воды достигло колоссальных размеров и продолжает расти. Данные о суммарном водопотреблении воды в бывшем СССР и РФ по годам представлены ниже:

Водопотребление по годам:	1940	1960	1980	2000*
км ³ /год.....	88	150	390	650
%.....	100	170	430	740

Водные ресурсы состоят из стока рек, подземного стока и запасов почвенной влаги. Наша страна по объему речного стока, который составляет 4700 км³/год, занимает второе место в мире после Бразилии. Несмотря на большие запасы воды, у нас в ряде регионов ощущается ее дефицит. Основная причина дефицита воды обусловлена неравномерным распределением

водных запасов. Около 80 % запаса пресных вод приходится на районы Сибири и Дальнего Востока, где расположено менее 20 % потребителей воды. На Европейскую часть страны и Среднеазиатский регион, где проживают 80 % населения, приходится всего 20 % речного стока. В центральных и южных районах Европейской части страны, в Средней Азии и Казахстане к настоящему времени все водные ресурсы исчерпаны. Проблема водоснабжения стала сдерживать дальнейшее развитие промышленных предприятий и городское строительство.

Недостаток пресной воды обусловлен не только географическим фактором, но и непрерывным увеличением ее потребления промышленностью и сельским хозяйством, а также снижением количества воды в реках (уменьшение годового стока), что является следствием вырубки лесов и осушения болот, загрязнения водоемов сточными водами.

Основной путь преодоления дефицита водных ресурсов заключается в рациональном их использовании. В промышленности, в том числе и в химической, это достигается снижением удельного потребления воды в результате перехода на маловодные технологические процессы и замкнутое водопотребление. Воду после использования очищают от загрязняющих примесей и вновь используют для производственных нужд. В сельском хозяйстве экономия воды обеспечивается сокращением ее потерь при транспортировке по каналам от водоисточников до поливных земель и изменением технологии полива.

Большинство населенных пунктов расположено по берегам рек и озер. Естественные водоемы являются источниками промышленного и бытового водообеспечения, используются в качестве путей сообщения, служат источниками энергии и местами массового отдыха.

В составе гидросферы особое значение имеет Мировой океан. На его долю приходится 71 % всей поверхности планеты, в его водах содержится 96,5 % всех вод гидросферы. Океан выполняет чрезвычайно важные функции для поддержания жизни на Земле, в том числе и для жизни человека. Фитопланктон океана усваивает энергию солнечного излучения и создает белки и жиры, а атмосферу насыщает кислородом. Колоссальные массы воды Мирового океана, поглощенная в них солнечная энергия, растворенные вещества и газы делают его главным регулятором обмена веществ и динамического равновесия в природе. Роль гидросферы объясняется еще и тем, что никакая биологическая жизнь невозможна без воды. Вода – необходимый компонент всех биохимических процессов; место обитания многих необходимых для человека биологических организмов.

В результате хозяйственной деятельности гидросфера подвергается загрязнению, засорению и истощению. Охрана гидросферы осуществляется как путем непосредственной охраны водных источников от загрязнения и регулирования водопользования, так и путем охраны от загрязнения воз-

душного бассейна, земли, недр и сохранения лесов. Сохраняя качество гидросферы, создают благоприятные условия для развития животного и растительного мира, обеспечивают плодородие земель и удовлетворяют потребности человека.

Литосфера – твердая оболочка Земли. Та ее часть, которая находится над поверхностью Мирового океана, называется землей. Одним из важнейших свойств земли является ее плодородие. С плодородием связано понятие земли как почвы, которая обладает способностью давать жизнь растениям. По выражению В.Г. Вильямса, почва представляет собой «сложную комбинацию минеральных и органических веществ, в которых никогда, ни на одну минуту нет состояния покоя, которая насквозь проникнута жизнью и живыми существами, которая сама дает жизнь и в которой состояние покоя и неподвижность есть состояние смерти».

Почва – поверхностный слой земной коры, образовавшейся под длительным воздействием физических, химических и биологических процессов. В образовании почвы особенно велика роль живых организмов, способствующих развитию основного свойства почвы – плодородия. Плодородие – это способность почвы обеспечивать растения питательными веществами и водой.

В почве непрерывно совершается кругооборот химических элементов. В результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов органическое вещество подвергается разложению. Необходимые для развития растений химические элементы (азот, фосфор, калий и др.) переходят формы, доступные для усвоения растениями, и в процессе роста последние извлекаются из почвы. Происходит непрерывная миграция элементов по схеме: почва → растение → почва. Почва и ее плодородие – важнейший и незаменимый источник пищевых ресурсов для человека, главное природное богатство, от которого зависит наша жизнь.

В процессе городского, промышленного и транспортного строительства изымаются земли из сельскохозяйственного оборота. При строительстве гидроэлектростанций в результате заполнения водохранилищ затопляются самые ценные пойменные земли. При чрезмерном выпасе скота значительная часть пастбищ разрушается и постепенно превращается в бесплодные пустыни, например этот процесс очень интенсивно происходит в Калмыкии.

Большой ущерб наносится землям при использовании тяжелых сельскохозяйственных машин (трактора «Кировец»), которые превращают плодородную почву в пыль, уносимую с полей ветрами. При пахоте вдоль склона велики потери плодородного слоя в результате водной эрозии, когда ливневые и талые воды, стекая под уклон, смывают поверхностные частицы почвы. В результате бесхозяйственного отношения к земле площадь пашни на душу населения постоянно уменьшается.

Вместе с урожаем из почвы изымаются органические и минеральные питательные вещества. Например, с клубнями картофеля при урожае 140 ц

с 1 га из почвы извлекается, в пересчете на химические элементы почти 50 кг азота, 20 кг фосфора и 85 кг калия. Если своевременно взамен изъятых веществ не вносить в почву удобрения, в первую очередь органические, то снижается ее плодородие и падают урожаи. Большой ущерб плодородию причиняют «кислотные дожди», существенно повышающие кислотность почв. Главную роль в образовании и функционировании почвы как компонента биосферы играют микроорганизмы. Почвенный покров Земли не только питает растения, но и выполняет ряд функций, связанных с естественным биогеохимическим круговоротом веществ. К их числу относятся: минерализация остатков органических веществ; аккумуляция и распределение, энергии, прошедшей через фотосинтез растений; формирование стока речной воды и химического состава суши. Экологическое значение почвы состоит в том, что она осуществляет связь живой и неживой природы, атмосферного воздуха, вод и недр. Народнохозяйственное значение почвы заключается в том, что она является основным средством производства в сельском и лесном хозяйствах.

В результате хозяйственной деятельности человека в почве накапливаются загрязнения, оседающие из атмосферы; загрязнения, сбрасываемые вместе со сточными водами при выпуске их на грунт, а также твердые отходы. В населенных пунктах и их окрестностях почвы на значительные расстояния загрязняются мышьяком, ртутью, фтором, свинцом, медью, марганцем, железом, а также сажей, нефтепродуктами и ядохимикатами. Загрязнения вызывают неблагоприятные последствия, проявляющиеся двояко: либо происходит прямое их воздействие на здоровье человека, либо через растения, выращиваемые на загрязненной почве. Вместе с тем загрязнение подавляет биоценозы почвы (сообщества микроорганизмов), чем нарушается ее способность к минерализации органических веществ и накоплению питательных веществ, необходимых для развития растений. Загрязненная почва «умирает» и исключается из естественного процесса развития и продолжения жизни на Земле.

При строительстве промышленных предприятий, жилых зданий и других объектов, а также при прокладке дорог, если не принимать специальных мер, теряется плодородие почвы, которая перемешивается с пустой породой.

Охрана земель (почвы) состоит в предотвращении ее загрязнения и истощения. Это достигается принятием мер по повышению плодородия, организацией борьбы с водной и ветровой эрозией, недопущению загрязнения почв отходами промышленности и сельского хозяйства, химическими веществами и нефтепродуктами. Охрана земель организуется и проводится в соответствии с «Основами земельного законодательства Союза ССР и союзных республик».

Растительный покров Земли и ее животный мир

Живое вещество биосферы непрерывно создается, преобразуется и разлагается, вовлекая в этот круговорот большие массы минеральных веществ. На Земле практически нет таких участков, где бы отсутствовала жизнь. Как животный, так и растительный мир являются основными источниками продуктов питания, а также важной сырьевой базой для промышленности,

Растительный покров Земли, прежде всего лес, выполняет жизненно важные функции: служит источником кислорода, очищает воздушный бассейн от вредных примесей, предотвращает засухи и ослабляет резкое колебание температуры, выполняет водозащитную функцию – регулирует водный режим рек и других водоемов. Лесная растительность способна поглощать практически все виды химических соединений, выбрасываемых в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. Сохранение и расширение территории лесов способствуют улучшению качественного состояния окружающей среды. Леса и иная растительность выполняют важнейшую экологическую функцию – поддерживают оптимальный для жизни газовый состав атмосферы. Состояние лесов оказывает прямое воздействие на климат планеты и санитарно-гигиенические условия жизни людей.

Охрана лесов достигается предотвращением их уничтожения, организацией воспроизводства лесных посадок, а также охраной от загрязнения атмосферного воздуха, вод и земель. Порядок и содержание охраны растительного и животного мира определены «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» и Законом СССР «Об охране и использовании животного мира».

Биогеохимический цикл миграции вещества и энергии в природе

Основу взаимосвязи явлений, предметов и процессов в природе составляет непрерывная миграция химических элементов литосферы, гидросферы, атмосферы и живой природы. Главенствующее значение в миграции химических элементов в природе принадлежит живым организмам.

Биосфера пронизана бесчисленным количеством прямых и обратных связей между всем многообразием живых и неживых тел, ее образующих. Цикличность обмена веществом и энергией между составляющими компонентами биосферы в самом общем виде проявляется в том, что одни организмы (зеленые растения), называемые продуцентами, усваивают и накапливают солнечную энергию и синтезируют первичную биологическую продукцию (растительные жиры, белки и углеводы) из углекислого газа, питательных веществ неорганического и органического происхождения и воды, выделяя при этом кислород (рис. 2).

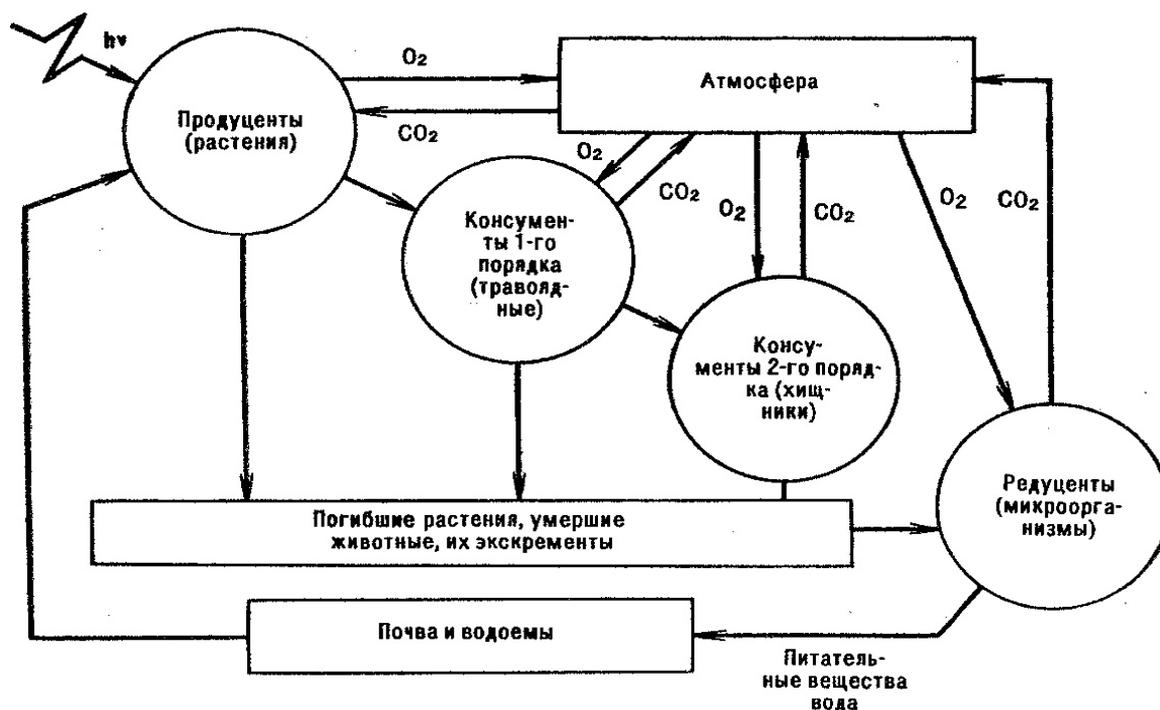


Рис. 2. Биогеохимический цикл миграции вещества

Продукты жизнедеятельности продуцентов (первичная биологическая продукция в виде зеленой массы растений) являются пищей для следующей группы живых организмов – травоядных животных, называемых консументами 1-го порядка. Консументы трансформируют растительную массу во вторичную биологическую продукцию (животные белки и жиры). Травоядные животные служат пищей для хищников – консументов 2-го порядка.

Отходы жизнедеятельности продуцентов и консументов (погибшие растения, экскременты животных и их трупы) являются пищей для следующей, последней группы живых организмов – редуцентов (разлагающих бактерий). В результате жизнедеятельности бактерий происходит минерализация органического вещества (биологической продукции) и поступление в атмосферу углекислого газа. На этом цикл миграции вещества и энергии завершается. Он повторяется многократной непрерывно в процессе существования жизни на Земле. Необходимая для протекания жизненных процессов энергия поступает в виде энергии солнечного излучения. Оно усваивается растениями и выделяется затем в результате превращения биологического вещества в живых организмах.

Таким образом, при участии живого вещества осуществляется круговорот химических веществ из неорганической природы через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду. Этот процесс называется биогеохимическим циклом миграции вещества и энергии.

Биогеоценоз. Основным структурным звеном биосферы является биогеоценоз (bios – жизнь, geos – Земля, koinós – общий), представляющий собой совокупность однородных природных условий (атмосферы, почвы, водной среды и климата), однотипного растительного и животного мира, а также мира микроорганизмов, функционально взаимосвязанных друг с другом на некотором протяжении земной поверхности (рис. 3.).

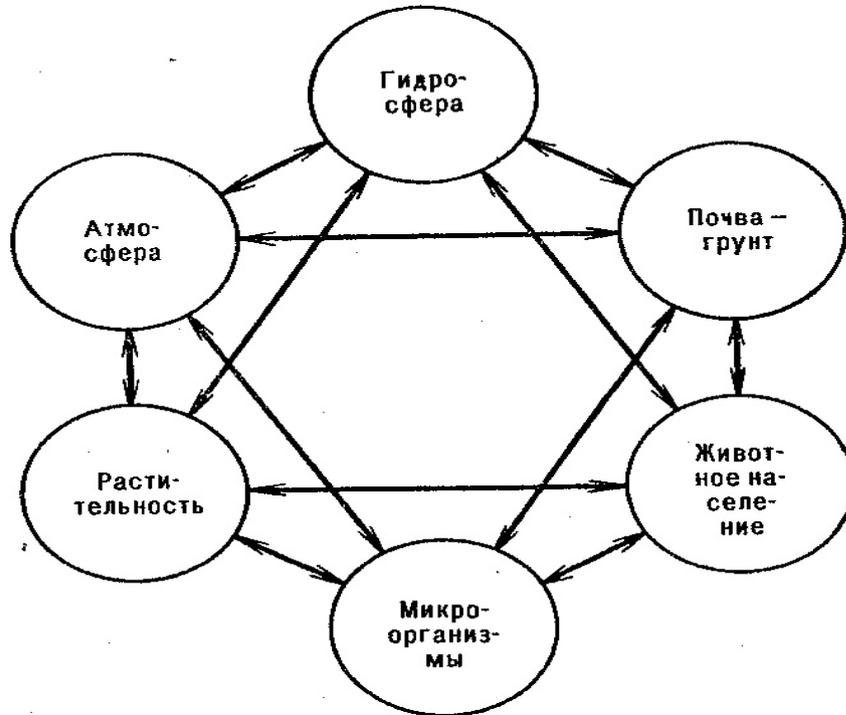


Рис. 3. Биогеоценоз

Все элементы биогеоценоза объединены характерным обменом веществом, энергией и информацией. Они представляют собой внутреннее диалектическое единство, находящееся в постоянном движении и развитии. Взаимосвязи компонентов биогеоценоза весьма разнообразны и сложны. Каждый компонент биогеоценоза зависит от воздействия других его компонентов.

Биогеоценоз, так же как и биосфера в целом, может существовать и развиваться, если его составные элементы нормально функционируют и взаимодействуют один с другим. Любое воздействие на какой-либо элемент биогеоценоза и последующее изменение в данном элементе неизбежно вызывают цепную реакцию во всех звеньях биогеоценоза.

Взаимосвязь и взаимозависимость всех звеньев биогеоценоза рассмотрим на одном из примеров круговорота вещества в водоеме. Фитопланктон (совокупность «парящих» в толще воды микроскопических растений) и водоросли, растущие в водоеме, под воздействием солнечного света усваивают из воды и грунта питательные вещества – диоксид углерода, нитраты, фосфаты и другие вещества, в результате чего их биомасса увеличивается.

Одновременно растения и фитопланктон выделяют кислород, который растворяется в воде. Темпы размножения и роста биомассы фитопланктона и водорослей лимитируются наличием питательных веществ и количеством солнечной энергии.

Фитопланктон и водоросли служат пищей зоопланктону (совокупность мелких животных организмов, свободно «парящих» в толще воды) и травоядным рыбам. Зоопланктон и молодь травоядных рыб поедается хищными рыбами, последние служат пищей некоторым животным и человеку. Отмирающие растения, погибающие рыбы, а также их экскременты используются в качестве пищи микроорганизмами – разлагающими бактериями. Аэробные бактерии в процессе разложения органических остатков потребляют, как и другие живые организмы, растворенный в воде кислород, выделяя вместо него диоксид углерода, а также возвращают в водоем питательные вещества в виде нитратов, фосфатов и других неорганических веществ.

Размеры популяций растений, зоопланктона и рыб определяются количеством пищи, а популяции зоопланктона и рыб, кроме того, – качеством среды обитания (концентрацией растворенного в воде кислорода).

Из рассмотрения связей между компонентами биогеоценоза и биосферы, заключающихся в обмене веществом и энергией, следует, что в происходящих в природе жизненных процессах нет накапливающихся отходов. Продукты жизнедеятельности (отходы) каждой из форм жизни (продуцентов, консументов, редуцентов) являются пищей для других форм жизни.

В природе для любой органической субстанции (вещества), вырабатываемой в процессе жизнедеятельности одних организмов, существуют другие живые существа, способные эту субстанцию (вещество) разложить при использовании ее в качестве пищи. Таким образом, в природе нет отходов, нет накапливающихся загрязнений – природа сама себя, очищает.

Взаимосвязь и взаимообусловленность в природе обеспечивают устойчивость биогеоценозов и определяют самовосстановительную способность природы, постоянное качественное и количественное состояние компонентов биосферы – чистого воздуха, чистой воды и чистой почвы.

Законы экологии Барри Коммонера

Многообразие связей между компонентами биосферы, взаимозависимость элементов биогеоценозов, развитие и самосовершенствование природы отражено в четырех законах экологии, сформулированных американским ученым Барри Коммонером.

Закон первый – все связано со всем. Этот закон отражает существование колоссальной сети связей в биосфере между живыми организмами и физико-химическим (природным) окружением. Любое изменение качества физико-химического состояния природной среды по существующим связям передается как внутри биогеоценозов, так и между ними, влияет на их развитие.

Закон второй – все должно куда-то деваться. Ничто не исчезает бесследно, то или иное вещество просто перемещается с места на место, переходит из одной молекулярной формы в другую, влияя при этом на жизненные процессы живых организмов. Действие этого закона – одна из главных причин кризиса окружающей среды. Огромные количества веществ, например нефти и руды, извлечены из земли, преобразованы в новые соединения и рассеяны в окружающей среде.

Закон третий – ничто не дается даром. Глобальная экологическая система, т.е. биосфера, представляет собой единое целое, в рамках которого любой выигрыш сопряжен с потерями, но в другом месте. Все, что извлечено, из природы, должно быть возмещено. Платежей по этому векселю невозможно избежать, он может быть только отсрочен. Например, при выращивании зерна, овощей мы извлекаем из пашни химические элементы (азот, фосфор, калий и др.) и если в нее не вносить удобрения, то урожаи постепенно начинают снижаться.

Закон четвертый – природа «знает» лучше. Этот закон базируется на результатах возникновения и развития жизни на Земле, на естественном отборе в процессе эволюции жизни. Так, для любого органического вещества, вырабатываемого организмами, в природе существует фермент, способный это вещество разложить. В природе ни одно органическое вещество не будет синтезировано, если нет средств для его разложения. Вопреки этому закону человек создал (и продолжает создавать) химические соединения, которые, попадая в природную среду, не разлагаются, накапливаются и загрязняют ее (полиэтилен, ДДТ и др.). Этот закон предупреждает нас о необходимости разумного преобразования природных систем (строительства плотин, переброски стока рек, мелиорации и многое другое).

Таким образом, нарушение человеком отдельных звеньев в общем комплексе взаимосвязи явлений и предметов природы вызывает цепную реакцию распада исторически сложившейся экологической системы. Нарастание техногенных выбросов, загрязняющих атмосферу, почву, реки, моря и океан, может превысить скорость природного круговорота вещества в отдельных его звеньях, т.е. скорость использования природы может перешагнуть порог ее самозащиты и самовосстановления.

Биосфера конечна, она имеет вполне определенные геометрические размеры и биологические возможности. Поэтому, нельзя получить от природы больше, чем она может дать. Если не принять срочных и эффективных мер, локальные экологические кризисные явления, вызванные загрязнением отдельных районов Земли, могут перерасти в глобальные кризисные явления.

Сегодня можно определенно заключить: во-первых; нарушение биологического круговорота в результате интенсивной хозяйственной деятельности, незнания экологических законов биосферы и грубого вмешательства в

механизм природных биогеохимических циклов не только подрывает основу устойчивости и организованности биосферы Земли, но и приводит к тяжелым, нередко трагическим последствиям для самого человека.

Прогрессирующее загрязнение воздушного пространства и водоемов, разрушение почвенного покрова, снижение продуктивности природных биологических ресурсов, нарушение способности экологических систем к самоочищению и самовосстановлению выдвинуло охрану окружающей природной среды на одно из первых мест в производственной, коммунально-бытовой и культурной деятельности общества.

Взаимосвязь и взаимообусловленность явлений, предметов и процессов в природе определяют необходимость комплексного подхода к решению практических и хозяйственных задач, который обеспечивал бы сохранение природного равновесия.

Второй вывод, вытекающий из рассмотрения естественного кругооборота вещества и энергии, происходящего в биосфере, указывает нам путь оптимизации взаимоотношений человека со средой его обитания. Он заключается в том, что применяемые человеком технологии как производства, так и потребления продукции во всех сферах народного хозяйства должны быть замкнутыми, безотходными, аналогично тому, как построены биогеохимические циклы миграции вещества и энергии в биосфере.

Современные технологические процессы производства и потребления вещества отличаются крайне низкой степенью замкнутости. Неиспользованные отходы сфер производства и потребления составляют 50-90 %. Таким образом, современная технология является экологически «грязной», нарушающей динамическое равновесие в биосфере. Задача сегодняшнего дня состоит в постепенном переходе к малоотходным и безотходным технологиям производства продукции, ее потребления и эксплуатации техники. Практическое сокращение загрязнения природной среды в немалой степени сдерживается консервативностью применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства технологий. Медленно разрабатываются и внедряются малоотходные производственные процессы и процессы эксплуатации техники, прогрессивные способы утилизации отходов, нейтрализации веществ, загрязняющих атмосферный воздух, водоемы и почву.

От того, как человечество в ближайшее десятилетие организует общественное производство в техническом смысле, зависит, сохранится или необратимо нарушится динамическое равновесие в природной среде, сложившееся за миллиарды лет ее саморазвития. Выход из создавшегося положения состоит в том, чтобы стихийный процесс взаимодействия общества со средой обитания был взят под строгий контроль, чтобы это взаимодействие развивалось по пути рационального использования природных ресурсов. Иначе говоря, ни один хозяйственный проект в самом широком смысле

этого понятия не должен внедряться, если заблаговременно не выяснен возможный ущерб для природной среды в результате его осуществления. Основной и единственно надежный подход состоит в создании безотходной технологии, исключающей загрязнение и превращающей отходы в ресурсы.

В большей степени трансформируется среда обитания человека в населенных пунктах, особенно в крупных городах. Изменяется качество необходимых для жизнедеятельности людей природных компонентов, таких как вода и воздух, природный ландшафт заменяется искусственным, деревья и другая растительность ограничены небольшими участками. Все это вместе с шумом, создаваемым транспортом и промышленными предприятиями, создает ту специфическую окружающую среду населенного пункта, которая оказывает существенное воздействие на здоровье, работоспособность и продолжительность жизни населения.

Завершая краткое изучение биосферы, следует отметить, что «Биосфера может прожить» без человека. Человек существовать вне Биосферы не может.

Вот почему человечество должно быть способным предвидеть результаты своих действий, уметь оценивать состояние биосферы и заранее знать, где находится та запретная черта, которая отделяет дальнейшее развитие цивилизации от ее угасания.

Эволюция биосферы

Первые этапы эволюции биосферы проходили под влиянием естественных геоклиматических изменений и изменений видового состава и численности живых организмов. Позже, с появлением человеческого общества, присоединился антропогенный фактор. Выделяют 6 этапов эволюции биосферы:

I этап. Возникновение и развитие жизни в воде – первые организмы назывались гидробионты. Начинается формирование биосферы.

II этап. У гидробионтов появляются паразиты и симбионты. Формируется новая среда жизни – организм хозяина. Появляются фотосинтез, окислительная атмосфера, аэробные организмы.

III этап. Организмы выходят из воды на сушу и осваивают наземно-воздушную среду жизни и почву. Происходит формирование почвы.

IV этап. Развиваются все среды жизни – вода, почва, воздух, организм. Появляется человек. Он становится биосоциальным существом. Биогенез (эволюция под воздействием биологических факторов) переходит в социогенез.

V этап. Законы природы переплетаются с социально – экономическими законами развития общества проходит социальный этап эволюции.

Формируется новая оболочка Земли ноосфера.

VI этап. С появлением ноосферы социогенез сменяется ноогенезом. Человек становится мощной геологической силой в биосфере. Термин «ноосфера» в 1927 году предложили французские ученые философы Э. Леруа и П. Тейяр де Шарден.

Они определили ноосферу как «сферу разума». В 1944 году в работе «Несколько слов о ноосфере» В. И. Вернадский дал более широкое определение: «Ноосфера – это стадия развития биосферы, связанная с появлением человечества. Она включает человеческое общество взаимодействующее с техникой, наукой, культурой, языками, разными видами разумной деятельности».

Контрольные вопросы

1. Что понимается под определением «природная среда»?
2. Дайте определение понятию «биосфера».
3. Рассмотрите состав и структуру атмосферы.
4. Рассмотрите состав и структуру гидросферы.
5. Рассмотрите состав и структуру литосферы.
6. Что представляют собой биологические структуры биосферы?
7. Эволюция биосферы. Основные понятия и этапы.
8. Из каких элементов природы состоит биосфера?
9. Назовите важнейшие компоненты биосферы?
10. Каковы основные положения теории В. И. Вернадского о биосфере?
11. Какова роль атмосферы, гидросферы, почвы, растительности и животных в развитии жизни на Земле?
12. Как трактуются законы экологии Б. Коммонера? Приведите примеры их действия применительно к Вашей профессии.
13. Верно ли утверждение: «Человек существовать вне Биосферы не может».

ЛЕКЦИЯ № 4 ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

1. Состояние биосферы и болезни.
2. Охрана здоровья человека.
3. Биологические факторы риска.
4. Химические факторы.
5. Физические факторы.
6. Факторы добровольного риска.

Состояние биосферы и болезни

Человек – лишь незначительная часть биосферы. На протяжении тысячелетий он стремился не столько приспособиться к природной среде, сколько сделать ее удобной для своего существования.

На здоровье человека влияет множество экологических факторов: болезнетворные микроорганизмы, загрязнение воздуха, воды, почвы, питание, погода, другие условия окружающего мира.

Охрана здоровья человека

Это проблема, которая приобрела глобальный характер раньше других экологических проблем. Еще в эпоху средневековья и раннего капитализма распространялись грозные эпидемии и пандемии, против которых национальные меры были малоэффективны – потребовались согласованные международные действия. В 1881 г. Луи Пастер открыл принцип действия вакцин, вырабатывающих невосприимчивость организмов к некоторым заразным болезням. В 1883 г. Мечников создал теорию иммунитета. Однако до сих пор не удалось получить эффективных вакцин против малярии, гриппа, стафилококков, венерических заболеваний, не говоря уже о раке и СПИДе.

Особенности воздействия человека на окружающую природу и окружающую среду вытекают из его двойственного положения в биосфере. С одной стороны, человек – это биологический вид, являющийся элементом экосистемы и входящий в общую систему круговоротов вещества и энергии, с другой стороны – член социума, пользующийся всеми его достижениями.

Происхождение человека, его становление как биологического вида называется *антропогенезом*.

Движущимися факторами антропогенеза являются как биологические, так и социальные факторы.

Биологические факторы – это наследственность, изменчивость, борьба за существование и естественный отбор.

Социальные факторы – это трудовая деятельность человека, его общественный образ жизни, речь и мышление.

Человек имеет биосоциальную природу и развивается под воздействием двух программ: биологической и социальной. Первая определяет его

морфофизиологические особенности, в результате второй – происходит формирование личности человека, его социокультурных ценностей, морали, политических убеждений и т.п. Сегодня эволюция человека продолжается.

Предположительно, она идет даже более быстрыми темпами, чем ранее. Во-первых, на всех стадиях онтогенеза присутствует естественный отбор, во-вторых, возросла доля мутаций как в соматических, так и в половых клетках человека, в связи с увеличением роли мутагенов, поступающих в окружающую среду из-за активно идущего техногенеза.

Мутации – это внезапно и случайно появляющиеся изменения в наследственной информации соматических клеток (соматическая мутация) или в зародышевых клетках, которые не являются следствием рекомбинации и которые наследуются. Фенотипически эти изменения проявляются в разной степени.

Мутагены оказывают действие на весь организм, но действуют ненаправленно. К мутагенам можно отнести: радиоактивное и рентгеновское излучение; холодовой шок и высокие температуры; колхицин и никотин; азотистую кислоту и всевозможные газы, среди которых безусловно выделяется иприт.

При нормальной жизнедеятельности организма мутации могут возникнуть спонтанно, и тогда выяснить внешнюю причину мутаций сложно. Однако мутации могут быть индуцированными, т.е. вызываться физическими или химическими воздействиями. Однако, даже в этом случае, при использовании мутагенов не удается вызвать направленных мутаций.

Вид человек разумный сегодня подразделен на 3 (5) рас: европеоидную, монголоидную, австрало-негроидную или на европеоидную, монголоидную, американскую, австралоидную и негроидную. Расы возникли вследствие расселения и последующей изоляции на долгое время популяций неантропов, живших в разных природно-климатических зонах. Различия между расами заключаются в цвете кожи, в форме носа, разрезе глаз, в особенностях потовыделения и т.п. Они сформировались вследствие адаптаций людей к определенному образу жизни. Однако все имеющиеся отличия не мешают людям разных рас создавать семьи и оставлять потомство.

В истории развития вида человек разумный произошло три революции: *неолитическая* (около 10-12 тысяч лет назад), приведшая к тому, что человек перестал вести кочевой образ жизни и начал заниматься сельским хозяйством; *промышленная* (начало XIX века) – знаменовалась тем, что стало развиваться промышленное производство и сельскохозяйственные труженники стали наемными рабочими, и *экологическая* (70-е годы XX века), – связана с техническими достижениями человечества и с ростом загрязнения окружающей среды. Начиная со второй революции – промышленной активно наметилась тенденция к урбанизации.

Урбанизация – это исторический процесс, связанный с ростом городов и распространением городского образа жизни. Урбанизация носит объективный характер, однако она приносит в жизнь человечества очень много проблем, поскольку с улучшением условий существования происходит концентрация промышленных производств, увеличение транспорта, сокращение зеленых насаждений, и как следствие появление новых мутагенов и рисков для жизни человека. Сегодня на Земле проживает около 7 млрд. человек. Средняя продолжительность жизни по данным ООН составляет 62 года (63 – у женщин и 60 – у мужчин). В России мужчины в среднем живут до 58 лет, женщины до 71 года. Есть страны (Япония), где средняя продолжительность жизни выше (мужчины до 75 лет, женщины до 81 года). По прогнозам ученых в дальнейшем ожидается увеличение общей численности населения, и как следствие дальнейшая активизация процесса урбанизации.

Существует несколько прогнозов роста численности населения (приведено по И. Щукину, 2004). По 1 варианту (неустойчивое развитие) – к концу XXI века возможен рост численности населения до 28-30 млрд. человек, что сделает затрудненным обеспечение населения продуктами питания. По 2 варианту (устойчивое развитие) – численность населения необходимо стабилизировать на уровне, не превышающем 10 млрд. человек, что будет соответствовать удовлетворению жизненных потребностей человека и дальнейшему нормальному развитию общества. Безусловно, также необходимо ограничить и общую численность проживающего в городах населения. Сегодня, существует несколько десятков городов миллионеров, среди которых самыми крупными мегаполисами можно считать Токио (27 млн человек), Нью-Йорк и Сан-Паулу (17 млн человек), Мехико, Шанхай, Бомбей (около 15 млн человек). В Москве численность населения, вместе с приезжими составляет около 12 млн. человек. Безусловно столь заселенные территории, с высокой плотностью населения порождают массу проблем, среди которых на первом месте стоит загрязнение окружающей среды.

Появились новые болезни. Есть факторы, говорящие о том, что некоторые ядовитые выбросы в воздух и водоемы влияют на наследственность. Растет число новорожденных с генетическими отклонениями от нормы. Очень велика детская смертность.

Ежегодно появляются десятки тысяч химических соединений, действие которых на организм неизвестно.

Причины «средовых болезней» разнообразны. Основные факторы риска представлены в табл. 1.

Статистика говорит, что 60–90% наиболее грозных раковых заболеваний человека обусловлено факторами окружающей среды: загрязнением канцерогенами воздуха, воды, товаров, строительных материалов, качеством питания и лекарств, табаком, наркотиками и т.д. Рак – общечеловеческая проблема: около 2,9 млн случаев ежегодно регистрируется в развитых странах и 3 млн – в развивающихся. Опасно влияние на здоровье человека

разнообразных вредных веществ: ртути, кадмия, диоксинов, нитратов, пестицидов и т.д. Страшно то, что воздействие большинства так называемых средовых загрязнителей отдельный человек почти не может контролировать. Экологические факторы, влияющие на здоровье людей, условно можно подразделить на биологические, химические, физические и факторы добровольного риска.

Т а б л и ц а 1

Основные факторы риска

Сферы	Группы факторов	Значение для здоровья – примерный удельный вес, %
Образ жизни	Курение, потребление табака, несбалансированное питание, употребление алкоголя, вредные условия труда, стрессовые ситуации, плохие материально-бытовые условия, непрочность семей, одиночество	49 – 53
Генетика, биология человека	Предрасположенность к наследственным и дегенеративным болезням	18 – 22
Внешняя среда, природные условия	Загрязнение воздуха и воды канцерогенами, другие загрязнения воздуха и воды, загрязнение почвы, жилища, резкая смена погоды, различные излучения	17 – 20
Здравоохранение	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи и ее несвоевременность	8 – 10

Биологические факторы риска

В окружающей человека природной среде обитает огромное число патогенных микроорганизмов природного и антропогенного происхождения, вызывающих различные болезни.

Инфекционные заболевания в современном мире характерны в первую очередь для слаборазвитых стран. До недавнего времени в Азии, Африке и Латинской Америке были распространены практически забытые в развитых странах оспа, чума, холера, малярия. Сегодня, благодаря успехам медицины и фармакологии, ситуация изменилась в лучшую сторону. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) взяла на себя координации всех мер, направленных на борьбу с болезнями.

Рост инфекционных заболеваний является индикатором социально-экономического неблагополучия страны и отдельных регионов. Туберкулез относится к числу типичных социальных болезней. В России после длительного медленного снижения заболеваемости туберкулезом началось резкое

ухудшение эпидемиологической ситуации. В нашей стране встречается также лептоспироз, возбудитель которого переносится обыкновенными мышами-полевками. Во многих странах серьезная проблема – гепатит. Наиболее массовой инфекцией остается грипп.

«Чума» XX века – синдром приобретенного иммунодефицита – СПИД. В 1990 эпидемия СПИДа охватила 156 стран, расположенных на всех континентах. Общее число больных, по мнению экспертов ВОЗ, составило 600 тыс. человек, в 1997 г. Называлась цифра более 1,7 млн человек, сейчас в мире зарегистрировано 30 млн человек. Эта болезнь поражает иммунную систему человека, делает ее неспособной сопротивляться смертоносному вирусу. По литературным данным, основные ее симптомы таковы: увеличение лимфатических узлов; длительное беспричинное повышение температуры – от 37 до 39 °С; прогрессирующая потеря веса; частые гнойные поражения; длительное расстройство стула.

Главными распространителями СПИДа являются наркоманы, гомосексуалисты и проститутки. СПИД отличается от других болезней тем, что в его распространении решающую роль играет нравственное и духовное состояние сообщества. В России зарегистрировано 350000 больных СПИДом.

Создание вакцины против СПИДа осложняется отсутствием живой модели, т.е. животных, обладающих иммунной системой, сходной с иммунной системой человека.

Химические факторы

Последствия химических загрязнений биосферы для человека зависят от природы, концентраций и времени действия. Реакция организма на загрязнения зависит от возраста, пола, состояния здоровья. Наиболее уязвимы дети, пожилые и больные люди. При систематическом поступлении в организм даже небольших количеств токсичных веществ могут наступать хронические отравления, признаками которых являются нейропсихические отклонения, утомления, сонливость или бессонница, апатия, ослабление внимания. Сходные признаки наблюдаются и при радиоактивном загрязнении среды, превышающем нормы. Высокотоксичные соединения часто приводят к хроническим заболеваниям различных органов и нервной системы; действуют на внутриутробное развитие плода, вызывая различные отклонения у новорожденных. Медики установили прямую связь между ростом числа больных аллергией, бронхиальной астмой, раком и ухудшением экологической обстановки в регионе.

Канцерогены вызывают особую озабоченность людей. Установлено, что многие вещества (хром, никель, бериллий, асбест, табак и др.) являются канцерогенными. Еще в прошлом веке рак был почти неизвестен у детей, сейчас он встречается среди них довольно часто. Пища, воздух и вода также могут содержать токсичные и канцерогенные вещества, представляющие

опасность для человека. Интересно, что процент заболеваний той или иной формой рака различен в разных регионах и разных группах населения.

Т а б л и ц а 2

Основные причины заболевания раком

Причина заболевания	Доля от числа заболевших, %
Курение	30
Пища	35
Условия работы	5
Спиртные напитки	3
Различные виды излучения	3
Загрязнения воздуха и воды	2
Лекарства, рентген	1
Пищевые добавки	1
Пенопласт, асбест, некоторые красители для волос и другие потребительские товары	1
Причины, не связанные с окружающей средой (травмы, инфекции, беременность и т.д.)	17

Многие канцерогены могут вызывать необратимые изменения в генах, называемые *мутацией*.

Диоксины – группа хлорсодержащих органических веществ, которую в последние годы считают наиболее экологически опасной. В данную группу входят – универсальные клеточные яды, поражающие все живое. Пик выброса диоксинов пришелся на 60 – 70 гг. Диоксины не производятся промышленно, они образуются при производстве других химических веществ – синтезе гексахлорфенолов, гербицидов и др. Источниками диоксинов являются также сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, металлообрабатывающей, электронной, радиопромышленности и др., использующих для обезжиривания хлорорганические растворители. Кроме того, диоксины попадают в атмосферу с выхлопными газами автомобилей, при хлорировании питьевой воды, горении «техногенной» древесины и т.д. Загрязнение среды возникает и при промышленных авариях.

Диоксины способны влиять на репродуктивную систему. У рабочих, занятых в производств хлорфенолоксигербицидов, отмечается импотенция, а у их жен – повышенная частота выкидышей.

Продукты питания и лекарственные препараты могут содержать вещества, оказывающие вредное воздействие на здоровье людей. До 40% смертей от рака можно связать с питанием или приготовлением пищи. Даже обжаривание мяса может приводить к образованию канцерогенных веществ. Излишний жир иногда стимулирует выработку гормонов, способствующих возникновению рака молочной железы. Избыточное потребление соли может приводить к появлению гипертонии, избыток сахара – к порче зубов и т.д. Добавки и загрязнения, присутствующие в продуктах, медика-

ментах и косметических товарах, способны также вызывать различные заболевания. В медикаменты тоже вводят примеси для маскировки горечи или иного неприятного вкуса. Красители и ароматизаторы используются также для замены дорогих натуральных компонентов. Например, вместо натурального сока в ароматизированные безалкогольные напитки часто добавляют заменитель. Фактически целые группы продуктов, в том числе и диетических, вероятно, не могли бы существовать без добавок, необходима уверенность в том, что они безвредны. В США было испытано около 450 химических добавок, 80% из которых были объявлены безвредными, 14% – вероятно безвредными и около 5% – сомнительными. Споры вызывают и синтетические заменители сладких веществ. Использование пищевых красителей также возможно только в соответствии с утвержденными списками. В качестве консервантов мяса и рыбы обычно применяют нитраты и нитриты. Они предотвращают рост бактерий, вызывающих пищевые отравления, придают мясу характерную розовую окраску и особый вкус, к которому люди привыкли. Много нитратов поступает в организм с овощами.

Нитриты, например, реагируя с гемоглобином, превращают его в метгемоглобин, не способный переносить кислород. При инактивации 70% гемоглобина в крови наступает смерть. Поэтому устанавливается предельное содержание нитритов в пищевых продуктах.

Даже некоторые витамины (особенно А и Д) при передозировках могут накапливаться в организме до токсических уровней. Съедобные природные продукты (грибы, некоторые растения, плесневые грибки, появляющиеся в крупах, орехах, кукурузе и т.д.) могут синтезировать для своей защиты токсические вещества, многие из которых обладают канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием.

Физические факторы

Физические экологические факторы влияют на здоровье человека не меньше, чем химические соединения. К физическим воздействиям относятся различные излучения, шумы, климатические погодные условия и т.д. Большинство физических факторов внешней среды, с которыми взаимодействует человек, имеют электромагнитную природу. Электромагнитный спектр включает много видов излучений: от длинноволновых до микроволновых.

Влияние лучей на здоровье человека зависит от длины волны. Когда говорят об «облучении», имеют в виду воздействие коротких волн. Эти типы излучений известны как ионизирующая радиация. Воздействие длинных волн называют неионизирующим излучением. Эти два типа излучений по-разному влияют на здоровье людей.

Ионизирующее излучение состоит из рентгеновских лучей, гамма-лучей и космических лучей. Эти виды лучей обладают энергией, достаточной для превращения атомов в ионы с высвобождением электронов. Воздействием

этих ионов и обусловлены изменения в клетках организма. Распад ядер радиоактивных элементов также порождает ионизирующее излучение, состоящее из α -, β -, и γ -лучей. Наиболее опасно γ -излучение, так как оно проходит через несколько сантиметров свинцовой защиты. Опасность рентгеновских лучей возрастает на больших высотах. Поэтому работа космонавтов может быть приравнена к работе с радиоактивным излучением.

Люди подвергаются действию ионизирующих излучений при рентгене, радиоактивном распаде элементов и из космоса. Если исключить воздействие источников, созданных человеком, то уровень излучения будет соответствовать естественному радиационному фону.

Некоторые радиоактивные элементы могут накапливаться в пищевых цепях. Например, известны случаи накопления цинка-65 в моллюсках. Однако их воздействие при попадании в организм с пищей недостаточно изучено, чтобы оценить опасность.

Около половины всех излучений поступает от природных источников. Одну треть в этом естественном фоне составляют космические лучи, вторую треть – природные радиоактивные элементы в почвах и горных породах, оставшаяся треть приходится на радиоактивные элементы, присутствующие в организме человека. Грунтовая вода и природный газ могут содержать радон. Некоторые стройматериалы (камень, фосфогипс и др.) также могут быть источником излучений.

Из антропогенных источников излучений наибольшая доля принадлежит радиоактивным выбросам, рентгеновским процедурам и радиоактивным медикаментам. При путешествии на самолете увеличиваются дозы облучения космическими лучами. Табачный дым также содержит радиоактивные частицы. Значительная доля излучений приходится на радиоактивные осадки.

Ионизирующее излучение может вызывать рак молочной и щитовидной желез, легких, желудочно-кишечного тракта, костей, лейкоз, лучевую болезнь. Помимо рака, последствиями излучения могут быть генетические повреждения, т.е. мутации, которые передаются будущим поколениям. Для профессионального риска установлен предел 5 бэр в год, а для населения – 1 бэр в год, т.е. 1% от природного радиационного фона. Но и природные фоновые излучения, по некоторым оценкам, могут вызывать до 2% генетических болезней.

Неионизирующие излучения – радиоволны, волны от работы электростанций и линий электропередачи и др. – могут вызывать тепловое повреждение тканей, разрушать клетки и провоцировать рак. Пока нет данных о влиянии на людей доз излучений, полученных от радиопередатчиков и высоковольтных линий. Но имеются опасения, что рабочие, постоянно подвергающиеся их действию, рискуют своим здоровьем. К сожалению, в последние годы на всей территории России фактически прекратились исследова-

ния биологического действия электромагнитных полей, создаваемых линиями электропередачи, радиотелевизионными средствами связи, радиолокаторами и другими объектами. Отсутствуют эколого-гигиенические нормативы для защиты окружающей среды от возможного вредного действия этих полей. Имеется лишь план работ Минприроды РФ по выработке единой системы нормативных значений предельно допустимых уровней воздействий неионизирующих лучей.

Итак, в результате внутреннего и внешнего облучения человек в течение года в среднем получает дозу 0,1 бэр, т.е. в течение жизни – около 7 бэр. В этих дозах облучение не приносит вреда. Однако есть такие районы, где даже природный фон выше средней дозы за счет естественных радиоактивных источников.

Наибольшую же опасность, конечно, представляют антропогенные источники загрязнений. Загрязнение обусловлено, в основном, несанкционированно хранимыми или захороненными радиоактивными отходами, технологическими отходами производств, содержащими радионуклеидами и строительными материалами.

Влияние шумов и звуков. Также небезразлично для здоровья человека. Звук называют колебания, воспринимаемые слуховым аппаратом человека – от 16 до 20000 колебаний в секунду. Колебания большей частоты называют ультразвуком, а меньшей – инфразвуком.

Факторы добровольного риска

Помимо факторов окружающей среды, воздействие которых мало зависит от отдельного человека, существуют так называемые факторы добровольного риска, которым люди подвергают себя в процессе курения, употребления наркотиков, алкоголя и занятия различными видами спорта.

Таким образом, для минимизации воздействия на организм вредных факторов следует придерживаться здорового образа жизни. Здоровый образ жизни – есть способ жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным особенностям данного человека, конкретным условиям жизни, и направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья, а также на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

Для соблюдения здорового образа жизни надо учитывать: Индивидуальные наследственные особенности; природно-экологические и социально-экологические условия среды обитания человека; возрастную и половую принадлежность, социально-экономические условия жизни; личностно-мотивационные особенности человека.

Здоровый образ жизни должен определяться следующими факторами: оптимальным двигательным режимом, закаливанием, рациональным питанием, отсутствием вредных привычек.

Доминирующие факторы риска: гиподинамия, переедание, вредные привычки, стресс, загрязнение окружающей среды.

Сегодня загрязнение окружающей среды проявляется в: нарушении биоритмов, аллергиях, росте доли рождения недоношенных детей, возрастании удельного веса хронических заболеваний, росте профессиональных заболеваний. Загрязнение – это привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых вредных химических, физических, биологических, информационных агентов.

По видам загрязняющих агентов выделяют:

Физическое загрязнение – тепловое, радиоактивное, шумовое, электромагнитное, световое.

Химическое – загрязнение тяжелыми металлами, пестицидами, аэрозолями, ПАВами – поверхностно активными веществами.

Биологическое – загрязнение патогенными микроорганизмами, продуктами генной инженерии и т.д.

Загрязнение может быть природным или антропогенным; глобальным или региональным и локальным (местным).

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой антропогенез? Его движущие силы.
2. Мутация как процесс антропогенеза.
3. Дайте определение понятию «урбанизация».
4. Перечислите основные причины средовых заболеваний.
5. Охарактеризуйте химические факторы риска.
6. Охарактеризуйте физические факторы риска.
7. Дайте характеристику биологическим факторам риска.
8. Факторы добровольного риска. Краткая характеристика.

ЛЕКЦИЯ № 5

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1. Проблема народонаселения
2. Озоновый слой, физический смысл образования озонных дыр
- 3 Парниковый эффект и глобальное потепление климата
4. Истощение энергоресурсов

Конец XX века характеризуется мощным рывком научно технического прогресса, ростом социальных противоречий, резким демографическим взрывом, ухудшением состояния окружающей человека природной среды.

Поистине, наша планета никогда раньше не подвергалась таким физическим и политическим перегрузкам, какие она испытала на рубеже XX–XXI веков.

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи и выбросов, загрязняющих Землю, приводят к коренным изменениям в природе и отражаются на самом существовании человека. Часть из таких изменений чрезвычайно сильна и настолько широко распространена, что возникают глобальные экологические проблемы. Имеются серьезные проблемы загрязнения (атмосферы, вод, почв), кислотных дождей, радиационного поражения территории, а также утраты отдельных видов растений и живых организмов, оскудения биоресурсов, обезлесения и опустынивания территорий.

Проблемы возникают в результате такого взаимодействия природы и человека, при котором антропогенная нагрузка на территорию (ее определяют через техногенную нагрузку и плотность населения) превышает экологические возможности этой территории, обусловленные главным образом ее природно-ресурсным потенциалом и общей устойчивостью природных ландшафтов (комплексов, геосистем) к антропогенным воздействиям.

Проблема народонаселения

«Демографический взрыв» – периодическое резкое увеличение численности населения, связанное с улучшением социально-экономических или общеэкологических факторов. Характерен для современного этапа демографической революции человечества. В настоящее время численность населения Земли увеличивается в ряде стран и регионов довольно высокими темпами. В таких регионах, как Западная Европа, Северная Америка, Восточная Европа и на территории РФ отмечается сравнительно низкий рост населения – темп роста составляет в среднем 0,2-0,8%. В других же (Юго-Восточная Азия, Латинская Америка, Индостан, Африка) отмечен высокий

темпы роста населения – в среднем 2,2-2,8%. Численность населения в регионах с низким ростом этого показателя увеличивается ежегодно на 19 млн. человек, тогда как в регионах с высокими темпами роста – на 60 – 80 млн, то есть в 3-4 раза.

На оригинальной диаграмме (рис.4.), составленной экспертами ЮНЕСКО на основе демографических прогнозов, проиллюстрирован рост населения нашей планеты – по масштабам и темпам беспрецедентный в истории человечества. Кривые диаграммы образуют чашу бокала, ширина которой показывает численность населения Земли при неизменной ее площади. Видно, что быстрый рост населения начался с 1960 г. и к концу XX века составил ~ 6 млрд человек.

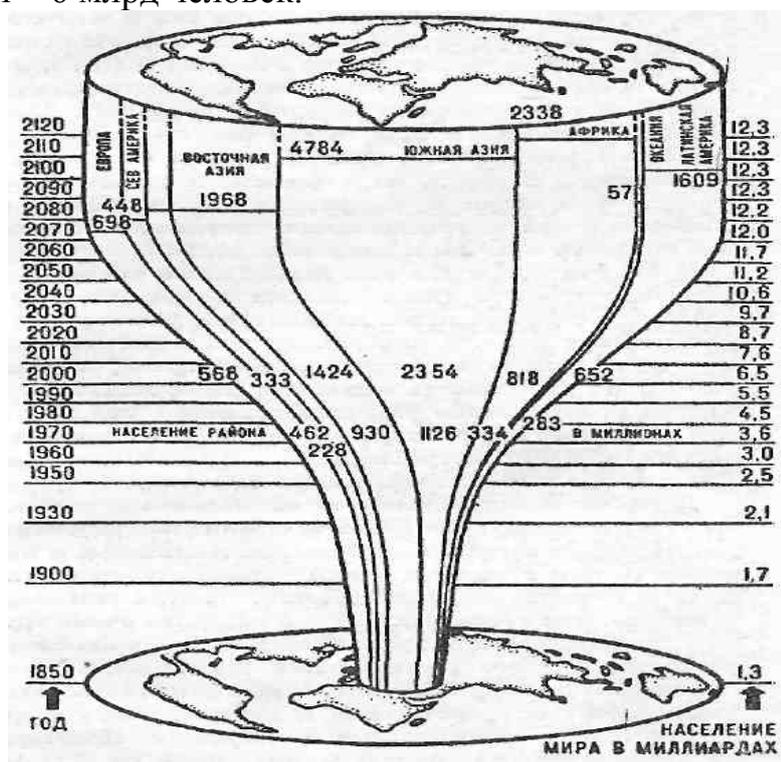


Рис. 4. Демографические прогнозы роста населения планеты

По долгосрочным прогнозам к 2090 г. произойдет стабилизация населения планеты примерно на уровне 12 млрд. человек. При таком увеличении населения в отдельных регионах земного шара уже превышены предельно допустимые нагрузки на природные экосистемы, что может привести к деградации природных систем жизнеобеспечения. Возникает сложная продовольственная проблема, так как по данным ФАО (*Всемирная организация продовольствия*) в настоящее время в развивающихся странах систематически голодает около 515 млн человек. Поэтому сейчас по линии ООН, ЮНЕСКО (*Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры*) проводятся исследования по решению глобальной продовольственной проблемы с учетом демографических, экологических, энергетических и других факторов.

Озоновый слой, физический смысл образования озонных дыр

Возможности воздействия человека на природу постоянно растут и уже достигли такого уровня, когда возможно нанести биосфере непоправимый ущерб. Уже не в первый раз вещество, которое долгое время считалось совершенно безобидным, оказывается на самом деле крайне опасным. Лет двадцать назад вряд ли кто-нибудь мог предположить, что обычный аэрозольный баллончик может представлять серьезную угрозу для планеты в целом. К несчастью, далеко не всегда удается вовремя предсказать, как то или иное соединение будет воздействовать на биосферу. Потребовалась достаточно серьезная демонстрация опасности ХФУ для того, чтобы были приняты серьезные меры в мировом масштабе. Следует заметить, что даже после обнаружения озонной дыры, ратифицирование Монреальской конвенции одно время находилось под угрозой.

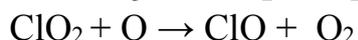
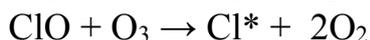
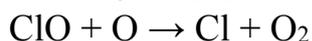
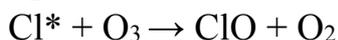
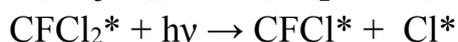
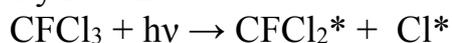
Понимание взаимодействий между озоном и изменением климата, и предсказание последствий изменения требует громадных вычислительных мощностей, надежных наблюдений, и здравых диагностических способностей.

«ОЗОННАЯ (озоновая) ДЫРА» – значительное пространство в озоносфере (слой атмосферы с наибольшей концентрацией озона на высотах 20-25 км) планеты с заметно пониженным (до 50% и более) содержанием озона. Это явление – лишь часть сложной экологической проблемы истощения озонового слоя Земли. В начале 80-х годов было отмечено уменьшение содержания озона в атмосфере южной полярной области земного шара. В октябре 1985 г. появились сообщения о том, что концентрация озона в атмосфере над английской станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилась на 40% от ее минимальных значений, а над японской станцией весной уменьшилась в 2 раза. Это явление и получило название «озонной дыры». Весной 1987 г. она над этим материком достигла своего максимума: по космическим снимкам занимала площадь около 7 млн км². Это повторилось и в 1992 г., когда также было зафиксировано значительное снижение содержания озона (примерно на 50%) над Антарктидой и прилегающими пространствами Южной Америки (особенно в Аргентине и Чили). Аналогичные явления отмечены и в Арктике (с весны 1986 г.), но размеры «озонной дыры» здесь почти в 2 раза меньше антарктической. В феврале 1993 г. в верхней атмосфере над Арктикой наблюдалось уменьшение содержания озона на 10-40% ниже многолетней средней нормы, причем «мини-дыры» фиксировались над северными районами Канады, Скандинавским полуостровом, Шетландскими островами (Великобритания).

Сейчас уже все понимают, что стратосферный озон является своего рода естественным фильтром, препятствующим проникновению в нижние слои атмосферы жесткого космического излучения-ультрафиолета-В.

16 сентября 1987 г. был принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Впоследствии по инициативе ООН этот день стал отмечаться как День защиты озонового слоя.

С конца 70-х годов ученые стали отмечать неуклонное истощение озонового слоя. Причиной тому стало проникновение в верхние слои стратосферы озоноразрушающих веществ (ОРВ), используемых в промышленности, молекулы которых содержат хлор или бром. Хлорфторуглероды (ХФУ) или другие ОРВ, выпущенные человеком в атмосферу, достигают стратосферы, где под действием коротковолнового УФ излучения Солнца их молекулы теряют атом хлора. Агрессивный хлор начинает разбивать одну за другой молекулы озона, сам при этом не претерпевая никаких изменений. Срок существования различных ХФУ в атмосфере от 74 до 111 лет. Расчетным путем доказано, что за это время один атом хлора способен превратить в кислород 100 000 молекул озона.



После многочисленных международных экспедиций в Антарктиде было установлено, что помимо различных физико-географических факторов все же основным является наличие в атмосфере значительного количества хлорфторуглеродов (фреонов). Последние широко применяются в производстве и быту в качестве хладагентов, пенообразователей, растворителей в аэрозольных упаковках и т.д. Фреоны, поднимаясь в верхние слои атмосферы, подвергаются фотохимическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон. Всего в мире производится около 1300 тыс. т озоноразрушающих веществ. В последние годы установлено, что выбросы сверхзвуковых самолетов могут привести к разрушению 10% озонового слоя атмосферы, так один запуск космического корабля типа «Шаттл» приводит к «гашению» не менее 10 млн т озона. Одновременно с истощением озонового слоя в стратосфере отмечается увеличение концентрации озона в тропосфере у поверхности Земли, но это не сможет компенсировать истощение озонового слоя, так как его масса в тропосфере едва составляет 10% от массы в озоносфере.

Истощение озонового слоя в атмосфере Земли приводит к увеличению потока УФ-лучей на земную поверхность, что создает опасность для всего живого на нашей планете. По данным ВОЗ, уменьшение содержания в атмосфере озона на 1% приводит к увеличению заболеваний людей раком кожи на 6%; значительно ослабляется иммунная система человека. Кроме того,

рост интенсивности ультрафиолетового излучения может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур (вследствие нарушения обмена веществ в них и воздействия микроорганизмов-мутантов), к гибели фитопланктона в океане, к нарушению глобального баланса диоксида углерода и кислорода и т.д.

По мнению врачей, каждый потерянный процент озона в масштабах планеты вызывает до 150 тысяч дополнительных случаев слепоты из-за катаракты, на 2,6 процента увеличивается количество раковых заболеваний кожи, значительно возрастает число болезней, вызванных ослаблением иммунной системы человека. Наибольшему риску подвержены жители северного полушария со светлой кожей. Но страдают не только люди. УФ-В излучение, к примеру, крайне вредно для планктона, мальков, креветок, крабов, водорослей, обитающих на поверхности океана.

Озоновая проблема, первоначально поднятая учеными, вскоре стала предметом политики. Все развитые страны, за исключением Восточной Европы и бывшего СССР, к концу 1995 г. в основном завершили поэтапное сокращение производства и потребления озоноразрушающих веществ. С целью оказания помощи остальным государствам был создан Глобальный экологический фонд (ГЭФ).

По данным ООН, благодаря согласованным усилиям мирового сообщества, предпринятым в последнее десятилетие, производство пяти основных видов ХФУ сократилось более чем вдвое. Темпы прироста озоноразрушающих веществ в атмосфере уменьшились.

Местоположение и функции озонового слоя. В воздухе всегда присутствует озон, концентрация которого у земной поверхности составляет в среднем $10^{-6}\%$. Озон образуется в верхних слоях атмосферы из атомарного кислорода в результате химической реакции под влиянием солнечной радиации, вызывающей диссоциацию молекул кислорода.

Озоновый «экран» расположен в стратосфере, на высотах от 7-8 км на полюсах, 17-18 километров на экваторе и примерно до 50 километров над земной поверхностью. Гуще всего озон в слое 22 – 24 километров над Землей. Слой озона удивительно тонок. Если бы этот газ сосредоточить у поверхности Земли, то он образовал бы пленку лишь в 2-4 мм толщиной (минимум – в районе экватора, максимум – у полюсов). Однако и эта пленка надежно защищает нас, почти полностью поглощая опасные ультрафиолетовые лучи. Без нее жизнь сохранилась бы лишь в глубинах вод (глубже 10 м) и в тех слоях почвы, куда не проникает солнечная радиация. Озон поглощает некоторую часть инфракрасного излучения Земли. Благодаря этому он задерживает около 20% излучения Земли, повышая тепляющее действие атмосферы.

Озон – активный газ и может неблагоприятно действовать на человека. Обычно его концентрация в нижней атмосфере незначительна и он не ока-

зывает вредного влияния на человека. Большие количества озона образуются в крупных городах с интенсивным движением автотранспорта в результате фотохимических превращений выхлопных газов автомашин.

Озон, также, регулирует жесткость космического излучения. Если этот газ хотя бы частично уничтожается, то, естественно жесткость излучения резко возрастает, а, следовательно, происходят реальные изменения растительного и животного мира. Уже доказано, что отсутствие или малая концентрация озона может или приводит к раковым заболеваниям, что самым наихудшим образом отражается на человечестве и его способностью к воспроизводству.

Причины ослабления озонового щита. Озоновый слой защищает жизнь на Земле от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Обнаружено, что в течение многих лет озоновый слой претерпевает небольшое, но постоянное ослабление над некоторыми районами Земного шара, включая густо населенные районы в средних широтах Северного полушария. Над Антарктикой обнаружена обширная «озоновая дыра».

Разрушение озона происходит из-за воздействия ультрафиолетовой радиации, космических лучей, некоторых газов: соединений азота, хлора и брома, фторхлоруглеродов (фреонов). Деятельность человека, приводящая к разрушению озонового слоя, вызывает наибольшую тревогу. Поэтому многие страны подписали международное соглашение, предусматривающее сокращение производства озоно-разрушающих веществ.

Предполагается множество причин ослабления озонового щита.

Во-первых, – это запуски космических ракет. Сгорающее топливо «выжигает» в озоновом слое большие дыры. Когда-то предполагалось, что эти «дыры» затягиваются. Оказалось, нет – они существуют довольно долго.

Во-вторых, самолеты. Особенно, летящие на высотах в 12-15 км. Выбрасываемый ими пар и другие вещества разрушают озон. Но, в то же время самолеты, летающие ниже 12 км дают прибавку озона. В городах он – один из составляющих фотохимического смога.

В-третьих, это хлор и его соединения с кислородом. Огромное количество (до 700 тысяч тонн) этого газа поступает в атмосферу, прежде всего от разложения фреонов. Фреоны – это не вступающие у поверхности Земли ни в какие химические реакции газы, кипящие при комнатной температуре, а потому резко увеличивающие свой объем, что делает их хорошими распылителями. Поскольку при их расширении снижается их температура, фреоны широко используют в холодильной промышленности.

Каждый год количество фреонов в земной атмосфере увеличивается на 8-9%. Они постепенно поднимаются вверх, в стратосферу и под воздействием солнечных лучей становятся активными – вступают в фотохимические реакции, выделяя атомарный хлор. Каждая частица хлора способна разрушить сотни и тысячи молекул озона.

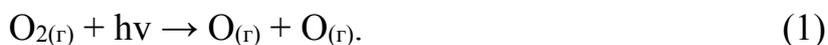
9 февраля 2004 года на сайте Института Земли НАСА появилась новость о том, что учёные Гарвардского Университета нашли молекулу, разрушающую озон. Учёные назвали эту молекулу «димер одноокиси хлора», потому что она составлена из двух молекул одноокиси хлора. Димер существует только в особенно холодной стратосфере над полярными регионами, когда уровни одноокиси хлора относительно высоки. Эта молекула происходит из хлорфторуглеродов. Димер вызывает разрушение озона, поглощая солнечный свет и распадаясь на два атома хлора и молекулу кислорода. Свободные атомы хлора начинают взаимодействовать с молекулами озона, приводя к уменьшению его количества.

Озон – признанный парниковый газ. Увеличение его содержания в атмосфере может привести к серьезным изменениям климата. Озон и другие фотооксиданты оказывают сильное влияние и на качество среды обитания человека, поскольку они могут вызывать различные заболевания. Являясь сильными окислителями, они разрушают многие широко используемые в быту и в производственной сфере материалы.

В настоящее время ХФУ имеют дурную репутацию из-за их воздействия на концентрацию стратосферного O_3 и, особенно, из-за открытия в 1984г. «дыры» в слое над Антарктикой.

Несмотря на то, что озон является токсикантом в тропосфере, он играет жизненно важную роль в защите организмов Земли от разрушающего УФ-излучения. В верхней части атмосферы присутствует только очень небольшое количество O_3 . Если бы весь озон атмосферы Земли, большая часть которого находится в стратосфере, был перенесен на уровень Земли, он составлял бы слой чистого O_3 толщиной лишь 3 мм. Такая разреженная природа слоя O_3 привела к тому, что в течение нескольких десятилетий ученые были озабочены тем, что O_3 стратосферы может быть поврежден присутствием ХФУ.

Образование и разрушение озона. Образование озона (O_3) – это фотохимический процесс с использованием энергии света. Чем меньше длина волны света, тем больше энергии он несет. Образование O_3 инициируется УФ-излучением при длинах волн менее 242 нм:



Атомарный кислород (O) может затем взаимодействовать с молекулярным кислородом (O_2):



Образование O_3 в этом фотохимическом процессе может быть уравновешено реакциями, в ходе которых O_3 разрушается. Наиболее важной является фотолиз:



Расчеты равновесия между образованием и разрушением O_3 , в которых учитываются только реакции, включающие элемент кислород, дают правильное описание O_3 , наблюдаемого в стратосфере. Результаты таких вычислений дают также правильную форму вертикальных профилей O_3 в атмосфере и пик концентраций O_3 , находящихся на нужной высоте, но предсказываемые концентрации слишком высоки. Это происходит оттого, что существуют другие процессы разрушения O_3 , включающие водородосодержащие, азотосодержащие и хлорсодержащие соединения.

Все реакции с участием этих соединений приводят к разрушению O_3 и атомарного кислорода с одновременным появлением молекул OH , NO или хлорсодержащих. Эти процессы каталитические, и каждое из реагирующих веществ может отвечать за разрушение большого количества молекул O_3 . Именно тот факт, что одна молекула загрязнителя может отвечать за разрушение большого числа молекул O_3 , стал причиной серьезной озабоченности существованием следовых загрязнителей в стратосфере.

Влияние фотооксидантов на живые организмы. Фотооксиданты оказывают на живые организмы прямое и косвенное воздействие. Первое из них связано с поглощением и химическим взаимодействием этих токсикантов с биомолекулами тканей. В случае растений крайним проявлением фитотоксического эффекта служит образование некротических пятен на поверхности листы, высыхание и опадение хвои. При массивном повреждении фотосинтезирующих органов происходит гибель растения. Если концентрации фотооксидантов в окружающем воздухе лежат ниже уровня острой токсичности, изменения не столь очевидны и драматичны. Они выражаются в уменьшении продуктивности фотосинтеза, снижении сопротивляемости болезням и насекомым-вредителям. Косвенное воздействие фотооксидантов на растительность связано главным образом с их влиянием на формирование кислотности атмосферных осадков и на химические и биологические процессы в почвах под действием сильных кислот.

Озон сильно влияет на скорость поглощения диоксида углерода из атмосферы листвой растений. Суммарное количество газа, проникающего внутрь листа, обратно пропорционально общему сопротивлению переносу молекул этого газа из свободной атмосферы.

Биохимическое действие озона обусловлено его высокой реакционной способностью по отношению к органическим соединениям, имеющим в составе молекул двойные углерод-углеродные связи и сульфгидрильные группировки.

Фотооксиданты оказывают негативное воздействие не только на естественные растительные сообщества, но также и на сельскохозяйственные культуры. Это проявляется в снижении урожайности: в США около 90% потерь урожая из-за загрязнения воздуха относят на счет озона.

Из всех газообразных загрязняющих воздух веществ наиболее сильное влияние на животные организмы также оказывает озон. В опытах на экспериментальных животных было показано, что озон поражает ткани легких и приводит к биохимическим изменениям на уровне клетки. В клетках происходят процессы, аналогичные наблюдаемым под действием проникающей радиации. В том и другом случае в тканях образуются свободные радикалы, легко вступающие в реакции с элементами биомолекул.

Наиболее заметным проявлением воздействия озона на человека является сильное раздражение слизистых оболочек глаз и носоглотки. Одновременно происходят изменения в легких: уменьшается их емкость, увеличивается сопротивление бронхов, затрудняется дыхание.

Воздействие озона на материалы. Наиболее заметное воздействие озон оказывает на резину и многие другие полимерные материалы. Даже наиболее устойчивые к действию загрязняющих атмосферу компонентов хлопчатобумажные ткани значительно теряют прочность при постоянном контакте с воздухом, содержащим относительно небольшие количества озона. Озон незаметно, но достаточно эффективно взаимодействует также со многими используемыми в текстильной промышленности красителями на основе синтетических органических соединений. При этом ткани теряют или постепенно изменяют свой цвет. Аналогичное действие озон оказывает на масляные и другие краски, что приводит к опасности утраты многих ценнейших произведений искусства, таких как картины и фрески.

Для увеличения сопротивляемости тканей и красителей действию фотооксидантов в их состав вводят в качестве добавок специальные вещества-антиоксиданты. К таким же мерам прибегают для увеличения срока службы изделий из резины, сильно страдающей от постоянного контакта с загрязненным озоном воздухом.

Резина и различные ткани принадлежат к очень широко используемым материалам. Поэтому их преждевременное старение приносит огромные убытки. Согласно оценкам, ежегодные потери от разрушения этих материалов вследствие загрязнения атмосферы для стран Западной Европы в середине 1990-х гг. исчислялись суммами 4-10 млрд. экю. Еще 3-20 млрд. экю терялось в связи с повышенной заболеваемостью людей. Значительная часть этого ущерба связана с фотохимическим загрязнением атмосферы.

Озон и климат в стратосфере. Озон и климат воздействуют друг на друга. Воздействие озона на климат проявляется, прежде всего, в изменении температуры. Чем больше озона в данном объеме воздуха, тем больше тепла он удерживает. Озон является источником тепла в стратосфере, поглощая ультрафиолетовое излучение солнца и восходящее инфракрасное излучение от тропосферы. Следовательно, уменьшение количества озона в стратосфере приводит к понижению температуры. А это в свою очередь приводит

к истощению озона (рис.5). Истощение озона – ведёт к снижению температуры, это ведёт к образованию полярных стратосферных облаков, что, в свою очередь, ведёт к истощению озонового слоя.

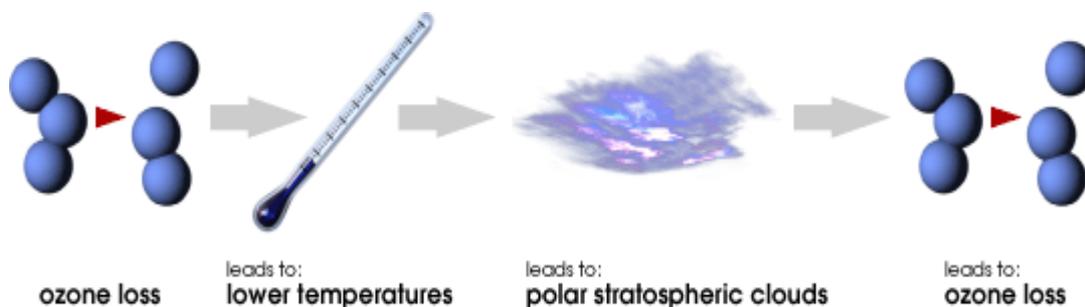


Рис.5. Схема разрушения озонового слоя в стратосфере

Самые крупные потери озона в Арктике и Антарктике происходят зимой и в начале весны, когда полярные стратосферные вихри изолируют воздух в своих пределах. Когда температура воздуха падает ниже -78°C , формируются облака, состоящие из льда, азотной и серной кислот. В результате химических реакций на поверхности ледяных кристаллов в облаках выделяются хлорфторуглероды. Из-за воздействия ХФУ начинается истощение озона, и появляется озоновая «дыра». Весной температура воздуха растет, лед испаряется, и озоновый слой начинает восстанавливаться.

Разрушение озонового слоя Земли хлорфторуглеводородами. В 1985г. специалисты по исследованию атмосферы из Британской Антарктической Службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось за период с 1977 по 1984 г. на 40%. Вскоре этот вывод подтвердили другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, т.е. значительную часть нижней стратосферы.

Наиболее подробным исследованием озонного слоя над Антарктидой был международный Самолетный Антарктический Озонный Эксперимент. В его ходе ученые из 4 стран несколько раз поднимались в область пониженного содержания озона и собрали детальные сведения о ее размерах и проходящих в ней химических процессах. Фактически это означало, что в полярной атмосфере имеется озоновая «дыра». В начале 80-х по измерениям со спутника «Нимбус-7» аналогичная дыра была обнаружена и в Арктике, правда она охватывала значительно меньшую площадь и падение уровня озона в ней было не так велико – около 9%. В среднем по Земле с 1979 по 1990 г. содержание озона упало на 5%.

Это открытие обеспокоило как ученых, так и широкую общественность, поскольку из него следовало, что слой озона, окружающий нашу планету, находится в большей опасности, чем считалось ранее. Утончение

этого слоя может привести к серьезным последствиям для человечества. Содержание озона в атмосфере менее 0.0001%, однако, именно озон полностью поглощает жесткое ультрафиолетовое излучение солнца с длиной волны $\lambda < 280$ нм и значительно ослабляет полосу УФ-Б с $280 < \lambda < 315$ нм, наносящие серьезные поражения клеткам живых организмов. Падение концентрации озона на 1% приводит в среднем к увеличению интенсивности жесткого ультрафиолета у поверхности земли на 2%. Эта оценка подтверждается измерениями, проведенными в Антарктиде (правда, из-за низкого положения солнца, интенсивность ультрафиолета в Антарктиде все еще ниже, чем в средних широтах).

По своему воздействию на живые организмы жесткий ультрафиолет близок к ионизирующим излучениям, однако, из-за большей, чем у γ -излучения длины волны, он не способен проникать глубоко в ткани, и поэтому поражает только поверхностные органы. Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул, что может вызвать рак кожи, в особенности быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность. Естественно, жесткий ультрафиолет способен вызывать и обычные ожоги кожи и роговицы. Уже сейчас во всем мире заметно увеличение числа заболевания раком кожи, однако, значительно количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом, получая большую дозу УФ облучения) не позволяет однозначно утверждать, что в этом повинно уменьшение содержания озона. Жесткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем. Эксперименты показали, что планктон, обитающий в приповерхностном слое, при увеличении интенсивности жесткого УФ может серьезно пострадать и даже погибнуть полностью. Планктон находится в основании пищевых цепочек практически всех морских экосистем, поэтому без преувеличения можно сказать, что практически вся жизнь в приповерхностных слоях морей и океанов может исчезнуть. Растения менее чувствительны к жесткому УФ, но при увеличении дозы могут пострадать и они. Если содержание озона в атмосфере значительно уменьшится, человечество легко найдет способ защититься от жесткого УФ излучения но при этом рискует умереть от голода.

Что сделано в области защиты озонового слоя. Под давлением этих аргументов многие страны начали принимать меры направленные на сокращение производства и использования ХФУ. С 1978 г. в США было запрещено использование ХФУ в аэрозолях. К сожалению, использование ХФУ в других областях ограничено не было. В сентябре 1987 г. 23 ведущих страны мира подписали в Монреале конвенцию, обязывающую их снизить потребление ХФУ. Согласно достигнутой договоренности развитые страны должны к 1999 г. снизить потребление ХФУ до половины уровня 1986 г. Для

использования в качестве пропеллента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ – пропан-бутановая смесь. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них, огнеопасна. Тем не менее, такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе и в России. Сложнее обстоит дело с холодильными установками – вторым по величине потребителем фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах. Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является аммиак, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью фторированных углеводородов. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей и уже достигнуты неплохие результаты.

Использование фреонов продолжается и пока далеко даже до стабилизации уровня ХФУ в атмосфере. Так, по данным сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях – на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселенных районов – концентрация фреонов -11 и -12 в настоящее время растет со скоростью 5-9 % в год. Содержание в стратосфере фотохимически активных соединений хлора в настоящее время в 2-3 раза выше по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала производства фреонов.

Утверждение о том, что при сохранении современного уровня выброса ХФУ, к середине XXI в. содержание озона в стратосфере может упасть вдвое, слишком пессимистичны. Во-первых, дыра над Антарктидой во многом является следствием метеорологических процессов. Образование озона возможно только при наличии ультрафиолета и во время полярной ночи не идет. Зимой над Антарктикой образуется устойчивый вихрь, препятствующий притоку богатого озоном воздуха со средних широт. Поэтому к весне даже небольшое количество активного хлора способно нанести серьезный ущерб озоновому слою. Такой вихрь практически отсутствует над Арктикой, поэтому в северном полушарии падение концентрации озона значительно меньше. Многие исследователи считают, что на процесс разрушения озона оказывают влияние полярные стратосферные облака. Эти высотные облака, которые гораздо чаще наблюдаются над Антарктикой, чем над Арктикой, образуются зимой, когда при отсутствии солнечного света и в условиях метеорологической изоляции Антарктиды температура в стратосфере падает ниже -80°C . При этом соединения азота конденсируются, замерзают и остаются связанными с облачными частицами и поэтому лишаются возможности вступить в реакцию с хлором. Возможно также, что облачные частицы способны катализировать распад озона и резервуаров хлора.

Все это говорит о том, что ХФУ способны вызвать заметное понижение концентрации озона только в специфических атмосферных условиях Антарктиды, а для заметного эффекта в средних широтах, концентрация актив-

ного хлора должна быть намного выше. Во-вторых, при разрушении озонового слоя жесткий ультрафиолет начнет проникать глубже в атмосферу. Но это означает, что образование озона будет происходить по-прежнему, но только немного ниже, в области с большим содержанием кислорода. Правда, в этом случае озоновый слой будет в большей степени подвержен действию атмосферной циркуляции. Даже наиболее оптимистичные оценки предсказывают при современном уровне выброса ХФУ в атмосферу серьезные биосферные нарушения во второй половине XXI в., поэтому сокращать использование ХФУ по-прежнему необходимо.

Для сохранения озонового пояса Земли существуют как **пассивные методы** (уменьшение выбросов в атмосферу фреонов, замена их экологически безопасными веществами), так и активные. В США и России начаты работы по **активным методам**, основанным на сложных физико-химических процессах (инициируемых специальными воздействиями), способствующих либо уменьшению скорости разрушения озона в стратосфере, либо его образованию. Это химическое воздействие на стратосферу в районе «озоновой дыры» в Антарктиде с применением этана и пропана, которые могут связывать атомарный хлор, разрушающий озон, в пассивный хлористый водород. И, наконец, самые современные методы с помощью электромагнитного излучения, электрических разрядов, лазерного излучения, которые в результате фотодиссоциации кислорода могут способствовать образованию озона. Все это, в конечном счете, дает возможность уничтожить «озоновые дыры» в околополярных пространствах и сохранить озоновый экран, а значит и земную цивилизацию.

Парниковый эффект и глобальное потепление климата

В последние десятилетия наблюдается резкое повышение температуры, зимой вместо отрицательных температур месяцами наблюдаются оттепели до 5–8 градусов тепла, а в летние месяцы – засухи и суховеи, иссушающие почву земли и ведущие к ее эрозии. По мнению ученых, причиной этого является губительная деятельность человечества, приводящая к глобальному изменению климата Земли. Сжигание топлива в электростанциях, резкое увеличение количества отходов от производственной деятельности человека, увеличение автомобильного транспорта и как следствие увеличение выбросов углекислого газа в атмосферу Земли при резком сокращении лесопарковой зоны, привело к возникновению так называемого парникового эффекта Земли.

«Парниковый эффект» возник не сегодня – он существовал с тех пор, как наша планета обзавелась атмосферой, и без него температура приземных слоев этой атмосферы были бы в среднем градусов на тридцать ниже реально наблюдаемой. Однако в последние век-полтора содержание некоторых «парниковых» газов в атмосфере очень сильно выросло: углекислоты – более чем

на треть, метана – в 2,5 раза. Появились и новые, ранее просто не существовавшие вещества с «парниковым» спектром поглощения – прежде всего хлор- и фтор углеводороды, в том числе пресловутые фреоны.

Еще в 1827 году французский физик Жозеф Фурье предположил, что атмосфера Земли выполняет функцию своего рода стекла в теплице: воздух пропускает солнечное тепло, не давая ему при этом испариться обратно в космос. И он был прав. Этот эффект достигается благодаря некоторым атмосферным газам второстепенного значения, каковыми являются, например, водяные испарения и углекислый газ. Они пропускают видимый и «ближний» инфракрасный свет, излучаемый солнцем, но поглощают «далекое» инфракрасное излучение, имеющее более низкую частоту и образующееся при нагревании земной поверхности солнечными лучами. Если бы этого не происходило, Земля была бы примерно на 30 градусов холоднее, чем сейчас, и жизнь бы на ней практически замерла.

Исходя из того, что «естественный» парниковый эффект – это устоявшийся, сбалансированный процесс, вполне логично предположить, что увеличение концентрации «парниковых» газов в атмосфере должно привести к усилению парникового эффекта, который в свою очередь приведет к глобальному потеплению климата. Количество CO₂ в атмосфере неуклонно растет вот уже более века из-за того, что в качестве источника энергии стали широко применяться различные виды ископаемого топлива (уголь и нефть). Кроме того, как результат человеческой деятельности в атмосферу попадают и другие парниковые газы, например метан, закись азота и целый ряд хлоросодержащих веществ. Несмотря на то, что они производятся в меньших объемах, некоторые из этих газов куда более опасны с точки зрения глобального потепления, чем углекислый газ.

Таким образом – парниковый эффект (тепличный, оранжерейный) – постепенное потепление климата на нашей планете в результате увеличения концентрации в атмосфере антропогенных примесей (диоксида углерода, метана, оксида азота, озона, фреонов), которые, пропуская солнечные лучи, препятствуют длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности. Часть этого поглощенного теплового излучения атмосферы излучается обратно к земной поверхности, создавая парниковый или тепличный эффект. Основным источником CO₂ антропогенного происхождения является сжигание ископаемого топлива (уголь, нефть, газ и др.) – ежегодно более 9 млрд т условного топлива. Во всем мире в конце 80-х годов выбрасывалось в атмосферу около 6 млрд т диоксида углерода, что составило более 1 т на каждого жителя планеты. С начала нынешнего века увеличение выбросов CO₂ в атмосферу составляло ежегодно 4-5%. По оценкам экспертов ЮНЕСКО, выбросы CO₂ в атмосферу в Северной Америке в 6 раз больше, чем в Африке и в 9 раз больше, чем в юго-восточной Азии.

В последние десятилетия стало отмечаться постепенное возрастание в атмосфере содержания метана (в среднем около 1% в год). Это связано как

с природными факторами (болота), так и с антропогенными причинами (сжигание биомассы, рисовые поля, крупный рогатый скот и пр.). Установлено, что рисовые поля Китая поставляют в земную атмосферу метана в 4-10 раз больше, чем такие же угодья в США и Европе.

Положительные экологические последствия парникового эффекта

Несмотря на вышеперечисленные негативные последствия, парниковый эффект может иметь и положительные последствия, в частности на лесные экосистемы и в целом на сельское хозяйство, что особенно важно с учетом демографического роста населения Земли. Так, при глобальном потеплении климата будет отмечаться увеличение испарения с поверхности океана и связанное с ним возрастание увлажнения климата, особенно важное для аридных областей. Повышение концентрации CO_2 в атмосфере может увеличить интенсивность фотосинтеза и, значит, способствовать увеличению продуктивности как естественных лесных формаций (пока исследования проведены по австралийским дождевым и эвкалиптовым лесам), так и культурных растений. Среди последних особенно можно ожидать повышения продуктивности у C_3 – растений, у которых первичным продуктом фотосинтеза являются трехуглеродные соединения (пшеница, картофель, сахарная свекла, подсолнечник). Несколько меньшее влияние окажет повышение концентрации CO_2 на растения – C_4 (кукуруза, сорго, просо, сахарный тростник), но и у них будут фиксироваться морфологические изменения: рост, увеличение площади листа и др.

В ряде стран (Великобритания, США, Швеция, Австралия, Австрия) проведены лабораторные эксперименты по изучению ряда культурных растений в условиях повышенных концентраций CO_2 (от 330 до 660 млн⁻¹). Установлено, что при удвоении концентрации углекислого газа у многих растений уменьшается величина транспирации, увеличивается листовая поверхность (у сорго на 29%, у кукурузы – на 40%), возрастает биомасса (у молодых растений до 40%), а самое главное – увеличивается урожайность основных сельскохозяйственных культур.

Так, возрастает урожайность хлопка на 124%, помидоров и баклажан – на 40%, пшеницы, риса и подсолнечника – на 20%, фасоли, гороха и сои – на 43% и т.д. Значит, в целом парниковый эффект будет иметь положительный момент для развития сельского хозяйства, что поможет в будущем обеспечить возрастающее население планеты необходимыми пищевыми ресурсами. Проведено моделирование по воздействию парникового эффекта на развитие сельскохозяйственного производства в России, в частности, антропогенное обогащение атмосферы CO_2 может в целом сыграть весьма важную роль при решении наших продовольственных проблем. Хотя в некоторых районах страны это может привести к аридизации климата, а значит к ухудшению условий выращивания сельхоз культур, но при повыше-

нии почвенного плодородия до оптимального уровня возможен рост продуктивности земледелия во всех районах России без исключения. В среднем по стране урожайность зерновых может возрасти на 67%, кормовых трав – на 95%. Таким образом, несмотря на положительные последствия парникового эффекта для наземных экосистем, только одна проблема – подъем уровня Мирового океана может отрицательно повлиять на жизнь населения более 30 стран. Поэтому по линии ЮНЕСКО, ФАО, ЮНЕП активно действует Межправительственный комитет по предотвращению глобального потепления климата, который проводит оценку ущерба при затоплении прибрежных территорий, при ухудшении качества водных ресурсов, ведет поиск экологически чистых альтернативных источников энергии и др.

Многолетние наблюдения показывают, что в результате хозяйственной деятельности изменяется газовый состав и запыленность нижних слоев атмосферы. С распаханых земель во время пыльных бурь поднимаются в воздух миллионы тонн частиц почвы. При разработке полезных ископаемых, при производстве цемента, при внесении удобрений и трении автомобильных шин о дорогу, при сжигании топлива и выбросе отходов промышленных производств в атмосферу попадает большое количество взвешенных частиц разнообразных газов. Определения состава воздуха показывают, что сейчас в атмосфере Земли CO₂ стало на **25% больше, чем 200 лет назад**. Это – результат хозяйственной деятельности человека, а также вырубки лесов, зеленые листья которых поглощают углекислый газ.

Углекислый газ – диоксид углерода, постоянно образуется в природе при окислении органических веществ: гниение растительных и животных остатков дыхания, сжигании топлива. Парниковый эффект происходит из-за нарушения человеком круговорота углекислого газа в природе. Промышленность сжигает огромное количество топлива – нефти, угля, газа. Все эти вещества состоят в основном из углерода и водорода. Поэтому их еще называют органическим, углеводородным топливом. При горении, как известно, поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Вследствие этого процесса, **каждый год человечество выбрасывает в атмосферу 7 млрд тонн углекислого газа!** Даже представить трудно себе эту величину. Одновременно с этим на Земле **вырубаются леса** – один из самых главных потребителей углекислого газа, причем, вырубаются **со скоростью 12 гектаров в минуту!!!** Вот и получается, что углекислого газа в атмосферу поступает все больше и больше, а потребляется растениями все меньше и меньше. Круговорот углекислого газа на Земле нарушается, поэтому в последние годы содержание углекислого газа в атмосфере хотя и медленно, но верно увеличивается, и чем его больше, тем сильнее парниковый эффект.

Истощение энергоресурсов

Установлено, что за годы, прошедшие после Второй мировой войны, было использовано столько же минерального сырья, сколько за всю предыдущую историю человечества. Огромные масштабы использования природных ресурсов привели к значительному изменению ландшафтов в некоторых регионах (например, в угольных бассейнах). Если на заре цивилизации человек использовал для своих нужд всего около 20 химических элементов, в начале XX в. около 60, то сейчас 114 – почти всю таблицу Менделеева. Ежегодно добывается (извлекается из геосферы) около 100 млрд т руды, топлива, минеральных удобрений. Быстрый рост потребностей в невозобновимых ресурсах: топливе, металлах, минеральном сырье и их добыче привели к истощению этих ресурсов. Так, по оценкам специалистов, при сохранении современных темпов добычи и потребления **разведанные запасы нефти будут исчерпаны уже через 30 лет, газа – через 50 лет, угля – через 200. Аналогичная ситуация сложилась не только с энергетическими ресурсами, но и с металлами (истощение запасов алюминия ожидается через 500-600 лет, железа – 250 лет, цинка – 25 лет, свинца – 20 лет) и минеральными ресурсами, как, например, асбест, слюда, графит, сера.**

Но даже если ресурсы относятся к категории возобновимых – их количество быстро убывает. Вырубка леса в мировом масштабе значительно превышает прирост древесины. Площадь лесов, дающих Земле кислород уменьшается с каждым годом. Главный фундамент жизни – почвы повсюду деградируют. В то время, как Земля накапливает 1 см чернозема за 300 лет, ныне 1 см почвы погибает за 3 года. Лишь 1/10 часть всех земель планеты пригодна для сельского хозяйства, однако ежегодно часть их изымается для нужд строительства (города, заводы). Уменьшается количество питьевой воды и др.

В целях избежания угрозы истощения природных ресурсов необходима разработка системы мероприятий по усиленной разведке запасов невозобновимых ресурсов, поиски новых источников сырья, топлива и энергии (освоение термоядерной, производство синтетических материалов и др.). Актуальны задачи предотвращения нерационального использования природных ресурсов (комплексное их использование, применение вторичного сырья, вовлечение отходов), продление сроков службы изделий длительного пользования. Создание замкнутых циклов, малоотходных и безотходных производственных процессов. Внедрение материало- и энергосберегающих технологий.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлено возникновение проблемы народонаселения?
2. Каковы ежегодные темпы роста народонаселения в различных странах?
3. Какие меры принимаются международными организациями в направлении стабилизации численности населения на Земле?
4. Где расположен озоновый слой и каковы его функции?
5. Назовите основные причины ослабления озонового щита.
6. Как влияет озон на изменение климата на планете?
7. Какие вещества участвуют в разрушении озонового слоя Земли?
8. Назовите мероприятия, направленные на защиту озонового слоя?
9. В чем заключается физический смысл понятия «парниковый эффект»?
10. Назовите основные «парниковые газы» и проанализируйте изменение их концентрации.
11. Каковы последствия возникновения парникового эффекта?
12. В чем заключаются положительные экологические последствия парникового эффекта?
13. В чем заключаются отрицательные экологические последствия парникового эффекта?
14. Каковы причины истощения природных ресурсов?
15. В чем опасность истощаемости природных ресурсов?
16. Какие перспективы истощения невозобновимых природных ресурсов в ближайшее столетие?
17. Какая ситуация складывается для возобновимых природных ресурсов?
18. Каковы основные направления рационального использования природных ресурсов?

ЛЕКЦИЯ № 6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

1. Классификация природных ресурсов
2. Основные понятия
3. Понятие безотходного производства
4. Основные принципы создания безотходных производств
5. Основы экономики природопользования

Классификация природных ресурсов

Природные ресурсы – важнейшие компоненты окружающей человека среды, используемые для удовлетворения всевозможных материальных и культурных потребностей общества.

Под классификацией природных ресурсов понимается разделение совокупности предметов, объектов и явлений природной среды на группы по функционально значимым признакам.

Учитывая природное происхождение ресурсов, а также их огромное экономическое значение, разработаны следующие классификации природных ресурсов.

Природная (генетическая) классификация – классификация природных ресурсов по природным группам: минеральные (полезные ископаемые), водные, земельные (в т.ч. почвенные), растительные (в т.ч. лесные), животного мира, климатические, ресурсы энергии природных процессов (солнечное излучение, внутреннее тепло Земли, энергия ветра и т.п.). Часто ресурсы растительного и животного мира объединяют в понятие биологические ресурсы.

Причем, подробная классификация естественных ресурсов, по источникам и местоположению, разработана Н.Ф. Реймерсом в 1992 г. и составила 231 страницу. Она включает в себя 11 категорий с 74 формами ресурсов, вплоть до ресурсов пространства и времени.

Экологическая классификация природных ресурсов основана на признаках исчерпаемости и возобновимости запасов ресурсов. Понятием исчерпаемости пользуются при учете запасов природных ресурсов и объемов их возможного хозяйственного изъятия. Выделяют по данному признаку ресурсы:

1) неисчерпаемые – использование которых человеком не приводит к видимому истощению их запасов ныне или в обозримом будущем (солнечная энергия, внутриземное тепло, энергия воды, воздуха);

2) почерпаемые невозобновимые – непрерывное использование которых может уменьшить их до уровня, при котором дальнейшая эксплуатация

становится экономически нецелесообразной, при этом они неспособны к самовосстановлению за сроки, соизмеримые со сроками потребления (например, минеральные ресурсы);

3) почерпаемые возобновимые – ресурсы, которым свойственна способность к восстановлению (через размножение или другие природные циклы), например, флора, фауна, водные ресурсы, В этой подгруппе выделяют ресурсы с крайне медленными темпами возобновления (плодородные земли, лесные ресурсы с высоким качеством древесины).

Хозяйственная, когда природные ресурсы классифицируют на различные группы с точки зрения возможностей хозяйственного использования:

1) по техническим возможностям эксплуатации выделяют природные ресурсы: реальные – используемые при данном уровне развития производительных сил; потенциальные – установленные на основе теоретических расчетов и предварительных работ и включающие помимо точно установленных технически доступных запасов еще и ту часть, которую в настоящее время нельзя освоить по техническим возможностям;

2) по экономической целесообразности замены различают ресурсы заменимые и незаменимые. Например, к заменимым относят топливно-энергетические ресурсы (они могут быть заменены другими источниками энергии). К незаменимым принадлежат ресурсы атмосферного воздуха, пресные воды и пр.

Большую роль в развитии экономики играет степень изученности природных ресурсов: строение почвы, количество и структура полезных ископаемых, запасы древесины и ее ежегодный прирост и др. Среди природных ресурсов особую роль в жизни общества играет минеральное сырье, а степень обеспеченности природными ресурсами отражает экономический уровень государства. В зависимости от геологической изученности минерально-сырьевые ресурсы подразделяются на следующие категории:

- *A* – запасы, разведанные и изученные с предельной детальностью, точными границами залегания, и которые могут быть переданы в эксплуатацию;

- *B* – запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выявление основных условий залегания, без точного отображения пространственного положения месторождения;

- *C₁* – запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выяснение в общих чертах условий залегания;

- *C₂* – запасы, разведанные, изученные и оцененные предварительно по единичным пробам и образцам.

По экономическому значению полезные ископаемые делятся на балансовые, эксплуатация которых целесообразна в данный момент, и забалансовые, эксплуатация которых нецелесообразна из-за низкого содержания полезного вещества, большой глубины залегания, особенностей условий работы и др., но которые в перспективе могут разрабатываться.

Среди классификаций природных ресурсов, отражающих их экономическую значимость и хозяйственную роль, особенно часто используется *классификация по направлению и видам хозяйственного использования*.

Основной критерий подразделения ресурсов в ней – отнесение их к различным секторам материального производства или непроеизводственной сферы. По этому признаку природные ресурсы делятся на ресурсы промышленного и сельскохозяйственного производства.

Группа ресурсов промышленного производства включает все виды природного сырья, используемого промышленностью. В связи с многоотраслевым характером промышленного производства виды природных ресурсов дифференцируются следующим образом:

1. Энергетические, к которым относят разнообразные виды ресурсов, используемых на современном этапе для производства энергии:

- горючие полезные ископаемые (нефть, газ, уголь, битуминозные сланцы и др.);
- гидроэнергоресурсы (энергия речных вод, приливная энергия и т.п.);
- источники биоэнергии (топливная древесина, биогаз из отходов сельского хозяйства.);
- источники ядерной энергии (уран и радиоактивные элементы).

2. Неэнергетические ресурсы, представляющие сырье для различных отраслей промышленности или участвующие в производстве согласно его техническим особенностям:

- полезные ископаемые, не относящиеся к группе каустобиолитов (рудные и нерудные);
- воды, используемые для промышленного производства;
- земли, занятые промышленными объектами и объектами инфраструктуры;
- лесные ресурсы промышленного значения;
- биологические ресурсы промышленного значения.

3. Ресурсы сельскохозяйственного производства объединяют те виды ресурсов, которые участвуют в создании сельскохозяйственной продукции:

- агроклиматические ресурсы тепла и влаги, необходимые для продуцирования культурных растений и выпаса скота;
- почвенно-земельные – земля и ее верхний слой – почва, обладающая уникальным свойством продуцировать биомассу;
- растительные биологические ресурсы – кормовые ресурсы;
- водные ресурсы – воды, используемые для орошения и пр.

4. К ресурсам непроеизводственной сферы (непроеизводственного потребления – прямого или косвенного) относятся ресурсы, изымаемые из природной среды (дикие животные, представляющие объекты промысловой охоты, лекарственное сырье естественного происхождения), а также ресурсы рекреационного хозяйства, заповедных территорий и др.

Соединение природной и экономической классификаций позволяет выявить возможность разнонаправленного использования различных природных групп ресурсов, а также их заменяемость, сделать выводы о задачах рационального использования и охраны отдельных видов.

По взаимоотношениям видов использования существует следующая классификация:

- 1) ресурсы однозначного использования;
- 2) ресурсы многоцелевого использования, в т.ч. взаимоувязанного (комплексного) использования (водные ресурсы), взаимоисключающего (конкурирующего) использования (земельные ресурсы).

Можно выделить и другие группы природных ресурсов.

Например, источники однородных ресурсов (месторождения полезных ископаемых, земельные угодья, лесосырьевые базы и др.) подразделяются по величине запасов и хозяйственной значимости. Условно выделяют:

- 1) крупнейшие (общегосударственного значения),
- 2) крупные (межрайонного и регионального значения), небольшие (местного значения).

Разрабатываются также частные классификации природных ресурсов, отражающие специфику их природных свойств и направлений хозяйственного использования. Примером такого рода служат различные мелиоративные классификации, группы рек по степени зарегулированности стока и др.

Широко используется *геолого-экономическая классификация* полезных ископаемых по основным направлениям их использования в промышленности:

- 1) топливно-энергетическое сырье (нефть, газ, уголь, уран и др. черные, легирующие и тугоплавкие металлы (руды железа, марганца, хрома, никеля, кобальта, вольфрама и др.);
- 2) благородные металлы (золото, серебро, платиноиды), химическое и агрономическое сырье (калийные соли, фосфориты, апатиты и др.);
- 3) техническое сырье (алмазы, асбест, графит и др.).

В рыночных условиях хозяйства практический интерес приобретает классификация природных ресурсов, учитывающая, в частности, *характер торговли природным сырьем*. Например, можно выделить:

- 1) ресурсы, имеющие стратегическое значение, торговля которыми должна быть ограничена, поскольку ведет к подрыву оборонной мощи государства (урановая руда и др. радиоактивные вещества);
- 2) ресурсы, имеющие широкое экспортное значение и обеспечивающие основной приток валютных поступлений (нефть, алмазы, золото и др. ресурсы внутреннего рынка, имеющие, как правило, повсеместное распространение, например, минеральное сырье и др.

Чтобы избежать тяжелых экологических последствий рационального природопользования, необходимо разумно сочетать экологические интересы общества с экономическими. Направления рационального использования и охраны природных ресурсов построены на следующих правилах:

1) темпы потребления возобновимых ресурсов не должны превышать темпов их самовосстановления;

2) темпы потребления невозобновимых ресурсов не должны превышать темпов их замены возобновимыми ресурсами;

3) предельная интенсивность поступления в природную среду загрязняющих веществ с выбросами, сточными водами и отходами не должна превышать темпов их переработки и обезвреживания в природных, водных и наземных экосистемах. Охрана и восстановление природных ресурсов невозможны без локального и глобального экологического мониторинга – измерения и контроля их состояния, расширения и увеличения числа заповедных зон, уникальных природных комплексов, восстановления лесов, эффективной, максимально глубокой переработки уже добытых полезных ископаемых, развития безотходного производства.

Основные понятия

Природопользование – непосредственное или косвенное воздействие человека на окружающую среду в результате всей его деятельности.

Рациональное природопользование – планомерное, научно обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновляемых ресурсов в цикле «производство – потребление – вторичные ресурсы» при условии сохранения и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов.

В XX веке человечество в результате научно-технической революции пришло к техническому круговороту веществ, изображенному на рис. 6.

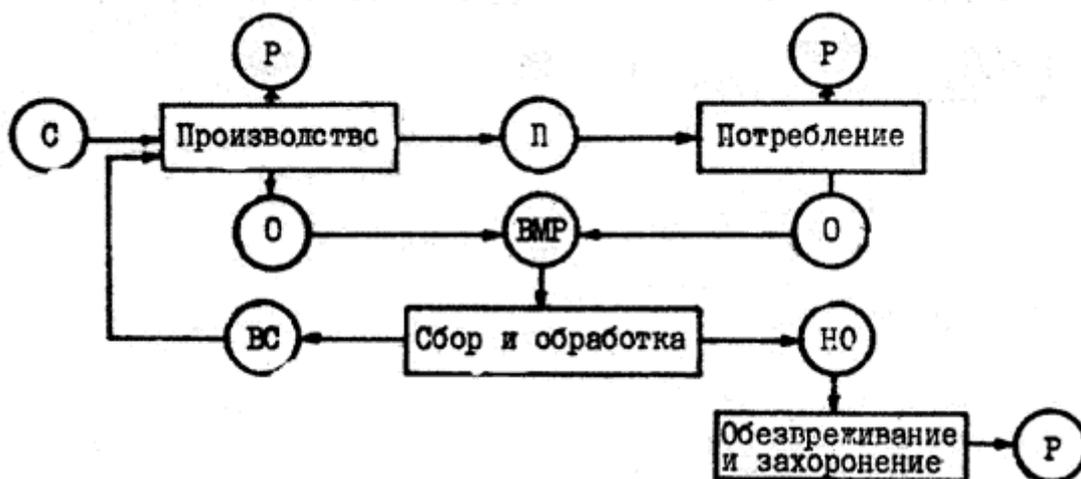


Рис. 6. Техногенный круговорот вещества:

С – первичное сырье; П – продукция; Р – рассеивание в окружающей среде;
О – отходы; ВМР – вторичные материальные ресурсы; ВС – вторичное сырье;
НО – не утилизируемые отходы

Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияние на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и малоотходных производств может предотвратить оскудение ресурсов и деградацию окружающей среды. Хозяйственная деятельность людей должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т.е. осуществляется круговорот веществ.

В ноябре 1979 года в Женеве было созвано совещание по сотрудничеству в области охраны окружающей среды и была принята декларация, которая гласит: «Важнейшими условиями малоотходной и безотходной технологии и использования отходов являются охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов».

Понятие безотходного производства

Термин «безотходная технология» был впервые предложен академиками Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым. В ряде стран Европы вместо терминов «безотходная технология» и «малоотходная технология» применяются термины «чистая технология» или «более чистая технология», что по существу одно и то же.

В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов сформулировано понятие безотходной технологии (БОТ).

Безотходная технология – это практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду.

Часто встречается и другое название – безотходная технологическая система (БТС).

Безотходная технологическая система – это такое отдельное производство или совокупность производств, в результате практической деятельности которых не происходит отрицательного воздействия на окружающую среду.

Понятие безотходной технологии затрагивает не только производственный процесс, но и конечную продукцию, которая должна характеризоваться: долгим сроком службы изделий; возможностью многократного использования; простотой ремонта; легкостью возвращения в производственный цикл или переработки в экологически безвредную форму после выхода из строя.

Схема безотходного производства имеет вид: «спрос – готовый продукт – сырье». Каждый этап этой схемы требует затрат энергии, а ее производство

связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Другим препятствием для организации безотходного производства является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде.

Понятие безотходной технологии носит условный характер. Под ним понимается теоретический предел, совершенная модель производства, которая в большинстве случаев может быть реализована не в полной мере, а лишь частично. Отсюда и появилось понятие малоотходной технологии. Но по мере развития научно-технического прогресса технология будет совершенствоваться и все более приближаться к идеальной модели.

Имеется немало критиков самой концепции безотходного производства. Некоторые из них утверждают, ссылаясь на второй закон термодинамики, что как энергию нельзя полностью преобразовать в работу, так и сырье невозможно полностью переработать в продукты производства и потребления. С этим никак нельзя согласиться, поскольку речь идет прежде всего о материи и об открытой системе. А материю (продукцию), в соответствии с законом сохранения вещества, всегда можно преобразовать снова в соответствующую продукцию. Наглядными примерами служат безотходно функционирующие природные экосистемы. Имеется и другая крайность, когда все работы, связанные с охраной окружающей среды от промышленных загрязнений относят к безотходному и малоотходному производству.

Оценка степени безотходности производства является очень сложной задачей. Единых критериев безотходности для всех отраслей промышленности не существует.

Возможны следующие подходы для оценки степени безотходности производства:

- 1) степень использования природных ресурсов;
- 2) отношение выхода конечной продукции к массе поступившего сырья и полуфабрикатов;
- 3) количество отходов, образующихся на единицу продукции.

Основные принципы создания безотходных производств

1. Комплексное использование сырья

Отходы производства – это часть сырья, неиспользованная или недоиспользованная по тем или иным причинам. Проблема комплексного использования сырья имеет большое значение как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики. Необходимость более рационального комплексного использования природных ресурсов диктуется с одной стороны все увеличивающимся темпом роста объема промышленного производства, загрязняющего окружающую среду, а с другой – необходимостью экономного расходования природных ресурсов, так как запасы основного минерального сырья ограничены, а цены на него непрерывно растут.

Источниками отходов являются:

- а) примеси в сырье, т.е. компоненты, которые не используются в данном процессе для получения готового продукта;
- б) неполнота протекания процесса, т.е. остаток полезного продукта в сырье;
- в) протекание побочных химических реакций, приводящих к образованию неиспользуемых веществ.

Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить количество недоиспользованного сырья, увеличить ассортимент готовых продуктов, выпускать новые продукты из той части сырья, которая раньше являлась отходом производства.

Характерен пример цветной металлургии, где постоянно растет количество элементов, извлекаемых из минерального сырья. Из 90 элементов, обнаруженных в литосфере, гидросфере и атмосфере, предприятиями цветной металлургии извлекались:

- в 1913 году – 15 элементов;
- в 1930 году – 20 элементов;
- в 1940 году – 24 элемента;
- в 1960 году – 63 элемента;
- в 1970 году – 74 элемента;
- в 1990 году – 85 элементов.

Из медьсодержащих руд, в состав которых входят 25 элементов, извлекают 21 элемент. Из полиметаллического сырья извлекают 18 элементов и выпускают более 40 видов товарной продукции. Доля полезных элементов, извлекаемых из природного сырья, составляет 80%.

Повышение процентного выхода продукции на каждой стадии процесса приводит к уменьшению количества отходов. Радикальным средством уменьшения количества отходов производства является изменение технологии.

2. Создание принципиально новых и совершенствование действующих технологий и схем

Примеры:

- а) в соответствии с разработками новых наукоемких технологий в электронной промышленности производят продукцию, потребляющую значительно меньше электроэнергии (телевизоры, компьютеры и т.д.);
- б) в черной металлургии разработана новая технологическая схема прямого восстановления железа, позволяющая уменьшить загрязнение окружающей среды.

3. Создание замкнутых водо- и газооборотных циклов

Примеры:

- а) на промышленном объединении «Тулачермет» организован и постоянно совершенствуется замкнутый газооборотный цикл, разработанный для

производства суперфосфатных и других фосфорных удобрений, что позволяет избежать загрязнения окружающей среды фторидами;

б) на Липецком металлургическом комбинате уже несколько лет действуют замкнутые водооборотные системы.

4. Кооперирование предприятий, создание территориально-производственных комплексов

В большинстве случаев отходы одного производства являются сырьем для другого производства. В связи с этим сам термин «отходы» можно заменить на термин «продукты незавершенного производства». Следовательно, основной проблемой является изыскание возможностей применения продуктов незавершенного производства в других производствах или отраслях, которые могли бы их использовать в качестве вторичных материальных ресурсов. Например, в Бразилии из отходов переработки сахарного тростника получают этиловый спирт, который затем используют в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания.

В России была проведена большая работа по систематизации отходов различных отраслей промышленности и по созданию так называемых «банков отходов». Например, в химической промышленности, металлургии, нефтехимии и т.д. такие системы уже имеются.

Наиболее благоприятные возможности для межотраслевого кооперирования складываются в условиях территориально-производственных комплексов (ТПК). Самым эффективным типом организации производства является сочетание межрайонной специализации с внутренней кооперацией.

Основные принципы создания ТКК:

а) единая производственная и социальная микроструктура, общая строительная и энергетическая база;

б) четкая специализация в масштабе страны и своего экономического района.

Главной задачей настоящего времени является создание ТКК среднего масштаба помимо ТКК крупных экономических районов страны (Московского, Краснодарского, Кузбасского и т.д.).

Основы экономики природопользования

Экономика природопользования – сравнительно молодая наука. Причиной ее зарождения на рубеже 60-70-х гг. прошлого века послужило осознание учеными и практиками факта ограниченности природных ресурсов, опасности сохранения «техногенного», природоемкого типа развития производительных сил, необходимости проведения природовосстановительных работ в больших масштабах.

Т.о., экономика природопользования призвана более детально изучать воздействие экономики на природу и показывать пути рационального природопользования.

Экономика природопользования – это наука, изучающая экономическими методами процессы и результаты взаимодействия общества и природной среды, рассматривающая комплекс проблем рационального природопользования.

Предметом экономики природопользования являются социально-экономические отношения, возникающие по поводу добычи, переработки, потребления и использования природных ресурсов в производственной и непроизводственной деятельности человека.

В теоретическом плане экономика природопользования направлена на создание научных основ концепции устойчивого эколого-экономического развития, а ее практическое значение заключается в выработке научно обоснованных рекомендаций по рациональному использованию природных ресурсов и сохранению среды жизнедеятельности человеческого общества.

Глобальная цель экономики природопользования – разработка методов, приемов и способов рационального использования природных ресурсов в хозяйственной деятельности человека для обеспечения экологической безопасности.

Задачи экономического механизма охраны окружающей природной среды. Задачи экономического механизма охраны окружающей природной среды заключаются в том, что должно производиться:

1. Планирование и финансирование природоохранных мероприятий.

2. Установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов.

3. Установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия.

4. Предоставление предприятиям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды.

5. Возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

Методы реализации экономического механизма обеспечения охраны природы: – взимание платы за пользование природными ресурсами, за загрязнение окружающей среды (включая размещение отходов) и другие виды вредного воздействия на нее; – налоговые, кредитные и другие льготы, предоставляемые юридическим лицам, а также гражданам при внедрении безотходных, малоотходных и ресурсосберегающих технологий и производств, осуществлении другой деятельности, дающей природоохранный и

природовосстановительный эффект; – ведение специального налогообложения предприятий, учреждений, организаций за применение экологически опасных технологий и осуществление другой опасной для природной среды деятельности; – купля-продажа лицензий (разрешений) на право выброса (сброса) загрязняющих окружающую природную среду веществ или на осуществление иной экологически отрицательной деятельности с учетом экологической емкости территории и требований охраны природы; – возложение на юридических лиц и граждан обязанностей по восстановлению нарушенной ими природной среды или ее отдельных частей; – взыскание в установленном порядке денежных компенсаций за ущерб, причиненный в результате порчи или уничтожения природных объектов; – полное или частичное лишение должностных лиц и иных работников премий, выдаваемых им по результатам основной производственной деятельности, в случаях невыполнения планов и мероприятий по охране природы, нарушения нормативно-технических и других требований законодательства в области охраны природы; – материальное поощрение коллективов и работников юридических лиц, а также граждан, добившихся наиболее высоких результатов в охране природы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение, что представляют собой природные ресурсы.
2. Рассмотрите возможные классификации природных ресурсов, приведите примеры.
3. Дайте определение понятию «природопользование».
4. Рассмотрите понятие «безотходная технология».
5. Какие существуют принципы безотходной технологии?
6. Что представляет собой экономика природопользования.
7. Перечислите основные задачи экономики природопользования.

ЛЕКЦИЯ № 7

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

1. Антропогенное воздействие. Основные понятия.
2. Мониторинг. Основные понятия.
3. Классификация мониторинга.
4. Единая государственная система экологического мониторинга.

Научно-технический прогресс оказал огромное влияние на взаимоотношения человека и человеческого общества в целом с окружающей его природной средой. С конца 19 века интенсивно строились города, унифицировались сельские районы, уничтожались леса, болота, остатки дикорастущей растительности, диких животных. Все это привело к уменьшению разнообразия экосистем, накоплению отходов, которые не разрушались в естественной среде. В круговороты включались искусственные вещества, что существенно нарушало сложившиеся миллионами лет круговороты веществ в природе.

К середине XX века непрерывно нарастает потребление энергии за счет энергоресурсов Земли (уголь, нефть, газ), появляются в значительных количествах транспортные системы, непрерывно растет промышленный потенциал ведущих стран мира и использование природных ресурсов. Идет массовое накопление отходов, нарушены многие круговороты веществ, редкие токсичные металлы (ртуть, свинец, кадмий и др.) в значительных количествах рассеиваются в компонентах биосферы, активно загрязняя ее. Наступил кризис биосферы. Во многих регионах биосфера заменена техносферой.

Итак, вторая половина XX века создала огромные возможности для покорения сил природы, а вместе с тем для ее загрязнения и разрушения. Промышленный прогресс сопровождается поступлением в биосферу огромного количества загрязнений, которые могут нарушить природное равновесие и угрожать здоровью людей.

Антропогенное воздействие. Основные понятия

Загрязнитель – любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (главным образом микроорганизмы), поступающий в окружающую среду или возникающий в ней в количестве, выходящем за рамки обычного и вызывающий загрязнение окружающей среды.

Все вещества, являющиеся загрязнителями окружающей среды, делятся на две большие группы: ксенобиотики и природные загрязнители.

Ксенобиотики (от греческого «ксенос» – чужой» и «биос» – жизнь) – чужеродные для организма соединения, искусственно созданные человеком и никогда ранее в природе не встречавшиеся. В живых организмах процессы образования (ассимиляции) и распада (диссимиляции) регулируются ферментами.

Ксенобиотики – вещества, чуждые живой природе, поэтому в живых организмах нет ферментов для их разложения. Вследствие этого такие вещества накапливаются в организме, происходит его зашлаковывание, отравление.

Кроме деления загрязнителей на антропогенные (ксенобиотики) и естественные (природные), выделяют также стойкие (неразрушаемые) и разрушаемые под действием природных химико-биологических процессов. Стойкие загрязнители аккумулируются в трофических (пищевых цепях). Многие из них (пестициды, полихлордифенилы, пластмассы) крайне медленно разлагаются в естественных условиях, а токсичные соединения ртути и свинца вообще не обезвреживаются.

Если в 40-х гг. двадцатого века еще доминировали натуральные продукты (хлопок, лен, шерсть, мыло, натуральный каучук, свободная от добавок пища), то в настоящее время в промышленно развитых странах они заменены синтетическими, которые трудно разлагаются и загрязняют окружающую среду. Прежде всего, это синтетическое волокно, моющие средства (отбеливатели, детергенты), пища с добавками, минеральные удобрения, синтетический каучук, пестициды и гербициды.

Природные загрязнители – это вещества, всегда существовавшие в природе; благодаря хозяйственной деятельности человека, их концентрация в биосфере резко повысилась.

Загрязнение окружающей среды происходит невидимо и не ощущается органами чувств людей, состояние которых ухудшается постепенно, от поколения к поколению.

Развитие техногенных изменений биосферы сейчас значительно опережает адаптационные возможности человеческого организма. Наиболее существенные изменения происходят в атмосферном воздухе – основной среде жизни человека.

Мониторинг. Основные понятия

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Конечная цель экологического мониторинга – оптимизация отношений человека с природой, экологическая ориентация хозяйственной деятельности.

Экологический мониторинг включает три основных направления деятельности:

- наблюдения за факторами воздействия и состоянием среды;
- оценку фактического состояния среды;
- прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

Следует различать понятия «экологический мониторинг» и «экологический контроль». Система мониторинга не включает деятельность по

управлению качеством среды, но является источником необходимой для принятия экологически значимых решений информации. В отношении деятельности, предполагающей принятие активных регулирующих мер следует употреблять понятие «экологический контроль».

В природоохранительном законодательстве Российской Федерации государственная служба мониторинга определяется как часть общей системы экологического контроля.

Экологический мониторинг возник на стыке экологии, биологии, географии, геофизики, геологии и других наук. Выделяют различные виды мониторинга в зависимости от критериев: биоэкологический (санитарно-гигиенический), геоэкологический (природно-хозяйственный), биосферный (глобальный), космический, геофизический, климатический, биологический, здоровья населения, социальный и др.

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают мониторинг импактный и фоновый. **Фоновый (базовый) мониторинг** – слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Осуществляется на базе биосферных заповедников. **Импактный мониторинг** – слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах.

В зависимости от масштабов наблюдения различают мониторинг глобальный, региональный и локальный (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Системы наземного мониторинга окружающей среды

Ступени мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели
Локальный (санитарно-гигиенический, биоэкологический)	Приземный слой воздуха	ПДК токсических веществ
	Поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые стоки и различные выбросы	Физические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.)
	Радиоактивные излучения	Предельная степень радиоизлучения
Региональный (геосистемный, природно-хозяйственный)	Исчезающие виды животных и растений	Популяционное состояние видов
	Природные экосистемы	Их структура и нарушения
	Агроэкосистемы	Урожайность сельскохозяйственных структур
	Лесные экосистемы	Продуктивность насаждений
Глобальный (биосферный, фоновый)	Атмосфера	Радиационный баланс, тепловой перегрев, состав и запыление
	Гидросфера	Загрязнение рек и водоемов; водные бассейны, круговорот воды на континентах
	Растительные и почвенные покровы, животное население	Глобальные характеристики состояния почв, растительного покрова и животных. Глобальные круговороты и баланс CO ₂ , O ₂ и других веществ

Глобальный мониторинг – слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений (например, за состоянием озонового слоя, изменением климата). **Региональный мониторинг** – слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, за состоянием озера Байкал). **Локальный мониторинг** – мониторинг в пределах небольшой территории (например, контроль за состоянием воздуха в городе).

В некоторых случаях используют объединенную классификацию, выделяя три уровня мониторинга: *импактный* (изучение сильных воздействий локальном масштабе), *региональный* (проявление проблем миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона) и *фоновый* (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность).

На уровне *локального (санитарно-гигиенического, биоэкологического, импактного) мониторинга* наиболее важным является контроль следующих показателей:

1) концентрация загрязняющих веществ, наиболее опасных для природных экосистем и человека, в жизнеобеспечивающих средах:

– в атмосферном воздухе: оксиды углерода, азота, диоксид серы, озон, пыль, аэрозоли, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор, углеводороды;

– в поверхностных водах: радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, бенз(а)пирен, рН, минерализация, азот, нефтепродукты, фенолы, фосфор;

– в почве: тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды, нефтепродукты, бенз(а)пирен, азот, фосфор;

– в биоте: тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор;

2) уровень вредных физических воздействий: радиация, шум, вибрация, электромагнитные поля и др.;

3) динамика заболеваемости, вследствие загрязнения биосферы, в частности врожденных дефектов.

Пункты экологического мониторинга располагают в крупных населенных пунктах, промышленных и сельскохозяйственных районах (города, автомагистрали, территории промышленно-энергетических центров, атомных электростанций, нефтепромыслов, агроэкосистем с интенсивным применением пестицидов и удобрений и др.)

На уровне *регионального (геосистемного, природнохозяйственного) мониторинга* ведутся наблюдения за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем. и т.д.), регистрируются отличия их параметров от фоновых территорий, вследствие антропогенных воздействий.

На уровне *глобального (биосферного, фонового) мониторинга* отслеживаются изменения в биосфере в целом. Объектами глобального мониторинга являются атмосфера, гидросфера, почвенный покров, растительный и животный мир и биосфера в целом как среда жизни всего человечества. Разработка и координация глобального мониторинга окружающей природной среды осуществляется в рамках ЮНЕП (орган ООН) и Всемирной метеорологической организации (ВМО). Основными целями этой программы являются:

- организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;
- оценка влияния глобального загрязнения атмосферы на климат;
- оценка количества и распределения загрязнений в биологических системах, особенно в пищевых цепочках;
- оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования;
- оценка реакции наземных экосистем на воздействие окружающей среды;
- оценка загрязнения океана и влияния загрязнения на морские экосистемы;
- создание системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

Особую роль в системе экологического мониторинга играет биологический мониторинг, то есть мониторинг биотической составляющей экосистем (биоты). *Биологический мониторинг* – это контроль состояния окружающей природной среды с помощью живых организмов. Главный метод биологического мониторинга – биоиндикация, которая заключается в регистрации любых изменений в биоте, вызванных антропогенными факторами. *Биоиндикация* – обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить об изменении в окружающей среде, называются *биоиндикаторами*.

Единая государственная система экологического мониторинга

В государственной системе управления природоохранной деятельностью в Российской Федерации важную роль играет формирование единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

ЕГСЭМ включает в себя следующие основные компоненты:

- мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду;

- мониторинг загрязнения абиотического компонента окружающей природной среды;
- мониторинг биотической компоненты окружающей природной среды;
- социально-гигиенический мониторинг;
- обеспечение создания и функционирования экологических информационных систем.

При этом распределение функций между центральными органами федеральной исполнительной власти осуществляется следующим образом.

Госкомэкологии (бывш. Минприроды России): координация деятельности министерств и ведомств, предприятий и организаций в области мониторинга окружающей природной среды; организация мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду и зон их прямого воздействия; организация мониторинга животного и растительного мира, мониторинг наземной фауны и флоры (кроме лесов); обеспечение создания и функционирования экологических информационных систем; ведение с заинтересованными министерствами и ведомствами банков данных об окружающей природной среде, природных ресурсах и их использовании.

Росгидромет: организация мониторинга состояния атмосферы, поверхностных вод суши, морской среды, почв, околоземного космического пространства, в том числе комплексного фоновое и космического мониторинга состояния окружающей природной среды; координация развития и функционирования ведомственных подсистем фоновое мониторинга загрязнения окружающей природной среды; ведение государственного фонда данных о загрязнении окружающей природной среды.

Роскомзем: мониторинг земель.

Министерство природных ресурсов (включая бывш. Роскомнедра и Роскомвоз): мониторинг недр (геологической среды), включая мониторинг подземных вод и опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов; мониторинг водной среды водохозяйственных систем и сооружений в местах водосбора и сброса сточных вод.

Роскомрыболовство: мониторинг рыб, других животных и растений.

Рослесхоз: мониторинг лесов.

Роскартография: осуществление топографо-геодезического и картографического обеспечения ЕГСЭМ, включая создание цифровых, электронных карт и геоинформационных систем.

Госгортехнадзор России: координация развития и функционирования подсистем мониторинга геологической среды, связанных с использованием ресурсов недр на предприятиях добывающих отраслей промышленности; мониторинг обеспечения промышленной безопасности (за исключением объектов Минобороны России и Минатома России).

Госкомэпиднадзор России: мониторинг воздействия факторов среды обитания на состоянием здоровья населения.

Минобороны России: мониторинг окружающей природной среды и источников воздействия на нее на военных объектах; обеспечение ЕГСЭМ средствами и системами военной техники двойного применения.

Госкомсевер России: участие в развитии и функционировании ЕГСЭМ в районах Арктики и Крайнего Севера.

Система единого экологического мониторинга предусматривает не только контроль состояния окружающей среды и здоровья населения, но и возможность активного воздействия на ситуацию. Используя верхний иерархический уровень ЕЭМ (сфера принятия решения), а также подсистему экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду, появляется возможность управления источниками загрязнения на основании результатов математического моделирования промышленных объектов или регионов. (Под математическим моделированием промышленных объектов понимается моделирование технологического процесса, включая модель воздействия на окружающую среду.)

Система единого экологического мониторинга предусматривает разработку двухуровневых математических моделей промышленных предприятий с различной глубиной проработки.

Первый уровень обеспечивает детальное моделирование технологических процессов с учетом влияния отдельных параметров на окружающую среду.

Второй уровень математического моделирования обеспечивает эквивалентное моделирование на основе общих показателей работы промышленных объектов и степени их воздействия на окружающую среду. Эквивалентные модели необходимо иметь прежде всего на уровне администрации региона с целью оперативного прогнозирования экологической обстановки, а также определения размера затрат на уменьшение количества вредных выбросов в окружающей среде.

Таким образом, единая государственная система экологического мониторинга, несмотря на известные трудности, обеспечивает формирование массива данных для составления экологических карт, разработки ГИС, моделирования и прогноза экологических ситуаций в различных регионах России.

Контрольные вопросы

1. Какие типы загрязняющих веществ вы знаете?
2. Что представляет собой мониторинг. Назовите этапы мониторинга.
3. Перечислите возможные классификации мониторинга и кратко дайте характеристику.
4. Назовите задачи единой государственной системы экологического мониторинга.
5. Перечислите компоненты, которые включает в себя государственная система мониторинга.
6. Какие организации выполняют основные функции государственной системы экологического мониторинга?

ЛЕКЦИЯ № 8 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

1. Контроль в области охраны окружающей среды.
2. Цели, принципы, виды, объекты и субъекты экологического контроля.
3. Виды и принципы экологической экспертизы, сроки проведения и особенности.

Понятие и объекты экологического контроля

Экологический контроль представляет собой одну из основных функций государственного экологического управления. Его конечной **целью** является поддержание благоприятного качества окружающей природной среды посредством обеспечения выполнения экологических правил и норм всеми субъектами, деятельность которых связана с использованием природных ресурсов или влияет на состояние окружающей природной среды.

Исходя из задач **экологического контроля**, предусмотренных Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» (ст. 68), можно определить его как совокупность государственных и общественных мероприятий по наблюдению за состоянием природной среды и ее изменением под влиянием хозяйственной и иной деятельности, проверке соблюдения экологических требований предприятиями, организациями, учреждениями, должностными лицами и гражданами.

Объектами экологического контроля являются:

- природная среда, ее состояние и изменения;
- деятельность по выполнению обязательных планов и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей природной среды;
- соблюдение законодательства, правил и нормативов в области природопользования и охраны окружающей природной среды.

В процессе осуществления экологического контроля применяются разнообразные **методы**: наблюдение за состоянием окружающей природной среды; сбор, анализ и обобщение информации; проверка выполнения экологических правил и норм; проведение экологической экспертизы; предупреждение и пресечение экологических правонарушений; принятие мер для возмещения экологического вреда, привлечения виновных лиц административной и уголовной ответственности и др.

Система экологического контроля

В систему экологического контроля входят: государственная служба наблюдения за состоянием окружающей природной среды, об этом мы с

вами говорили в предыдущей лекции и государственный, производственный и общественный контроль (ст. 68 Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды»).

Государственный экологический контроль представляет собой один из видов административно-управленческой деятельности и предполагает в отличие от мониторинга не только сбор и анализ необходимой информации, но и проверку соблюдения экологических требований и нормативов субъектами природопользования, выявление нарушений экологического законодательства. Он носит надведомственный характер и включает в свою систему органы общей и специальной компетенции, осуществляющие управление в сфере использования природных ресурсов и охраны окружающей среда. Особое место среди них занимают специальные природоохранные инспекции – государственная лесная охрана, охотничья инспекция, рыбоохрана, государственная санитарно-эпидемиологическая служба и др.

Организация и проведение государственного экологического контроля и обеспечение межотраслевой координации деятельности государственных органов в этой сфере возложены на Государственный комитет РФ по охране окружающей природной среды.

Должностные лица органов государственного экологического контроля в соответствии с их полномочиями имеют право в установленном порядке:

- посещать предприятия, организации и учреждения независимо от их форм собственности и подчинения, знакомиться с документами и иными материалами, необходимыми для выполнения их служебных обязанностей;

- проверять работу очистных сооружений, средств их контроля, соблюдение нормативов качества окружающей природной среды, природоохранительного законодательства, выполнение планов и мероприятий по охране окружающей природной среды;

- выдавать разрешения на право выброса, сброса, размещения вредных веществ;

- устанавливать по согласованию с органами санитарно-эпидемиологического надзора нормативы выбросов и сбросов вредных веществ стационарными источниками загрязнения окружающей природной среды;

- назначать государственную экологическую экспертизу, обеспечивать контроль за выполнением ее заключения;

- требовать устранения выявленных недостатков, давать в пределах предоставленных прав указания или заключения по размещению, проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию и эксплуатации объектов;

- привлекать в установленном порядке виновных лиц к административной ответственности, направлять материалы о привлечении их к дисциплинарной и уголовной ответственности, предъявлять иски в суд (арбитражный суд) о возмещении вреда, причиненного окружающей природной среде или здоровью человека экологическими правонарушениями;

– принимать решения об ограничении, приостановлении, прекращении работы предприятий и любой деятельности, причиняющей вред окружающей природной среде и здоровью человека.

Решения государственных органов экологического контроля могут быть обжалованы в суд.

Производственный контроль осуществляется экологической службой предприятий, организаций и учреждений (должностными лицами, лабораториями, отделами и т.д. по охране окружающей среды), деятельность которых связана с использованием природных ресурсов или оказывает влияние на окружающую природную среду. Задача производственного экологического контроля – проверка выполнения планов и мероприятий по охране природы и оздоровлению окружающей среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, соблюдения нормативов качества окружающей природной среды, выполнения требований экологического законодательства на конкретном предприятии, в организации, учреждении. Он может выражаться в контроле за выбросами загрязняющих веществ, за выделением и освоением средств на природоохранные мероприятия, за работой очистных сооружений и т.д.

В рамках **общественного контроля** граждане и их организации, общественные объединения и экологические движения могут самостоятельно или совместно с государственными органами участвовать в реализации экологических мероприятий, проверке выполнения требований экологического законодательства предприятиями, организациями, учреждениями, должностными лицами и гражданами, выявлении и пресечении экологических правонарушений.

В охране окружающей природной среды принимают участие различные массовые общественные организации (профсоюзные, молодежные и др.), а также специализированные экологические формирования (общества охраны природы, экологические партии и др.). Расширяется деятельность экологических движений, объединяющих граждан в защиту отдельных природных объектов и комплексов, в связи с решением зональных экологических проблем (охраной озера Байкал, реки Волги и др.).

Важное звено экологического контроля – экологическая экспертиза, а также предшествующая ей оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), которые образуют взаимосвязанный комплекс средств, обеспечивающих предупреждение экологически вредной деятельности и учет экологических требований на стадии принятия хозяйственных и иных решений.

Оценка воздействия на окружающую среду

В целях реализации ст. 41 Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды» и выполнения обязательств РФ в связи с подписанием международной Конвенции «Об оценке воздействия на окружающую среду в

трансграничном контексте» было принято Положение об оценке воздействия на окружающую среду в РФ, утвержденное приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов от 18 июля 1994 № 222.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – процедура учета экологических требований законодательства РФ при подготовке и принятии решений о социально-экономическом развитии общества. Она организуется и осуществляется с целью выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации хозяйственной и другой деятельности.

Оценка воздействия на окружающую среду проводится при подготовке следующих видов обосновывающей документации:

- концепций, программ (в том числе инвестиционных) и планов отраслевого и территориального социально-экономического развития;
- схем комплексного использования и охраны природных ресурсов;
- градостроительной документации (генеральных планов городов, проектов и схем детальной планировки и т.д.);
- документации по созданию новой техники, технологии, материалов и веществ;
- предпроектных обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и проектов строительства новых, реконструкции и расширения действующих хозяйственных и иных объектов и комплексов (п. 2.1 Положения).

При подготовке документации, обосновывающей развитие ряда объектов и видов хозяйственной и иной деятельности, проведение ОВОС является обязательным. Перечень таких видов и объектов приводится в приложении к Положению об оценке воздействия на окружающую среду в РФ. Целесообразность проведения ОВОС по остальным видам и объектам деятельности определяется органами исполнительной власти субъектов РФ по представлению органов по охране окружающей природной среды.

Результатом проведения ОВОС является вывод о допустимости воздействия намечаемой им деятельности на окружающую среду.

Обосновывающая документация по реализации видов и объектов хозяйственной деятельности, содержащая результаты проведения ОВОС, представляется на государственную экологическую экспертизу.

Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза – оценка уровня возможных негативных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду, природные ресурсы и здоровье людей. То есть оценка хозяйственных и иных проектов на предмет их соответствия требо-

ваниям экологической безопасности и системе рационального природопользования. В РФ работы по экологической экспертизе основаны на Федеральном законе «Об экологической экспертизе» (1995 г.).

Объектами экологической экспертизы являются:

– проекты и технико-экономические обоснования (ТЭО) строительства и эксплуатации хозяйственных сооружений, а также действующие предприятия;

– нормативно-техническая документация на создание новой техники, технологий, материалов, а также на работающее оборудование;

– проекты нормативных и административных актов и действующее законодательство.

Субъектами экологической экспертизы являются:

– законодательные и исполнительные органы государственной власти, а также суды различных уровней;

– специализированные правительственные организации (комитеты, комиссии, министерства);

– специализированные неправительственные организации (частные, общественные).

Экологическая экспертиза основывается на ряде принципов.

1. Принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

2. Принцип обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы.

3. Принцип комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий.

4. Принцип независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы.

5. Принцип достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу.

6. Принцип независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы.

7. Принцип научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы.

8. Принцип гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения.

9. Принцип ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

Законодательство предусматривает два вида экологической экспертизы: государственную и общественную.

Государственная Экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и на уровне субъектов Российской Федерации. На федеральном

уровне государственную экологическую экспертизу проводит Министерство природных ресурсов РФ, на уровне субъектов РФ – Министерства природных ресурсов субъектов РФ (областей и краев) и их подразделения – Комитеты по охране окружающей среды (областные и краевые).

Государственная экологическая экспертиза проводится экспертной комиссией. В ее состав входят: руководитель, ответственный секретарь и эксперты. Результатом работы комиссии является заключение государственной экологической экспертизы.

Общественная экологическая экспертиза может проводиться независимо от государственной экологической экспертизы. Экспертизе могут подвергаться те же объекты, за исключением объектов, сведения о которых составляют государственную, коммерческую и (или) иную охраняемую законом тайну. Инициировать организацию и проведение общественной экологической экспертизы могут граждане, общественные организации (объединения) и органы местного самоуправления. Проводить общественную экспертизу могут общественные организации, в уставе которых оговорен данный вид деятельности. Заключение общественной экологической экспертизы, в отличие от государственной, носит рекомендательный характер.

Финансирование государственной экологической экспертизы осуществляется за счет средств заказчика, а общественной экологической экспертизы – за счет средств общественных организаций, общественных экологических и других фондов, целевых добровольных денежных взносов граждан и организаций, органов местного самоуправления. Расходы на экологическую экспертизу могут составлять в среднем 1 % от общей стоимости предполагаемого проекта (правило 1 %). Но эти затраты необходимы, поскольку они в несколько раз меньше тех, которые могут понадобиться для ликвидации экономического, экологического и социального ущербов, в результате ошибочных решений.

Контрольные вопросы

1. Какие цели преследует экологический контроль? Перечислите объекты экологического контроля.
2. Какие методы возможно использовать при проведении экологического контроля?
3. Перечислите основные виды экологического контроля и дайте краткую характеристику.
4. Что представляет собой оценка воздействия на окружающую среду?
5. Сущность государственной экологической экспертизы.
6. Перечислите объекты государственной экологической экспертизы и дайте краткую характеристику.
7. Назовите возможные сроки и особенности проведения государственной экологической экспертизы.

ЛЕКЦИЯ № 9

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1. Понятие и определение экологического права.
2. Источники экологического права.
3. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Современное общество выработало ряд специальных мер, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. К ним относятся наблюдение за состоянием окружающей среды, ведение государственных кадастров и реестров природных объектов, создание охраняемых природных территорий, оценка воздействия на окружающую среду, экологическое нормирование, экологическая экспертиза, паспортизация, сертификация, аудит и другие.

Понятие и определение экологического права

Экологическое право – совокупность эколого-правовых норм (правил поведения), регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и природы с целью охраны окружающей природной среды, предупреждения вредных экологических последствий, оздоровления и улучшения качества окружающей человека природной среды. Соблюдение правил (норм), в том числе экологических, обеспечивается государством в принудительном порядке.

Источники экологического права

Источниками экологического права, образующими экологическое законодательство Российской Федерации, являются следующие правовые документы: 1) Конституция РФ; 2) законы и иные нормативные акты РФ и субъектов РФ в области природопользования и охраны окружающей среды; 3) указы и распоряжения Президента РФ и постановления Правительства РФ; 4) нормативные акты министерств и ведомств; 5) нормативные решения органов местного самоуправления.

1. *Конституция Российской Федерации* (1993 г.) провозглашает права граждан на землю и другие природные ресурсы, на благоприятную окружающую среду (экологическую безопасность), на возмещение ущерба, причиненного его здоровью, на участие в экологических организациях и общественных движениях, на получение информации о состоянии окружающей природной среды и мерах по ее охране. Одновременно Конституция РФ

устанавливает обязанности граждан соблюдать требования природоохранного законодательства, принимать участие в охране окружающей природной среды, повышать уровень знаний о природе и экологическую культуру. Конституция РФ также определяет организационные и контрольные функции высших и местных органов власти по рациональному использованию и охране природных ресурсов (статьи: 42, 58, 72).

Статья 42

Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Статья 58

Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам.

Статья 72

1. В совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации находятся:

д) природопользование; охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; особо охраняемые природные территории; охрана памятников истории и культуры;

2. *Законы и иные нормативные акты РФ и субъектов РФ* в области природопользования и охраны окружающей природной среды.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.) лежит в основе природоохранного законодательства РФ. Задачами природоохранительного законодательства Российской Федерации являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, оздоровления и улучшения качества окружающей природной среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущих поколений людей.

Настоящий закон охватывает все аспекты природопользования и охраны окружающей среды и нормы других законов в области охраны окружающей среды не должны противоречить Конституции РФ и Федеральному закону РФ «Об охране окружающей среды».

Закон включает 16 глав: общие положения (гл. I); основы управления в области охраны окружающей среды (гл. II); права и обязанности граждан, общественных и иных некоммерческих организаций (гл. III); экономическое регулирование (гл. IV); нормирование (гл. V); оценка воздействий на окружающую среду и экологическая экспертиза (гл. VI); требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (гл. VII); зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайных ситуаций (гл. VIII); природные объекты, находящиеся под особой охраной (гл. IX); государственный мониторинг окружающей среды (гл. X); контроль

в области охраны окружающей среды (экологический контроль) (гл. XI); научные исследования (гл. XII); основы формирования экологической культуры (гл. XIII); ответственность за нарушение законодательства (гл. XIV); международное сотрудничество (гл. XV); заключительные положения (гл. XVI).

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995 г.) регулирует отношения в области экологической экспертизы, направлен на реализацию конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду и предусматривает в этой части реализацию конституционного права субъектов Российской Федерации на совместное с РФ ведение вопросов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

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

Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.) устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха. Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Важнейшими общими мероприятиями охраны воздушного бассейна названы установление нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых выбросов (ПДВ), а также платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ,

Закон РФ «О радиационной безопасности населения» (1995 г.) определяет правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья. Он провозглашает принцип приоритета здоровья человека и окружающей природной среды при практическом использовании и эксплуатации объектов ионизирующих излучений. В случае радиационной аварии Закон гарантирует возмещение ущерба здоровью и имуществу граждан. Законом устанавливается также компенсация за повышенный риск, связанный с проживанием вблизи ядерных и радиационных установок, в виде улучшения социально-бытовых условий населения и др.

Закон РФ «Об отходах производства и потребления» (1998 г.) определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья (1993 г.) регулируют отношения граждан, органов государственной власти и управления, хозяйствующих субъектов, субъектов государственной, муниципальной и частной систем здравоохранения в области охраны здоровья граждан.

Закон РФ «О недрах» (1992 г.) регулирует правовые отношения при изучении, использовании и охране недр. Закон направлен, в первую очередь, на рациональное использование недр и их загрязнение.

Земельный кодекс РФ (2001 г.) регламентирует охрану земель и защиту окружающей природной среды от возможного вредного воздействия при использовании земли. Основными правовыми функциями охраны земель являются сохранение и повышение плодородия почв, сохранение фонда сельскохозяйственных земель. Экологическими нарушениями считаются порча, загрязнение, засорение и истощение земель. Кодекс регламентирует куплю-продажу земель, и совершение других земельных сделок.

Водный кодекс РФ (1995 г.) регулирует правовые отношения в области использования и охраны водных объектов. Закон направлен на охрану вод от загрязнения, засорения и истощения.

Основы лесного законодательства (1977 г.) регулируют отношения, возникающие при пользовании лесным фондом Российской Федерации в целях создания условий для рационального использования, воспроизводства, охраны и защиты лесов.

Лесной кодекс РФ (1997 г.) устанавливает правовые основы рационального использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, повышения их экологического и ресурсного потенциала.

Закон РФ «О животном мире» (1995 г.) регулирует отношения в области охраны и использования животного мира, а также в сфере сохранения и восстановления среды его обитания в целях обеспечения биологического разнообразия, устойчивого использования всех его компонентов, создания условий для устойчивого существования животного мира, сохранения генетического фонда диких животных и иной защиты животного мира как неотъемлемого элемента природной среды.

3. *Указы и распоряжения Президента РФ и постановления Правительства РФ* затрагивают широкий круг экологических вопросов. Например, Указ о федеральных природных ресурсах (1993 г.) или Указ о концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию (1996г.).

4. *Нормативные акты природоохранительных министерств и ведомств* издаются по вопросам рационального использования и охраны окружающей природной среды в виде постановлений, инструкций, приказов и т.д. Они являются обязательными для других министерств и ведомств, физических и юридических лиц.

5. *Нормативные решения органов местного самоуправления* (мэрий, сельских и поселковых органов) дополняют и конкретизируют действующие нормативно-правовые акты в области охраны окружающей природной среды.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды

Формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды различны:

- международные организации по охране природы;
- международные (двусторонние или многосторонние) договоры, соглашения, конвенции;
- государственные инициативы по международному сотрудничеству.

Международные организации по охране природы. В настоящее время в мире функционирует более 100 различных международных организаций, занимающихся вопросами экологии. Наиболее авторитетная из них – *Организация Объединенных Наций (ООН)*. Одно из важнейших направлений ее деятельности – сотрудничество в области охраны природы. ООН рассматривает важные вопросы на Генеральной Ассамблее, принимает резолюции и декларации, проводит международные совещания и конференции. ООН разработала и приняла специальные принципы охраны окружающей человека среды, в частности, в Декларации Стокгольмской конференции ООН (1972 г.) и во Всемирной Хартии природы (1982 г.).

При ООН функционируют специализированные международные организации по охране окружающей среды.

Специальный орган ООН по окружающей среде (ЮНЕП) осуществляет долгосрочную программу по охране окружающей среды, для финансирования которой Генеральная Ассамблея ООН создала Фонд окружающей среды.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) осуществляет программу «Ядерная безопасность и защита окружающей среды».

Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) занимается организацией исследования окружающей среды и ее ресурсов, ею одобрены программы «Человек и биосфера», «Человек и его окружающая среда».

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) занимается проблемами гигиены окружающей среды, борьбы с загрязнением атмосферного воздуха.

Всемирная организация продовольствия (ФАО) занимается вопросами продовольственной безопасности отдельных стран и всего мира.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, а также отдельными лицами по вопросам

защиты природы и охраны природных ресурсов. МСОП подготовил Международную «Красную книгу» (10 томов).

Международные договоры, соглашения, конвенции – важный инструмент сотрудничества. Различаются договоры общие и специальные, многосторонние и двусторонние, глобальные и региональные. Готовятся и рассматриваются они по инициативе отдельной страны (стран) или международной организации.

Общие международно-правовые договоры могут затрагивать и вопросы окружающей природной среды. Например, в договорах о режиме государственной границы, как правило, имеются статьи, посвященные режиму приграничных водоемов, охране растительности, животного мира.

Специальные природоохранные международные договоры содержат статьи только об охране окружающей среды.

К *глобальным договорам* относятся Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (1977 г.), Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979 г.), Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (1979 г.).

В числе *региональных договоров* можно назвать договоры об использовании и охране Дуная, Черного моря; договоры европейских стран (ЕЭС); Африканскую конвенцию по охране природы и природных ресурсов; Конвенцию по охране Средиземного моря от загрязнения; Конвенцию об охране морских живых ресурсов Антарктики (1980 г.); Соглашение об охране полярного медведя; Конвенцию о рыболовстве в северо-восточной части Атлантического океана; Конвенцию о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Датских проливах; Соглашение о сотрудничестве по борьбе с загрязнением Северного моря нефтью.

Особое значение имеют международные договоры об ограничении, сокращении и запрещении испытаний ядерного, бактериологического, химического оружия в различных средах и регионах. В 1996 г. в ООН торжественно подписан Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

Государственные инициативы по международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды также имеют важное международное значение. Нашей страной выдвинут целый ряд конструктивных предложений по международному сотрудничеству в целях экологической безопасности, например, по защите морской среды Балтики (г. Мурманск, 1987 г.), по природоохранному взаимодействию в азиатско-тихоокеанском регионе (г. Красноярск, 1988 г.), по координации усилий в области экологии под эгидой ООН (43 сессия Генеральной Ассамблеи ООН, 1988 г.). Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды влияет на национальное законодательство. Здесь действует принцип приоритета международно-правовой нормы над нормой национального права.

Международные принципы охраны окружающей среды. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды регулируется международным экологическим правом. В его основе лежат общепризнанные мировым сообществом принципы и нормы. В истории становления основных экологических принципов международного сотрудничества можно выделить следующие важнейшие этапы.

Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды (Стокгольм, 1972 г.). По итогам работы конференции была принята Декларация, в которой определялись стратегические цели и направления действий мирового сообщества в области охраны окружающей среды. Декларация содержала 26 основных принципов охраны окружающей человека среды.

Кроме того, 5 июня был провозглашен Всемирным днем окружающей среды. Был образован постоянно действующий орган ООН по окружающей среде (ЮНЕП) со штаб-квартирой в г. Найроби (Кения).

Всемирная хартия природы (ВХП), одобренная Генеральной Ассамблеей ООН (1982 г.). В ней вновь были подтверждены и развиты важнейшие принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды. Таких принципов стало 27. Всемирная хартия природы определила приоритетные направления экологической деятельности международного сообщества на тот период.

Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). В ней приняли участие 114 глав государств, представители 1600 неправительственных организаций. Это крупнейший экологический форум в истории человечества. Впервые главы государств и правительств разных стран договорились о путях решения важнейших глобальных экологических проблем, включая кардинальные изменения в экономике и социальной сфере. Впервые был общепризнан приоритет экологических интересов человечества над экономическими.

На конференции были одобрены пять основных документов: Декларация РИО об окружающей среде и развитии; Повестка дня на XXI век; Заявление о принципах управления, сохранении и устойчивого развития всех типов лесов; Рамочная конвенция по проблеме изменений климата; Конвенция по биологическому разнообразию.

Одним из важнейших итогов Конференции было принятие *концепции (стратегии) устойчивого развития*. Под устойчивым развитием понимается одновременное решение проблем экономики и экологии. Цель стратегии – не заменяя национальных программ охраны окружающей среды, дать основные ориентиры.

Всемирный саммит по устойчивому развитию «Рио+10» (Йоханнесбург (ЮАР), 2002 г.). На саммите были подведены итоги первого десятилетия движения мирового сообщества по пути устойчивого развития. По словам генерального секретаря ООН Кофи Аннана многие решения по охране окружающей среды, принятые в Бразилии, оказались не выполненными,

глобализация не принесла пользы большей части человечества, несмотря на общий экономический подъем, помощь развивающимся странам сократилась. Одним из принятых на саммите итоговых документов стал «План борьбы с бедностью и сохранения окружающей среды».

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой экологическое право?
2. Какие объекты изучает экологическое право?
3. Что является источниками экологического права?
4. Как осуществляется международное сотрудничество в области охраны окружающей среды? Основные принципы.
5. Какие международные организации участвуют в защите и охране окружающей среды и природы?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коробкин, В.И. Экология [Текст]: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2011.
2. Бродский, А.К. Общая экология [Текст]: учебник / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2008.
3. Щепетова, В.А. Практическое решение экологических проблем [Текст]: учеб. пособие / В.А. Щепетова. – Пенза: ПГУАС, 2012.
4. Щепетова, В.А. Экология [Текст]: практикум / В.А. Щепетова, И.Н. Симонова. – Пенза: ПГУАС, 2014.
5. Шимова, О.С. Экономика природопользования [Текст]: учеб. пособие / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 362 с.
6. ФЗ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ.
7. <http://lawtoday.ru/razdel/biblo/tgp/046.php>
8. <http://rudiplom.ru/lectures/ekologicheskoe-pravo/1240.html>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ЛЕКЦИЯ № 1	
ЭКОЛОГИЯ КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ. ЕЁ ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ЭКОСИСТЕМА. СОСТАВ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА.....	5
ЛЕКЦИЯ № 2	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	18
ЛЕКЦИЯ №3	
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ЗЕМЛИ. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ ВЕРНАДСКОГО	30
ЛЕКЦИЯ № 4	
ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	45
ЛЕКЦИЯ № 5	
ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	55
ЛЕКЦИЯ № 6	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ.....	73
ЛЕКЦИЯ № 7	
АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ	84
ЛЕКЦИЯ № 8	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА	92
ЛЕКЦИЯ № 9	
ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	106

Учебное издание

Щепетова Вера Анатольевна

ЭКОЛОГИЯ

Курс лекций

по направлению подготовки 09.03.02

«Информационные системы и технологии»

Редактор Н.Ю. Шалимова

Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 24.05.16. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 6,28. Уч.-изд.л. 6,75. Тираж 80 экз.

Заказ № 338.



Издательство ШУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.