



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Кафедра «Производственная безопасность»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

ЭКОЛОГИЯ

**Для направлений подготовки
030301, 100301, 110301, 110302, 160303, 180301, 230302,
230303, 240304, 430301, 430302, 430303
заочной формы обучения**

**Ростов-на-Дону
2022**

СОДЕРЖАНИЕ

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ	7
2.1 ЛЕКЦИЯ 1. ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ. ЗАДАЧИ КУРСА	7
2.2 ЛЕКЦИЯ 2. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И ЕЕ ЭВОЛЮЦИИ	14
2.3 ЛЕКЦИЯ 3. СОСТАВ ЭКОСИСТЕМЫ	20
2.4 ЛЕКЦИЯ 4. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ	28
2.5 ЛЕКЦИЯ 5. ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	34
2.6 ЛЕКЦИЯ 6. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	44
2.7 ЛЕКЦИЯ 7. КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	48
2.8 ЛЕКЦИЯ 8. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	57
2.9 ЛЕКЦИЯ 9. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	64
3. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	71
3.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ	71
3.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ .	71
3.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ	71
3.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД	71
3.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛИПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	71
3.6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ОЦЕНКА УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ	71
3.7 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	71
3.8 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА	72
3.9 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ	72
4. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	72
4.1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. РАСЧЕТ РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ОТ ОДИНОЧНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	72
4.2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. РАСЧЕТ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УЧАСТКЕ ДОРОЖНОЙ СЕТИ	72
4.3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. РАСЧЕТ И ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЖИЛОЙ ЗОНЕ	72
4.4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	72
4.5 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ	72
4.6 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ	73
4.7 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. РАСЧЕТ ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	73
4.8 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА ЦИКЛОНА	73
4.9 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА АДСОРБЕРА	73

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Общие положения

Студенту необходимо использовать методические разработки по данной дисциплине, выдаваемые преподавателем на первом занятии и находящиеся на кафедре, у старосты группы, а также выставленные на сайте **[http:// umkd.dstu.local](http://umkd.dstu.local)**.

Студенту необходимо внимательно ознакомиться с содержанием курса по рабочей программе дисциплины (РПД), изучив все разделы.

Выписать (скачать) из соответствующего учено–методического комплекса дисциплины (УМКД):

- список рекомендованной литературы;
- наименования лекционных разделов курса;
- темы практических занятий;
- названия лабораторных работ;
- названия контрольных работ (если таковые имеются);
- вопросы к зачёту;
- вопросы по тестам.

Лекционные занятия (теоретический курс)

Рекомендации:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам, включая компьютерную версию. Если разобраться в материале опять не удалось, обратиться к лектору по графику его консультаций или на практических и лабораторных занятиях;
- бегло ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины;
- обратить особое внимание на физическую сущность основных рассматриваемых теоретических положений.

Лабораторные работы

Рекомендации:

- руководствоваться графиком лабораторных работ;
- накануне перед очередной работой необходимо по конспекту или в методических указаниях к работе просмотреть теоретический материал работы;
- на лабораторном занятии, выполнив все опыты и расчеты, необходимо проанализировать окончательные результаты и убедиться в их достоверности;
- обратить внимание на оформление отчета, в котором должны присутствовать: цель работы, схема установки или ее математическая модель, журнал опытных и расчетных данных, реализация в опыте и расчетах цели работы, необходимые графические зависимости (при их наличии) и их анализ, результаты работы и выводы;
- при подготовке к отчету руководствоваться вопросами, приведенными в методических указаниях к данной работе.

Практические занятия

Рекомендации:

- до очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;
- перед предстоящим занятием ознакомиться с основными задачами и литературой;
- обязательно иметь рекомендуемую литературу и собственный калькулятор;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- иметь при себе конспект лекций;
- решение задачи всегда начинать с выражения, позволяющего получить конечный результат, а затем находить необходимые компоненты для его получения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, в случае затруднений обращаться к преподавателю;
- при необходимости дополнять решение требуемым в задачах графическим сопровождением;
- все расчетные величины должны иметь соответствующую размерность, а форма записи расчетов должна иметь вид – символы, числа, результат. Такая форма записи поможет быстро обнаружить неточность в расчетах и получить правильный результат.

Самостоятельная работа

Рекомендации:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, выяснять на практических и семинарских занятиях, а также консультациях непонятные вопросы;
- использовать тесты на ЭВМ для освоения соответствующих разделов курса по лекциям, практическим и лабораторным работам;
- при выполнении контрольных работ (при наличии) необходимо исходить из рекомендованных сроков преподавателем, но не позже, чем за 15 дней до окончания семестра. Этот график согласуется с изучением на практических занятиях материалом, входящим в эти работы, что позволяет студенту быстро освоить материал и выполнить работу;
- подготовка к текущему, промежуточному и рубежному контролю, осуществляется на практических и лабораторных занятиях, а также после занятий студента в компьютерном зале кафедры;
- защита контрольных работ (при наличии) по дисциплине осуществляется на практических и лабораторных занятиях;
- подготовка к экзамену проводится по вопросам в РПД или по тестам всего курса дисциплины;
- при подготовке к зачёту параллельно прорабатываются не только теоретические, но и практические разделы курса. Все неясные вопросы фиксируются и выносятся на плановую консультацию.

Критерии оценки знаний студентов

Зачет в устной форме, по вопросам.

«Зачтено» выставляется на зачете на основании следующих показателей:

- полнота раскрытия проблемы, содержащейся в теоретическом вопросе;
- решение конкретной практической ситуации с учетом изложенных в теории вопроса положений;
- умение грамотно выстроить свой ответ, использовать примеры и факты для доказательности ответа, отвечать на дополнительные вопросы.

«Не зачтено» выставляется на зачете на основании следующих показателей:

- проблема, содержащаяся в вопросе, раскрыта не полностью, односторонне, либо проблема вообще не раскрыта;
- отсутствие решения конкретной практической ситуации, или если ситуация решена неверно;
- неумение грамотно выстроить свой ответ, не понимание задаваемых вопросов, неумение доказать свою позицию.

Зачёт в тестовой форме.

«**Зачтено**» выставляется студенту, ответившему на тестовые задания от 41 и более %, выполнившему лабораторные и практические работы, предусмотренные программой;

«**Не зачтено**» выставляется студенту, ответившему на тестовые задания менее, чем на 41 %, выполнившему лабораторные и практические работы, предусмотренные программой.

Рекомендации по выполнению контрольной работы (при наличии)

Основные этапы работы студента над контрольной работой:

- 1) подбор и изучение литературы по теме работы;
- 2) написание работы по предложенному плану;
- 3) оформление контрольной работы в целом;
- 4) проверка контрольной работы и подготовка к зачету.

1– ый этап: Подбор и изучение литературы по теме работы. Начинать работу нужно с подбора соответствующей литературы по теме. В первую очередь, это должны быть учебники и учебные пособия. Надо придерживаться списка рекомендуемой кафедрой литературы, так как он соответствует программе курса. Наряду с учебниками при написании контрольной работы можно пользоваться и периодическими изданиями, так как они необходимы для анализа современного состояния вопроса. Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной кафедрой, приведен в РПД. Вся рекомендуемая литература имеется в библиотеке на абонементе или в читальном зале.

2– ой этап: Написание контрольной работы по предложенной теме. Контрольная работа пишется техническим языком, не допускается использование бытовых речевых оборотов, разговорной речи, а также дословное переписывание материала из литературных источников. Обязательным является использование современных аналитических и статистических материалов, Интернет–сайтов международных организаций и компаний и пр. Текстовая часть работы должна содержать четкий и развернутый ответ на теоретический вопрос. По мере необходимости текстовый материал дополняется графиками, формулами и таблицами. Целесообразно показать особенности того или иного явления в современных условиях (для этого используйте статьи из периодических изданий). Объем текстовой части в зависимости от вопросов может занимать до 10– 15 страниц.

3– ий этап: Оформление контрольной работы. Контрольная работа должна быть оформлена следующим образом. Текст оформляется в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал обычный, межстрочный интервал – одинарный. Формулы должны быть оформлены в редакторе формул Equation Editor и вставлены в документ как объект. Размеры шрифта для формул: – обычный – 14 пт; – крупный индекс – 10 пт; – мелкий индекс – 8 пт; – крупный символ – 20 пт; – мелкий символ – 14 пт.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст. Текст отчета выполняется на листах формата А4 (210х297 мм) без рамки, соблюдая следующие размеры полей: левое – не менее 20 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 20 мм, нижнее – не менее 20 мм. Страницы следует нумеровать (кроме титульной) арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют внизу страницы от центра без точки в конце.

Работу следует сброшюровать. Допускается выполнение работы и в письменной форме в обычной школьной тетради. В этом случае она должна быть написана аккуратно, разборчиво, без помарок и сокращений (кроме общепринятых), на листах с полями для пометок преподавателем. **Работа, написанная от руки неразборчивым почерком, приниматься не будет.** На титульном листе обязательно указываются: дисциплина, название темы, ФИО преподавателя, ФИО студента, факультет, группа, специальность. Далее следует содержание (план) работы и ее основная часть. Перед выполнением каждой части контрольной работы нужно полностью воспроизвести текст задания. В конце работы приводится список

использованных источников. Список использованных источников начинается с указания монографий и учебников в алфавитном порядке авторов или названий работ. Затем указываются статьи из периодических изданий. В завершении приводятся ресурсы Интернет. На первой странице (титульном листе) студент должен расписаться и поставить дату сдачи работы на проверку.

Номер варианта для выполнения контрольной работы равен порядковому номеру в списке группы +1.

4-ый этап: Проверка контрольной работы и допуск к зачету. Выполненная работа отмечается в деканате и сдается **на кафедру** преподавателю или лаборанту. Срок рецензирования – 2 недели с момента сдачи на кафедру. Проверив работу, преподаватель в рецензии проставляет оценку «зачтена» или «не зачтена», а также отмечает ее недостатки и дает вопросы к собеседованию. Оценка «зачтено» предполагает, что студент допускается до сдачи зачета по дисциплине «БЖД». К зачету студент должен освоить все темы программы курса. Примерный перечень вопросов к зачету представлен в РПД. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса по теоретическим темам курса, на которые студент должен ответить. Поскольку темы дисциплины взаимосвязаны, студент должен быть готов и к ответу на сопряженные и другие дополнительные вопросы. Поэтому при подготовке к зачету необходимо тщательно проработать лекционный и практический материал и, если возникают какие-либо вопросы надо обратиться за консультацией к преподавателю (и сделать это нужно до зачёта).

По интересующим студентов вопросам можно обращаться к лектору (теоретические вопросы) и преподавателю, ведущему практические и лабораторные работы во время занятий или в часы консультаций.

Адрес кафедры: 344023, Ростов–на–Дону, ул. Стана Советов, (корпус 10);
тел. (863) 258– 91– 67, 258-91-58, 258-91-71;
е– mail кафедры «БТПиП» — spu-45.6@donstu.ru.
Сайт ДГТУ — <http://www.donstu.ru/>

2 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

2.1 ЛЕКЦИЯ 1. (2 часа) ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ. ЗАДАЧИ КУРСА

Предмет экологии. Классификация экологии. Задачи экологии. Экологический кризис. Основные элементы экологического кризиса. Экологические катастрофы. Состав, строение и границы биосферы. Живое вещество биосферы. Концепция ноосферы.

Предмет экологии

Экология - наука, изучающая существование живых организмов и взаимосвязи между организмами и между организмами и средой обитания. Главный объект экологии - это экосистема.

Экосистема - это единый комплекс, образованный между организмами и средой.

Предметом экологии является совокупность и структура связи между организмами и средой.

Классификация экологии

Основной частью экологии является общая экология, которая изучает общие закономерности взаимоотношений живых организмов и среды. В составе общей экологии выделяют следующие области:

а) аутэкология - изучает индивидуальные связи отдельного организма и среды;

б) синэкология - изучает взаимоотношения в популяции сообщества экосистем со средой;

в) популяционная экология (демэкология) - изучает структурную динамику популяций отдельных видов.

Исходя из факторов времени, экологию разделяют на историческую и эволюционную.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам обитания (это экология растений, животных и т.д.).

На стыке экологии с другими науками развиваются:

- инженерная экология;
- сельскохозяйственная;
- космическая;
- математическая.

Экологическими проблемами Земли как планеты занимается глобальная экология, основным объектом изучения которой является биосфера как глобальная экосистема. С научно-практической точки зрения экологию делят на теоретическую и прикладную. Теоретическая экология изучает общие закономерности организации жизни.

Прикладная экология изучает механизмы разрушения человеком биосферы, способы предотвращения этого процесса, разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Ее научную основу составляют общие экологические законы, правила и принципы.

Задачи экологии

Общие теоретические задачи:

1. Разработка общей теории устойчивости экосистем.
 2. Изучение экологических механизмов адаптации к среде.
 3. Исследование регуляции численности популяции.
 4. Изучение биоразнообразия и механизмов его поддержания.
 5. Исследование продукционных процессов.
 6. Исследование процессов, протекающих в биосфере с целью поддержания её устойчивости.
2. Моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов.

Основные прикладные задачи:

1. Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в окружающей природной среде под влиянием деятельности человека.
2. Улучшение качества окружающей природной среды.
3. Сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов.

4. Оптимизация инженерных, экономических организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития.

Стратегическая задача экологии. Стратегическая задача экологии - это развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

Экологический кризис

В истории развития биосферы Земли неоднократно происходили процессы как постепенного, так и резкого изменения состояния природных систем. Причинами существенных масштабных катаклизмов были глобальные природные или природно-антропогенные катастрофы. Они всегда приводили к существенным эволюционным перестройкам, которые, как правило, являлись прогрессивными для развития природных систем в процессах их адаптации к изменившимся условиям среды. При этом в *биоте* происходило сначала снижение биологического разнообразия, а затем взрыв формообразования новых видов.

Примерами *природных катастроф* на Земле являются ее сближение с крупными космическими телами. Результатом таких процессов являлись необратимые изменения в биосфере: происходила перестройка структуры и состава ее компонентов (литосферы, гидросферы, атмосферы), исчезали одни виды живых организмов и возникали новые живые формы.

Природно-антропогенная катастрофа является следствием действий человека, т.е. ее началом служит мощный антропогенный толчок, вызывающий катастрофические процессы в биосфере. Таким толчком может быть ядерная война, следствием которой могут быть необратимые глобальные изменения на Земле и самоуничтожение человечества.

От глобальных *природных* и *природно-антропогенных* катастроф следует отличать *экологические катастрофы!* и *экологические кризисы!*

Экологическая катастрофа представляет необратимый процесс в биосфере, проявляющийся в возникновении природной аномалии. Например, длительные засухи, массовая гибель животных, происходящая в результате прямого или косвенного воздействия человека на биосферу и приводящая зачастую к тяжелым экологическим последствиям. Типичным примером *экологической катастрофы!* является катастрофа, развивающаяся в настоящее время в Аральском море. За последние 25 лет объем воды в Арале сократился более чем на 60 %, уровень воды снизился на 14 метров, площадь моря (зеркало) сегодня составляет лишь 30 % от состояния в 1960 г.г. В 70-е годы резко увеличилось солесодержание вод Арала, практически исчезли пресноводные рыбы, и сегодня в море вода соответствует по содержанию солей водам Черного моря. В естественных условиях Арал сохранялся благодаря динамическому равновесию между объемами воды, испаряемой с его поверхности, и водой, поступающей от рек (Амударья и Сырдарья). Человек для своих нужд стал интенсивно развивать в зонах этих рек хлопководство, выращивание риса и других культур. Строительство орошающих каналов нарушило естественный баланс воды, и сегодня Арал гибнет.

В *экологических катастрофах* человек выступает вынужденно пассивной и страдающей стороной. Но экологические катастрофы не возникают неожиданно. Им всегда предшествуют негативные процессы, происходящие в биосфере и приводящие к нарушениям равновесия ее экосистем. Основным проявлением таких процессов является экологический кризис.

Экологический кризис — это напряженное состояние во взаимоотношениях человека с окружающей природной средой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил, производственных отношений и потребностей общества в ресурсах биосферы.

В отличие от *экологических катастроф* *экологический кризис* следует рассматривать как обратимый процесс, в котором человек выступает активно действующей стороной. Поэтому, во-первых, *экологический кризис* следует рассматривать как результат усиления антропогенного воздействия на биосферу. Во-вторых, развитие *экологического кризиса* — это усиление влияния изменений в окружающей среде на человеческое общество. В-третьих, разрешение *экологического кризиса* следует рассматривать как определенную фазу в развитии

биосферы, сопровождающуюся как количественными, так и качественными изменениями экосистем.

Возникновение и развитие *экологического кризиса* как напряженного состояния в отношениях человека с природной средой может сопровождаться экологическими катаклизмами (бедствиями, катастрофами), различными по масштабам и последствиям. И в этом процессе антропогенный фактор играет важнейшую роль.

Основные элементы экологического кризиса

Естественное развитие биосферы происходит в соответствии с закономерностями и принципами биологической стабилизации.

Согласно принципу Ле-Шателье при воздействиях на экологические системы, отклоняющих их от стабильных состояний, в них развиваются внутренние процессы, направленные на возвращение систем в стабильное состояние.

Исследования истории развития биосферы под воздействием антропогенных факторов показывают динамику развития экологического процесса при переходе экосистем в различные состояния напряжения:

1. Естественное состояние биосферы. Наблюдается фоновое антропогенное воздействие, при котором биомасса максимальна, а биологическая продуктивность минимальна.

2. Равновесное состояние. Скорость восстановительных природных процессов не ниже темпа антропогенных нарушений. Биологическая продуктивность больше естественной, а биомасса начинает постепенно снижаться.

3. Кризисное состояние. Антропогенные воздействия начинают превышать по скорости восстановительные процессы, но коренного изменения состояния экосистем еще не происходит. Биомасса заметно снижена, а биологическая продуктивность существенно повышена.

4. Критическое состояние. Происходит обратимая замена естественных экосистем на менее продуктивные (например, частичное опустынивание). Биомасса мала и, как правило, снижается.

5. Катастрофическое состояние. Происходит труднообратимый процесс закрепления малопродуктивных экосистем (например, сильное опустынивание). Биомасса и биологическая продуктивность минимальны.

6. Состояние коллапса. Происходит необратимая потеря биологической продуктивности. Биомасса постепенно исчезает.

Примерами развития напряженных состояний в экосистемах являются следующие: равновесное состояние — акватория Тихого океана, Охотское море. Равновесное состояние, переходящее в кризисное, характерно для Балтийского моря, экосистем севера России. Кризисное состояние, угрожающее перейти в критическое, наблюдается для Каспийского моря; критическое состояние — Черное море; катастрофическое состояние — экосистемы рек Белой и Уфы; катастрофическое состояние, переходящее в состояние коллапса, — Аральское море.

Рассмотрение экологических кризисов в истории человечества позволило выделить несколько этапов в их формировании:

1. Воздействие человека как биологического вида на биосферу.

2. Сверхинтенсивная охота и собирательство, ведущее к угнетению и даже истреблению некоторых видов животных и растений.

3. Изменение экосистем за счет интенсификации естественных процессов (выжигание растительности, разведение и выпас домашних животных).

4. Интенсивная вырубка лесов и массовая распашка новых земель.

5. Глобальные изменения компонентов экосистем, нарушение круговорота веществ и энергетики биосферы в результате интенсификации техногенной деятельности.

Экологические катастрофы

В общем случае катастрофа означает достаточно быстрый переход системы к новому качественному состоянию. Катастрофы могут быть обусловлены внешними воздействиями на систему со стороны окружающей ее среды и внутренними динамическими процессами, протекающими в системе. Примерами внешних воздействий на биосферу являются возмущения орбиты Земли из-за процессов в большом Космосе, столкновения Земли с

космическими телами и др. В результате таких воздействий происходили качественные изменения биосферы (состав атмосферы, площади суши и океанов и др.).

Экологические кризисы! и порождаемые ими *катастрофы!* в биосфере являются результатом саморазвития биосферы, т.е. внутренних процессов, протекающих в ней. Роль *экологических катастроф* в эволюции природы и общества, в конечном счете, сводится к разрушению консервативных структур и нарушению консервативных потенциалов систем, т.е. созданию условий перехода к новым качественным условиям в развитии биосферы. Так, *экологическая катастрофа* на Чернобыльской АЭС разрушила не только потенциал производства электрической энергии, но и потенциальные возможности большинства биоценозов, обеспечивающих жизнедеятельность людей, которая на огромной территории стала практически невозможной.

Экологические системы Биосферы относятся к категории *сложных*. Поэтому их наблюдаемое поведение неразрывно связано с эволюционными процессами развития, т.е. с предшествующей историей систем. Так, начиная с 60 -х годов XX века, установлено все большее число явлений, свидетельствующих о росте внутренней изменчивости климата на Земле. Это послужило основанием для установления влияния человека на этот процесс.

Климатические изменения на Земле характеризуются колебаниями, имеющими место как в длительные исторические периоды, так и за относительно короткие в истории Земли отрезки времени. 200—300 млн. лет назад (за исключением нескольких периодов) климат Земли был мягким (25—30°C на экваторе, 8—10 °C на полюсах), уровень Мирового океана был в среднем на 1 м выше современного. В третичном периоде (около 40 млн. лет назад) за примерно 100 тыс. лет температура южной части Мирового океана снизилась на несколько градусов Цельсия. Возникновение из-за этого новых океанических течений привело к дальнейшему охлаждению масс океанических вод в приполярных областях.

В начале четвертичного периода (около 2 млн. лет назад) разность температур между экватором и полюсами оказалась достаточной для образования континентального льда. В Северном полушарии оледенения повторялись с периодом около 100 тыс. лет, причем последнее продвижение льдов наблюдалось 18 тыс. лет назад. Поскольку ледники связали большие массы воды, то уровень Мирового океана понижался на 120 м по отношению к современному.

Антропогенные воздействия для экологических систем могут играть роль внешних возмущений, которые в случае совпадения их с естественными тенденциями во внутрисистемных процессах усиливают их и могут привести к экологическим бедствиям.

Известно, что ритмичность процессов характерна и для литосферы, и для гидросферы. Причем между этими ритмами существует жесткая корреляция. Взаимодействие компонентов биосферы друг с другом и с Космосом генерирует как их собственные ритмы, так и ритмы биосферы в целом. Так, часть солнечной энергии аккумулируется биосферой и продуктами ее деятельности и поступает в литосферу в виде осадочных отложений. Гео- и биохимические процессы в них протекают с выделением теплоты, которая возвращается частично в Космос, частично преобразуется в энергию тектонических движений (сдвиги платформ, горообразование, вулканическая деятельность и др.). При этом если *природные катастрофы!* возникают на основе суперпозиции естественных ритмов биосферы и ее компонентов, то *антропогенные катастрофы!* являются результатом наложения на природные ритмы возмущений случайного характера, обусловленных деятельностью человека.

Это значит, что в условиях возрастающих масштабов *антропогенных* воздействий на биосферу природные ритмы играют роль своеобразного механизма, "запускающего" ту или иную катастрофу.

К числу наиболее распространенных *экологических катастроф* относятся наводнения, землетрясения, пожары, изменения климатических условий.

Масштабы наводнений, связанных с естественными колебаниями уровня вод (таяние льдов, выпадение осадков и др.) зачастую возрастают из-за результатов деятельности человека. Это образование заторов при сплаве леса по рекам, грубые ошибки при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений, регулирующих сток, прорывы искусственных дамб, плотин и др.

В зонах сейсмической активности в результате их урбанизации, разработки ископаемых, строительства водоемов, развития промышленности происходит нарушение естественной структуры верхних слоев земной коры. Это намного усиливает действие подземных толчков и последствия землетрясений, поскольку техногенные нарушения создают локальные места ослабления земной коры, т.е. провоцируют наведенную сейсмичность.

Значительная часть лесных крупных пожаров, охватывающих тысячи гектаров, возникает в результате деятельности человека. Они возникают в местах больших скоплений отходов заготовки древесины, на торфоразработках, образования массивов лесного сухостоя в нарушенных человеком экосистемах и по другим причинам. Крупными *экологическими бедствиями* стали техногенные аварии. Аварии танкеров в XX веке стали настоящей бедой для Мирового океана и его обитателей. В 1970 г. произошло 29 крупных аварий, в 1989г. — 11, в 1991 — 7. Так, в 1987 г. у берегов Англии потерпел аварию танкер под флагом Либерии. В результате на поверхность вод вылилось 117 тыс. т сырой нефти.

В последние 10-15 лет отмечено увеличение числа крупных аварий на промышленных предприятиях. Только за 5 лет с 1983 г. в мире произошло 19 масштабных аварий, в результате которых погибло 4775 человек, получили ранения более 65 тыс. человек. Масштабы разрушения составляют порядка 6000 км², а ущерб исчисляется в 76 млрд. долларов. Самой крупной по последствиям является авария на Чернобыльской АЭС. Суммарный выброс радионуклидов в радиусе до 400 км составил 77 кг (выброс радионуклидов при взрыве атомной бомбы в Хиросиме не превышал 0,74 кг). Рассеивание радионуклидов привело к загрязнению более 100 тыс. км² европейской части России и стран СНГ. Радиоактивные осадки, содержащие цезий-137, стронций-90 и др., были отмечены в Европейских и Скандинавских странах, в зонах Черноморского побережья Кавказа, бассейнов Дуная, Днепра, Дона, Волги. В радиусе 30 км от места аварии полностью прекращена деятельность человека, полностью погибли 600 га хвойных лесов и более 15 тыс. га получили сильное поражение. На многие десятки лет изъяты из хозяйственного оборота 144 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 492 тыс. га лесов. Не поддаются оценке затраты на переселение, обустройство жителей из зоны бедствия, на их лечение. Прогнозы восстановления нарушенных экосистем не обнадеживают.

Состав, строение и границы биосферы

Всю совокупность организмов на планете В.И. Вернадский назвал живым существом, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарный химический состав и энергию.

В состав биосферы входят:

живое вещество - совокупность живых организмов планеты ;

биогенное вещество (продукты жизнедеятельности живых организмов, каменный уголь, газ, нефть, битумы);

биокосное вещество (продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами: почвы, кора выветривания и все природные воды, свойства которых зависят от деятельности на земле живого существа);

косное вещество - совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют (горные породы магматического и неорганического происхождения, вода, метеориты).

Следовательно, биосфера - это та область земли, которая была охвачена влиянием живого вещества с современным названием биосфера.

Современная жизнь распространяется в верхней части земной коры (литосферы), атмосфере и гидросфере.

В литосфере жизнь ограничена. Наибольшая глубина, на которой были обнаружены живые организмы, составляет около 4 км. В океане жизнь распространяется на 10-11 км от поверхности, а верхняя граница жизни в атмосфере определяется уровнем озонового слоя (где-то на высоте 25-30 км), если живые организмы поднимутся выше защитного слоя озона, то погибнут. На суше более 99% живого вещества или биомассы сосредоточены слоями на несколько метров вглубь и на несколько метров вверх от поверхности.

Бактерии обнаружены в водах ядерных реакторов, и некоторые из них выдерживают излучение в несколько (2-3) млн. рад.

Температурный интервал распространения живых организмов 0 при 180°, давление 10^{-13} , при вакуумном давлении до 1000 и более атмосфер.

Вывод: выносливость жизни в целом к отдельным факторам среды намного шире диапазона условий, которые существуют в границах современной биосферы.

Живое вещество биосферы

Химический состав живых организмов во многом отличается от состава атмосферы и литосферы. Он ближе к химическому составу гидросферы по абсолютному преобладанию атомов водорода и кислорода. Но в отличие от гидросферы велика доля углерода, кальция и азота.

Живое вещество состоит из элементов являющихся водными и воздушными мигрантами, т. е. образующими газообразные и растворимые соединения. 99,9% массы живых организмов приходится на элементы, которые преобладают и в земной коре, составляя в них 98,8%, но в других соотношениях, т. е. жизнь есть химическая производная земной коры. В организмах обнаружены все элементы таблицы Д.И. Менделеева, т. е. они характеризуются теми же элементами, что и неживая природа. Элементы, содержащиеся в организмах по количественному признаку и по функциональному критерию в зависимости от количественного содержания и функциональной значимости, делят на 3 группы:

- 1) макроэлементы;
- 2) микроэлементы;
- 3) ультрамикроэлементы.

Макроэлементы составляют основную массу органических и неорганических живых организмов. Они требуются организмам постоянно и в большом количестве для осуществления жизнедеятельности цикла, концентрация их меняется от 60% до 0,001% массы тела.

Это O₂, H₂, C, N₂, P, K, S и другие

Микроэлементы - преимущественно ионы тяжелых металлов, являются компонентами ферментов, гормонов и др. Они нужны в меньших количествах от 0,001 до 0,00001% тела (Mn, B, Zn, Al, и т.д.)

Содержание ультрамикроэлементов (уран, золото, радий, бериллий, силен, цезий) не превышает 0,00001% массы тела. Физиологическая их роль в животных и растениях до сегодняшнего дня не выяснена.

Главной отличительной особенностью живого существа является способность использования энергии.

Живые существа - уникальные природные объекты, являющиеся в состоянии уравнивать энергию, которая приходит из космоса в виде солнечного света, удерживают ее в виде органических соединений биомассы, передают ее, трансформируют ее в механическую энергию и другие виды энергии.

Другая способность живых существ - способность к самовоспроизведению, т.е. производству на протяжении многих поколений форм, почти идентичных по структуре и функционированию.

Живое характеризуется исключительно высокой функциональной активностью. Она связана с его способностью к неограниченному развитию и количественному росту, который В.И. Вернадский назвал напором жизни.

Концепция ноосферы

Ноосфера - мыслящая оболочка, сфера разума, высшая стадия развития биосферы, сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная деятельность человека становится главным определяющим фактором развития.

Ноосфера - среда, в которой природные ресурсы обмена вещества и энергии контролируются обществом, это естественное необходимое следствие человеческих усилий, преобразованная людьми биосфера соответственно познанным и практически освоенным законам ее строения и развития. Это новое состояние глобальной суперсистемы. Это совокупность трёх мощных подсистем: человек, производство, природа. Это три взаимосвязанных элемента при активной роли подсистемы «человек». Становление ноосферы длительно, биосфера рано или поздно перейдет в ноосферу. Человек будет вынужден взять на себя ответственность за дальнейшую эволюцию планеты.

Признаки превращения биосферы в ноосферу:

1. Возрастание количества механически извлекаемого материала из земной коры (рост разработки месторождений полезных ископаемых). Биохимическая деятельность человека становится сравнима с геологическими процессами.

2. Сжигание продуктов синтеза прошлых геологических эпох (нефти, газа, каменного угля), следствием которого является усиление парникового эффекта.

3. Рассеивание энергии в отличие от ее накопления в биосфере до появления человека. Основным следствием этого процесса является энергетическое загрязнение биосферы.

4. Образование в большом количестве веществ, ранее в биосфере отсутствовавших (чистые металлы и пластмассы). В результате этого процесса наблюдается химическое загрязнение биосферы промышленными и другими отходами.

5. Создание в малых количествах трансурановых химических элементов (плутоний). Освоение ядерной энергетики за счет синтеза легких ядер. Возникновение опасности теплового загрязнения биосферы и загрязнения радиоактивными отходами ядерной энергетики.

6. Расширение границ ноосферы за пределы Земли в связи с научно-техническим прогрессом. Возникновение космонавтики, обеспечивающей выход человека за пределы планеты. Ноосфера в будущем займет большее пространство, чем биосфера до появления человека.

Признаки ноосферы:

1. Решение проблемы разумной плотности народонаселения на Земле с постепенной его стабилизацией на уровне не выше 8 млрд человек.

2. Ликвидация бедности.

3. Достаточность экономического развития в рамках сбалансированных темпов восстановления биосферы.

4. Повышение культуры человеческого общества на всех уровнях его организации в границах гармонии с природой.

2.2 ЛЕКЦИЯ 2. (2 часа) УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И ЕЕ ЭВОЛЮЦИИ

Круговорот веществ в природе (большой, малый, биохимический цикл). Биогеохимические циклы фосфора, кислорода, серы, азота, углерода. Гипотезы возникновения биосферы (жизни на Земле). Учение В.И. Вернадского о биосфере. Эмпирические обобщения В.И. Вернадского. Экологические факторы.

Круговорот веществ в природе

Биосфера земли характеризуется определенным образом сложившимся круговоротом вещества и круговоротом энергии.

Круговорот веществ - это многократное участие веществ в процессах, протекающих в аква-, лито- и биосферах. В зависимости от движущей силы внутри круговорота веществ можно выделить: большой круговорот (эндогенные и экзогенные процессы) и биологический круговорот (биогеохимический).

Эндогенные процессы (процессы внутренней динамики происходят под влиянием внутренней энергии Земли), эта энергия выделяется в результате радиоактивного распада, образования минералов, кристаллизации горных пород, землетрясений, тектонических явлений.

Экзогенные процессы протекают под влиянием энергии Солнца, они включают выветривание горных пород и минералов, удаление пород и перенос с одного места на другое, отложение продуктов разрушенных пород. К ним относятся геологическая деятельность в атмосфере, гидросфере (рек, озер), а также процессы в живых организмах и человеке. Крупные формы (горы, равнины) образуются за счет эндогенных продуктов, а мелкие (барханы) образуются за счет экзогенных процессов. Эндогенные процессы ведут к образованию крупных форм рельефа, экзогенные к их сглаживанию.

Большой круговорот веществ в природе (геологический) обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли, и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами земли. Осадочные горные породы, образованные за счет выветривания магматических пород в подвижных зонах земной коры, вновь погружаются в зону высоких температур и давлений. Там они переплавляются и образуют магму - источник магматических пород. После поднятия этих пород на земную поверхность и действия процессов выветривания вновь происходит превращение их в новые осадочные породы. Символом круговорота веществ является спираль, то есть круговорот означает, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а привносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям.

Большой круговорот - это и круговорот воды между сушей и океаном через атмосферу.

Малый круговорот веществ в биосфере биогеохимический. Он существует лишь в пределах биосферы. Сущность его состоит в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органических веществ при разложении вновь в неорганические соединения.

Главным источником энергии этого круговорота является солнечная энергия, которая является катализатором фотосинтеза. В ряде экосистем перенос вещества и энергии осуществляется посредством трофических цепей. Но в масштабах всей биосферы такой круговорот не возможен, здесь действует биогеохимический круговорот, представляющий собой обмен макро- и микроэлементов и простых неорганических веществ с веществами атмосферы, гидросферы и литосферы. Это называется биогеохимическим циклом. Суть цикла: химические элементы, поглощенные организмом, впоследствии его покидают, уходя в абиотическую среду, затем через какое-то время снова попадают в живой организм и т.д. Такие элементы называются биофильными. Этими циклами и круговоротом в целом обеспечиваются важнейшие функции живого вещества в биосфере. В.И.Вернадский выделяет **пять** таких функций:

1) газовая - основные газы атмосферы Земли: азот и кислород - биогенного происхождения, а все подземные газы - продукт разложения отмершей органики;

2) концентрационная - она проявляется в извлечении и поглощении живым организмом биогенных элементов из окружающей среды, которые они используют для построения своих

тел; концентрация этих элементов в теле живых организмов в сотни тысяч раз выше, чем во внешней среде; среди этих элементов на первом месте стоит углерод, а среди металлов на первом месте стоит кальций;

3) окислительно-восстановительная - она заключается в химическом превращении веществ, которые содержат атомы с переменной степенью (Fe, Mn, S); в результате происходит изменение большинства химических соединений, при этом преобладают биогенные процессы окисления и восстановления;

4) биохимическая - размножение и рост в пространстве живого вещества;

5) биогеохимическая деятельность человека - она охватывает все возрастающее количество веществ земной коры (уголь, нефть, газ) - все это используется для хозяйственных нужд человека.

В биогеохимическом круговороте следует различать два среза:

1) резервный фонд - это огромная масса недвижущихся веществ, не связанная с организмом.

2) обменный фонд - это фонд, который обусловлен обменом общим биогенным веществом между организмами и их непосредственным окружением. Если же рассматривать биосферу в общем, в ней можно выделить:

1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом (океан);

2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре (геологический круговорот).

Биогеохимические циклы фосфора, кислорода, серы, азота, углерода

Биогеохимические циклы фосфора, кислорода, серы, азота, углерода наиболее совершенны. В круговороте углерода прослеживается трофическая цепь (углерод воздуха - продуценты - консументы - редуценты - углерод воздуха).

В мировом океане представлена следующая трофическая цепь:

- продуценты (фитопланктон);
- консументы (зоопланктон, рыбы);
- редуценты (микроорганизмы).

Осложняется все тем, что некоторая часть углерода мертвого организма, опускаясь на дно, уходит в осадочные породы и участвует в геологическом круговороте вещества.

Вмешательство человека приводит к увеличению содержания углекислого газа в атмосфере.

Скорость круговорота кислорода 2000 лет. Процесс круговорота кислорода в биосфере очень сложен т.к. кислород содержится во многих химических соединениях и подсчитано, что в биосфере на промышленные нужды расходуется 25% кислорода. Он восстанавливается в процессе фотосинтеза. В XXI веке весь продуцированный кислород будет сгорать в топках.

Биогеохимический круговорот азота охватывает все области биосферы. Поглощение его растениями ограничено. Редуценты (почвенные бактерии) постепенно разлагают отмершие организмы и превращают их в соли, (нитраты и нитриты). Часть нитратов попадает в подземные воды и загрязняет их. Азот возвращается в атмосферу со вновь выделенными при гниении газами. Роль бактерий такова, что если будет уничтожено только 12 их видов, участвующих в круговороте азота, жизнь на Земле прекратится.

Биогеохимические циклы фосфора и серы менее совершенны, т. к. основная их масса содержится в резервном фонде Земли. Круговорот фосфора и серы - типичный биогеохимический цикл, такие циклы легко разрушаются от различных воздействий, и часть обмениваемого материала выходит из круговорота.

Фосфор содержится в породах, образовавшихся в прошлые геологические эпохи. В биогеохимический цикл он может попасть в случае подъема этих пород из глубин земной коры на поверхность суши, в зону выветривания.

Эрозийными процессами он выносится в море в виде известного материала апатита.

Общий круговорот фосфора делят на водную и наземную части. В водных экосистемах он усваивается фитопланктоном и передается по трофической цепи вплоть до консументов третьего порядка (морские птицы). Их экскременты или трупы снова попадают в море, вступают в круговорот, либо умирают на берегу и смываются в море. Из отмирающих морских животных, особенно рыб, фосфор снова попадает в море и в круговорот, но часть

скелетов рыб достигает больших глубин и заключенный в них фосфор снова попадает в осадочные породы.

В наземных экосистемах фосфор извлекают растения из почвы, распределяют его по трофическим цепям, возвращают в почву после отмирания растений и животных и с их экскрементами. Теряется фосфор из почвы в результате водной эрозии; повышенное содержание фосфора, попадающее в экосистемы с моющими средствами, вызывают бурное развитие сине-зеленых водорослей. А затем происходит их гниение вследствие недостатка кислорода, поэтому вся экосистема гибнет.

Сера имеет основной резервный фонд в почве и атмосфере. Сульфат-ион является основной формой серы, которая восстанавливается автотрофами и входит в состав аминокислот. В наземных экосистемах сера возвращается в почву при отмирании растений, захватывается микроорганизмами, которые восстанавливают ее до сероводорода. Другие организмы и воздействие самого кислорода в воздухе приводит к окислению этих продуктов. Образующиеся сульфаты растворяются и поглощаются растениями. Так продолжается круговорот серы, который может быть нарушен человеком при сжигании ископаемого топлива, особенно каменного угля, а образующийся сернистый газ нарушает процессы фотосинтеза и приводит к гибели растений.

Гипотезы возникновения биосферы (жизни на Земле)

Существует несколько гипотез происхождения жизни на Земле:

- 1) жизнь возникла до образования Земли и была занесена на нее;
- 2) жизнь зародилась после образования Земли;
- 3) жизнь возникла с формированием Земли.

Среди ученых нет единого мнения относительно варианта происхождения жизни на Земле, а существующие варианты можно классифицировать следующим образом:

1. а) по принципу, что идея, разум первичны, а материя вторична (идеалистический);
б) по принципу, что материальное первично, а идеи и разум вторичны (материалистический);
2. по принципу, что жизнь существовала всегда и будет существовать вечно (гипотезы стационарного состояния);
3. по принципу, что живое только от живого (биогенеза) или возможно самозарождение живого от неживого (абиогенеза);
4. по принципу, что жизнь на Земле была занесена из Космоса (гипотеза панспермии).

Рассмотрим самые известные и распространенные гипотезы.

1. Жизнь была сотворена творцом (идея разума).

2. Жизнь и сама Вселенная существовали всегда и будут существовать вечно, так как явления, не имеющие начала, не имеют и конца, но вместе с ними существуют и отдельные тела, и образования (звезды, планеты, и т.д., т.е. стационарные явления). Они существуют ограничено во времени: возникают, рождаются и погибают. Общеизвестной теорией образования Вселенной является теория большого взрыва, согласно которой Вселенная существует ограниченное время приблизительно около 15 млрд. лет.

3. Жизнь на Земле была занесена из Космоса и прижилась здесь после того, как на Земле сложились благоприятные для этого условия. Вопрос о том, как возникла жизнь в Космосе в силу объективных трудностей его решения, отодвигается на неопределенный срок. Она могла бы быть создана Творцом, существовать всегда или возникнуть из неживой материи. В 1924 году А. И. Опарин высказал предположение, что живое возникло на Земле из неживой материи в результате биохимической эволюции, т.е., сложных химических преобразований молекул. Этому событию благоприятствовали сложившиеся на Земле условия. В 1953 году С. Миллер в лабораторных условиях получил ряд органических веществ из неорганических соединений.

Была доказана принципиальная возможность неорганического пути образования биогенных органических соединений, но не живых организмов. А.И. Опарин полагал, что органические вещества могли создаваться в первичном океане из простых неорганических соединений, В результате накопления в океане органических веществ образовался первичный бульон, затем, объединяясь, белки и другие органические молекулы образовали капли коацерватов, которые служили прообразом клеток. Капли коацерватов подвергались естественному отбору и эволюционировали.

Первые организмы были гетеротрофными. По мере истощения запаса первичного бульона, возникли автотрофы. С точки зрения теории вероятности вероятность синтеза сверхсложных биомолекул при условии наличия случайных соединений их составных частей крайне мала. К настоящему времени ни одна из существующих теорий прямыми доказательствами своей валидности не обладает.

Учение В.И. Вернадского о биосфере

Биосфера - совокупность живых организмов на земле. По В.И. Вернадскому, биосфера - это сфера единства живого и неживого.

Он считал, что нет убедительных научных данных, что живое когда-либо не существовало на Земле. Под биосферой В.И. Вернадский понимал оболочку Земли, в которой все процессы протекают под прямым воздействием живых организмов.

В.И. Вернадский сформировал три биологических принципа:

- 1) биогенная миграция химических элементов в биосфере всегда стремится к своему максимальному проявлению;
- 2) эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию в биосфере устойчивых форм и размеров жизни, идет в направлении, усиливающем биологическую миграцию атомов;
- 3) живое вещество находится непрерывно в общении с окружающей его средой, создается и поддерживается на Земле космической энергии Солнца.

Данные соотносятся со следующими выводами Вернадского:

1) Начала жизни в том космосе, который мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого космоса, жизнь вечна, поскольку вечен космос и всегда передавалась путем биогенеза (от живого к живому).

2) Жизнь извечно присущая Вселенной явилась новой на земле. Ее зародыши приносились извне постоянно, но укрепились на Земле лишь при благоприятных условиях.

3) Жизнь на земле была все время, пока существует планета, это лишь время существования на ней жизни. Жизнь геологически планетарная величина, возраст планеты не определим.

4) Жизнь никогда не была чем-то случайным, ютящимся на каких-то отдельных оазисах. Она была распространена всюду и всегда.

5) Древнейшие формы жизни - дробянки способны существовать в биосфере. Возможно, живое вещество в биосфере может состоять из одних прокариот. Вероятно, так оно и было в прошлом, когда биосфера состояла из прокариот (дробянок, сине-зеленых водорослей и бактерий), в которых нет хромосом и нет полового процесса размножения.

6) Живое вещество не могло произойти от косного, между этими 2-мя состояниями материи нет никаких промежуточных ступеней.

Эмпирические обобщения В.И. Вернадского

Рассмотрим некоторые положения учения В.И. Вернадского:

- 1) принцип целостности биосферы. Строение Земли есть согласованный механизм. Само вещество (живое) не является случайным созданием;
- 2) принцип гармонии биосферы и ее организованности. В биосфере по В.И. Вернадскому «все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением меры и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах, атомах вещества и атомах энергии»;
- 3) закон биогенной миграции атомов в биосфере, т.е. в биосфере миграция химических элементов происходит при непосредственном участии живых организмов;
- 4) повсеместность распространения жизни в биосфере. Жизнь, постепенно приспособляясь, захватило биосферу;
- 5) закон бережливости в использовании живым веществом простых химических тел. Раз появившийся в организме химический элемент в организме проходит длинный ряд состояний. Организм вводит в себя только необходимое количество химических элементов;
- 6) формы нахождения химических элементов имеют следующий вид: горные породы и минералы; магмы; рассеянные элементы; живое вещество;

- 7) постоянство количества живого вещества в биосфере. Количество кислорода того же порядка, что и живое вещество, причем это утверждение справедливо в рамках значительных геологических отрезков времени; это следует из того, что живое вещество является посредником между Солнцем и Землей;
- 8) отсутствие наблюдений относительно зарождения живого от неживого;
- 9) отсутствие в геологической истории эпох, в которых не существовала бы жизнь;
- 10) генетическое родство современных живых веществ всем прошлым организмам;
- 11) аналогичное влияние в современную эпоху живого вещества на химический состав земной коры, как и в прошлые эпохи.

Экологические факторы

Организм получает информацию из окружающей среды в виде определенных сигналов и реагирует на них.

Экологические факторы - это определенные условия элементов среды, которые оказывают воздействие на организмы.

Экологический фактор - это элемент или условие среды, на который реагирует организм. Экологические факторы разделяют на следующие виды:

- абиотические;
- биотические;
- антропогенные.

Абиотические факторы - это совокупность факторов неорганической среды, влияющие на жизнь и распространение животных и растений.

Их делят на следующие виды:

- физические;
- химические;
- эдафические.

Физические факторы - это те, источником которых служит физическое состояние или явление (температура, влажность, ветер).

Химические факторы - это те, которые происходят от химического состава среды (соленость воды).

Эдафические факторы - (почвенный) - это совокупность химических, физических, механических свойств почв и горных пород, оказывающих воздействие на организмы, которые живут на поверхности и внутри почвы.

Биотические факторы - это совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других и на неживую природу или среду обитания (микроклимат в лесу).

Биотические факторы разделяются на внутривидовые и межвидовые.

Внутривидовые складываются из групповых и массовых эффектов, а также - внутривидовой конкуренции.

Групповые и массовые эффекты - это объединение животных одного вида в группы по двум или более особей, что является результатом эффекта, вызванного перенаселением среды (демографический фактор). Они характеризуют динамику численности и плотности популяции групп организмов на популяционном уровне, внутри которого лежит внутривидовая конкуренция. Она проявляется в территориальном поведении животных, которые защищают места своего обитания в ареале.

Межвидовые взаимоотношения представлены следующим образом, как:

- аменсализм;
- конкуренция;
- мутуализм;
- протокооперация;
- комменсализм;
- хищничество;
- антибиоз;
- симбиоз.

Антибиоз - особи одного вида выделяют определенные вещества, которые оказывают угнетающее воздействие на особей другого вида.

Симбиоз - это любое сожительство организмов различных видов, приносящее пользу, хотя бы одному из них.

Нейтрализм - оба вида не зависимы и не оказывают никакого воздействия друг на друга.

Мутуализм - организмы не могут существовать друг без друга. Протокооперация - оба вида сообразуют сообщества, но могут существовать и отдельно, хотя сообщество приносит им пользу.

Аменсализм - один вид (агрессивный) вызывает у другого вида ослабление роста и иммунитета, причем 1-й вид приносит вред другому виду и не получает от этого никакой пользы.

Конкуренция - каждый вид оказывает на другой неблагоприятное воздействие.

Комменсализм - 1-й вид комменсал извлекает выгоду от сожительства, а другой вид выгоды не получает.

Различают четыре вида симбиоза, такие как:

- взаимовыгодный;
- квартиранство;
- нахлебничество;
- паразитизм.

Антропогенные факторы - факторы, порожденные человеком, которые оказывают воздействие на факторы окружающей среды. Среди них к положительным факторам относятся посадка лесов, создание новых видов животных и растений, а к отрицательным факторам - кислотные дожди, парниковый эффект, вырубка лесов, озоновые дыры.

2.3 ЛЕКЦИЯ 3. (2 часа) СОСТАВ ЭКОСИСТЕМЫ

Лимитирующие факторы. Законы лимитирующих факторов. Общий характер действия экологических факторов. Состав экосистемы. Трофические взаимодействия. Автотрофы и гетеротрофы. Пищевые отношения как организационная основа экологических систем биоценозов. Экологическая ниша. Экологическое дублирование. Энергетика экосистемы. Изменение вещества и энергии в организмах. Экологическое равновесие и его нарушение. Биологическая продуктивность в биогеоценозах. Экологические пирамиды.

Лимитирующие факторы Законы лимитирующих факторов

Лимитирующие факторы - это факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за их недостатка или их избытка по сравнению с потребностью.

Закон минимума (Юстус Либих)

Урожай (продукция) зависит от факторов находящихся в минимуме (закон касается химических элементов). Факторы могут быть лимитирующими, если находятся в максимуме и если снижают урожай.

Закон Э. Митчерлиха:

Урожай зависит от совокупного действия всех факторов жизни растений (температура, влажность и т.д.)

Закон независимости факторов В.Р. Вильямса:

Условия жизни равнозначны, и ни один из факторов не может быть заменен другим.

Закон толерантности В. Шелфорда:

Толерантность - степень устойчивости, величина выносливости к тем или иным факторам. Формулировка закона: «отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (в качественном или количественном смысле) или избытком любого из ряда факторов, уровень которого может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. Любой живой организм имеет определенные эволюционно унаследованные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору.

Общий характер действия экологических факторов

При небольших значениях или чрезмерном воздействии фактора жизненная активность организма заметно угнетается. Наиболее эффективно действие фактора не при минимальных или максимальных его значениях, а при некотором его значении, оптимальном для данного организма. Диапазон действия или зона толерантности (выносливости) экологического фактора ограничен соответствующими крайними пороговыми значениями (точки минимума(1), максимума(2)) данного фактора, при которых возможно существование организма (рис.1).



Рис. 1. Общая схема действия экологического фактора на живой организм:
1 — точка минимума; 2 — точка оптимума; 3 — точка максимума

Точка на оси абсцисс, которая соответствует наилучшему показателю жизнедеятельности организма, означает оптимальную величину фактора; это точка оптимума (2). Так как определить оптимальное значение фактора с высокой точностью бывает трудно, то говорят о диапазоне значения последнего фактора - о зоне оптимума или зоне комфорта. Таким образом, три точки (оптимума, минимума и максимума) составляют три кардинальные точки, которые определяют возможные реакции организма на данный фактор. Крайние участки кривой, выражающие состояние угнетения при недостатке или избытке фактора, называются зонами пессимума. Рядом с критическими точками лежат сублетальные величины фактора, а за пределами зоны толерантности - летальные значения фактора, при которых наступает гибель организма.

Условия среды, в которых какой-либо фактор или совокупность факторов выходят за пределы зоны комфорта и оказывают угнетающее действие, в экологии часто называют экстремальными.

Организмы, для жизни которых требуются условия, ограниченные узким диапазоном толерантности по величине температуры, называются stenothermными, а способные жить в широком диапазоне температуры - eurythermными.

Организмы называются соответственно stenobiонты и eurybiонты: часть слова «стенос» происходит от латинского значения «узкий», а «эври» от латинского значения «широкий».

Состав экосистемы

Состав экосистемы можно представить в следующем виде с помощью составляющих компонентов:

биоценоз + биотоп = биогеоценоз (экосистема).

Биоценоз - это группировка (совокупность) взаимодействующих между собой разных видов организмов, обитающих на одной территории (разные виды организмов).

Биотоп - условия окружающей среды на определенной территории (воздух, вода, почва).

Биогеоценоз - совокупность абиотических и биотических компонентов; биогеоценоз имеет особую специфику взаимодействия и определенный тип обмена вещества и энергии.

Экосистема - это совокупность комплексов организмов с комплексом физических факторов его окружения.

Трофические взаимодействия

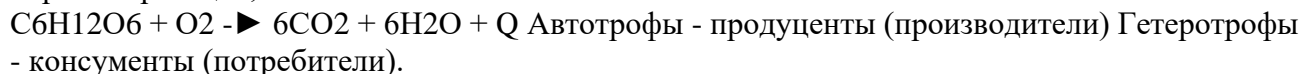
Трофические взаимодействия - это пищевые взаимодействия они регулируют всю энергетику экосистемы в целом.

Все организмы делятся на гетеротрофы и автотрофы.

Автотрофы - используют неорганические источники (вещества) для своего существования (растения, деревья) и участвуют в фотосинтезе (прямая реакция), что показано ниже:



Гетеротрофы питаются готовыми органическими веществами (животные, человек) - обратная реакция, что показано ниже:



Редуценты (грибы, черви, бактерии) разлагают полуистлевшее вещество на простые вещества.

Автотрофы и гетеротрофы

Автотрофы - это организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений, используя солнечную энергию.

К ним относятся растения (только растения). Они синтезируют из углекислого газа и воды (неорганические молекулы) под воздействием солнечной энергии глюкозу (органические молекулы) и кислород. Они составляют первое звено в пищевой цепи и находятся на 1-м трофическом уровне.

Гетеротрофы - это организмы, которые не могут строить собственное тело из неорганических соединений, а вынуждены использовать созданное автотрофами, употребляя их в пищу.

К ним относятся консументы и детритфаги (организмы, питающиеся детритом), Детрит - мелкие частицы остатков организмов и их выделений. Консументы и детритофаги находятся на II-м и выше трофических уровнях. Человек тоже гетеротроф.

В.И. Вернадскому принадлежит идея, что возможно превращение человеческого общества из гетеротрофного в автотрофное. В силу своих биологических особенностей человек не может перейти к автотрофности, но общество в целом способно осуществить автотрофный способ производства пищи, т.е. замену природных соединений (белки, жиры, углеводы) на органические соединения, синтезированные из неорганических молекул или атомов.

Пищевые отношения как организационная основа экологических систем биоценозов

При изучении биотической структуры экосистемы становится очевидным, что одно из важнейших взаимоотношений между организмами - это пищевое. Можно проследить бесчисленные пути движения вещества в экосистеме, при котором один организм поедается другим, а тот - третьим и т.д.

Пищевая цепь - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому, что показано ниже:

Растение — корова

Растение — корова — человек

Растение- кузнечик- мышь- лиса

Растение — жук — лягушка — змея — птица

Примечание: — обозначает направление движения.

В природе пищевые цепи редко изолированы друг от друга. Гораздо чаще представители одного вида (растительные) питаются несколькими видами растений, а сами служат пищей для нескольких видов хищников.

Пищевая сеть - это сложная сеть пищевых взаимоотношений.

Несмотря на многообразие пищевых сетей, они все соответствуют общей схеме. Например: от зелёных растений к первичным консументам, от них -вторичным консументам и т.д. и, наконец - к детритфагам. На последнем месте всегда стоят детритфаги, они замыкают пищевую цепь.

Трофический уровень - это совокупность организмов, занимающих определённое место в пищевой сети.

I трофический уровень - всегда растения,

II трофический уровень - первичные консументы

III трофический уровень - вторичные консументы и т.д. Детритфаги могут находиться на II и выше трофических уровнях.

Обычно в экосистеме насчитывается 3-4 трофических уровня. Это объясняется тем, что значительная часть потребляемой пищи тратится на энергию (90 - 99 %), поэтому масса каждого трофического уровня меньше предыдущего. На формирование тела организма идет относительно немного (1 - 10 %).

Очевидно, что существование большего числа трофических уровней невозможно из-за быстрого приближения биомассы к нулю.

Экологическая ниша (ЭН)

Унаследованные от предков требования организмов к состоянию и режиму экологических факторов определяют группы распространения этого вида, к которому эти организмы принадлежат, т.е. определяют ареал, а в пределах ареала конкретные места обитания. Каждый вид растения, микроба, животного способен нормально обитать, питаться, размножаться только в том месте, где его «прописала» эволюция. Каждый вид живых организмов занимает в природе, присущую только ему ЭН (составу и режиму экологических факторов) и место, где эти требования удовлетворяются.

ЭН - это место вида биоценоза, его положение в пространстве, его функциональная роль в соответствии с абиотическими средствами существования.

ЭН - это ответ на вопрос, как, где и чем питается вид, чей добычей он является, каким образом и где он размножается и отдыхает.

Д. Хатчинсон предложил модель ЭН для организма которой характерно два лимитирующих фактора (рис2) и модель ЭН для организма которой характерно 3

лимитирующих фактора (рис3).

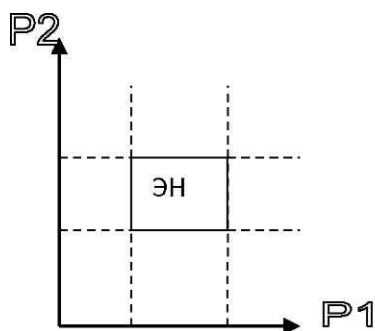


Рис. 2. Модель ЭН для двух лимитирующих факторов

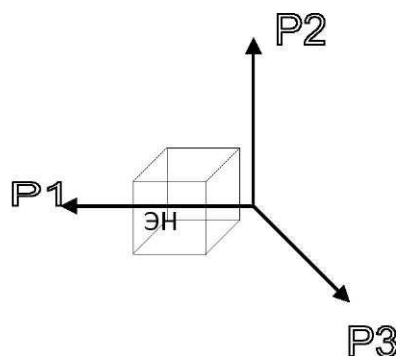


Рис. 3. Модель ЭН для трех лимитирующих факторов

Экологическую нишу, определяемую только физиологическими особенностями организма, называют - фундаментальной, а та, в пределах которой вид реально встречается в природе, называется реализованной. Это та часть функциональной ниши, которую данная популяция способна отстоять, в конкурентной борьбе.

ЭН - это область комбинаций таких значений экологических факторов, в пределах которых данный вид может существовать неограниченно долго.

Экологическое дублирование

В случае исчезновения вида по каким-либо причинам его нишу занимает другой вид, способный выполнять те же обязанности, что и исчезнувший вид, то есть происходит **экологическое дублирование**.

Энергетика экосистемы

Энергия передается от организма к организму, создавая трофическую цепь, с одного трофического уровня на другой. Трофический уровень - это место каждого звена в пищевой цепи.

1-й трофический уровень называется продуценты.

2-й трофический уровень называется растительоядные консументы.

3-й трофический уровень называется плодоядные консументы. Существуют определенные закономерности перехода энергии с одного уровня на другой вместе с пищей. Основная часть энергии, усваиваемая консументами с пищей, расходуется на его жизнедеятельность (энергия дыхания или траты на дыхание), другая часть энергии переходит в тело организма - потребителя вместе с увеличением массы (энергия прироста организма ЕПР -10%), впоследствии эта энергия усваивается другими организмами. Часть пищи и связанная с ней энергия не усваиваются организмом, они выводятся в окружающую среду вместе с проявлением жизнедеятельности. Это энергия продуктов выделения (ЕПВ). Энергия потребленной пищи обозначается как ЕПП, и компоненты ее расчета показаны ниже:

$ЕПП = Эд + Эпв + ЕПР$; $Эд + Эпв = 90\%$; $ЕПР = 10\%$

Так как большая часть энергии при переходе с одного трофического уровня на другой трофический уровень теряется, на следующий уровень переходит только 10% от предыдущего уровня (ЕПР). Из этого следует, что цепь питания имеет ограниченное число уровней (4,5), пройдя через них, энергия рассеивается. Закономерности потока и рассеивания энергии имеют важные следствия: образование продукции в биосфере связано с рассеиванием энергии, а в этом случае не продуктивно потребление пищи, получаемых с больших трофических уровней. Так как образование этой продукции связано с рассеиванием энергии, то особенно велики потери при переходе с 1-го уровня на второй. Рассмотрим два начала термодинамики:

1-е начало термодинамики:

закон сохранения и превращения энергии: энергия переходит из одного состояния в другое, она не возникает и не исчезает. Для 1-го начала термодинамики применительно в живом организме: в процессе фотосинтеза солнечная энергия преобразуется в энергию химических связей созданного автотрофно органического вещества. Она впоследствии переходит от автотрофов к гетеротрофам, не исчезает, а переходит в другие формы, в том числе в тепловую форму, т.е. рассеивается. Если поток солнечного излучения, поступающий к Земле только бы рассеивался, то жизнь была бы невозможной. Мерой необратимого рассеивания энергии является энтропия. Вещество и энергия в пищевой цепи постепенно рассеиваются. Энтропия является мерой неупорядоченности, а живые организмы характеризуются высокой мерой упорядоченности, которая характеризуется негэнтропией.

Согласно **2-му началу** термодинамики, если температура какого-либо неживого тела выше, чем температура окружающей среды, то общая температура всей системы стремится к термодинамическому равновесию: тело будет отдавать энергию до тех пор, пока его температура не станет равной температуре окружающей среды. В конечном счете, энергия любого неживого тела может быть рассеяна в тепловой форме, после чего наступает состояние термодинамического равновесия. Дальнейший энергетический процесс невозможен. Таким образом, энтропия отображает возможность превращения энергии и рассматривается как мера неупорядоченности системы, мера хаоса, и для того, чтобы энтропия системы не возрастала, система должна извлекать упорядоченность из окружающей среды т.е. должна извлекать негэнтропию, поэтому животные организмы выполняют работу против уравнивания с окружающей средой за счет образования сложноорганизованных молекулярных связей. Для производства этой работы система должна получать энергию или от Солнца, если система автотрофна, или извлекать негэнтропию из растительной и животной пищи, используя энергию ее химических связей, если система гетеротрофна. Возможен случай, когда вся накопленная система полностью превратится в тепловую энергию и рассеется (гибель организма). При этом поток энергии прекращается. В такое состояние перейдет и живой организм, если лишить его возможности извлекать энергию из окружающей среды. О такой системе говорят, что она имеет максимальную энтропию.

Изменение вещества и энергии в организмах

Рассмотрим более подробно изменения веществ и энергии в организмах разного рода.

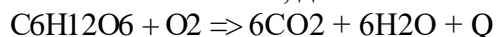
Зелёные растения

В растениях происходит процесс фотосинтеза, при котором из CO_2 , H_2O и солнечной энергии получаются глюкоза и кислород. При этом солнечная кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию молекул глюкозы. **Глюкоза**

Глюкоза - это органическая молекула с высокой потенциальной энергией. Из солнечной энергии около 2 % превращается в потенциальную энергию молекул глюкозы. Глюкоза в растениях выполняет две функции:

1. Глюкоза служит строительным материалом тела, т.е. из глюкозы образуются сложные органические молекулы (крахмал, целлюлоза, липиды, белки, нуклеиновые кислоты).

2. Глюкоза является источником энергии для всех процессов жизнедеятельности растений, т.е. построения тканей, поглощения питательных элементов из почвы, дыхания.



Процесс расщепления органических молекул с выделением энергии называется клеточным дыханием. Молекула глюкозы в присутствии кислорода разрушается с выделением энергии. Данный процесс идёт в каждой клетке и, в целом, противоположен фотосинтезу.

Травы обладают энергией в 40-50%.

Деревья обладают энергией в 70-80% (в основном на дыхание).

Продуктивность экосистем выражается в т/м^2 в год:

влажные тропические леса - 2200, лиственные леса - 1200, тайга - 800, тундра - 140, пустыни - 90, озера, реки - 250, океан - 80.

Таким образом, только часть глюкозы используется растением для своего роста, а другая часть вновь разрушается с выделением энергии, необходимой для протекания физиологических процессов. **Консументы.**

Животным свойственна активная выработка кинетической энергии (движение, бег, поддержание постоянной температуры тела, дыхание и т.д.). Источник энергии - потенциальная энергия органических молекул, потребляемых в составе пищи. Значительная часть пищи (90 - 99 %) разрушается с высвобождением энергии, обеспечивающей все функции организма и теряющейся, в конце концов, в виде выделяемого телом тепла.

Строительная роль пищи.

Часть съеденной, переваренной и поступившей в кровь пищи служит сырьём для роста и обновления тканей тела. Для этого также необходимы определённые витамины и микроэлементы (Fe, Si, Mn, Zn). Если в пище нет какого-либо из необходимых ингредиентов, сколько бы калорий не содержала пища, неизбежны функциональные расстройства. Неусвояемое вещество.

Часть пищи не переваривается и просто проходит через пищеварительный тракт и выводится в виде фекалий или экскрементов.

Таким образом, происходит превращение энергии из одной формы в другую, а именно солнечной энергии в потенциальную энергию, запасаемую растениями, а её - в другие виды по мере прохождения по пищевой цепи. На каждом трофическом уровне часть потенциальной энергии пищи расходуется на жизненные функции, а часть теряется в виде тепла, т.е. образуется поток энергии через систему.

Взаимосвязь трофических и энергетических цепей.

1. Получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках кругооборота всех элементов. Мы видим, как четко взаимодействуют продуценты, консументы и детритфаги, поглощая и выделяя различные вещества. Органика и кислород, образуемые при фотосинтезе в растениях, нужны консументам для питания и дыхания. А выделяемый консументами углекислый газ и минеральные вещества мочи - необходимы продуцентам.

2. Экосистемы существуют за счёт не загрязняющей среду и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно; ее трансформации показаны ниже:

солнечная энергия — химическая потенциальная энергия растений (передаётся по пищевым цепям) — теряется в виде тепла. Растения используют 0,5% от падающей на Землю вечной солнечной (несколько млрд. лет) энергии.

Экологическое равновесие и его нарушение

Экологическое равновесие - состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части в каждый конкретный момент времени наиболее соответствуют абиотическим условиям (почва, климат). Главная особенность экологического равновесия - подвижность. Различают два вида подвижности равновесия:

- 1) обратимые изменения в экосистеме;
- 2) экологические сукцессии.

Обратимые изменения в экосистеме - изменения экосистемы, например, в течение года от весны к весне, колебания климата в разные годы, изменения роли некоторых видов в связи с ритмами их жизненного цикла. При таких изменениях видовой состав экосистемы сохраняется. Она лишь подстраивается к колебаниям внутренних и внешних факторов.

Сукцессия - процессы последовательной смены биоценозов, протекающие под влиянием внутренних и внешних факторов.

В ходе сукцессии - возрастает продуктивность биоценоза, увеличивается его видовое разнообразие. Однако прогрессивными процессами характеризуются только сукцессии, связанные с естественными постепенными воздействиями. Если же проходит быстрое массированное нарушение равновесия, часто при вторжении человека, системы не могут восстановить равновесие на прежнем уровне. В лучшем случае они заменяются другими менее продуктивными, в худшем происходит опустынивание, т.е. уничтожение или резкое снижение биомассы экосистемы, связанное с невозможностью ее самовосстановления. Экологическое равновесие характеризуется **двумя признаками:**

- 1) постоянство циклов питания элементов;
- 2) полное рассеивание поступившей в экосистему энергии.

Первый признак касается различных биогенных элементов (азота, углерода). В ходе их круговорота экосистема поддерживает равновесие за счет того, что в нее поступает новая солнечная или химическая связанная энергия, которая затем рассеивается, переходя в другие виды энергии.

Экологическое равновесие поддерживается в экосистеме сложными механизмами взаимоотношений между живыми организмами и неживой природой (условием среды). Сложные механизмы поддерживают равновесие, и изменение экосистемы в ходе сукцессии, делают экосистему тонкими индикаторами экологических условий.

В целом экосистема обладает свойствами саморегуляции, т.е. свойствами автоматически устанавливать и поддерживать на определенном относительно постоянном уровне показатели численности рождаемости и смертности входящих в нее популяций.

Биологическая продуктивность в биогеоценозах

Одной из важнейших свойств организма - способность создавать органическое вещество или продукцию. Образование продукта в единицу времени или на единице площади, объема - называется продуктивностью экосистемы. Продукция растений первична, продукция животных вторична.

Биомасса - вся живая масса, которая содержится в системе независимо от того, в какой период она образовалась. Она измеряется в Джоулях, калориях.

Для экосистем, представленных однолетними организмами, их годовая продуктивность и биомасса возрастает.

Соотношение биомассы и годовой продукции можно выразить формулой $B = XA - XD$:

B - биомасса в данный момент времени,

A - годовая продукция,

D - траты на дыхание - это масса живого вещества затрачиваемые на энергию, связанную с жизнедеятельностью организма. Первичная продукция делится на две категории:

- валовая продукция,
- чистая продукция.

Валовая - общая масса валового органического вещества, создаваемая растением в единицу времени при данной скорости фотосинтеза, включая траты на дыхание.

Та часть валовой продукции, которая не израсходована на дыхание, называется чистой первичной продукцией.

Вторичная продукция уже не делится, т.е. все гетеротрофы увеличивают свою массу за счет первичной продукции.

На образование биомассы расходуется не вся энергия, а та часть, которая создает первичную продукцию и может расходоваться в различных экосистемах по-разному. Если скорость ее изъятия консументами отстает от скорости прироста растений, это ведет к приросту биомассы продуцентов, и возникает избыток мертвого органического вещества.

В стабильных сообществах вся продукция тратится в трофических цепях, и биомасса остается постоянной.

Экологические пирамиды

Функциональные взаимосвязи, т.е. трофическую структуру, можно изобразить графически, в виде так называемых трофических пирамид. Основанием пирамиды служит уровень продуцентов, а последующие уровни питания образуют этажи и вершину пирамиды. Известны три основных типа экологических пирамид: 1) пирамида чисел, отражающая численность организмов на каждом трофическом уровне (пирамида Ч. Элтона), 2) пирамида биомассы, характеризующая массу живого вещества, калорийность, 3) пирамида продукта (или энергии), имеющая универсальный характер, показывающая изменение первичной продукции (или энергии) на последовательных трофических уровнях.

Пирамида чисел отображает отчетливую закономерность, обнаруженную Ч. Элтоном: количество особей, составляющих последовательный ряд звеньев от продуцентов к консументам, неуклонно уменьшается. В основе этой закономерности лежит, во-первых, тот факт, что для уравнивания массы большого тела, необходимо много маленьких тел, во-

вторых, от низших трофических уровней к высшим теряется количество энергии (от каждого уровня до последующего доходят лишь 10% энергии) и, в третьих, обратимая зависимость метаболизма от размера особей (чем мельче организм, тем выше скорость роста их численности и биомассы).

В наземных экосистемах действует следующее правило пирамиды биомасс: суммарная масса растений превышает массу всех травоядных, а их масса превышает всю биомассу хищников.

Для океана приведенное выше правило биомасс не действительно - она имеет перевернутый (обращенный) вид. Для экосистемы океана характерна тенденция накопления биомассы на высоких уровнях, у хищников (китов). Это значит, что хищники живут долго, и скорость оборота их поколений мала, а у продуцентов (фитопланктонных водорослей) оборачиваемость может в сотни раз превышать запас биомассы хищников. Их чистая продукция превышает продукцию, поглощенную консументами, т.е. через уровень продуцентов проходит больше энергии, чем через всех консументов.

Отсюда понятно, что еще более совершенным отражением влияния трофических отношений на экосистему должно быть правило пирамиды продукции (или энергии): на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени (или энергии), больше, чем на последующем. Пирамида продукции отражает законы расходования энергии на трофических цепях.

В природе, в стабильных системах, биомасса изменяется незначительно, т.е. природа стремится использовать полностью валовую продукцию. Знание энергетики экосистемы, те или иные количественные ее показатели позволяют точно учесть возможности изъятия того или иного количества растительной и животной биомассы без подрыва ее продуктивности.

Человек получает достаточно много продукции природных систем, тем не менее, основным источником пищи для него является сельское хозяйство. Создав агроэкосистемы, человек стремится получить как можно больше чистой продукции растительности, но ему необходимо тратить половину растительной массы на выкармливание травоядных животных, птиц и т.д. Значительная часть продукции идет в промышленность и теряется в отбросах, т.е. и здесь теряется около 90% чистой продукции, и только около 10% непосредственно используется на потребление человеком.

2.4 ЛЕКЦИЯ 4. (2 часа) ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Классификация природных ресурсов. Понятия и виды природопользования. Загрязнение окружающей среды. Классификация основных типов загрязнений и вредных веществ. Рассеивание, циркуляция и накопление загрязняющих веществ в окружающей среде (биосфере). Загрязнение атмосферы. Структура атмосферы. Влияние загрязнения атмосферы на экосистемы.

Классификация природных ресурсов

Ресурсы - то, что извлекается из природной среды для удовлетворения потребностей и желаний общества. Главное назначение ресурсов -удовлетворение материальных потребностей: то есть создание материальных благ. Природные ресурсы - природные объекты и явления, которые человек использует для создания материальных благ, обеспечивающих не только поддержание существования человечества, но и постепенное повышение качества жизни. Природные объекты и явления - различные тела и силы природы, используемые человеком как ресурсы.

В основу классификации положено **3 признака**:

- 1) по источникам происхождения;
- 2) по использованию в производстве;
- 3) по степени истощаемости ресурсов.

По источникам происхождения ресурсы делятся на:

- биологические;
- минеральные;
- энергетические.

Биологические ресурсы! - все живые средообразующие компоненты биосферы (консументы, продуценты) с заключённым в них генетическим материалом. К ним относятся промысловые объекты, культурные растения, домашние животные.

Минеральные - все пригодные для употребления вещественные составляющие биосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырьё или источники энергии. Минеральное сырьё может быть рудным и нерудным. Если эти богатства используются как топливо, (атомная энергия) и одновременно как источник энергии (для получения пара и электричества), то их называют топливно-энергетическими ресурсами.

Энергетические ресурсы!

Это совокупность энергии Солнца, термального источника.

Классификация по использованию в производстве энергетического ресурса:

- **земельный фонд**: земли, входящие по своему назначению в следующие категории:

- * сельскохозяйственные,
 - * населённые пункты,
 - * не сельскохозяйственные (промышленные), *лесные,
 - *особо охраняемые территории (заказники, заповедники),
 - * водные,
 - *гидроэнергетические,
 - * приливно-отливные,
 - * ресурсы фазные (количество обитателей лесов, отмелей, используемые человеком, не нарушая экологического равновесия),
 - * полезные ископаемые (рудные, нерудные, энергетические),
- Классификация природных ресурсов **по степени истощаемости и возобновимости**:

- неисчерпаемые (воды Мирового океана, пресные воды, ветер, солнце), количество которых не ограничено, но не абсолютно, а относительно наших потребностей и сроков существования. Однако, если количество неисчерпаемых природных ресурсов относительно не ограничено, то их качество может ограничить возможность их использования человеком (например, количество воды не ограничено, но ограничено качеством питьевой воды),

- исчерпаемые природные ресурсы - это ресурсы, количество которых ограничено и абсолютно, и относительно. Эти ресурсы подразделяют на:
 - возобновимые,
 - невозобновимые.

Возобновимые природные ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются (животный мир, растительность, почва). Темпы расходования возобновимых природных ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления. Процессы восстановления протекают с разной скоростью для разных ресурсов: для восстановления животных требуется несколько лет, леса - 60-80 лет, почвы - несколько тысячелетий.

Невозобновимые природные ресурсы абсолютно не восстанавливаются (каменный уголь, нефть, природный газ и большинство других полезных ископаемых) или восстанавливаются значительно медленнее, чем идет их использование (торфяники, многие осадочные породы).

Уровень использования природных ресурсов должен быть высоким, чтобы загрязнение стало низким. Большинство загрязняющих окружающую среду вредных веществ является постоянно не использованными ресурсами.

Понятия и виды природопользования

Под природопользованием понимают: практическую деятельность человека и науку.

Природопользование - как практическая деятельность, это процесс эксплуатации природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Природопользование как наука - это область знаний, разрабатывающая принципы рационального (разумного) природопользования. Природопользование - междисциплинарная наука. Она включает в себя элементы географии, биологии, истории, охраны природы и т.д. Природопользование может быть рациональным и нерациональным.

Рациональное - изучение природных ресурсов, бережная эксплуатация, охрана, воспроизводство с учётом не только настоящих, но и будущих (перспективных) направлений развития народного хозяйства, сохранения здоровья настоящего и будущих поколений людей. Это планомерное, научно обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновимых природных ресурсов в цикле: производство - потребление - вторичные ресурсы, при условии сохранения и воспроизводства возобновимых природных ресурсов.

Рациональное природопользование - система взаимодействия общества и природы, построенная на основе научных законов природы и в наибольшей степени отвечающая задачам развития производства и сохранения биосферы.

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды очень тесно связаны между собой. В одних странах охрана природы рассматривается как составная часть природопользования, в других эти понятия не различают.

В различных странах вопросы природопользования и охраны природы решаются по-разному, в зависимости от ряда факторов: политических, экономических, социальных, нравственных.

Охрана среды - это система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, улучшения состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей настоящих и будущих поколений людей. Таким образом, охрана природы - это система мероприятий по организации взаимоотношений человеческого общества и природы. В природоохранной деятельности различают охрану атмосферы, вод, недр, почв, растительного и животного мира.

Нерациональное природопользование ведет к истощению природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных экосистем, к экологическому кризису или к экологической катастрофе. Причины нерационального природопользования - это недостаточное знание законов экологии, слабая материальная заинтересованность производителей, низкая экологическая культура населения.

Загрязнение окружающей среды

Можно не сомневаться, что, загрязнения во все времена были бичом городов.

Все проблемы сводятся к тому, что человек в процессе деятельности создает отходы, которые он не уничтожает и не умеет пустить в круговорот.

Получение энергии в настоящее время - основная причина загрязнения среды.

Нефть и природный газ используются во всех сферах человеческой деятельности. Ископаемые углеводороды стоят в первом ряду источников загрязнения, поскольку при их сгорании образуется большое количество отходов.

Слово «загрязнение» означает «осквернять», «пачкать», «марать», «портить». Существует определение, которое опубликовано в 1965 году в докладе официальной комиссии Белого дома США:

«Загрязнение есть неблагоприятное изменение окружающей среды, которое целиком или частично является результатом человеческой деятельности, прямо или косвенно меняет распределение приходящей энергии, уровень радиации, физико-химические свойства окружающей среды и условия существования живых существ. Эти изменения могут влиять на человека прямо или через сельскохозяйственные ресурсы, через воду или другие биологические продукты (вещества). Они также могут воздействовать на человека, ухудшая физические свойства предметов, находящихся в его собственности, условия отдыха на природе и обезображивая ее саму».

Дать классификацию загрязнений - дело не легкое, так как существуют многочисленные критерии, по которым ее можно осуществить, но не одна такая классификация не будет вполне удовлетворительной.

Загрязняющие вещества можно сгруппировать по их природе - физической, химической, биологической и т.д. Можно рассматривать их с медицинской точки зрения и изучать среду обитания или способ поражения человеческого организма через пищу, при кожных контактах, при дыхании.

На деле ни один из этих подходов не обеспечивает достаточно удовлетворительного результата, так как воздействие одного и того же вещества может быть качественно различным. Например, ртуть, оказавшаяся в почве, затем попадает в атмосферу и воду, вместе с пищей она проникает в организм, при дыхании - в легкие и т.д.

Классификация основных типов загрязнений и вредных веществ

Ниже представлена классификация, в которой сделана попытка найти компромисс между различными точками зрения, касающимися принципов классификации:

Физические загрязнения

Радиоактивные элементы (излучения).

Нагрев (или тепловое загрязнение).

Шумы или низкочастотная вибрация (инфразвук).

Химические загрязнения

Газообразные производные углерода и жидкие углеводороды.

Моющие средства.

Пластмассы.

Пестициды и другие синтетические органические вещества.

Производные серы.

Производные азота.

Тяжелые металлы.

Фтористые соединения.

Твердые примеси (аэрозоли).

Органические вещества, подверженные брожению.

Биологические загрязнения

Микробиологическое отравление дыхательных и питательных путей (бактерии, вирусы).

Изменение биоценозов из-за неумелого внедрения растительных или животных видов.

Эстетический вред.

Нарушение пейзажей и примечательных мест грубой урбанизацией или малопривлекательными постройками.

Строительство индустриальных центров в девственных или мало затронутых человеком биотопах.

Рассеивание, циркуляция и накопление загрязняющих веществ в окружающей среде (биосфере)

Выброс загрязняющих веществ в окружающую среду - явление сложное, не ограничивающееся внешней стороной, а именно: выливанием отходов в реку или выходом разноцветных дымов из заводских труб.

Ни одно вещество из тех, что выбрасывается человеком в биосферу, не остается на месте. В большинстве случаев оно переносится на значительные расстояния от места выброса. В результате переноса примесей в воздухе, воде, почве загрязняющие вещества постепенно рассеиваются по всей биосфере.

Но перенос и рассеивание загрязнений в биосфере обусловлено не только циркуляцией атмосферы и движением воды в почвах и гидросфере. Любое соединение, загрязняющее естественную среду, может быть поглощено живыми организмами благодаря многогранному метаболическим процессам. Таким образом, оно включается в трофические (пищевые) цепи, участвует в круговороте веществ в биоценозе, оказывая вредное воздействие на многочисленных животных и растительные виды.

Эффект разбавления загрязняющих веществ в воздухе и воде, что длительное время практиковалось для снижения вредного влияния, оказался в конце концов ограниченным. Многочисленные исследования показали, что, с одной стороны, живые организмы ускоряют распространение токсичных веществ, увеличивая, таким образом, площадь зараженных областей, с другой стороны, они накапливают эти вещества в своем организме. Так, мигрирующая рыба, отравленная в прибрежной зоне, может стать добычей другого вида, который она отравит, когда окажется в районе, удаленном от берегов.

Все живые существа обладают способностью накапливать в своем организме любые вещества, биологически слабо или совершенно не разрушающиеся. Организмы, аккумулирующие токсичные вещества, служат пищей другим животным, которые накопят их в своих тканях. Уровень накопления будет тем выше, чем меньше веществ при постоянстве остальных условий участвует в обмене.

Постепенно происходит заражение всей пищевой цепи экосистемы, начало которому положили первичные продуценты, «выкачивающие» загрязняющие вещества, рассеянные в биотопе. Хищники и человек, находящиеся в самой пищевой цепи, оказываются обладателями наиболее высокого уровня заражения. В Японии 110 человек погибли, а многие сотни стали инвалидами из-за отравления ртутью, которая содержалась в тканях рыб в 500 000 раз больше, чем в воде залива, в которую выбрасывались ртутьсодержащие отходы химического завода. Таким образом, загрязняя окружающую среду, человек, занимающий по отношению к другим живым существам место суперхищника, сталкивается с эффектом «бумеранга».

Загрязнение атмосферы

Восходящее к заре индустриальной цивилизации атмосферное загрязнение очень сильно возросло в последнее десятилетие во всех развитых странах. Рост промышленности и увеличение числа машин сопровождаются постоянным усилением выброса в воздух дыма, токсичных газов и других загрязняющих агентов.

Основные вещества, загрязняющие атмосферу, можно разбить на две группы - газы и твердые частицы. Газы составляют 90% общей массы выбрасываемых в атмосферу веществ, а на долю твердых частиц приходится 10%.

В таблице представлены основные источники веществ, отравляющих воздух.

Таблица 1

Основные источники веществ отравляющих воздух

ПРИРОДА ЗАГРЯЗНЕНИЯ	ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ
1	2
ГАЗЫ Углекислый газ Окись углерода Органические соединения Сернистый газ и другие производные серы Производные азота Радиоактивные вещества	Вулканическая деятельность Дыхание живых организмов Сжигание ископаемого топлива
	Вулканическая деятельность Двигатели внутреннего сгорания
	Химическая промышленность Сжигание отходов Разнообразное топливо
	Вулканическая деятельность Морские брызги Бактерии Сжигание ископаемого топлива
	Бактерии горение
	Атомные электростанции Ядерные взрывы

ЧАСТИЦЫ

Тяжелые металлы Минеральные соединения	Вулканическая деятельность, метеориты Ветровая эрозия, водяная пыль Двигатели внутреннего сгорания
	Лесные пожары Химическая промышленность Разнообразное топливо Сжигание отходов Сельское хозяйство (пестициды)

Структура атмосферы

Атмосфера по вертикали делится на несколько слоев, в которых давление с высотой постепенно падает. Это тропосфера, стратосфера, мезосфера и ионосфера (или термосфера). Нас интересуют только два первых слоя, наиболее низко расположенные и наиболее плотные. Они играют основную роль в глобальном загрязнении биосферы, поскольку именно в них происходит перенос загрязняющих веществ на большие расстояния от густонаселенных и промышленных районов. Например, ДДТ обнаружен в снегах Антарктиды (в центральной ее части) на расстоянии многих тысяч километров от ближайшего населенного пункта, где могли употреблять этот инсектицид (Тасмания или юг Аргентины).

Тропосфера - самый нижний слой атмосферы. В ней сосредоточено около 8/10 всей массы атмосферного воздуха. Температура воздуха быстро понижается с высотой вплоть до тропопаузы - верхней границы тропосферы. Над полюсами высота тропопаузы 9 км, над экватором - 15 км. На уровне тропопаузы температура воздуха составляет 60°C. От тропопаузы начинается стратосфера, простирающаяся до высоты около 50 км. В этом слое температура воздуха понижается до минимального для атмосферы значения -85°C. Хотя озон встречается на всех высотах, но именно в стратосфере концентрация его наибольшая. Здесь он образует озоновый экран. Максимальная плотность озона достигается на высоте около 30 км в экваториальных районах и 18 км - над полюсами. Озоновый экран, поглощающий большую

часть ультрафиолетовой солнечной радиации, сыграл главную роль в эволюции биосферы, поскольку его защитное действие предопределило заселение континентов живыми организмами.

Влияние загрязнения атмосферы на экосистемы

Особую опасность представляет истончение озонового экрана под воздействием хлорсодержащих органических веществ, поступающих в атмосферу из различных источников и, в частности, при использовании аэрозолей (дезодорантов, лаков для волос и т.д.). Уже сейчас в результате усилившегося воздействия ультрафиолетового излучения возросло количество случаев раковых заболеваний.

Высвобождая в процессе горения разнообразного топлива громадное количество углекислого газа и повышая его содержание в атмосфере, человек способствует созданию «парникового эффекта», так как углекислый газ мешает отражению инфракрасных (тепловых) лучей от Земли обратно в Космос, что ведет к повышению температуры на ее поверхности. Результатом может стать резкое изменение всех климатических факторов, таяние вечных льдов, подъем воды в мировом океане, затопление густозаселенных побережий.

Этому процессу противостоит другой - загрязнение атмосферы сажей, пылью и другими веществами, которые задерживают проникновение как светового, так и теплового спектров солнечных лучей с такой силой, что следует опасаться не «парникового», а «ледникового» эффекта.

Будущая эволюция климата Земли зависит от воздействия человека на атмосферу. Последнее остается двойственным, так как оно представлено, с одной стороны, нагреванием нижних слоев тропосферы под влиянием выброса углекислого газа, с другой стороны, - их охлаждением под влиянием примесей, поступающих в тропосферу и стратосферу. Глобальная температура будет повышаться или понижаться в зависимости от того, чье влияние будет преобладать - углекислого газа или примесей искусственного происхождения (сажа, пыль и другие твердые взвешенные в воздухе частицы).

Большинство ученых (У. Митчелл, Л.Б. Шнейдер и др.) пришли к единому мнению о преобладающем влиянии примесей на глобальную температуру, начиная с 2000 года Разул и Шнейдер предсказывают даже наступление нового ледникового периода в 21 веке, если цивилизация окажется неспособной в ближайшем будущем справиться с загрязнением атмосферы.

При сгорании любого ископаемого топлива в атмосфере, кроме углекислого газа, попадают оксиды серы и азота. Последние образуют в атмосфере с водяным паром растворы кислот, проливаясь на Землю в виде кислотных дождей. Они губят все экосистемы биосферы: водоемы, леса, почвы, их живое население, что отражается на здоровье людей, так как вытеснение кислотой из пород различных токсичных материалов - ртути, свинца и других материалов ведет к загрязнению ими питьевой воды, повышению их уровня в рыбе, потребляемой человеком. Трудно даже приблизительно определить весь экономический и экологический ущерб от этого процесса.

2.5 ЛЕКЦИЯ 5. (2 часа) ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Загрязнение почв. Общие понятия о загрязнении гидросферы. Биологическое загрязнение вод. Химическое загрязнение вод. Экологические последствия химического загрязнения природных вод. Тепловое загрязнение. Радиоактивное загрязнение. Экологические последствия радиоактивного загрязнения.

Загрязнение почв

Почва, т.е. поверхностный слой земной коры! толщиной в несколько десятков сантиметров, обладающий плодородием, образуется из продуктов разрушения горных пород под влиянием климата жизнедеятельности многих поколений растительных и животных организмов.

Почва выступает в роли посредника между атмосферой и гидросферой для всего количества любого загрязняющего вещества, выбрасываемого человеком в воздух. Поэтому прежде, чем рассматривать загрязнение гидросферы, необходимо изучить последствия загрязнения почвы. Очень часто загрязнения попадают в гидросферу через литосферу.

Все химикаты, используемые в сельском хозяйстве, можно разделить на минеральные вещества и синтезированные органические соединения. Последние ответственны за то, чтобы избытки отходов сельскохозяйственного происхождения, получаемые в процессе производства или потребления продукции земледелия и животноводства, больше не возвращались на поля, как это было в традиционном земледелии. Эти продукты больше не включаются в природные круговороты веществ, а выбрасываются на свалки, где в результате брожения выделяются токсичные серные и аммонийные соединения, которые обуславливают усиливающиеся загрязнения почв.

Широкое использование искусственных веществ (химических удобрений, пестицидов) ведёт к необратимому загрязнению культивируемых земель.

Химические удобрения вводят в почву с целью увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Вместе с урожаем изымаются из почвы питательные для растений элементы: азот, фосфор, калий и, в меньшей степени, сера, кальций, магний и другие микроэлементы. Следовательно, необходимо восстановить их потерю путем внесения в почву фосфатов, нитратов, солей калия и другие в количестве, эквивалентном изъятому с урожаем.

Наиболее часто используемыми химическими удобрениями принято считать: нитрат аммония, нитрат кальция, сульфат аммония и мочевины (которая превращается в нитраты через посредство бактерий - нитрофикаторов, присутствующих в почве). Фосфор употребляется в виде суперфосфатов (растворимых ортофосфатов). Хлористый калий и сильвинит (двойной хлорид калия и натрия) входят в состав обычных калийных удобрений. С 1945 по 1965 гг. мировое потребление химических удобрений увеличилось в 6 раз. Кроме того, суперфосфаты содержат довольно высокий процент загрязняющих токсичных элементов: мышьяка, кадмия, хрома, меди, свинца, цинка. Многие из этих элементов малоподвижны в почве, где сосредоточены корневые системы растений в течение многих десятилетий. Таким образом, происходит загрязнение ими сельскохозяйственных продуктов.

Поиски максимальной продуктивности земельных массивов приводят к перенасыщению почв химическими удобрениями. Это явление представляет собой новый фактор загрязнения сельскохозяйственных угодий, последствиями которого нельзя пренебречь.

В отличие от всех других загрязняющих веществ пестициды преднамеренно распыляют в естественной среде для уничтожения некоторых паразитов домашних животных или человека и используют в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями различных культур.

Современные пестициды, как правило, являются органическими синтезированными веществами. Их название произошло от английского слова *pest*, что означает «расхититель, пожиратель».

Пестициды! делят на следующие категории: инсектициды, предназначенные для уничтожения вредных насекомых; фунгициды, служащие для уничтожения возбудителей грибных и бактериальных болезней растений; гербициды, позволяющие уничтожать сорняки; родентициды, употребляемые против грызунов; нематоциды, токсичные для червей, вызывающих болезни растений.

Повсеместное использование пестицидов началось в конце второй мировой войны. В 1939 году в Западной Европе было разработано два сильнодействующих инсектицида: ДДТ и ГХЦГ. Через 30 лет после открытия ДДТ был запрещен. Инсектициды разделяют на три основные группы: минеральные вещества, инсектициды растительного происхождения и органические синтезированные вещества, которые в настоящее время употребляются чаще других.

Современные синтезированные инсектициды токсичны и способны вызвать быстрое отравление насекомых как полезных, так и вредных.

Фунгициды позволяют успешно бороться с возбудителями грибных и бактериальных болезней (ржавчина картофеля и винограда, головня на злаках и др.). Самые старые из известных фунгицидов - соли меди, сера, которые все чаще заменяются органическими соединениями. В настоящее время широко применяют различные ртутьсодержащие и мышьяксодержащие фунгициды, обладающие высокой токсичностью.

Из гербицидов наиболее распространены 2, 4-Д, 2, 4, 5-Т и симазин. Применение 2, 4-Д, 2, 4, 5-Т американской армией во Вьетнаме с целью уничтожения листвы имело 106 катастрофических последствий для фауны, флоры, что привело к заражению населения.

Симазин используется для прополки кукурузы и других культур. Этот гербицид останавливает фотосинтез, и любое растение не способно фиксировать углекислый газ.

Пестицид, каким бы он ни был, неизбежно вызывает глубокие изменения всей экосистемы, в которую его внедрили. Его действие никогда не бывает однозначным, что вытекает из совокупности экологических свойств, присущих всем пестицидам:

1. Пестициды в большинстве случаев имеют широкий спектр токсичного воздействия, как на виды растений, так и на виды животных. Название фунгициды, гербициды и другие не дают представления о реальном воздействии этих веществ, которое значительно шире.

2. Пестициды очень токсичны для всех животных.

3. Пестициды человек использует с целью уничтожения ограниченного числа организмов, составляющих максимум 0,5% общего числа видов, населяющих биосферу, сами же пестициды воздействуют на все живые организмы.

Как правило, используют значительно больше пестицидов, чем необходимо для уничтожения вредителя: преднамеренные излишки обработки полей объясняют "надежностью".

Площади, на которых распыляются пестициды, очень значительны, в Европе они исчисляются десятками миллионов гектаров.

Многие из этих веществ могут сохраняться в почве месяцами и в течение многих лет. Эта стабильность чревата различными отрицательными последствиями, связанными с загрязнениями различных экосистем.

Пестициды распространяются далеко за пределами тех экосистем, где они применяются.

Высокая токсичность пестицидов приводит к загрязнению различной животной и растительной пищи.

Пестициды убивают не только насекомых-вредителей, но и в такой же степени насекомых-опылителей растений, без которых нет ни меда, ни урожая.

Все это побудило токсикологов, экологов, диетологов и агрономов разработать новые, биологические методы борьбы, при которых окружающая среда не загрязнялась бы токсичными веществами широкого спектра действия.

Основная задача при биологической борьбе - всеми средствами сокращать численность каждого вида вредителя, снижать рождаемость вредителя. В основе этой борьбы лежит принцип использования естественных врагов вредителей - паразитов и хищников для увеличения роста смертности первых. В течение последнего десятилетия наметились новые пути развития биологической борьбы, направленные на уменьшение рождаемости вредных насекомых путем стерилизации особей. Стерильный индивидуум распространяет свое бесплодие в популяции, так как индуцирует его у своего партнера.

Общие понятия о загрязнении гидросферы

Загрязнение континентальных и океанических вод - это проблема наших дней. Водный кризис захватил промышленно развитые страны, развивающиеся страны с засушливым климатом, где сельскохозяйственное производство ограничено отсутствием влаги.

Многочисленные твердые загрязняющие вещества могут растворяться в воде или же во взвешенном состоянии переноситься на огромные расстояния от мест сброса. Вследствие гомогенности водной среды отравляющие вещества оказывают воздействие на все организмы, обитающие ниже по течению реки, а в некоторых случаях и в море, куда река впадает.

Другая особенность проблемы загрязнения вод состоит в том, что вода содержит относительно небольшое количество растворенного кислорода. С повышением температуры воды содержание кислорода в воде уменьшается, а при одинаковой температуре оно значительно меньше в морской воде, чем в пресной. Кислород относится к лимитирующим факторам для большинства организмов, как в пресных, так и в соленых водах. *Факторы, сдерживающие развитие организмов из-за недостатка или их избытка по сравнению с потребностями, называются лимитирующими.*

Относительно низкое содержание кислорода в водной среде чревато опасными последствиями для фауны пресных и морских вод:

- пресноводные и морские животные для удовлетворения метаболических потребностей нуждаются в интенсивной циркуляции, которая обеспечивает жабрам контакт с огромным объемом воды, что необходимо для того, чтобы извлечь достаточное количество кислорода. Это сильно увеличивает риск поглощения летальных (смертельных) доз того или иного токсичного вещества;
- морские животные могут ощущать недостаток кислорода, если под воздействием естественных или искусственных факторов температура воды повышается.

Температура служит ограничивающим биотическим фактором в океанических и континентальных водах, так как большинство живущих в них организмов -стенотермные, то есть могут переносить лишь небольшие колебания температур. В связи с этим колебания температуры, выходящие за пределы естественных, могут вызвать катастрофические потрясения в биоценозах водной среды. В частности, тепловое загрязнение, возникающее вследствие сброса теплых вод в реки электростанциями, является в настоящее время одной из основных проблем загрязнения окружающей среды.

Среди многочисленных факторов, способствующих загрязнению воды, различают следующие: биологические (микроорганизмы и способные к брожению органические вещества), химические (всевозможные токсичные или изменяющие состав водной среды вещества) и физические (нагревание, радиоактивность).

Биологическое загрязнение вод

Биологическое загрязнение приводит к сильному бактериологическому загрязнению воды, способствует распространению таких серьезных патогенных заболеваний, как тиф, дизентерия, кишечные инфекции.

Кроме городских сточных вод, биологическому загрязнению способствуют стоки вод различных предприятий пищевой промышленности: боен, молочных и сахарных заводов, сыроварен и т.д. По загрязнению органикой целлюлозно-бумажная промышленность стоит на одном из первых мест, так как целлюлозно-бумажный комбинат (ЦБК) выбрасывает воды, богатые органическими соединениями (глюцидами), обладающими способностями к быстрому брожению. ЦБК средней мощности загрязняет воду в той же степени, что и город с населением 6500000 жителей.

Органическое загрязнение обычно оценивают биохимическим потреблением кислорода за 5 суток (БПК₅). Это позволяет определить, какое количество кислорода необходимо микроорганизмам-деструкторам для полной минерализации всего нестойкого органического вещества, содержащегося в одном литре загрязненной воды. В Париже БПК₅ равно 70г/сутки на одного человека. Вода считается питьевой, если количество содержащихся в ней органических веществ соответствует БПК₅ менее 5мг/л, что намного превышает величину БПК₅ для Парижа.

Химическое загрязнение вод

Химическое загрязнение вод происходит в результате выброса в них различных химических соединений, используемых в сельском хозяйстве, а также отходов металлургических и других предприятий.

Такими соединениями, обладающими высокой токсичностью, являются производные ртути. Мировое производство ртути в настоящее время превысило 10 тысяч тонн в год.

Кроме того, еще 3 тысячи тонн ежегодно выбрасывается в атмосферу при сжигании ископаемого топлива. Около 20% этого количества находит применение в промышленности, остальное же попадает в окружающую среду. Ежегодно реки приносят в океан около 5 тысяч тонн ртути.

Загрязнение континентальных и океанических вод углеводородами - одно из основных видов загрязнения гидросферы современным цивилизованным обществом. Тот факт, что существуют районы моря, где нефтеналивным судам разрешено сбрасывать воду после промывки танков, попирает все основы океанографии. В некоторых районах морей, несмотря на обилие рыбы, ее невозможно употреблять в пищу из-за неприятного вкуса, который придает ей нефть. Основным источником загрязнений океанической среды является перевозка нефти, аварии на подводных скважинах и на нефтеналивных судах, а также на нефтяных разработках в открытом море.

Существует мнение различных авторов, что в Мировой океан из различных источников в результате деятельности человека попадает 5 млн. тонн нефти в год. Поскольку одна тонна нефти, растекаясь по поверхности океана, занимает площадь 12 кв. км, то, вероятно, Мировой океан уже давно покрылся бы тонкой поверхностной пленкой углеводородов.

Континентальные воды также сильно загрязнены углеводородами: это сточные воды нефтеперегонных заводов, смена масла в автомобилях, утечки масла из катеров, расплескивание бензина и дизельного топлива в момент заправки автомобилей. Кроме того, бензин придает воде неприятный вкус даже при очень малых концентрациях в ней. Следует отметить, что воды всех рек в промышленных странах содержат углеводороды. Так, Рейн в своем нижнем течении переносит около 12 тыс. тонн нефтепродуктов в день. Очередным загрязнителем являются моющие средства, которые содержат малотоксичные поверхностно-активные вещества и отбеливающие реагенты (персульфаты, пербораты).

Производство и использование пестицидов - опасный источник загрязнения морских и континентальных вод. Другой источник загрязнения прибрежных и континентальных вод - обработка инсектицидами огромных площадей, осуществляемая с воздуха. Обработка пестицидами лесов и сельскохозяйственных культур приводит к накоплению в поверхностных слоях почв токсичных веществ, которые попадают в водоносный слой или выносятся в реки дождевой эрозией. Так, хлорорганические пестициды были обнаружены в морских организмах, потому что первые поглощаются нефтью, которой загрязнены реки, моря и океаны.

Технологическая цивилизация иногда намеренно, иногда случайно, выбрасывает в воды огромное количество синтетических веществ. В наши дни пластмассы являются одним из самых распространенных веществ, загрязняющих моря. Сознательный сброс в океан высокотоксичных отходов можно объяснить тем, что от них хотят избавиться. Конечно, эти отходы помещены в герметические контейнеры, но агрессивная соленая вода рано или поздно растворит материал контейнером и произойдет загрязнение океана. Так, 18 августа 1970 г. американские солдаты опустили на дно Мексиканского залива контейнеры, содержащие много миллионном тонн боевого отравляющего вещества сарина, в частности свертывающего сложного фосфорного эфира.

Экологические последствия химического загрязнения природных вод

При органическом загрязнении вод никакой вид рыб, никакое беспозвоночное, обитающее в чистой воде, не могут выжить в зараженной зоне.

Для озёр, болот, прудов и других стоячих вод характерны большая площадь поверхности и небольшая скорость движения воды. В связи с этим смена воды и её обогащение кислородом происходит очень медленно. Все озера неизбежно исчезнут с лица Земли вследствие поступления продуктов эрозии, приносимых впадающими в них реками, а также бурного развития водной растительности и других организмов, вселяющих данный фитоценоз. Этот процесс, называемый эвтрофикацией, происходит в результате повышения продуктивности вод озера с увеличением количества питательных веществ, в частности; фосфатов и нитратов, что способствует быстрому росту водных растений. При этом постепенно ускоряется седиментация, т.е. озеро уменьшается, затягивается илом и постепенно исчезает.

В естественных условиях эвтрофикация происходит очень медленно, в масштабе геологических эпох.

Процесс обогащения озёрных или морских вод минеральными солями также называется эвтрофикацией.

Человек ускоряет эвтрофикацию, так как сбрасывает в озёра и закрытые моря значительные количества органических веществ, способных к брожению, а также - сточных вод, богатых фосфатами (моющие средства, химические удобрения) и нитратами.

Сегодня все большие альпийские озёра и самая большая в мире экосистема Великих озёр находится под угрозой или на пути к ускоренной эвтрофикации. В состоянии полной эвтрофикации озёрная система, так же как и текучие воды, перенасыщенные органическими отходами, уже полностью заражены и совершенно безжизненны.

При химическом загрязнении многие пестициды, в частности, все гербициды, токсичны для фитопланктона, что приводит к снижению численности рыб. Кроме того, рыбы чувствительны к некоторым загрязняющим веществам, что связано с особенностями их жаберной циркуляции. Пестициды (даже такие безопасные, как аминотриазол) воздействуют на гонады и стерилизуют животных.

При загрязнении морских вод углеводородами (нефть) часто гибнет икра и молодь. При использовании моющих средств для очистки морских вод от нефти гибнут моллюски, мидии, крабы, креветки и другие обитатели моря.

В настоящее время Ла-Манш, Северное и Средиземное моря, всё в большей степени загрязняемые нефтью, постепенно становятся непригодными для обитания морских птиц. Так, было подсчитано, что ежегодно от 20000 до 50000 особей, представителей 50 видов (из которых 14 утиных), населяющих побережье Нидерландов, становятся жертвами этого катастрофического загрязнения. В Великобритании погибают до 250 000 птиц в год.

После улётывания более лёгких фракций оставшаяся в море нефть подвергнется разложению с помощью бактерий (биodeградация). Различные виды углеводорода, входящие в состав нефти, разлагаются аэробными бактериями и грибами, которые еще полностью не изучены. Эта микрофлора разлагает нефть на составляющие, токсичность которых ещё почти не исследована. Процесс бактериального воздействия длится в течение многих недель или месяцев, затем образуются частицы битума диаметром до 10 см, дрейфующие по поверхности океана.

Прожорливые морские рыбы заглатывают эти комочки, накапливают значительные количества токсичных веществ, которые, продвигаясь по пищевым цепям, могут дойти до человека и отравить его.

На примере загрязнения ртутью видно, какие ужасные последствия имеет пагубное влияние современной технологии на биосферу. Вследствие того, что некоторые производные ртути распадаются с помощью бактерий (биodeградируют) очень слабо, ртуть имеет тенденцию накапливаться в организмах живых существ.

В работах японских и шведских учёных было доказано, что ртуть, сбрасываемая в воду в составе органических или минеральных соединений, неизбежно превращается в метил-ртуть, которая очень слабо биodeградирует. Ртуть накапливается в различных организмах, входящих в заражённую трофическую цепь. Человека, отравленного метил-ртутью, поражает болезнь Миномата по названию района японской бухты, воды которой содержали это соединение, впервые обнаруженное в 1953 г. Тогда эта болезнь поразила рыбаков, основную пищу которых составляли продукты моря.

Для этой болезни характерны нарушение сенсорной и моторной функций организма, сужение поля зрения, ухудшение слуха, потеря разума. Из 116 зарегистрированных случаев 43 имели летальный исход.

Загрязнение озёрных и морских экосистем метил - ртутью отмечается не только в Японии, но и на северном побережье Средиземноморья, в прибрежных районах Нидерландов и Швеции, а также в некоторых канадских озёрах. Причём, источник неизвестен.

Кроме того, загрязнение ртутью, как и любое загрязнение, имеет множество опасных последствий. Так, у не болевших женщин из района Миномата родились дети с серьёзными врожденными аномалиями.

Тепловое загрязнение

При тепловом загрязнении вод (выбросе тепла в окружающую среду) происходит разрушение биоценозов. Тепловое загрязнение возникает, когда ископаемое топливо и

расщепление урана добавляют тепло к солнечной радиации. Основным источником теплового загрязнения вод - производство электроэнергии, хотя в некоторых районах сталелитейные и другие отрасли тяжелой промышленности также могут в значительной степени способствовать этому загрязнению.

При этом происходит сброс теплой воды в пресноводную или морскую среду, и повышается температура природных вод.

Повышение температуры способствует гибели водорослей с высокими пищевыми свойствами (для беспозвоночных и позвоночных) и увеличению водорослей с низкими аналогичными свойствами, поэтому видовое разнообразие и количество беспозвоночных сокращается.

К беспозвоночным относятся вислоногие рачки (дафнии), как пресноводные, так и морские, гаммариды, последние составляют важную часть питания молоди лососевых рыб, личинки различных насекомых (пища для рыб), моллюски и другие. Морские беспозвоночные более уязвимы к тепловому загрязнению. Причем, фауна теплых морей более чувствительна, чем фауна холодных, так как обитатели теплых морей живут при температурах, близких к максимуму, которые они могут выдержать в отличие от представителей фауны морей высоких или умеренных широт.

Что касается рыб, то для них существует верхняя летальная температура (ВЛТ). Это тот предел, выше которого рыбы гибнут от избытка тепла. По аналогии существует и нижняя летальная температура (НЛТ). Допустимый интервал лежит между этими границами. Причем НЛТ можно повысить, если рыбы будут находиться в течение некоторого времени под воздействием определенной температуры, называемой температурой акклиматизации. Так для плотвы ВЛТ повышается на один градус каждый раз, когда температура акклиматизации, увеличивается на три градуса. Однако существует предел температуры, выше которого акклиматизация невозможна, то есть происходит мгновенная смерть. Предел температуры акклиматизации для плотвы равен 34°C, для кеты 23,9° С. Вообще говоря, лососевые - stenothermные рыбы: они могут приспособиться только к небольшим изменениям температуры.

Изучение теплового загрязнения континентальных вод показывает, что изобилие рыб наблюдается при благоприятной температуре для каждого вида и количество рыбы уменьшается при температуре выше благоприятной. Причем ВЛТ у икринок и молоди рыб ниже, чем у взрослых особей, поэтому тепловое загрязнение губительно для нерестилищ рыб, особенно лососевых.

Для костных рыб, имеющих большое промысловое значение, любое повышение температуры чревато понижением пищевого ритма, более медленным приростом массы, более ранним половым созреванием и началом вымета икры, а также меньшей продолжительностью жизни. Так, верхняя граница долголетия лещей из озер Карелии 18 лет, тогда как в Каспийском море продолжительность жизни индивидуумов более 10 лет, редкое исключение.

Изучение влияния теплового загрязнения на рыб заставило службы защиты окружающей среды различных стран определить нормы температуры для континентальных вод. Эти органы призывают ограничить повышение температуры зимой до 5-6° С, ибо любое сильное повышение температуры отрицательно влияет на лососевых и другие виды рыб. В США максимальная температура воды зимой не должна превышать 15°C, а летом 21 °С градус для лососевых и 26°C для карповых.

Наконец, гибель большого числа рыб может быть связана с механическим шоком, вызванным сбросом вод, охлаждающими системами атомных и тепловых электростанций. Организмы, обитающие в районе станции, смываются и наталкиваются на решетки и другие заградительные устройства станции или внутренние узлы цепи охлаждения.

Радиоактивное загрязнение

Радиоактивное загрязнение происходит вследствие радиоактивного излучения, состоящего из элементарных частиц (электроны, нейтроны, космические лучи) или ионизированных атомов гелия (альфа-лучи). Это излучение невидимо и перемещается с высокой скоростью. Глубина проникновения излучения в живой организм зависит от его вида. Так альфа лучи задерживаются очень тонким поверхностным слоем кожи. Нейтронное излучение гораздо опаснее предыдущего. Это объясняется большим размером нейтронов и

отсутствием у них электрического заряда, а также их большой кинетической энергией. Они могут вызвать существенные цепные нарушения в клетках живых организмов, например, оторвать часть цепочки нуклеиновой кислоты. Однако нейтроны не представляют особой опасности с экологической точки зрения, так как они встречаются лишь в непосредственной близости от реакторов или же образуются в момент ядерного взрыва. Электроны (бета-лучи) могут проникнуть на несколько сантиметров вглубь тканей; гамма-лучи и космические лучи могут пройти сквозь многометровые свинцовые стены, гамма-лучи - электромагнитные волны очень высокой энергии.

Рассматриваемое радиоактивное излучение является ионизирующим, так как обладает свойством вырывать электроны с внешних орбит атомов, то есть ионизировать их. Образующиеся при этом ионы химически очень активны. Они способны изменять различные свойства живой клетки и приводить к ее гибели или мутации, которая понимается как изменение в наследственном аппарате организма.

С давних пор все живое на Земле приспособилось к естественной радиоактивности, особенно когда жизнь начала зарождаться на континентах, так как здесь не было того защитного слоя, каким является вода.

Во всех естественных биотопах всегда наблюдается определенный уровень радиации, даже при отсутствии каких-либо технических источников. Радиация обнаружена как на поверхности континентов, так и в морях. Она поступает из литосферы и космического пространства. Земная поверхность служит источником гамма-лучей, так как она содержит природные радиоактивные элементы: уран, торий, радий, актиний, и другие элементы. Кроме того, в почве и воде встречаются два радиоактивных элемента: калий (К) и углерод (С), которые активно внедряются в живой организм. В атмосфере встречается радон -инертный газ, являющийся продуктом распада радия.

Вся биосфера подвергается воздействию излучений, приходящих из космоса: солнечного мира и космических лучей высокой энергии. Солнечный ветер - это поток протонов и электронов из солнечной короны. Космические лучи не только воздействуют на живые организмы, но и являются причиной образования трития (водорода-3) и углерода -14 в верхней атмосфере в результате столкновения некоторых частиц с ядрами азота.

Все живые существа в естественных условиях находятся под постоянным воздействием различных внешних и внутренних источников радиоактивных излучений. Это воздействие, как правило, является очень слабым. При этом при достаточно высоких уровнях радиации адаптацию людей к ним следует считать удовлетворительной.

Использование ядерных веществ для производства электрической энергии, применение радиоактивных элементов в промышленности и в научных исследованиях, систематическое и нередко излишнее употребление их в медицинской практике, длительное пребывание у экранов телевизоров ощутимо увеличивает количество источников радиации, которой подвергается современный человек.

Прежде, чем рассматривать экологические последствия радиоактивного загрязнения, уточним некоторые понятия радиобиологии.

Некоторые изотопы радиоактивны. Изотопы - элементы с одинаковым порядковым номером, но с разной атомной массой. Так как изотопы имеют одинаковое число электронов, химические свойства их одни и те же.

Явление радиоактивности заключается в самопроизвольном распаде одного химического элемента и превращении его в элемент с другим порядковым номером. Это превращение сопровождается излучением, зависящим от свойств элемента.

При распаде радиоактивного вещества его масса с течением времени уменьшается. Время, в течение которого масса радиоизотопа уменьшается вдвое, называется периодом полураспада. Например, для аргона -41 он составляет 2 часа, для урана - 238 - 4,5 млрд. лет.

Из сказанного вытекает экологическое следствие: единственная практическая возможность уничтожить радиоактивность - это предоставить радиоактивному веществу возможность распадаться самопроизвольно, т. е. борьба с радиоактивным загрязнением может носить предупредительный характер. Не существует никаких способов биологического разложения, и нет никакого другого механизма, который позволил бы исключить этот вид заражения окружающей среды.

Экологическое значение разных радиоактивных изотопов различно. Радиоактивные вещества с коротким периодом полураспада (менее 2 сут.) не представляют большой опасности (исключая случаи взрывов), так как они сохраняют высокий уровень радиации в зараженном биотопе непродолжительное время.

Вещества с очень длинным периодом полураспада, например уран-238, также почти безопасны, поскольку они в единицу времени испускают очень слабое излучение. Таким образом, наиболее опасными радиоактивными элементами являются те, у которых период полураспада изменяется от нескольких недель и месяцев до нескольких лет. Этого времени достаточно для того, чтобы эти элементы смогли проникнуть в различные организмы и накопиться в пищевых цепях. Воздействие изотопов простых элементов, которые являются основными слагаемыми живого вещества (углерод-14, фосфор-32, кальций-45, тритий, сера-35 и т. д.), оказывается более опасными для биоценоза, чем воздействие редко встречающихся веществ, слабо или совсем не поглощаемых организмами.

Стронций - 90 и цезий -137 имеют такие же химические свойства, как и кальций и калий. Это - наиболее опасные радиоактивные отходы, которые могут отравить окружающую среду, поступив в нее в виде отходов атомной промышленности или при выпадении радиоактивных осадков после ядерного взрыва в атмосфере. Стронций вследствие своего сходства с кальцием легко проникает в костную ткань позвоночных, цезий накапливается в мускулах, замещая калий. Так как период полураспада этих элементов соответственно равен 28 и 33 годам, они остаются в зараженном организме и могут накапливаться в количествах, способных причинить ущерб здоровью.

Степень опасности радиоактивного вещества зависит от энергии испускаемых им частиц. Так, альфа-лучи, испускаемые плутонием-239, слабо проникают вглубь тела, но обладают очень высокой энергией - свыше 3 Мэв. Вследствие этого каждая альфа-частица способна ионизировать до 100000 молекул. Обладающие высокой энергией бета-частицы (более 1 Мэв) могут ионизировать лишь 6300 молекул.

Для сравнения степени заражения различных биоценозов и количество радиации, полученной каждым организмом, используют различные единицы радиоактивности:

- 1 кюри - излучение, возникающее при распаде $3,7 \cdot 10^{10}$ атомов в 1 с, что равно количеству энергии, испускаемой 1г. радия за 1с. Это весьма большая величина, поэтому используют микрокюри ($1 \text{ МкК} = 10^9 \text{ К}$) и нанокюри ($1 \text{ Нк} = 10^{12} \text{ К}$).
- В радиационной биологии основная единица - рад. Это поглощенная доза излучения, при которой 1 г. живого вещества поглощает энергию равную 10Дж.
- Единица, производная от рада - бэр. Он учитывает поправку, называемую относительной биологической эффективностью (ОБЭ). ОБЭ отражает зависимость поглощения ионизирующей радиации от ее физической природы. При равной начальной энергии альфа и бета / гамма/ и рентгеновские лучи, а также нейтроны оказывают различное воздействие. Так, при прочих равных условиях ОБЭ медленных нейтронов в 10 раз больше ОБЭ гамма или рентгеновских лучей с энергией 320 Кэв. Допустимая доза излучения для населения - 0,15 бэр/год.

Все воздействия ионизирующей радиации можно разбить на две четкие группы: соматические и зародышевые (генетические). Воздействия первой группы затрагивают физиологию особи и вызывают различные нарушения, начиная от значительного снижения средней возможности выжить и кончая мгновенной гибелью. Воздействия второй группы влияют на потомство. Наименее чувствительны к облучению бактерии, более всего подвержены облучению теплокровные позвоночные. Чувствительность к облучению зависит от возраста облучаемой особи. Молодые животные и особенно эмбрионы более уязвимы, чем взрослые особи.

Возможно, что со снижением иммунитетных реакций связана большая подверженность облучения млекопитающих раковым заболеваниям.

Исследования различных источников ионизирующих излучений, воздействующих на современного человека, позволили заметить тенденцию к увеличению их интенсивности. Медицинская рентгеноскопия и телевизоры служат основными источниками облучения населения промышленно развитых стран. В 1969 г. Американское бюро по защите от

радиации рекомендовало не располагаться на одном уровне с катодной трубкой и позади нее, а также не находиться ближе 2м от экрана телевизора.

Последние эпидемиологические данные по изучению воздействий слабых доз ионизирующей радиации показывают, что нижний предел воздействия отсутствует. Доза, не вызывающая никаких последствий, есть нулевая доза. Мирное применение атомной энергии сопровождается легальным заражением окружающей среды.

Экологические последствия радиоактивного загрязнения

К 1963 году, когда был подписан Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой, в атмосфере Земли уже находились продукты взрыва бомб общей мощностью свыше 170 мегатонн, это эквивалентно примерно 8500 бомбам, подобным той, что была взорвана в Хиросиме.

В период ядерных испытаний (в 1954-1962 гг.) в атмосферу поступило 9 Мки стронция-90 и 14 Мки цезия-137. Опыт показал, что радиоактивные примеси при вовлечении их в глобальную циркуляцию атмосферы заражают даже самые удаленные от места испытания районы.

Осаждающиеся на землю радиоактивные примеси, первоначально рассеянные в атмосфере, попадают в почву и воду, а затем оказываются вовлеченными в биомассу.

Как показали многочисленные исследования, существуют благоприятные условия для накопления в почве двух важных радиоактивных элементов -стронция-90 и цезия-137. Часть радиоактивных осадков попадает в растения через корневую систему, часть - через поверхность листа. Большая часть осевшего на листьях растений стронция или цезия очень скоро попадает в их плоды и зерна.

Испытания атомных или водородных бомб сопровождались очень быстрым заражением пищевых цепей континентальных и океанических экосистем.

Пища человека загрязнена в различной степени; наиболее сильно заражены продукты животноводства, поскольку стронций-90 и йод-131 содержатся в молоке, а цезий-137 - в молочных продуктах и мясе. В пищевой цепи, имеющей вид - почва -травы - рогатый скот - молоко (мясо) - человек сильно подвергается воздействию радиоактивных веществ. Радиоактивный йод, образовавшийся при атомных испытаниях - очень опасное загрязнение, так как он концентрируется главным образом в щитовидной железе и поражает её.

Радиоактивные осадки вызывают также заражение вод океана, а, следовательно, и его обитателей. Так, после испытания первой американской водородной бомбы на атолле Эниветок в 1953 г. японская рыболовная служба заметила, что тунцы, пойманные на расстоянии многих тысяч километров от этого атолла, были заражены до такой степени, что стали непригодны для употребления в пищу.

Атомная промышленность может быть источником радиоактивного загрязнения на трех этапах: 1) при добыче и обогащении ископаемого сырья; 2) при использовании его в реакторах; 3) при переработке ядерного горючего в установках.

Если при добыче ископаемого сырья и его переработке загрязнение невелико, то потенциальная возможность заражения среды от атомных реакторов выше, особенно на заводах по производству ядерного горючего.

Однако следует отметить, что существуют технические возможности создания реакторов, не выбрасывающих никаких радиоактивных отходов в окружающую среду. Но производство ядерного горючего на заводах без отходов немыслимо.

Проработав определённый срок в батарее, блок с радиоактивными элементами разряжается, затем радиоактивные вещества доставляются на заводы по переработке, где из них, кроме всего прочего, извлекают плутоний-239. Подобные заводы - это наиболее серьёзные источники заражения окружающей среды радиоактивными отходами. Большая часть отходов хранится в герметических сосудах, но криптон-85, ксенон-133, часть йода-131 попадают в атмосферу при уплотнении радиоактивных отходов. Кроме того, тритий, стронций-90, цезий-137, рутений-106, цезий-144, йод-131 сбрасываются в реки и моря вместе с малоактивными жидкостями. Небольшой завод по производству ядерного горючего ежегодно сбрасывают от 500 до 1500 кубических метров воды, зараженной этими радиоактивными примесями.

Для дезактивации радиоактивных отходов в радиоактивных контейнерах до полной их безопасности необходимо время, равное примерно 20 периодам полураспада. Так, для цезия-137 она составляет 640 лет (период полураспада 32 года) и 490 тысяч лет для плутония-239 (период полураспада 24500 лет). Герметичность контейнеров в течение таких периодов трудно обеспечить.

Избавиться от радиоактивных отходов атомная промышленность не способна, она не может ни уничтожить, ни изменить радиоактивное излучение. Опасность накопления отходов должна заставить уменьшить предельно допустимую концентрацию в 10000 раз по сравнению с принятой в настоящее время. Различия в оценке совокупности канцерогенных воздействий велики. Так, общее количество новообразований, вызванных допустимым максимумом облучения от различных технологических источников, определенным Международной комиссией по защите от радиации в 170 Мбэр/год, составляет 160 в год. В докладе Национальной академии наук США эта величина принята равной 30000 случаев на 1бэр.

Следует обратить внимание на опасность радиоактивных смол. Если подобная смола попадает в желудок хотя бы одной рыбы из миллиона, то 125000 человек в год могут получить опасные дозы кобальта-60, феррума-55, таллия-182.

Быстрый рост атомной энергетики, потенциальное загрязнение, обусловленное применением ядерных взрывов в мирном строительстве, служат основанием для предположения о резком увеличении количества радиоактивных отходов, от которых будет необходимо себя охранять. Современные методы разбавления и удаления отходов не гарантируют защиты окружающей среды и человека. Такое положение не может не сопровождаться значительным возрастанием радиоактивности окружающей среды.

2.6 ЛЕКЦИЯ 6. (2 часа) ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Понятия, предмет и источник экологического права. Экологические правонарушения. Правовой режим природопользования и охрана окружающей среды. Виды ответственности за экологические правонарушения. Мониторинг окружающей среды. Нормирование качества окружающей среды.

Понятие, предмет и источник Экологического права

Экологическое право - это отрасль российского права, состоящая из систем норм права, регулирующих общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения, оздоровления и улучшения окружающей среды в интересах нового поколения.

Предметом экологического права являются общественные отношения в сфере охраны, оздоровления и улучшения окружающей среды, предупреждения и устранения вредных последствий воздействия на неё хозяйственной и иной деятельности.

Источником экологического права является закон, адекватно регулирующий экологические права человека и гражданина, обеспечивающий механизм их защиты, а также формирующий отношения собственности на природные ресурсы, на рациональное природопользование и охрану окружающей среды по пресечению правонарушений в этой области.

Систему Экологического права образуют:

- Конституция РФ;
- Международные договоры РФ;
- Общепринятые нормы международного права;
- Федеральные законы;
- Подзаконные нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Экологические правонарушения

Правонарушение - юридический факт, порождающий охранительное правоотношение.

Специфика правонарушения, совершаемого в области природопользования и охраны окружающей среды, определяет её как экологическое правонарушение и заключается в том, что «Экологическое правонарушение»- это противоправное деяние, совершённое путём действия (отстрел, вырубка) с умыслом или по неосторожности.

Субъекты - граждане и юридические лица.

В Законе «Об охране окружающей среды» рассматривается экологическое правонарушение как противоправное деяние, нарушающее природоохранительное законодательство и причиняющее вред окружающей среде и здоровью человека.

С учётом степени общественной опасности экологическое правонарушение подразделяют на проступки и преступления.

В статье Конституции: каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ней, на возмещение ущерба, причинённого здоровью экологическим правонарушением. Виды вреда, причинённого окружающей средой:

Загрязнение, порча, уничтожение, нерациональное использование природных ресурсов, разрушение естественных

Упущенная выгода - недополученные доходы и вред окружающей среде может быть причинён как неправомерным действием, так и вследствие нарушения экологического законодательства.

Правомерный вред - объективно вынужденный вред.

Правовой режим природопользования и охрана окружающей среды

Не допускается: загрязнение (воды, биосферы), порча земли, леса, мест размножения видов, занесённых в Красную книгу, незаконная охота, незаконный оборот ядовитых сильнодействующих веществ.

Не допускаются нарушения: нарушение правил охраны окружающей среды при производственных работах, нарушение правил использования недр, нарушение режима особо охраняемых экологических территорий и объектов; сокрытие фактов, явлений, событий,

создающих опасность для людей и окружающей среды; нарушение правил безопасности при работе с микробиологическими организмами или токсинами, если это повлекло за собой вред для человека.

Виды ответственности за экологические правонарушения

Эколого-правовая ответственность применяется:

1. Как правонарушение между государством (в лице его органов) и правонарушителем.
2. Как государственное правонарушение.
3. Как правовой институт, т.е. совокупность юридических норм различных отраслей производства.

Предметом правонарушения признаётся элемент окружающей среды.

Субъектом - лицо, достигшее 16 лет, на которое нормативно-правовыми актами возложили соответствующие должностные обязанности (соблюдение правил охраны окружающей среды, контроль над их соблюдением).

В соответствии с российским законодательством в области охраны окружающей среды должностные лица и граждане за экологические правонарушения несут дисциплинарную, административную, гражданско-правовую, материальную, уголовную ответственность, а предприятия - административную и гражданско-правовую ответственность.

Дисциплинарная ответственность - за невыполнение планов и мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов; за нарушение экологических нормативов и иных требований природоохранного законодательства.

Её несут должностные лица и иные виновные работники предприятий и организаций в соответствии с положениями, уставами, правилами внутреннего распорядка и иными правовыми актами.

Дисциплинарные взыскания приобретают следующие формы: заключение, выговор, строгий выговор, увольнение, материальная ответственность (должностные и иные работники предприятий, по вине которых предприятие понесло расходы по возмещению вреда, причинённого экологическим правонарушением).

Административная ответственность: за превышение предельно допустимых выбросов вредных веществ в окружающую среду, невыполнение обязанностей по проведению экологической экспертизы.

Наказания и штрафы зависят от характера и вида правонарушения, степени и вида причинённого вреда.

Мониторинг окружающей среды

Это система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Конечная цель экологического мониторинга - это оптимизация отношения человека с природой.

Три основных направления деятельности:

1. Наблюдение за факторами воздействия и состоянием среды
2. Оценка фактического состояния среды
3. Прогноз состояния окружающей природной среды и оценка прогнозируемого состояния

Экологический контроль - деятельность организаций, предприятий, граждан по соблюдению экологических норм и правил. Различают:

- Государственный
- Производственный и контроль.
- Общественный

В природоохранном законодательстве РФ государственная служба мониторинга определяется как часть общей системы экологического контроля.

Экологический мониторинг возник на стыке геологии, биологии и т. д. Выделяют виды мониторинга в зависимости от используемых критериев: *S* Биологический (санитарный) *S* Геоэкологический (природохозяйственный) *S* Биосферный (глобальный) *S* Космический *S* Геофизический *S* Климатический

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают:

❖ Импа́ктный мониторинг.

❖ Фо́новый

В зависимости от масштабов наблюдения различают:

> Глобальный

> Региональный

> Локальный

Глобальный - слежение за развитием общемировых процессов и явлений.

Региональный - слежение за природными и антропогенными воздействиями и процессами в пределах какого-то региона.

Локальный - слежение за природными и антропогенными воздействиями и процессами в пределах небольшой территории.

Нормирование качества окружающей среды

Под качеством окружающей среды понимают степень соответствия среды жизни человека и его потребности. Окружающей человека средой являются природные условия, условия на работе, жилищные условия. От ее качества зависит продолжительность жизни, здоровье и т. д.

Нормирование качества окружающей среды - это установление показателей и пределов в которых допускается изменение этих показателей.

Цель нормирования - установление предельно допустимых норм экологических нормативов воздействия человека на окружающую среду. Соблюдение экологических нормативов должно обеспечить безопасность населения, сохранение генетического фонда, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Основные экологические нормативы качества природной окружающей среды и воздействия на него следующие:

1. Нормативы качества санитарно - гигиенические:

а) предельно допустимая концентрация вредного воздействия;

б) предельно допустимый уровень вредного воздействия.

2. Нормативы воздействия производственно-хозяйственные:

а) предельно допустимый выброс;

б) предельно допустимый сброс.

3. Комплексные нормативы:

а) предельно допустимая (экологическая) антропогенная нагрузка на окружающую среду. ПДК - количество загрязняющего вещества в окружающей среде (почве, воде, воздухе, продуктах питания), которое при постоянном или временном воздействии человека и/или влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Рассчитывается на единицу объема (воды, воздуха), массы (продукты питания), поверхности (кожи). При содержании в природном объекте нескольких загрязненных веществ, обладающих суммарным действием которое называется синергизм, при чем сумма их концентрации не должна превышать 1 что показано на нижеследующем неравенстве:

$$C1/ПДК1 + C2/ПДК2 + + Cп/ПДКп < 1,$$

где C1, C2, , Cп - фактические концентрации вредных веществ (в почве, воде, воздухе, продуктах питания).

ПДК - предельно допустимая концентрация вредных веществ, которые установлены для их изолированного присутствия.

При нормировании качества атмосферного воздуха используют следующие показатели:

■ ПДК_{рз} вредного вещества в воздухе рабочей зоны

■ ПДК_{мр} максимальную разовую

■ ПДК_{сс} среднесуточную

При нормировании качества воды используют следующие показатели:

■ ПДК_в вредных веществ в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

■ ПДК_{вр} воды водоема, используемого для рыбохозяйственных целей При нормировании качества почвы используют ПДК_п в пахотном слое почвы.

При нормировании качества продуктов используют ПДКпр вредного вещества в продуктах питания.

Предельно допустимый уровень ПДУ - это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации и магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, животных, растений и генетического фонда.

2.7 ЛЕКЦИЯ 7. (2 часа) КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Понятие экологического риска. Экологический контроль. Система производственного технологического мониторинга. Экологический паспорт предприятия. Особенности заполнения разделов экологического паспорта. Понятие экологического аудита.

Понятие экологического риска

По мере развития человеческого общества в направлении интенсификации научно-технического прогресса повышается экологический риск.

Экологический риск (риск от загрязнения ОС) – качественная характеристика действия опасностей, формируемых антропогенной деятельностью человека.

Как известно, риск – это частота реализации опасностей. Для его количественной оценки используют отношение числа неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период

$$R = \frac{N_{\text{чс}}}{N_o},$$

где R – риск,

$N_{\text{чс}}$ – число чрезвычайных событий в год,

N_o – общее число событий в год.

Выделяют четыре методических подхода к определению риска:

- 1) инженерный (опирается на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности);
- 2) модельный (построение модели воздействия вредных факторов на человека);
- 3) экспертный (вероятность событий определяют путем опроса опытных специалистов-экспертов);
- 4) социологический (основан на опросе населения).

В основе управления риском лежит сравнение затрат и получаемых выгод от снижения риска.

Изучение опасностей происходит в следующей последовательности:

- предварительный анализ опасностей;
- выявление источников;
- определение частей технической системы, которые могут вызвать опасности;
- введение ограничения на анализ (исключение опасностей, которые не включены в план изучения);
- выявление последовательности опасных ситуаций;
- построение дерева событий и опасностей;
- анализ последствий.

Причины и опасности образуют цепные иерархические структуры, или системы, графическое изображение которых напоминает ветвящееся дерево, поэтому при анализе объектов безопасности используют термины «дерево причин», «дерево событий», «дерево отказов», «дерево опасностей». Построение «деревьев» – эффективная процедура выявления причин аварий, пожаров и др.

Интегральным критерием экологического риска может служить опасность нарушения природного баланса (равновесия) в различных масштабах его проявления (региональном, государственном, континентальном, планетарном.). Такая опасность является характеристикой необратимых потерь, количественно связанных с антропогенными факторами промышленного производства.

Особенность естественных процессов, протекающих в природе, и их возможные антропогенные изменения, заключаются в том, что ни один объект природы не может рассматриваться в отрыве от состояния других объектов. То есть экологический риск как интегральная характеристика возможного ущерба окружающей среде включает в себя

взаимосвязанные и взаимообусловленные изменения в атмосфере (P_1), гидросфере (P_2) и литосфере (P_3). Дерево возможных экологических рисков отражает векторную форму представления риска по трем ветвям P_1, P_2, P_3 .

Общий принцип охраны природы в сфере промышленного производства заключается в минимизации интегральных потерь неживой и живой природы, формально выражаемых в виде

$$R = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n r_{ijk},$$

где r_i – абсолютно невосполнимые потери компонентов атмосферы;

r_j – абсолютно невосполнимые потери компонентов гидросферы;

r_k – абсолютно невосполнимые потери компонентов литосферы.

Таким образом, экологический риск – это вероятность реализации экологической опасности.

Важной составляющей природоохранного управления является оценка риска от загрязнения окружающей среды для здоровья населения. В ходе оценки риска проводится оценка ущерба здоровью и благосостоянию населения. Для этого используется фактическая база данных о концентрациях вредных веществ в зонах обитания, и изучаются по клиническим показаниям их воздействия на здоровье отдельных людей или населения в целом.

На основании проведенной оценки предпринимают меры для уменьшения или полного исключения риска для здоровья населения и сохранности природных и материальных ценностей.

Управление риском начинается с установления стандартов качества окружающей среды, т. е. с нормирования концентрации вредных веществ в воздухе, воде и почве в зоне проживания людей.

Экологический контроль

Общая цель экологического контроля, или контроля качества окружающей среды – обеспечение соблюдения действующих природоохранных правил, требований и норм на всех этапах производства или иной деятельности человека, связанной с изменением состояния ОС.

Основные задачи экологического контроля:

- 1) формирование информационной базы состояния и изменений окружающей среды;
- 2) получение точной и достоверной информации о воздействиях и состоянии ОС;
- 3) выявление случаев вредных воздействий на природную среду;
- 4) профилактика сверхнормативного экологического ущерба и др.

Контроль состояния природной среды по параметрам, не требующим применения специального контрольно-измерительного и лабораторно-аналитического оборудования, директивно может быть возложен на работников служб производственного контроля. В задачу таких служб входит:

- определение качественных характеристик экологических изменений и нарушений;
- оперативное выявление виновников, а в особых случаях приглашение инспекторов-экологов для инструментальных измерений и количественной оценки ущерба с назначением соответствующих санкций.

Все виды экологического контроля можно рассматривать с двух точек зрения.

В одном случае объектом контроля являются вредные техногенные (или естественные) воздействия на природную среду. При этом необходимо определять количественные характеристики механических, тепловых, энергетических и др. воздействий. Полученные результаты сравнивают с нормативными – предельно допустимыми для данных природно-климатических условий.

При экологическом контроле этого вида возможны следующие измерения: линейно-угловые, силы и массы, электрические и магнитные, оптические, химико-аналитические и др.,

так как контрольно-измерительная техника для этих целей создавалась в разных ведомствах в разное время (т.е. среди средств измерения и контроля можно найти практически все основные виды измерений, соответствующие принятой в метрологии классификации).

В другом случае объектом экологического контроля является собственно природная среда, подверженная или не подверженная (фоновый контроль) вредным воздействиям. Определяют качество отдельных компонентов или комплексов природной среды, используя аналитические методы и измерения массы (объема) с целью выявления состава и концентрации тех или иных веществ, обычно вредных. Полученные результаты сравнивают с нормативами.

Конечная задача экологического контроля – определение качественного состава и количественных характеристик воздействий, веществ и их концентраций в заданной мере (объем, масса, площадь) для сравнения полученных значений с заданной мерой и оценка результатов с позиций полезности или вредности для человека и природной среды.

Параметры и показатели экологического контроля или нормы охраны окружающей среды устанавливаются системой государственных стандартов по охране природы. В настоящее время действует более ста различных стандартов, регламентирующих нормы охраны атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, геологической среды (земель, грунтов, недр, лесных и других угодий), флоры и фауны. Ряд норм экологического контроля определен государственным законодательством.

Многообразие этих документов затрудняет практическое пользование ими. Их очень трудно собрать вместе, изучить и учесть. Нет общего критерия восстановления нарушенных компонентов природной среды. Это затрудняет технологическое проектирование, восстановительные природоохранные работы, а также контроль качества проектов (экспертизу) и работ.

Необходимо разработать единые нормы и правила по охране окружающей среды, содержащие «выжимку» из всей действующей нормативно-технической документации (НТД) по каждому случаю производственной (или строительной) деятельности, а также широко применять информационно-вычислительную технику.

В базу данных (БД) ЭВМ в систематизированном виде закладываются все действующие нормы и правила по охране природы. Затем из БД отбираются необходимые сведения по конкретной экологической ситуации.

Результаты экологического контроля составляют информационную базу (банк данных) охраны ОС, что позволяет использовать ЭВМ для сбора, хранения, обработки и анализа информации.

Информационное обеспечение является основой для управления охраной ОС. Информативность контроля зависит от уровня технических средств (оснащенности службы). Ведомственная служба экологического контроля должна иметь необходимые технические средства для контроля всех основных загрязнений ОС. Эти службы можно оснастить комплексными передвижными лабораториями анализа качества воздуха, воды, почв.

Контролирующие органы. Контроль за состоянием ОС проводится на межгосударственном и национальном уровне.

Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС) выполняет функции по международному мониторингу ОС (охватывает территорию всей Европы).

На территории России – Росгидромет выполняет мониторинг в качестве своей главной обязанности. Местные и региональные экологические инспекции (подчиняющиеся министерствам окружающей среды), санитарно-эпидемиологические станции (находящиеся в ведении министерств здравоохранения) выполняют мониторинг как дополнительную функцию в процессе контроля рационального использования ресурсов или других своих функций.

Правительство России предложило создать Единую государственную систему экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Проблема государственного мониторинга ОС на территории СНГ состоит в том, что приборы для контроля содержания вредных веществ морально и физически устарели.

Помимо государственных природоохранных служб, экологическими проблемами занимаются научные и общественные организации (профсоюзы, партия зеленых), борющиеся за чистоту ОС.

Система производственного технологического мониторинга

Производственный мониторинг, как разновидность комплексного инженерно-экологического мониторинга, – это система оценки техногенного источника и экологического риска в процессе функционирования объекта.

Объектные *виды* производственного мониторинга: мониторинг атмосферного воздуха, промышленных стоков, почвенный мониторинг.

Основными *функциями* производственного мониторинга являются контроль качественного и количественного состава загрязняющих веществ в окружающей среде (воздухе, почве, воде) и определение источников загрязнения. На предприятиях ведут контроль за эффективностью работы очистного оборудования и за количеством выбросов (сбросов) загрязняющих веществ.

На основании данных мониторинга принимаются решения для улучшения экологической ситуации – сооружают новые очистные сооружения, совершенствуют технологический процесс с целью снижения количества выбрасываемых токсичных веществ или замены их на нетоксичные или малотоксичные, повышают герметичность оборудования, разрабатывают эффективную пылегазоочистку, внедряют почвозащитные севообороты и т.д.

Воздействие промышленного предприятия на геологическую среду определяется технологической нагрузкой – годовым количеством всех видов твердых и жидких отходов предприятия.

Наличие мониторинга повышает требования к соблюдению экологических правил и норм, позволяет снизить экологический риск на основе прогноза фактической безопасности функционирования объекта или природно-территориального комплекса.

Экологический паспорт предприятия

В улучшении экологических показателей промышленных предприятий, рациональном использовании ими природных ресурсов существенную роль играет введенный с 1 января 1990 г. для каждого предприятия экологический паспорт. Экологический паспорт дополняется и корректируется при изменении технологии производства, замене оборудования и т. п. в течение месяца со дня изменений. Существует ГОСТ 17.0.0.04-90 «Экологический паспорт промышленного предприятия».

Только в 1994 г., например, было составлено и согласовано 50 тыс. экологических паспортов, в том числе 15 тыс. из них – на промышленных предприятиях, свыше 1 тыс. – на сельскохозяйственных объектах.

Экологический паспорт (ЭП) промышленного предприятия – это нормативно-технический документ нового типа, включающий данные по использованию предприятием природных и вторичных ресурсов и определению влияния производства на ОС.

Целью составления паспорта является:

а) переход от изучения следствий (состояния окружающей среды) к детальному дифференцированному анализу причин (ситуации по каждому предприятию в отдельности и группам родственных предприятий);

б) переход от рассмотрения общего объема выбросов к удельным показателям, относимым к единице производимой продукции и сопоставляемым с наилучшими показателями, достигнутыми в мире.

Экологический паспорт содержит общие сведения о предприятии, ис-пользуемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схемы очистки сточных вод и аэровыбросов, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а так же сведения о наличии в стране и в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы.

Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на ОС (с указанием сроков их выполнения, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия).

Экологический паспорт разрабатывается предприятием за счет собственных средств. Он должен составляться на начало года и в дальнейшем ежегодно уточняться и пересогласовываться в территориальных органах управления природопользованием.

Согласно ГОСТ 17.0.0.04–90 экологический паспорт состоит из разделов:

- 1) общие сведения о предприятии и его реквизиты;
- 2) краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия;
- 3) краткое описание технологии производства и сведения о продукции, балансовая схема материальных потоков;
- 4) сведения об использовании природных ресурсов;
- 5) характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов;
- 6) характеристика выбросов в атмосферу;
- 7) характеристика водопотребления и водоотведения;
- 8) характеристика отходов;
- 9) сведения о рекультивации (восстановлении) нарушенных земель;
- 10) сведения о транспорте предприятия;
- 11) сведения об эколого-экономической деятельности предприятия.

ЭП является не только исполнительным документом одной из форм экологического контроля, но также служит информационной основой для паспортизации территорий, регионов и страны в целом. Для этого экземпляры ЭП распределяются следующим образом: один экземпляр хранится на предприятии, другой – в территориальном или региональном органе охраны природы, третий – направляется в НИИЦ «Экология» для формирования экологического банка данных.

Составление ЭП включает расчеты норм:

- 1) ПДВ вредных веществ в атмосферный воздух (постоянно выбрасываемых и залповых);
- 2) ПДС стоков, очищенных или неочищенных, сбрасываемых в водоем, или в системы централизованной канализации, или на рельеф;
- 3) ПДВ полей, излучений, физико-механических воздействий (тепловых, шумовых, электромагнитных, механического разрушения поверхности литосферы недр и т.д.), а также инвентаризации источников воздействий и загрязнений ОС.

Наиболее сложными и трудными являются операции инвентаризации вредных воздействий, выбросов и стоков, и расчеты норм ПДВ и ПДС. Инвентаризация проводится на основании замеров и расчетов, причем определяются виды ВВ, их количество и режим выделения.

Инвентаризацию проводят экологические службы с целью учета неблагоприятных воздействий, поступления ВВ в окружающую среду, их обезвреживания и улавливания для разработки мер по снижению и ликвидации воздействий и поступления ВВ.

Инвентаризацию проводят расчетно-аналитическими методами и прямыми методами инструментальных измерений. Результаты расчетов и измерений сопоставляют и проверяют точность и достоверность обеих операций, оценивают эффективность работы очистных систем.

Затем фактические показатели (качественные и количественные) не-благоприятных воздействий и ВВ сопоставляются (расчетным путем) с нормами ПДВ и ПДС. Делаются выводы о приемлемости деятельности предприятия по природоохранным критериям. Затем принимается решение: разрешающее дальнейшую деятельность (экологически безопасный объект); разрешающее деятельность частично или при условии проведения неотложных (долгосрочных) мероприятий (экологически опасный объект); запрещающее деятельность (крайне экологически опасный объект).

Таким образом, цель экологической паспортизации – установление предельно допустимых воздействий (ПДВ) промышленных предприятий на ОС с учетом ее фонового (фактического) состояния.

С 1 июля 2001 г. введен в действие на основе новых принципов «Экологический паспорт природопользователя» (ГОСТ Р 17.0.0.06–2000). В дальнейшем такой паспорт будет первичной базой данных о воздухе, воде, почве, отходах. Разработанный макет экологического паспорта позволит сформировать формы статистической отчетности для любого уровня управления.

Особенности заполнения разделов экологического паспорта

Раздел 1. Общие сведения о предприятии.

Указывается взаимное расположение данного предприятия с граничащими объектами.

Приводится карта-схема предприятия с нанесенными на нее источниками загрязнения атмосферы и поверхностных вод, водозаборами, местами складирования отходов и т.д. Кроме того, на карте-схеме указываются границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ), жилых массивов, промышленных зон, лесов, сельскохозяйственных угодий, транспортных магистралей, зон отдыха.

Особо отмечается расположение постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и сбросом сточных вод.

Раздел 2. Краткая природоклиматическая характеристика района расположения предприятия.

Метеохарактеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.

Характеристика состояния ОС и, прежде всего, значения фоновых концентраций загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу и для которых необходимо определять ПДВ.

Характеристика источников водоснабжения и приемников сточных вод.

Раздел 3. Краткое описание технологий производства и сведения о продукции, балансовая схема материальных потоков.

Перечисляются виды выпускаемой продукции (по плану и фактически), приводятся технологические схемы производства с указанием вида исходного сырья и промежуточных продуктов – только тех участков, где происходит выделение загрязняющих веществ или образование отходов. Указываются точки их контроля на территории предприятия.

Для каждого вида производства составляется балансовая схема материальных потоков, принятая в данной отрасли.

Раздел 4. Сведения об использовании природных ресурсов.

Приводятся сведения об использовании земельных ресурсов:

1) общих, занятых под здания и сооружения основного и вспомогательного производств; 2) под административно-бытовые сооружения; 3) хранилища, свалки, отвалы твердых отходов, накопители сточных вод, под озеленение и газоны.

Кроме того, указываются размеры СЗЗ и площади твердых покрытий территории предприятия.

Раздел 5. Характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов.

Указывается наименование каждого вида используемого сырья и вспомогательных ресурсов; наименование продукции, получаемой из них. Затем указывается расход сырья на единицу выпускаемой продукции (по плану текущего года, по факту отчетного года и общее потребление сырья за год).

Приводится расход энергоресурсов конкретно по видам продукции и производствам (общий и на единицу продукции); общий расход тепловой энергии – по производствам и видам продукции и на единицу продукции.

Раздел 6. Характеристика выбросов в атмосферу.

Источники, от которых примеси поступают в атмосферу подразделяют на:

1) источники загрязнения – объекты, от которых загрязняющее вещество поступает в атмосферу;

2) источники выделения – объекты, в которых образуются загрязняющие вещества (технологические установки, склады сырья или продукции, площадки для хранения отходов и т.п.).

При этом выброс из источника может быть организованным, т.е. осуществляться через дымовую трубу, вентиляционную шахту, аэрационный фонарь и т.д., или неорганизованным – из-за неплотностей в помещениях, емкостях, технологических установках.

Все организованные и неорганизованные источники нумеруются, и эта нумерация остается постоянной.

Раздел 7. Характеристика водопотребления и водоотведения.

Указывается объем воды, забранной из природных источников, полученной от других водопользователей, использованной отчитывающимся предприятием и переданной другим предприятиям для использования и (или) сброса. Прилагается балансовая схема водопотребления и водоотведения и т. д.

Рассматриваются подробно источники сточных вод, очистные сооружения, водооборотные системы.

Раздел 8. Характеристика отходов.

Указывается наименование отхода, производство, где образуются отходы, количество отходов за год, а также специфические свойства отходов (агрегатное состояние; основные химические элементы, входящие в состав отходов; класс опасности – 1, 2, 3 или 4; растворимость в воде; влажность; пожаровзрывоопасность).

Далее указывается количество отходов в местах складирования (захоронения) на территории предприятия и за ее пределами (и др. данные о количестве использованных, уничтоженных, вывозимых отходов).

Указываются причины неиспользования отходов.

Раздел 9. Сведения о рекультивации нарушенных земель.

Важно для предприятий добывающей промышленности, для строительных предприятий.

В нем указывают общую площадь нарушенных и обработанных земель за отчетный год; площадь рекультивированных земель (по плану и фактически) и т. д.

Раздел 10. Сведения о транспорте предприятия.

Учитывают число единиц транспорта, являющегося собственностью предприятия и не являющегося, но регулярно заезжающего на его территорию (за год).

Указываются суммарный пробег по территории предприятия этого транспорта, а также «коэффициенты влияния среднего возраста и уровня технического состояния транспорта» на выбросы. Перемножив указанные величины, получают объемы выбросов каждого загрязняющего компонента.

Раздел 11. Сведения об эколого-экономической деятельности предприятия.

Платежи предприятия за загрязнение ОС (отдельно за выбросы в атмосферу, сбросы в водные объекты, размещение отходов).

Приводятся данные о взысканных с предприятия местными контролирующими органами штрафах за аварийные выбросы в атмосферу и сбросы в водоемы загрязняющих веществ, аварийные сбросы отходов производства.

Понятие экологического аудита

Экологический аудит получил свое развитие только в последние годы.

Аудит - это систематическая документированная процедура для определения того, насколько деятельность организации удовлетворяет существующим требованиям.

Служба экологического аудирования предоставляет информацию о степени экологической опасности того или иного объекта и о размере потенциального экологического ущерба.

Экологический аудит представляет новый экономический механизм защиты окружающей среды. Система экологического аудита уже давно изучается в США и Великобритании. Его концепция, сформулированная в конце 70-х годов, была призвана ужесточить меры по экологическому контролю из-за участившихся аварий на химических

производствах. Основной целью аудита была проверка деятельности компании существующим законам и нормативам.

Экологический аудит и анализ деятельности и отчетности предприятия проводятся уполномоченными на то юридическими (аудиторская организация) или физическими (эколог-аудитор) лицами для определения их соответствия действующему экологическому законодательству, нормативным актам, стандартам, сертификатам, правилам, требованиям, постановлениям и предписаниям государственных природоохранных органов по обеспечению экологической безопасности, для проведения консультаций и выдачи рекомендаций.

Цель экологического аудита:

- 1) оценка воздействия и прогнозирования экологических последствий деятельности объекта на ОС;
- 2) установление соответствия его деятельности требованиям природоохранного законодательства и нормативных документов;
- 3) определение основных направлений обеспечения экологической безопасности производства, повышения эффективности природоохранной деятельности.

Основная задача аудита – оценка экологической безопасности производства и выполнения экологических требований (в определенных случаях).

При анализе природоохранной деятельности промышленных предприятий используют следующие методы экологического аудита:

1) Метод анкетирования – метод обзора, анализа, оценки и ранжирования экологических проблем, позволяющий разрабатывать конкретные рекомендации. Его суть – в составлении перечня направлений экологической деятельности предприятия при проведении мониторинга, контроля и управления; в сборе данных для оценки эффективности этой деятельности и разработке рекомендаций по повышению эффективности деятельности предприятия.

2) Метод материальных балансов и технических расчетов – составление и анализ материальных балансов основных компонентов сырья и материалов, воды, загрязняющих веществ (баланс – соотношение прихода и расхода). Он позволяет оценить фактическое воздействие на ОС не только производства в целом, но и отдельных источников вредного воздействия, систем регулирования сброса и выброса загрязняющих веществ, систем размещения и удаления отходов, систем мониторинга.

Составляются обобщенные и детальные балансовые схемы материальных потоков.

3) Картографические методы – состоят в разработке и использовании аудиторских ситуационных планов промышленных площадок и карт-схем территорий (на основании любых черно-белых копий генпланов, геодезических съемок, топографических карт и т. д.).

Территория промышленных районов характеризуется обозначением предприятий как обобщенных точечных источников сброса, выброса загрязняющих веществ, образования отходов и мест размещения отходов.

Методы фото- и видеосъемки могут применяться как дополнительно к картографическим, так и самостоятельно. Зачастую только результаты съемки способны наглядно и быстро показать существующую экологическую ситуацию (видимые изменения ОС и т. д.).

Области применения экологического аудита. Экологический аудит необходим:

- при приватизации предприятий (перепродаже новым владельцам);
- при выдаче лицензий в области охраны ОС;
- при выдаче лицензий на пользование недрами;
- при экологическом страховании;
- при подготовке соглашения о разделе продукции;
- при разработке планов экологического образования, просвещения, воспитания.

Экологический аудит может оказаться эффективным механизмом при разработке экопаспорта предприятия (ГОСТ 17.0.0.04–90).

Аудиторское заключение состоит из трех частей: вводной, аналитической и итоговой. По результатам проведенного экоаудита аудиторская фирма выражает мнение о соответствии документации, представленной природопользователем, законодательству и нормативным документам в форме безусловно положительного, условно положительного или

отрицательного заключения, либо отказывается в аудиторском заключении от своего мнения (при этом фирма должна дать объяснение того, что понимается под соответствием).

Таким образом, экологический аудит позволяет сформировать правильное представление о воздействии предприятия на ОС. В зависимости от ситуации он помогает улучшить отношения между предприятием и надзорными природоохранными органами, а также населением; добиться экономии средств; собрать данные, которые помогут дирекции модернизировать производственные процессы и оборудование, оценить эффективность природоохранных мероприятий, избежать гражданско-правовой ответственности за загрязнение ОС.

2.8 ЛЕКЦИЯ 8. (2 часа) ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Защита атмосферы. Защита гидросферы. Охрана литосферы. Принципиальные направления инженерной защиты окружающей природной среды. Малоотходная и безотходная технологии (МОТ и БОТ) и их роль в защите среды обитания. Биотехнология в охране окружающей природной среды.

Защита атмосферы

Основные санитарные требования к качеству атмосферного воздуха Основным критерием контроля качества атмосферного воздуха является ПДК токсичных веществ. При санитарной оценке качества атмосферного воздуха принято выражать содержание загрязняющих веществ в мг на м³ воздуха. Это выражение концентрации применимо для любого агрегатного состояния примесей.

Критерием оценки влияния выбросов предприятий на окружающую среду является уровень практических концентраций примесей в атмосфере, полученных в результате рассеивания выбросов по сравнению с предельно допустимыми.

Для атмосферного воздуха установлены соответствующие значения ПДК.

Концентрация вредных веществ в воздухе производственных помещений не должна превышать ПДК_{рз}, в воздухе для вентиляции производственных помещений — 0,3 ПДК_{рз}; в атмосферном воздухе населенных пунктов — ПДК_{мр}; в зоне отдыха и курортов - 0,8 ПДК_{м.р}.

Нормы ПДК служат исходной базой для проектирования и экспертизы новых машин и механизмов, технологических линий, промышленных сооружений и предприятий, а также для расчета вентиляционных, газопылеулавливающих и кондиционирующих систем, контролирующих приборов и систем сигнализации.

Основные организации, контролирующие выбросы предприятий в атмосферный воздух, — санитарно-эпидемиологические станции (СЭС); территориальные управления Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Государственная инспекция по контролю над работой газоочистных и пылеулавливающих установок.

Для предотвращения загрязнения атмосферы введены нормативы на выбросы вредных веществ непосредственно из каждого источника (труба, шахта и т.д.). Государственным стандартом (1990 г.) установлены величины предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферу:

ПДВ — количество вредных веществ, выбрасываемых в единицу времени (г/с), которое в сумме с выбросами из других источников загрязнения не создает приземной концентрации примеси, превышающей значение ПДК. Это научно-технический норматив для конкретного источника загрязнения обязательный для данного предприятия.

Физико-химические методы! очистки атмосферы/ от газообразных загрязнителей

Основное направление защиты воздушного бассейна от загрязнений вредными веществами — создание новой безотходной технологии с замкнутыми циклами производства и комплексным использованием сырья.

Многие действующие предприятия используют технологические процессы с открытыми циклами производства. В этом случае отходящие газы перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке с помощью скрубберов, фильтров и т.д. Это дорогая технология, и только в редких случаях стоимость извлекаемых из отходящих газов веществ может покрыть расходы на строительство и эксплуатацию очистных сооружений.

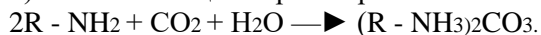
Наиболее распространены при очистке газов адсорбционные, абсорбционные и каталитические методы.

Санитарная очистка промышленных газов включает в себя очистку от CO₂, CO, оксидов азота, SO₂, от взвешенных частиц.

• Очистка газов от CO₂.

а) Абсорбция водой. Простой и дешевый способ, однако эффективность очистки мала, так как максимальная поглотительная способность воды — 8 кг CO₂ на 100 кг воды.

б) Поглощение растворами этаноламинов по реакции:



В качестве поглотителя обычно применяется моноэтаноламин.

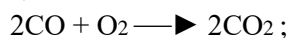
в) Холодный метанол CH_3OH является хорошим поглотителем CO_2 при -35°C .

г) Очистка цеолитами. Молекулы CO_2 очень малы ($d = 3,1 \text{ \AA}$).

Для извлечения CO_2 из природного газа и удаления продуктов жизнедеятельности (влаги и CO_2) в современных экологически изолированных системах (космические корабли, подводные лодки и т.д.) используются молекулярные сита.

• *Очистка газов от CO .*

а) Дожигание на Pt/Pd (платино-палладиевом) катализаторе:



б) Конверсия (адсорбционный метод):



• *Очистка газов от оксидов азота.*

В химической промышленности очистка от оксидов азота на 80% и более осуществляется в основном в результате превращений на катализаторах.

а) Окислительные методы основаны на реакции окисления оксидов азота с последующим поглощением водой и образованием HNO_3 :

окисление озоном в жидкой фазе по реакции: $2\text{NO} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$;

окисление кислородом при высокой температуре: $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$.

б) Восстановительные каталитические методы основаны на восстановлении оксидов азота до нейтральных продуктов в присутствии катализаторов или под действием высоких температур в присутствии восстановителей. Процесс восстановления можно представить в виде следующей схемы: $\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_4 \longrightarrow \text{NO}_2 \longrightarrow \text{NO} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$. -11°C 21.5°C
 140°C 600°C 10000°C

Разложение оксидов азота до нейтральных соединений ($2\text{NO} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$) происходит в потоке низкотемпературной плазмы ($10\,000^\circ\text{C}$). Этот процесс при более низких температурах в присутствии катализатора протекает в двигателях внутреннего сгорания. Присутствие восстановителей в зоне реакции (угля, графита, кокса) также понижает температуру реакции восстановления. При температуре 1000°C степень разложения NO в реакции $\text{C} + 2\text{NO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$ составляет 100%.

При температуре выхлопных газов автомобиля в двигателе внутреннего сгорания возможна реакция: $2\text{NO} + 2\text{CO} \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$.

в) Сорбционные методы.

Это адсорбция оксидов азота водными растворами щелочей и известью CaCO_3 и адсорбция оксидов азота твердыми сорбентами (угли, торф, силикагели, цеолиты).

• *Очистка газов от SO_2*

ТЭС мощностью 1 млн кВт при работе на каменном угле выбрасывает в атмосферу 11 тыс. т SO_2 , на газе — 20% этого количества.

Очистка дымовых газов электростанций обходится сейчас приблизительно в 300—400 тыс. руб. за 1 кВт в год. Снижение доли серы в нефтепродуктах на 0,5% обходится при этом в 30 тыс. руб. на 1 т. Методы улавливания SO_2 требуют больших затрат, их можно разделить на аммиачные, нейтрализации и каталитические.

Эффективность очистки зависит от множества факторов: парциальных давлений SO_2 и O_2 в очищаемой газовой смеси; температуры отходящих газов; наличия и свойств твердых и газообразных компонентов; объема очищаемых газов; наличия и доступности хемосорбентов; потребности в продуктах утилизации SO_2 ; требуемой степени очистки газа.

• *Очистка газов от взвешенных частиц, например пыли.* Можно выделить несколько методов улавливания частиц пыли:

гравитационное оседание; центрифугирование; электростатическое оседание; инерционное соударение; прямой захват; диффузия.

Все процессы очистки осуществляются с помощью специальных фильтров, скрубберов и т.д).

Защита гидросферы

Характеристика гидроресурсов и сточных вод Гидросферой называют водную оболочку Земли. Это совокупность океанов, морей, озер, прудов, болот и подземных вод. Гидросфера — самая тонкая оболочка нашей планеты, она составляет лишь 10 % общей массы планеты.

Роль воды во всех жизненных процессах общепризнана. Без воды человек может жить не более 8 суток, за год он потребляет около 1 т воды. Растения содержат 90% воды. Сельское хозяйство является основным потребителем пресной воды. Вода идет на мелиорацию, обслуживание животноводческих комплексов.

Вода необходима практически всем отраслям промышленности. На электростанциях мощностью 300 тыс. кВт расход воды составляет 300 млн т/год.

Указанные производства требуют только пресную воду. Расчеты показывают, что количество пресной воды составляет всего 2,5% всей воды на планете; 85% — морская вода, содержащая до 35 г/л солей.

Методы! очистки воды!

Чистые сточные воды! — это воды, которые в процессе участия в технологии производства практически не загрязняются и сброс которых без очистки не вызывает нарушений нормативов качества воды водного объекта. Нормативы едины и утверждены Правилами охраны вод от загрязнения сточными водами, принятыми Минводхозом, Минздравом и Минрыбхозом в 1974 г. В 1996 г. на базе Роскомвода и Роскомнедр было создано Министерство природных ресурсов РФ. Принят ряд новых законов Российской Федерации, которые значительно меняют сложившуюся нормативно-правовую базу и систему управления и контроля в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Загрязненные сточные воды! — это воды, которые в процессе использования загрязняются различными компонентами и сбрасываются без очистки, а также сточные воды, проходящие очистку, степень которой ниже норм, установленных местными органами Государственного комитета РФ по охране окружающей среды. Сброс этих вод вызывает нарушение нормативов качества воды в водном объекте.

Практически всегда очистка промышленных стоков — это комплекс методов. Наиболее широко используется комбинация механической очистки, нейтрализации промышленных стоков, или реагентной очистки, и биохимической очистки. Эти операции осуществляются практически во всех комплексах очистных сооружений, в том числе и на станциях аэрации при очистке бытовых (канализационных) стоков. Рассмотрим их подробнее.

1. Механическая очистка стоков

Сюда относятся отстой сточных вод в специальных отстойниках, в которых происходит оседание взвешенных частиц на дно отстойников; сбор нефтепродуктов и других, нерастворимых в воде жидкостей с поверхности стоков устройствами типа механических рук и, наконец, фильтрация вод через слой песка примерно 1,5-метровой толщины.

2. Химическая, или реагентная, очистка

а) Один из видов обработки сточных вод — реакции нейтрализации. Нейтрализация — химическая реакция, ведущая к уничтожению кислотных свойств раствора с помощью щелочей, а щелочных свойств раствора — с помощью кислот. Поскольку химическая природа отходов может быть различной, то для нейтрализации одного вида отходов необходимо уменьшить кислотные свойства, а для другого вида отходов — щелочные свойства. О степени кислотности или щелочности раствора судят по величине водородного показателя pH. Значение величины pH растворов различных веществ колеблется от 0 до 14. Небольшие значения pH свидетельствуют о наличии кислотной среды.

Чтобы контролировать реакцию нейтрализации, надо знать, какое количество кислоты или щелочи надо добавить в раствор для получения необходимого значения pH. Для этого используют метод титрования, по объему израсходованного титранта вычисляя количество определяемого вещества.

б) Реакции окисления - восстановления.

Любая реакция окисления-восстановления есть одновременное окисление одних компонентой и восстановление других. Наиболее распространенные окислители и восстановители:

Окислители

Кислород или воздух Хлорит

Озон

Хлор, гипохлорит Гидросульфит

Перекись водорода

Перманганат калия Сероводород

Восстановители

Сульфат Fe^{2+}

Диоксид серы

Одним из важнейших окисляющих агентов является хлор, поэтому большинство химических операций со сточными водами начинается с хлорирования, чтобы высокотоксичный хлор к концу реагентной обработки полностью удалялся из воды. Окислительно-восстановительные реакции используются для превращения токсичных веществ в безвредные.

Охрана литосферы

Твердые бытовые отходы! и их утилизация

Общая площадь суши Земли составляет 149,1 млн км², из них пригодны для обитания людей 133 млн км².

Основные виды загрязнения литосферы — твердые бытовые и промышленные отходы. На одного жителя в городе в среднем приходится в год примерно по 1 т твердых отходов, причем эта цифра ежегодно увеличивается.

В городах под складирование бытовых отходов отводятся большие территории. Удалять отходы следует в короткие сроки, чтобы не допускать размножения насекомых, грызунов, предотвращать загрязнение воздуха. Во многих городах действуют заводы по переработке бытовых отходов, причем полная переработка мусора позволяет городу с населением в 1 млн человек получать в год до 1500 т металла и почти 45 тыс. т компоста — смеси, используемой в качестве удобрения. В результате утилизации отходов город становится чище, кроме того, за счет освобождающихся площадей, занятых свалками, город получает дополнительные территории. Например, в Москве к 1990 г. было зарегистрировано 150 свалок, из них только 3 — действующие. Часть новых кварталов Москвы размещена на территории бывших свалок, и поскольку во время строительства еще не было правильно организованных технологий свалок, то в этих районах города необходим особенно тщательный контроль воздуха на присутствие токсичных веществ.

Правильно организованная технологическая свалка — это такое складирование твердых бытовых отходов, которое предусматривает постоянную, хотя и очень долговременную, переработку отходов при участии кислорода воздуха и микроорганизмов.

На заводе по сжиганию бытовых отходов наряду с обезвреживанием происходит максимальное уменьшение их объема (до 90% исходного). Однако необходимо учитывать, что сами мусоросжигающие заводы могут загрязнять окружающую среду, поэтому при их проектировании обязательно предусматривается очистка выбросов в ОС. Производительность таких заводов по сжигаемым отходам приблизительно 720 т/с. при круглогодичном и круглосуточном режимах работы.

В сельскохозяйственных районах строятся заводы по переработке старой полиэтиленовой пленки. Например, из собранной за год (более 1500 т), очищенной от грязи пленки получают 1300 т труб, которые используют в мелиорации и в крупнопанельных домах.

В Японии, стране высокой бытовой культуры, налажен сбор в специальные контейнеры отходов полиэтилена, которые затем прессуются и из них создаются острова в Тихом океане для захоронения не утилизируемых в настоящее время отходов (например, ядерных отходов).

Во многих странах Европы вблизи больших магазинов установлены контейнеры для банок и бутылок разного цвета. Специалисты подсчитали, что на собранном таким образом сырье в городе с населением 0,5—1,0 млн человек может в течение года работать стекольный завод.

Принципиальные направления инженерной защиты окружающей природной среды

Основные направления инженерной защиты окружающей природной среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий - внедрение ресурсосберегающей, безотходной и малоотходной технологии, биотехнология, утилизация и детоксикация отходов и главное - *экологизация* всего производства, при котором обеспечивалось бы включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ.

Эти принципиальные направления основаны на цикличности материальных ресурсов и заимствованы у природы, где, как известно, действуют замкнутые циклические процессы. Технологические процессы, в которых в полной мере учитываются все взаимодействия с окружающей средой и приняты меры к предотвращению отрицательных последствий, называют *экологизированными*.

Подобно любой экологической системе, где вещество и энергия расходуются экономно и отходы одних организмов служат важным условием существования других, производственный экологизированный процесс, управляемый человеком, должен следовать биосферным законам и в первую очередь закону круговорота веществ.

Другой путь, например, создание всевозможных, даже самых совершенных очистных сооружений, не решает проблему, так как это борьба со следствием, а не с причиной. Основная причина загрязнения биосферы - это ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья. Именно эти, так называемые традиционные технологии приводят к огромному накоплению отходов и к необходимости очистки сточных вод и утилизации твердых отходов. Достаточно отметить, что ежегодное накопление на территории бывшего СССР в 80-х годах составляло 12-15 млрд. т твердых отходов, около 160 млрд. т жидких и свыше 100 млн. т газообразных отходов.

Малоотходная и безотходная технологии (МОТ и БОТ) и их роль в защите среды обитания

Принципиально новый подход к развитию всего промышленного и сельскохозяйственного производства - создание малоотходной и безотходной технологии.

Понятие безотходной технологии, в соответствии с Декларацией европейской экономической комиссии ООН (1979) означает практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и защитить окружающую среду.

В 1984 г. эта же комиссия ООН приняла более конкретное определение данного понятия: *«Безотходная технология - то способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы - производство - потребитель - вторичные ресурсы - таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования»*. Под безотходной технологией понимают также такой способ производства, который обеспечивает максимально полное использование перерабатываемого сырья и образующихся при этом отходов. Более точным, чем «безотходная технология», следует считать термин «малоотходная технология», так как в принципе «безотходная технология» невозможна, ибо любая человеческая технология не может не производить отходы, хотя бы в виде энергии. Достижение полной безотходности нереально (Н.Ф. Реймерс, 1990), поскольку противоречит второму началу термодинамики, поэтому термин «безотходная технология» условен (метафоричен). Технологию, позволяющую получить минимум твердых, жидких и газообразных отходов, называют *малоотходной*, и на современном этапе развития научно-технического прогресса она является наиболее реальной.

Огромное значение для снижения уровня загрязнения окружающей среды, экономии сырья и энергии имеет повторное использование материальных ресурсов, т.е. *рециркуляция*. Так, производство алюминия из металлолома требует всего 5% энергозатрат от выплавки из бокситов, причем переплав 1 т вторичного сырья экономит 4 т бокситов и 700 кг кокса, снижая одновременно на 35 кг выбросы фтористых соединений в атмосферу (В.А. Вронский, 1996).

В комплекс мероприятий по сокращению до минимума количества вредных отходов и уменьшения их воздействия на окружающую среду, по рекомендации различных авторов, входят:

- разработка различных типов бессточных технологических систем и водопроводных циклов на основе очистки сточных вод;
- разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- создание принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов.

Начальным этапом этих комплексных мероприятий, нацеленных на создание в перспективе безотходных технологий, является внедрение оборотных, вплоть до полностью замкнутых, систем водопользования.

Оборотное водоснабжение - это техническая система, при которой предусмотрено многократное использование в производстве отработанных вод (после их очистки и обработки) при очень ограниченном их сбросе (до 3%) в водоемы.

Замкнутый цикл водопользования - это система промышленного водоснабжения и водоотведения, в которой многократное использование воды в одном и том же производственном процессе, осуществляется без сброса сточных и других вод в природные водоемы.

Одним из важнейших направлений в области создания безотходных и малоотходных производств является переход на новую экологическую технологию с заменой водоемких процессов безводными или маловодными.

Прогрессивность новых технологических схем водоснабжения определяется тем, насколько в них уменьшилось, по сравнению с ранее действующими, водопотребление и количество сточных вод и их загрязненность. Наличие большого количества сточных вод на промышленном объекте считается объективным показателем несовершенства используемых технологических схем.

Разработка безотходных и безводных технологических процессов - наиболее рациональный способ защиты окружающей природной среды от загрязнения, позволяющий значительно уменьшить антропогенную нагрузку. Однако исследования в этом направлении еще только начинаются, поэтому в различных областях промышленности и сельского хозяйства уровень экологизации производства далеко неодинаков.

В настоящее время в нашей стране достигнуты определенные успехи в разработке и внедрении элементов экологически безопасной технологии в ряде отраслей черной и цветной металлургии, теплоэнергетики, машиностроения, химической промышленности. Однако полный перевод промышленного и сельскохозяйственного производства на безотходную и безводную технологии и создание полностью экологизированных производств сопряжены с весьма сложными проблемами различного характера - организационными, научно-техническими, финансовыми и др., и поэтому современное производство еще долгое время будет потреблять для своих нужд огромное количество вод, иметь отходы и вредные выбросы.

Биотехнология в охране окружающей среды.

В последние годы в экологической науке все больший интерес проявляется к *биотехническим процессам*, основанным на создании необходимых для человека продуктов, явлений и эффектов с помощью микроорганизмов.

Применительно к охране окружающей человека природной среды *биотехнологию* можно рассматривать как разработку и создание биологических объектов, микробных культур, сообществ, их метаболитов и препаратов, путем включения их в естественные круговороты веществ, элементов, энергии информации (В.П. Журавлев и др., 1995)

Биотехнология нашла широкое применение в охране природной среды, в частности, при решении следующих прикладных вопросов:

- утилизация твердой фазы сточных вод и твердых бытовых отходов с помощью анаэробного сбраживания;
- биологической очистки природных и сточных вод от органических и неорганических соединений;
- микробном восстановлении загрязненных почв, получении микроорганизмов, способных нейтрализовать тяжелые металлы в осадках сточных вод;
- компостировании (биологическом окислении) отходов растительности (опад листьев, соломы и др.);
- создании биологически активного сорбирующего материала очистки загрязненного воздуха.

2.9 ЛЕКЦИЯ 9. (2 часа) МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Международное сотрудничество и национальные интересы России в сфере экологии. Россия как субъект международного экологического права.

Как правопреемник Советского союза Россия приняла к исполнению около 50 договоров-соглашений, конвенций, протоколов и других международно-правовых актов Союза ССР, направленных на предотвращение экологической катастрофы, сохранение биосферы и обеспечение экологически устойчивого развития человечества.

Участие России в международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов протекает в следующих направлениях: 1) выдвижение государственных инициатив; 2) работа в международных организациях; 3) подготовка международных конвенций и соглашений и их последующее выполнение; 4) двустороннее сотрудничество.

В рамках первого направления правительством нашей страны был выдвинут целый ряд предложений, например по защите морской среды Балтики (октябрь 1987 г.).

Россия активно сотрудничает с ЮНЕП (Программой ООН по окружающей среде) в выработке стратегии защиты природы от загрязнения, создания системы глобального мониторинга, борьбы с опустыниванием. Кстати говоря, ЮНЕП осуществляет ключевую функцию по организации природоохранной деятельности в рамках ООН.

Россия — активный член Всемирного союза охраны природы, который является лидером в разработке проблем биоразнообразия — главного условия устойчивости биосферы.

Другими структурами ООН, с которыми Россия развивает активное сотрудничество, являются: ЮНЕСКО (Комитет ООН по вопросам образования, науки и культуры), ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), ФАО (орган ООН по продовольствию и сельскому хозяйству). Учитывая развитие атомной энергетики, важным и плодотворным является сотрудничество нашей страны с МАГАТЭ (Международным агентством по атомной энергии).

Российская Федерация развивает и углубляет экологическое сотрудничество по линии нескольких международных конвенций и соглашений. Коротко остановимся на них.

Конвенция о трансграничном загрязнении на большие расстояния. Конвенция подписана в Женеве в 1979г. Реализация указанного документа направлена на выработку странами — участницами политики в области регулирования качества атмосферного воздуха, а также мер по борьбе с его загрязнением посредством применения экологически приемлемых малоотходных и безотходных технологий. Все это позволит установить контроль над выбросами диоксида серы, оксида азота, аммиака, летучих органических соединений.

Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Вена 22марта 1985г.) призвана регламентировать экспорт, импорт и транзит опасных отходов на территории России. К настоящему времени принят ряд поправок к Конвенции, согласно которым под запрет на ввоз опасных отходов попадают отходы, содержащие мышьяк, ртуть, свинец, асбест и другие вещества.

Венская конвенция об охране озонового слоя и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1января 1989г.). В соответствии с данным документом в России происходит поэтапное сокращение производства озоноразрушающих веществ. Предполагается проведение широкомасштабной реконструкции ряда предприятий страны, направленной на перевод последних, на производство озонобезопасных веществ, используемых в медицинской, химической и холодильной промышленности.

Рамочная конвенция ООН об изменении климата (Бонн 2004г.) **и Киотский протокол** (Киото 2004) **к Конвенции.** В рамках данной Конвенции предусмотрено, что ведущие страны мира, ответственные за основное загрязнение природной среды, принимают на себя обязанность снизить выбросы тех веществ (в частности, диоксида углерода), которые способствуют изменению глобального климата.

Модернизации экономики России может способствовать использование предусмотренных Киотским протоколом рыночных механизмов — торговли квотами на

выбросы парниковых газов с переуступкой квот другим странам. Однако есть и иное мнение, согласно которому ратификация протокола помешает развитию экономики России.

Двустороннее сотрудничество развивается Россией со всеми соседями, а также с США, Великобританией, Францией, Индией и другими странами.

Рассматривая роль России в решении мировых экологических проблем, следует помнить, что наша страна занимает одну седьмую часть суши Земли, на ее территории представлены почти все крупные экосистемы и среди них опорный стабилизирующий блок биосферы — Сибирь с ее необъятной тайгой. Поэтому Российская Федерация в перспективе должна играть ключевую роль в решении глобальных экологических проблем человечества.

В своей природоохранной политике Россия исходит из необходимости обеспечения всеобщей экологической безопасности и развития международного сотрудничества в интересах настоящего и будущего поколений. Она руководствуется следующими принципами (ст. 92 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды»): каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях; каждое государство имеет право на использование ОПС и природных ресурсов для целей развития и обеспечения нужд своих граждан. Экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счет других государств или без учета их интересов; хозяйственная деятельность, осуществляемая на территории государства, не должна наносить вред ОПС как в пределах, так и за пределами его юрисдикции. Не допустимы любые виды хозяйственной и иной деятельности, экологические последствия которой непредсказуемы; должен быть установлен контроль на глобальном, региональном и национальном уровнях за состоянием и изменениями ОПС и природных ресурсов на основе международно-признанных критериев и параметров; должен быть обеспечен свободный и беспрепятственный международный обмен научно-технической информацией по проблемам охраны ОПС и разработки передовых природосберегающих технологий. Государства должны оказывать друг другу помощь в чрезвычайных экологических ситуациях; все споры, связанные с проблемами ОПС, должны разрешаться только мирными средствами.

В России законодательно закреплён принцип *примата* (верховенства, преимущества) международного права над внутренним правом в области охраны ОПС и использования ее ресурсов. Так, согласно ст. 93 Закона РФ об охране окружающей природной среды, если международным договором в области охраны ОПС, заключённым Российской Федерацией, установлены иные правила, чем те, которые содержатся в ее законодательстве, то применяются правила международного договора. В то же время ст. 94 устанавливает обязанность иностранных юридических лиц (например, компаний), а также иностранных граждан соблюдать требования настоящего закона и определяет ответственность за их нарушение.

Проблема экологического суверенитета России. Оценивая положительно расширение международных контактов нашей страны, особенно при реализации крупномасштабных природоохранных проектов, следует объективно учесть и возможные отрицательные аспекты такого сотрудничества.

Заинтересованность правительства России в привлечении иностранного капитала для углубления рыночных преобразований в экономике делает страну весьма привлекательной для размещения на ее территории экологически «грязных» предприятий. Об этом красноречиво свидетельствует опыт Советского Союза. Еще около 30 лет назад американская корпорация «Оксидентал петролеум» подписала соглашение о строительстве на территории СССР заводов по производству жидкого аммиака с последующей его поставкой в США и многие другие страны мира. Общая стоимость проекта — 20 млрд долларов, он был назван «сделкой века». Чем же она обернулась? Заводы были построены, они буквально залили мировой рынок жидким аммиаком, но по цене вдвое ниже мировой (В.Ю. Катасонов, 1990 г.). При этом сооруженный в рамках данного соглашения аммиакопровод стал в перспективе самой настоящей «экологической бомбой». Авария на нем, как считают специалисты, могла бы стать экологической катастрофой, сопоставимой по масштабам с трагедией г. Бхопала (Индия).

Иностранные фирмы привлекают в России относительно дешевизна земли, других природных ресурсов, большая экологическая емкость наших территорий, мощный научно-технический потенциал, дешевизна квалифицированной рабочей силы и т.д. В то же время

создание предприятий в новых организационно-правовых формах (особенно с частной формой собственности) привело к повышению уровня угрозы окружающей среде вследствие хищнического подчас отношения их владельцев к природным ресурсам, желания извлечь максимальную выгоду как можно быстрее. Печать неоднократно сообщала, что под видом международного экологического сотрудничества некоторые отечественные коммерческие организации, пользуясь лазейками в законодательстве, пытались разместить вредные отходы иностранных предприятий на территории России, причем даже в курортных зонах.

Оснований для подобного беспокойства более чем достаточно. Имеется печальный опыт и стран так называемого «третьего мира»: привлекая иностранные инвестиции для подъема своих национальных экономик, они вынуждены были отдавать на расхищение свои природные ресурсы, и превращались невольно в объекты «экологического колониализма». Поучителен в этом аспекте опыт Бразилии. В свое время транснациональные корпорации (ТНК) получили в этой стране 12 концессий на территории почти 40 млн га для лесоразработок, создания животноводческих хозяйств, добычи полезных ископаемых, строительства дорог. На переданных им землях ТНК в течение многих лет осуществляли хищническое уничтожение амазонских джунглей. Сообщается, что в общей сложности Амазония уже потеряла 10% своих лесов, являющихся, как считают экологи, «легкими планеты».

Многие ТНК создавали в Амазонии крупные животноводческие фермы. Однако хозяйства эти были лишены очистных сооружений, и органические отходы сбрасывались прямо в реки. В одном из исследований Международного банка реконструкции и развития отмечалось, что если в Бразилии будут реализованы все запланированные 34 проекта, по развитию металлургической промышленности, то в ближайшие десятилетия это приведет к полному уничтожению всех лесных массивов Амазонии («Тпе ЕсопогтибЪ». 2014, juty 15).

В этой связи следует указать, что американский журнал «Экология» привел характерную классификацию промышленных производств, принятую в США: 1) предприятия, которые, характеризуясь минимальным ущербом для ОПС, могут размещаться на территории самой Америки; 2) предприятия, которые могут быть размещены только в пределах морского бассейна США; 3) предприятия, которые должны быть вынесены как можно дальше от границ США, например в развивающиеся страны Азии и Африки при сколь угодно дорогой транспортировке готовой продукции обратно в США.

Исходя из такого ранжирования, некоторые монополии США ныне проводят самую настоящую политику «экологического колониализма». Ее важный элемент — использование так называемых двойных стандартов: более дорогая и совершенная с экологической точки зрения технология внедряется на территории развитых капиталистических стран, а более дешевая и «грязная» — в развивающихся. К чему это может привести, наглядно демонстрирует пример индийского города Бхопал, где по вине американской химической корпорации «Юнион Карбайд» в 1984 г. произошла экологическая катастрофа, которая унесла, по меньшей мере, 3 тысячи человеческих жизней. Жертвами политики «двойных стандартов» в экологии в развивающихся странах каждый год становятся тысячи и тысячи людей. В частности, американский специалист в области международной экономики Б. Каслмен пришел к выводу, что в результате различий экологических стандартов уровень профессиональных заболеваний на предприятиях ТНК, размещенных в странах «третьего мира», существенно выше, чем в промышленно развитых.

Укажем еще на одно немаловажное обстоятельство. На всем протяжении своих отношений с западным миром Россия интересовала последних, прежде всего с позиций наличия огромных природных ресурсов. Это характерно было и для царской России. Следует помнить, что, хотя после развала СССР были потеряны миллионы квадратных километров территории, национальные богатства России оцениваются международными экспертами в 400 трлн. долларов; в этом отношении гражданин России в 2 раза богаче гражданина США, в 6 раз — Германии, в 22 раза — Японии.

Естественно, что такие богатства не могут не привлекать западный капитал. Возможно, именно поэтому премьер-министр Англии Т. Блэр заявил не так давно, что главная задача России, проигравшей «холодную войну», — стать поставщиком природных ресурсов для стран-победительниц. Как подтверждение этому, многие российские ученые и специалисты

отмечают значительную активизацию Запада и его спецслужб в природоохранном комплексе России. Это, во-первых, сбор детальной информации о состоянии окружающей среды и природных ресурсов России, которая представляет собой огромную стратегическую и коммерческую ценность в условиях рыночной экономики. Во-вторых, уже имеются примеры того, что Запад в ряде случаев переходит к прямому управлению отдельными частями природоохранного комплекса России либо через насаждаемые и оплачиваемые им структуры (или проекты), либо через международные экологические организации. Известно, например, что суда некоторых из них весьма часто оказываются в зонах, запретных для иностранцев. Нередки случаи, когда, пользуясь тем, что из-за нехватки средств многие отечественные специалисты находятся не у дел, Запад привлекает их для сбора и обработки экологической (на первый взгляд) информации. Так, скандальную известность приобрела «экологическая» деятельность некоего отставного офицера ВМФ, в результате которой иностранная экологическая организация получила не только информацию о радиационном загрязнении наших северных морей, но и некоторые данные о российских атомных подводных лодках, составляющие государственную тайну. В-третьих, начала проявляться своеобразная «экологическая интервенция» развитых государств в отношении иных стран, в частности, России, когда последним откровенно и напористо навязывают новые природоохранные технологии, реализовать которые экономически весьма сложно, а то и невозможно. Так, виновниками разрушения озонового щита планеты объявлены искусственно получаемые фреоны Г-11 и Г-12, широко используемые как хладагенты, и аэрозольные пропелленты. Правительства ведущих промышленных стран Запада очень быстро приняли решение о свертывании производства этих веществ в пользу новых, относительно безвредных для озона. Аналогичная задача была поставлена перед Россией, Индией, Китаем, Бразилией. Причем, согласно подписанным договоренностям, Россия должна была произвести реконструкцию соответствующих предприятий в период с 1995 по 1997 г. Современное состояние экономики России не позволяет сделать этого. Тогда возникает альтернатива: закачать новые хладагенты у Запада. Но такой путь способен удушить соответствующую отрасль России. И это при том, что отечественные ученые и специалисты разработали заменители фреона, одни из лучших в мире. Однако этот факт Запад оставил без надлежащего внимания.

Особо следует остановиться на проблеме нелегального трансграничного перемещения токсичных отходов.

В настоящее время твердые и жидкие отходы с высоким содержанием загрязняющих веществ являются спутниками различных промышленных производств в развитых странах Северной Америки (прежде всего США), Европы и Азии.

Общественность этих стран крайне негативно относится к переработке таких отходов на собственной территории, поэтому многие фирмы и даже правительства ищут возможность для их размещения в других странах. Препятствием такому трансграничному перемещению опасных отходов служит Базельская конвенция о контроле трансграничной перевозки опасных отходов и их утилизации (1989 г.). В этих условиях некоторые промышленные компании ищут пути вывоза таких отходов под видом низкоэнергоемких теплоносителей, маскируя тем самым истинное содержание высокотоксичных загрязняющих веществ. Статус низкоэнергоемких теплоносителей промышленные отходы «приобретают» после частичной переработки и (или) брикетирования на территории стран-производителей. В этом случае отходы уже формально не подпадают под ограничения Базельской конвенции и могут быть ввезены в третьи страны для их последующего сжигания в специальных печах. Многие страны, в том числе Россия, испытывающие экономические проблемы, принимают указанные отходы для переработки, сжигания, нейтрализации.

Годовое трансграничное перемещение опасных отходов из развитых стран в третьи составило в 1994 г. почти 2 млн т. Однако по некоторым другим источникам (Проблемы региональной экологии. 2015, № 3), размеры нелегальной торговли и (или) нелегального трансграничного перемещения) резко увеличились и составляют в настоящее время 50—100 млн. т.

Сообщается, что в результате этого Индия стала «глобальной свалкой» для огромного количества технического цинка, отходов от производства свинца, а также использованных аккумуляторов из Германии, США, Австралии, Великобритании и Дании. В 1998—1999 гг. на

территорию Индии было ввезено более 100 тыс. т. отходов, большая часть которых являются ядовитыми или потенциально ядовитыми (табл. 3).

Известны попытки обхода Базельской конвенции, которые предпринимались рядом иностранных фирм в целях ввоза аналогичных отходов на территорию России. Так, существуют проекты строительства заводов по сжиганию ввозимых (под видом низкоэнергоемких носителей) опасных отходов на территории Московской и Новгородской областей, Алтайского края и др. Согласно некоторым данным (А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая, 1999 г.), в период с 1967 по 1993 г. 95 фирм (из Германии, США, Австрии, Италии, Канады и других стран) предприняли попытки ввезти в Россию более 30 млн т опасных отходов. В 1993 г. ввезено и размещено на территории России около 4000 т отходов, в том числе радиоактивных, ртутных, цинковых и других. В 1997 г. завезено в качестве вторичного сырья около 230 тыс. т только учтенных отходов. Некоторые иностранные компании предлагают бесплатно построить заводы по переработке опасных отходов, если на них впоследствии будет перерабатываться и определенное количество зарубежных отходов.

Оценка токсичного воздействия на здоровье человека отходов с высоким содержанием хлорорганических соединений, нелегально ввозимых под видом низкоэнергоемких носителей (по данным Института фундаментальных проблем биологии РАН), представлена в табл.1.

Таблица 1

Хлорорганические соединения в отходах	Токсические эффекты
Диоксины и бензофураны	Гепатиты, неоплазии, спонтанные выкидыши, концентрация в пищевых цепях с развитием раковых заболеваний
ДДТ и его производные	Атаксии, конвульсии, поражение ЦНС, бесплодие, нарушение репродуктивных функций, невралгия, поражение почек, концентрация в пищевых цепях с развитием раковых заболеваний
Линдан (ГХЦГ)	Конвульсии, кома и смерть, нарушение координации движений, головные боли, усталость и рвота, нейротоксикация, полупарализация, концентрация в пищевых цепях
Метилхлорид	Анастезия, нарушение дыхания, смерть от удушья
Хлорорганические пестициды	Гепатические некрозы, гипертрофия эндоплазмического ретикулума, повреждение кожи, поражение иммунной системы
ПХБ	Эмбриотоксические эффекты, стерильность, поражение зародышей, дерматозы, поражение печени, иммунодепрессии
Пентахлорфенолы	Злокачественная гипертермия, поражение кожи, аккумуляция в водных системах
Трихлорэтилен	Растройства ЦНС, глухота, поражение печени, паралич,

При этом следует учитывать, что при ввозе отдельных отходов, не являющихся токсичными, их дальнейшая переработка может привести к образованию крайне вредных веществ. Так, при сжигании относительно безвредных хлорсодержащих пластиков образуются высокотоксичные полихлорированные бифенилы, диоксины, фураны и др.

В соответствии с вышеизложенным назрела необходимость строгой регламентации вплоть до запрещения трансграничного перемещения на территорию России опасных твердых и жидких отходов, которые содержат тяжелые металлы, Хлорорганические вещества и нитросоединения выдаются за низкоэнергоемкие теплоносители, якобы безопасные для населения принимающей страны. К сожалению, в 2001 г., несмотря на протесты общественности, Минатом РФ протолкнул так называемую «сделку века», связанную с завозом на территорию России отработанного ядерного топлива (около 20 тыс. т), выгруженного из реакторов зарубежных АЭС и предназначенного для длительного хранения и переработки. Все это может привести к тому, что Россия может превратиться в «свалку

отходов» иностранного происхождения с самыми тяжелыми экологическими последствиями для нынешнего и особенно будущих поколений.

Нет сомнения, что, опираясь на свои громадные природные ресурсы, научно-технический потенциал и высококвалифицированную рабочую силу, Россия в XXI веке начнет подъем экономики. Это позволит ей вернуть подобающее место в списке великих промышленных держав, резко снизить зависимость страны от Запада, перестать быть сырьевым донором последнего и рынком сбыта его второсортной технологической продукции. В связи с этим можно при проведении политики международного экологического сотрудничества исключать взятие Россией на себя, таких обязательств, которые бы помешали в перспективе ее собственному развитию. «Экологическая карта», разыгрываемая в социальном, экономическом и военном аспектах, может стать эффективным, острым средством воздействия на международную и внутреннюю политику страны.

Признавая огромную положительную роль международного экологического сотрудничества в решении проблемы сохранения человеческой цивилизации на переломном этапе ее развития, следует четко определить, тем не менее, и **национальные цели России в сфере экологии**, к которым, в частности, относятся:

1. Обеспечение экологической безопасности на государственном уровне и создание необходимых условий региональным и местным органам государственной власти для обеспечения экологической безопасности на соответствующих уровнях. Эта цель, как указывают специалисты (В.Н. Морозов, Г.П. Серов), должна быть достигнута минимизацией группового и индивидуального риска, обусловленного природными и техногенными причинами, уменьшением напряженности антропогенных экологических ситуаций, улучшением состояния здоровья населения.

2. Обеспечение экологического суверенитета (независимости) России за счет получения доступа к мировым природным ресурсам, выделения справедливых квот на изъятие тех или иных природных ресурсов, рачительного отношения к национальным природным богатствам, пересмотра тех международных договоров, которые ущемляют интересы страны, а также нейтрализации экологических агрессий, шантажа, угроз и т.д.

3. Выход из экономического кризиса и обеспечение эффективности рыночных сил в направлении защиты и улучшения качественного состояния окружающей среды, в частности путем создания рынка экологических технологий и услуг и ресурсного рынка для обмена природными ресурсами и услугами. При этом должна возрасти регулирующая роль государства при выполнении экологических программ.

Россия официально присоединилась к участникам Всемирной торговой организации три года назад (22 августа 2012 года дата вступления России в ВТО).

ВТО была сформирована в 1994 году, она стала преемником Генерального соглашения по тарифам и торговле. ВТО контролирует более 95% мировой торговли, главные цели организации — упрощение международных торговых отношений и содействие экономическому росту стран-участниц.

Когда Россия вступала в ВТО, одной из основных целей было, в том числе, получение новых возможностей для дальнейшего развития экспорта.

Также ожидалось более благоприятные условия для поставок отечественных товаров на зарубежные рынки, привлечение инвестиций для развития собственного производства, улучшение качества и конкурентоспособности российских товаров и услуг в результате роста импорта, доступ российских инвесторов к международным проектам, улучшение имиджа страны на международной арене.

Страны-участницы этой организаций, несомненно, получают определенные экономические преимущества, но, в то же время, должны, подчиняясь ее уставу, отказаться от ряда национальных приоритетов, если это может помешать более свободному перемещению трудовых и природных ресурсов и, прежде всего товаров, производимых в рамках ВТО.

По данным центра международной торговли Москвы после присоединения России к ВТО на 16% увеличился экспорт по группе «машины и оборудование», экспорт одежды и обуви вырос на 26%, продовольствия - на 5%. По данным Федеральной таможенной службы, за 1 полугодие 2015 года физический объем экспорта металлов и изделий из них вырос на

8,1%. Доля экспорта машин и оборудования в общей структуре составила 5,1%, стоимостной объем экспорта в этой категории вырос на 23%.

Среди возможных минусов присоединения России к ВТО аналитики обращали внимание на то, что российские предприятия могут не выдержать конкуренции с иностранными производителями, а снижение импортных пошлин могло привести к тому, что некоторые товары стало бы просто не выгодно производить внутри страны.

Отмечалось, что наибольший риск существует для аграрного сектора экономики. Также вызывало опасение состояние отечественного автопрома, и действительно некоторые предприятия были вынуждены закрыться. Однако, как показывают последние данные, успешные производства, сумевшие справиться с этим вызовом, только улучшили свои показатели.

- За 2015 год российские производители в сфере сельского хозяйства экспортировали товаров на 20 млрд. долларов, рост составил 15%.

- Также усилила свои позиции российская структура автомобилестроения АвтоВаз, выпускающие автомобили Lada; ее прирост поставок составил - прирост поставок в 2015 году составил 20% - Казахстан и до 4,5 раз в Германию.

- Экспорт российской сельскохозяйственной техники в Германию, Францию, Болгарию, Турцию, Канаду и Азербайджан вырос в 3 раза, в Казахстан, Монголию и Таджикистан - в 2 раза.

- Россия является лидером по поставкам танков. На Россию приходится около трети стоимостного объема поставок танков.

- С июля 2014 по июнь 2015 годов - Россия экспортировала 680 тыс. тонн отрубей, это на 80% больше, чем год назад. Причем 90% отрубей было отправлено в Турцию.

Противники ВТО указывают на сокращение экспорта из России после её присоединения к этой организации. Это вызвано главным образом падением цен на нефть.

Обращает на себя внимание статистика ограничительных мер. К 1 августа 2015 года число стран, использующих ограничительные меры в отношении российских товаров, увеличилось до 27, а число принятых мер до 112. Значительную роль в этом сыграла «санкционная война».

Фактически перекрыт доступ к передовым технологиям, катастрофически упали объемы прямых иностранных инвестиций, чрезвычайно затруднен доступ к дешевым финансовым ресурсам - а это были главные цели нашего вступления в ВТО. Для простого российского потребителя членство в ВТО малозаметно: ожидаемого снижения розничных цен на импортные товары так и не произошло.

Тем не менее, при всех сложностях взаимодействия со странами ЕС и США, Россия старается четко следовать своим обязательствам. Однако, парадокс в том, что применяемые сегодня в отношении России ограничительные меры находятся в прямом противоречии принципами ВТО, что позволяет говорить о том, что возможности членства в этой организации в ближайшей перспективе вряд ли обеспечат нам ожидаемые экономические преференции. Однако ВТО это не волшебная палочка, открывающая зарубежные рынки для российского экспорта. Скорее это набор норм и требований, которым нам еще предстоит научиться пользоваться. Необходимо шире использовать предусмотренные правилами ВТО меры как для защиты отечественного производителя, так и для поощрения экспорта.

Участие России в ВТО неизбежно привело к еще более значительной добыче природных ресурсов, особенно энергоресурсов, расширению экспорта древесины и т.п., а также ускорению «утечки мозгов». Территория России будет использована для создания транспортных коммуникаций между Западом и Востоком, Севером и Югом. Все это, усиливает давление на природные экосистемы страны, вызывает их деградацию и истощение; особенно страдают экосистемы тайги и тундры. Конечно, Россия не может остаться на обочине международной экономики, но интересы ее должны быть подчинены перспективам экологически устойчивого развития, при котором гарантируется соблюдение прав будущих поколений на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую природную среду.

3. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

3.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о классификации и характере распределения вредных веществ в атмосферном воздухе, овладеть навыками измерения концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе с целью выработки мероприятий по их нормированию.

3.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о видах и последствиях загрязнения почв химическими элементами, овладеть навыками гигиенической оценки загрязнения почв в результате антропогенного воздействия.

3.3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о видах обменной кислотности почв и почвенном поглощающем комплексе, ознакомление с приготовлением почвенных вытяжек, методами пробоотбора, овладеть навыками определения различных видов кислотности почв.

3.4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о видах и особенностях природных и питьевых вод по их РН-фактору, овладеть навыками определения кислотности и щелочности природных и питьевых вод для их дальнейшей гигиенической оценки.

3.5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛИПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Оценить экологическое состояние воды по величинам определяемых показателей и установить, необходимо ли фильтровать водопроводную воду перед ее дальнейшим потреблением исходя из основных органолептических показателей.

3.6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ОЦЕНКА УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о видах и последствиях шумового воздействия на человека и окружающую среду, овладеть навыками гигиенической оценки уровня акустического загрязнения городской территории.

3.7 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Закрепление теоретических знаний о свойствах электромагнитных полей и принципах защиты от электромагнитных полей частоты 50 Гц (промышленной частоты), овладеть навыками определения основных параметров электромагнитных полей в окружающей среде.

3.8 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Изучение основных видов загрязнений окружающей среды, возникающих при рейсировании и стоянке автотранспортных средств, овладеть навыками определения количественных показателей загрязнения окружающей среды при работе автотранспорта..

3.9 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ

ЗАДАНИЕ. (2 часа). Изучение основных методов и средств очистки воздуха от газообразных примесей а также освоение принципов определения качественных и количественных характеристик очистных устройств, овладеть навыками экспериментального определения эффективности очистки воздуха.

4. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

4.1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. РАСЧЕТ РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ОТ ОДИНОЧНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Освоение методики расчёта рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и определения образующихся концентрации вредных веществ в приземном слое в результате выброса.

4.2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. РАСЧЕТ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УАСТКЕ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Усвоение расчета основных показателей, определяющих концентрацию вредных веществ вблизи автомобильных дорог.

4.3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. РАСЧЕТ И ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ШУМА В ЖИЛОЙ ЗОНЕ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Овладение основными сведениями о воздействии транспортного шума на организм человека, методикой расчета уровня звукового давления, создаваемого автотранспортом, в жилой зоне.

4.4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Усвоение основных сведений о биологическом воздействии ионизирующего излучения, нормировании и защите от него.

4.5 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОКОВ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Овладение методикой расчета разбавления производственных стоков в водоемах с целью определения необходимости применения средств предварительной очистки сточных вод.

4.6 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Изучение методики расчета экологических рисков, определения вероятности возникновения негативного события, выявления возможные последствий.

4.7 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. РАСЧЕТ ПЛАТЫ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ЗАДАНИЕ (2 часа). Изучение порядка определения платы за загрязнение окружающей природной среды предприятиями.

4.8 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА ЦИКЛОНА

ЗАДАНИЕ (2 часа). Освоение методики расчета основных геометрических характеристик циклона для обеспечения необходимой степени очистки воздуха от пыли.

4.9 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА АДСОРБЕРА

ЗАДАНИЕ (2 часа). Освоение методики расчета уровня загрязнения ДВС судов.