

Приложение 1 к РПД
Б1.В.01.05 Техногенные системы и экологический риск
05.03.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль)
Экологическая безопасность
Форма обучения – очная
Год набора – 2021

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
3.	Направленность (профиль)	Экологическая безопасность
4.	Дисциплина (модуль)	Техногенные системы и экологический риск
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

I. Методические рекомендации

Дисциплина предполагает следующие формы работы со студентами: лекционные и практические занятия (решение заданий для СРС, обсуждение вопросов на семинарах, проведение дискуссии, подготовку и обсуждение докладов).

Освоение каждого раздела дисциплины предполагает определенную степень самостоятельности: выполнение заданий, обсуждение презентационных лекционных материалов, доклады студентов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по совокупности набранных студентом баллов. При этом учитывается активность студентов на занятиях, выполнение практических работ, активная самостоятельная работа с литературными источниками, творческий подход к заданиям (в соответствии с технологической картой дисциплины).

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях и изучения рекомендованной литературы.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.2 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Приступая к изучению дисциплины, студенту следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Практическое занятие предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам практического занятия, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе практического занятия может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Алгоритм подготовки к выступлению на семинаре:

- 1 этап – определение темы выступления
- 2 этап – определение цели выступления
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.3 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Основным источником подготовки к экзамену является рекомендуемая литература и конспекты лекций. Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит два вопроса. Содержание билетов охватывает весь пройденный материал. По окончании ответа преподаватель, принимающий экзамен, может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы.

При подготовке к ответу на экзамене студенту рекомендуется составить план ответа на каждый вопрос. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней.

II. Планы практических занятий

РАЗДЕЛ 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ИЛИ ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ. ПРОБЛЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАЗНОРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Практическое занятие 1 (2 часа).

Глобальные экологические проблемы (семинарское занятие)

План:

1. Глобальные экологические проблемы: климатические изменения, разрушение озонового слоя, загрязнение природных вод нефтепродуктами и др.
2. Масштаб современных и прогнозируемых техногенных воздействий на человека и окружающую среду в рамках концепции устойчивого развития.
3. Концепция и структура системы мониторинга, принципы ее функционирования. Роль мониторинга в анализе и предупреждении опасного развития последствий глобальных проблем.
4. Мониторинг двух важнейших антропогенных факторов - развития производительных сил и роста народонаселения.
5. Динамика населения и устойчивое развитие.

Литература [1, с. 59-73; 2, с. 71-78]

Вопросы для самоконтроля:

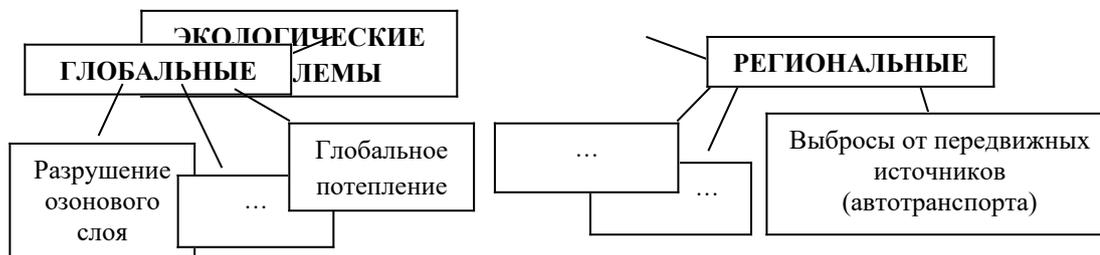
1. Какие глобальные экологические проблемы вам известны?
2. Каков масштаб современных и прогнозируемых техногенных воздействий на человека?
3. Как осуществляется мониторинг народонаселения Земли?
4. Как осуществляется мониторинг производительных сил?
5. Что такое устойчивое развитие?

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Подготовьте мультимедийную презентацию и доклад на тему: «Демографический взрыв», «Демографическая ситуация в России».
2. Подготовьте эссе на тему: «Какую положительную и отрицательную роль играет техногенный фактор в возникновении и решении глобальных проблем человечества?».
3. Заполните таблицу, перечислите наиболее важные на Ваш взгляд проблемы современности, обоснуйте свой выбор:

Глобальные проблемы человечества			
<i>Политические</i>	<i>Экономические</i>	<i>Социальные</i>	<i>Экологические</i>

4. Дополните недостающие элементы схемы «Экологические проблемы»:

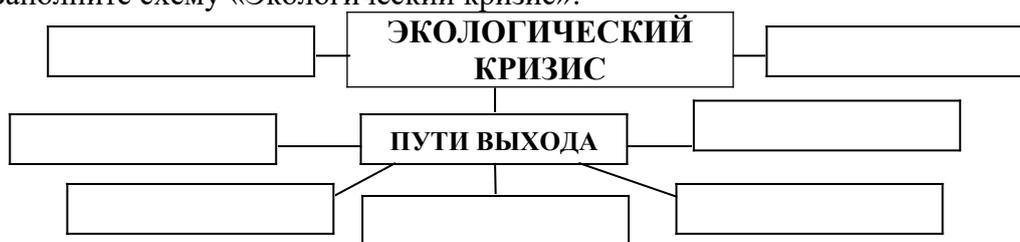


5. Заполните таблицу «Экологические проблемы современности»:

<i>Проблема</i>	<i>Ее проявление</i>	<i>Пути решения</i>

6. Письменно привести 2-3 примера глобальных проблем в странах мира, обозначить возможности и пути их решения на территориальном уровне.

7. Заполните схему «Экологический кризис»:



8. Объясните, в чем разница между экологическим кризисом и экологической катастрофой. Приведите соответствующие примеры.
9. Американский эколог Деннис Медоуз предложил «формулу глобального развития»: $I = P \times A \times T$ (где: I – нагрузка на окружающую среду, P – население, A – благосостояние, T – технологии). Д. Медоуз подчеркивал, что в этой формуле важен каждый элемент. Приведите примеры, каким образом разные части Мирового сообщества (Юг, Север, Запад, Восток) могут внести свой вклад в улучшение экологической обстановки на планете? (сравните их в соответствии с предложенным Д. Медоузом подходом).

РАЗДЕЛ 2. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА КАК СИСТЕМА, ИЗМЕНЯЮЩАЯСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ, КАК СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА, ТАК И В АВАРИЙНЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ. ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

Практическое занятие 2 (2 часа).

Окружающая среда как система. Опасные природные явления (семинарское занятие)

План:

1. Атмосфера, гидросфера, литосфера - основные компоненты окружающей среды. Законы функционирования биосферы.
2. Защитные механизмы природной среды и факторы, обеспечивающие ее устойчивость.
3. Динамическое равновесие в окружающей среде.
4. Гидрологический цикл.
5. Круговорот энергии и вещества в биосфере. Фотосинтез.
6. Условия и факторы, обеспечивающие безопасную жизнедеятельность в окружающей среде.
7. Естественные "питательные" циклы, механизмы саморегуляции, самоочищение биосферы.
8. Возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы.
9. Опасные природные явления и их виды.
10. Землетрясения и извержения вулканов.
11. Оползни, обвалы, сели и лавины.
12. Лесные и степные пожары.
13. Ураганы и смерчи.
14. Паводки и наводнения.
15. Климатические аномалии.

Литература [1, с. 61-65, с. 187-190; 2, с. 78-80]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные компоненты окружающей среды вы знаете?
2. Сформулируйте основные законы функционирования биосферы.

Землетрясение												
Тайфун												
Наводнение												
Цунами												
Извержение вулкана												
Пожар												
Засуха												

9. Составить конспект-описание нескольких землетрясений, подготовить краткое сообщение с результатами проведенного анализа сайта. Оценить выбранные землетрясения по предлагаемой шкале.
10. Заполните схемы: «Устойчивость функционирования объектов экономики» и «Исследование устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС». Проведите анализ предложенных схем.

...
...	Устойчивость функционирования объектов экономики	...
...

Исследование устойчивости функционирования объектов экономики в ЧС: основные этапы

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ	ОСНОВНОЙ	ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ
1. 2. 3. 4. ...	1. 2. 3. 4. ...	1. 2. 3. 4. ...

Практическое занятие 3 (2 часа).

Техногенные системы и их воздействие на человека и окружающую среду (семинарское занятие)

План:

1. Условия и факторы, обеспечивающие безопасную жизнедеятельность в окружающей среде. Техника. Основные эпохи в развитии техники. Техногенез.
2. Техносфера. Техносферный круговорот. Рост техносферы: сравнительные показатели.
3. Техническая система. Природно-техногенные системы. Структура природно-техногенной системы, потоки вещества и энергии в них.
4. Основные проблемы в области взаимодействия техногенных систем с окружающей средой.

Литература [2, с. 71-78; 4, с. 195]

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы цели и задачи учения о техногенных системах и экологическом риске?
2. Что такое природно-техногенная система и какова ее структура?
3. Какие примеры техногенных объектов и систем вы могли бы назвать?
4. Какие опасности и источники опасного воздействия со стороны техногенных систем вы знаете?

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Заполните таблицу «Основные эпохи в развитии техносферы»

Эпоха	Достижения технического прогресса	Последствия для природной среды

2. Изобразите схематично структуру природно-техногенной системы, обозначьте элементы, входящие в экономическую, социальную и природную системы, выделите компоненты социально-экономической, экономико-природной и природно-социальной зоны.
3. Предложите перечень природоохранных мероприятий для Мурманской области, необходимых при современном экологическом состоянии территории.
4. Составьте таблицу «Факторы, определяющие устойчивость природных систем»:

Категория	Факторы	Примеры

5. Оцените преимущества различных источников энергии, расскажите о возможностях использования альтернативных источников энергии на Кольском полуострове.
6. Какие факты позволили У.О. Дугласу написать в своей знаменитой книге «Трехсотлетняя война. Хроника экологического бедствия» (1975): «Технология и интересы прибыли завели нас далеко по пути к катастрофе...»?

РАЗДЕЛ 3. МАСШТАБ СОВРЕМЕННЫХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ. СИСТЕМА ПДК, МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ

Практическое занятие 4 (2 часа). Техногенное загрязнение среды (семинарское занятие)

План:

1. Техногенные эмиссии и воздействия. Понятие о загрязняющих веществах.
2. Классификация загрязнения среды. Количественная оценка глобального загрязнения.
3. Загрязнение атмосферы: источники, загрязнители, опасные свойства газов.
4. Жидкие загрязнители в гидросфере, почве. Химические свойства жидкостей.
5. Твердые отходы в окружающей среде. Отходы потребления и производства. Классификация отходов.
6. Накопление и размещение отходов. Обезвреживание отходов. Утилизация отходов.
7. Радиационное загрязнение. Техногенные добавки к радиационному фону.

8. Физическое волновое загрязнение среды.

Литература [1, с. 183-187; 2, с. 74-82]

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Составьте таблицу «Основные экологические проблемы Мурманской области».
2. Впишите пропущенный термин: «Твёрдые бытовые отходы (ТБО) представляют собой предметы или товары, потерявшие свойства».
3. Проанализируйте информацию, представленную по материалам доклада Рабочей группы Совета по экологическим правам (рис. 2):

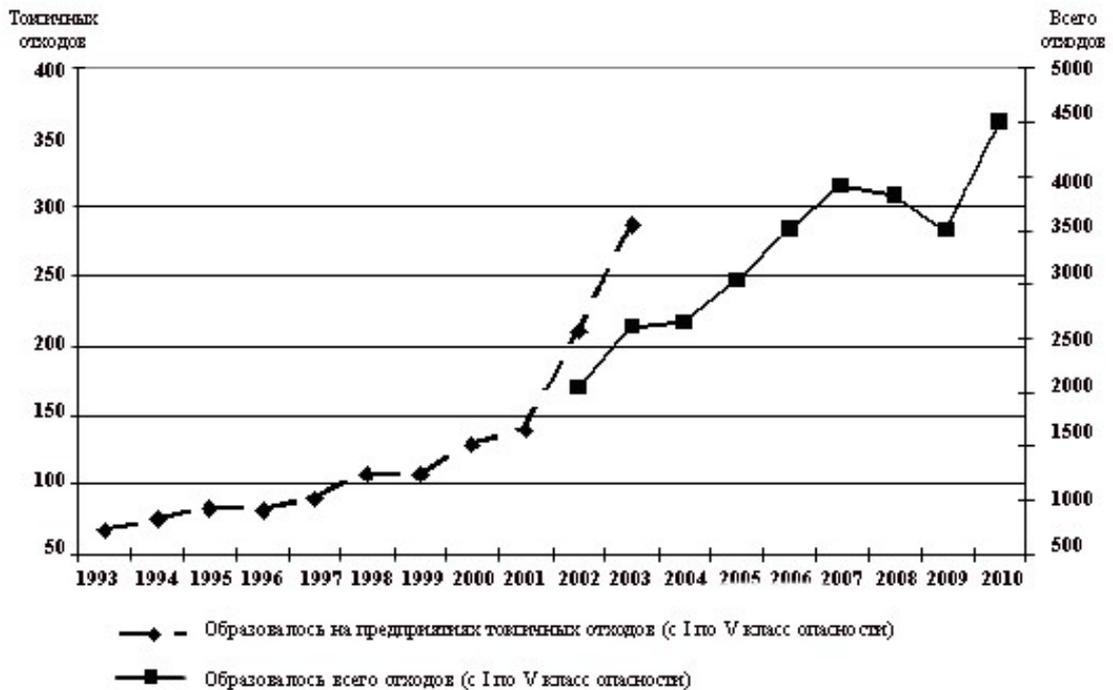


Рис. 2. Образование отходов производства и потребления в РФ (млн. тонн) за 1993-2010 гг.

4. Заполните таблицу «Техногенное воздействие на окружающую среду»:

Геосфера	Источники загрязнения	Загрязняющие вещества	Последствия загрязнения	Пути решения проблемы
Атмосфера				
Литосфера				
Гидросфера				

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ КАК СТРАТЕГИЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ТРАНСПОРТЕ

Практическое занятие 5 (2 часа). Характеристика основных источников загрязнения (семинарское занятие)

План:

1. Виды загрязнения среды. Понятие ИЗА.
2. Тепловые электростанции и окружающая среда.
3. Металлургия. Воздействие на окружающую среду.
4. Химическая промышленность. Нефтехимическая промышленность.
5. Автотранспорт. Воздействие на окружающую среду.
6. Строительство. Воздействие на окружающую среду.
7. Сельское хозяйство: растениеводство и животноводство. Пестициды.

Литература [2, с. 74-82]

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Подготовьте мультимедийную презентацию и доклад на тему: «Электростанции: сравнительный анализ воздействия на окружающую среду», «Альтернативная энергетика: перспективы развития в регионе».
2. Заполните таблицу «Пестициды и их применение»:

<i>Пестицид / препарат</i>	<i>Применение / назначение</i>	<i>Способ применения, свойства</i>	<i>Местонахождение остатков</i>

3. Заполните таблицу «Крупнейшие компании металлургического комплекса»:

<i>Компания</i>	<i>Место нахождения (город, экономический район)</i>	<i>Характеристика (объемы производства)</i>

Практическое занятие 6 (2 часа). Ресурсосбережение и комплексное использование сырья – стратегия решения экологических проблем (семинарское занятие)

План:

1. Требования к ресурсосберегающей технологии: бессточные технологические системы, использование отходов как вторичных материальных ресурсов, комбинирование производств, создание замкнутых технологических процессов, территориально-промышленный комплекс.
2. Уменьшение использования атмосферного воздуха в качестве ресурса для промышленности и транспорта.
3. Принципы создания экологически чистых и комплексных малоотходных технологий.
4. Создание энергосберегающих процессов – пример успешного комплексного решения проблем энергетики и энергоемких производств.
5. Управление риском – основа принятия решений выбора оптимальной стратегии развития.

Литература [2, с. 80-82]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные требования предъявляются к ресурсосберегающим технологиям?
2. Какие пути ведут к уменьшению потребления атмосферного воздуха промышленностью и транспортом?
3. Какие принципы лежат в основе создания экологически чистых и комплексных малоотходных технологий?

4. Расскажите об основных принципах создания энергосберегающих технологий.
5. Какие принципы лежат в выборе оптимальных стратегий развития производства?

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Подготовьте мультимедийную презентацию и доклад на тему: «Стратегия устойчивого экономического развития и политика ресурсосбережения и ресурсоэффективности в РФ».
2. Что представляет собой маркировка товара (товарные знаки)? Какие виды маркировки Вам известны? В каких случаях используются знаки, изображенные на рисунке 3??



Рис. 3. Объясните назначение представленных товарных знаков.

3. Что представляет собой экологическая маркировка? Как называются знаки, изображенные на рисунке 4? В каких случаях они используются?



Рис. 4. Экологическая маркировка товаров.

4. Подготовьте эссе по одной из предложенных тем: «Роль и место вопросов ресурсосбережения в современной экономической модели РФ», «Формирование ресурсно-инновационной модели РФ».

РАЗДЕЛ 5. АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ КАК ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: ПОНЯТИЕ СПЕЦИФИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ. ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОПАСНОСТЕЙ: ПАРАМЕТРЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ, УРОВНИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТЕЙ. КОНЦЕПЦИЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

Практическое занятие 7 (2 часа). Надежность сложных технических систем и экологический риск (семинарское занятие)

План:

1. Понятие надежности технической системы.
2. Показатели надежности технической системы.
3. Способы оценки надежности.
4. Математические зависимости для оценки надежности системы.
5. Расчет показателей надежности системы.
6. Логико-графические методы анализа надежности и риска.
7. Методы обеспечения надежности технических систем.

Литература [2, с. 83-90; 7, с. 10-39]

Практическое занятие 8 (2 часа). Основные принципы обеспечения экологической безопасности (семинарское занятие)

План:

1. Политика экологической безопасности; уменьшение последствий и компенсация ущерба. Научные основы оценки техногенных воздействий на окружающую среду. Предельно-допустимые концентрации. Пороговая и беспороговая концепции. Токсикологическое нормирование химических веществ.
2. Экологический подход к оценке состояния и регулированию качества окружающей среды. Экологическое и санитарно-гигиеническое нормирование. Предельно-допустимая экологическая нагрузка. Поля воздействий; поля концентраций.
3. Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов окружающей среды. Методы контроля воздействия на окружающую среду: биоиндикация, биотестирование.
4. Экологическая экспертиза природных экосистем и территорий, техногенных систем: принципы, модели, критерии оценки.

Литература [2, с. 72-74]

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экологическая безопасность?
2. На каких принципах основана оценка техногенных воздействий на окружающую среду?
3. Что такое предельно-допустимая концентрация?
4. Как осуществляется токсикологическое нормирование химических веществ.
5. Что такое предельно допустимая экологическая нагрузка?
6. Что такое поля воздействий?
7. Что такое поля концентраций?
8. Какие методы контроля воздействия на окружающую среду вы знаете?
9. С какой целью проводится экологическая экспертиза техногенных систем?

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Подготовьте доклад на тему: «Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов окружающей среды».
2. Оцените санитарное состояние воздуха, учитывая эффект суммации: В воздухе одновременно присутствуют пары фенола и ацетона в концентрациях: $C_{фен.} = 0,008$ мг/м, $C_{ацет.} = 0,334$ мг/м, соответствующее им $ПДК = 0,1$ и $0,35$ мг/м³. Выберите правильный ответ: а) состояние опасно для человека, б) состояние среды не влияет на человека.
3. Выберите правильный вариант ответа, обоснуйте Ваш выбор: В задачи службы мониторинга не входят: проведение наблюдений с помощью авиации и космических методов; контроль и оценка параметров среды в особо опасных районах; контроль выполнения природоохранного законодательства; прогнозирование изменения природной среды.
4. В водоёме обнаружены: нитриты по азоту 5 мг/л ($ПДК = 10$ мг/л), толуол 0,3 мг/л ($ПДК = 0,3$ мг/л), тринитротолуол 0,1 мг/л ($ПДК = 0,1$ мг/л). Дайте оценку санитарного состояния водоёма. Можно ли использовать воду данного водоёма и в каких целях?

РАЗДЕЛ 6. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА, СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ РИСКОВ. СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА РИСКА. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СТРАХОВАНИЕ

Практическое занятие 9 (2 часа). Экологическая оценка территории (семинарское занятие)

План:

1. Понятие об экологической оценке. Экологическая диагностика
2. Структура экологической оценки
3. Понятие эколого-хозяйственного баланса
4. Нормирование качества окружающей среды
5. Биоиндикация техногенных нарушений
6. Экологическое картографирование

Литература [1, с. 195-197]

Практические занятия 10-12 (6 часов). Решение задач по оценке техногенного риска (практические занятия, расчетные задания). Контрольная работа.

План:

Записать основные формулы для расчетов, научиться производить расчет риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов.

Литература [2, с. 31-33, с. 37-39]

Методика оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов:

1. При решении задач, в которых рассматривается вдыхание токсиканта, среднесуточное его поступление m , отнесенное к 1 кг массы тела человека (мг/кг·сут), рассчитывается по формуле 3 (выводится из формулы Ф. Габера):

$$m = \frac{C \times V \times f \times T_p}{P \times T} \quad (3),$$

где:

C – концентрация токсиканта в воздухе (мг/м³);

V – объем воздуха, поступающего в легкие в течение суток (м³/сут): считается, что взрослый человек вдыхает 20 м³ воздуха ежедневно;

f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта;

T_p – количество лет, в течение которых происходит воздействие токсиканта;

P – средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг;

T – усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

2. Если решаются задачи, связанные с потреблением питьевой воды, то среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека m (мг/л·сут), определяется в соответствии с формулой:

$$m = \frac{C \times v \times f \times T_p}{P \times T} \quad (4),$$

где:

C – концентрация токсиканта в питьевой воде (мг/л);

v – скорость поступления воды в организм человека (л/сут): считается, что взрослый человек выпивает ежедневно 2 л воды;

f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта;

T_p – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемая вода;

P – средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг;

T – усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

3. Если решаются задачи, связанные с потреблением продуктов питания, то среднесуточное поступление токсиканта с пищей m , приведенное к 1 кг массы тела человека (мг/кг·сут), определяется по формуле 5:

$$m = \frac{C \times M \times T_p}{P \times T} \quad (5),$$

где:

C – концентрация токсиканта в пищевых продуктах (мг/кг);

M – количество продукта, потребляемого за один год (кг);

T_p – количество лет, в течение которых потребляется рассматриваемый продукт;

P – средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг;

T – усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10 950 сут).

После расчета среднесуточного поступления токсиканта рассчитывается индекс опасности (Hazard Quotient) по формуле 6:

$$HQ = \frac{m}{H_D} \quad (6),$$

где:

HQ – индекс опасности;

H_D – пороговая мощность дозы токсиканта. Если $HQ < 1$, то опасность отсутствует, угрозы здоровью нет; если $HQ > 1$, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше индекс HQ превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или в пище содержится несколько токсикантов, то полный индекс опасности $HQ_{\text{сумм}}$ равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов:

$$HQ_{\text{сумм}} = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + \dots + HQ_n \quad (7),$$

Если $HQ_{\text{сумм}} < 1$, то опасность отсутствует, угрозы здоровью нет.

Образцы оценки риска угрозы здоровью при воздействии пороговых токсикантов:

1. Поступление токсиканта с водой.

Условие задачи: В одном из колодцев обнаружен тяжелый металл – хром (VI), причем его содержание в воде этого колодца в **10 раз** превысило значение *ПДК* хрома (VI) для питьевой воды (**0,005 мг/л**). Данным колодцем пользуются в течение **6 лет**. Рассчитайте индивидуальный риск угрозы здоровью. Пороговая мощность дозы хрома при попадании в организм с водой составляет **$5 \cdot 10^{-3}$ мг/кг·сут**.

$C = 10 \cdot ПДК = 0,005 \cdot 10 = 0,05$ мг/л;

$v = 2$ л/сут (*постоянная величина*);

$T_p = 6$ лет;

$f = 365$ сут (в году);

$P = 70$ кг (*постоянная величина*);

$T = 30$ лет = 10 950 сут. (*постоянная величина*);

$H_D = 5 \cdot 10^{-3}$ мг/кг·сут.

Решение:

Среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{C \times v \times f \times T_p}{P \times T} = \frac{0,05 \text{ (мг/л)} \times 2 \text{ (л/сут)} \times 365 \text{ (сут)} \times 6 \text{ (лет)}}{70 \text{ (кг)} \times 10\,950 \text{ (сут)}} \\ = 0,29 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = \frac{m}{H_D} = \frac{0,29 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 0,058 < 1.$$

Ответ: Опасность отравления, риск угрозы здоровью отсутствует.

2. Поступление токсиканта с воздухом.

Условие задачи: Рассчитайте индивидуальный риск угрозы здоровью в результате вдыхания паров ртути с концентрацией, равной **10** значениям ПДК этого элемента в воздухе. Считается, что пары ртути находятся в некотором помещении при неизменной концентрации, и что человек вдыхает пары ртути в течение **12 часов** ежедневно на протяжении **1 года**, но на **один месяц** уезжает в отпуск. Пороговая мощность дозы ртути при его поступлении с воздухом составляет **$8,6 \cdot 10^{-5}$ мг/кг·сут**. Значение ПДК ртути в воздухе составляет **0,0003 мг/м³**.

$$C = 10 \cdot \text{ПДК} = 0,0003 \cdot 10 = 0,003 \text{ мг/м}^3;$$

$$V = 10 \text{ м}^3/\text{сут за 12 часов (постоянная величина } 20 \text{ м}^3/\text{сут – за 24 часа)};$$

$$T_p = 1 \text{ год};$$

$$f = 335 \text{ сут/год (= 365 дней в году – 30 дней отпуск)};$$

$$P = 70 \text{ кг (постоянная величина)};$$

$$T = 30 \text{ лет} = 10\,950 \text{ сут. (постоянная величина)};$$

$$H_D = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ мг/кг} \cdot \text{сут}.$$

Решение:

Среднесуточное поступление токсиканта с водой на 1 кг массы тела человека:

$$m = \frac{C \times V \times f \times T_p}{P \times T} = \frac{0,003 \text{ (мг/м}^3) \times 10 \text{ (м}^3/\text{сут)} \times 335 \text{ (сут)} \times 1 \text{ (год)}}{70 \text{ (кг)} \times 10\,950 \text{ (сут)}} \\ = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ (мг/кг} \cdot \text{сут)}.$$

Индекс опасности:

$$HQ = \frac{m}{H_D} = \frac{1,3 \cdot 10^{-5}}{8,6 \cdot 10^{-5}} = 0,15 < 1.$$

Ответ: Опасность отравления, риск угрозы здоровью отсутствует.

1. Техногенные системы и экологический риск: учебно-метод. пособие для бакалавров / Авт.-сост. Е. Ю. Александрова. – Мурманск : МАГУ, 2016. – 143 с. – ISBN 978-5-4222-0273-7. – С. 31-33, 37-39 (образцы решения задач).

Практическое занятие 13 (2 часа). Количественная оценка опасных воздействий (семинарское занятие)

План:

1. Методология оценки риска - основа для количественного определения и сравнения опасных факторов, воздействующих на человека и окружающую среду.
2. Основные понятия, определения, термины.
3. Риск, уровень риска, его расчет. Оценка риска на основе доступных данных. Сравнение и анализ рисков в единой шкале.
4. Виды опасностей. Вероятность и последствия. Оценка и прогноз.
5. Наиболее опасные факторы воздействия на здоровье населения и окружающую среду.
6. События с высокой и низкой вероятностью.

7. Систематические опасные воздействия на человека и окружающую среду.
8. Основные подходы к оценке риска крупномасштабных аварий с большими последствиями.
9. Долгосрочные эффекты опасных воздействий.
10. Оценка риска природных опасностей.
11. Особенности управления риском в экстремальных условиях.

Литература [2, с. 91-105; 7, с. 307-335]

Вопросы для самоконтроля:

1. Как производится оценка экологического риска?
2. Что такое уровень риска?
3. Какие виды опасностей вы знаете?
4. Какие факторы воздействия наиболее опасны для здоровья населения и окружающей среды?
5. Какие систематические опасные воздействия на человека и окружающую среду вы знаете?
6. Какие основные подходы к оценке риска крупномасштабных аварий существуют?
7. Какие долгосрочные эффекты опасных воздействий вам известны?
8. Как оценивают риск от природных опасностей?
9. Что такое управление риском?

Задания для самостоятельной работы студентов:

1. Проанализируйте «дерево» (орграф), изображенное на рисунке 5, определите его типологию.

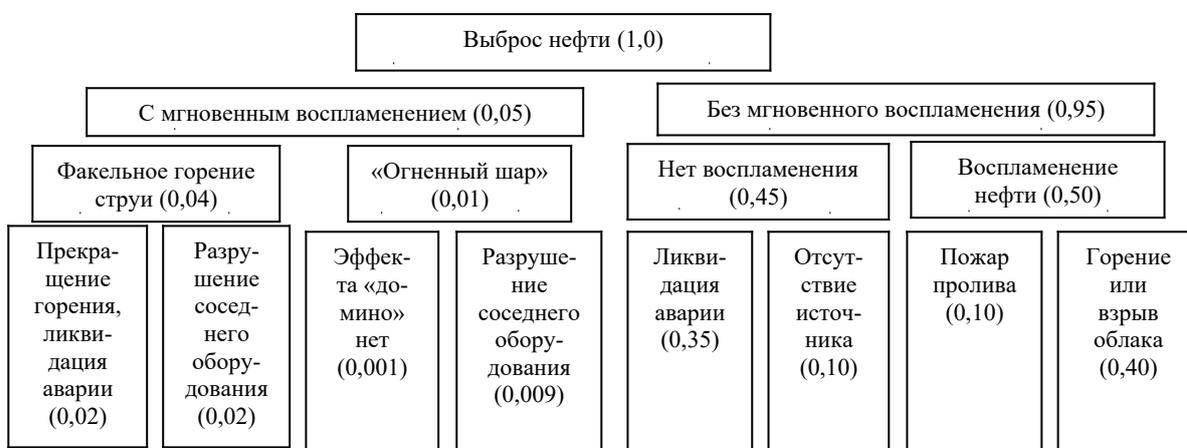


Рис.5. Проанализируйте предложенный орграф.

2. Постройте ориентированный граф, исходя из предложенной ситуации: при условии, если произойдет разгерметизация ж/д цистерны с бензином на сливно-наливной эстакаде (1,0) последующие события могут развернуться двумя путями: образуется пролив горючей жидкости (с вероятностью 0,2) или пролив локализируют и ликвидируют (с вероятностью 0,8). Если пролив жидкости все же произойдет, то возможно испарение с поверхности пролива с образованием ТВО (0,13), которое приведет к воспламенению ТВО, взрыву (0,01) или рассеиванию ТВО (0,12), либо испарение не произойдет, а пролив воспламенится, возникнет пожар (0,07), который может привести либо к тепловому воздействию на конструкционные материалы и людей (0,01), либо пожар локализируют и ликвидируют (0,06). Если все же образовались ТВО, которые воспламенились (взрыв), то возможно развитие двух событий: разрушение зданий, поражение

ударной волной, травмирование людей (0,0014) или опасных последствий наблюдаться не будет (0,0086).

3. Предложите свою ситуацию и опишите развитие ее событий посредством построения орграфа.

Практическое занятие 14 (2 часа). Анализ риска. Основные направления и методы снижения экологического риска от загрязнения окружающей среды (семинарское занятие)

План:

1. Региональная оценка риска.
2. Расчет и построение полей риска на картографической основе.
3. Зоны экологического риска.
4. Социальные аспекты риска; восприятие рисков и реакция общества на них.
5. Критерии социального и экономического развития общества, характеризующие условия устойчивого развития.
6. Экономический подход к проблемам безопасности; стоимостная оценка риска; приемлемый уровень риска.
7. Связь уровня безопасности с экономическими возможностями общества.
8. Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов. Размещение промышленных объектов и охрана окружающей среды.
9. Методы предотвращения загрязнения вод, очистка сточных вод от возбудителей болезней, органических и неорганических соединений, радиоактивных веществ, питательных веществ и термальных загрязнений.
10. Переработка жидкофазных отходов, использование ценных компонентов.
11. Методы уменьшения объема сточных вод. Система оборотного водоснабжения. Озонирование.
12. Методы очистки атмосферы от газообразных и аэрозольных загрязнителей, фтористых соединений, радиоактивных веществ.
13. Методы снижения и предотвращения выбросов загрязнителей в атмосферу. Разработка и реализация новых технологий, отличающихся отсутствием выбросов "парниковых" газов.
14. Твердые отходы; их свойства: городской мусор, ил сточных вод, отходы сельскохозяйственного производства, целлюлоза и бумага, отходы химической промышленности, зола, шлак.
15. Переработка отходов; захоронение. Химическая и биохимическая обработка отходов.
16. Термические способы обезвреживания. Использование методов разделения веществ для классификации и утилизации отходов.
17. Экологически безопасное удаление и использование токсичных химических веществ и опасных твердых отходов. Безопасное и экологически обоснованное удаление радиоактивных отходов. Экологически безопасное использование биотехнологий
18. Проблемы охраны окружающей среды в процессе сельскохозяйственного производства. Нарушение биологического равновесия в результате применения удобрений и ядохимикатов; методы предотвращения и ликвидации вредных последствий их использования.

Литература [2, с. 91-105; 7, с. 307-335]

Вопросы для самоконтроля:

1. Как производится региональная оценка риска?
2. Что такое поля риска?
3. Какие зоны экологического риска существуют на территории РФ?

4. Какие социальные аспекты экологического риска вы знаете?
5. Каковы условия устойчивого развития общества?
6. В чём заключается экономический подход к проблемам экологической безопасности?
7. Насколько связан уровень экологической безопасности с экономическими возможностями общества?
8. Какие проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов существуют в современном мире?
9. Какие методы предотвращения загрязнения вод вам известны?
10. Какие методы предотвращения загрязнения атмосферы вы знаете?
11. Какие виды твёрдых отходов вам известны?
12. Какие методы переработки твёрдых отходов вы знаете?
13. Какие требования предъявляются к захоронениям твёрдых отходов?
14. Какие проблемы возникают при удалении токсичных отходов?
15. Какие проблемы возникают при удалении радиоактивных отходов?
16. В чём состоит потенциальная экологическая опасность биотехнологий?
17. Какие экологические проблемы порождает современное сельскохозяйственное производство?

Задания для самостоятельной работы:

1. Расчёт стоимостной оценки экологического риска.
2. Расчёт приемлемого уровня риска.
3. Расчёт степени очистки сточных вод.
4. Расчёт степени очистки газо-пылевых выбросов.
5. Расчёт норм накопления твёрдых отходов.

III. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

IV. Методические рекомендации по подготовке доклада к практическим занятиям:

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.