

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра ПРИКЛАДНОЙ И СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИИ

Рабочая программа по дисциплине

**ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль):

**Физика**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Физика»

  
Бобровский А.П.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета

19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
27 03 2018 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Автор-разработчик:

  
Митрофанова Т.А.

Санкт-Петербург 2018

Рецензент:

Шмакова Марина Валентиновна, научный сотрудник Института Озероведения  
Российской академии наук

## **1 Цели освоения дисциплины**

*Цели изучения* дисциплины «Техногенные системы и экологический риск» связаны с формированием у будущих бакалавров теоретических знаний и практических навыков проведения оценки экологических рисков и способности к применению этих знаний при принятии решений и в практической деятельности в области природопользования.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Техногенные системы и экологический риск» (Б1.В.13) по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, бакалавриат, относится к обязательным дисциплинам вариативной части цикла, читается на седьмом семестре.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Численные методы и математическое моделирование», «Линейные и нелинейные уравнения физики», «Экология» и «Основы природопользования».

Параллельно с дисциплиной «Техногенные системы и экологический риск» изучаются «Экологический менеджмент» и «Экологический мониторинг».

## **Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Код компе- | Компетенция |
|------------|-------------|
|------------|-------------|

|        |  |
|--------|--|
| тенции |  |
| ОПК-1  | способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук |
| ОПК-4  | способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности                           |
| ОПК-5  | способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией  |
| ПК-1   | способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин  |

После освоения курса «Техногенные системы и экологический риск» бакалавр *должен знать*:

- основные элементы анализа экологического риска;
- основные нормативные уровни экологического риска;
- концепцию приемлемого риска;
- нормативные документы, регламентирующие проведение оценки рисков различных видов деятельности;
- суть, состав и назначение оценки риска здоровью

Бакалавр *должен уметь*:

- оценивать риск здоровью человека на основе исследований неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в связи с загрязнением окружающей среды;
- проводить многокомпонентную оценку экологического ущерба при авариях и чрезвычайных ситуациях;
- составлять и анализировать матрицы экологического риска при проектировании и эксплуатации опасного объекта;
- проводить расчет размера экологического риска при авариях.

Бакалавр *должен владеть*

- современными отечественными и зарубежными методами оценки социально-экономического ущерба, ущерба компонентам окружающей среды и ущерба здоровью при проектировании и эксплуатации технических объектов;

- навыками анализа и оценки экологического риска, возникающего вследствие функционирования различных техногенных систем.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Техногенные системы и экологический риск» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

| Этап (уровень) освоения компетенции | Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня) |  |   |   |  |
|-------------------------------------|---|--|---|---|--|
|                                     | 1.  | 2.   | 3.  | 4.  | 5.   |
| минимальный                         | не владеет  | слабо ориентируется в терминологии и содержании        | Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой                    | Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой   | Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала  |
|                                     | не умеет  | не выделяет основные идеи                              | Способен показать основную идею в развитии  | Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами  | Может соотнести основные идеи с современными проблемами  |
|                                     | не знает  | допускает грубые ошибки                                | Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике                      | Понимает специфику основных рабочих категорий   | Способен выделить характерный авторский подход   |
| базовый                             | не владеет  | плохо ориентируется в терминологии и содержании        | Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал           | Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций   | Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал  |
|                                     | не умеет  | выделяет основные идеи, но не видит проблем            | Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее                                      | Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой   | Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике   |
|                                     | не знает  | допускает много ошибок                                 | Может изложить основные рабочие категории   | Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области  | Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области  |
| продвинутый                         | не владеет  | ориентируется в терминологии и содержании              | В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой | Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению  | Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области                     |
|                                     | не умеет  | выделяет основные идеи, но не видит их в развитии      | Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания      | Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа | Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области |
|                                     | не знает  | допускает ошибки при выделении рабочей области анализа | Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа      | Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить   | Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа   |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

Для 2015, 2016, 2017, 2018 г. набора

| <b>Объём дисциплины</b>  | <b>Всего часов</b> |
|--|--------------------|
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>   | <b>144</b>         |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b> | <b>54</b>          |
| в том числе:   |                    |
| лекции   | <b>18</b>          |
| практические занятия   | <b>18</b>          |
| Лабораторные занятия   | <b>18</b>          |
| <b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>   | <b>90</b>          |
| в том числе:   |                    |
| курсовая работа  | -                  |
| контрольная работа   | -                  |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>  | <b>экзамен</b>     |

##### 4.1. Структура дисциплины

| <b>№ п/п</b> | <b>Раздел и тема дисциплины</b> | <b>Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.</b> | <b>Формы текущего контроля успеваемости</b> | <b>Занятия в активной и интерактивной форме, час.</b> | <b>Формируемые компетенции</b> |
|--------------|---------------------------------|---|---|---|--------------------------------|
|--------------|---------------------------------|---|---|---|--------------------------------|

|   |  | Семестр | Лекции | Практические занятия | Лаборат | Самостоят |                               |   |               |
|---|--|---------|--------|----------------------|---------|-----------|-------------------------------|---|---------------|
| 1 | Концепция природно-технической системы<br>Тема 1. Понятие сложного системного объекта.<br>Тема 2. Концепция природно-технических систем.<br>Тема 3 Исследование взаимодействия техники и природной среды и концепция геотехнических систем.  | 7       | 2      | 2                    | 2       | 18        |                               |   | ОПК-1<br>ПК-1 |
| 2 | Философские и правовые аспекты риска<br>Тема 1. Основные подходы к определению понятия «риск» в России и за рубежом.<br>Тема 2. Экологическая опасность. Экологическая безопасность.<br>Тема 3. Методы анализа экологического риска.<br>Классификация экологических рисков.  | 7       | 2      | 2                    | 2       | 18        | Расчетно-графическая работа 1 | 4 | ОПК-1         |
| 3 | Регулирование риска в схеме управления природно-техническими системами<br>Тема 1. Типы управляемых ПТС. Управление ПТС через концепцию устойчивого развития, приемлемого риска, оправданного риска. Управление риском.<br>Тема 2. Основные нормативные уровни экологического риска.<br>Тема 3. Количественная оценка экологического риска. | 7       | 4      | 4                    | 4       | 18        | Реферат                       | 6 | ОПК-4<br>ПК-1 |
| 4 | Оценка экологического риска при авариях  | 7       | 6      | 6                    | 6       | 18        | Расчетно-                     | 4 | ОПК-4,        |



|   |   |  |    |    |    |           |   |    |                 |
|---|---|--|----|----|----|-----------|---|----|-----------------|
|   | Тема 1. Оценка экологического ущерба в случае аварии<br>Тема 2. Оценка экологического риска от аварии на опасных объектах   |  |    |    |    |           | графическая работа 2 и 3<br><br>Реферат |    | ОПК-5<br>ПК-1   |
| 5 | Оценка риска здоровью<br>Тема 1. Оценка риска здоровью в системе оценки экологических рисков в Российской и зарубежной практике. Суть, состав и назначение оценки риска здоровью.<br>Тема 2. Основные этапы оценки риска здоровью.<br>Тема 3. Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска. |  | 4  | 4  | 4  | 18        | Расчетно-графическая работа 4 и 5       | 4  | ОПК-4, ОПК-ПК-1 |
|   | ИТОГО   |  | 18 | 18 | 18 | <b>90</b> |   | 18 |                 |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Концепция природно-технической системы

#### Тема 1. Понятие сложного системного объекта.

Понятие сложного системного объекта. Общие свойства системы: целостность, связанность, эмерджентность, синергичность, устойчивость, иерархичность, организованность и управляемость системы, её открытость и замкнутость.

#### Тема 2. Концепция природно-технических систем.

Концепция природно-технических систем (ПТС). История становления понятий. Появление в XX веке концепции ноосферы как «мыслящей» оболочки, формирующейся человеческим сознанием.

*Тема 3 Исследование взаимодействия техники и природной среды и концепция геотехнических систем.*

Понятие геотехнической системы как физико-географической размерности, с естественными, но измененными в результате антропогенной деятельности, и техническими частями, которые взаимосвязаны и функционируют в составе единого целого. ПТС как совокупность форм и состояний взаимодействия компонентов природной среды с инженерными сооружениями на всех стадиях функционирования. Выделение в ПТС подсистем по взаимодействию техники с компонентами природы: геотехнических, биотехнических, антропотехнических, акватехнических, историко-архитектурных.

Понятие инженерного сооружения в составе ПТС. Сфера влияния технического объекта, её зоны, подзоны и пояса, в пределах которых природные процессы детерминированы функционированием технического блока. Примеры и анализ современных ПТС, поддержание их целостности через потоки вещества, энергии и информации.

### 4.2.2 Философские и правовые аспекты риска

*Тема 1. Основные подходы к определению понятия «риск» в России и за рубежом.*

Основные подходы к определению понятия «риск» в России и за рубежом. Экологический риск, его сущность, структура. Факторы риска среды обитания. Опреде-

ления термина “риск” как тождественный термину “опасность”. Определения термина “риск” как возможности или вероятности неблагоприятного события или процесса. Определения термина «экологический риск».

*Тема 2. Экологическая опасность. Экологическая безопасность.*

Опасность. Экологическая опасность. Безопасность. Экологическая безопасность. Основные факторы экологической опасности. Экологическая безопасность: субъекты и объекты. Риск, опасность, вероятность, ущерб: сходства и отличия этих понятий. Интеграция понятия экологический риск в проблемы обеспечения экологической безопасности.

*Тема 3. Методы анализа экологического риска. Классификация экологических рисков.*

Методы анализа экологического риска. Классификация экологических рисков. Коллективный риск. Социальный риск. Индивидуальный риск. Потенциальный риск. Техногенный риск.

*4.2.3 Регулирование риска в схеме управления природно-техническими системами*

*Тема 1. Типы управляемых ПТС. Управление ПТС через концепцию устойчивого развития, приемлемого риска, оправданного риска. Управление риском.*

Типы управляемых ПТС: локальные, местные, региональные. Понятие управления ПТС. «Жесткое» и «мягкое» управление. Командно-административное управление. Экономическое управление, страхование. Федеральное и региональное законодательство в области промышленной и экологической безопасности.

Управление ПТС через концепцию устойчивого развития, приемлемого риска, оправданного риска. Управление риском. Стадии процесса управления риском.

*Тема 2. Основные нормативные уровни экологического риска.*

Основные нормативные уровни экологического риска. Концепция приемлемого риска. Принципы определения области недопустимых, допустимых и пренебрежимо малых рисков в России и за рубежом. Кривая приемлемого социального риска. Построение F/N диаграммы. Фоновые риски. Мотивированный и немотивированный риск.

Механизмы государственного регулирования природной и техногенной безопасности. Экологическое законодательство и стандарты как инструменты управления экологическими рисками. Федеральное и региональное законодательство в области

промышленной и экологической безопасности. Правовое регулирование безопасности опасных производств. Методологические особенности страхования риска загрязнения окружающей среды.

*Тема 3. Количественная оценка экологического риска.*

Количественная оценка экологического риска. Риски различных видов деятельности. Техногенный риск. Индивидуальный риск. Коллективный риск. Социальный риск. Потенциальный риск. Поле потенциального риска гибели человека.

Гидрометеорологические риски. Управление риском чрезвычайных ситуаций.

*4.2.4 Оценка экологического риска при авариях*

*Тема 1. Оценка экологического ущерба в случае аварии*

Оценка воздействия на атмосферный воздух при авариях. Оценка последствий взрыва и последовавшего за ним пожара. Расчет размера вреда для водных объектов и пути его снижения. Расчет размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами при различных сценариях аварии. Социально-экономический ущерб при авариях, ущерб при травмировании персонала. Оценка ущерба флоре и фауне.

*Тема 2. Оценка экологического риска от аварии на опасных объектах*

Опасные объекты. Экологический риск для точечных, площадных и линейных опасных объектов. Оценка экологического риска при авариях на технических объектах. Базы данных по авариям. Расчет размера экологического риска при авариях. Критерии степени риска аварий на магистральных продуктопроводах. Оценка экологического риска для магистральных продуктопроводов, расчет, анализ, нормирование. Графоаналитические методы оценки экологического риска. Матрица экологического риска: принцип построения, применение.

*4.2.5 Оценка риска здоровью*

*Тема 1. Оценка риска здоровью в системе оценки экологических рисков в Российской и зарубежной практике. Суть, состав и назначение оценки риска здоровью.*

Оценка риска здоровью в системе оценки экологических рисков в Российской и зарубежной практике. Суть, состав и назначение оценки риска здоровью. Оценка риска здоровью по сокращению ожидаемой продолжительности жизни. Основные геоэкологические факторы риска здоровью горожан.

*Тема 2. Основные этапы оценки риска здоровью.*

Основные этапы оценки риска здоровью. Задачи и состав работ на этапе идентификация опасности. Критерии приоритетности химических веществ для оценки риска здоровью. Оценка экспозиции загрязняющих веществ на человека. Уравнение интегрированной воздушной экспозиции. Зависимости «доза – ответ». Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Линейные и квадратичные уравнения зависимости «доза – ответ». Характеристика риска. Сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости.

*Тема 3. Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска.*

Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска. Классификация уровней риска здоровью. Роль человеческого фактора в оценках и управлении риском. Приоритизация экологических рисков. Модели для расчета экологического риска для человека. Способы уменьшения неопределенности оценки риска здоровью.

#### 4.3 Практические занятия, их содержание

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Формы проведения     | Формируемые компетенции  |
|-------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|
| 1     | 2                    | 1. Анализ опасных процессов и явлений в России с использованием рискологической концепции.  | практическое занятия | ОПК-1                    |
| 2     | 4                    | 2. Расчет и оценка риска по трассе НП.<br>3. Оценка экологического риска при проектировании и функционировании техногенных систем с использованием матрицы риска. | практические занятия | ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-1 |
| 3     | 5                    | 4. Оценка риска здоровью при воздействии пороговых веществ.<br>5. Оценка риска здоровью при воздействии беспороговых веществ.                                     | практические занятия | ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-1 |

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

5.1. Текущий контроль

Пять расчетно-графических заданий

Рефераты

**а) Примерные темы рефератов (эссе, докладов, сообщений)**

**Раздел 3.** «Регулирование риска в схеме управления природно-техническими системами».

Варианты исходных данных для выполнения работы выбрать в соответствии с последней цифрой в номере зачетной книжки (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

*Вариант 1*

Задание 1. Экологическая опасность (привести не менее трех определений с указанием источника цитирования). Основные факторы экологической опасности. Источники и последствия экологической опасности. Ответ проиллюстрировать примерами.

Задание 2. Обосновать необходимость применения понятия «риск» при обеспечении экологической безопасности.

Задание 3. Выделите основные признаки техногенных систем. По этим признакам составьте подробное описание конкретной техногенной системы (город, завод, порт по выбору). Чем отличаются техногенные системы от природных?

Задание 4. Коллективный риск, его связь с потенциальным риском (определения, формулы, анализ).

*Вариант 2*

Задание 1. Риск и ущерб, проанализировать и сопоставить понятия. Способы количественной оценки ущерба при оценке экологического риска, перечислите, дайте характеристику. По каждому способу приведите несколько примеров из практики.

Задание 2. Приведите основные определения терминов «опасность» и «безопасность», укажите источники цитирования. Сопоставить и проанализировать эти понятия. Основные причины экологической опасности в России. Приведите примеры.

Задание 3. Индивидуальный риск, определение, формулы, принцип применения данного понятия при обеспечении безопасности.

Задание 4. Концепция приемлемого риска, проблемы и принципы определения приемлемого риска. Показать графически.

### *Вариант 3*

Задание 1. «Опасность» и «безопасность», сопоставить понятия. Отдельно описать, в чем сходства и в чем отличия данных понятий.

Задание 2. Принципы определения приемлемости риска. Мотивированный и немотивированный риск, приведите примеры.

Задание 3. Управление риском и страхование. Подход Бернулли. Примеры применения.

Задание 4. Потенциальный риск. Коллективный риск. Индивидуальный риск. Показать их взаимосвязь.

### *Вариант 4*

Задание 1. Сходство и отличие понятий «опасность» и «риск», понятий «вероятность» и «риск». Пояснить на конкретных примерах.

Задание 2. Основные нормативные уровни экологического риска. Область недопустимых, допустимых и пренебрежимо малых рисков. Приведите определения со ссылкой на источник, покажите взаимосвязь этих понятий. Фоновые показатели риска в России.

Задание 3. Потенциальный риск, (формула). Поле потенциального риска гибели человека от точечного и линейного опасного объекта (показать графически).

Задание 4. Управление риском и страхование. Подход Колумба. Примеры применения.

### *Вариант 5*

Задание 1. Понятие риска и его толкование. Современные подходы к определению термина «риск». История формирования науки о риске. Основная цель интеграции понятия риска в проблемы обеспечения экологической безопасности.

Задание 2. Основные нормативные уровни экологического риска. Показать взаимосвязь. Ответ пояснить на конкретных примерах.

Задание 3. Техногенный риск. Показать его связь с экологическим риском, привести примеры (не менее трех).

Задание 4. Каковы основные причины техногенных аварий? Приведите примеры техногенных аварий и проанализируйте факторы, которые их вызвали.

#### **Раздел 4. «Оценка экологического риска при авариях»**

1. Расчет размера экологического риска при авариях, основные этапы.
2. Оценка возможного ущерба при аварии на конкретном объекте.
3. Оценка ущерба водным объектам при аварии на магистральных продуктопроводах.
4. Оценка ущерба воздуху при аварии на нефтепроводе с возгоранием.
5. Оценка возможного ущерба земельным ресурсам в случае аварии с проливом нескольких загрязняющих веществ.
6. Расчет прямых потерь при аварии.
7. Расчет опосредованных потерь при аварии.
8. Оценка социально-экономического ущерба в случае травмирования/гибели персонала.

#### **в) Описание расчетно-графических работ**

Все задания в работах выполняются по вариантам.

**Расчетно-графическая работа 1:** «Анализ опасных процессов и явлений в России с использованием рискологической концепции».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 2: «Философские и правовые аспекты риска».

Целью работы является ознакомление с основными количественными характеристиками риска (природного, социального, экономического) и выявление наиболее опасных явления и процессов в РФ. В качестве исходных данных приводятся статистические характеристики природного, социального и экономического рисков на территории России.



**Расчетно-графическая работа 2:** «Расчет и оценка экологического риска при проектировании нефтепровода».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 4: «Оценка экологического риска при авариях».

По утвержденным в РФ методикам сделать заключительный этап расчёта и оценки экологического риска от аварии на нефтепроводе для двух сценариев: сценарий 1 – гильотинный разрыв трубы, сценарий 2 – образования в трубе свища (отверстия с диаметром до 1 см).

**Расчетно-графическая работа 3** «Оценка экологического риска при проектировании и функционировании техногенных систем с использованием матрицы риска».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 4: «Оценка экологического риска при авариях».

По матрице риска оценить экологический риск, возникающий при функционировании опасных объектов (опасные объекты для работы выбираются по вариантам).

**Расчетно-графическая работа 4:** «Оценка риска здоровью при воздействии пороговых веществ».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 5: «Оценка риска здоровью».

Пример задания по работе.

#### *1 вариант*

Население посёлка потребляет питьевую воду из реки. Во время весеннего паводка (12 недель в году) в водах реки в створе посёлка были обнаружены нефтепродукты, их концентрация составила 0,2 мг/л. Кроме того, в воде обнаружен хлор (0,3 мг/л) и нитраты (45 мг/л). Рассчитать и оценить риск здоровью населения при потреблении такой воды в течение 10 лет.

Взрослый человек в среднем потребляет 2 литра воды за сутки, средняя масса тела взрослого составляет 70 кг. Усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность возможного воздействия токсиканта за время жизни человека), при расчете неканцерогенного риска обычно принимается равным 30 годам (10 950 сут).

**Расчетно-графическая работа 5:** «Оценка риска здоровью при воздействии беспороговых веществ».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 5: «Оценка риска здоровью».

Пример задания по работе.

*1 вариант*

Химический завод, в состав выбросов которого входят формальдегид, трихлорэтилен и дихлорметан, имеет санитарнозащитную зону, по периметру которой концентрации этих соединений близки к их ПДК. Оценить риск здоровью для населения, проживающего в непосредственной близости к границам данной санитарнозащитной зоны по следующей схеме: для каждого канцерогена рассчитать и оценить индивидуальные канцерогенные риски; для комбинированного воздействия всех соединений рассчитать и оценить общий индивидуальный канцерогенный риск и коллективный риск. Расчеты провести для одного года постоянной экспозиции (365 дней). Количество экспонируемого населения составляет 250 человек.

Скорость поступления компонента окружающей среды (воздуха) в организм взрослого человека в среднем составляет  $20 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Средняя масса тела взрослого человека – 70 кг. Концентрации веществ принять равными их ПДК.

## 5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при подготовке к написанию контрольных и расчетно-графических заданий, к промежуточному контролю студент должен изучить и использовать лекционный материал, а так же свои конспекты, сделанные на семинарских и практических занятиях. Кроме того, нужно ознакомиться с соответствующими разделами основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне Интернет-ресурсы.

## 5.3. Промежуточный контроль:

Экзамен, 2 вопроса.

### Перечень вопросов к зачёту и экзамену

1. Понятие риска и его толкование. Современные подходы к определению термина «риск». История формирования науки о риске.
2. Двумерное определение риска при его количественном оценивании.
3. Экологический риск и его сущность. Основные направления его толкования. Обосновать необходимость применения данного понятия при обеспечении экологической безопасности.
4. Опасность, экологическая опасность. Основные факторы экологической опасности. Источники и последствия экологической опасности.
5. Безопасность: субъекты и объекты. Понятия «опасность» и «безопасность», раскрыть суть, сопоставить.
6. Риск, опасность и вероятность: раскрыть суть понятий, сопоставить.
7. Сходство и отличие понятий «опасность» и «риск».
8. Сходство и отличие понятий «вероятность» и «риск», «ущерб» и «риск».
9. Основная цель интеграции понятия риска в проблемы обеспечения экологической безопасности.
10. Основные нормативные уровни экологического риска. Принципы определения. Показать взаимосвязь.
11. Техногенный риск. Показать его связь с экологическим риском, привести примеры (не менее трех).
12. Потенциальный риск. Коллективный риск. Индивидуальный риск. Показать их взаимосвязь.
13. Область недопустимых, допустимых и пренебрежимо малых рисков, принципы определения. Фоновые показатели риска в России.
14. Фоновые показатели риска в России, привести числовые значения, пояснить значение.

15. Концепция приемлемого риска, проблемы и принципы определения приемлемого риска. Показать графически.
16. Количественные показатели риска определения, назначение, формулы.
17. Потенциальный риск, его связь с коллективным риском (формулы). Поле потенциального риска гибели человека от точечного и линейного опасного объекта.
18. Коллективный риск (формула). Построение  $F/N$  диаграммы. Кривая приемлемого социального риска.
19. Понятие индивидуального риска. Способы его оценки.
20. Принципы определения приемлемости риска. Мотивированный и немотивированный риск, привести примеры.
21. Подходы к управлению риском. Основные принципы и критерии управления риском (четыре принципа).
22. Управление риском и страхование. Подход Бернулли. Примеры применения.
23. Управление риском и страхование. Подход Колумба. Примеры применения.
24. Расчет размера экологического риска при авариях. Основные этапы.
25. Оценка прямых и опосредованных потерь при аварии.
26. Оценка риска от аварии на опасных объектах. Социально-экономические потери.
27. Оценка ущерба при травмировании персонала.
28. Оценка ущерба в случае гибели людей.
29. Оценка экологического ущерба при авариях (на примере водных объектов).
30. Расчет размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами.
31. Воздействия на атмосферный воздух при аварии связанной с проливом нефти при отсутствии возгорания (формулы).
32. Оценка воздействия на атмосферный воздух при аварии связанной с проливом нефти в случае возникновения пожара.
33. Построение графика распределения экологического риска по трассе продуктопровода.

34. Оценка показателей риска (риска потерь нефти и экологического риска) по длине трассы магистрального нефтепровода. Формулы расчета риска потерь нефти и экологического риска.
35. Построение графика распределения суммарной длины участков магистрального нефтепровода по показателю риска загрязнения окружающей среды. Алгоритм построения, назначение.
36. Лингвистическая оценка распределения экологического риска по трассе: критерии степени риска аварий на магистральных продуктопроводах.
37. Распределение суммарной длины участков продуктопровода по показателю риска загрязнения окружающей среды.
38. Принципы построения матрицы экологического риска.
39. Назначение матрицы экологического риска, принципы применения при нормировании воздействия строящихся объектов на природную среду.
40. Оценка риска здоровью. Показать связь с оценкой экологического риска. Показатель LLE (loss of life expectancy) по Бернаруд Коэну.
41. Оценка риска здоровью, этапы, раскрыть суть и назначение каждого этапа.
42. Риск здоровью, идентификация опасности. Суть, цель и задачи данного этапа оценки риска здоровью.
43. Оценка экспозиции химических веществ для человека. Состав работ на данном этапе, уравнение интегрированной воздушной экспозиции для человека.
44. Построение зависимости «доза-ответ». Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Показать графически.
45. Канцерогенные и неканцерогенные эффекты при оценке риска здоровью. Обоснование выбора детского населения в качестве индикатора экологического состояния территории.
46. Пороговая и беспороговая концепция при оценке риска здоровью. Определить основные проблемы оценки зависимости «доза – ответ» для обеих концепция. Понятие острого и хронического воздействия.

**Образец экзаменационного билета:**

РГГМУ

Кафедра Прикладной экологии

Дисциплина Техногенные системы и экологический риск

1. Коллективный риск (формула). Построение  $F/N$  диаграммы. Кривая приемлемого социального риска.
2. Распределение суммарной длины участков продуктопровода по показателю риска загрязнения окружающей среды.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Методика оценки последствий химических аварий (методика «ТОКСИ»), согласованная Госгортехнадзором России (письмо от 03.07.98 № 10-03/342), НТЦ «Промышленная безопасность», 1999.
3. РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах». Утверждено АК «Транснефть», приказ от 30.12.99 № 152; согласовано Госгортехнадзором России, письмо от 07.07.99 № 10-03/418.
4. РД «Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах» (утв. Минтопэнерго РФ, АК «Транснефть», 1996.)
5. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678).
6. РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» (утв. Постановлением №63 от 29.10.2002 Федеральным горным и промышленным надзором России).
7. Временные рекомендации по разработке планов локализации аварийных ситуаций на химико-технологических объектах. (Госгортехнадзор СССР, 05.07.90).

8. Ваганов П.А., Им М.-С. Экологические риски. Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПб.ГУ. 2001. - 152 с.
9. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Санкт-Петербург.: Дейта, 1997. -104 с.
10. Музалевский А.А., Воробьев О.Г., Потапов А.И. Экологический риск. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2001. Изд. СЗТУ. 110 с.
11. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. Министерство науки и образования Российской Федерации, Российский государственный гидрометеорологический университет. - Санкт-Петербург: РГГМУ, 2011. - 448 с.
12. Карлин Л.Н., Ванкевич Р.Е., Тумановская С.М., Андреева Е.С., Ефимова Ю.В., Хаймина О.В., Клеванный К.А., Фрумин Г.Т., Ерёмина Т.Р., Ершова А.А. Гидрометеорологические риски. Монография. Под редакцией проф. Л.Н. Карлина. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. - 282 с.
13. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 14, ст. 1650)
14. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. (ГН 1.1.725 – 98) – Москва: Минздрав России. – 1999. – 23 стр.
15. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Дополнения и изменения 1 к ГН 1.1.725–98: Гигиенические нормативы. – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2004. – 5с.
16. Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ (СГС)// ООН, Нью-Йорк, Женева. – 2003 г.
17. Doll R., Peto R. The causes of cancer. – Oxford New York: Oxford Univ. Press. – 1981. – P.1197-1312.
18. Гигиена, токсикология, санитария, Гигиенические нормативы ГН 1.1.725-98, "Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека", (утв. постановлением Главного государственного санитарного, врача РФ от 23 декабря 1998 г. N 32)

19. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03, утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.
20. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
21. Е. Е. Конопотчик, Тяжелые металлы в пищевой продукции, реализуемой на территории Хабаровского края Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ», 2013, Том 4, No 2, С. 50 – 56.
22. Assessment of technologies for determining cancer risks from the environment. Office of technology assessment. Congress of the USA. – Washington. – 1981. – 240 p.

б) дополнительная:

1. Биненко В.И., Донченко В.К., Растоскуев В.В. Риски и экологическая безопасность природно-хозяйственных систем: монография/; СПбГУ. - СПб., 2012. – 352 с.
2. Башкин В.Н. Экологические риски. Расчет, управление, страхование. Москва. Высшая школа. 2007. 358 с.
3. Быков А.А., Соленова Л.Г., Земляная Г.М., Фурман В.Д. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды. М.: Издательство "АНКИЛ", 1999 - 72 с.
4. Найдено В.В., Иванов А.В., Макарова Т.Г. и др. Методика учета предотвращенного ущерба здоровью населения на основе микротерриториальной оценки риска. Нижний Новгород. 2001
5. Порфирьев Б.Н. Управление в чрезвычайных ситуациях: проблемы теории и практики. Итоги науки и техники. Серия "Проблемы безопасности: чрезвычайные ситуации" Т. 1. М.: ВИНТИ, 1991.-204 с..
6. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. - с.: 154.
7. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. М.: 1999-61 с.



8. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 №136-ФЗ (с изменениями на 14.03.2009).
9. РД 39-0147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.
10. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 №200-ФЗ.
11. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [<http://www.gks.ru/>].
12. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1993.
13. ГОСТ Р 22.1.06-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования».
14. ИЕС 1025: 1990 – Fault tree analysis (FTA) / Стандарт МЭК «Анализ дерева неполадок», 1990.
15. ГОСТ Р 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
16. РД 08-120-96 «Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов». М.: Госгортехнадзор России, 1996.
17. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. РД 03-357-00. М.: Госгортехнадзор России. ГП научно-технической центр по безопасности в промышленности. 2000-97 с.
18. Янтурин С.И., Прошкина О.Б. Содержание тяжелых металлов в овощах, произрастающих в различных районах промышленного центра черной металлургии // Фундаментальные исследования, [http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=9999533](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999533)
19. Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques. Office of Environmental and Scientific Affairs. The World Bank. (Методика Всемирного банка оценки опасности промышленных производств).

20. *Hallenbeck W.H.* Quantitative Risk Assessment for Environmental and Occupational Health. Boca-Raton, 1993. 212 p.
21. *Kolluru R.V.* Health Risk Assessment: Principles and Practices // Risk Assessment and Management Handbook. For Environmental, Health, and Safety Professionals. New York, 1996. P. 123–151.
22. *Kolluru, R.* Risk assessment and management handbook Text.: For environmental health and safety professionals / R. Kolluru, S. Bartell, R. Pit-blado, S. Stricoff. New York : McGraw-Hill, Inc., 1996. - 476 p.
23. *Kolluru, R. V.* Health Risk Assessment Text. : Principles and Practices / R. V. Kolluru // Risk Assessment and Management handbook. For Environmental, Health, and Safety Professionals 1996. - New York. - P. 123-151.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://government.ru> (Сайт Правительства России)

<http://www.consultant.ru> (Официальный сайт компании "КонсультантПлюс)

<http://www.garant.ru> (Информационно-правовой портал)

<http://www.mnr.gov.ru> (Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации)

<http://rpn.gov.ru> (Федеральная служба по надзору в сфере природопользования)

<http://www.gosthelp.ru/text/GN12184104Perechenveshhes.html> Помощь по ГОС-

Там Список канцерогенных веществ

<http://www.who.int/ru/> Всемирная организация здравоохранения.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Вид учебных занятий   | Организация деятельности студента   |
|---|---|
| Лекции (разделы №1-5)   | <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p> |
| Практические (семинарские) занятия (темы №2, 4, 5)  | <p>Проработка материала лекций и литературных источников по данной теме, с обращением особого внимания на современное экологическое законодательство.</p> <p>Работа с интернет-ресурсами, электронными картами и т.д.</p>   |
| Индивидуальные задания (рефераты, подготовка к написанию и защите контрольных и расчетно-графических работ) | <p>Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 5 до 10 научных работ.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>  |
| Подготовка к экзамену   | <p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</p>   |

**8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

| Тема (раздел) дисциплины   | Образовательные и информационные технологии          | Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем   |
|--|--|--|
| <p>Концепция природно-технической системы<br/>Тема 1. Понятие сложного системного объекта.<br/>Тема 2. Концепция природно-технических систем.<br/>Тема 3 Исследование взаимодействия техники и природной среды и концепция геотехнических систем.</p>  | Лекция-визуализация                                  | MS Office  |
| <p>Философские и правовые аспекты риска<br/>Тема 1. Основные подходы к определению понятия «риск» в России и за рубежом.<br/>Тема 2. Риск, опасность, вероятность, ущерб: сходства и отличия этих понятий.<br/>Тема 3. Экологический риск, его сущность, структура.<br/>Тема 4. Методы анализа экологического риска.<br/>Классификация экологических рисков.</p> | лекция-визуализация, семинар<br>практическое занятие | MS Office  |
| <p>Регулирование риска в схеме управления природно-техническими системами<br/>Тема 1. Типы управляемых ПТС. Управление ПТС через концепцию устойчивого развития, приемлемого риска, оправданного риска.<br/>Управление риском.<br/>Тема 2. Основные нормативные уровни экологического риска.<br/>Тема 3. Количественная оценка экологического риска.</p>         | лекция-визуализация, семинар                         | MS Office<br>Яндекс-карты,<br>Google maps.   |
| <p>Оценка экологического риска при авариях<br/>Тема 1. Расчет размера экологического риска при авариях</p>   | лекция, семинар<br>практическое занятие              | MS Office,<br>Справочник строителя [электронный ресурс]URL:<br><a href="http://www.baurum.ru/">http://www.baurum.ru/</a> |
| <p>Оценка риска здоровью<br/>Тема 1. Оценка риска здоровью в системе оценки экологических рисков в Российской и зару-</p>  | лекция-визуализация, семинар                         | MS Office, Информационный портал. Градо-   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>бежной практике. Суть, состав и назначение оценки риска здоровью.</p> <p>Тема 2. Основные этапы оценки риска здоровью.</p> <p>Тема 3. Оценка канцерогенного и неканцерогенного риска.</p> |  | <p>строительное проектирование [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.newsit.e.osngrad.info/">http://www.newsit.e.osngrad.info/</a> Экологический портал Санкт-Петербурга. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Особо охраняемые природные территории Санкт-Петербурга [электронный ресурс] URL:<a href="http://www.infoeco.ru/index.php?id=57">http://www.infoeco.ru/index.php?id=57</a></p> |
|--|--|--|

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

- лекции-визуализации (по темам №1-5, чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций);
- для проведения семинарских и практических занятий часть материала выдается студентам в распечатанном виде;
- организация взаимодействия преподавателя со студентами для осуществления консультационной работы по подготовке к семинарским (практическим) занятиям и подбору необходимой литературы, помимо консультаций в аудитории и на кафедре, осуществляется посредством электронной почты.