

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФТИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.Ю. Долматов

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)**

**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений**

Направление (специальность) ООП 14.03.02 – Ядерные физика и технологии

Профиль(и) подготовки (специализация, программа) – Ядерные реакторы и энергетические установки

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 3 семестр 6

Количество кредитов 6

Код дисциплины Б1.ВМ5.2.2

|  |  |
| --- | --- |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс по очной форме обучения |
|  |
| Лекции, ч | 16 |
| Практические занятия, ч | 32 |
| Лабораторные занятия, ч | 32 |
| Аудиторные занятия, ч | 80 |
| Самостоятельная работа, ч | 136 |
| ИТОГО, ч | 216 |

Вид промежуточной аттестации – экзамен в 6 семестре

Обеспечивающее подразделение –

***Rафедра физико-энергетичсских установок ФТИ***

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Долматов О.Ю.

Руководитель ООП \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Долматов О.Ю.

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Колпаков Г.Н.

2016

1. Цели освоения дисциплины

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Курс “Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений” является основным курсом, в котором рассматриваются:

- вопросы воздействия ионизирующего излучения на человека и среду;

- требования действующей нормативно-технической документации в области радиационной безопасности;

- методы регистрации ионизирующих излучений;

- организация системы радиационной безопасности на АЭС;

-методы расчета защиты от гамма и нейтронного излучений.

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для научно-исследовательской, проектной работы, производственной деятельности бакалавра по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии.

Рабочая программа дисциплины «Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения» охватывает аспекты формирования знаний и умений, реализуемых в практической деятельности на любом ядерно- или радиационно-опасном предприятии. Вопросы безопасности, рассматриваемые в курсе, обладают наивысшей приоритетностью.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» относится к вариативному разделу профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии».

Курс “ Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений - является основным курсом, в котором рассматриваются вопросы радиационной безопасности и защиты от ионизирующих излучений.

Для успешного освоения дисциплины **"**Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений**"** необходимы знания, полученные студентами в следующих курсах (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Введение в ядерную физику,

- Атомная физика.

Содержание разделов дисциплины (модуля) согласовано с содержанием дисциплины, изучаемой параллельно (КОРРЕКВИЗИТЫ) - Физическая и ядерная безопасность.

3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

Врезультате освоения дисциплины студент должен:

*Знать :*

* + природу и виды ионизирующих излучений;
  + виды взаимодействий излучений с веществом, приводящих к выделению дозы, ослаблению и проникновению излучений;
  + физические величины и количественные закономерности, используемые в области радиационной безопасности, дозиметрии и защите от излучений;
  + принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры;
  + нормы радиационной безопасности и вытекающие из них требования по защите от излучений;
  + конструкции и виды защит от излучений.

*Уметь:*

* + определять экспериментально или путем расчета, характеристики полей излучений;
  + выполнять расчеты доз излучений, исходя из внешних условий и характеристик источников;
  + пользоваться справочной литературой при решении задач дозиметрии и защиты;
  + выполнять расчеты биологической защиты.

*Владеть методами (приёмами):*

* использования справочной литературы;
* работ, связанных с принятыми нормативами и правилами в области радиационной безопасности; теорией взаимодействия излучения с веществом;
* используемыми для регистрации ионизирующего излучения; организацией обращения с источниками излучения на ядерных и радиационно-опасных предприятиях;
* проектирования и инженерными методами расчета защиты от ионизирующего излучения; конструкцией биологической защиты на ядерных энергетических установках.

Таблица 1

**Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Результаты  обучения  (компетенции из ФГОС) | Составляющие результатов обучения | | | | | |
| Код | Знания | Код | Умения | Код | Владение  опытом |
| Р1 | З.1.1 | Основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации. | У.1.1. | Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. | В.1.1. | Обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения. |
| Р2 |  |  | У.2.1. | Логически верно, аргументировано и ясно, строить устную и письменную речь. |  |  |
| У.2.2 | Критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков |
| У.3.2. | Организовать работу малых коллективов исполнителей, планировать работу персонала и фондов оплаты труда | В.3.2. | Разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений |
| Р7 | З.7.1. | Основных законов естественнонаучных дисциплин | У.7.1. | Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности | В.7.1. | Математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. |
| Р8 | З.8.1. | Основных методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. | У.8.1. | Проводить оценку ядерной и радиационной безопасности, воздействия на окружающую среду. | В.8.1. | Обслуживания технологического оборудования и соблюдения технологической дисциплины. |
| Р14 | З.14.1. | Способов применения ядерно-энергетических, установок, нейтронных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и технологических проблем | У.14.1. | Проводить анализ затрат и результатов деятельности производственных подразделений. | В.14.1. | Проведения физических экспериментов по заданной методике, составления описания проводимых исследований и анализа результатов |

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Результат |
| РД1 | Применять знания общих законов взаимодействия излучений с веществом, приводящих к накоплению дозы, ослаблению или проникновению излучений |
| РД2 | Выполнять расчеты доз излучений, исходя из внешних условий и характеристик источников. |
| РД3 | Применять экспериментальные методы определения характеристики полей излучений. |
| РД4 | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, выполнять расчеты различного вида защит (радиационной, тепловой, биологической). |
| РД5 | Знать принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры, нормы радиационной безопасности и вытекающие из них требования по защите от излучений. |

4. Структура и содержание модуля (дисциплины)

Дисциплина содержит 3 раздела:

Раздел 1. Современная система дозиметрических величин**.**

Содержание и задачи курса. Исторические этапы развития дозиметрии. Характеристики поля излучения. Физические основы дозиметрии. Основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Дозиметрические величины и единицы их измерения. Относительная биологическая эффективность излучений. Нормирование радиационной безопасности. Операционные величины в дозиметрии. Радиационные характеристики радионуклидных источников.

Раздел 2. Методы и приборы практической дозиметрии.

Ионизационный, сцинтилляционный, люминесцентный методы дозиметрии. Соотношение Брэгга-Грея. Энергетическая зависимость чувствительности дозиметров. Энергетический эквивалент рентгена. Аварийные методы дозиметрии.

Раздел 3. Инженерные методы расчета защиты. Методы расчета защиты от фотонного излучения. Факторы накопления. Формы представления факторов накопления. Методы расчета защиты от нейтронов. Применение макроскопических констант для расчета защиты. Формирование полей вторичного излучения в материалах защиты. Расчет защиты от заряженных частиц. Выход тормозного излучения.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» применяются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

**Методы и формы организации обучения**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФОО  Методы | Лекц. | Пр. зан./  сем., | Тр.\*, Мк\*\* | СРС | К. пр.\*\*\* |
| IT-методы | **\*** |  |  |  |  |
| Работа в команде |  |  |  | \* |  |
| Case-study | \* | \* |  |  |  |
| Игра |  |  |  |  |  |
| Методы проблемного обучения |  |  |  | \* |  |
| Обучение  на основе опыта |  | \* |  | \* |  |
| Опережающая самостоятельная работа | \* | \* |  | \* |  |
| Проектный метод |  |  |  |  |  |
| Поисковый метод |  | \* |  | \* |  |
| Исследовательский метод |  |  |  | \* |  |
| Другие методы |  |  |  |  |  |

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\*– командный проект

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

6.1 Текущая СРС, направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

СРС включает следующие виды работ:

* работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
* выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
* опережающая самостоятельная работа;
* перевод текстов с иностранных языков;
* изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
* подготовка к практическим и семинарским занятиям;
* подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету.

**Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа** ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов. Данный вид СРС включает:

- поиск и анализ литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;

* перевод текстов с иностранных языков;
* анализ статистических и фактических материалов по заданной теме.

Внеаудиторная работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям подготовке к теоретическому коллоквиуму.

**6.2 Содержание самостоятельной работы по дисциплине**

*Темы выносимые на самостоятельную работу*

1. Радиация и её воздействие на организм.
2. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010).
3. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения в окружающей среде.
4. Исторические аспекты эволюции норм радиационной безопасности.
5. Производители радиометрического и дозиметрического оборудования, номенклатура и характеристики производимых приборов.
6. Активационные детекторы нейтронов.
7. Методы расчета защиты от источников излучения стандартных форм.
8. Методы расчета защиты от гамма-излучения с помощью номограмм.
9. Формирование вторичного излучения в защитных материалах.
10. Ядерный реактор – как источник ионизирующего излучения.

**Темы рефератов для самостоятельной подготовки**

1. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения в окружающей среде.
2. Система радиационной безопасности, действующая в России и основные нормативные документы в области радиационной безопасности.
3. Виды газовых счетчиков и методы их использования для регистрации ионизирующих излучений.
4. Принципы и методы определения ионизирующего излучения с использованием полупроводниковых детекторов.
5. Химические методы дозиметрии, приборы и методы химической дозиметрии.
6. Методы регистрации нейтронов.
7. Спектрометрия нейтронного излучения.
8. Контроль доз для персонала радиационно-опасных объектов.
9. Технологический контроль утечки радионуклидов и выбросов атомными электростанциями.
10. Материалы и конструкция биологической защиты реактора.
11. Многогрупповые методы расчета защиты от ионизирующих излучений.
12. Применение метода Монте-Карло для расчета защиты от ионизирующего излучения.

**6.3 Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется в виде промежуточного контроля два раза в семестр. как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Контроль со стороны преподавателя осуществляется в виде коллоквиумов, контрольных работ и на зачете.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

|  |  |
| --- | --- |
| **Контролирующие мероприятия** | **Результаты обучения по дисциплине** |
| Контрольная работа | 1,4, 8 |
| Коллоквиум | 1,4, 8 |
| Выполнение практических заданий | 1,4, 8 |
| Подготовка и защита рефератов | 1,4, 8 |
| Зачет | 1,4, 8 |

*(выполнение и защита лабораторных работ и практических заданий, защита индивидуальных заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, результаты участия студентов в научной дискуссии, тестирование, экзамен и др.)*

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

**7.1 ВОПРОРЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

*Вопросы к коллоквиуму №1*

1. Механизм воздействия ионизирующего излучения на живые организмы. Взвешивающие коэффициент для отдельных видов излучения. Основные эффекты воздействия облучения на людей. Механизмы воздействия излучения на людей (пути воздействия).
2. Характеристики поля излучения.
3. Дозиметрические характеристики. Операционные величины.
4. Естественные источники ионизирующих излучений.
5. Искусственные источники ионизирующих излучений.
6. Основные определения, устанавливаемые нормативной документацией.
7. Основные нормативные требования, устанавливаемые НРБ-99/2010.
8. ПДД для всех категорий облучаемых лиц.
9. ОСПОРБ-99/2010 для радиационно-опасных объектов.
10. Требования к выполнению работ с открытыми источниками излучения, согласно ОСПОРБ-99/2010.
11. Классификация РАО, устанавливаемая ОСПОРБ-99/2009.

*Вопросы к коллоквиуму №2*

1. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.
2. Основные закономерности взаимодействия фотонного излучения с веществом.
3. Взаимодействие нейтронов с веществом.
4. Принцип работы ионизационной камеры.
   1. Связь между током насыщения и мощностью дозы, зарядом и дозой.
   2. Типы ионизационных камер. Конструкция ионизационной камеры.
   3. Понятие электронное равновесия. Условия электронного равновесия.
   4. Теория Грея.
   5. Типы газовых счетчиков. Зависимость величины импульса от напряжения. Газовое усиление.
   6. Пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера-Мюллера.
   7. Временные характеристики работы газового счетчика.
   8. Основные принципы люминесцентного метода регистрации ИИ.
   9. Схема сцинтилляционного метода регистрации ИИ. Требования к сцинтилляторам.
   10. Принципы регистрация ИИ с помощью полупроводниковых детекторов.
   11. Тканевая и эквивалентная доза нейтронов.
   12. Использование процесса замедления нейтронов для их регистрации.
   13. Ионизационные камеры для регистрации нейтронов.
   14. Классификация защит от ионизирующих излучений.
   15. Геометрия широкого пучка. Фактор накопления гамма-излучения.
   16. Формы представления фактора накопления.
   17. Инженерные методы расчета защиты от гамм-излучения.
   18. Методы расчета защиты от нейтронов.

**7.2 Вопросы промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

* 1. Классификация возможных последствий воздействия ионизирующих излучений на человека.
  2. Механизм воздействия ионизирующего излучения на живые организмы. Взвешивающие коэффициент для отдельных видов излучения. Международные организации, специализирующиеся в области радиационной защиты и их функции.
  3. Основные эффекты воздействия облучения на людей. Механизмы воздействия излучения на людей (пути воздействия).
  4. Естественные источники ионизирующих излучений.
  5. Основные определения, устанавливаемые нормативной документацией: активность, доза поглощенная, доза экспозиционная, доза эквивалентная, взвешивающие коэффициенты, предел дозы, население, риск радиационный, загрязнение радиоактивное, дезактивация, отходы радиоактивные, санитарно-защитная зона, зона наблюдения.
  6. Системные и внесистемные единицы измерений в области радиационной безопасности и защиты.
  7. Основные нормативные требования, устанавливаемые НРБ-99/2009.
  8. Требования, устанавливаемые ОСПОРБ-99/2010 для радиационно-опасных объектов.
  9. Требования к выполнению работ с открытыми источниками излучения, согласно ОСПОРБ-99/2010.
  10. Классификация РАО, устанавливаемая ОСПОРБ-99/2010.
  11. Характеристики взаимодействия гамма-излучения с веществом. Закон ослабления рентгеновского и гамма-излучения.
  12. Принцип работы ионизационной камеры, вольт-амперная характеристика ионизационной камеры.
  13. Типы ионизационных камер. Конструкция ионизационной камеры.
  14. Пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера-Мюллера.
  15. Временные характеристики работы газового счетчика.
  16. Основные принципы люминесцентного метода регистрации ИИ.
  17. Схема сцинтилляционного метода регистрации ИИ. Требования к сцинтилляторам.
  18. Принципы регистрации ионизирующих излучений с помощью полупроводниковых детекторов. Требования к полупроводниковым детекторам.
  19. Трековые детекторы и их назначение

**7.3 Примеры тестовых заданий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вопрос | Варианты ответа | Номер правильного ответа |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Доза излучения - | 1.1 полный заряд, образованный в единице массы вещества  1.2 поглощенная энергия в единице массы вещества  1.3 поглощенная энергия в единице объема вещества |  |
| 2 | Керма – дозиметрическая характеристика | 2.1 взаимодействия заряженных частиц с веществом  2.2 взаимодействия непосредственно ионизирующего излучения с веществом  2.3 взаимодействия косвенно ионизирующего излучения с веществом |  |
| 3 | Рентген – это единица | 3.1 поглощенной дозы  3.2 эквивалентной дозы  3.3 экспозиционной дозы |  |
| 4 | Зиверт – это единица | 4.1 поглощенной дозы  4.2 эквивалентной дозы  4.3 экспозиционной дозы |  |
| 5 | Понятие эквивалентная доза учитывает | 5.1относительную биологическую эффективность излучения  5. 2 вид облучаемого органа  5.3 количество облучаемых лиц |  |
| 6 | Нормы радиационной безопасности устанавливают | 6.1 допустимое время облучения  6.2 допустимую мощность дозы  6.3 предел дозы годового облучения |  |
| 7 | Экспозиционная доза  характеризует | 7.1 взаимодействие рентгеновского и гамма излучения с веществом  2.2 взаимодействие непосредственно ионизирующего излучения с воздухом  2.3 взаимодействие рентгеновского и гамма излучения с воздухом |  |
| 8 | Ход с жесткостью - это | 8.1 зависимость чувствительности дозиметрических детекторов от плотности потока излучения  8.2 зависимость чувствительности дозиметрических детекторов от энергии излучения  8.3 зависимость энергетического разрешения дозиметрических детекторов от энергии излучения |  |

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

* текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
* промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

основная литература:

1. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения. У.Я. Маргулис, Ю.И. Брегадзе, К. Н. Нурлыбаев. – М.: Издательство, 2010. – 320 с.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2 Лелеков, Владимир Иванович. Дозиметрия и защита от излучений : учебное пособие / В. И. Лелеков. — Москва: Изд-во МГОУ, 2010. — 103 с.: ил.. — ISBN 978-5-7045-0946-2.   1. Б.П. Голубев "Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений", М.: Энергоатомиздат, 1986. 2. В.П. Машкович, А.М. Панченко "Основы радиационной безопасности": Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 176 с. 3. Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов Защита от ионизирующих излучений.− Т. 1. Физические основы защиты от излучений: Учебник для вузов -3е изд. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 512 с. 4. Н.Г. Гусев, В.П. Машкович, Е.Е. Ковалев, А.П. Суворов "Защита от ионизирующих излучений", В 2 т. Т. 2. Защита от излучений ядернотехнических установок: Учебник для вузов - 3е изд., М.: Энергоатомиздат. 1990. -352 с.   7 Иванов, Виктор Иванович. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие / В. И. Иванов, В. А. Климанов, В. П. Машкович. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 256 с.: ил  дополнительная литература:   1. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. - 480с. 2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 / Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — официальное изд.. — Введены в действие с 1.09.2009. — Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. — 100 с.. — 2.6.1. Ионизирующее излучение, 3. Санитарные правила СП 2.6.1.799-99. “Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности” (ОСПОРБ-99/2010) // Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 2010. 4. Кутьков В.А., Поленов Б.В., Черкашин В.А.  Радиационная безопасность и радиационный контроль. Учебное пособие/ Под общ. Ред. В.А. Кутькова. – Обнинск: НОУ «ЦИПК», 2008. I т. – 244 с. с илл. 5. Кутьков В.А. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли: учеб. пособие / В. А. Кутьков, В. В. Ткаченко, В. П. Романцов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 400 с. : ил. 6. В.И. Беспалов Лекции по радиационной защите: – учебное пособие –2-е изд., Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 347 с. 7. В.И. Беспалов Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие. – 4-е изд., исправ. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 369 с. 8. В.П. Машкович., А.В. Кудрявцева "Защита от ионизирующих излучений", Справочник, М.: Энергоатомиздат, 1995. 9. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 5-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1999. – 520 с. 10. Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков Радиационная безопасность и защита.− Справочник, М.: Медицина, 1996, - 336 с. 11. Кутьков В.А. Эволюция системы обеспечения радиационной безопасности в свете новых рекомендаций МКРЗ и 12. МАГАТЭ. АНРИ №1(48), 2007, с.2\_24. 13. International atomic energy agency, Implications for occupational radiation protection of the new dose limit for the lens 14. of the eye. Interim guidance for use and comment. Draft IAEA TECDOC, IAEA. Vienna, 2013. 15. 45B/685/CD IEC 61005 Ed.3: Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters. 16. 45B IEC 62461: Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty. 17. Поленов Б.В., Фишбейн В.Л. Актуальные задачи радиационного контроля и его приборного обеспечения. Ядерные измерительно\_информационные технологии. АНРИ №1(33), 2010. С. 33\_36. 18. International commission on radiological protection, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for 19. External Radiation Exposures, ICRP Publication 116, Ann ICRP Vol.40, № 2\_5, Elsiver, 2010. 20. International commission on radiological protection, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, 21. ICRP Publication 119, Ann. ICRP Vol.42, № 4, Elsiver, 2013. 22. V.Kutkov, E.Buglova, T.Mckenna. Severe deterministic effects of external exposure and intake of radioactive material: 23. basis for emergency response criteria, J. Radiol. Prot. 31, 2011. С. 237\_253. 24. McKenna T., Kutkov V., Vilar Welter P., Dodd B., Buglova E. Default operational intervention levels (OILs) for severe nuclear 25. power plant or spent fuel pool emergencies. Health Phys. 104, 2013. С. 459\_470. 26. International atomic energy agency, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light 27. Water Reactor, Emergency Preparedness and Response Series EPR\_NPP Public Protective Actions, IAEA, Vienna, 2013. |

программное обеспечение и *Internet*-ресурсы:

http://doza.ru/

<http://www.iaea.org/>

<http://www.inmm.org/>

http://irmm.jrc.be/

<http://www.lib.tpu.ru/>

<http://world-nuclear.org/>

10. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)

При проведении лекционных и практических занятий используется корпоративная сеть НИ ТПУ, проектор EPSON-EB 9254 – 2 шт., компьютер.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование) | Корпус, ауд., количество установок |
| 1 | Лекционная ауд., оснащенная ТСО | 10 корп., ауд. 313 |

Рабочая программа составлена на основе ООП в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» профилю подготовки «Ядерные реакторы и энергетические установки».

Программа рассмотрена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры ФЭУ (протокол № 85 от «24» февраля 2016 г.).