|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
|  | | |
| УТВЕРЖДАЮ  Директор  И. А. Иванов  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022\_\_ | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Радиационная безопасность | | |
| (наименование дисциплины) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): | 12.03.01 Приборостроение | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: | Программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: | Программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озерск, 2022 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Семестр | Трудоемкость.,  кр. | Общий  объем курса,  час. | Лекции,  час. | Практич.  занятия,  час. | Лаборат.  работы,  час. | СРС,  час. | Контроль,  час. | Форма  Контроля,  Экз./зачет |
| 7 | 4 | 144 | 36 | 36 | - | 36 | 36 | Экзамен\* |

**Аннотация рабочей программы дисциплины «Радиационная безопасность»**

Рабочая программа дисциплины «Радиационная безопасность» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ, утвержденного решением Ученого совета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) (протокол № 18/09 от 10.12.2018 г.), актуализирован решением Ученого совета НИЯУ МИФИ (протокол № 21/11 от 27.07.2021)., и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Программное обеспечение и информационно-измерительные технологии в приборостроении» по направлению 12.03.01 Приборостроение

Основы радиационной безопасности являются источником знаний и сведений, определённых регулятором, которые необходимы при проведении работ в условиях радиационной опасности, обусловленной воздействием на человека природными и техногенными источниками ионизирующих излучений. Теоретической основой курса является физика взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.

1. **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины физика являются

- формирование личности студентов, развитие их интеллекта и способностей к логическому мышлению;

- знание сущности физических законов и явлений, умение истолковать физический смысл величин и понятий, а также умение применять теоретический материал к решению задач, используя стандартный математический аппарат;

- умение проводить простейшие эксперименты и измерения физических величин, анализировать результаты экспериментов, оценивать точность полученных результатов;

- выработка навыков самостоятельного изучения литературы по физике.

1. **Место дисциплины в структуре ООП**

Данная дисциплина относится к циклу естественнонаучных дисциплин.

Для усвоения курса физики студентам необходимо знание элементарной математики в объеме средней школы, а также основ векторной алгебры, математического анализа и теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

Студент должен уметь решать алгебраические уравнения, знать свойства элементарных функций, уметь строить их графики, уметь вычислять производные и интегралы, решать простейшие дифференциальные уравнения, выполнять простейшие приближённые вычисления с помощью дифференциала. Знать основы теории вероятностей и математической статистики.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

1. **Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины (модуля) / ожидаемые результаты образования и компетенции студента по завершении освоения программы учебной дисциплины (модуля).**

ПК-4.4: Способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях;

ПК-4.5: Способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты;

ПК-4.6: Способен разрабатывать документацию по техническому обслуживанию и ремонту средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты;

1. **4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** 
   1. **Структура разделов дисциплины:**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 кредитов, 144 час.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Название дисциплины | **Радиационная безопасность** | | | |
| 2 | Семестры | 7 | | | |
| 3 | Объем часов | всего | аудиторных | сам. работа | контроль |
| 144 | 72 | 36 | 36 |
| 4 | Распределение числа часов по семестрам и видам занятий | лекции | лаб. работы | пр. занятия |  |
| 36 | 36 | 36 | 36 |
| 5 | Форма отчётности | экзамен | | | |
| 6 | Трудоёмкость (в ЗЕТ) | 4 | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. работы | СРС |
| 7 семестр | | | | | | | | | | |
| 1 | Физические величины в ОРБ | |  | 4 | 4 | - | 4 | семинар,  приём ДЗ | - | 4 |
| 2 | Взаимодействие ИИ с веществом | |  | 6 | 6 | - | 6 | семинар,  приём ДЗ | КР | 10 |
| 3 | Характеристики ИИ | |  | 7 | 7 | - | 7 | семинар,  приём ДЗ | КР | 10 |
| 4 | Биологическое действие ИИ. Нормы радиационной безопасности | |  | 8 | 8 | - | 8 | семинар, приём ДЗ | КР | 11 |
| 5 | Организация работ с ИИИ | |  | 5 | 5 | - | 5 | семинар,  приём ДЗ | КР | 5 |
| 6 | Защита от ИИИ | |  | 6 | 6 | - | 6 | семинар, приём ДЗ | КР | 10 |
| Итого: | | |  | 36 | 36 | 0 | 36 |  |  | 50 |
| Экзамен | | |  |  |  |  | 36 |  |  | 50 |
|  | | Итого макс. балл: | | | | | | | | 100 |

* 1. **Наименование тем и содержание лекционных занятий**:

**Лекция 1**

Международная система единиц. Активность радионуклида. Характеристики поля излучения. Дозовые характеристики поля излучения.

**Лекция 2**

Закон ослабления излучений в геометрии узкого пучка. Понятие сечения взаимодействия излучения с веществом. Особенности взаимодействия заряженных частиц с веществом. Соотношение Бёте – Гайтлера. Пик Брэгга. Диффузия электронов в веществе.

**Лекция 3**

Взаимодействие фотонов с веществом. Фотоэффект. Зависимость сечения фотоэффекта от энергии фотонов и атомного номер среды. Комптоновский эффект рассеяние фотонов на свободном электроне. Формула Клейна - Нишины – Тамма. Сечение Комптон-эффекта.

**Лекция 4**

Эффект образования электрон-позитронных пар. Сечение образования пары. Коэффициент ослабления фотонного излучения. Связь между коэффициентами поглощения и передачи энергии веществу. Роль вторичного фотонного излучения.

**Лекция 5**

Взаимодействие нейтронов с веществом. Упругое и неупругое рассеяние нейтронов. Реакции с образованием заряженных частиц. Полное макроскопическое сечение взаимодействия нейтронов с веществом.

**Лекция 6**

Радионуклидные источники нейтронов. Фотонейтронные источники. Источники нейтронов спонтанного деления. Нейтронные трубки, ядерные реакторы.

**Лекция 7**

Радиационные характеристики источников излучения. Керма и гамма постоянные радионуклидных источников. Поле излучения точечных и протяжённых источников без защиты.

**Лекция 8**

Биологические эффекты излучения у человека. Риск преждевременной смерти как функция дозы облучения всего тела. Линейная Беспороговая гипотеза «доза-эффект». Концепция дозы облучения. Поглощённая доза облучения органа или ткани.

**Лекция 9**

Относительная биологическая эффективность излучения. Эквивалентная доза облучения органа или ткани. Эффективная доза облучения. Оценка условий использования источников излучения. Амбиентный и индивидуальный эквиваленты дозы.

**Лекция 10**

Система дозиметрических величин. Принцип ALARA. НРБ-99/2009.

**Лекция 11**

Требования к ограничениютехногенного облучения в контролируемых условиях. Основные пределы доз. Требования к ограничению облучения населения. Ограничение природного облучения. Ограничение облучения населения в условиях радиационной аварии. Требования регулятора к контролю над выполнением НОРМ.

**Лекция 12**

Внешнее и внутреннее облучение человека. Стандартные условия. Ингаляционное поступление радиоактивных аэрозолей. Дозовые пределы и их производные. Многофакторное радиационное воздействие на персонал.

**Лекция 13**

Защита от ионизирующих излучений. Классификация защит. Геометрия широкого пучка. Защита от фотонного излучения. Фактор накопления и его характеристики.

**Лекция 14**

Расчёт фактора накопления для различных типов защит. Факторы накопления для гомогенных и гетерогенных сред. Расчёт защиты от фотонного излучения: по универсальным таблицам, по слоям ослабления, по методу конкурирующих линий.

**Лекция 15**

Защита от нейтронов. Метод длин релаксации. Концепция сечения выведения для гомогенных и гетерогенных сред.

**Лекция 16**

Защита от альфы и бета-излучений. Контактное облучение кожи человека. Защита от вторичного тормозного излучения электронов и бета-частиц.

**Лекция 17**

Основные источники и уровни облучения работников и населения. Дозы от естественных источников излучения. Облучение профессиональных работников ядерного-топливного цикла.

**Лекция 18**

Основные принципы обеспечение радиационной безопасности при работах с источниками ионизирующих излучений, ОСПОРБ-2010.

1. Содержание практических занятий
2. Характеристики ИИИ. Решение задач
3. Характеристики поля излучения.
4. Передача и поглощение энергии ИИИ веществом.
5. Дозовые характеристики излучения. Решение задач.
6. Контрольная работа по п. 4.
7. Фотонное излучение источников со сложным спектральным составом.
8. Поле излучения точечных и протяжённых источников без защиты.
9. Контрольная работа по п. 6.
10. Расчёт дозы внешнего и внутреннего облучения персонала группы А с использованием НОРМ.
11. Контрольная работа по п. 9.
12. Защита от гамма-излучения. Геометрия широкого пучка. Фактор накопления в бесконечной среде. Барьерная геометрия.
13. Расчёт толщины защиты по универсальным таблицам, по слоям ослабления излучения, по методу конкурирующих линий.
14. Контрольная работа по п. 11, 12.
15. Защита от нейтронов. Метод длин релаксации. Решение задач
16. Защита от нейтронов. Метод сечения выведения. Решение задач.
17. Выход тормозного излучения.
18. Контрольная работа по п.14, 15, 16.
19. ОСПОРБ-2010. Практика применения
20. Вопросы к экзамену
21. Характеристики ионизирующих излучений. Термины и определения.
22. Биологическое действие ионизирующего излучения.
23. Радиоактивность. Единицы измерения. Схемы радиоактивного распада.
24. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Лучевая болезнь.
25. Закон ослабления излучения в геометрии узкого пучка. Линейный коэффициент ослабления.
26. Взаимодействие фотонов с веществом: фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние, эффект образования пар.
27. Радиационная авария. Уровни доз, при которых необходимо срочное вмешательство.
28. Взаимодействие нейтронов с веществом: упругое и неупругое рассеяние, радиационный захват.
29. Основные требования обеспечения безопасности при работе с открытыми источниками излучения.
30. Классификация источников излучения.
31. Расчёт поля гамма – излучения точечного изотропного источника.
32. Дозовые характеристики поля излучения: керма, поглощённая, экспозиционная, эквивалентная и эффективная дозы. Линейная передача энергии излучения веществу.
33. Основные пути обеспечения радиационной безопасности персонала.
34. Характеристики источников нейтронов: радионуклидные источники, источники нейтронов деления.
35. Основные пределы доз. Контроль над выполнением норм.
36. Естественные источники радиоактивности. Фоновое облучение человека.
37. Типы защит. Ослабление излучения в геометрии широкого пучка.

Защита от фотонного излучения. Зависимость фактора накопления от энергии фотонов, геометрии и толщины защиты, атомного номера материала защиты. Формы представления факторов накопления.

1. Защита от альфы и бета – излучений. Тормозное излучение.
2. Основные пути обеспечения радиационной безопасности населения
3. Защита от нейтронного излучения.
4. Основные требования, предъявляемые к персоналу группы А.
5. Керма–постоянная радионуклидного источника. Керма–эквивалент, радиевый гамма-эквивалент источника.
6. Расчёт дозы облучения от протяжённых источников.
7. Взаимодействие фотонов с веществом: фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние, эффект образования пар.
8. Классы работ с открытыми источниками излучения. Зонирование помещений для работ первого класса
9. Расчёт поля гамма – излучения точечного изотропного источника.
10. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)
    1. Основная литература

* Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ.2013. 268 с.
* 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. – 400с.
* Романцов В.П., Романцова И.В., Ткаченко В.В. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений. Учебное пособие .3-еиздание дополненное и переработанное. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012.-160 с.
* Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений: Учебное пособие. Под ред. В.А. Климанова. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 196 с.
  1. Дополнительная литература
* Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности: Учебное пособие для вузов.; - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 176 е.: ил.
* Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1982.
* Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988.
* СанПин 2.6.1.2523-09-Нормы радиационной безопасности.
* СанПин 2.6.1.2612-10- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
  1. Интернет-ресурсы: Журнал «АНРИ», <https://www.doza.ru/anry/>