

## ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа 14.04.02 Ядерные физика и технологии  
(название образовательной программы)

Дисциплина Методы измерения ядерных материалов и полей ионизирующих излучений

Семестр **3**

1. **Условное обозначение (код) в учебных планах** – СД.Р.3.

2. **Пререквизиты** – ЕН.Ф.03. физика, СД.Ф.02.01 ядерная физика, ЕН.Ф.01 математика, ЕН.Ф.04 атомная физика, ОПД.Ф.07. уравнения математической физики, СД.Ф.01. теоретическая физика.

3. **Кредитная стоимость дисциплины** - \_\_\_\_\_

4. **Целью изучения дисциплины** - является приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для научно-исследовательской, проектной, технологической и производственной деятельности инженера по специальности 140309 – Безопасность и нераспространение ядерных материалов.

5. **Результаты обучения** (указать знания, умения, навыки и компетенции, которые приобретет студент после изучения данной дисциплины)

**Специалист должен знать:**

- природу и виды ионизирующих излучений;
- основные радионуклиды, источники ионизирующего излучения природного и техногенного происхождения;
- физические величины и количественные закономерности, используемые в области радиационной безопасности;
- методы обращения с РАО и ОЯТ;
- виды и характеристики взаимодействия излучений с веществом, используемые для их регистрации;
- принципы и теоретические основы методов регистрации излучений;
- принципы работы устройств и приборов, предназначенных для регистрации ионизирующего излучения;
- принципы организации и инженерные методы расчета защиты от ионизирующего излучения.

**Специалист должен уметь:**

- определять экспериментально или путем расчета, характеристики источников излучений;
- определять расчетным и/или экспериментальным путем дозовые характеристики и условия работы с ядерными и радиоактивными материалами;
- проводить расчетную оценку параметров регистрации ионизирующих излучений;

–выполнять расчеты параметров полей излучения на основании данных о характеристиках используемых приборов, их настройке, измеряемом образце, и условиях измерений;

–проводить расчетную оценку параметров защиты от ионизирующего излучения;

–пользоваться справочной литературой при решении задач радиометрии, дозиметрии, спектрометрии и защиты в полях ионизирующего излучения.

#### **Специалист должен иметь опыт:**

–в определении безопасных условий работы с источниками излучений на основе действующих правил и норм радиационной безопасности и санитарных правил (НРБ и ОСПОРБ);

–в обращении с детекторами различного типа;

–в обращении и настройке дозиметрической, радиометрической и спектрометрической аппаратуры;

в расчетной оценке параметров защиты от ионизирующего излучения.

#### **6. Содержание дисциплины**

Данная дисциплина реализуется в следующих формах деятельности: лекции; лабораторные занятия; самостоятельная внеаудиторная работа; консультации; рубежный контроль; контроль деятельности.

**Тематика лекционных занятий – ( 32 часа аудит).**

1. Введение.
2. НРБ-99.
3. ОСПОРБ-99.
4. Обращение с РАО и ОЯТ.
5. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.
6. Взаимодействие рентгеновского и гамма-излучения с веществом.
7. Взаимодействие нейтронов с веществом.
8. Ионизационный метод регистрации излучений. Теория Грея.
9. Газовые счетчики.
- 10.Сцинтилляционный метод регистрации излучения.
- 11.Фотографический и химический метод дозиметрии.
12. Полупроводниковые детекторы.
- 13.Трековые детекторы. Другие методы регистрации ионизирующего излучения. Методы регистрации нейтронного излучения
- 14.Введение в теорию защиты от ионизирующих излучений.
- 15.Инженерные методы расчета защиты от гамма- и нейтронного излучений.

**Тематика лабораторных занятий (40 часов аудит.)**

1. Измерение нейтронного поля с помощью переносного радиометрического устройства.
2. Радиологическое обследование лабораторного помещения с помощью универсального радиометра-дозиметра МКС-01Р.

3. Детектирование нейтронов с помощью коронного газонаполненного счетчика.
4. Использование переносного дозиметра-спектрометра InSpector™ 1000 в области дозиметрии и поиска источников ионизирующего излучения.
5. Коллоквиум №1.
6. Основы гамма-спектрметрического анализа со сцинтилляционным детектором.
7. Определение коэффициента ослабления гамма-квантов в металлических поглотителях.
8. Защита от быстрых нейтронов.
9. Коллоквиум №2.
10. Состав нейтронной дозы в веществе и фактор накопления нейтронов.

## **7. Основная и дополнительная литература**

### Учебники (основная литература)

1. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ.-М.: Мир, 1988.
2. Э.Дж. Холл Радиация и жизнь – М.: Медицина, 1989.
3. Бойко В.И., Кошелев Ф.П. Ядерные технологии в различных сферах человеческой деятельности.-Томск: Из-во ТПУ , 2006г.
4. Нормы радиационной безопасности. (НРБ-99).
5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат. 1991.
7. Б.П. Голубев Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. – М.: Атомиздат, 1976.
8. В.И.Иванов Курс дозиметрии: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1988.
9. Н.Г.Волков, В.А.Христофоров, Н.П.Ушакова Методы ядерной спектрометрии. – М.; Энергоатомиздат, 1990.

### Учебники (дополнительная литература)

1. Григорьев В.А., Комобин А.А., Лошков В.А. Электронные методы ядерно-физического эксперимента. М.: Энергоатомиздат, 1988г.
2. Методы химического и радиохимического контроля в ядерной энергетике. Под редакцией Москвина Л.Н. М.: Энергоатомиздат, 1989г.
3. Котельников Р.Б. Анализ результатов наблюдений. М.: Энергоатомиздат, 1986г.
4. Бушуев А.В. Применение гамма-спектрометрии в исследованиях по физике ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1989г.
5. Самойлов П.С. Радиометрия нейтронов активационным методом. М.: Атомиздат, 1975г.

6. Матвеев В.В., Хазанов Б.И. Приборы для измерения ионизирующего излучения. М.: Атомиздат, 1972г.
7. Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ИИ. Методическое руководство под общей редакцией Гришмановского В.И., в двух томах. М.: Энергоатомиздат, 1980г., 1981г.
8. Фролов В.В. Ядерно-физические методы контроля делящихся веществ. М.: Энергоатомиздат, 1989г.
9. Туманов В.В. Основы регистрации ядерных излучений. Обнинск, 2001г.
10. Кимель Л.Р., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. М.: Атомиздат, 1966г.
11. Романов В.П. Дозиметрист АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1986г.
12. Жернов В.С. и др. Под редакцией Матвеева В.В. Аппаратура контроля радиационной безопасности АЭС с ВВЭР и РБМК.
13. Аглинуев К.К., Кодюнов В.М. Прикладная дозиметрия. М.: Госатомиздат, 1962г.
14. Крайтор С.Н. Дозиметрия при радиационных авариях. М.: Атомиздат, 1979г.
15. Гори Л.С., Гальнерик Ю.И., Хазанов Б.И. Измерения радиации в космосе. М.: Атомиздат, 1972г.
16. Кувшинников В.М., Медведев Ю.А., Плотников Е.В. Вопросы метрологии ионизирующего излучения. Под редакцией Степанов Б.М. М.: Атомиздат, 1975г.
17. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М.: Наука, 1970г.
18. Методы физических измерений. Нов-ск: Наука, 1975г.
19. Брегадзе Ю.И., Степанов К.Э., Ярына В.П. Прикладная метрология ионизирующего излучения. М.: Энергоатомиздат, 1990г.
20. Вартаков Н.А., Самойлов П.С. Прикладная сцинтилляционная гамма-спектрометрия. М.: Атомиздат, 1975г.
21. Балдин С.А., Вартаков Н.А., Ерыхайлов Ю.В. Прикладная спектрометрия с полупроводниковыми детекторами. М.: Атомиздат, 1974г.
22. Кузнецов Р.А. Активационный анализ. М.: Атомиздат, 1974г.
23. Брикман Б.А., Генералов В.В. и др. Внутрореакторная дозиметрия. Практическое руководство. М.: Энергоатомиздат, 1985г.
24. Васильев Р.Д. Основы метрологии нейтронного излучения. М.: Атомиздат, 1972г.
25. Галлиев Н.Б., Григорьев Е.И., Севастьянов В.Д. Методы и аппаратура для точных измерений параметров ионизирующего излучения. М.: ЦНИИ Атоминформ, 1978г.
26. Ганс Л.С., Костылев В.А. Приборы для радиационной диагностики. М.: Атомиздат, 1978г.

27. Кондрашев Л.Ф., Халдин Н.Н. Оборудование для ядерных исследований. М.: Госатомиздат, 1961г.
28. Методика физического эксперимента. М.: Наука, 1968г.
29. Приборы для регистрации ядерных излучений и их применение. Под редакцией А. Снелла. М.: Атомиздат 1965г.
30. Иванов В.И., Лысцов В.Н. Основы микродозиметрии. М.: Атомиздат, 1979г.
31. Кондратенко С.Г. Радиометрия ионизирующего излучения. М.: АСМС, 2002г.
32. Левин В.Е., Хамьянов Л.П. Измерения ядерных излучений. М.: Атомиздат, 1969г.
33. Хомазюк В.Г. Практикум по общей физике. Выпуск 5. Дозиметрия ИИ. М., 1961г.
34. Шаров Ю.Н., Шубин Н.В. Дозиметрия и радиационная безопасность. М.: Энергоатомиздат, 1991г.
35. Тишкин П.А. Экспериментальные методы ядерной физики. Ч. 1. Л., 1970г.
36. Шаров Ю.Н., Шубин Н.В. Дозиметрия и радиационная безопасность. М.: Энергоатомиздат, 1982г.
37. Экспериментальные методы ядерной физики. Под редакцией Козодаева М.С. Ч. 1. М.: Наука, 1966г.
38. Нагля В.В. Радиометрическая и ядерно-физическая аппаратура и оборудование. М.: Недра, 1993г.
39. Мительман М.Г., Розенблюм Н.Д. Зарядовые детекторы ИИ. М.: Энергоатомиздат, 1982г.
40. Поляков Б.В. Дозиметрические приборы для населения. М.: Энергоатомиздат, 1991г.
41. Скотников В.И. Дозиметр. М.: Атомиздат, 1973г.
42. Брюнин С.Г., Русик Л.П. Физические основы дозиметрии. М., 1984г.
43. Гори Л.С., Хазанов Б.И. Программно-управляемые приборы и комплексы для измерения ионизирующего излучения. М.: Энергоатомиздат, 1985г.
44. Гори Л.С. Радиометрические приборы, блоки, узлы. М.: Атомиздат, 1976г.
45. Гори Л.С., Хазанов Б.И. Регистраторы интенсивности излучения. М.: Атомиздат, 1965г.
46. Дозиметрические и радиометрические методики. М.: Атомиздат, 1966г.
47. Кулаков Г.В. Вакуумные детекторы излучений. М.: Энергоатомиздат, 1982г.
48. Экспериментальные методы и аппаратура в ядерно-физических исследованиях. М.: Энергоатомиздат, 1984г.
49. Альбиков З.А. Детекторы импульсного ионизирующего излучения. М.: Атомиздат, 1978г.
50. Бурьян В.И. Основы теории измерений. М.: Атомиздат, 1977г.

51. Гаранов Э.Ф. Методы и средства поверки приборов для измерения ионизирующего излучения. М.: Атомиздат, 1978г.
52. Гори Л.С. Диагностирование приборов для радиационных измерений. М.: Энергоатомиздат, 1991г.
53. Бочвар И.А. и другие. Методы дозиметрии ИКС. М.: Атомиздат, 1977г.
54. Генералов В.В., Гурский М.Н. Дозиметрия в радиационной технологии. М.: Издательство стандартов, 1981г.
55. Франк М., Штольц В. Твердотельная дозиметрия ионизирующего излучения. М.: Атомиздат, 1973г.
56. Гозенбук В.И. и другие. Дозовая нагрузка на человека в полях гамма-нейтронного излучения. М.: Атомиздат, 1978г.
57. Штольц В. Дозиметрия ионизирующего излучения. Рига: Зинонте, 1982г.
58. Вяземский В.О. и др. Сцинтилляционные методы в радиометрии. М.: Госатомиздат, 1961г.
59. Шварц К.К. и др. Термолюминисцентная дозиметрия. Рига: Зинонте, 1968г.
60. Добролюбская Т.Е. Люминисцентные методы определения урана. М.: Наука, 1968г.
61. Мейер Дж. Ионное легирование полупроводников (кремний, германий). М.: Мир, 1973г.
62. Акимов Ю.К. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике. М.: Энергоатомиздат, 1989г.
63. Медведев М.Н. Сцинтилляционные детекторы. М.: Атомиздат, 1977г.
64. Пинаев А.К. Дозиметрия в радиационной химии. М.: Наука, 1975г.
65. Баранов В.Ф. Дозиметрия электронного излучения. М.: Атомиздат, 1974г.
66. Осанов Д.П. Дозиметрия и радиационная биофизика кожи. М.: Энергоатомиздат, 1983г.
67. Ободовский И.М. Сборник задач по экспериментальным методам ядерной физике. М.: Энергоатомиздат, 1987г.
68. Щетинин О.И., Кулаков Г.В., Малышев Е.К. Вакуумные детекторы излучений. М.: Энергоатомиздат, 1982г.
69. Васильев И.О., Володин А.В. Использование сцинтилляционного спектрометра – дозиметра для отдельного определения доз в условиях смешанного бета- гамма-излучения. Измерительная техника, 1996г.
70. В.Е. Левин, Л.П. Хамьянов Регистрация ионизирующих излучений. – М.: Атомиздат 1973.
71. Б. Прайс, К. Хортон, К. Спинни Защита от ядерных излучений. – М.: Изд. иностр. лит., 1959.
72. Н.Г. Гусев, Е.Е. Ковалев, Д.П. Осанов, В.И. Попов Защита от излучения протяженных источников. – М.: Госатомиздат, 1961.
73. Б.Р. Бергельсон, А.П. Суворов, Б.З. Торлин Многогрупповые методы расчета защиты от нейтронов. – М.: Атомиздат, 1970.

74. К.Б. Брэстрап, Г.О.Уикофф Руководство по радиационной защите. /Пер. с англ. А.В.Германа и др./ – М.: Изд-во медицинской литературы, 1962.

Учебно-методические пособия, указания и т.д.

1. Андреев О.В. Активационная радиометрия нейтронных полей. Учебное пособие. ТПУ. 1991. 56 с.
2. Бушуев А.В., Юденич В.В. Технические средства обучения и типовое учебно-лабораторное оборудование. М.: Энергоатомиздат, 1974г.
3. Силаев М.Е., Чертков Ю.Б. Приборы и методы физических измерений. Часть 1. Методические указания к выполнению лабораторных работ, Томск: Издательство ТПУ, 2008.
4. Михайлов Г.Г. Практикум по дозиметрии. М., 1973г.
5. Севастенко В.А. Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности. Учебное пособие для вузов. Минск, 1998г.
6. Соколов О.В. Методы дозиметрии и радиометрических измерений. Томск: 1970г.
7. Колпаков Г.Н. Исследование поглощения гамма-квантов в свинце и алюминии. Методические указания к лабораторной работе. Томск, 1999.
8. Колпаков Г.Н. Состав нейтронной дозы в веществе и фактор накопления нейтронов. Методические указания к лабораторной работе. Томск, 1999.
9. Колпаков Г.Н. Исследование защиты от быстрых нейтронов. Методические указания к лабораторной работе. Томск, 1999.

**8. Используемое программное обеспечение – нет.**

**9. Курсовые проекты или работы – нет.**

**10. Индивидуальные домашние задания** (перечень индивидуальных заданий, рефератов и т.п.)

Темы рефератов

1. Источники ионизирующих излучений в окружающей среде.
2. Методы контроля окружающей среды на наличие и характеристики источников излучения
3. Система радиационной безопасности, действующая в России и основные нормативные документы в области радиационной безопасности
4. Обеспечение радиационной безопасности на предприятиях ЯТЦ
5. Методы расчета доз фотонного излучения
6. Методы расчета прохождения излучения от объемных источников
7. Виды газовых счетчиков и методы их использования для регистрации ионизирующих излучений.

8. Производители радиометрического и дозиметрического оборудования, номенклатура и характеристики производимых приборов.
9. Фотографический метод дозиметрии
10. Химические методы дозиметрии, приборы и методы химической дозиметрии.
11. Люминисцентные методы измерения ионизирующих излучений.
12. Использование полупроводниковых приборов для регистрации ионизирующих излучений
13. Зонная теория проводимости и ее приложения в области регистрации ионизирующих излучений
14. Активационные методы дозиметрии нейтронов
15. Спектрометрия нейтронного излучения
16. Трековые дозиметры и радиометры
17. Рентгено-флуоресцентный метод анализа
18. Атомно-адсорбционный метод анализа и хроматография
19. Приборы и методы масс-спектрометрического анализа
20. Дозиметры, основанные на окрашивании стекол и пластиков
21. Методы регистрации нейтронного излучения
22. Альфа-спектрометрия
23. Методы регистрации заряженных частиц
24. Методы восстановления спектрального состава нейтронного излучения по результатам измерений активационных детекторов и детекторов деления
25. Методы обращения с РАО

11. **Координатор** – Колпаков Геннадий Николаевич, к.т.н., доцент кафедры ФЭУ, раб. телефон: (3822)70-17-78.

Преподаватель \_\_\_\_\_ (Колпаков Г.Н.)

Дата \_\_\_\_\_