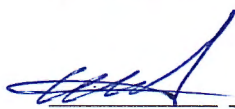




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись)


С.Э.Ширмовский  
(Ф.И.О. рук. ОП)

«01» сентября 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)



  
(подпись)

С.Э.Ширмовский  
(Ф.И.О. зав. каф.)

«01» сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дозиметрия и радиационная безопасность

Направление – 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 (час.)

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. 18 /пр. 36 /лаб. 0 час

в том числе в электронной форме лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 54 час

в том числе в электронной форме \_\_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет не предусмотрен

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 23 от «01» сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой: к. ф.-м. н., доцент Ширмовский С.Э.

Составитель (ли): к.ф.-м.н., доцент Чубов Ю.В.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Specialist's/Master's degree in 14.03.02 Nuclear physics and technologies.**

**Course title:** Dosimetry and radiation safety.

**Variable part of block, 4 credits.**

**Instructor:** Chubov Yu.V.

**At the beginning of the course a student should be able to:** use the basic laws of natural Sciences in professional activities, the use of methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research (GPC-1); to be ready to carry out physical experiments according to the given technique, to describe the carried-out researches and to analyze results (PC-3).

**Learning outcomes:** mastering the basic methods of protection of production personnel and population from possible consequences of accidents, catastrophes, natural disasters (GPC-3); ability to use technical means to measure the main parameters of research objects, to prepare data for reviews, reports and scientific publications (PC-4).

**Course description:** Within the discipline "Dosimetry and radiation safety" the properties of ionizing radiation, physical quantities characterizing radioactive sources, radiation field and its transformation in substance, the basic principles and methods of definition of these quantities, and also the principles of operation and the device of the dosimetric equipment are examined. Special attention is paid to the interaction of ionizing with matter, biological effects of ionizing radiation on the human body, basic methods and means of protection from ionizing radiation, the basic requirements and principles of radiation safety when working with radioactive sources.

### **Main course literature:**

1. Lectures on radiation protection: textbook / V. I. Bepalov – Tomsk: publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2012. – 508 p.  
ELS: «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=673012>
2. Fundamentals of radiation safety of the population: tutorial / J. L. Marchocki. - 2nd ed., erased. – Minsk: The High school, 2014. – 224 p.  
ELS: «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509577>
3. Aliev, R. A. Radioactivity : textbook for universities / R. A. Aliev, S. N. The Kalmyks. – SPb.: Publishing House "Fallow Deer", 2013. – 304 p.  
EK NB FEFU:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:731046&theme=FEFU>
4. Obodovski, I. M. fundamentals of radiation and chemical safety : textbook / I. M. Obodovski. – Dolgoprudniy: Intellect , 2013. – 300 p.

EK NB FEFU:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:719107&theme=FEFU>

5. Collection of problems in radiation safety and radiation protection: textbook / V. P. Karmazin, Y. I. Kolevatov and others – M.: Forum, 2010. – 64 p.

ELS: «Znanium.com»:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=197081>

6. Zhukovsky, V. M. Methods of radiation control of environment / V. M. Zhukovskiy. – Ekaterinburg: Publishing house Ural. University press, 2008. – 278 p.

ELS: «Znanium.com»:

<http://znanium.com/go.php?id=348004>

7. Chislov, N.N. Introduction to control radiation / N. N. Chislov, D. N. Chislov. – Tomsk: Tomsk Polytechnic Univ., 2014. – 199 p.

ELS: «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/34653.htm>

**Form of final knowledge control:** exam.

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» разработана для студентов 3 курса направления 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», специализации «Физика атомного ядра и частиц» в соответствии с требованиями ОС ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Дозиметрия и радиационная безопасность» относится к разделу Б1.В.ОД.9 обязательных дисциплин вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.), практические занятия (36 час.), самостоятельная работа (72 час, из них на экзамен - 36 час.). Дисциплина реализуется в 6 семестре 3 курса.

Дисциплина «Дозиметрия и радиационная безопасность» логически взаимосвязана с другими профессиональными дисциплинами, необходимыми для реализации общепрофессиональных и профессиональных компетенций у обучающихся, а именно: «Методы и устройства регистрации излучений», «Спектрометрия и радиометрия ядерных излучений», «Взаимодействия ионизирующего излучения с веществом», «Инструментальные методы радиационной безопасности», «Радиационная биофизика».

В рамках дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» рассматриваются свойства ионизирующих излучений, физические величины, характеризующие радиоактивные источники, поле излучения и его трансформацию в веществе, основные принципы и методы определения этих величин, а также принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры. Особое внимание уделяется вопросам взаимодействия ионизирующего с веществом, биологического воздействия ионизирующего излучения на организм человека, основным методам и средствам защиты от ионизирующего излучения, основным требованиям и принципам обеспечения радиационной безопасности при работе с радиоактивными источниками.

Дисциплина «Дозиметрия и радиационная безопасность» состоит из трех разделов: «Основные понятия и величины дозиметрии», «Физические основы дозиметрии», «Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения».

В первом разделе «Основные понятия и величины дозиметрии» рассматриваются исторические этапы развития дозиметрии, основные характеристики радиоактивных источников и испускаемых ими излучений. Изучаются основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, и вводится основная дозиметрическая величина, являющаяся мерой

поглощенной веществом энергии – поглощенная доза, количественное определение которой необходимо, прежде всего, для выявления, оценки и предупреждения возможной радиационной опасности для человека. Большое внимание уделяется изучению современной системы дозиметрических величин и единицам их измерения.

Во втором разделе рассматриваются особенности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, вопросы регистрации и детектирования ионизирующих излучений различных типов. В разделе изучаются основные физические методы регистрации ионизирующих излучений – ионизационный, сцинтилляционный и люминесцентный методы дозиметрии. Рассматриваются особенности конструкции и основные характеристики детекторов ионизирующих излучений, а также современные технические средства дозиметрического контроля, их устройство и принципы работы с ними.

Третий раздел посвящен изучению основных принципов безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения. В разделе рассматривается биологическое действие ионизирующего излучения, основные способы и средства защиты от ионизирующего излучения, а также действующие в Российской Федерации основные правила и нормативы в области обеспечения радиационной безопасности и проведения радиационного контроля.

**Цель дисциплины** – обеспечение фундаментальной подготовки бакалавра по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» в области методов и средств количественного определения характеристик радиоактивных источников и полей ионизирующих излучений.

#### **Задачи освоения дисциплины**

- изучение основных физических величин, характеризующих радиоактивные источники и поля ионизирующих излучений;
- изучение основных механизмов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и биологического воздействия ионизирующего излучения на организм человека;
- изучение основных понятий и методов дозиметрии;
- формирование навыков практического применения приборов дозиметрического контроля и выполнения дозиметрических измерений;
- формирование навыков проведения радиационных расчетов;
- изучение принципов проведения безопасных работ при использовании источников ионизирующего излучения;
- овладение методами проведения радиационного контроля и обеспечения радиационной безопасности.

Для успешного изучения дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

– готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов (ПК-3).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Знает	Особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от ионизирующего излучения; основные принципы безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности
	Умеет	Проводить дозиметрические измерения; определять экспериментально или путем расчета характеристики полей излучений; выполнять расчеты доз излучений исходя из внешних условий и характеристик радиоактивных источников; пользоваться справочной литературой при решении задач дозиметрии и радиационной защиты; подготавливать и анализировать информационные данные для расчета биологических защит и проведения мероприятий по радиационной безопасности; проводить оценку

		последствий облучения персонала и населения при проведении работ с источниками ионизирующего излучения; проводить исследования радиационных полей в производственных условиях и предлагать пути снижения радиационной нагрузки; использовать средства индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения
	Владеет	Навыками практического применения приборов радиационного контроля; навыками проведения радиационных расчетов; методами проведения работ, связанных с действующими нормативами и правилами в области обеспечения радиационной безопасности и проведения радиационного контроля
ПК-4 способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	Знает	Природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры
	Умеет	Квалифицированно выбирать и использовать дозиметрическую аппаратуру; пользоваться современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов, прямых и косвенных измерений; определять дозовые нагрузки на человека и объекты окружающей среды, находящихся в полях ионизирующих излучений
	Владеет	Методами проведения дозиметрических измерений

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-дискуссия, лекция-беседа, лекция-презентация, лекция с разбором конкретных ситуаций, метод круглого стола, работа в малых группах.



# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Раздел 1. Основные понятия и величины дозиметрии (8 час.)**

### **Тема 1. Исторические этапы развития дозиметрии (2 час.)**

#### **Активная форма: лекция-беседа**

Предмет, содержание и задачи курса. Области использования радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений. Современная концепция радиационной безопасности. Основные задачи и проблемы дозиметрии.

Исторические этапы развития дозиметрии. Открытие рентгеновских лучей и радиоактивности. Виды радиоактивного распада. Закон и основные свойства радиоактивного распада. Период полураспада. Виды ионизирующих излучений, возникающих при радиоактивном распаде: альфа-, бета-, гамма- и нейтронное излучение.

### **Тема 2. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения (2 час.)**

#### **Интерактивная форма: лекция-презентация**

Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения. Изотопы.

Радиоактивные ряды. Природа естественного радиационного фона и его составляющие. Радиационный фон от природных радионуклидов. Космогенные радионуклиды. Влияние различных факторов на изменение радиационного фона.

Происхождение антропогенного радиационного фона. Радионуклиды в строительных материалах. Радионуклидный состав при возникновении аварийной ситуации. Влияние радиационных аварий и ядерных испытаний на составляющую радиационного фона.

Распространение радионуклидов в окружающей среде.

### **Тема 3. Поле излучения и его характеристики (2 час.)**

Основные понятия о поле излучения. Скалярные и векторные характеристики поля излучения. Токовые и потоковые величины в рассеивающей и поглощающей среде.

### **Тема 4. Современная система дозиметрических величин (2 час.)**

#### **Интерактивная форма: лекция-презентация**

Поглощение энергии излучения в среде. Основные характеристики, определяющие действие излучения на вещество. Линейная передача энергии заряженными частицами (ЛПЭ). Поглощенная доза излучения. Экспозиционная доза. Керма. Коэффициент качества излучения и

эквивалентная доза. Коллективная доза. Взвешивающие коэффициенты для разных видов излучения и органов или тканей организма. Эффективная доза. Мощность дозы и единицы ее измерения.

Современная система дозиметрических величин. Нормируемые и операционные величины в дозиметрии. Амбиентный и индивидуальный эквиваленты дозы.

## **Раздел 2. Физические основы дозиметрии (20 час.)**

### **Тема 1. Физические основы дозиметрии фотонного излучения (4 час.)**

#### **Активная форма: лекция-беседа**

Преобразование энергии фотонного излучения в веществе: фотоэффект, комптон-эффект, образование электрон-позитронных пар. Линейный и массовый коэффициенты ослабления и передачи энергии излучения веществу. Коэффициент поглощения. Электронное равновесие. Средняя энергия ионизации. Соотношение Брегга-Грея. Энергетическая зависимость чувствительности дозиметрического детектора.

### **Тема 2. Ионизационный метод дозиметрии (4 час.)**

Ионизационная камера. Принцип работы ионизационной камеры и ее вольт-амперная характеристика. Закономерности ионизационных камер при непрерывном и импульсном облучении. Эффективность собирания ионов в ионизационной камере. Конденсаторные и полостные ионизационные камеры. Газоразрядные счетчики. Роль поглощения в стенках. Энергетическая зависимость чувствительности ионизационной камеры.

Полупроводниковые ионизационные детекторы и их особенности. Носители электрических зарядов в беспримесных и примесных полупроводниках. Р-п-переход. Вольт-амперная характеристика полупроводникового детектора с р-п-переходом. Дозиметрические характеристики полупроводниковых детекторов.

### **Тема 3. Сцинтилляционный метод дозиметрии (4 час.)**

Принцип метода. Основные элементы и параметры сцинтилляционного детектора. Токовый и счетчиковый режим работы сцинтилляционного детектора. Энергетическая зависимость сцинтилляционного детектора в токовом и счетчиковом режимах.

Основные характеристики органических и неорганических сцинтилляторов. Сравнение характеристик сцинтилляционных детекторов с характеристиками ионизационных камер и газоразрядных счетчиков.

### **Тема 4. Люминесцентный метод дозиметрии (4 час.)**

Оптические эффекты в люминофорах. Механизм радиофотолюминесценции. Радиофотолюминесцентные дозиметры.

Механизм радиотермолюминесценции. Кинетика протекания термолюминесценции и кривая термовысвечивания. Влияние режима облучения на чувствительность термолюминесцентных дозиметров.

#### **Тема 5. Фотографический и химический методы дозиметрии (2 час.)**

Фотохимическое действие излучения. Дозовая чувствительность фотодозиметра. Компенсация энергетической зависимости чувствительности. Использование дозиметров для индивидуального контроля.

Химические методы дозиметрии. Механизм радиационно-химических превращений. Типы химических дозиметров и их характеристики. Пленочные химические дозиметры. Визуальные индикаторы дозы ионизирующего излучения.

#### **Тема 6. Технические средства дозиметрического контроля (2 час.)**

##### **Интерактивная форма: лекция-дискуссия**

Классификация, назначение, устройство и основные технические характеристики технических средств дозиметрического контроля. Основные правила работы с техническими средствами дозиметрического контроля. Особенности применения технических средств дозиметрического контроля при регистрации ионизирующих излучений.

Основные производители технических средств радиационного контроля и их продукция.

#### **Раздел 3. Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения (8 час.)**

##### **Тема 1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом (2 час.)**

##### **Интерактивная форма: лекция-дискуссия**

Основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.

Ионизация и возбуждение атомов вещества при прохождении через него альфа-излучения. Упругое рассеяние альфа-частиц на ядрах атомов. Ионизационные потери и ионизирующая способность альфа-излучения. Проникающая способность альфа-излучения.

Упругое рассеяние бета-частиц. Ионизация и возбуждение атомов вещества при прохождении через него бета-излучения. Ионизационные потери и ионизирующая способность бета-излучения. Проникающая способность бета-излучения.

Взаимодействие гамма-излучения с веществом (фотоэффект, эффект Комптона и образование электрон-позитронных пар). Ионизирующая

способность гамма-излучения. Ослабление гамма-излучения при прохождении через вещество.

Упругое и неупругое рассеяние нейтронов на ядрах атомов. Поглощение нейтронов ядрами атомов, понятия ядерной реакции и самоподдерживающейся цепной ядерной реакции. Способы защиты от нейтронного излучения.

## **Тема 2. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека (2 час.)**

### **Интерактивная форма: лекция-с разбором конкретных ситуаций**

Источники ионизирующего излучения, воздействующего на человека. Механизм и особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека. Детерминированные и стохастические биологические эффекты. Факторы, определяющие соматическое воздействие излучения на организм человека.

Различные способы облучения организма человека (внешнее, контактное, внутреннее) ионизирующим излучением и их особенности. Возможные последствия облучения. Лучевая болезнь. Биологическое действие радионуклидов, попавших внутрь организма и доза внутреннего облучения.

Соотношение влияния облучения человека ионизирующим излучением с другими опасными факторами.

## **Тема 3. Способы и средства защиты при работе с источниками ионизирующего излучения (2 час.)**

### **Интерактивная форма: лекция-с разбором конкретных ситуаций**

Основные способы и средства защиты от ионизирующего излучения. Защита от внешних источников облучения (временем, расстоянием, экранированием). Защита от внутреннего облучения.

Применение индивидуальных средств защиты и соблюдение правил личной гигиены. Вещества и способы противорадиационной защиты.

Дозиметрический контроль внешнего и внутреннего профессионального облучения. Методы проведения индивидуального дозиметрического контроля.

## **Тема 4. Санитарные нормы и правила радиационной безопасности в государственной системе мер по снижению влияния ионизирующего излучения на человека (2 час.)**

Основные нормативные правовые документы в области радиационной безопасности.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Категории облучаемых лиц и основные пределы доз.

Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Обеспечение радиационной безопасности персонала. Общие положения по организации работ с источниками излучений. Радиационный контроль при работе с техногенными источниками излучения.

Требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1-2. Явление радиоактивности (2 час.)**

**Интерактивная форма:** *работа в малых группах*

1. Закон радиоактивного распада.
2. Активность радионуклидов.
3. Связь активности радионуклида с дозовыми характеристиками.
4. Решение практических задач.

#### **Занятие 3-4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом (4 час.)**

**Интерактивная форма:** *работа в малых группах*

1. Основные понятия и определения.
2. Гамма постоянная.
3. Радиевый гамма-эквивалент. Керма-эквивалент.
4. Решение практических задач.

#### **Занятие 5-8. Защита от ионизирующего излучения (2 час.)**

**Интерактивная форма:** *работа в малых группах*

1. Общие сведения.
2. Защита от альфа-излучения.
3. Защита от бета-излучения.
4. Защита от гамма-излучения.
5. Основные методы расчета физической защиты (приближенный расчет защиты по слоям половинного ослабления, расчет защиты от сложного гамма-спектра).
6. Защита от нейтронов.
7. Характеристика защитных материалов.
8. Решение практических задач.

#### **Занятие 9-11. Технические средства дозиметрического контроля (4 час.)**

### **Интерактивная форма: *работа в малых группах***

1. Изучение основных приемов работы с индивидуальными и амбиентными дозиметрами, дозиметрами-радиометрами.
2. Изучение особенностей измерения эквивалентной дозы (мощности эквивалентной дозы) гамма-излучения естественного радиационного фона дозиметрами и дозиметрами-радиометрами разных типов.

### **Занятие 12-14. Прямые дозиметрические измерения (4 час.)**

#### **Интерактивная форма: *работа в малых группах***

1. Экспериментальное исследование зависимости мощности эквивалентной дозы гамма-излучения от расстояния до радиоактивного источника с помощью приборов дозиметрического контроля разных типов.
2. Изучение возможности использования различных материалов в качестве радиационной защиты от гамма-излучения.

### **Занятие 15-16. Дозиметрия нейтронного излучения (4 час.)**

#### **Интерактивная форма: *метод круглого стола***

1. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:
  - природа источников нейтронного излучения;
  - преобразование энергии нейтронов в веществе;
  - формирование дозы нейтронов в биологической ткани, определение тканевой и эквивалентной доз нейтронов, энергетическая зависимость тканевой дозы;
  - дозиметрия быстрых нейтронов с помощью ионизационных камер, использование пропорциональных счетчиков в нейтронной дозиметрии;
  - сцинтилляционный метод дозиметрии нейтронного излучения.
2. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.
3. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

### **Занятие 17-18. Дозиметрия при радиационных авариях (2 час.)**

#### **Интерактивная форма: *метод круглого стола***

1. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:
  - классификация радиационных аварий;
  - радиационно-опасные объекты и их характеристика;
  - основные опасности при авариях на радиационно-опасных объектах;
  - характеристики полей излучения и распределение дозы в теле человека на ядерных критических сборках;
  - мероприятия по ограничению облучения населения и его защите в условиях радиационной аварии;

– индивидуальный дозиметрический контроль аварийных доз облучения.

2. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.

3. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

**Занятие 19-20. Особенности регистрации рентгеновского излучения (2 час.)**

**Интерактивная форма: метод круглого стола**

Вступительное слово преподавателя.

1. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:

– механизм образования рентгеновского излучения, энергетический спектр рентгеновского излучения;

– источники рентгеновского излучения;

– основные характеристики рентгеновского излучения;

– основные свойства и применение рентгеновского излучения;

– биологическое действие рентгеновского излучения;

– основные способы и средства защиты от рентгеновского излучения;

– особенности детектирования рентгеновского излучения.

2. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.

3. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

**Занятие 21-22. Обеспечение радиационной безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения (4 час.)**

**Интерактивная форма: метод круглого стола**

1. Вступительное слово преподавателя.

2. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:

– основные нормативно-правовые документы в области радиационной безопасности.

– основные принципы и пути обеспечения радиационной безопасности.

– требования к обеспечению радиационной безопасности при эксплуатации генерирующих источников ионизирующего излучения.

– особенности организации работ с генерирующими источниками ионизирующего излучения.

3. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.

4. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

### **Занятие 23-24. Особенности эксплуатации радиоизотопных приборов (4 час.)**

**Интерактивная форма: метод круглого стола**

1. Вступительное слово преподавателя.

2. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:

– принцип действия радиоизотопных приборов. Классификация радиационной техники по: степени радиационной опасности, конструкторскому составу, транспортабельности, видам движения источника, видам взаимодействия ионизирующего излучения с объектом контроля, по видам измеряемых величин и др.

– устройство и технические характеристики основных типов радиоизотопных приборов: гамма-реле, нейтрализаторов статического электричества, влагомеров. Гамма-дефектоскопы. Конструкция радиоизотопных источников излучения.

– требования радиационной безопасности при обращении с РИП;

– проведение производственного радиационного контроля при эксплуатации радиоизотопных приборов.

3. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.

4. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

### **Занятие 25. Организация эксплуатации приборов радиационного контроля и метрологического обеспечения средств (4 час.)**

**Интерактивная форма: метод круглого стола**

1. Обсуждение вопросов, выносимых на семинарское занятие:

– организация эксплуатации приборов радиационного контроля;

– периодичность и порядок проведения технического обслуживания средств измерений, ремонт средств измерений;

– основные метрологические характеристики средств измерений;

– организация метрологического обеспечения средств измерений.

2. Анализ уровня обсуждения вопросов, анализ и оценивание выступления каждого студента на семинаре.



3. Подведение итогов и общая оценка семинарского занятия преподавателем.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основные понятия и величины дозиметрии	ПК-4	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 1-8
			Умеет		
2	Раздел 2. Физические основы дозиметрии	ПК-4	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 9-26
			Умеет	Практическая работа Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		
3	Раздел 3. Радиационная безопасность при работе с	ОПК-3	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 27-36

	источниками ионизирующего излучения		Умеет	Практиче- ская работа Контроль- ная работа (ПР-2)	
			Владеет		

Типовые контрольные задания (методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы) представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Лекции по радиационной защите: Учебное пособие / Беспалов В.И. – Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2012. - 508 с.  
ЭБС «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=673012>
2. Основы радиационной безопасности населения : учеб.пос. / Я.Л. Мархоцкий. - 2-е изд., стер. – Минск: Выш. шк., 2014. - 224 с.  
ЭБС «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509577>
3. Алиев, Р.А. Радиоактивность : учебное пособие для вузов / Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 304 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:731046&theme=FEFU>
4. Ободовский, И. М. Основы радиационной и химической безопасности : учебное пособие / И. М. Ободовский. – Долгопрудный: Интеллект , 2013. – 300 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:719107&theme=FEFU>
5. Сборник задач по радиационной безопасности и защите от излучений: Учебное пособие / В.П. Кармазин, Ю.И. Колеватов и др. – М.: Форум, 2010. – 64 с.  
ЭБС «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=197081>

6. Жуковский, В.М. Методы радиационного контроля окружающей среды / В.М Жуковский. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008 г. – 278 с.  
ЭБС «Znanium.com»:  
<http://znanium.com/go.php?id=348004>
7. Числов, Н.Н. Введение в радиационный контроль / Н.Н. Числов, Д.Н. Числов. – Томск: Томский политехн. ун-т, 2014. – 199 с.  
ЭБС «IPRbooks»:  
<http://www.iprbookshop.ru/34653.html>

### Дополнительная литература

1. Иванов, В.И. Курс дозиметрии. Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Атомиздат, 1970. – 392 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:71653&theme=FEFU>
2. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов / В.И. Иванов, В.П. Машкович. – Москва : Атомиздат, 1980. – 247 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:692889&theme=FEFU>
3. Черняев, А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом / А.П. Черняев. – М.: «Физматлит», 2004. – 152 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:248789&theme=FEFU>
4. Шаров, Ю.Н. Дозиметрия и радиационная безопасность : учебник для энергетических техникумов / Ю.Н. Шаров, Н.В. Шубин. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. -276 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:670207&theme=FEFU>
5. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:36056&theme=FEFU>
6. Машкович, В.П. Основы радиационной безопасности / В.П. Машкович. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:315591&theme=FEFU>
7. Бекман, И.Н., Радиохимия : учебник и практикум для академического бакалавриата по естественно-научным направлениям и специальностям

[в 2 т.] : т. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность / И.Н. Бекман. - М.: Юрайт, 2015 – 386 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:785078&theme=FEFU>

8. Гупало, Т. А., Контроль радиационной безопасности окружающей среды: учебное пособие для вузов / Т. А. Гупало, С. Л. Спешиллов – М. изд-во Московского государственного университета, 2006 – 111 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384104&theme=FEFU>

9. Кондратенко, С. Г., Обеспечение единства измерений в дозиметрии фотонного излучения / С. Г. Кондратенко, Е. И. Григорьев – М: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. – 26 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/44352>

10. Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. Спр-к. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1995. – 494 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:372449&theme=FEFU>

11. Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений: метод. руководство: Т.2. Индивидуальный контроль. Радиометрия проб / Под общ. ред. В.И. Гришмановского. – М.: Энергоиздат, 1981. – 204 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:110825&theme=FEFU>

12. Широков, С.В. Физика ядерных реакторов / С.В. Широков – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 349 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/20292.html>

13. Радиация: дозы, эффекты, риск / под ред. Ю.А. Банникова М.: Изд-во Мир, 1988. – 79 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:324711&theme=FEFU>

14. Ткалич В.Л. Обработка результатов технических измерений : учебное пособие / В.Л. Ткалич, Р.Я. Лабковская. – СПб. : Университет ИТМО, 2011. – 73 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/67409.html>

15. Прикладная метрология ионизирующих излучений. Ю.И. Брегадзе, Э.К. Степанов, В.П. Ярына. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 264 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:29412&theme=FEFU>

16. Латышенко К.П. Общая теория измерений / К.П. Латышенко. – Саратов: Вузовское образование, 2013. – 300 с.  
ЭБС «IPRbooks»:  
<http://www.iprbookshop.ru/20398.html>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. РМГ-78-2005 ГСИ. Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://gostbank.metaltorg.ru/rmg/download/24/pdf/>.
2. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
3. СанПиН 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
4. МУ 2.6.1.14-2001. Контроль радиационной обстановки. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
5. ГОСТ 14337-78. Средства измерений ионизирующих излучений. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://vsegost.com/Catalog/32/32298.shtml>.
6. ГОСТ 28271-89. Приборы радиометрические и дозиметрические носимые. Общие технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. – URL : <http://vsegost.com/Catalog/33/3308.shtml>.
7. ГОСТ 29074–91. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://vsegost.com/Catalog/10/10248.shtml>.
8. ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – URL : <http://vsegost.com/Catalog/38/38815.shtml>.
9. МУ 2.6.1.016-2000. Методические указания по определению индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организации контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200048866>.
10. МУ 2.6.1.25-2000. Методические указания по дозиметрическому контролю внешнего профессионального облучения. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200057501>.

11. СанПиН 2.6.1.3289-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
12. СанПиН 2.6.1.3287-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
13. МР 2.6.1.0063-12 «Контроль доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
14. Об обеспечении единства измерений: федер. закон РФ [от 26.06.2008 № 102-ФЗ] [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
15. О техническом регулировании: федер. закон РФ [от 27.12.2002 № 184-ФЗ] [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
16. Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг: постановление Правительства РФ от 12.02.1994 № 100. [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
17. Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 31.09.2009 № 879. [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
18. Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений: приказ Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 18.07.1994 № 125. [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет»**

1. «Радиационная безопасность населения Российской Федерации». Сайт межведомственной информационной системы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий. <http://rb.mchs.gov.ru/>
2. Официальный сайт Международного Агентства по Атомной Энергии. <https://www.iaea.org/>
3. Официальный сайт Международной Комиссии по Радиационной защите. <http://www.icrp.org/>
4. Сайт Института управления ядерными материалами. <https://www.inmm.org/>

5. Сайт научно-технической библиотеки Национального исследовательского Томского политехнического университета. <http://www.lib.tpu.ru>
6. База ГОСТов Российской Федерации. <http://gostexpert.ru/>
7. Курс лекций «Измерение ионизирующих излучений». <http://profbeckman.narod.ru/radiometr.htm>
8. Учебное пособие «Радиация». <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/>
9. Сайт, посвященный атомным станциям. <http://www.aes.pp.ua/RSafety/Index.html>
10. Официальный сайт НПП «Доза». <http://www.doza.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При изучении дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» студентам рекомендуется использовать информационно-справочные системы «Кодекс», «Консультант» и «Гарант».

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» отводится 72 часа аудиторных занятий, 36 часов самостоятельной работы студентов и 36 часов контроля освоения дисциплины. Аудиторные занятия представлены основным лекционным курсом (36 часов) и практическими занятиями (36 часов), проводимыми в виде семинарских занятий и практических занятий.

Залогом успешного освоения дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» является обязательное посещение лекционных, семинарских и практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, а также активная самостоятельная работа. Пропуск одного, тем более, нескольких, занятий может осложнить освоение разделов курса.

### **Лекционные занятия.**

Лекции являются основным методическим руководством при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированным и скорректированным для усвоения материала курса. В лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются основные вопросы изучаемой темы, а также даются рекомендации на семинарские и практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Студенту необходимо быть готовым к лекции и ее записи до прихода лектора в аудиторию, так как именно в первую минуту объявляется тема, формулируется основная цель, дается перечень важнейших вопросов. Без этого дальнейшее понимание лекции затрудняется.

Перед началом лекции необходимо повторить материал предыдущего занятия, поскольку при изложении материала лекции преподаватель, как правило, ориентируется на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. В противном случае новый материал на лекции с большой вероятностью будет воспринят неадекватно и не в полном объеме.

Ошибочно считать целью посещения лекционного занятия подробную запись лекции. Подробная запись лекции не сможет заменить конспекта при подготовке к экзамену. Во время лекции необходимо осмысливать сказанное преподавателем, конспектировать материал и задавать преподавателю вопросы.

Конспектировать следует только самое важное в рассматриваемой теме: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, и то, что старается выделить преподаватель, на чем он акцентирует внимание студентов. Необходимо стараться отфильтровывать и сжимать подаваемый материал, более подробно записывать основную информацию и кратко – дополнительную. Записывать же материал следует в том случае, если понятно его содержание и смысл. Только при соблюдении этого условия конспектирование становится осмысленной, а не механической записью излагаемого материала.

По возможности следует вести записи своими словами, своими формулировками. Такое конспектирование означает, что студент на лекции работает творчески. Кроме того, оно развивает мышление студента и помогает ему научиться грамотно излагать и свои собственные мысли. Для ускорения конспектирования следует пользоваться системой сокращенных записей.

Конспект должен вестись в отдельной тетради, рассчитанной на конспектирование семестрового курса лекций. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящиеся к теме информации и рисунки.

Поскольку лекция предусматривает непосредственное, живое общение с преподавателем, то на лекции необходимо задавать преподавателю относящиеся к теме лекции вопросы. Вопросы на лекции необходимы не только потому, что они помогают обеспечить контакт лектора с аудиторией. Наличие диалога студентов с преподавателем повышает творческий потенциал обучаемых. Вопросы одного студента стимулируют творческую работу и его товарищей, способствуя углубленному изучению предмета. Вопросы помогают студентам лучше понять излагаемый материал.

Прослушанный материал лекции следует проработать. От этого зависит прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия после-



дующей лекции. Только планомерная и целенаправленная обработка лекционного материала обеспечивает его надежное закрепление в памяти. Повторение и воспроизведение материала лекции необходимо и при подготовке к практическим и семинарским занятиям, а также при подготовке к проверочным контрольным работам.

Умение слушать лекцию и правильно её конспектировать, систематически, добросовестно и осознанно работать над конспектом с привлечением дополнительных источников – залог успешного усвоения учебного материала.

### **Практические занятия.**

Практические занятия по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» представлены:

- *практическими занятиями по решению задач;*
- *практическими занятиями, связанными с проведением прямых дозиметрических измерений;*
- *семинарскими занятиями.*

*Практические занятия по решению задач* существенно дополняют лекционные занятия. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами.

Как правило, тема практического занятия объявляется заранее, поэтому при подготовке к практическим занятиям рекомендуется внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; детально проработать конспект лекции по теме и изучить рекомендованную преподавателем литературу.

Каждое практическое занятие по решению задач начинается с детального разбора теоретического материала по теме занятия. Обсуждение теоретического материала происходит в свободной форме и предполагает активное общение преподавателя со студентами.

Решение практической задачи заключается в выборе метода и составления схемы решения. При этом нельзя пробовать решить задачу «наскоком», отыскивая сразу те формулы, по которым можно было бы вычислить искомые величины. Следует установить, каким теоретическим законам или правилам подчиняются величины, заданные в качестве исходных данных задачи и постараться выявить логические связи между искомыми и заданными величинами, и составить цепочку соответствующих расчетных соотношений, результатом которой является формульная запись расчета искомых величин.

Особенностями работы студента на практическом занятии является его инициатива и самостоятельность при решении задачи.

В случае решения практической задачи каждым студентом группы самостоятельно, при возникновении проблем с решением, следует задать вопрос

преподавателю и получить необходимые пояснения. Если задача решается вызванным к доске студентом, не рекомендуется механически переносить решение задачи с доски в тетрадь. Необходимо вдумчиво с пониманием существа дела относиться к пояснениям, которые делает студент или преподаватель, соединяя общие действия с собственной поисковой деятельностью. Во всех случаях важно не только решить задачу, получить правильный ответ, но и закрепить определенное знание вопроса.

*Практические занятия, связанные с проведением прямых дозиметрических измерений* имеют цель приобретения навыков работы с приборами дозиметрического контроля, необходимых для осуществления дальнейшей профессиональной деятельности.

Тема практического занятия, учебные цели и вопросы объявляются преподавателем заранее. В процессе подготовки к занятиям необходимо ознакомиться с эксплуатационно-технической документацией на указанные преподавателем технические средства дозиметрического контроля, изучить обязательную и дополнительную литературу по теме занятия.

В начале практического занятия внимательно прослушать инструктаж по технике безопасности, мерам предосторожности и правилам работы с приборами дозиметрического контроля и иным оборудованием, используемым на практическом занятии.

Непосредственное проведение занятия предполагает детальный разбор теоретического материала, выполнение необходимых измерений и расчетов, оформление практической работы с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным измерениям и вычислениям.

Выполнять практическое задание необходимо в порядке, определенном преподавателем, «самодеятельности» не должно быть. При этом должны соблюдаться правила работы с приборами, установленные инструкциями по эксплуатации, практическими руководствами и иными нормативно-техническими документами.

При выполнении работы необходимо тщательным образом изучить устройство применяемой аппаратуры, чтобы четко понимать принцип работы прибора и его назначение. Только прочтя до конца инструкции и выяснив все необходимые меры предосторожности можно начинать работу с незнакомым прибором. С оборудованием необходимо обращаться бережно.

Измерения должны проводиться с максимально возможной точностью. Только точные и достоверные результаты позволяют изучить технические возможности аппаратуры и принимать в дальнейшем на их основе правильные и обоснованные решения в реальной практической работе.

В точности измерений большую роль играют внимание слушателя, умение выработать план действий и организовать измерения. Поспешно проведенные измерения, как правило, оказываются ошибочными.

Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно. Преподаватель контролирует выполнение практической работы и при необходимости объясняет методы, способы и приемы выполнения тех или иных действий, объясняет их последовательность, взаимосвязь, предостерегает от характерных ошибок.

По завершению практического занятия проводится обсуждение полученных результатов, и индивидуально оцениваются действия каждого студента.

*Семинарские занятия* по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» направлены на изучение материала, не вошедшего в лекционный курс, но имеющего важное теоретическое и практическое значение для специалиста в области дозиметрии ионизирующих излучений. Помимо изучения нового материала семинарские занятия служат для развития умения и навыков подготовки докладов, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и обоснования рассматриваемых вопросов, изложения собственных мыслей, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой теме и проведения оценки их самостоятельной работы.

Тема семинарского занятия объявляется преподавателем заранее, и у студентов имеется достаточно времени, чтобы подготовиться к семинару.

Работа студента по подготовке к семинарскому занятию заключается в самостоятельном углубленном изучении нового теоретического материала по соответствующей теме занятия, детальной проработке материала и подготовке к устному выступлению. При этом важную роль играют умения студента грамотно распределять свое время и правильно работать с литературой.

Углубленное изучение нового материала означает, что студент должен не только осмыслить и понять этот материал, но и самостоятельно постараться воспроизвести основные расчеты, имеющиеся в изучаемой теме. При изучении новой темы особое внимание следует уделять прикладным вопросам теории, имеющим важное практическое значение.

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно.

Если в процессе подготовке к семинару у студента возникают вопросы, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формирующего цель и основные задачи занятия. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Студенты, выступающие на семинаре, должны стараться последовательно и грамотно излагать изученный материал, подкрепляя сказанное своими мыслями и соображениями. Затем проводится совместное обсуждение и анализ сообщения.

По результатам семинарского занятия проводится оценка работы каждого студента. При этом оценивается не только выступление студента, но и его работа в аудитории. Активность каждого участника определяется и тем, как внимательно он слушает всех выступающих, стремится ли понять логику их рассуждений, замечает ли пробелы в их выступлениях, готов ли он вступить в дискуссию по обсуждаемому вопросу, поправить или дополнить других выступающих. Во время выступления следует задавать вопросы выступающим как для уточнения их позиций, так и своих собственных.

Завершается семинар заключительным словом преподавателя, в котором он подводит итоги обсуждения и объявляет оценки студентам.

### **Подготовка к экзамену**

Для успешной сдачи экзамена по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» необходимо прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобретая навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования и развития профессиональных способностей.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины, приучая себя к ежедневной самостоятельной работе. Нужно постараться выработать свой собственный, с учетом индивидуальных способностей, стиль в работе, и установить равномерный ритм на весь семестр.

Для усвоения дисциплины в полном объеме с присущей ей строгостью, логичностью и практической направленностью, необходимо составить представление об общем содержании дисциплины и привести в систему знания, полученные на лекционных и практических занятиях.

Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к практическим занятиям. Если некоторые темы дисциплины, изучаемые на аудиторных

занятиях, не вошли список экзаменационных вопросов, то не следует считать, что данный материал не подлежит проработке. Преподаватель на экзамене может задать дополнительные вопросы по этим темам.

Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины; если не удалось в чем-то разобраться самостоятельно, нужно обратиться к товарищам. Если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно воспользоваться предэкзаменационной консультацией. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав его на листе бумаги.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться чтением лекционных записей. Первоначально необработанные конспекты содержат факты, определения, выводы, сделанные преподавателем, и в них слабо просматривается связующая идея курса. Любой конспект требует дополнительной проработки с использованием учебников и рекомендованной литературы. Если в конспекте отсутствует одна или несколько тем, необходимо законспектировать недостающие темы по учебнику. При проработке конспекта запись всех выкладок, выводов и формул является обязательной. На этапе закрепления полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается не более недели. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранении пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый вопрос программы дисциплины. Поэтому нужно планировать свою подготовку с точностью до часа, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность материала и этапов его проработки, свои индивидуальные способности, ритмы деятельности и т.п. В занятиях рекомендуется делать перерывы, избегая общей утомляемости и снижения интеллектуальной деятельности.

Нельзя готовиться к экзамену, прорабатывая лишь некоторые вопросы, надеясь на то, что именно они и попадутся в экзаменационном билете, или запоминая весь материал подряд, не вникая глубоко в его суть. Также следует избегать и механического заучивания. Недостатки такой подготовки очевидны. Значение экзамена не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, он способствует обобщению и закреплению знаний и умений, приведение их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов.

Немаловажным моментом подготовки является назначенная перед экзаменом консультация. Ее цель – дать ответы на вопросы, возникшие в ходе самостоятельной подготовки. Во время консультации ответы преподавателя

на вопросы других студентов являются дополнительным повторением и закреплением знаний. Кроме того, на консультации преподаватель как правило обращает внимание на те разделы дисциплины, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных разделах курса.

Успешная сдача экзамена во многом обусловлена тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При проведении лекционных и практических занятий аудитории оснащены компьютером (ноутбуком), мультимедийным проектором, экраном и комплектом технических средств обучения, позволяющим демонстрировать текстовые и графические материалы.

При изучении технических средств дозиметрического контроля и приобретении навыков работы с ними, а также при выполнении на практических занятиях прямых дозиметрических измерений в аудитории имеются технические средства дозиметрического контроля – дозиметры и дозиметры-радиометры.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность»  
**Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии**  
**Программа подготовки: академический бакалавриат**  
**Форма подготовки: очная**

**Владивосток**  
**2016**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	5-я неделя семестра	Подготовка доклада к семинарскому занятию «Дозиметрия нейтронного излучения»	4	Оценка преподавателем выступления студента и его работы на семинарском занятии
		Проработка лекционного материала по разделу 1	4	Проверка контрольной работы
2	7-я неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию «Дозиметрия при радиационных авариях»	4	Оценка преподавателем выступления студента и его работы на семинарском занятии
3	9-я неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию «Особенности регистрации рентгеновского излучения»	4	Оценка преподавателем выступления студента и его работы на семинарском занятии
4	11-я неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию «Обеспечение радиационной безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения»	4	Оценка преподавателем выступления студента и его работы на семинарском занятии
5	13-я неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию «Особенности эксплуатации радиоизотопных приборов»	4	Оценка преподавателем выступления студента и его работы на семинарском занятии
6	15-я неделя семестра	Проработка лекционного материала по разделу 2	6	Проверка контрольной работы



7	17-я неделя семестра	Проработка лекционного материала по разделу 3	6	Проверка контрольной работы
		Подготовка к экзамену	36	экзамен
Итого			72	

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» способствует организации последовательного изучения материала, не вошедшего в лекционный курс, но имеющего важное теоретическое и практическое значение для специалиста в области дозиметрии ионизирующих излучений. Самостоятельная работа студента заключается в:

- проработке лекционного материала;
- изучении тем дисциплины, вынесенных на самостоятельную подготовку;
- работе с научной и учебной литературой по дисциплине, нормативно-правовыми документами в области проведения радиационного контроля и обеспечения радиационной безопасности;
- подготовке к практическим и семинарским занятиям;
- подготовке публичных сообщений к занятиям;
- подготовке к проверочным контрольным работам и экзамену.

*Задачи самостоятельной работы:*

- обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы;
- выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.

### **Задания для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

При поиске информации в электронных системах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимо правильно сформулировать поисковый запрос, лучше использовать несколько вариантов запроса для расширения возможности поиска информации. Так же возможен поиск необходимой, не входящей в список основной или дополнительной литера-

туры, однако можно воспользоваться только информацией с официальных тематических сайтов или сайтов организаций.

При подготовке презентации и доклада необходимо пользоваться материалами основной, дополнительной литературы, а также использовать поиск необходимой информации в библиографических и электронных системах. Найденную информацию необходимо проанализировать, обобщить, структурировать; последовательно и логично оформить в виде презентации в программе Microsoft Office Power Point и доклада.

Презентация должна быть информативна и не содержать большое количество материала в текстовом виде. Она призвана дополнить содержание доклада, а не заменять его. Фон для презентации следует выбирать не яркий, не использовать всплывающие окна. Каждый слайд должен быть пронумерован и иметь заголовок. Количество слайдов – около 10-15. Доклад не должен превышать 15 минут. В докладе и презентации обязательно должно быть представлено заключение, сформулированное самостоятельно на основании анализа найденной информации по литературным и электронным источникам.

### **Рекомендации по работе с литературой.**

Литература по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» представлена основным и дополнительным списками, а также рядом нормативно-правовых документов.

Работа с литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к практическим занятиям, к проверочным работам, проводимым после изучения каждого раздела, и экзамену. Она включает проработку лекционного и дополнительно материала и состоит в изучении рекомендованных источников и литературы по тематике занятий.

Как и конспекты лекций, конспекты литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно и содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ на вопрос, а может быть и подробным.

В процессе работы с литературой рекомендуется:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест источника, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

При работе с конкретным источником, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций. В случае возникновения затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным.

Работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

***На самостоятельную работу выносятся следующие темы дисциплины:***

1. Дозиметрия нейтронного излучения.
2. Дозиметрия при радиационных авариях.
3. Особенности регистрации рентгеновского излучения.
4. Обеспечение радиационной безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения.
5. Особенности эксплуатации радиоизотопных приборов.
6. Организация эксплуатации приборов радиационного контроля и метрологического обеспечения средств измерений.

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Дозиметрия нейтронного излучения»***

**I** Задания для самостоятельной работы:

1. Рассмотреть природу источников нейтронного излучения.
2. Рассмотреть процессы преобразования энергии нейтронов в веществе.
3. Определить, как формируется доза нейтронного излучения в биологической ткани, как определяется тканевая и эквивалентная дозы нейтронного излучения и какова энергетическая зависимость тканевой дозы.
4. Рассмотреть особенности дозиметрии быстрых нейтронов с помощью ионизационных камер и использование пропорциональных счетчиков в нейтронной дозиметрии.
5. Изучить сцинтилляционный метод дозиметрии нейтронного излучения.

**II** Рекомендации по выполнению заданий  
для самостоятельной работы

При самостоятельном изучении вопросов данной учебной темы студентам рекомендуется прежде всего обратить особое внимание на терминологию и классификацию нейтронов в зависимости от их энергии. Далее следует рассмотреть основные акты взаимодействия нейтронов с ядрами атомов поглощающего вещества, детально разобрать процессы упруго, неупругого рассеяния и радиационного захвата нейтронов, происходящие в зависимости от энергии падающего на вещество нейтронного излучения. Определить особенности взаимодействия нейтронного излучения с веществом, приводящие к формированию дозы нейтронного излучения в веществе и, в частности, биологической ткани.

При изучении дозиметрии нейтронного излучения с помощью ионизационных камер и пропорциональных счетчиков, сделать акцент на особенностях конструкции, принципе действия указанных детекторов, рассмотреть условия применимости и особенности их применения регистрации нейтронов. Дополнительно следует получить представление и об активационном методе дозиметрии нейтронов. Разобрать принцип действия сцинтилляционного детектора и возможности его использования для дозиметрии нейтронного излучения.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Выступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.

При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. Алиев, Р.А. Радиоактивность : учебное пособие для вузов / Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 304 с.  
ЭК НБ ДВФУ:

- <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:731046&theme=FEFU>
2. Черняев, А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом / А.П. Черняев. – М.: «Физматлит», 2004. – 152 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:248789&theme=FEFU>
7. Иванов, В.И. Курс дозиметрии. Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Атомиздат, 1970. – 392 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:71653&theme=FEFU>
8. Широков, С.В. Физика ядерных реакторов / С.В. Широков – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 349 с.  
ЭБС «IPRbooks»:  
<http://www.iprbookshop.ru/20292.htm>

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Дозиметрия при радиационных авариях»***

**I Задания для самостоятельной работы:**

1. Рассмотреть классификацию радиационных аварий.
2. Дать характеристику радиационно-опасных объектов.
3. Рассмотреть основные опасности при авариях на радиационно-опасных объектах.
4. Определить характеристики полей излучения и распределение дозы в теле человека на ядерных критических сборках.
5. Рассмотреть мероприятия по ограничению облучения населения и его защите в условиях радиационной аварии.
6. Ознакомиться с порядком проведения индивидуального дозиметрического контроля аварийных доз облучения.

**II Рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении вопросов данной учебной темы студентам рекомендуется начать с изучения основных нормативно-правовых документов, определяющих понятие радиационной аварии, классификацию радиационных аварий и аварийных ситуаций, детально рассмотреть разработанную международной группой экспертов МАГАТЭ международную шкалу ядерных событий на АЭС. Следует разобраться с последствиями, обстоятельствами и признаками нарушений в работе АЭС. Далее рассмотреть основные характеристики радиационно-опасных объектов, и основные принципы при-

нения решений о характере защитных мероприятий при возникновении аварийных ситуаций на радиационно-опасных объектах.

Изучить характеристики полей гамма- и нейтронного излучения и распределение дозы в теле человека при возникновении радиационных аварий на критических сборках и исследовательских реакторах. Внимательно ознакомиться с методическими рекомендациями по вопросу контроля доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии. Рассмотреть методику и порядок проведения аварийного дозиметрического контроля и обследования пострадавших при радиационных авариях, методику и порядок проведения оперативной оценки радиационной обстановки. Особое внимание уделить техническим средствам радиационного контроля, предназначенным для оценки радиационной обстановки и проведения индивидуального дозиметрического контроля персонала и населения.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Выступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.

При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. РМГ-78-2005 ГСИ. Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL : <http://gostbank.metaltorg.ru/rmg/download/24/pdf/>.
2. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.

3. СанПиН 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
4. МУ 2.6.1.14-2001. Контроль радиационной обстановки. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
5. МР 2.6.1.0063-12 «Контроль доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
6. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:36056&theme=FEFU>
7. Основы радиационной безопасности населения : учеб.пос. / Я.Л. Мархоцкий. - 2-е изд., стер. – Минск: Выш. шк., 2014. – 224 с.  
ЭБС «Znaniium.com»:  
<http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=509577>
8. Шаров, Ю.Н. Дозиметрия и радиационная безопасность : учебник для энергетических техникумов / Ю.Н. Шаров, Н.В. Шубин. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 276 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:670207&theme=FEFU>

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Особенности регистрации рентгеновского излучения»***

**I Задания для самостоятельной работы:**

1. Рассмотреть механизм образования рентгеновского излучения, энергетический спектр рентгеновского излучения.
2. Рассмотреть источники рентгеновского излучения.
3. Изучить основные характеристики рентгеновского излучения.
4. Рассмотреть основные свойства и применение рентгеновского излучения.
5. Изучить биологическое действие рентгеновского излучения.
6. Рассмотреть основные способы и средства защиты от рентгеновского излучения.
7. Ознакомиться с особенностями детектирования рентгеновского излучения.

**II Рекомендации по выполнению заданий**

для самостоятельной работы

При самостоятельном изучении вопросов данной учебной темы студентам рекомендуется начать с изучения механизма образования и природы рентгеновского излучения, обращая внимание на процессы, приводящие к генерации тормозного и характеристического рентгеновского излучения. Далее следует изучить основные свойства рентгеновского излучения и его применение в различных областях человеческой деятельности. Особое внимание следует уделить рассмотрению и классификации рентгеновских установок и источников рентгеновского излучения. После этого внимательно изучить качественные и количественные характеристики рентгеновского излучения, основные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, в частности механизмы и особенности воздействия рентгеновского излучения на организм человека. Изучить факторы, определяющие соматическое действие излучения. Разобраться в нормируемых физических величинах, характеризующих воздействие ионизирующего, в частности, рентгеновского излучения на организм человека.

Затем следует ознакомиться с основными способами и средствами защиты от рентгеновского излучения. В завершении работы необходимо ознакомиться с современными техническими средствами радиационного контроля, позволяющими проводить регистрацию и измерение основных физических характеристик полей, генерируемых источниками рентгеновского излучения, и рассмотреть особенности использования указанных технических средств при проведении измерений в различных учреждениях и организациях, эксплуатирующих источники рентгеновского излучения.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Выступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.



При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. Числов, Н.Н. Введение в радиационный контроль / Н.Н. Числов, Д.Н. Числов. – Томск: Томский политехн. ун-т, 2014. – 199 с.  
ЭБС «IPRbooks»:  
<http://www.iprbookshop.ru/34653.html>
2. Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. Спр-к. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1995. – 494 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:372449&theme=FEFU>
3. Черняев, А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом / А.П. Черняев. – М.: «Физматлит», 2004. – 152 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:248789&theme=FEFU>
3. Радиация: дозы, эффекты, риск / под ред. Ю.А. Банникова М.: Изд-во Мир, 1988. – 79 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:324711&theme=FEFU>
4. СанПиН 2.6.1.2800-10. Требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения : Санитарные правила и нормативы: [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Обеспечение радиационной безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения»***

#### I Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить основные нормативно-правовые документы в области радиационной безопасности.
2. Изучить основные принципы и пути обеспечения радиационной безопасности.
3. Изучить требования к обеспечению радиационной безопасности при эксплуатации генерирующих источников ионизирующего излучения.
4. Изучить особенности организации работ с генерирующими источниками ионизирующего излучения.

#### II Рекомендации по выполнению заданий

## для самостоятельной работы

При самостоятельном изучении вопросов данной учебной темы студентам рекомендуется начать с ознакомления с основными положениями Федеральных законов в области радиационной безопасности, и разобраться в основных принципах обеспечения радиационной безопасности. Разобраться в том, на какие виды воздействия ионизирующего излучения на человека распространяются установленные нормы радиационной безопасности, какие устанавливаются категории и нормативы для облучаемых лиц.

Досконально изучить и запомнить требования к техногенному облучению, особенно допустимые основные пределы годовых доз облучения для каждой категории облучаемых лиц.

Рассмотреть классификацию радиоактивных источников, генерирующих рентгеновское излучение, в частности классификацию и основные типы источников, генерирующих низкоэнергетическое рентгеновское излучение (НРИ).

Усвоить, чем и какими мероприятиями обеспечивается радиационная безопасность персонала и ограничение облучения населения при эксплуатации генерирующих источников ионизирующего излучения.

Ознакомиться с общими положениями по организации работ с генерирующими источниками ионизирующего излучения и правилами работы с ними.

Обязательно изучить требования к радиационному контролю - важнейшей части обеспечения радиационной безопасности, объем, периодичность, основные контролируемые параметры радиационного контроля.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Выступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.

При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. О радиационной безопасности населения : федеральный закон РФ : [от 09.01.96 № 3-ФЗ] [Электронный ресурс]. – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : федеральный закон РФ : [от 30.03.99 № 52-ФЗ] [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : Санитарные правила и нормативы : [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
4. СанПиН 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) : Санитарные правила и нормативы. [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
5. СанПиН 2.6.1.3289-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
6. МУ 2.6.1.016-2000. Методические указания по определению индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организации контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200048866>.
7. Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений: метод. руководство: Т.2. Индивидуальный контроль. Радиометрия проб / Под общ. ред. В.И. Гришмановского. – М.: Энергоиздат, 1981. – 204 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:110825&theme=FEFU>

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Особенности эксплуатации радиоизотопных приборов»***

#### I Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить принцип действия радиоизотопных приборов. Рассмотреть классификацию радиационной техники по: степени радиационной

опасности, конструкторскому составу, транспортабельности, видам движения источника, видам взаимодействия ионизирующего излучения с объектом контроля, по видам измеряемых величин и др.

2. Изучить устройство и технические характеристики основных типов радиоизотопных приборов: гамма-реле, нейтрализаторов статического электричества, влагомеров, гамма-дефектоскопов. Рассмотреть конструкцию радиоизотопных источников излучения.
3. Изучить основные принципы и требования обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации радиоизотопных приборов.
4. Рассмотреть порядок проведения производственного радиационного контроля при эксплуатации радиоизотопных приборов.

## II Рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы

При самостоятельном изучении вопросов данной учебной темы начинать следует с рассмотрения классификации и принципа действия радиоизотопных приборов. Затем рассмотреть устройство и основные технические характеристики основных типов радиоизотопных приборов (РИП), таких как гамма-реле, нейтрализаторы статического электричества и ряда других.

Затем необходимо ознакомиться с условиями, исключающими возможность облучения людей сверх установленных основных пределов доз техногенного облучения персонала и населения.

При изучении основных принципов и требований обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации РИП, особое внимание обратить на требования, предъявляемые к устройству радиоизотопных приборов, требования, предъявляемые к предприятию и организации на различных этапах при обращении с РИП (получение, выдача, хранение, размещение, ремонт, вывод из эксплуатации).

Затем следует детально рассмотреть содержание и порядок проведения радиационного контроля на рабочих местах, в помещениях и на территории организации, а также порядок контроля и учета индивидуальных доз облучения персонала.

В заключение изучения темы ознакомиться с мероприятиями по предупреждению возможных радиационных аварий и ликвидации их последствий.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Выступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.

При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) : Санитарные правила и нормативы : [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
2. СанПиН 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) : Санитарные правила и нормативы. [Электронный ресурс] – Режим доступа : БД КонсультантПлюс.
3. СанПиН 2.6.1.3287-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству» [Электронный ресурс]. – URL : БД КонсультантПлюс.
4. МУ 2.6.1.016-2000. Методические указания по определению индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организации контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200048866>.
5. МУ 2.6.1.25-2000. Методические указания по дозиметрическому контролю внешнего профессионального облучения. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200057501>.

***Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению при подготовке семинарского занятия «Организация эксплуатации приборов радиационного контроля и метрологического обеспечения средств измерений»***

**I Задания для самостоятельной работы:**

1. Детально разобрать понятие «организация эксплуатации приборов радиационного контроля».
2. Изучить периодичность и порядок проведения технического обслуживания средств измерений, ремонта средств измерений.
3. Рассмотреть основные метрологические характеристики средств измерений.
4. Ознакомиться с порядком организации метрологического обеспечения средств измерений.

**II Рекомендации по выполнению заданий  
для самостоятельной работы**

Приступая к изучению вопросов данной темы необходимо изучить такое понятие «эксплуатация технических средств», в частности «эксплуатация приборов радиационного контроля». Следует понять, что включает в себя данное понятие.

Далее необходимо изучить перечень нормативных документов и технической документации, используемых при эксплуатации технических средств радиационного контроля (при транспортировании, хранении, использовании по назначению, техническом обслуживании, ремонте и т.д.). При этом необходимо хорошо разобраться в сути каждого из этапов эксплуатации и изучить формы используемых при этом документов. Особое внимание при изучении данной темы необходимо уделить этапам и периодичности технического обслуживания приборов радиационного контроля.

Следующим шагом должно стать изучение основных метрологических характеристик средств измерений различного типа, особенностей проведения метрологического обеспечения и поверки средств измерения. Здесь необходимо тщательно изучить представленную ниже литературу.

При выполнении самостоятельной работы следует воспользоваться Рекомендациями по работе с литературой, представленными в Методических указаниях по освоению дисциплины, содержащихся в рабочей учебной программе дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность».

После изучения материала необходимо составить план выступления на семинаре и по возможности сделать конспект своего доклада. Конспект может быть опорным и содержать только ключевые позиции, или развернутым. Содержание и объем конспекта определяется студентом самостоятельно. Вы-

ступление на семинаре должно соответствовать последовательному и грамотному изложению материала, подкрепленному своими мыслями и соображениями.

В процессе самостоятельной работы при подготовке к семинарскому занятию следует подготовиться к возможной дискуссии по вопросам семинарского занятия, и быть готовым внести исправления, дополнения и пояснения при заслушивании сообщений других участников семинара.

При возникновении вопросов, которые самостоятельно решить не получается, следует воспользоваться консультациями преподавателя.

### III Рекомендуемая литература

1. Об обеспечении единства измерений: федер. закон РФ [от 26.06.2008 № 102-ФЗ] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: БД КонсультантПлюс.
2. О техническом регулировании: федер. закон РФ [от 27.12.2002 № 184-ФЗ] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: БД КонсультантПлюс.
3. О лицензировании отдельных видов деятельности: ФЗ от 8.08.2001 г. N 128-ФЗ.
4. Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг: постановление Правительства РФ от 12.02.1994 № 100.
5. Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 31.09.2009 № 879.
6. Об утверждении положения о лицензировании деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений: постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.2006 № 493.
7. Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений: приказ Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 18.07.1994 № 125.
8. Прикладная метрология ионизирующих излучений. Ю.И. Брегадзе, Э.К. Степанов, В.П. Ярына. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 264 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:29412&theme=FEFU>

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов заключается главным образом в подготовке к семинарским занятиям и не предусматривает каких-либо требований к оформлению ее результатов.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Оценка выполнения самостоятельной работы студентов преподавателем осуществляется по результатам проведения семинарских занятий.

Результаты самостоятельной работы студентов определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и последовательно излагает содержание своей темы, аргументировано и уверенно отвечает на вопросы аудитории, активно участвует в дискуссии, задавая вопросы и дополняя сообщения других участников семинара.

Оценка «хорошо» ставится студенту, который допустил незначительные ошибки, недостаточно полно, по мнению преподавателя, раскрыл содержание своего вопроса, но в то же время аргументировано и уверенно отвечает на вопросы аудитории, активно участвует в дискуссии, задавая вопросы и дополняя сообщения других участников семинара.

Оценка «удовлетворительно» ставится в том случае, когда студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала, при ответе на вопросы аудитории не допускает грубых ошибок, но в ответе отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами (для получения правильного ответа требуется наличие уточняющих вопросов). Недостаточно активно участвует в дискуссии.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, когда студент показывает недостаточные знания программного материала, неспособен последовательно и аргументировано его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом. Не участвует в дискуссии и обсуждения сообщений других участников семинара.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность»**  
**Направление подготовки 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»**  
Программа подготовки: академический бакалавриат  
**Форма подготовки: очная**

**Владивосток**  
**2016**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p style="text-align: center;">ОПК-3 владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий</p>	Знает	<p>Особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от ионизирующего излучения; основные принципы безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности</p>
	Умеет	<p>Проводить дозиметрические измерения; определять экспериментально или путем расчета характеристики полей излучений; выполнять расчеты доз излучений исходя из внешних условий и характеристик радиоактивных источников; пользоваться справочной литературой при решении задач дозиметрии и радиационной защиты; подготавливать и анализировать информационные данные для расчета биологических защит и проведения мероприятий по радиационной безопасности; проводить оценку последствий облучения персонала и населения при проведении работ с источниками ионизирующего излучения; проводить исследования радиационных полей в производственных условиях и предлагать пути снижения радиационной нагрузки; использовать средства индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения</p>
	Владеет	<p>Навыками практического применения приборов радиационного контроля; навыками проведения радиационных расчетов; методами проведения работ, связанных с действующими нормативами и правилами в области обеспечения радиационной безопасности и проведения радиационного</p>

		контроля
ПК-4 способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	Знает	Природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры
	Умеет	Квалифицированно выбирать и использовать дозиметрическую аппаратуру; пользоваться современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов, прямых и косвенных измерений; определять дозовые нагрузки на человека и объекты окружающей среды, находящихся в полях ионизирующих излучений
	Владеет	Методами проведения дозиметрических измерений

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основные понятия и величины дозиметрии	ПК-4	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 1-8
			Умеет		
2	Раздел 2. Физические основы дозиметрии	ПК-4	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 9-26
			Умеет		
			Владеет	Практическая работа Контрольная работа (ПР-2)	
3	Раздел 3. Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующей радиации	ОПК-3	Знает	Конспект (ПР-7) Доклад (УО-3)	Вопросы к экзамену № 27-36
			Умеет		

	щего излучения		Владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
--	----------------	--	---------	---------------------------	--

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-3 владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	знает (пороговый уровень)	Особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от ионизирующего излучения; основные принципы безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности	Знание особенностей воздействия ионизирующего излучения на организм человека и способов облучения человека; основных положений нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения; мер индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основных видов защит от ионизирующего излучения; основных принципов безопасной работы и способов обеспечения радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения	Способность объяснить биологическое действие ионизирующего излучения, ориентироваться в основных положениях нормативно-правовых документов по вопросам обеспечения радиационной безопасности, раскрыть суть принципов и методов обеспечения радиационной безопасности и защиты от ионизирующего излучения
	умеет (продвину-	Проводить дозиметрические измерения; определять экспери-	Умение проводить дозиметрические измерения;	Способность ра-

	тый)	<p>ментально или путем расчета характеристики полей излучений; выполнять расчеты доз излучений исходя из внешних условий и характеристик радиоактивных источников; пользоваться справочной литературой при решении задач дозиметрии и радиационной защиты; подготавливать и анализировать информационные данные для расчета биологических защит и проведения мероприятий по радиационной безопасности; проводить оценку последствий облучения персонала и населения при проведении работ с источниками ионизирующего излучения; проводить исследования радиационных полей в производственных условиях и предлагать пути снижения радиационной нагрузки; использовать средства индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения</p>	<p>определять экспериментально или путем расчета характеристики полей излучений; выполнять расчеты доз излучений; пользоваться справочной литературой при решении задач дозиметрии и радиационной защиты; подготавливать и анализировать информационные данные для расчета биологических защит и проведения мероприятий по радиационной безопасности; проводить оценку последствий облучения персонала и; проводить исследования радиационных полей в производственных условиях и предлагать пути снижения радиационной нагрузки; использовать средства индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения</p>	<p>ствами дозиметрического контроля, рассчитывать основные физические характеристики радиационных источников и полей ионизирующих излучений, проводить самостоятельные исследования в области радиационных измерений и обеспечения радиационной безопасности, предлагать пути снижения радиационной нагрузки</p>
	владеет (высокий)	<p>Навыками практического применения приборов радиационного контроля; навыками проведения радиационных расчетов; методами проведения работ, связанных с действующими нормативами и правилами в области обеспечения радиаци-</p>	<p>Владение навыками практического применения приборов радиационного контроля; проведения радиационных расчетов; методами проведения работ, связанных с действующими</p>	<p>Способность бегло и точно применять терминологический аппарат, практические методы дозиметрии и технические средства дозиметрического контроля в обла-</p>

		онной безопасности и проведения радиационного контроля	нормативами и правилами в области обеспечения радиационной безопасности и проведения радиационного контроля	сти профессиональной деятельности
ПК-4 способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	знает (пороговый уровень)	Природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры	Знание основных свойств и характеристик ионизирующих излучений; теоретических основ и основных понятий дозиметрии; основных механизмов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физических принципов, лежащих в основе регистрации ионизирующих излучений; основных методов регистрации ионизирующих излучений; принципов работы и устройство дозиметрической аппаратуры	Способность дать определение основным дозиметрическим величинам, раскрыть суть основных механизмов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и основанных на них различных методов дозиметрии
	умеет (продвинутый)	Квалифицированно выбирать и использовать дозиметрическую аппаратуру; пользоваться современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов, прямых и косвенных измерений; определять дозовые нагрузки на человека и объекты окружающей среды, находящихся в полях ионизирующих излучений	Умение выбирать и правильно использовать дозиметрическую аппаратуру; пользоваться современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов и проведенных измерений; определять дозовые нагрузки на человека и объекты окружающей среды	Способность использовать современные технические средства дозиметрического контроля и правильно представлять результаты проведенных измерений

	владеет (высокий)	Методами проведения дозиметрических измерений	Владение методами проведения дозиметрических измерений	Способность грамотно применять различные методы дозиметрических измерений при решении практических задач в профессиональной деятельности
--	-------------------	---	--	--

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В качестве промежуточной аттестация по дисциплине предусмотрен экзамен, проводимый в виде устного опроса в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

### ***Вопросы к экзамену***

1. Явление радиоактивности. Виды радиоактивного распада. Закон и основные свойства радиоактивного распада. Период полураспада.
2. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения. Изотопы. Радиоактивные ряды. Природа естественного радиационного фона и его составляющие.
3. Природа и происхождение антропогенного радиационного фона. Радионуклидный состав при возникновении аварийной ситуации. Влияние радиационных аварий и ядерных испытаний на составляющую радиационного фона. Распространение радионуклидов в окружающей среде.
4. Поле излучения. Скалярные и векторные характеристики поля излучения.
5. Токовые и потоковые величины поля излучения в рассеивающей и поглощающей среде.

6. Основные характеристики, определяющие действие излучения на вещество. Линейная передача энергии заряженными частицами (ЛПЭ). Поглощенная доза излучения. Экспозиционная доза. Керма.

7. Коэффициент качества излучения и эквивалентная доза. Коллективная доза. Взвешивающие коэффициенты для разных видов излучения и органов или тканей организма. Эффективная доза. Мощность дозы и единицы ее измерения.

8. Современная система дозиметрических величин. Нормируемые и операционные величины в дозиметрии.

9. Преобразование энергии фотонного излучения в веществе: фотоэффект, комптон-эффект, образование электрон-позитронных пар. Линейный и массовый коэффициенты ослабления и передачи энергии излучения веществу.

10. Электронное равновесие. Средняя энергия ионообразования. Соотношение Брегга-Грея.

11. Энергетическая зависимость чувствительности дозиметрического детектора.

12. Ионизационная камера. Принцип работы ионизационной камеры и ее вольт-амперная характеристика.

13. Закономерности ионизационных камер при непрерывном и импульсном облучении.

14. Эффективность собирания ионов в ионизационной камере. Конденсаторные и полостные ионизационные камеры.

15. Газоразрядные счетчики. Роль поглощения в стенках.

16. Полупроводниковые ионизационные детекторы и их особенности. Носители электрических зарядов в беспримесных и примесных полупроводниках.

17. P-n-переход. Вольт-амперная характеристика полупроводникового детектора с p-n-переходом. Дозиметрические характеристики полупроводниковых детекторов.

18. Принцип сцинтилляционного метода. Основные элементы и параметры сцинтилляционного детектора.

19. Токовый режим работы сцинтилляционного детектора. Энергетическая зависимость сцинтилляционного детектора в токовом режиме.

20. Счетчиковый режим работы сцинтилляционного детектора. Энергетическая зависимость сцинтилляционного детектора в счетчиковом режиме.

21. Основные характеристики органических и неорганических сцинтилляторов. Сравнение характеристик сцинтилляционных детекторов с характеристиками ионизационных камер и газоразрядных счетчиков.



22. Оптические эффекты в люминофорах. Механизм радиофотолуминесценции. Радиофотолуминесцентные дозиметры.

23. Механизм радиотермолуминесценции. Кинетика протекания термолуминесценции и кривая термовысвечивания. Влияние режима облучения на чувствительность термолуминесцентных дозиметров.

24. Фотохимическое действие излучения. Дозовая чувствительность фотодозиметра. Компенсация энергетической зависимости чувствительности. Использование дозиметров для индивидуального контроля.

25. Химические методы дозиметрии. Механизм радиационно-химических превращений. Типы химических дозиметров и их характеристики. Пленочные химические дозиметры. Визуальные индикаторы дозы ионизирующего излучения.

26. Классификация, назначение, устройство и основные технические характеристики технических средств дозиметрического контроля. Основные правила работы с техническими средствами дозиметрического контроля.

27. Основные механизмы взаимодействия заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери, ионизирующая и проникающая способности заряженных частиц.

28. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Закон поглощения гамма-излучения в веществе. Проникающая способность гамма-излучения.

29. Взаимодействие нейтронов с веществом. Поглощение нейтронов ядрами атомов, понятия ядерной реакции и самоподдерживающейся цепной ядерной реакции. Способы защиты от нейтронного излучения.

30. Источники ионизирующего излучения, воздействующего на человека. Механизм и особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека. Детерминированные и стохастические биологические эффекты. Факторы, определяющие соматическое воздействие излучения на организм человека.

31. Различные способы облучения организма человека и их особенности. Возможные последствия облучения. Биологическое действие радионуклидов, попавших внутрь организма и доза внутреннего облучения.

32. Основные способы и средства защиты от ионизирующего излучения. Защита от внешнего и внутреннего облучения. Индивидуальные средства защиты от ионизирующего излучения и правила личной гигиены.

33. Дозиметрический контроль внешнего и внутреннего профессионального облучения. Методы проведения индивидуального дозиметрического контроля.

34. Основные нормативные правовые документы в области радиационной безопасности. Категории облучаемых лиц и основные пределы доз.

35. Общие положения по организации работ с источниками излучений. Радиационный контроль при работе с техногенными источниками излучения.

36. Требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения.

Распределение экзаменационных вопросов по разделам учебной программы дисциплины «Дозиметрия и радиационная безопасность» следующее:

- Раздел 1. «Основные понятия и величины дозиметрии» - 8 вопросов;
- Раздел 2. «Физические основы дозиметрии» - 18 вопросов;
- Раздел 3. «Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения» - 10 вопросов.

*Образец экзаменационного билета:*



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

Направление подготовки: 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»

Дисциплина: «Дозиметрия и радиационная безопасность»

Форма обучения: очная

Семестр: весенний 2016-2017 учебного года

Реализующая кафедра: Теоретической и ядерной физики

**Экзаменационный билет № 3**

1. Токовый режим работы сцинтилляционного детектора. Энергетическая зависимость сцинтилляционного детектора в токовом режиме.

2. Основные способы и средства защиты от ионизирующего излучения. Защита от внешнего и внутреннего облучения. Индивидуальные средства защиты от ионизирующего излучения и правила личной гигиены.

Зав. кафедрой

Теоретической и ядерной физики \_\_\_\_\_

Экзаменационный билет по дисциплине содержит два вопроса. Первый вопрос соответствует второму разделу дисциплины, являющемуся основным и самым объемным разделом курса. Второй вопрос берется из первого или третьего разделов.

Практических заданий экзаменационный билет не содержит. Оценка практических заданий осуществляется преподавателем отдельно и фактически определяется результатом оценки самостоятельной работы студента в течение семестра. Критерии оценки самостоятельной работы студента соответствуют критериям выставления оценки студенту при проведении текущей аттестации.

***Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине  
«Дозиметрия и радиационная безопасность»***

Оценка экзамена	Требования к сформированным компетенциям
«Отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, который достаточно глубоко и полно знает природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры; особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от ионизирующего излучения; основные принципы безопасной

	<p>работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности.</p> <p>При ответе на вопросы экзаменационного билета студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, свободно справляется с дополнительными вопросами, использует в ответе материал рекомендованной к изучению литературы, грамотно и обоснованно делает выводы и заключения.</p>
«Хорошо»	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, который знает природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры; особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от ионизирующего излучения; основные принципы безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности.</p> <p>При ответе на вопросы экзаменационного билета студент последовательно, четко и логически стройно излагает материал, но при ответе допускает одну-две неточности, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Студент справляется с дополнительными вопросами, но не использует в ответе материал рекомендованной к изучению литературы.</p>
«Удовлетворительно»	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который поверхностно знает природу и виды ионизирующих излучений; основные свойства и характеристики ионизирующих излучений; теоретические основы и основные понятия дозиметрии; основные механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и физические принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений; основные методы регистрации ионизирующих излучений; принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры; особенности воздействия ионизирующего излучения на организм человека и возможные виды облучения человека; основные положения нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности и проведения радиационного контроля при работе с источниками ионизирующего излучения, включая дозовые пределы облучения персонала и населения; меры индивидуальной защиты и личной гигиены при работе с источниками ионизирующего излучения; основные конструкции и виды защит от</p>

	<p>ионизирующего излучения; основные принципы безопасной работы при использовании источников ионизирующего излучения; основные методы обеспечения радиационной безопасности.</p> <p>При ответе на вопросы экзаменационного билета у студента имеются нарушения в последовательности изложения, отсутствует понимание причинно-следственной связи между явлениями. С дополнительными вопросами справляется с трудом (требуется наличие уточняющих вопросов).</p>
«Неудовлетворительно»	<p>Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, если он не знает значительной части программного материала, и при ответе на вопрос материал излагает непоследовательно, без определенной системы знаний по дисциплине. У студента отсутствует четкое понимание основных методов, используемых в дозиметрии ионизирующих излучений, основных способов и средств радиационной защиты и обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения.</p>

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Дозиметрия и радиационная безопасность» проводится на практических занятиях по форме следующих оценочных средств: конспекта (ПР-7), практического задания и сообщения (УО-3).

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения навыками практической работы с аппаратурой дозиметрического контроля;
- результаты самостоятельной работы.

*Степень усвоения теоретических знаний* оценивается преподавателем после изучения каждого раздела дисциплины:

1. Раздел 1. «Основные понятия и величины дозиметрии».
2. Раздел 2. «Физические основы дозиметрии».
3. Раздел 3. «Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения».

*Пример контрольной работы для усвоения теоретических знаний:*

### Вариант 1.

Вопрос 1. Сформулируйте закон и перечислите основные свойства радиоактивного распада. Что такое период полураспада?

Вопрос 2. Дайте определение поглощенной дозы излучения. Что такое экспозиционная доза, керма.

### Вариант 2.

Вопрос 1. Перечислите основные составляющие естественного радиационного фона. Какой вклад в естественный радиационный фон вносят космические радионуклиды? Какие факторы оказывают непосредственное влияние на величину естественного радиационного фона?

Вопрос 2. Какими скалярными и векторными величинами характеризуются поля ионизирующего излучения? (дать определение величин и раскрыть их понятие)

### *Критерии оценки степени усвоения теоретических знаний*

Оценка	Критерий
«Отлично»	Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано и последовательно раскрывает содержание вопроса, дает четкое определение физическим величинам и понятиям, приводит выводы формул
«Хорошо»	Поставленный вопрос раскрыт студентом, однако нет полного описания всех необходимых элементов, имеются небольшие нарушения в последовательности изложения вопроса, дано четкое определение физических величин и понятий, вывод формул приведен с незначительными ошибками
«Удовлетворительно»	Вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий. Приведены формулы, но без вывода
«Неудовлетворительно»	Ответ на поставленный вопрос отсутствует или в целом не верен

Уровень овладения навыками практической работы с аппаратурой дозиметрического контроля оценивается преподавателем по результатам практических занятий с аппаратурой дозиметрического контроля.

#### *Занятие 4. Технические средства дозиметрического контроля*

1. Изучение основных приемов работы с индивидуальными и амбиентными дозиметрами, дозиметрами-радиометрами.

2. Изучение особенностей измерения эквивалентной дозы (мощности эквивалентной дозы) гамма-излучения естественного радиационного фона дозиметрами и дозиметрами-радиометрами разных типов.

#### *Занятие 5. Прямые дозиметрические измерения*

1. Экспериментальное исследование зависимости мощности эквивалентной дозы гамма-излучения от расстояния до радиоактивного источника с помощью приборов дозиметрического контроля разных типов.

2. Изучение возможности использования различных материалов в качестве радиационной защиты от гамма-излучения.

*Критерии оценки уровня овладения навыками практической работы с аппаратурой дозиметрического контроля*

<b>Оценка</b>	<b>Критерий</b>
«Отлично»	Студент знает устройство и принцип действия используемых на занятии типовых технических средств дозиметрического контроля, основные режимы работы технических средств, может самостоятельно проводить дозиметрические измерения. Результаты измерений представлены в табличном виде, с указанием погрешности измерений, графическое представление результатов измерений выполнено аккуратно, сделаны выводы по результатам практического занятия
«Хорошо»	Студент знает устройство и принцип действия используемых на занятии типовых технических средств дозиметрического контроля, основные режимы работы технических средств, может самостоятельно проводить дозиметрические измерения. В представлениях результатах измерений допущены неточности, графическое представление результатов измерений выполнено, но есть недочеты, по результатам практического занятия сделаны выводы
«Удовлетворительно»	Студент знает устройство и принцип действия используемых на занятии типовых технических средств дозиметрического контроля, но путается в основных режимах работы технических средств, для проведения дозиметрических измерений требуется помощь преподавателя. В представлениях результатах измерений допущены неточности, графическое представление результатов измерений выполнено, но есть недочеты, по результатам практического занятия сделаны выводы
«Неудовлетворительно»	Студент не знает устройство и принцип действия используемых на занятии типовых технических средств дозиметрического контроля, не способен самостоятельно провести дозиметрические измерения. В представлениях результатах измерений допущены грубые ошибки, графическое представление результатов измерений не выполнено, по результатам практического занятия сделаны ошибочные выводы

*Результаты самостоятельной работы студентов оцениваются преподавателем при проведении практических занятий в виде семинаров. Темы семинарских занятий:*

1. Дозиметрия нейтронного излучения.
2. Дозиметрия при радиационных авариях.

3. Особенности регистрации рентгеновского излучения.
4. Обеспечение радиационной безопасности при работе с генерирующими источниками ионизирующего излучения.
5. Особенности эксплуатации радиоизотопных приборов.
6. Организация эксплуатации приборов радиационного контроля и метрологического обеспечения средств измерений.

*Критерии оценки результатов самостоятельной работы студентов*

<b>Оценка</b>	<b>Критерий</b>
<i>«Отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и последовательно излагает содержание своей темы, аргументировано и уверенно отвечает на вопросы аудитории, активно участвует в дискуссии, задавая вопросы и дополняя сообщения других участников семинара.
<i>«Хорошо»</i>	Оценка «хорошо» ставится студенту, который допустил незначительные ошибки, недостаточно полно, по мнению преподавателя, раскрыл содержание своего вопроса, но в то же время аргументировано и уверенно отвечает на вопросы аудитории, активно участвует в дискуссии, задавая вопросы и дополняя сообщения других участников семинара
<i>«Удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» ставится в том случае, когда студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала, при ответе на вопросы аудитории не допускает грубых ошибок, но в ответе отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами (для получения правильного ответа требуется наличие уточняющих вопросов). Недостаточно активно участвует в дискуссии
<i>«Неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, когда студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен последовательно и аргументировано его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом. Не участвует в дискуссии и обсуждения сообщений других участников семинара