

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Атомные электростанции и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.11</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 79,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н. Герасимов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65


(подпись)

А.В. Аникеев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аникеев А.В.
	Идентификатор	R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65

(подпись)

А.В. Аникеев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся представления о физической природе ионизирующих излучений, о методах радиационного контроля и о способах защиты от проникающего излучения

### Задачи дисциплины

- понимание природы радиоактивности и ее биологического воздействия;
- понимание принципов построения норм радиационной безопасности и знание этих норм;
- овладение методами дозиметрического контроля;
- освоение способов защиты от ионизирующих излучений.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен к участию в эксплуатации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы	ИД-4ПК-3 Демонстрирует понимание процессов, происходящих в оборудовании АЭС и их влияния на конструктивные особенности	знать: - физическую природу ионизирующих излучений; - основы норм радиационной безопасности.  уметь: - экспериментально определять характеристики поглощения гамма-излучения; - использовать дозиметрическое оборудование для радиационного контроля; - анализировать результаты дозиметрии ионизирующих излучений.
ПК-4 Способен проводить расчеты характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах АЭС и других энергетических установок	ИД-2ПК-4 Демонстрирует владение навыком поиска, систематизации и обработки справочных данных и иной информации необходимой для выполнения расчетов и проведения экспериментов	знать: - принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом; - принципы расчета защиты от ионизирующих излучений.  уметь: - рассчитывать защиту от протяженных источников ионизирующего излучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Атомные электростанции и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Радиоактивность	18	7	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Радиоактивность"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Радиоактивность" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Радиоактивность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиоактивность"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 16-48</p>
1.1	Радиоактивность	18		4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
2	Регистрация ионизирующих излучений	28		4	8	-	-	-	-	-	-	-	16	

2.1	Регистрация ионизирующих излучений	28		4	8	-	-	-	-	-	-	16	-	задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Регистрация ионизирующих излучений" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Регистрация ионизирующих излучений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Регистрация ионизирующих излучений" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 111-134
3	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	48		4	16	12	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом"
3.1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	48		4	16	12	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом и подготовка к контрольной

																			работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 50-110
4	Нормы радиационной безопасности	32	4	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Нормы радиационной безопасности"						
4.1	Нормы радиационной безопасности	32	4	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нормы радиационной безопасности" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Нормы радиационной безопасности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормы радиационной безопасности" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>						

														[1], 135-217 [2], 135-217
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	Всего за семестр	144.0	16	32	16	-	-	-	-	0.3	62	17.7		
	Итого за семестр	144.0	16	32	16	-	-	-	-	0.3	79.7			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Радиоактивность

#### 1.1. Радиоактивность

Радиоактивный распад; активность, минимально значимая активность. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад, его основные закономерности. Прохождение альфа-частицы сквозь потенциальный барьер ядра. Бета-распад, его виды и основные закономерности. Гамма-излучение и внутренняя конверсия, Оже-эффект, ядерная изомерия. Радиоактивные цепочки..

### 2. Регистрация ионизирующих излучений

#### 2.1. Регистрация ионизирующих излучений

Дозы: поглощенная, эквивалентная, эффективная, экспозиционная. Основные характеристики детекторов ионизирующих излучений: эффективность регистрации, временное и пространственное разрешение. Трековые детекторы: камера Вильсона, диффузионная камера, пузырьковая камера, стримерная камера, фотоэмульсионные детекторы. Общая ВАХ газоразрядного промежутка; газоразрядные счетчики: ионизационная камера, пропорциональный счетчик, счетчик Гейгера. Сцинтилляционный детектор; принцип работы сцинтилляционного спектрометра. Выбор приборов и методов для регистрации  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений..

### 3. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом

#### 3.1. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом

Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Фотоэффект: нерелятивистское приближение. Когерентное рассеяние фотонов на заряженных частиц, сечение Томсона. Некогерентное рассеяние, формула Клейна –Нишины–Тамма. Эффект образования пар. Ослабление  $\gamma$ -излучения в веществе. Линейный и массовый коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения. Общая зависимость коэффициентов ослабления от энергии  $\gamma$ -квантов. Расчет защиты от точечного, плоского и объемного источника  $\gamma$ -излучения. Универсальные защитные таблицы. Расчет доз внутреннего облучения. Общая характеристика взаимодействия заряженных частиц с веществом. Относительный вклад ионизации и тормозного излучения. Закон ослабления потока заряженных частиц в веществе. Взаимодействие нейтронов с веществом. Расчет биологической защиты в двухгрупповом приближении по энергии нейтронов..

### 4. Нормы радиационной безопасности

#### 4.1. Нормы радиационной безопасности

Радиобиологический парадокс. Биологическое воздействие ионизирующего излучения на микро- и макроуровне. Детерминированные и стохастические эффекты облучения. Острая лучевая болезнь, ее симптомы. Принципы построения норм радиационной безопасности. Основные положения НРБ-99/2009. основные нормируемые величины, их значения..

## 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет биологической защиты реактора;
2. Расчет защиты от объемного источника гамма-излучения;
3. Расчет защиты от плоского источника гамма-излучения;
4. Универсальные защитные таблицы;
5. Расчет защиты от точечного источника гамма-излучения;



6. Дозовое поле точечного источника гамма-излучения.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов;
2. Идентификация продуктов распада  $^{232}\text{Th}$  по данным гамма-спектроскопических измерений;
3. Экспериментальное определение фактора накопления;
4. Определение активности источника  $\beta$ -излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов.

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Радиоактивность"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Регистрация ионизирующих излучений"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нормы радиационной безопасности"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
физическую природу ионизирующих излучений	ИД-4ПК-3	+				Тестирование/Природа ионизирующих излучений и методы их регистрации
основы норм радиационной безопасности	ИД-4ПК-3				+	Контрольная работа/Расчет доз внутреннего облучения
принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	ИД-2ПК-4			+		Лабораторная работа/Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов Лабораторная работа/Экспериментальное определение фактора накопления
принципы расчета защиты от ионизирующих излучений	ИД-2ПК-4			+		Контрольная работа/Защита от точечного источника излучения
<b>Уметь:</b>						
использовать дозиметрическое оборудование для радиационного контроля	ИД-4ПК-3		+			Лабораторная работа/Определение активности источника бета-излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов
экспериментально определять характеристики поглощения гамма-излучения	ИД-4ПК-3		+			Лабораторная работа/Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов
анализировать результаты дозиметрии ионизирующих излучений	ИД-4ПК-3		+			Лабораторная работа/Идентификация продуктов распада Th-232 по данным гамма-спектроскопических измерений
рассчитывать защиту от протяженных источников ионизирующего излучения	ИД-2ПК-4			+		Контрольная работа/Защита от плоского и объемного источника гамма-излучения

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита от плоского и объемного источника гамма-излучения (Контрольная работа)
2. Защита от точечного источника излучения (Контрольная работа)
3. Природа ионизирующих излучений и методы их регистрации (Тестирование)
4. Расчет доз внутреннего облучения (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Идентификация продуктов распада Th-232 по данным гамма-спектроскопических измерений (Лабораторная работа)
2. Определение активности источника бета-излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов (Лабораторная работа)
3. Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов (Лабораторная работа)
4. Экспериментальное определение фактора накопления (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

По итогам КМ.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Смирнов, С. Н. Радиационная экология. Физика ионизирующих излучений : учебник для вузов по направлению 140400 "Техническая физика" / С. Н. Смирнов, Д. Н. Герасимов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 326 с. - ISBN 5-903072-06-2 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5311](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5311);
2. Смирнов С.Н. , Герасимов Д.Н. - "Радиационная экология. Физика ионизирующих излучений", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (326 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72276](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72276).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-320, Учебная аудитория	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-206, Учебно-научная лаборатория физики высоких энергий	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, доска маркерная, оборудование учебное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-417, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-213, Подсобное помещение	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Защита от ионизирующих излучений

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Природа ионизирующих излучений и методы их регистрации (Тестирование)
- КМ-2 Защита от точечного источника излучения (Контрольная работа)
- КМ-3 Защита от плоского и объемного источника гамма-излучения (Контрольная работа)
- КМ-4 Расчет доз внутреннего облучения (Контрольная работа)
- КМ-5 Определение активности источника бета-излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов (Лабораторная работа)
- КМ-6 Экспериментальное определение фактора накопления (Лабораторная работа)
- КМ-7 Идентификация продуктов распада Th-232 по данным гамма-спектроскопических измерений (Лабораторная работа)
- КМ-8 Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	8	10	12	14	15	15	15	15
1	Радиоактивность									
1.1	Радиоактивность		+							
2	Регистрация ионизирующих излучений									
2.1	Регистрация ионизирующих излучений						+		+	+
3	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом									
3.1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом			+	+			+		+
4	Нормы радиационной безопасности									
4.1	Нормы радиационной безопасности					+				
Вес КМ, %:			12	13	12	13	12	13	12	13