

**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: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

<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.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 43,7 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>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(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	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(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	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ дозиметрии, действия излучений на живые организмы, физики защиты от излучений

### Задачи дисциплины

- освоение вопросов природы ионизирующих излучений, их взаимодействия с веществом, действия на живые организмы;
- приобретение навыков принятия решений при возникновении радиационно-опасных ситуаций.

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 лабораторном и численном эксперименте, обработке опытных данных	ИД-3ПК-3 Знает природу ионизирующих излучений, их действия на живые организмы. Владеет навыками принятия решений при возникновении радиационно-опасных ситуаций	знать: - механизмы действия излучений на живые организмы, дозовые пределы и способы расчета и измерения доз; - методы защиты от излучений и действия при радиационных авариях.  уметь: - выбирать оптимальные способы защиты от излучений; - самостоятельно оценивать степень радиационной опасности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Материал дисциплин: «Физика (общая)», «Материаловедение и технология материалов и конструкций», «Безопасность жизнедеятельности», «Ядерная физика», «Нейтронная физика управляемого термоядерного синтеза», «Иностранный язык»

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 2 зачетных единицы, 72 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	Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз	15	8	4	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 1 и 2, стр. 7-36</p>	
1.1	Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз	15		4	-	4	-	-	-	-	-	-	7		-
2	Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон	13		4	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-
2.1	Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы.	13		4	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-

	Природный и техногенный фон											Природный и техногенный фон" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 3-5, стр. 37-72	
3	Защита от излучений. Методы расчета	15	4	-	6	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Защита от излучений. Методы расчета" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Защита от излучений. Методы расчета	15	4	-	6	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Защита от излучений. Методы расчета" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 6-8, стр. 73-99 [2], стр. 5-13
4	Методы измерений доз ионизирующих излучений	11	2	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы измерений доз ионизирующих излучений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Методы измерений доз ионизирующих излучений	11	2	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы измерений доз ионизирующих излучений" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], гл. 9-10, стр. 100-114
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	14	-	14	-	-	-	-	0.3	26	17.7	
	Итого за семестр	72.0	14	-	14	-	-	-	-	0.3	43.7		

**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. Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз

1.1. Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз

История открытия радиоактивности. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность. Единицы измерения активности. Закон радиоактивного распада. Природные радиоактивные ряды. Спонтанное деление. Взаимодействие излучения с веществом. Сечение взаимодействия. Взаимодействие гамма-излучения. Фотоэффект, эффект Комптона, образование электрон-позитронных пар. Взаимодействие нейтронов с веществом. Сечения взаимодействия в тепловой и быстрой области энергий. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные и радиационные потери энергии. Эффект Вавилова-Черенкова. Дозы ионизирующих излучений. Экспозиционная, поглощенная и эквивалентная дозы. Единицы измерения. Локальное и общее облучение. Эффективная эквивалентная доза..

### 2. Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон

2.1. Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон

Механизмы действия излучения на живые организмы. Биологическое действие внешнего и внутреннего облучения. Соматические и генетические последствия облучения. Клинические последствия острого облучения Лучевая терапия. Период полувыведения. Пределы годового поступления радионуклидов в организм. Предельно допустимые концентрации радионуклидов в воде и воздухе. Предельно допустимые содержания радионуклидов в теле человека. Природный радиационный фон и его составляющие. Роль радона. Техногенные добавки к фону. Порог действия радиации. Беспороговая гипотеза. Риск. Принцип оптимизации.

### 3. Защита от излучений. Методы расчета

3.1. Защита от излучений. Методы расчета

Радионуклиды как гамма-излучатели. Керма и гамма-постоянные. Коэффициент передачи энергии и ослабления для узкого пучка. Поле излучения источников различной геометрической формы. Закон ослабления фотонного излучения в геометрии широкого пучка. Факторы накопления. Методы расчета защиты от фотонного излучения. Метод расчета по слоям половинного ослабления. Универсальные таблицы для расчета защит. Альbedo фотонного излучения. Уравнение переноса. Методы решения. Характеристики источников нейтронов. Закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов в основных материалах. Альbedo нейтронов. Метод длин релаксации для расчетов защиты от нейтронов. Концепция сечения выведения. Дозовый состав нейтронного излучения в различных средах. Коэффициенты накопления подпороговых нейтронов. Защита от альфа и бета излучений. Защита от тормозного излучения.

### 4. Методы измерений доз ионизирующих излучений

4.1. Методы измерений доз ионизирующих излучений

Приборы радиационного контроля. Ионизационная камера. Фотографический и химический методы. Сцинтилляционный метод. Полупроводниковые детекторы. Трековые детекторы. Активационный метод. Спектрометрия фотонного и нейтронного излучений. Спектрометр излучений человека.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная);
2. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон;
3. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз.;
4. Особенности защиты на объектах ядерной техники.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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>						
методы защиты от излучений и действия при радиационных авариях	ИД-3ПК-3		+			Проверочная работа/Контрольное мероприятие 2. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная)
механизмы действия излучений на живые организмы, дозовые пределы и способы расчета и измерения доз	ИД-3ПК-3	+				Проверочная работа/Контрольное мероприятие 1. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность
<b>Уметь:</b>						
самостоятельно оценивать степень радиационной опасности	ИД-3ПК-3			+		Проверочная работа/Контрольное мероприятие 3. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон
выбирать оптимальные способы защиты от излучений	ИД-3ПК-3				+	Проверочная работа/Контрольное мероприятие 4. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз



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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Устная форма

1. Контрольное мероприятие 1. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность (Проверочная работа)
2. Контрольное мероприятие 2. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная) (Проверочная работа)
3. Контрольное мероприятие 3. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон (Проверочная работа)
4. Контрольное мероприятие 4. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Краюшкин, А. В. Ядерная безопасность : учебное пособие по курсу "Ядерная безопасность" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. В. Краюшкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 164 с. - ISBN 978-5-7046-2323-6 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11270](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11270);

2. "Критические параметры систем с делящимися веществами и ядерная безопасность", Издательство: "Атомиздат", Москва, 1966 - (112 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229572>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### 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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для самостоятельной работы	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для	А-025, Кладовка	стеллаж, оборудование

хранения оборудования и учебного инвентаря	лабораторного оборудования	специализированное
--	-------------------------------	--------------------

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Ядерная безопасность

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Контрольное мероприятие 1. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность (Проверочная работа)
- КМ-2 Контрольное мероприятие 2. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная) (Проверочная работа)
- КМ-3 Контрольное мероприятие 3. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон (Проверочная работа)
- КМ-4 Контрольное мероприятие 4. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз (Проверочная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз					
1.1	Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы измерения активности и доз		+			
2	Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон					
2.1	Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон			+		
3	Защита от излучений. Методы расчета					
3.1	Защита от излучений. Методы расчета				+	
4	Методы измерений доз ионизирующих излучений					
4.1	Методы измерений доз ионизирующих излучений					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25