

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

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	6 семестр - 28 часа;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 87,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

Д.Н. Герасимов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

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

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

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

А.В. Дедов

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-1 Способен применять расчетно-теоретические методы, численное моделирование и экспериментальные навыки исследования физических процессов в ядерных энергетических установках	ИД-7 _{ПК-1} Способен выполнять расчет защиты от точечных и протяженных источников ионизирующего излучения	знать: - принципы расчета защиты от ионизирующих излучений; - основы норм радиационной безопасности; - физическую природу ионизирующих излучений; - принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. уметь: - использовать дозиметрическое оборудование для радиационного контроля; - анализировать результаты дозиметрии ионизирующих излучений; - экспериментально определять характеристики поглощения гамма-излучения; - рассчитывать защиту от протяженных источников ионизирующего излучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование процессов в ядерных реакторах (далее – ОПОП), направления подготовки 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

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	24	6	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Радиоактивность"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Радиоактивность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиоактивность"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 16-48</p>
1.1	Радиоактивность	24		4	4	-	-	-	-	-	-	-	16	
2	Регистрация ионизирующих излучений	34		8	8	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и</p>

2.1	Регистрация ионизирующих излучений	34		8	8	-	-	-	-	-	-	18	-	задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Регистрация ионизирующих излучений" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Регистрация ионизирующих излучений" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Регистрация ионизирующих излучений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 111-134
3	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	38		8	12	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а
3.1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	38		8	12	-	-	-	-	-	-	18	-	так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения

														с веществом" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 50-110
4	Нормы радиационной безопасности	30	8	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормы радиационной безопасности" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нормы радиационной безопасности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Нормы радиационной безопасности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>	
4.1	Нормы радиационной безопасности	30	8	4	-	-	-	-	-	-	18	-		

													[1], стр. 135-217 [2], стр. 135-217
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	28	28	-	-	-	-	-	0.3	70	17.7	
	Итого за семестр	144.0	28	28	-	-	-	-	-	0.3	87.7		

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 α -, β - и γ -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 γ -излучения в веществе. Линейный и массовый коэффициент ослабления γ -излучения. Общая зависимость коэффициентов ослабления от энергии γ -квантов. Расчет защиты от точечного, плоского и объемного источника γ -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

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов;
2. Идентификация продуктов распада ^{232}Th по данным гамма-спектроскопических

измерений;

3. Экспериментальное определение фактора накопления;
4. Определение активности источника β -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	
Знать:						
принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	ИД-7ПК-1			+		Лабораторная работа/Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов Лабораторная работа/Экспериментальное определение фактора накопления
физическую природу ионизирующих излучений	ИД-7ПК-1	+				Тестирование/Природа ионизирующих излучений и методы их регистрации
основы норм радиационной безопасности	ИД-7ПК-1				+	Контрольная работа/Расчет доз внутреннего облучения
принципы расчета защиты от ионизирующих излучений	ИД-7ПК-1			+		Контрольная работа/Защита от точечного источника излучения
Уметь:						
рассчитывать защиту от протяженных источников ионизирующего излучения	ИД-7ПК-1			+		Контрольная работа/Защита от плоского и объемного источника гамма-излучения
экспериментально определять характеристики поглощения гамма-излучения	ИД-7ПК-1		+			Лабораторная работа/Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов
анализировать результаты дозиметрии ионизирующих излучений	ИД-7ПК-1		+			Лабораторная работа/Идентификация продуктов распада Th-232 по данным гамма-спектроскопических измерений
использовать дозиметрическое оборудование для радиационного контроля	ИД-7ПК-1		+			Лабораторная работа/Определение активности источника бета-излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 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 №6)

По итогам КМ.

В диплом выставляется оценка за 6 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=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.

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
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	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 лабораторных занятий	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
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, Лекционная аудитория	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)

6 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