

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

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

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	Яньков Г.Г.
	Идентификатор	Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc

Г.Г. Яньков

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Д.Н. Герасимов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Обучение практическим навыкам регистрации ионизирующих излучений, понимание физических основ взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и овладение радиометрическими методами исследования..

Задачи дисциплины

- освоение теоретических представлений о возникновении ионизирующих излучений и взаимодействии их с веществом;
- приобретение навыков работы с источниками ионизирующего излучения и дозиметрической техникой.

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 анализировать и моделировать физические процессы, используемые в атомной энергетике	ИД-3ПК-1 Способен анализировать процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	знать: - основные процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом; - происхождение и типы ионизирующих излучений. уметь: - рассчитывать основные характеристики процессов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.
ПК-2 Способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов в энергетическом оборудовании	ИД-1ПК-2 Способен применять современную экспериментальную технику и методы в теплофизических исследованиях	знать: - основные виды детекторов ионизирующих излучений; - радиометрические методы теплофизических исследований. уметь: - применять измерительную технику для регистрации ионизирующих излучений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплофизика и молекулярная физика (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	1	8	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиоактивность" <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. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 16-48	
1.1	Радиоактивность	24		8	4	-	-	-	-	-	-	12	-		
2	Регистрация ионизирующих излучений	28		8	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<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 лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а
2.1	Регистрация ионизирующих излучений	28		8	4	-	-	-	-	-	-	-	16	-	

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Регистрация ионизирующих излучений" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 111-134 [3], 111-134
3	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	32	12	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом"
3.1	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом	32	12	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <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 "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 351-380 [3], 50-110
4	Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях	24	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<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
4.1	Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях	24	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	обработки результатов по изученному в разделе "Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и

													подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 50-110
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	2	-	-	0.5	93.5			

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 альфа-, бета- и гамма-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. Линейный и массовый коэффициент ослабления гамма-излучения в веществе. Общая зависимость коэффициентов ослабления от энергии гамма-квантов. Зависимость массового коэффициента ослабления от вещества, области доминирования различных эффектов. Эффект Мессбауэра. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Упругое рассеяние, формула Резерфорда. Ионизация вещества заряженными частицами. Формула Томсона, введение поправочного множителя. Тормозное излучение: нерелятивистское и ультрарелятивистское приближение. Общая характеристика взаимодействия заряженных частиц с веществом. Излучение Вавилова–Черенкова..

4. Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях

4.1. Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях

Общие принципы использования ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях. Измеряемые и рассчитываемые величины. Использование коллимированного пучка гамма-излучения: преимущества и недостатки. Использование широкого пучка гамма-излучения. Радиометрические методы: определение плотности веществ, объемного паросодержания и состава гомогенной смеси..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение линейного коэффициента ослабления пучка гамма-квантов;
2. Идентификация продуктов распада Th-232 по данным гамма-спектроскопических измерений;
3. Определение активности источника β -излучения и сравнение статистических характеристик газоразрядного и сцинтилляционного детекторов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиоактивность"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регистрация ионизирующих излучений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях"

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 "Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях"

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:						
происхождение и типы ионизирующих излучений	ИД-3ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Регистрация ионизирующих излучений и применение его в теплофизике
основные процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	ИД-3ПК-1			+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 7
радиометрические методы теплофизических исследований	ИД-1ПК-2				+	Расчетно-графическая работа/Регистрация ионизирующих излучений и применение его в теплофизике
основные виды детекторов ионизирующих излучений	ИД-1ПК-2		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1
Уметь:						
рассчитывать основные характеристики процессов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом	ИД-3ПК-1		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 7
применять измерительную технику для регистрации ионизирующих излучений	ИД-1ПК-2		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Регистрация ионизирующих излучений и применение его в теплофизике (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 7 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 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. Голубев, Б. П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов / Б. П. Голубев ; ред. Е. Л. Столярова . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Атомиздат, 1967 . – 399 с.;
3. 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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	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 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	Т-412, Учебная лаборатория вычислительной техники	стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-205, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-213, Подсобное помещение	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика ионизирующих излучений

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Регистрация ионизирующих излучений и применение его в теплофизике (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 Защита лабораторной работы № 1 (Лабораторная работа)

КМ-4 Защита лабораторной работы № 4 (Лабораторная работа)

КМ-5 Защита лабораторной работы № 7 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	14	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	Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях					
4.1	Применение ионизирующих излучений в теплофизических исследованиях		+			
Вес КМ, %:			25	25	25	25