

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ВЕЩЕСТВОМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	3	108	30	15	0	27	0	Э
Итого	3	108	30	15	0	0	27	0

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

получение и закрепление теоретических знаний и практических навыков в применении аналитических методов теории переноса к решению конкретных задач по расчету характеристик поля излучения в различных средах.

Дисциплина относится к профессиональному модулю специальных дисциплин. Она посвящена рассмотрению характеристик полей излучения, физических процессов, сопровождающих взаимодействие ионизирующего излучения с веществом и их математическому представлению. В рамках дисциплины обсуждаются основные уравнения, описывающие распространение излучения в веществе и аналитические методы их решения.

Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении математики, теоретической физики, информатики и ядерной физики. Студент должен иметь навыки в решении дифференциальных и интегральных уравнений, иметь представление о преобразованиях Фурье, электромагнитных полях, кулоновском поле и поле ядерных сил, уметь программировать, знать свойства элементарных частиц.

Данная дисциплина необходима для усвоения следующих курсов: дозиметрия ионизирующих излучений, защита от ионизирующих излучений, инструментальные методы радиационной физики, дозиметрическое планирование лучевой терапии.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

получение и закрепление теоретических знаний и практических навыков в применении аналитических методов теории переноса к решению конкретных задач по расчету характеристик поля излучения в различных средах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина посвящена рассмотрению характеристик полей излучения, физических процессов, сопровождающих взаимодействие ионизирующего излучения с веществом и их математическому представлению. В рамках дисциплины обсуждаются основные уравнения, описывающие распространение излучения в веществе и аналитические методы их решения.

Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении математики, теоретической физики, информатики и ядерной физики. Студент должен иметь навыки в решении дифференциальных и интегральных уравнений, иметь представление о преобразованиях Фурье, электромагнитных полях, кулоновском поле и поле ядерных сил, уметь программировать, знать свойства элементарных частиц.

Данная дисциплина необходима для усвоения следующих курсов: дозиметрия ионизирующих излучений, защита от ионизирующих излучений, инструментальные методы радиационной физики, дозиметрическое планирование лучевой терапии.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-3 [1] - Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-3[1] - знать методы проведения исследований физических процессов ; У-ПК-3[1] - уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок ; В-ПК-3[1] - владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
проектный			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; ядерно-энергетическое оборудование атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок; безопасность эксплуатации и	ПК-5 [1] - Способен формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-5[1] - знать методологию проектной деятельности; жизненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности; ; У-ПК-5[1] - уметь формулировать цели и задачи проекта;; В-ПК-5[1] - владеть методами анализа результатов проектной деятельности

	радиационный контроль атомных объектов и установок;		
производственно-технологический			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ;; В-ПК-9[1] - владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-10 [1] - Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-10[1] - знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[1] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[1] - владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:

	<p>технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по</p>

		<p>культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.</p>
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Методы расчета прохождения излучений через вещество	8-15	14/7/0		25	КИ-15	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5,

							В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам

Э	Экзамен
---	---------

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	15	0
1-8	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений	16	8	0
1	Занятие 1 Лекция: Введение. Дифференциальные и интегральные характеристики поля излучения. Практические занятия: Определение характеристик поля.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
2	Занятие 2 Лекция: Сечения взаимодействия. Дифференциальные и интегральные сечения. Практические занятия: Определение сечений взаимодействия.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
3	Занятие 3 Лекция: Взаимодействие фотонов с веществом.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
4	Занятие 4 Лекция: Взаимодействие нейтронов с веществом.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
5	Занятие 5 Лекция: Взаимодействие заряженных частиц с веществом.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
6	Занятие 6. Практические занятия. Практические занятия: Определение сечений фотонов и нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
7	Занятие 7 Лекция: Интегрально-дифференциальная форма уравнения переноса излучений.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
8	Занятие 8 Лекция: Интегральная форма уравнения переноса излучений для плотности потока частиц и плотности столкновений. Практические занятия: Преобразование уравнения переноса.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		
8-15	Методы расчета прохождения излучений через вещество	14	7	0
9	Занятие 9 Лекция: Ядра интегрального уравнения. Ряд Неймана для характеристик поля излучения. Функция детектора. Практические занятия: Конструирование функций	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
0	0	0		

	детектора.			
10	Занятие 10 Лекция: Функция ценности. Сопряженное уравнение переноса для ценности в интегро-дифференциальной и интегральной формах. Ряд Неймана для сопряженных функций.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Занятие 11 Лекция: Элементарная теория диффузии	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Занятие 12 Лекция: Элементарная теория диффузии (продолжение). Практические занятия: Теория диффузии.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Занятие 13 Лекция: Теория замедления нейтронов. Практические занятия: Теория замедления.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Занятие 14 Лекция: Теория возраста. Практические занятия: Теория возраста.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Занятие 15 Лекция: Метод последовательных столкновений. Практические занятия: Метод последовательных столкновений.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины проходит в основном по традиционной схеме.: лекции и практические занятия. Дополнительно поощряется создание программ на языках высокого уровня для решения наиболее сложных задач. Для большей наглядности некоторые расчетные методы разъясняются с помощью компьютерных симуляций.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения
60-64			

			логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 539.1 К49 Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. ЭИ П16 Моделирование переноса излучения : учебное пособие для вузов, М. П. Панин, Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 К62 Введение в теорию прохождения частиц через вещество : , А.М. Кольчужкин, В.В. Учайкин, М.: Атомиздат, 1978
2. 539.1 П16 Моделирование переноса излучения : учебное пособие для вузов, М. П. Панин, Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении математики, теоретической физики, информатики и ядерной физики. Студент должен иметь навыки в решении дифференциальных и интегральных уравнений, иметь представление о преобразованиях Фурье, электромагнитных полях, кулоновском поле и поле ядерных сил, уметь программировать, знать свойства элементарных частиц.

Данная дисциплина необходима для усвоения последующих курсов "Радиационная безопасность человека и окружающей среды": Дозиметрия ионизирующих излучений, Защита от ионизирующих излучений, Инструментальные методы радиационной физики. В учебном плане дисциплины большое количество часов выделено на самостоятельную работу студентов. Это время следует посвятить активной работе над домашними задачами и изучению основной и дополнительной рекомендованной литературы. Материал курса содержит большое количество математических выкладок. Для лучшего освоения этих разделов можно рекомендовать студентам повторить отдельные разделы курсов высшей математики, дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

При изучении курса особое внимание следует обратить на вопросы взаимодействия разных видов излучений с веществом. Так как аналитические решения уравнения переноса становятся возможны только при введении дополнительных упрощающих предположений, в том числе и относительно особенностей взаимодействия излучений, весьма полезным является привязка этих упрощений к конкретным видам излучения, их энергетического диапазона и к конкретным средам распространения.

Некоторые из домашних задач требуют серьезного объема расчетов. В связи с этим приветствуется написание специальных программ для получения численных результатов. Такая предварительная программистская практика является особенно полезной, с точки зрения будущей большой работы по написанию и запуску каждым студентом собственной компьютерной программы расчета характеристик поля во второй части курса, изучаемой в рамках магистерской подготовки

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении математики, теоретической физики, информатики и ядерной физики. Студент должен иметь навыки в решении дифференциальных и интегральных уравнений, иметь представление о преобразованиях Фурье, электромагнитных полях, кулоновском поле и поле ядерных сил, уметь программировать, знать свойства элементарных частиц.

2. Данная дисциплина необходима для усвоения следующих курсов: дозиметрия ионизирующих излучений, защита от ионизирующих излучений, инструментальные методы радиационной физики, дозиметрическое планирование лучевой терапии.

3. Учебная дисциплина включает семь разделов. В первой теме "Дифференциальные и интегральные характеристики поля излучения" преподаватель обращает внимание студентов на принципиально разное использование потоковых и токовых характеристик в приложениях. Второй важный момент связан с экспериментальными измерениями характеристик поля. В эксперименте часто исследователи думая, что они измеряют поток частиц, на самом деле измеряют токовые характеристики.

4. Вторая тема посвящена "Взаимодействию излучений с веществом". Вообще говоря, вопросы взаимодействия изучаются и в других дисциплинах, например, теоретической физике и ядерной физике. Спецификой обсуждения этих вопросов в ВТПИИ является то, что здесь в первую очередь интересна зависимость сечений взаимодействия от вида и энергии излучения и состава среды, где происходит распространение излучения, и связь параметров частицы после взаимодействия с параметрами частицы перед взаимодействием с составом среды.

5. В третьей теме выводятся "Различные формы уравнения переноса". Здесь важно проанализировать основные свойства уравнения переноса и ввести функцию Грина для его решения.

6. С четвертой темы "Теория диффузии" начинается та часть курса, где рассматриваются различные аналитические решения уравнения переноса. В теории диффузии в первую очередь следует отследить ход преобразования уравнения переноса в уравнение элементарной теории диффузии и на базе этого очертить область применимости элементарной теории диффузии. В заключение раздела целесообразно показать, как перенос тепловых нейтронов описывается в рамках элементарной теории диффузии.

7. В пятой теме "Теория замедления" лектор главное внимание должен уделить функциональной форме спектра замедляющихся нейтронов в зависимости от атомного номера среды замедления и наличию или отсутствию поглощения частиц.

8. Шестую тему "Теория возраста" рекомендуется начать с формулирования основных балансных уравнений теории диффузии и теории замедления. Далее на базе этих балансных уравнений выводится диффузионное уравнение с энергетической зависимостью и преобразуется в уравнение возраста. Рассматривается физический смысл понятия возраст и для примера решается уравнение возраста для плоского моноэнергетического источника в бесконечной однородной среде.

Автор(ы):

Панин Михаил Петрович, к.ф.-м.н., с.н.с.