

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Линник Оксана Владимировна
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 13.10.2023 14:19:27
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0913da9b08279983891784201811

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Снежинский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе

_____ П.О.Румянцев
« ____ » _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория прохождения заряженных частиц и
гамма-квантов в веществе (Б1.О.06)

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)

14.04.02 «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Профиль подготовки (при его наличии)

«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА»

Наименование образовательной программы

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

Очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск, 2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе» – ознакомить студентов с основными закономерностями распространения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе.

Задачи изучения дисциплины «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе»:

1. Изучение основных процессов взаимодействия заряженных частиц и гамма-квантов с атомами вещества.
2. Знакомство с основами методов описания процессов распространения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Раздел «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе» относится к блоку Б1 (Б1.О.06) рабочего учебного плана подготовки магистров по направлению 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин (практик) учебного плана:

1. Курсы теоретической физики (механика, квантовая механика, теория поля).
2. Курсы математики в объеме высшей школы.

Курс «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе» посвящен одному из разделов современной физики, без изучения которого невозможна качественная подготовка инженеров-физиков. Дисциплина «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе» изучается на первом курсе во втором семестре обучения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетентностная модель соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования НИЯУ «МИФИ» по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

ПК-3	Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности: <i>Знать:</i> достижения научно-технического прогресса <i>Уметь:</i> применять полученные знания к решению практических задач <i>Владеть:</i> методами моделирования физических процессов
------	--

ПК-4	<p>Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач:</p> <p><u>Знать:</u> цели и задачи проводимых исследований, основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований, методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных</p> <p><u>Уметь:</u> применять методы проведения экспериментов, использовать математические методы результатов исследований и их обобщения, оформлять результаты научно-исследовательских работ</p> <p><u>Владеть:</u> навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследований для решения научных и производственных задач</p>
ПК-6	<p>Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения:</p> <p><u>Знать:</u> основные нормативные документы по регулированию рисков возникновения в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> <p><u>Уметь:</u> оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> <p><u>Владеть:</u> методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 кредита, 72 часа.

Семестр	Трудоём- кость, кр.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма Контроля, Экз./зачёт
1	2	72	16	16	-	40	зачёт

№ раздела	Раздел учебной дисциплины	№ недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел*
			Лекции	Практ. занятия/ сем.	Лаб.	СРС			
	Б1.Б.5 «Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе»								
1 семестр									
1.	Основные особенности распространения заряженных частиц через вещество	1-2	2	2		5	конспект лекции, ДЗ		5
2.	Сечения взаимодействия заряженных частиц	3-4	2	2		5	конспект лекции, ДЗ		5
3.	Рассеяние заряженных частиц	5-6	2	2		5	конспект лекции, ДЗ		5
4.	Квантово-механическое описание процессов рассеяния	7-8	2	2		5	конспект лекции, ДЗ		5
5.	Распространение заряженных частиц в веществе	9-12	4	4		10	конспект лекции, ДЗ		5
6.	Распространение гамма-квантов в веществе	13-16	4	4		10	конспект лекции, ДЗ	16 неделя Контр. работа	5+20
Всего:			16	16		40			
Итого за разделы									50
Зачет:									50
Итого за семестр:									100

ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ раздела	Раздел учебной дисциплины	Неделя	Лекции часы	Темы раздела
-----------	---------------------------	--------	-------------	--------------

1.	Основные особенности распространения заряженных частиц через вещество	1	2	Виды взаимодействия заряженных частиц с атомами вещества. Классификация заряженных частиц. Пробеги заряженных частиц в веществе. Тормозная способность, ее связь с линейным пробегом. Пробеги в составных веществах. Связь пробегов для частиц с разной массой, зарядом. Однократное, кратное, многократное рассеяние, диффузия, обратное рассеяние электронов. Особенности распространения тяжелых и легких заряженных частиц.
2.	Сечения взаимодействия заряженных частиц	3	2	Сечение рассеяния: дважды дифференциальное, дифференциальное по углу и энергии, полное. Сечение упругого рассеяния. Связь сечения с прицельным расстоянием. Сечение и тормозная способность. Система центра инерции. Связь угла рассеяния в лабораторной системе координат и в системе центра инерции.
3.	Рассеяние заряженных частиц	5	2	Закон Резерфорда. Приближения, Закон Резерфорда. Приближения, используемые при его выводе, характерные особенности и условия справедливости. Разные формы записи. Влияние экранирования на процесс упругого рассеяния. Способы учета. Виды потенциалов. Неупругое рассеяние тяжелых заряженных частиц как рассеяние на свободных электронах. Сравнение тормозной способности при неупругом и упругом рассеяниях.
4.	Квантово-механическое описание процессов рассеяния	7	2	Сечение упругого рассеяния в квантовой механике. Приближение Борна для описания процесса упругого рассеяния. Сечение упругого рассеяния в Борновском приближении с потенциалом Бора. Предельные случаи больших и малых углов. Упругое рассеяние быстрых электронов атомами. Атомный форм-фактор. Общие принципы описания неупругого рассеяния.

5.	Распространение заряженных частиц в веществе	9, 11	4	Уравнение переноса для заряженных частиц. Дифференциальная форма уравнения переноса для упругого рассеяния. Угловое распределение для широкого пучка тяжелых заряженных частиц. Уравнение переноса в приближении «прямо-вперед». Выражение общего решения этого уравнения через его частное решение для случая плоской геометрии. Вывод уравнения переноса в приближении непрерывного замедления. Его решение для моноэнергетического падающего пучка. Решение уравнения переноса в приближении непрерывного замедления для пучка с произвольным спектром и для рассеивателя произвольной формы. Средняя энергия, теряемая заряженными частицами на единице пути.
6.	Распространение гамма-квантов в веществе	13, 15	4	Источники гамма-излучения. Процессы взаимодействия гамма-излучения с веществом. Ослабление гамма-излучения в «хорошей» и в «плохой» геометрии. Коэффициенты ослабления и длина свободного пробега. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние гамма-квантов. Особенности процесса образования электронно-позитронных пар. Общий характер взаимодействия гамма-излучения с веществом. Дозовые характеристики поля гамма-излучения. Коэффициент поглощенной энергии и его связь с поглощенной дозой.
Итого: 16 часов				

ПРАКТИЧЕСКИЕ (СЕМИНАРСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

№ пр. з.	Неделя	Раздел	Кол-во часов	Тема практического занятия
1	2	1	2	Пробеги заряженных частиц в веществе. Тормозная способность, ее связь с линейным пробегом. Пробеги в составных веществах. Связь пробега для частиц с разной массой, зарядом. Остаточный пробег.
2	4	2	2	Сечения взаимодействия заряженных частиц
3	6	3	2	Упругое рассеяние тяжелых заряженных частиц. Закон Резерфорда. Связь угла рассеяния в лабораторной системе координат и в системе центра инерции. Влияние экранирования на процесс упругого рассеяния.

				Виды потенциалов
4	8	4	2	Квантово-механическое описание процессов рассеяния.
5	10	5	2	Уравнение переноса для заряженных частиц. Уравнения переноса для описания упругого рассеяния. Уравнение переноса в приближении «прямо-вперед». Решение уравнения переноса в приближении непрерывного замедления. Средняя энергия, теряемая заряженными частицами на единице пути.
5	12	5	2	Уравнение переноса для заряженных частиц. Уравнения переноса для описания упругого рассеяния. Уравнение переноса в приближении «прямо-вперед». Решение уравнения переноса в приближении непрерывного замедления. Средняя энергия, теряемая заряженными частицами на единице пути.
6	14	6	2	Источники гамма-излучения. Ослабление гамма-излучения в «хорошей» геометрии. Коэффициенты ослабления и длина свободного пробега. Общий характер взаимодействия гамма-излучения с веществом. Дозовые характеристики поля гамма-излучения. Коэффициент поглощенной энергии и его связь с поглощенной дозой.
	16	1-6	2	Контрольная работа
Итого: 16 часов				

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Лекции проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом, концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин согласно образовательного стандарта высшего образования НИЯУ «МИФИ» по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Аттестация разделов проводится по итогам выполнения всех проверочных работ.

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения: на 1 час аудиторных занятий отводится 1,25 часа самостоятельной работы студента. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение, устанавливаются преподавателем на каждой неделе в виде домашнего задания.

Допуск к зачёту производится по итогам работы на лекционных и семинарских занятиях.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом [Текст]: Лабораторный практикум / Н.В. Бойко [и др.]. – М.: Буки Веди, 2019. – 104. – ISBN 978-5-4465-2300-9 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
2. Фортов, В.Е. Физика высоких плотностей энергии [Электронный ресурс] [Текст]: учебное пособие / Фортов В.Е. – [Б. м.]: Физматлит, 2013. – 712 с. (ЭБС «Лань»).
3. Сахаров, В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений: учебного пособия для вузов [Электронный ресурс] [Текст]: учебное пособие / Сахаров В.К. – [Б. м.]: НИЯУ МИФИ, 2013. – 268 с. – ISBN 978-5-7262-1769-7 (ЭБС «Лань»).

Дополнительная литература:

1. Бабилова, Ю.Ф. Закономерности прохождения гамма-излучения через вещество [Текст]: учебное пособие / Ю.Ф. Бабилова, В.П. Филиппов. – Москва: МИФИ, 1989. – 88 с.
2. Калиновский, А.Н. Прохождение частиц высоких энергий через вещество [Текст] / Калиновский А.Н., Мохов Н.В., Никитин Ю.П. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 247 с.
3. К.П. Калашников, В.С. Ремизович, В.С. Рязанов. Столкновение быстрых заряженных частиц в твердых телах. М.: Атомиздат, 1980.
4. Ю.В.Готт. Взаимодействие частиц с веществом в плазменных исследованиях. М.: Атомиздат, 1978.
5. Бор, Н. Прохождение атомных частиц через вещество [Текст] / Н. Бор; пер. с англ. – Москва: Издательство иностранной литературы, 1950. – 149 с. (ЭБС НИЯУ МИФИ).
6. А.М. Кольчужкин, В.В. Учайкин. Введение в теорию прохождения частиц через вещество. М.: Атомиздат, 1978.
7. О.Ф. Немец, Ю.Б. Гофман. Справочник по ядерной физике. Киев: Наукова думка, 1975.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. <http://www.ph4s.ru>, раздел Математика, электронный курс по математическому анализу «Дифференциальное исчисление», разработанный кафедрой ВМ НИЯУ МИФИ: <http://80.250.160.82/index.php>.

2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория (Л-315). Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung (2008)
- Проектор ASER X1260 (2008)

Рабочая программа составлена с учетом требований образовательного стандарта высшего образования НИЯУ «МИФИ» по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Ядерной физики и спецтехнологий 27.07.2021 г., протокол № 21/11.

Программа одобрена на заседании кафедры Ядерной физики и спецтехнологий
«__» _____ 2022 г., протокол № _____

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент кафедры
Ядерной физики и спецтехнологий

(подпись)

Хмельницкий Д.В.
(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой
Ядерной физики и спецтехнологий

(подпись)

Журавлев А.П.
(Ф.И.О.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускающая кафедра, курирующая специальность, для которой читается данная дисциплина	Ф.И.О. заведующего данной выпускающей кафедрой	Решение заведующего выпускающей кафедрой по согласованию данной рабочей программы	Подпись заведующего выпускающей кафедрой и дата
1	2	3	4

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

на 20__/20__ учебный год

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Ядерной физики и спецтехнологий

“ _____ ” _____ 20__ г. Заведующий кафедрой _____ А.П. Журавлев

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой направления подготовки (специальности)

“ _____ ” _____ 20__ г. Заведующий кафедрой _____ А.П. Журавлев

Утверждаю

Зам. руководителя по учебной и научно-методической работе
_____ П.О. Румянцев