

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Ф.И.О. Подписи: Ольга Владимировна

Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписи: 12.10.2022 14:41:12

Уникальный программный ключ:

d85fa2f259a0913da9b08299985891736420181f

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный

исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Снежинский физико-технический институт –

(СФТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной  
и научно-методической работе

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

\_\_\_\_\_ П.О.Румянцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Взаимодействие лазерного излучения с веществом

Направление подготовки (специальность) 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»

Профиль подготовки «Физика атомного ядра и частиц»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

г. Снежинск, 2022 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» является ознакомление студентов с основами волновой оптики, физики полупроводников и твердотельных лазеров и их применением.

Задача изучения дисциплины «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» состоит в том, чтобы дать сведения, необходимые для понимания природы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» (Б1.В.ДВ.02.01) является частью профессионального модуля. Курс «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» посвящен одному из важных разделов современной физики, без изучения которого невозможна качественная подготовка инженеров-физиков. «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» изучается на четвертом курсе в восьмом семестре обучения.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины:

- 2.1 Общие курсы физики и математики.
- 2.2 Курсы атомной физики и квантовой механики.
- 2.3 Физика лазеров

## **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 ОС ВО НИЯУ МИФИ по специальности 14.03.02 «Ядерная физика и технологии».

ОПК-1 – способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-1 – способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области.

ПК-2 – способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

ПК-3 – способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и анализ результатов.

ПК-8 – способен к оценке ядерной и радиационной безопасности, и контролю за соблюдением экологической безопасности.

ПК-19.1 – готов разрабатывать способы применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- особенности лазерного излучения;
- характеристики веществ;
- современные представления о закономерностях нагревания вещества при лазерном воздействии;
- о технологическом применении лазерного излучения;

Уметь:

- формулировать задачи и планы научного исследования процессов поглощения излучения в различных средах и их нагревания и разрушения;
- осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор, анализ данных, необходимых для решения поставленных физических и технических задач;
- применять информационные технологии для решения физических и технических задач;

Владеть:

- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии;
- навыками профессиональной аргументации при разборе какой-либо проблемы в профессиональной деятельности;
- программным обеспечением для работы с физической и технической информацией и основами Интернет - технологий.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоем- кость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
8	2	72	30	0	0	42	зачет

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 кредита, 72 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемос- ти ( <i>неделя, форма</i> )	Аттеста- ция раздела ( <i>неделя, форма</i> )	Макс. балл за раз- дел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы			
<b>8 семестр</b>								
1	Особенности лазерного излучения	1	4			конспект лекции		2
2	Характеристики веществ	2	2			конспект лекции		1

3	Взаимодействие слабого ЛИ с веществом	3	4			конспект лекции		2
4	Интерференция и дифракция слабого ЛИ	4	2			конспект лекции		1
5	Резонансные и нерезонансные взаимодействия. Линейные и нелинейные взаимодействия ЛИ с веществом	5	4			конспект лекции		2
6	Многофотонная ионизация под воздействием ЛИ. Эффекты самовоздействия ЛИ	6	2			конспект лекции		1
7	Самофокусировка, самодефокусировка ЛИ. Рассеяние ЛИ веществом	7	4			конспект лекции		2
8	Генерация гармоник ЛИ. Тепловое воздействие ЛИ. Оптический пробой веществ ЛИ	8	2			конспект лекции		1
9	Образование плазмы и взаимодействие ЛИ с плазмой. Защита ДЗ	9	4			конспект лекции	9 нед. Контр. тест	2+15
10	Технологическое применение ЛИ. Реферативные доклады	10	2			конспект лекции	10 нед. реферат	1+20
Всего:			30					50
Зачет								50
Итого за 8 семестр:								100

### **Раскрытие лекционных тем и тем практических занятий**

#### **Тема 1. Особенности лазерного излучения**

Монохроматичность ЛИ. Когерентность ЛИ. Направленность ЛИ. Интенсивность ЛИ

#### **Тема 2. Характеристики веществ**

Оптические свойства газов, жидкостей, диэлектриков и металлов. Показатель преломления. Поглощение и рассеяние света. Электронная нелинейная восприимчивость. Эффект Керра. Электрострикция и электрокалорический эффект. Тепловой эффект.

#### **Тема 3. Взаимодействие слабого ЛИ с веществом**

Интерференция и дифракция слабого ЛИ. Резонансные и нерезонансные взаимодействия. Законы линейного распространения света.

#### **Тема 4. Линейные и нелинейные взаимодействия ЛИ с веществом**

Прямолинейное распространение излучения в веществе. Закон преломления и отражения на границе различных сред. Закон поглощения Бугера-Ламберта-Бера. Поляризация излучения и свойства среды. Спонтанное рассеяние света атомами и молекулами. Вынужденное рассеяние света. Вынужденное комбинационное рассеяние света (ВКР). Роль ВКР в нелинейной оптике и квантовой радиофизике. Спонтанное рассеяние света однородной средой. Вынужденное рассеяние света однородной средой.

#### **Тема 5. Взаимодействие сильного ЛИ с веществом**

Многофотонная ионизация под воздействием ЛИ. Эффекты самовоздействия ЛИ. Самофокусировка, самодефокусировка ЛИ. Рассеяние ЛИ веществом. Генерация

гармоник ЛИ. Тепловое воздействие ЛИ. Оптический пробой веществ ЛИ. Образование плазмы и взаимодействие ЛИ с плазмой.

#### **Тема 6. Технологическое применение ЛИ.**

Плавление металлов. Испарение металлов. Технологические применения лазерного излучения при обработке металлов. Окисление металлической поверхности при облучении.

### **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 ООП ВО 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

2. Разбор задач и поиск их решения проводится в рамках практических занятий на каждой учебной неделе и в часы, отведённые на контролируруемую самостоятельную работу. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

3. Предусмотрено получение навыка публичного выступления и защиты самостоятельной работы студента в форме устного реферативного доклада. Темы рефератов предоставляются преподавателем и выбираются студентами в начале семестра.

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

Часы на самостоятельную работу распределяются на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки конспекта лекции Рубежный контроль – при помощи контрольного тестирования и реферата.

Зачет проводится в традиционной форме – по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Основная литература

1. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: Курс лекций: Учеб. Руководство. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 280 с.
2. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б., Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика / Под ред. В.И. Конова. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. 312 с.
3. Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Конспект лекций. Часть 1. Механизмы поглощения и диссипации энергии в веществе / Под общ. ред. В.П. Вейко. СПб. : СПбГУ ИТМО, 2005. 84 с.
4. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения: Пер с англ. / Под ред. С.И. Анисимова. М : Мир, 1974. 468 с.
5. Хора Х. Физика лазерной плазмы: Пер с англ. / Под ред. Г.В. Склизкова М. : Энергоатомиздат, 1986.
6. Веденов А.А., Глауш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. М. : Энергоатомиздат, 1985. 208 с.
7. Анисимов С.И., Имас Д.А., Романов Г.С., Ходыко Ю.В. Действие излучения большой мощности на металлы. М. : Наука, 1970.
8. Делоне Н.Б., Крайнов В.П. Атом в сильном световом поле. М. : Атомиздат, 1978. 287 с.
9. Делоне Н.Б., Крайнов В.П. Основы нелинейной оптики атомарных газов. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 184 с.

### Дополнительная литература

1. Журнал «Квантовая электроника» ([quantum-electron.ru](http://quantum-electron.ru))
2. Журнал «Laser Physics» ([lasphys.com](http://lasphys.com))
3. Журнал «Фотоника» ([photonics.su](http://photonics.su))
4. Журнал «Applied Optics» ([ao.osa.org/journal/ao/about.cfm](http://ao.osa.org/journal/ao/about.cfm))
5. Журнал «Optical engineering» ([spie.org/x867.xml](http://spie.org/x867.xml))
6. Журнал «Оптический журнал» ([opticjour.ru](http://opticjour.ru))
7. Журнал «Приборы и техника эксперимента» ([maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=pribory](http://maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=pribory))
8. Журнал «Оптика и спектроскопия» ([maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=optrus](http://maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=optrus))

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультимедийная аудитория (Л-318). 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)

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», утвержденного Ученым советом НИЯУ МИФИ 31.05.2018 г.

Автор: \_\_\_\_\_ преподаватель Арапов Ю.Д. \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_ к.ф.-м.н., доцент Хмельницкий Д.В. \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании кафедры Ядерной физики и спецтехнологий,  
протокол № \_\_\_\_\_