

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.09.02 Основы нелинейной оптики

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль)

03.03.02.01 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук, доцент, Н.Э. Лямкина

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Основы нелинейной оптики» представляет собой одну из дисциплин по выбору учебного плана подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика». Нелинейная оптика – это раздел физической оптики, в котором изучается распространение оптического излучения в твёрдых телах, жидкостях и газах и их взаимодействие с веществом в условиях, когда существенными становятся изменения оптических свойств среды под действием излучения. Изучение дисциплины базируется на материалах предшествующих естественно-научных дисциплин. В ней излагаются физические основы нелинейного взаимодействия интенсивного лазерного излучения с классическими и квантовыми системами, приводящего к существенному изменению свойств и параметров как объектов воздействия (среды), так и самого лазерного излучения.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов современных представлений об основах нелинейных оптических эффектов, генерации высших гармоник, суммарных и разностных частот, самофокусировки и самоканализации световых лучей, вынужденном рассеянии света и др.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются: 1) приобретение студентами знаний теоретических основ нелинейной оптики, в том числе о таких ее классических явлениях как самомодуляция и самофокусировка света, генерация гармоник излучения и вынужденное комбинационное рассеяние, а также их применений в устройствах управления оптическим излучением; 2) выработка у студентов навыков решения типичных задач классической нелинейной оптики и применения ее характерных методов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</b>	
ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	характеристики нелинейных сред и нелинейной поляризации среды, различия когерентных и некогерентных нелинейных процессов процессы пространственного накопления нелинейных эффектов эффекты нелинейного преобразования частоты, эффекты самовоздействия света в нелинейных средах.  классифицировать основные нелинейно-оптические

	<p>эффекты  анализировать эффекты, обусловленные второй и третьей степенью нелинейности  применять различные методы расчета параметров нелинейно-оптических сред  терминологией принятой в нелинейной оптике  навыками анализа параметров нелинейных оптических сред  навыками решения типичных задач классической нелинейной оптики и применения ее характерных методов</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Раздел 1. Классификация нелинейно-оптических явлений</b>									
	1. Тема 1.1 Основные нелинейно-оптические явления Частота и поляризация – основные характеристики света в долазерной оптике. Интенсивность света и ее влияние на характер оптических явлений. Классификация нелинейных эффектов в оптике. Некогерентные нелинейные эффекты. Когерентные нелинейные эффекты Тема 1.2 Специфика нелинейных явлений в оптическом диапазоне Нелинейные процессы в радиотехнике и электронике. Нелинейные явления в электрооптике	2							
	2.							8	
<b>2. Раздел 2. Теоретические основы линейной оптики</b>									

1. Тема 2.1. Поляризация среды. Линейная восприимчивость. Взаимодействие света со средой, материальное уравнение, линейная восприимчивость. Оптический электрон как гармонический и ангармонический осциллятор. Сильные и слабые световые поля Тема 2.2. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде	2							
2. Поляризация среды. Линейная восприимчивость. Взаимодействие света со средой, материальное уравнение, линейная восприимчивость. Оптический электрон как гармонический и ангармонический осциллятор.			4					
3.							6	
<b>3. Раздел 3. Нелинейная поляризация среды – причина появления нелинейных оптических эффектов.</b>								
1. Тема 3.1 Материальные уравнения для нелинейных сред. Модель ангармонического осциллятора. Феноменологическое материальное уравнение для анизотропных и изотропных нелинейных сред. Механизмы оптической нелинейности Тема 3.2. Уравнения Максвелла в нелинейной среде	3							
2. Материальные уравнения для нелинейных сред. Модель ангармонического осциллятора. Феноменологическое материальное уравнение для анизотропных и изотропных нелинейных сред. Уравнения Максвелла в нелинейной среде			8					
3.							8	
<b>4. Раздел 4. Генерация гармоник. Пространственное накопление нелинейно-оптических эффектов</b>								

<p>1. Тема 4.1 Генерация гармоник. Пространственное накопление нелинейно-оптических эффектов          Нелинейные эффекты, обусловленные квадратичной восприимчивостью. Статическая поляризация.          Оптическое детектирование. Генерация второй гармоники</p> <p>Тема 4.1 Пространственное накопление нелинейно-оптических эффектов, фазовый синхронизм.          Фазовый синхронизм в анизотропных кристаллах. Виды синхронизма. Скалярный и векторный синхронизм.          Генерация суммарной частоты при высокой эффективности преобразования. Факторы, ограничивающие эффективность преобразования.</p>	3							
<p>2. Генерация второй гармоники.          Фазовый синхронизм в анизотропных кристаллах.          Виды фазового синхронизма.          Генерация третьей гармоники в кристаллах</p>			8					
3.							8	
<b>5. Раздел 5. Эффекты самовоздействия света в нелинейной среде</b>								



<p>1. Тема 5.1 Самофокусировка света Тепловая линза. Изменение показателя преломления усиливающей, поглощающей сред внутри резонатора. Количественные характеристики процесса нелинейной рефракции Угол самофокусировки, длина самофокусировки. Критическая напряженность поля и критическая мощность излучения.</p> <p>Тема 5.2 Фазовая самомодуляция. Нелинейные эффекты при распространении в среде мощных импульсов света. Самосжатие и самоуширение световых импульсов, временные солитоны. Спектральное уширение под действием фазовой самомодуляции</p>	2							
<p>2. Самофокусировка света. Количественные характеристики процесса нелинейной рефракции . Угол самофокусировки, длина самофокусировки. Критическая напряженность поля и критическая мощность излучения Фазовая самомодуляция. Самосжатие и самоуширение световых импульсов, временные солитоны</p>			6					
3.							8	
<b>6. Раздел 6. Параметрическая генерация и усиление света в нелинейной среде</b>								

1. Тема 6.1. 1 Генерация суммарных и разностных частот Тема 6.2. Параметрическое усиление света Параметрическое усиление и его применение. Параметрические генераторы света. Частотная перестройка параметрических генераторов. Параметрическая флуоресценция	3							
2. Генерация суммарных и разностных частот Параметрическое усиление Частотная перестройка параметрических генераторов.			6					
3.							8	
<b>7. Раздел 7. Вынужден-ное рассея-ние света</b>								
1. Тема 7.1. Вынужденное рассеяние Ман-дельштама – Бриллюэна. Связь гиперзвуковых и световых волн. Обращение волнового фронта при ВРМБ. Адаптивная оптика и обращение волнового фронта Тема 7.2. Вынужденное комбинационное рассеяние Квантовая теория вынужденного комбинационного рассеяния. Описание процесса вынужденного комбинационного рассеяния на языке связанных волн. Связь стоксовой и антистоксовой компонент. Комбинационное рассеяние высших порядков	3							
2. Вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Связь гиперзвуковых и световых волн. Вынужденное комбинационное рассеяние			4					
3.							8	
4.								

Bcero	18		36				54	
-------	----	--	----	--	--	--	----	--

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Новотный Л., Хехт Б., Коновко А. А., Шутова О. А., Самарцев В. В. Основы нанооптики(Москва: Физматлит).
2. Стафеев С. К., Боярский К. К., Башнина Г. Л. Основы оптики: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Физика" (510400), "Прикладные математика и физика" (511600), "Опготехника" (551900), "Приборостроение" (551500) и другим физическим и техническим направлениям подготовки(Санкт-Петербург: Лань).
3. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика: учебник для вузов по направлению и специальности "Физика"(Москва: МГУ).
4. Слабко В. В., Закарлюка А. В., Лямкина Н. Э. Нелинейная оптика: [конспект лекций](Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ).
5. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика: монография(Москва: Физматлит).
6. Скалли М. О., Зубайри М. С., Самарцев В. В. Квантовая оптика: пер. с англ.(Москва: Физматлит).
7. Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах: монография(Москва: Физматлит).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Операционная система MS Windows
2. Офисный пакет MS Office

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: - <http://elibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: - <http://www.znaniium.com>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра располагает учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа и практических занятий. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (демонстрационное оборудование).

Помещение для самостоятельной работы магистрантов оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.