

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра фотоники и
лазерных технологий
(ФилТ_ИФО)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра фотоники и
лазерных технологий
(ФилТ_ИФО)**

наименование кафедры

профессор Втюрин А.Н.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА**

Дисциплина Б1.В.01 Нелинейная оптика

Направление подготовки /
специальность 16.04.01 Техническая физика, программа
16.04.01.02 Оптическая физика и квантовая
электроника 2020г

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

160000 «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 16.04.01 Техническая физика, программа 16.04.01.02

Оптическая физика и квантовая электроника 2020г.

Программу д-р физ.-мат. наук, профессор, В.В. Слабко
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Нелинейная оптика» представляет собой одну из важных дисциплин специализации при подготовке магистров по направлению 16.04.01 «Техническая физика» магистерской программы 16.04.01.02 «Оптическая физика и квантовая электроника»

Дисциплина посвящена изучению физических основ нелинейной оптики, ее теоретических и экспериментальных методов, получивших наибольшее признание, а также тенденций развития. Основной целью преподавания дисциплины является профессиональное изложение теоретических методов нелинейной оптики и их применения при разработке нелинейно-оптических устройств, ознакомление магистрантов с перспективами развития этой области знаний; обучение использованию метода медленно меняющихся амплитуд, являющемуся основным теоретическим методом волновой нелинейной оптики; применению этого метода к ряду конкретных нелинейно-оптических задач, таких как преобразование частот лазерного излучения за счет их смещения в кристаллических нелинейных средах, процессов вынужденного рассеяния и резонансных параметрических процессов в газовых атомных, молекулярных и кластерных средах. Научить использовать эффекты самовоздействия лазерного излучения, приводящие к самофокусировке и самомодуляции волновых пакетов, а также обращению волнового фронта; изложить проблемы нелинейно-оптического взаимодействия волн в средах с отрицательным показателем преломления.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве магистра технической физики, прошедшего обучение по программе 16.04.01.02. «Оптическая физика и квантовая электроника».

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

ОПК-1: способностью к профессиональной эксплуатации современного научного
--

и технологического оборудования и приборов	
Уровень 1	Основные теоретические методы, используемые в оптической физике
Уровень 2	Характеристики нелинейно-оптических материалов и устройств
Уровень 3	Проявление нелинейно-оптических эффектов при распространении лазерного излучения в различных средах
Уровень 1	Пользоваться терминологией принятой в оптической физике
Уровень 2	Пользоваться обширными справочными данными по оптическим материалам для разработки конкретных устройств, ориентироваться в периодической литературе и отыскивать необходимые данные
Уровень 3	Делать оценки и расчеты для нахождения необходимых параметров среды и поля
Уровень 1	Навыками работы с современной спектральной аппаратурой
Уровень 2	Методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий
Уровень 3	Навыками обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации
ОПК-2: способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	
Уровень 1	Основные достижения науки и техники в избранной области
Уровень 2	Профессионально-ориентированную терминологию
Уровень 3	Направления научных исследований и основные достижения научного коллектива базы НИР; характеристику объекта и условия исследования
Уровень 1	Самостоятельно ставить конкретные цели физических исследований и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий.
Уровень 2	Ставить задачи для выполнения конкретных целей, определять методы их решения, разрабатывать алгоритм действий
Уровень 3	Анализировать результаты и представлять их в виде законченных научно-исследовательских разработок – научных докладов, тезисов, научных статей и др.; проводить сбор и анализ библиографических источников информации
Уровень 1	Навыками написания научно-технических отчетов, обзоров, докладов и статей
Уровень 2	Физическими и математическими методами для решения профессиональных задач в выбранной области исследований
Уровень 3	Навыками работы на современном оборудовании; навыками обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации
ПК-5: способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	
Уровень 1	современные методы исследования, оценки величин параметров и представления результатов в современной нелинейной оптике
Уровень 2	формализованные математические модели и методы описания

	нелинейно оптических явлений, условия их проявления и использования в реальных устройствах
Уровень 3	методы постановки экспериментальных и расчетно теоретических задач исследования и формирования плана его реализации в области нелинейной оптики
Уровень 1	применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования, проводить расчеты, оценки, интерпретировать, применять и представлять результаты работы
Уровень 2	самостоятельно организовывать исследовательские и проектные работы, а также управлять коллективом при их проведении
Уровень 3	пользоваться справочными и литературными данными и применять их при выполнении исследований
Уровень 1	современными методами проведения экспериментальных и теоретических работ в области нелинейной оптики
Уровень 2	методами поиска и анализа его результатов в электронной сети на русском и английском языках, а так же представления результатов исследований в виде презентаций
Уровень 3	навыками прогнозирования динамики, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, их систем с использованием формализованных моделей и методов
ПК-9:готовностью принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по направленности (профилю) программы магистратуры, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов	
Уровень 1	государственный образовательный стандарт по одной из основных образовательных программ
Уровень 2	организационные формы обучения в высших учебных заведениях
Уровень 3	документацию, регламентирующие учебный процесс (стандарты, планы, программы)
Уровень 1	ориентироваться в организационной структуре ВУЗа
Уровень 2	ориентироваться в нормативно-правовой документации ВУЗа
Уровень 3	анализировать учебно-методическую литературу
Уровень 1	методами поиска информации с использованием глобальных информационных ресурсов
Уровень 2	методами самоорганизации деятельности и совершенствования личности преподавателя
Уровень 3	навыками планирования учебных занятий

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

НИР

1. Оптические методы и устройства в биологии и медицине
2. Техническая оптика
3. Элементы и устройства оптоэлектроники и нанофотоники
4. Оптика фотонных кристаллов

5. Нанопотоника

6. Актуальные проблемы технической физики

НИР

Нанопотоника

Научно-исследовательский семинар

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Научно-исследовательская)

Преддипломная практика

1.5 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)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	0,89 (32)	0,89 (32)
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,44 (16)	0,44 (16)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,11 (76)	2,11 (76)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Уравнения Максвелла – Лоренца в нелинейной среде.	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
2	Раздел 2. Метод медленно меняющихся амплитуд.	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
3	Раздел 3. Нестационарные эффекты	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
4	Раздел 4. Самовоздействие световых волн	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
Всего		16	16	0	76	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Уравнения Максвелла – Лоренца в среде. Нелинейный отклик среды. Разложение поляризации по степеням поля и классификация нелинейно-оптических эффектов на его основе.	2	0	0
2	1	Феноменологическое описание оптических восприимчивостей. Тензоры оптических восприимчивостей. Перестановочные соотношения.	2	0	0
3	2	Метод медленно меняющихся амплитуд. Стационарные укороченные уравнения. Среды с квадратичной нелинейностью. Трехфотонные взаимодействия. Система стационарных укороченных уравнений.	2	0	0
4	2	Фазовый синхронизм и методы его реализации. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрический генератор света (ПГС).	2	0	0
5	3	Нестационарные укороченные уравнения. Второе приближение теории дисперсии. Учет пространственной и временной дисперсии. Уравнения для пучков и импульсов.	2	0	0
6	3	Четырехфотонные взаимодействия. Резонансные процессы. Расчет нелинейных восприимчивостей.	2	0	0

7	4	Вынужденное рассеяние света. Физический механизм рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Порог ВКР.	2	0	0
8	4	Антистоксово рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Обращение волнового фронта. Самовоздействие световых волн.	2	0	0
Итого			16	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Лазерные пучки. Оценка параметров, интенсивности и поля. Тензоры нелинейной восприимчивости.	2	0	0
2	1	Направления синхронизма для ГВГ: oo-e, ee-o, eo-e и eo-o-типа.	2	0	0
3	2	Генерация суммарных и разностных частот в приближении заданного поля	2	0	0
4	2	Расчет параметров ПГС.	2	0	0
5	3	Нестационарные параметрические процессы. Второе приближение теории дисперсии	2	0	0
6	3	Пространственно временная аналогия. Волновые пучки и импульсы.	2	0	0
7	4	Вынужденное рассеяние, самофокусировка.	4	0	0

Всего		16	0	0
-------	--	----	---	---

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Салех Б. Е. А., Тейх М. К.	Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 1: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского	Долгопрудный: Интеллект, 2012
Л1.2	Салех Б. Е. А., Тейх М. К.	Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 2: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского	Долгопрудный: Интеллект, 2012
Л1.3	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, 2013
Л1.4	Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П.	Теория волн: линейные и нелинейные волны	Москва: URSS, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ахманов С. А., Никитин С. Ю.	Физическая оптика: учебник для вузов по направлению и специальности "Физика"	Москва: МГУ, 2004

Л2.2	Слабко В. В., Закарлюка А. В., Лямкина Н. Э.	Нелинейная оптика: [конспект лекций]	Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ, 2008
Л2.3	Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В.	Прикладная нелинейная оптика: монография	Москва: Физматлит, 2004
Л2.4	Скалли М. О., Зубайри М. С., Самарцев В. В.	Квантовая оптика: пер. с англ.	Москва: Физматлит, 2003
Л2.5	Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С.	Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах: монография	Москва: Физматлит, 2010
Л2.6	Новотный Л., Хехт Б., Коновко А. А., Шутова О. А., Самарцев В. В.	Основы нанооптики	Москва: Физматлит, 2011
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Слабко В. В., Закарлюка А. В.	Нелинейная оптика: методические указания по практическим занятиям	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
Э2	Электронно-библиотечная система	http://www.znaniyum.com

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе обучения магистрантам следует учесть, что пропуски лекционных и практических занятий фиксируются. Пропущенный лекционный и практический материал прорабатывается самостоятельно. Комплект практических заданий для самостоятельной подготовки преподаватель формирует индивидуально для каждого студента (8 задач) после решения типовых задач в рамках аудиторного практического занятия. Задачи сдаются преподавателю в письменной форме для проверки и оценки качества выполненной работы.

Итоговый контроль знаний по курсу проводится в форме экзамена.

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;

- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

На лекции преподаватель рекомендует студентам литературу и разъясняет методы работы с учебниками и первоисточниками. В этом плане особые возможности представляет вводная лекция, на которой раскрывается проблематика темы, логика овладения ею, дается характеристика списка литературы, выделяются разделы для самостоятельной проработки.

Самостоятельная работа носит деятельностный характер и поэтому в ее структуре можно выделить компоненты, характерные для деятельности как таковой: мотивационные звенья, постановка конкретной задачи, выбор способов выполнения, исполнительское звено, контроль. В связи с этим можно выделить условия, обеспечивающие успешное выполнение самостоятельной работы:

1. Мотивированность учебного задания (для чего, чему способствует).
2. Четкая постановка познавательных задач.
3. Алгоритм, метод выполнения работы, знание студентом способов ее выполнения.
4. Четкое определение преподавателем форм отчетности, объема работы, сроков ее представления.
5. Критерии оценки, отчетности и т.д.
7. Виды и формы контроля.

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется графиком учебного процесса и самостоятельной работы. На нее отводится 76 часов (2,11 зачетных единиц). Самостоятельная работа представлена следующими формами: изучение теоретического курса, решение задач. Контроль освоения материала через решение задач. Комплект практических заданий для самостоятельной подготовки преподаватель формирует индивидуально для каждого студента (8 задач) после решения типовых задач в рамках аудиторного практического занятия. Задачи сдаются преподавателю в письменной форме для проверки и оценки качества выполненной работы.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1. Операционная система MS Windows
-------	------------------------------------

9.1.2	2. Офисный пакет MS Office
-------	----------------------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

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

10 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.