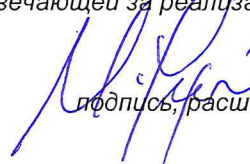


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
теоретической физики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 (Фролов М.В.)
подпись, расшифровка подписи

02.07.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 – Основы нелинейной оптики

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки:

03.03.02 – физика

2. Профиль подготовки:

«Физика лазерных и спектральных технологий»

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная (дневная)

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0802 – теоретической физики

6. Составители программы: Саранцева Татьяна Сергеевна

ФИО

к.ф.-м.н.

ученая степень

sarantseva ts@phys.vsu.ru

e-mail

теоретической физики

Кафедра

ученое звание

Физический

Факультет

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 27.06.2018 г. протокол № 6

(наименование recommending структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2020-2021

Семестр(-ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: основной целью дисциплины "Основы нелинейной оптики" является формирование у студентов ясной физической картины явлений, происходящих при взаимодействии интенсивного когерентного электромагнитного излучения с нелинейной средой. В ходе изучения дисциплины студент должен овладеть основными методами нелинейной оптики, получить четкое представление о нелинейно-оптических явлениях, а также приобрести навыки решения практических задач нелинейной оптики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Является дисциплиной вариативной части Б1.В. Курс посвящен теоретическому описанию различных классов задач когерентной нелинейной оптики. Для освоения курса необходимо использовать материал всех курсов базовой части профиля «*Физика лазерных и спектральных технологий*».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	знать: основные методы нелинейной оптики; уметь: использовать в профессиональной деятельности знания об особенностях взаимодействия когерентного излучения с нелинейной средой, а также методах расчета нелинейного отклика среды, применять полученные знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач;
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			6		
Аудиторные занятия					
в том числе: лекции	16		16		

Практические				
Лабораторные				
самостоятельная работа	56		56	
Контроль				
форма промежуточной аттестации	Зачет		зачет	
Итого:	72		72	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение. Распространение электромагнитных волн в нелинейной среде.	Введение. Система уравнений Максвелла в нелинейной среде. Связанные волны в нелинейной среде. Распространение электромагнитных импульсов с огибающей. Приближение медленно меняющейся амплитуды.
2	Нелинейные оптические восприимчивости.	Классические модели нелинейной среды. Формализм матрицы плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей. Диаграммная техника.
3	Связь мод излучения.	Генерация второй гармоники. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрическое усиление.
4	Нелинейное рассеяние света.	Вынужденное комбинационное рассеяние. Модель Плачека. Квантовое описание вынужденного комбинационного рассеяния. Связь стоксовой и антистоксовой компонент. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
5	Процессы третьего порядка.	Самофокусировка импульса. Нелинейное уравнение Шредингера. Каналирование и филаментация. Трехволновое смешение. Наведенное двулучепреломление.
6	Резонансное взаимодействие электромагнитного излучения с системой двухуровневых частиц.	Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Нестационарная нутация и затухание свободной поляризации. Фононное эхо. Самоиндуцированная прозрачность. Сверхизлучение.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
6 семестр						
1	Уравнения Максвелла в среде	2			9	11
2	Нелинейные оптические восприимчивости	2			9	11
3	Связь мод излучения	2			9	11
4	Нелинейное рассеяние света	3			9	12
5	Процессы третьего порядка	4			10	14
6	Взаимодействие с двухуровневой системой	3			10	13
	Итого:	16			56	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Необходимо строго следовать рекомендациям преподавателя по изучению материала. Систематически выполнять задания, предлагаемые преподавателем.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Салех, Бахаа Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения = <i>Fundamentals of photonics</i> : [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Деброва .— Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект", Т. 1 .— 2012 .— 759 с.
2	Желтиков А.М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики / А.М. Желтиков .— М. : Физматлит, 2006 .— 294 с
3	Милославский В.К. Нелинейная оптика : учебное пособие для студ. старших курсов, аспирантов и научных работников / В.К. Милославский ; Харьков. нац. ун-т им. В.Н.Каразина .— Харьков : ХНУ, 2008 .— 311 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Быков, Владимир Павлович. Лазерные резонаторы / В. П. Быков, О. О. Силичев .— М. : Физматлит , 2004 .— 319 с.
5	Ахманов, С. А. Проблемы нелинейной оптики (Электромагнитные волны в нелинейных диспергирующих средах), 1962-1963 / С.А. Ахманов, Р.В. Хохлов .— М., 1964
6	Апанасевич, П. А. Основы теории взаимодействия света свеществом / П.А. Апанасевич .— Минск : Наука и техника, 1977
8	Бломберген, Н. Нелинейная оптика / Н. Бломберген .— М. : Мир, 1966 .— 424 с.
9	Делоне, Н. Б. Основы нелинейной оптики атомарных газов / Н. Б. Делоне, В. П. Крайнов .— М. : Наука : Физматлит, 1986 .— 181 с.
10	Келих, С. Молекулярная нелинейная оптика / С. Келих ; пер. с пол. под ред. И.Л. Фабелинского .— М. : Наука, 1981
11	Шен, И.Р. Принципы нелинейной оптики / И.Р. Шен ; пер. с англ. И.Л. Шумая; под ред. С.А. Ахманова .— М. : Наука, 1989 .— 557 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
12	https://books.ifmo.ru/file/pdf/342.pdf

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория, электронные средства презентации, доска, учебная литература, дисплейный класс.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1 способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать: основные методы и приближения нелинейной оптики	Разделы 1–6	Пакет КИМ № 1
	Уметь: применять методы и приближения нелинейной оптики и физики многофотонных процессов для описания реальных физических явлений	Разделы 1–6	Пакет КИМ № 1
	Владеть: необходимым аппаратом теоретической физики для описания явлений нелинейной оптики	Разделы 1–6	Пакет КИМ № 1
Промежуточная аттестация			Пакет КИМ № 1

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при текущей аттестации

Знание основных методов и подходов когерентной и нелинейной оптики. Умение решать типовые задачи и применять их результаты для описания свойств реальных физических систем и объяснения явлений, происходящих при взаимодействии излучения с нелинейной средой.

Для оценивания результатов обучения на зачете (с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Подробные и безошибочные ответы на основные и дополнительные вопросы, полное понимание и свободное владение материалом	Повышенный уровень	Отлично

<i>Подробные ответы на поставленные вопросы с мелкими ошибками, незначительные пробелы в знании материала</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Неудовлетворительные ответы на один из основных вопросов КИМа и некоторые дополнительные вопросы, неполное знание или понимание материала</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Плохое знание материала, неудовлетворительные ответы на вопросы КИМа и большинство дополнительных вопросов</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пакет КИМ № 1

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Система уравнений Максвелла в сплошной среде. Линейный и нелинейный отклик.
2. Связанные волны в нелинейной среде. Перенос энергии в нелинейной среде.
3. Приближение медленно меняющейся амплитуды. Вывод укороченных уравнений для огибающей импульса.
4. Нелинейные восприимчивости. Общие свойства.
5. Модель Друде-Лоренца.
6. Нелинейный гармонический осциллятор.
7. Нелинейность Бозе-конденсата.
8. Квантово-механический расчет нелинейных восприимчивостей. Формализм матрицы плотности.
9. Теория возмущений в формализме матрицы плотности. Диаграммная техника.
10. Генерация второй гармоники.
11. Генерация суммарной и разностной частоты.
12. Параметрическое усиление.
13. Вынужденное комбинационное рассеяние. Модель Плачека.
14. Вынужденное комбинационное рассеяние. Квантовый подход.
15. Рассеяние Манделштама-Бриллюэна.
16. Четырехволновое смешение. Общие свойства восприимчивостей 3го порядка.
17. Нелинейность Керра. Вращение эллипса поляризации.
18. Самофокусировка. Нелинейное уравнение Шредингера.
19. Самофокусировка Гауссовых пучков.
20. Динамика двухуровневой системы в поле с резонансной частотой. Фотонное эхо.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса (индивидуальный опрос).

Критерии оценивания приведены выше.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, а также степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок.

Критерии оценивания приведены выше.