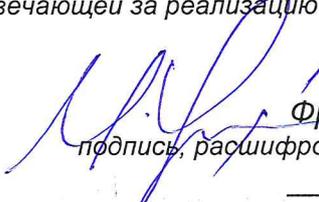


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
теоретической физики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины


Фролов М.В.
подпись, расшифровка подписи
___.___.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 – Методы расчета лазерных резонаторов
Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: _____
03.03.02 – Физика
2. Профиль подготовки/специализация: _____
" Физика лазерных и спектральных технологий "
3. Квалификация выпускника: _____ бакалавр
4. Форма обучения: _____ очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0802 – теоретической физики
6. Составители программы: _____ Каменский Александр Анатольевич
ФИО
К.ф.-М.Н. _____
ученая степень _____ ученое звание _____
7. Рекомендована: НМС физического факультета от 17.06.2022 г. протокол № 6
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)
8. Учебный год: _____ 2024-2025 Семестр(ы)/Триместр(ы): _____ 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование знаний и практических навыков в области теоретического расчета лазерных резонаторов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные методы расчета лазерных резонаторов, освоить технику оценки параметров излучателя и параметров лазерного пучка.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Данная дисциплина входит в модуль «Дисциплины по выбору» Б1.В.ДВ.4. Студенты должны обладать знаниями дисциплин базовой части – «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Теоретическая механика и механика сплошных сред», «Электродинамика».

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность анализировать существующие технические решения для реализации параметров разрабатываемых лазерных устройств	ПК-1.1	Демонстрация глубоких современных знаний в области технологий приборов квантовой электроники и фотоники на основе наногетероструктур	Знать: основные методы расчета лазерных резонаторов. Уметь: применять известные методы расчета к конкретным задачам лазерной физики, направленных на проектирование лазерных резонаторов. Владеть (иметь навык(и)): методами методы расчета лазерных резонаторов.
		ПК-1.2	Способность критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики физических исследований для решения задач в области лазерных технологий	
		ПК-1.3	Умение осуществлять поиск лазеров с близкими характеристиками в литературе и в других современных источниках информации согласно составленному плану, определять по результатам анализа литературных данных и других источников	

			информации конструкции и технологии изготовления разрабатываемых лазерных устройств
ПК-6	Способность разрабатывать оптимальные спецификации для производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов по данным экспериментальных исследований и результатам анализа коммерческой информации	ПК-6.4	Умение согласовывать технические требования к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации

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

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) *зачет с оценкой*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		6
Аудиторные занятия	42	42		
в том числе:	лекции	14	14	
	практические			
	лабораторные	28	28	
Самостоятельная работа	30	30		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – _ час.)	<i>Зачет с оц.</i>	<i>Зачет с оц.</i>		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Оптика Гауссова пучка	Гауссов пучок в свободном пространстве. Лазерный резонатор, образованный сферическими зеркалами. Прохождение гауссова пучка через тонкую линзу и	–

		отражение его от сферического зеркала. Потери энергии в лазерных резонаторах. Матричный метод расчета лазерных резонаторов. Гауссов пучок с двумя системами главных осей. Кольцевые резонаторы.	
1.2	Расчет лазерных резонаторов методом интегрального уравнения. Негауссовские пучки.	Преобразование параксиальных пучков гауссовыми оптическими системами. Метод интегрального уравнения в теории резонаторов. Интегральное уравнение резонатора, содержащего негауссовские оптические элементы. Конфокальный резонатор. Методы решения интегрального уравнения в теории резонаторов.	–
1.3	Резонаторы твердотельных лазеров	Термооптические искажения активных элементов твердотельных лазеров. Резонаторы с термооптически возмущенным активным элементом. Резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с непрерывной накачкой. Устойчивые резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с импульсной накачкой.	–
1.4	Геометрическая оптика лазерных резонаторов	Геометрическая оптика лазерных резонаторов в параксиальном приближении. Двумерный эллиптический резонатор. Эллипсоидальный резонатор. Движение короткого (фемтосекундного) волнового пакета в эллипсоидальном резонаторе. Эллипсоидальный резонатор — волновое решение. Построение волнового поля по лучевой картине.	–
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Оптика Гауссова пучка	Гауссов пучок в свободном пространстве. Лазерный резонатор, образованный сферическими зеркалами. Прохождение гауссова пучка через тонкую линзу и отражение его от сферического зеркала. Потери энергии в лазерных резонаторах. Матричный метод расчета лазерных резонаторов. Гауссов пучок с двумя системами главных осей. Кольцевые резонаторы.	–
3.2	Расчет лазерных резонаторов методом интегрального уравнения. Негауссовские пучки.	Преобразование параксиальных пучков гауссовыми оптическими системами. Метод интегрального уравнения в теории резонаторов. Интегральное уравнение резонатора, содержащего негауссовские оптические элементы. Конфокальный резонатор. Методы решения интегрального уравнения в теории резонаторов.	–
3.3	Резонаторы твердотельных лазеров	Термооптические искажения активных элементов твердотельных лазеров. Резонаторы с термооптически возмущенным активным элементом. Резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с непрерывной накачкой. Устойчивые резонаторы одномодовых твердотельных лазеров с импульсной накачкой.	–
3.4	Геометрическая оптика лазерных резонаторов	Геометрическая оптика лазерных резонаторов в параксиальном приближении. Двумерный эллиптический резонатор. Эллипсоидальный резонатор. Движение короткого (фемтосекундного) волнового пакета в эллипсоидальном резонаторе. Эллипсоидальный резонатор — волновое решение. Построение волнового поля по лучевой картине.	–

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
6 семестр						
1	Оптика Гауссова пучка	3		7	8	18
2	Расчет лазерных резонаторов методом интегрального уравнения. Негауссовские пучки.	4		7	7	18
3	Резонаторы твердотельных лазеров	4		7	7	18
4	Геометрическая оптика лазерных резонаторов	3		7	8	18
	Итого:	14		28	30	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

При освоении лекционного материала обучающимся необходимо понимать связь каждой лекции с предыдущими, ее место и роль в текущей главе; на занятиях рекомендуется задавать уточняющие вопросы преподавателю, домашние задания следует систематически выполнять.

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	Шангина, Л. И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л.И. Шангина .— Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 .— 303 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Быков, В.П. Лазерные резонаторы [Электронный ресурс] / Быков В. П., Силичев О.О. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. — Москва : Физматлит, 2003. — 320 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102974.html
3	Быков В.П. Лазерные резонаторы / В.П. Быков, О.О. Силичев // М. : Физматлит, 2004 – 320 с.
4	Ходгсон Н. Лазерные резонаторы и распространение пучков / Н. Ходгсон, Х. Вебер // М: ДМК Пресс 2017–744 с.

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

№ п/п	Ресурс
5	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ

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

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

№ п/п	Источник
-------	----------

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, аудитории для лабораторных работ, доска (мел, маркеры).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1.1 – 1.4, 3.1 – 3.4	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Тестовые задания
		ПК-6	ПК-6.4	
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет с оц.</u>				Вопросы к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень тестовых заданий

1. Опишите гауссов пучок.
2. Чему равна энергия в гауссовом пучке?
3. Как выглядит гауссов пучок после прохождения тонкой линзы.
4. В чем заключается идея матричного подхода к расчету лазерных резонаторов?
5. Напишите вид гауссов пучок с двумя системами главных осей
6. Что такое кольцевой резонатор?
7. В чем состоит метод интегрального уравнения в теории резонаторов.
8. Что такое конфокальный резонатор.
9. Опишите какой-либо метод решения интегрального уравнения в теории резонаторов
10. В чем заключается в параксиальное приближение.
11. Дайте определение двумерному эллиптическому резонатору.
12. Как построить поле по лучевой картине?

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация

проводится в форме(ах): **устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (контрольные);**.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачету:

1. Характеристики гауссова пучка в свободном пространстве.
2. Прохождение гауссова пучка через тонкую линзу и отражение его от сферического зеркала.
3. Матричный метод расчета лазерных резонаторов.
4. Гауссов пучок с двумя системами главных осей.
5. Кольцевые резонаторы.
6. Метод интегрального уравнения в теории резонаторов.
7. Интегральное уравнение резонатора, содержащего негауссовы оптические элементы.
8. Конфокальный резонатор.
9. Методы решения интегрального уравнения в теории резонаторов.
10. Геометрическая оптика лазерных резонаторов в параксиальном приближении.
11. Двумерный эллиптический резонатор.
12. Эллипсоидальный резонатор.
13. Движение короткого (фемтосекундного) волнового пакета в эллипсоидальном резонаторе.
14. Эллипсоидальный резонатор — волновое решение.
15. Построение волнового поля по лучевой картине.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень умения решать практические задачи. Критерии оценивания приведены выше.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценок:

Отлично – Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя..

Хорошо – Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.

Удовлетворительно – Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно – Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.