

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра лазерных систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ

к.ф-м.н. Корель И. И.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Резонансное взаимодействие лазерного излучения с веществом

Образовательная программа: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, профиль:
Лазерные системы и квантовые технологии

Курс: 4, семестры : 7 8

Физико-технический факультет,

№	Вид деятельности	Семестр	
		7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	44	53
4	Лекции, час.	0	0
5	Практические занятия, час.	36	44
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	0
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	6	7
10	Самостоятельная работа, час.	64	55
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.	РГЗ
12	Вид аттестации	Э	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

ФГОС введен в действие приказом №953 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 07.10.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЛС, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.ф-м.н. Денисова Н. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.ф-м.н. Корель И. И.

Ответственный за образовательную программу:

декан Корель И. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения; в части следующих результатов обучения:
315. знать физические процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия лазерного излучения с веществом

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Резонансное взаимодействие лазерного излучения с веществом</i>	
ПК.1.315 знать физические процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия лазерного излучения с веществом	
1. знать физические процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия лазерного излучения с веществом	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: фундаментальные результаты в области гауссовых пучков и оптических резонаторов				
1. Введение. Новейшие достижения современной прикладной физики. Состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники. Лазерная физика как одна из передовых и важнейших, перспективных частей современной прикладной физики.	0	2	1	обсуждение заданной темы, решение задач
2. Теория гауссовых пучков. Волновое уравнение для напряженности электро-магнитного поля в параксиальном приближении. Решение волнового уравнения - гауссов пучок основной моды. Гауссовы пучки высших типов (мод). Каустики гауссовых пучков. Преобразование гауссовых пучков. Понятие о матричном методе. АБСД - теорема	0	8	1	обсуждение заданной темы, решение задач

3. Оптические резонаторы. Резонаторы со сферическими зеркалами. Согласование гауссова пучка с резонатором. Резонаторы с плоскопараллельными зеркалами. Потери в резонаторах. Неустойчивые резонаторы. Интегральное уравнение для резонаторов. Понятие эквивалентных резонаторов. Классификация резонаторов на основе интегрального уравнения	0	8	1	обсуждение заданной темы, решение задач
Дидактическая единица: взаимодействия электромагнитной волны оптического диапазона с неподвижными и движущимися атомами				
4. Основы волновой механики. Волновая функция, наблюдаемые, среднее значение наблюдаемой, уравнение Шредингера, понятие стационарных состояний. Примеры - частица в одномерном потенциале, простой гармонический осциллятор, атом водорода, частица со спином и магнитный момент	0	6	1	обсуждение заданной темы, решение задач
5. Взаимодействие электромагнитной волны оптического диапазона с неподвижными и движущимися атомами. Взаимодействие атома электромагнитным полем - вынужденные резонансные переходы, коэффициенты Эйнштейна, излучение черного тела, радиационная вероятность перехода, точное решение Раби. Теория мазера на пучке молекул аммиака (молекула аммиака, режимы работы мазера). Кинетические уравнения - уравнения для матрицы плотности, столкновения, релаксация недиагональных элементов матрицы плотности, вероятности переходов при столкновениях, релаксация диагональных элементов, кинетические уравнения Резонансное взаимодействие оптических полей с газом	0	6	1	обсуждение заданной темы, решение задач

6. Резонансное взаимодействие оптических полей с газом - плоская волна в изо-тропной поглощающей среде, коэффициент поглощения и показатель преломления в слабом поле, сильное поле, параметр насыщения, уширение линии, коэффициент поглощения в газе движущихся атомов, сильная бегущая волна, стоячая волна, провал Лэмба Режимы работы лазеров .Лазер с кольцевым ре-зонатором, режим включения лазера, шумы в лазерах, устойчивость генерации, лазер с резонатором Фабри-Перо, лазер с нелинейным поглощением, многомодовый режим генерации, синхронизация мод, лазер с оптической накачкой. Вычисление некоторых интегралов с помощью вычетов	0	6	1	обсуждение заданной темы, решение задач
---	---	---	---	---

Семестр: 8

Дидактическая единица: Введение в атомную спектроскопию

7. Теория строения атома и спектры излучения.	0	8	1	обсуждение заданной темы, решение задач
8. Классификация состояний атомов и их спектров в приближении LS-связи.	0	8	1	обсуждение заданной темы, решение задач
9. Тонкая структура спектров.	0	8	1	обсуждение заданной темы, решение задач
10. Классификация состояний атомов и их спектров в приближении j-j связи.	0	10	1	обсуждение заданной темы, решение задач
11. Смешанный тип связи.	0	10	1	обсуждение заданной темы, решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	1	10	2
решение цикла задач по теме: Согласование возбуждающего гауссова пучка с резонатором: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
2	РГЗ	1	20	2

решение цикла задач по теме: Согласование возбуждающего гауссова пучка с резонатором: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
3	Подготовка к занятиям	1	14	0
самостоятельном изучении материалов теоретических занятий: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
4	Подготовка к аттестации	1	20	2
самостоятельном изучении материалов теоретических занятий: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
Семестр: 8				
1	РГЗ	1	25	5
решение цикла задач по теме: Резонансное взаимодействие монохроматического поля с двухуровневой системой: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
2	Подготовка к занятиям	1	10	0
самостоятельном изучении материалов теоретических занятий: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				
3	Подготовка к аттестации	1	20	2
самостоятельном изучении материалов теоретических занятий: Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail

Размещение учебных материалов	ЭБС
-------------------------------	-----

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Практические занятия:</i>	15	30
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40
Семестр: 8		
<i>Практические занятия:</i>	20	40
<i>РГЗ:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля			
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
ПК.1	з15. знать физические процессы и явления, возникающие в результате взаимодействие лазерного излучения с веществом	+	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Luo Z. Spectroscopy of Solid-State Laser and Luminescent Materials / Zundu Luo, Yidong Huang and Xueyuan Chen. - New York, 2007. - IX, 353 p. : ill.. - Пер. загл.: Спектроскопия твердотельных лазеров и люминесцентных веществ.
2. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики : [учебник] / Е. В. Бакланов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 130 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2011/11_baklanov.pdf
3. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики : [учебник] / Е. В. Бакланов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 130 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2011/11_baklanov.pdf

Дополнительная литература

1. Звелто О. Принципы лазеров : пер. с англ. / О. Звелто ; пер. с англ. Е. В. Сорокина и [др.], под ред. Т. А. Шмаонова. - М., 1990. - 558 с. : ил.

2. Бакланов Е. В. Физические основы теории лазеров : учебное пособие для III-IV курсов физико-техн. фак. ,напр. 553100(техническая физика) дн. отд. / Новосиб. гос. техн ун-т ; 2-е изд. - Новосибирск, 1998. - 64 с. : ил.
3. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 3 : [учебное пособие] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М., 1963. - 702 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Саввиных С. К. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в полуклассическом приближении : учебное пособие для студентов старших курсов физико-технического факультета , специализирующихся по лазерной физике / С. К. Саввиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1995. - 112 с. : ил.
2. Титов Е. А. Гауссовы пучки и оптические резонаторы : учебное пособие для 3-4 курсов ФТФ направления 553100 / Е. А. Титов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 78 с. : ил

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows
- 3 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Пезентации

Вопросы для текущего контроля

- 1). В чем состоит физический смысл параксиального приближения для волнового уравнения электромагнитного поля.
- 2). Опишите как используя дифракционный интеграл Френеля-Киргофа вывести интегральное уравнение для оптического резонатора.
- 3). Какие два действительные параметры (или один комплексный) характеризуют гауссов пучок основной моды, каков их физический смысл.
- 4). Что характеризует каустика гауссовых пучков высших мод.
- 5). В чем состоит идея матричного метода в оптике. Можно ли использовать матричный метод для описания преобразования гауссовых пучков.
- 6). Как связаны между собой гауссовы пучки и моды резонаторов со сферическими зеркалами.
- 7). Какие виды потерей существуют в оптических резонаторах. Как можно сравнить потери разных видов между собой.
- 8). Дайте определение стационарного состояния в квантовой механике. Что такое полный набор стационарных состояний, разложение произвольного состояния по полному набору, физический смысл коэффициентов разложения.
- 9). Понятие матрицы плотности, физический смысл диагональных и недиагональных элементов.
- 10). Что такое эффект насыщения. Понятие параметра насыщения.
- 11). Какие виды уширения линии вы знаете, понятие однородного и неоднородного уширений.
- 12). Что такое дырка Беннета.
- 13). Что такое провал Лэмба.
- 14). Почему для лазера с нелинейной поглощающей ячейкой вместо провала возникает пик в мощности излучения.
- 15). Нарисовать схему энергетических уровней атома $Na(Li, K, Rb, Cs)$ с соответствующим обозначением электронных конфигураций и электронных термов основного и возбужденных состояний. Продемонстрировать на схеме несколько разрешенных оптических переходов, включая резонансный дуплет, и грамотно записать их.
- 16). Продемонстрировать дуплетно-триплетную структуру спектра атома гелия.
- 17). В чем состоит отличие термов для конфигураций $npn'r$ и $pnpr$?