

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФТФ

профессор, д.ф.м.н. Дмитриев
Александр Капитонович

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная физика: Прикладная физика лазеров

ООП: направление 140400.62 Техническая физика

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.8.1

Факультет: физико-технический очная форма обучения

Курс: 3 4, семестр: 6 7 8

Лекции: 110

Практические работы: - Лабораторные работы: -

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 6 7 8

Самостоятельная работа: 40

Экзамен: 7 8 Зачет: 6

Всего: 150

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 553100 Техническая физика.(№ 344 тех/бак от 14.04.2000)

ОПД.Ф.8.1, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Лазерных систем протокол № 8 от 29.08.2011

Программу разработал

профессор, д.ф.м.н.

Титов Евгений Анатольевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.м.н.

Титов Евгений Анатольевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.ф.м.н.

Титов Евгений Анатольевич

1. Внешние требования

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ОПД.Ф.08	Прикладная физика Новейшие достижения современной прикладной физики. Состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники. Физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и технологий. Применение физических принципов и явлений для решения прикладных задач, направленных на развитие науки, техники, технологии, медицины, экологии, энергетики, электроники и других областей по профилю вуза.	150

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС ВПО подготовки бакалавра по направлению "Техническая физика" (курс входит в число общепрофессиональных дисциплин - ОПД.Ф.08 "Прикладная физика"). Концептуальная записка по направлению подготовки бакалавров: 140400 - "ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА"
Адресат курса	Студенты физико-технического факультета: направление 140400 - "Техническая физика"
Основная цель (цели) дисциплины	Создать основу: для восприятия специальных курсов по лазерной физике, технике и технологиям, для работы со справочной и текущей (публикации в научных журналах) литературой в рамках выполнения НИР в Институте лазерной физики
Ядро дисциплины	1). Фундаментальные результаты в области гауссовых пучков и оптических резонаторов. 2). Основные задачи, которые лежат в основе теории лазеров, в частности, задачи о взаимодействии электромагнитной волны оптического диапазона с неподвижными и движущимися атомами. Рассматриваются различные режимы работы лазеров. 3).

	Дается основной набор сведений и результатов атомной и молекулярной спектроскопии
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения курса студенту необходимо знать такие разделы теоретической физики как электродинамика и квантовая механика. Предполагается, что студенты прослушали курс физической оптики
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Промежуточный контроль уровня знаний - выполнение индивидуальных домашних заданий (расчетно-графических работ), итоговый контроль -зачет 6 сем., экзамен 7, 8(ГЭ) сем.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	об описании электромагнитного поля с помощью волнового уравнения в параксиальном приближении и об интегральном методе Френеля-Киргофа
2	как решать волновое уравнение в параксиальном приближении для гауссова пучка основной моды
3	как параметризовать гауссов пучок основной моды с помощью комплексного параметра q
4	о постановке задач в лазерной физике (двухуровневое приближение, резонансное взаимодействие излучения с веществом и т.д.)
5	о понятии однородного и неоднородного уширения линии
6	о кинетических уравнениях для матрицы плотности
7	о коэффициентах поглощения в слабом и сильном полях и их структуре, об эффекте насыщения
8	о нелинейных резонансах насыщенного поглощения (дырка Беннета, провал Лэмба)
9	о режимах работы лазеров
10	о классификации состояний в атомной и молекулярной физике
знать	
11	какими параметрами описывается гауссов пучок основной моды
12	что такое матричный метод в оптике и АВСД-теорема для описания преобразования гауссовых пучков линейными оптическими элементами
13	как и какими параметрами описывается резонатор со сферическими зеркалами
14	как найти собственную частоту резонатора и какой вид имеет поле соответствующей моды (собственная функция)
15	решение задачи о резонаторе с плоскопараллельными зеркалами и почему эта задача не сводится к задаче о резонаторе со сферическими зеркалами
16	как описать потери в резонаторах
17	уравнения для матрицы плотности, физический смысл ее диагональных и недиагональных элементов
18	как учесть влияние столкновений на уравнения для матрицы плотности, упругие и неупругие столкновения, специфика их проявления
19	решение основных задач о взаимодействии резонансного излучения с двухуровневой системой: неподвижные и движущиеся атомы, бегущая и стоячая волны, что такое параметр насыщения, понятия дырки Беннета и провала Лэмба
20	какими квантовыми числами описываются одно и многоэлектронные атомы, как устроены двухатомные молекулы
уметь	
21	делать оценки, решать простые задачи, работать со справочной и текущей литературой в процессе выполнения НИР в Институте лазерной физики СО РАН

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		
Дидактическая единица: Достижения и проблемы современной прикладной физики		
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.	8	
Дидактическая единица: Теория гауссовых пучков		
Волновое уравнение для напряженности электромагнитного 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	12	1, 2, 3
Дидактическая единица: 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	12	11, 12, 13, 14, 15
Семестр: 7		
Дидактическая единица: 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	6	
Дидактическая единица: 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	14	4, 5, 6

полей с газом		
Дидактическая единица: Резонансное взаимодействие оптических полей с газом		
Плоская волна в изотропной 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 резонатором, 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	16	7, 8, 9
Семестр: 8		
Дидактическая единица: Достижения и проблемы современной прикладной физики		
Краткий обзор основных этапов в развитии спектроскопии. Историческое и философское осмысление теории Бора.	4	
Дидактическая единица: Систематика атомных состояний в приближении L-S связи		
Электронная конфигурация. Мультиплетное расщепление. Правила отбора для излучательных переходов. Спектры атомов в приближении L-S связи. Спектры атомов с одним внешним s- электроном. Спектры атомов с двумя внешними s- электронами. Спектры атомов с одним внешним p - электроном. Спектры атомов с двумя внешними p- электронами. Спектры атомов с заполненными оболочками. Систематика атомных состояний в приближении j-j связи. Переходный тип связи.	14	20, 9
Дидактическая единица: Приближение теории дипольного излучения		
Вероятности радиационных переходов. Сила осциллятора спектральной линии. Уширения спектральной линии. Интенсивность спектральной линии. Изменение атомных состояний под действием внешних электрических и магнитных полей. Эффект Зеемана. Эффект Штарка. Штарковское уширение спектральных линий	10	20, 9
Дидактическая единица: Введение в молекулярную спектроскопию		
Виды движения в молекуле. Основные характеристики энергетических состояний молекул. Электронные состояния и электронные спектры двухатомных молекул. Колебательное движение и колебательные спектры двухатомных молекул. Вращательные спектры. Классификация состояний двухатомных молекул.	14	20, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 6, Подготовка к зачету

(2 часа)

Семестр- 6, Контрольные работы

(2 часа)

Семестр- 6, РГЗ

(2 часа)

решение цикла задач по теме: Согласование возбуждающего гауссова пучка с резонатором

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

(2 часа)

Семестр- 7, Контрольные работы

(4 часа)

Семестр- 7, РГЗ

(10 часов)

решение цикла задач по теме: Резонансное взаимодействие монохроматического поля с двухуровневой системой

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

(6 часов)

Семестр- 8, Контрольные работы

(2 часа)

Семестр- 8, РГЗ

(4 часа)

решение цикла задач по возможным схемам электронных конфигураций

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

(4 часа)

Внеаудиторная работа студентов по дисциплине заключается в:

- самостоятельном изучении материалов теоретических занятий
- выполнении расчетно - графических работ (РГР)
- подготовке к защите РГР

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

1. **Рейтинг студента** по курсу «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ» складывается из рейтинга $R_{\text{тек}}$ за текущую работу в семестре и итогового рейтинга $R_{\text{итог}}$ за экзаменационную работу:

При этом максимальное число баллов в 6 семестре составляет:

$$R_{\text{тек. макс}} = 80, R_{\text{итог. макс}} = 20, R_{\text{макс}} = 100$$

А максимальное число баллов в 7 и 8 семестре составляет:

$$R_{\text{тек. макс}} = 60, R_{\text{итог. макс}} = 40, R_{\text{макс}} = 100$$

2. **Текущая аттестация** студента по курсу «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ» за текущую учебную деятельность в 6 семестре начисляется следующее число баллов

Учебная деятельность студента	Сам. решение задач (РГР)	Контрольные работы
Максимальное число баллов	40	40
Минимальное число баллов	15	15

в 7,8 семестре начисляется следующее число баллов

Учебная деятельность студента	Сам. решение задач (РГР)	Контрольные работы
Максимальное число баллов	30	30
Минимальное число баллов	10	10

В соответствии с таблицей оцениваются контрольные недели:

7 (13) неделя: 0 баллов - 0, 10 баллов - 1, 20 баллов - 2.

3. Итоговая аттестация студента

Студенты, набравшие число баллов не менее минимального (30) за текущую работу в 6 семестре, допускаются на зачет и не менее минимального (20) в 7 и 8 семестрах допускаются на экзамен.

Максимальное число баллов, которые студент может получить на зачете в 6 семестре равно 20 и на экзамене в 7 и 8 семестре равно 40. По сумме текущего рейтинга (учебная работа в течение семестра) и итогового рейтинга (результаты экзамена, зачета) определяется семестровый рейтинг по курсу «ПФЛ» и выставляется оценка в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) оценки достижений студентов НГТУ.

4. Примечания

Студенты, набравшие до экзаменационной сессии менее 20 баллов, могут получить недостающие для допуска к экзаменам число баллов путем ликвидации задолженностей по учебной работе за семестр.

Студенты, набравшие после ликвидации задолженностей по учебной работе менее 20 баллов, не допускаются к экзаменам. Они получают оценку «неудовлетворительно».

Студенты, получившие оценку «неудовлетворительно» сохраняют свой текущий рейтинг. При передаче такой студент может претендовать только на оценку «хорошо».

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Бакланов Е. В. Основы лазерной физики : [учебник] / Е. В. Бакланов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 130 с. : ил.
2. 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.

В электронном виде

1. 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

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

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. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 3 : [учебное пособие] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М., 1963. - 702 с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. 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
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.

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

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 потерь 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 $npr'n$ и $nprp$?