

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Прикладная нелинейная оптика ФТД.Б.1

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Низамутдинов А.С.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Низамутдинов А.С. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , Alexey.Nizamutdinov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс предполагает изложение принципов работы приборов квантовой электроники и нелинейной оптики. Во-первых, рассматриваются физические представления о квантовых и нелинейных эффектах, лежащих в основе приборов. Далее обсуждаются примеры реализации приборов, рассматриваются различные схемы лазерных систем. В-третьих обсуждаются вопросы применений различных приборов. Рассматриваются перспективы развития квантовой электроники и ее роль в техническом прогрессе.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.1 Факультативы" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Курс предполагает изложение принципов работы приборов квантовой электроники и нелинейной оптики. Во-первых, рассматриваются физические представления о квантовых и нелинейных эффектах, лежащих в основе приборов. Далее обсуждаются примеры реализации приборов, рассматриваются различные схемы лазерных систем. В-третьих обсуждаются вопросы применений различных приборов. Рассматриваются перспективы развития квантовой электроники и ее роль в техническом прогрессе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач , соблюдать основные требования информационной безопасности, защиты государственной тайны
ПК1 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики , необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своим профилем подготовки)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий , использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы нелинейной оптики, физику работы устройств квантовой электроники, в основе которых лежат эффекты нелинейной оптики, области применения таких устройств

2. должен уметь:

использовать теоретические знания для проектирования нелинейно-оптических устройств для генерации гармоник лазерного излучения, параметрических генераторов света, оптоэлектронных лазерных затворов

3. должен владеть:

методами нелинейной спектроскопии, многофотонной спектроскопии

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать знания в областях приложений нелинейной оптики

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Нелинейные оптические восприимчивости. Матрица плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.	2	1-3	1	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Общее описание распространения волн в нелинейных средах. Связанные волны в нелинейной среде. Энергия поля в нелинейной среде. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Распространение волн с зависящей от времени амплитудой.	2	4-6	1	0	0	
3.	Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.	2	7-8	1	2	0	
4.	Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.	2	9-11	1	3	0	
5.	Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.	2	12-14	1	3	0	
6.	Тема 6. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.	2	15-17	1	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.	2	18-20	1	0	0	
8.	Тема 8. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация аттосекундных лазерных импульсов. Применения.	2	21-23	1	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			8	8	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Нелинейные оптические восприимчивости. Матрица плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Нелинейные оптические восприимчивости. Матрица плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.

Тема 2. Общее описание распространения волн в нелинейных средах. Связанные волны в нелинейной среде. Энергия поля в нелинейной среде. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Распространение волн с зависящей от времени амплитудой.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Общее описание распространения волн в нелинейных средах. Связанные волны в нелинейной среде. Энергия поля в нелинейной среде. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Распространение волн с зависящей от времени амплитудой.

Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Юстировка схемы и наблюдение эффектов генерации второй гармоники, параметрической генерации света.

Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

практическое занятие (3 часа(ов)):

Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография. Моделирование.

Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

практическое занятие (3 часа(ов)):

Наблюдение эффекта Керра третьего порядка и фемтосекундной лазерной генерации.

Тема 6. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тема 7. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тема 8. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация аттосекундных лазерных импульсов. Применения.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.	2	7-8	Подготовка доклада	6	Доклад в форме презентации
4.	Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.	2	9-11	Подготовка доклада	10	Доклад в форме презентации
5.	Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.	2	12-14	Подготовка доклада	10	Доклад в форме презентации

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.	2	15-17	Подготовка доклада	10	Доклад в форме презентации
7.	Тема 7. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.	2	18-20	Подготовка доклада	10	Доклад в форме презентации
8.	Тема 8. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация аттосекундных лазерных импульсов. Применения.	2	21-23	Подготовка доклада	10	Доклад в форме презентации
	Итого				56	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинарские занятия, практические занятия, компьютерные симуляции

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Нелинейные оптические восприимчивости. Матрица плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.

Тема 2. Общее описание распространения волн в нелинейных средах. Связанные волны в нелинейной среде. Энергия поля в нелинейной среде. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Распространение волн с зависящей от времени амплитудой.

Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.

Доклад в форме презентации, примерные вопросы:

Приборы на основе ВКР и параметрической генерации света.

Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.

Доклад в форме презентации , примерные вопросы:

Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.

Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.

Доклад в форме презентации , примерные вопросы:

Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.

Тема 6. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.

Доклад в форме презентации , примерные вопросы:

Фотонное эхо: применения.

Тема 7. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.

Доклад в форме презентации , примерные вопросы:

Генерация высших гармоник.

Тема 8. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация аттосекундных лазерных импульсов. Применения.

Доклад в форме презентации , примерные вопросы:

Распространение импульсов ультракороткой длительности.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Коллоквиум, доклады на семинарах

7.1. Основная литература:

1. Ахманов С.А., Хохлов. Р.В. Проблемы нелинейной оптики. М.: ВИНТИ, 1964.
2. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. М.: Наука, 1982.
3. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики. М.: Наука, 1989.
4. О.Звелто. Принципы лазеров. Спб., Лань, 2008.
5. Крюков П. Г., Фемтосекундные импульсы, М.:Физматлит, 2008.
7. Handbook of Lasers and Optics, Editor: Prof. Dr. Frank Träger, Springer, 2007.

7.2. Дополнительная литература:

1. Few-cycle laser pulse generation and its applications Авторы: Franz X. Kärtner, Springer, 2004
2. Ultrashort laser pulse phenomena: fundamentals, techniques, and applications ... Авторы: Jean-Claude Diels, Wolfgang Rudolph, Academic Press, 2006
3. Femtosecond laser pulses: principles and experiments Авторы: Claude Rullière, Springer, 2005
4. Nonlinear optics Авторы: Robert W. Boyd, Academic Press, 2008

7.3. Интернет-ресурсы:

Журнал Nature - <http://nature.com>

Кафедра фотоники и физики микроволн Физического факультета МГУ -
<http://photonics.phys.msu.ru>

Лекции по нелинейной оптике - <http://jonsson.eu/research/lectures/>

Массачусетский технологический институт - ab-initio.mit.edu

Реферативная база данных - <http://scopus.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Прикладная нелинейная оптика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .

Автор(ы):

Низамутдинов А.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.