

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

Динамическая восприимчивость ФТД.Б.2

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:

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный №

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) ассистент, 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.2 Факультативы" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестре.

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
ПК-1 (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-профицированными 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

использовать знания в областях приложений нелинейной оптики

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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.);

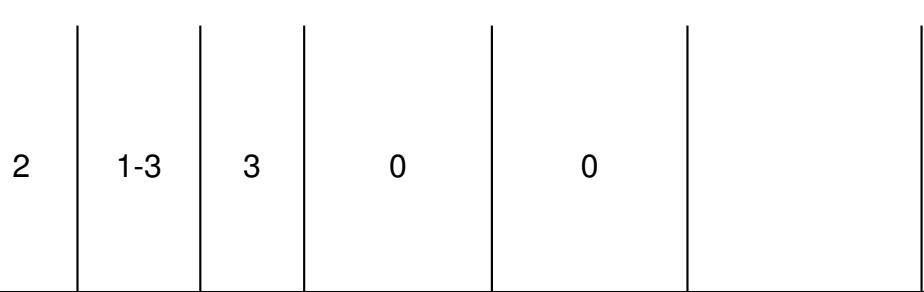
54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

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.



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	4-5	2	0	0	
3.	Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.	2	6-9	1	4	0	
4.	Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.	2	10-13	1	4	0	
5.	Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.	2	14-16	1	4	0	
6.	Тема 6. Лазерный пинцет и применения.	2	17-19	0	0	0	
7.	Тема 7. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.	2	20-24	2	4	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	
8.	Тема 8. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.	2	25-28	3	0	0	
9.	Тема 9. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация аттосекундных лазерных импульсов. Применения.	2	29-36	3	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			16	16	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Нелинейные оптические восприимчивости. Матрица плотности.

Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.

лекционное занятие (3 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 (2 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 (4 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)):

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

практическое занятие (4 часа(ов)):

Компьютерное моделирование кооперативных эффектов.

Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Наблюдение эффекта Керра третьего порядка и фемтосекундной лазерной генерации.

Тема 6. Лазерный пинцет и применения.

Тема 7. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (4 часа(ов)):

Исследование характеристик сверхизлучения.

Тема 8. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома.

Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.

Тема 9. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация attосекундных лазерных импульсов. Применения.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация attосекундных лазерных импульсов. Применения.

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
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	4-5	Подготовка доклада	4	Доклад в форме презентации
3.	Тема 3. Эффекты нелинейной оптики. Генерация суммарной частоты. Генерация гармоник. Вынужденное комбинационное рассеяние. Параметрическая генерация и усиление света.	2	6-9	Подготовка доклада	6	Доклад в форме презентации
4.	Тема 4. Кооперативные эффекты. Двухфотонное поглощение. Нелинейная оптическая спектроскопия высокого разрешения. Оптическая томография.	2	10-13	Подготовка доклада	5	Доклад в форме презентации
5.	Тема 5. Самофокусировка и фемтосекундные лазеры.	2	14-16	Подготовка доклада	5	Доклад в форме презентации
6.	Тема 6. Лазерный пинцет и применения.	2	17-19	Подготовка доклада	3	Доклад в форме презентации
7.	Тема 7. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.	2	20-24	Подготовка доклада	5	Доклад в форме презентации

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Сильные взаимодействия света с атомами. Осцилляции Раби и модель одетого атома. Движение свободного электрона в лазерном поле. Генерация высших гармоник.	2	25-28	Подготовка доклада	5	Доклад в форме презентации
9.	Тема 9. Оптика ультракоротких лазерных импульсов. Уравнение распространения импульсов ультракороткой длительности. Генерация attосекундных лазерных импульсов. Применения.	2	29-36	Подготовка доклада	7	Доклад в форме презентации
	Итого				40	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинарские занятия

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.

Доклад в форме презентации, примерные вопросы:

Общее описание распространения волн в нелинейных средах. 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. Лазерный пинцет и применения.

Доклад в форме презентации, примерные вопросы:

Лазерный пинцет и применения

Тема 7. Нестационарные когерентные оптические явления. Уравнение Блоха для двухуровневой системы. Фотонное эхо. Сверхизлучение.

Доклад в форме презентации, примерные вопросы:

Фотонное эхо: применения.

Тема 8. 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 9. 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.: ВИНИТИ, 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 согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Динамическая восприимчивость" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.