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

Лазерная спектроскопия М2.В.1

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика
Профиль подготовки: Квантовая радиофизика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Юсупов Р.В.
Рецензент(ы):
-

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой:
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. (доцент) Юсупов Р.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , Roman.Yusupov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины "Лазерная спектроскопия" является формирование у студентов современного представления об основных принципах линейной и нелинейной лазерной спектроскопии. Особое внимание уделяется изучению принципов построения перестраиваемых лазеров на различных активных средах, различных методов лазерной спектроскопии, технике эксперимента, реально достижимой чувствительности методов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

"Лазерная спектроскопия" относится к профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору. Преподавание данной дисциплины направлено на освоение студентами основ и принципов экспериментальных исследований в области оптической лазерной спектроскопии. Для освоения материала необходимы знания дисциплин: оптика, квантовая механика, физика твердого тела, квантовая радиофизика, математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, векторный и тензорный анализ, механика. Освоение дисциплины будет способствовать формированию специалиста с конкурентоспособными умениями и навыками, его успешной профессиональной деятельности, позволит ему эффективно участвовать в научно-исследовательской работе, понимать результаты статей и монографий в соответствующих областях знаний.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теорию и принципы, на базе которых проводятся экспериментальные исследования методами линейной и нелинейной лазерной спектроскопии;

2. должен уметь:

понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и закономерностями в области лазерной спектроскопии; осознавать достоинства и недостатки разлиных методов для адекватного выбора при решении конкретных задач;

3. должен владеть:

навыками проведения экспериментов в области лазерной спектроскопии, направленных на решение конкретных научных и технологических задач

использовать изученные методы лазерной спектроскопии при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ

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. Свойства лазерного излучения. Лазеры как источник, открывающий принципиально новые возможности в оптической спектроскопии.	1	1	0	0	0	
2.	Тема 2. Активные среды для перестраиваемых лазеров: растворы органических красителей, кристаллы, активированные ионами группы железа и ионами редких земель (d-f переходы), кристаллы с центрами окраски.	1	2	0	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	
3.	Тема 3. Методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторними дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лио, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров. Схемы с продольной и поперечной накачкой активной среды. Лазеры с распределенной обратной связью.	1	3-4	0	0	0	
4.	Тема 4. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Стабилизация по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.	1	5	0	0	0	
5.	Тема 5. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ. Нелинейно-оптические компрессоры УКИ.	1	6	0	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	
6.	Тема 6. Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы о цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутрирезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.	1	7-8	0	0	0	
7.	Тема 7. Основы внутрирезонаторной спектроскопии. Применения внутрирезонаторной спектроскопии.	1	9	0	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	
8.	Тема 8. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния. Приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.	1	10-11	0	0	0	
9.	Тема 9. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.	1	12-13	0	0	0	
10.	Тема 10. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.	1	14	0	0	0	
11.	Тема 11. Методы двойного резонанса. Оптическое детектирования ЭПР.	1	15	0	0	0	
12.	Тема 12. Внутиридоплеровская спектроскопия высокого разрешения.	1	16	0	0	0	
13.	Тема 13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Пико- и фемтосекундная спектроскопия. Метод накачка-зондирование.	1	17-18	0	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Свойства лазерного излучения. Лазеры как источник, открывающий принципиально новые возможности в оптической спектроскопии.

Тема 2. Активные среды для перестраиваемых лазеров: растворы органических красителей, кристаллы, активированные ионами группы железа и ионами редких земель (d-f переходы), кристаллы с центрами окраски.

Тема 3. Методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторними дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лио, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров. Схемы с продольной и поперечной накачкой активной среды. Лазеры с распределенной обратной связью.

Тема 4. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Стабилизация по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.

Тема 5. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ. Нелинейно-оптические компрессоры УКИ.

Тема 6. Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы о цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутрирезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.

Тема 7. Основы внутрирезонаторной спектроскопии. Применения внутрирезонаторной спектроскопии.

Тема 8. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния. Приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.

Тема 9. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.

Тема 10. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.

Тема 11. Методы двойного резонанса. Оптическое детектирования ЭПР.

Тема 12. Внутиридоплеровская спектроскопия высокого разрешения.

Тема 13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Пико- и фемтосекундная спектроскопия. Метод накачка-зондирование.

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций, возникающих при практической работе с лазерной техникой, используемой спектроскопии высокого разрешения. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемного подхода, разбор конкретных ситуаций), практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Тема 1. Свойства лазерного излучения. Лазеры как источник, открывающий принципиально новые возможности в оптической спектроскопии.

Тема 2. Активные среды для перестраиваемых лазеров: растворы органических красителей, кристаллы, активированные ионами группы железа и ионами редких земель (d-f переходы), кристаллы с центрами окраски.

Тема 3. Методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторними дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лио, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров. Схемы с продольной и поперечной накачкой активной среды. Лазеры с распределенной обратной связью.

Тема 4. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Стабилизация по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.

Тема 5. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ. Нелинейно-оптические компрессоры УКИ.

Тема 6. Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы о цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутрирезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.

Тема 7. Основы внутрирезонаторной спектроскопии. Применения внутрирезонаторной спектроскопии.

Тема 8. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния. Приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.

Тема 9. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.

Тема 10. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.

Тема 11. Методы двойного резонанса. Оптическое детектирования ЭПР.

Тема 12. Внутиридоплеровская спектроскопия высокого разрешения.

Тема 13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Пико- и фемтосекундная спектроскопия. Метод накачка-зондирование.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется по следующему принципу: студент делает доклад по выбранной им теме (список тем прилагается ниже) в форме доступной для остальных студентов группы. Любой слушающий доклад студента, в том числе и преподаватель, может задать вопрос по теме доклада в любое время. После выступления преподаватель выступает с необходимыми уточнениями, замечаниями или дополнениями. Оценка за выступления определяется тем, насколько полно и понятно был изложен материал. Чтобы это выяснить преподаватель задает вопросы по теме доклада всем остальным студентам.

Темы для выступлений:

1. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторними дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лио, акустооптические селекторы. Параметры внитрирезонаторных дисперсионных элементов, схемы включения.

2. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров. Схемы с продольной и поперечной накачкой активной среды.

3. Лазеры с распределенной обратной связью.

4. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны.

5. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ. Нелинейно-оптические компрессоры УКИ.

6. Основы внутрирезонаторной спектроскопии. Применения внутрирезонаторной спектроскопии.

7. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов

8. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.

9. Комбинационное рассеяние света, вынужденное комбинационное рассеяние.

10. Методы двойных резонансов, оптическое детектирование электронного парамагнитного резонанса.

11. Внутиридоплеровская спектроскопия высокого разрешения.

7.1. Основная литература:

1. О.Звелто "Принципы лазеров". -Санкт-Петербург, Москва, Краснодар. Лань, 2008.

2. С.М.Копылов, Б.Г.Лысой, С.Л.Серегин, О.Б.Чередниченко "Перестраиваемые лазеры на красителях и их применение". - М.: "Радио и связь", 1991.

3. Сверхкороткие световые импульсы. Под. ред. С. Шапиро, М., Мир, 1981.

4. Херман И., Вильгельми Б., Лазеры сверхкоротких световых импульсов. Пер. с нем. М, Мир, 1986.

5. Принципы нелинейной оптики. Шеи И.Р., Пер. с англ., М. Мир, 1589.

6. Ахманов С. А., Выслоух В. А., Чиркин А. С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. М., Наука, 1988.

7. Демтредер В. Лазерная спектроскопия. Пер. с англ. М., Наука, 1985.

7.2. Дополнительная литература:

1. Параметрические генераторы света и пикосекундная спектроскопия. Под ред. А. Пискарскаса, Мокслас, 1983.

2. Н.И. Коротеев, И.Л. Шумай. Физика мощного лазерного излучения. М., Наука, 1991.

7.3. Интернет-ресурсы:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Лазерная спектроскопия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

Автор(ы):
Юсупов Р.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
"__" _____ 201 __ г.