

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

Методы когерентной и нелинейной оптической спектроскопии ФТД.Б.4

Направление подготовки: 44.04.01 - Педагогическое образование

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Нефедьев Л.А.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Нефедьев Л. А.

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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Нефедьев Л.А. кафедра образовательных технологий в физике научно-педагогическое отделение , LANefedev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является обучение студентов научным знаниям по нелинейной и когерентной оптике и применении переходных и нелинейных оптических явлений в спектроскопии высокого и сверхвысокого разрешения, что является в настоящее время одними из разделов науки, имеющими весьма широкое практическое применение. Данный курс служит дополнением и развитием основных обязательных дисциплин. Он вводится с целью расширить и углублять знания студента в выбранном направлении.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.4 Факультативные дисциплины" основной образовательной программы 44.04.01 Педагогическое образование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Цикл ФТД.4

Начальный уровень подготовки студента, изучающего дисциплину "Методы когерентной и нелинейной оптической спектроскопии", характеризуется его способностью выполнить следующие виды деятельности, полученные при изучении разделов Механики, Молекулярной физики, электродинамики, Оптики, Квантовой физики, Квантовой механики, Математического анализа, Теории вероятностей, Геометрии, Алгебры:

- применять для описания физических явлений известные физические модели;
- строить математические модели для описания простейших физических явлений;
- измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;
- владеть физическим научным языком;
- описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;
- владеть различными способами представления физической информации;
- выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схематической, образной, алгоритмической формах);
- давать определения основных физических понятий и величин;
- применять знание физических теории для анализа незнакомых физических ситуаций;
- называть фамилии ученых физиков, внесших существенный вклад в развитие физической науки;
- структурировать физическую информацию, используя научный метод исследования;
- проводить численные расчеты физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов.

Изучение дисциплины необходимо для расширения и углубления знаний студента в выбранном направлении.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные)	

компетенции)

владеет культурой мышления, способен к обобщению,

анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способен анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способен понимать значение культуры как формы человеческого существования и руководствоваться в своей деятельности современными принципами толерантности, диалога и сотрудничества
ОК-5 (общекультурные компетенции)	готов использовать методы физического воспитания и самовоспитания для повышения адаптационных резервов организма и укрепления здоровья
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способен использовать систематизированные теоретические и практические знания гуманитарных, социальных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способен к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические законы и теории с применением адекватного математического аппарата; количественное описание свойств модельных систем; строить физические модели, решать конкретные задачи заданной степени сложности и анализировать получающиеся решения.

2. должен уметь:

проводить физический эксперимент и выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах.

применять для описания физических явлений известные физические модели;

строить математические модели для описания простейших физических явлений;

измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;

описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;

владеть различными способами представления физической информации;

формулировать основные физические законы и границы их применимости

3. должен владеть:

владеть физическим научным языком;

выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, образной, алгоритмической формах);

давать определения основных физических понятий и величин;

использовать международную систему единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;

- владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;
- использовать численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- выявлять существенные признаки, устанавливать характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов; опознавать в природных явлениях известные физические модели;
- применять для описания физических явлений известные физические модели;
- строить математические модели для описания простейших физических явлений;
- измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;
- владеть физическим научным языком;
- описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;
- владеть различными способами представления физической информации;
- выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схематической, образной, алгоритмической формах);
- давать определения основных физических понятий и величин;
- формулировать основные физические законы и границы их применимости;
- использовать международную систему единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;
- владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;
- получать ответы при решении физических задач, тематика которых соответствует содержанию курса; решать простейшие экспериментальные физические задачи, используя методы физических исследований;
- использовать численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов;
- применять знание физических теории для анализа незнакомых физических ситуаций;
- аргументировать научную позицию при анализе псевдонаучных, антинаучных утверждений; называть и давать словесное и схематическое описание основных физических экспериментов;
- называть фамилии ученых физиков, внесших существенный вклад в развитие физической науки;
- структурировать физическую информацию, используя научный метод исследования;
- проводить численные расчеты физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов.

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. Введение	2	1	3	0	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Квантовая электроника	2	2	2	2	0	реферат
3.	Тема 3. Квантовое усиление и генерация	2	3,4	2	2	0	творческое задание
4.	Тема 4. Нелинейная спектроскопия	2	5,6	2	2	0	реферат
5.	Тема 5. Когерентные нестационарные процессы	2	7,8	3	2	0	творческое задание
6.	Тема 6. Фотонное эхо	2	9	2	1	0	творческое задание
7.	Тема 7. Эхо-спектроскопия	2	10	2	2	0	творческое задание
8.	Тема 8. Нелинейная оптика	2	11	2	1	0	творческое задание
9.	Тема 9. Двухфотонная спектроскопия	2	12	2	1	0	творческое задание
10.	Тема 10. Спектроскопия насыщения	2	13	2	1	0	реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			22	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

лекционное занятие (3 часа(ов)):

обзор по когерентным и нелинейным оптическим явлениям

Тема 2. Квантовая электроника

лекционное занятие (2 часа(ов)):

История возникновения квантовой электроники. Стандарты частоты и времени. Обзор основных направлений развития квантовой электроники

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач по квантовой оптике

Тема 3. Квантовое усиление и генерация

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спонтанное и вынужденное излучение и поглощение. Уширение спектральных линий. Коэффициент квантового усиления. Обратная связь и превращение квантового усилителя в квантовый генератор. Инверсия населенностей. <Отрицательные> температуры. Для чего нужен когерентный свет. Условия генерации в лазерах. Твердотельные лазеры. Другие типы лазеров. Оптическая накачка. Режимы работы лазера. Методы получения коротких и сверхкоротких лазерных импульсов. Насыщающиеся фильтры. Резонансные свойства системы зеркал. Спектр излучения лазера. Моды излучения. Сверхкороткие лазерные импульсы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач по взаимодействию лазерного излучения с веществом

Тема 4. Нелинейная спектроскопия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Процессы второго, третьего и высших порядков. Обращение волнового фронта (ОВФ). Методы получения ОВФ. Применения ОВФ. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения. Спектроскопия насыщения. Многофотонная спектроскопия

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач по нелинейной оптике

Тема 5. Когерентные нестационарные процессы

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Переходные оптические процессы. Оптический резонанс. Классический подход. Форма и ширина линий излучения. Затухание свободной поляризации. Сверхиэлучение

практическое занятие (2 часа(ов)):

решение задач по когерентному взаимодействию коротких лазерных импульсов с резонансной средой

Тема 6. Фотонное эхо

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Формирование оптических переходных явлений. Первичное фотонное эхо. Стимулированное фотонное эхо. Особенности формирования эхо в газовой среде. Эхо-спектроскопия. Долгоживущее фотонное эхо

практическое занятие (1 часа(ов)):

компьютерное моделирование 1. Динамика двухуровневой системы при взаимодействии с лазерным излучением

Тема 7. Эхо-спектроскопия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Эхо-релаксометры. Эхо-спектрометры. Методы определения поперечной и продольной релаксации резонансной системы

практическое занятие (2 часа(ов)):

компьютерное моделирование 1. Определение времени релаксации по спаду интенсивности первичного фотонного эха

Тема 8. Нелинейная оптика

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Отличие линейной и нелинейной оптики. Оптическое детектирование. Генерация гармоник. Накопление нелинейных эффектов. Нелинейная дисперсия.

практическое занятие (1 часа(ов)):

компьютерное моделирование 1. Моделирование накопления нелинейных эффектов

Тема 9. Двухфотонная спектроскопия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Процессы второго, третьего и высших порядков. Обращение волнового фронта (ОВФ). Методы получения ОВФ. Применения ОВФ. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения
практическое занятие (1 часа(ов)):

компьютерное моделирование 1. Многофотонные процессы

Тема 10. Спектроскопия насыщения

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Выжигание провалов в неоднородно уширенных линиях.

практическое занятие (1 часа(ов)):

компьютерное моделирование 1. Моделирование матрицы плотности системы после когерентного взаимодействия с лазерным импульсом

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
1.	Тема 1. Введение	2	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Квантовая электроника	2	2	подготовка к реферату	2	реферат
3.	Тема 3. Квантовое усиление и генерация	2	3,4	подготовка к творческому заданию	6	творческое задание
4.	Тема 4. Нелинейная спектроскопия	2	5,6	подготовка к реферату	6	реферат
5.	Тема 5. Когерентные нестационарные процессы	2	7,8	подготовка к творческому заданию	6	творческое задание
6.	Тема 6. Фотонное эхо	2	9	подготовка к творческому заданию	2	творческое задание
7.	Тема 7. Эхо-спектроскопия	2	10	подготовка к творческому заданию	3	творческое задание
8.	Тема 8. Нелинейная оптика	2	11	подготовка к творческому заданию	3	творческое задание
9.	Тема 9. Двухфотонная спектроскопия	2	12	подготовка к творческому заданию	3	творческое задание
10.	Тема 10. Спектроскопия насыщения	2	13	подготовка к реферату	3	реферат
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Моделирование в пакете MatLab

1. Динамика двухуровневой системы при взаимодействии с лазерным излучением
2. Определение времени релаксации по спаду интенсивности первичного фотонного эха
3. Моделирование накопления нелинейных эффектов

4. Многофотонные процессы

5. Моделирование матрицы плотности системы после когерентного взаимодействия с лазерным импульсом

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

Тема 1. Введение

домашнее задание , примерные вопросы:

Обзор когерентных и нелинейных оптических явлений

Тема 2. Квантовая электроника

реферат , примерные темы:

тема: Стандарты частоты и времени. Служба времени.

Тема 3. Квантовое усиление и генерация

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Динамика двухуровневой системы при взаимодействии с лазерным излучением

Тема 4. Нелинейная спектроскопия

реферат , примерные темы:

тема: Процессы второго, третьего и высших порядков и их применение

Тема 5. Когерентные нестационарные процессы

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Моделирование накопления нелинейных эффектов

Тема 6. Фотонное эхо

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Пространственный фазовый синхронизм

Тема 7. Эхо-спектроскопия

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Определение времени релаксации по спаду интенсивности первичного фотонного эха

Тема 8. Нелинейная оптика

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Моделирование матрицы плотности системы после когерентного взаимодействия с лазерным импульсом

Тема 9. Двухфотонная спектроскопия

творческое задание , примерные вопросы:

Компьютерные программы в пакете MatLab 1. Многофотонные процессы

Тема 10. Спектроскопия насыщения

реферат , примерные темы:

тема: Бездоплеровская спектроскопия

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Сдача результатов компьютерного моделирования

7.1. Основная литература:

Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-008966-9, 200 экз.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461> (Знаниум)

Оптика: Учебное пособие / А.А. Маскевич. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 656 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005678-4, 600 экз. (Знаниум)

Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 263 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-005727-9, 200 экз. (Знаниум)

Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: Уч. пос. / В.Е.Граков, С.А.Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П.Клищенко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 333с.: 60x90 1/16. - (Высшее обр.). (п) ISBN 978-5-16-004688-4, 800 экз. (Знаниум)

7.2. Дополнительная литература:

1. Оптические измерения [Электронный ресурс] / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др. - М.: Университетская книга; Логос, 2012. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-173-2 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469178>) (Знаниум).
2. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-394-01751-3 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430532>) (Знаниум).
3. Давыдов А. С. Квантовая механика: учеб. пособие. ? 3 изд., стереотипное. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 704 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0548-2 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=351130>) (Знаниум).

7.3. Интернет-ресурсы:

Когерентные переходные процессы - <http://www.biblion.ru/product/713505/>

Нелинейная спектроскопия - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1209/НЕЛИНЕЙНАЯ

Обращение волнового фронта - <http://dfe.petsu.ru/koi/posob/no/nelinop8.htm>

Оптический резонанс и двухуровневые атомы - <http://ubire.narod.ru/projects/aepart1.pdf>

Фотонное эхо - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/2298/ФОТОННОЕ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы когерентной и нелинейной оптической спектроскопии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Програмное обеспечение MatLab. Компьютер+проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.04.01 "Педагогическое образование" .

Автор(ы):

Нефедьев Л.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.