

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Нелинейная оптика Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Гарнаева Г.И. , Нефедьев Л.А.

Рецензент(ы):

Азанчеев Н.М.

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 6121119

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) Гарнаева Г.И. кафедра образовательных технологий в физике научно-педагогическое отделение, Guzel.Garnaeva@kpfu.ru; 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 оптике. 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 "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Начальный уровень подготовки студента, изучающего дисциплину 'Нелинейная оптика', 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.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ПК-1 (профессиональные компетенции)	готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовность к взаимодействию с участниками образовательного процесса

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 лженаучных, псевдонаучных и 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 9 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	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Описание НЛО	9	1,2	0	8	0	Реферат
2.	Тема 2. Нелинейная дисперсия	9	3,4	0	8	0	Реферат
3.	Тема 3. Генерация гармоник	9	5,10	0	8	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Нелинейные эффекты	9	11,12	0	8	0	Творческое задание
5.	Тема 5. Параметрические процессы	9	13,14	0	8	0	Реферат
6.	Тема 6. Спонтанное параметрическое рассеяние (СПР)	9	15,16	0	8	0	Компьютерная программа
7.	Тема 7. Нелинейная спектроскопия	9	17,18	0	8	0	Творческое задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Зачет
	Итого			0	56	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Описание НЛО

практическое занятие (8 часа(ов)):

Классическое, квазиклассическое и квантовое описание НЛО. Матрица плотности. Нелинейные восприимчивости. Линейная и нелинейная оптика. Возникновение нелинейности.

Тема 2. Нелинейная дисперсия

практическое занятие (8 часа(ов)):

Математический формализм описания дисперсии. Изменение показателя преломления.

Тема 3. Генерация гармоник

практическое занятие (8 часа(ов)):

Экспериментальные методы генерации высших гармоник. Накопление нелинейных эффектов.

Тема 4. Нелинейные эффекты

практическое занятие (8 часа(ов)):

Самофокусировка, самодифракция, Нелинейный фотоэффект, оптическое детектирование.

Тема 5. Параметрические процессы

практическое занятие (8 часа(ов)):

Параметрическое усиление. Параметрическое рассеяние. Параметрический генератор.

Тема 6. Спонтанное параметрическое рассеяние (СПР)

практическое занятие (8 часа(ов)):

Основные принципы. Описание СПР. СПР синхронизм Экспериментальные методы. Приложения.

Тема 7. Нелинейная спектроскопия

практическое занятие (8 часа(ов)):

Спектроскопия насыщения. Двух фотонная спектроскопия. Переходные оптические процессы и их применение в когерентной нелинейной спектроскопии.

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. Описание НЛО	9	1,2	подготовка к реферату	8	реферат
2.	Тема 2. Нелинейная дисперсия	9	3,4	подготовка к реферату	8	реферат
3.	Тема 3. Генерация гармоник	9	5,10	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Нелинейные эффекты	9	11,12	подготовка к творческому заданию	6	творческое задание
5.	Тема 5. Параметрические процессы	9	13,14	подготовка к реферату	6	реферат
6.	Тема 6. Спонтанное параметрическое рассеяние (СПР)	9	15,16	Изучение программы для описания бифотонного излучения.	8	компьютерная программа
7.	Тема 7. Нелинейная спектроскопия	9	17,18	подготовка к творческому заданию	8	творческое задание
	Итого				52	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Компьютерные презентации:

Нелинейная оптика (обзор)

Описание НЛО

Генерация гармоник

Оптическое детектирование

Параметрическое усиление

Параметрическое рассеяние

Параметрический генератор

СПР_введение

СПР_описание

СПР_синхронизм

Нелинейная спектроскопия

Нелинейный фотоэффект

2. Демонстрационные компьютерные программы в пакете MatLab, RAD Studio (Delphi, C++).

BifotonSpectr

ModiLaser
NonLinearFotoeffect
Relaxation
SaturationSpectroscopy
Two_Level_Dinamic
SPE_!_2
Hologramm

3. Практикум по моделированию оптических нелинейных явлений.

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

Тема 1. Описание НЛО

реферат , примерные темы:

1. История возникновения нелинейной оптики. 2. Что такое нелинейная оптика. 3. Подходы к описанию явлений в нелинейной оптике. 4. Математический формализм матрицы плотности.

Тема 2. Нелинейная дисперсия

реферат , примерные темы:

1. Динамика двухуровневой системы при ее взаимодействии с лазерным излучением. 2. Классическая теория нелинейной дисперсии.

Тема 3. Генерация гармоник

устный опрос , примерные вопросы:

методы генерации кратных, суммарных и разностных гармоник. Накопление нелинейных эффектов. Двойное лучепреломление в нелинейных кристаллах.

Тема 4. Нелинейные эффекты

творческое задание , примерные вопросы:

Моделирование в пакете MatLab нелинейного фотоэффекта. Моделирование в пакете MatLab одномодового и многомодового режимов работы лазера.

Тема 5. Параметрические процессы

реферат , примерные темы:

1. Параметрическое усиление. 2. Параметрическое рассеяние. 3. Параметрический генератор.

Тема 6. Спонтанное параметрическое рассеяние (СПР)

компьютерная программа , примерные вопросы:

Проведение численного эксперимента по изучению разных режимов генерации бифотонных полей.

Тема 7. Нелинейная спектроскопия

творческое задание , примерные вопросы:

Моделирование в пакете MatLab физических процессов в спектроскопии насыщения. Моделирование в пакете MatLab динамики двухуровневой системы, взаимодействующей с лазерным излучением. Моделирование в пакете MatLab сигналов фотонного эха и их применения в спектроскопии для определения времен необратимых релаксаций системы.

Итоговая форма контроля

зачет (в 9 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы зачета:

1. Отличия линейной и нелинейной оптики.

2. Гармоники и сателлиты в излучении.
3. Изменение нелинейного показателя преломления.
4. Оптическое детектирование.
5. Самофокусировка.
6. Самодифракция.
7. Эффект насыщения.
8. Нелинейный фотоэффект.
9. Многофотонные параметрические процессы.
10. Накопление нелинейных эффектов.
11. Спонтанное параметрическое рассеяние, бифотоны.
12. СПР - синхронизм.
13. Переходные оптические процессы, фотонное эхо.
14. Методы нелинейной оптической спектроскопии.

7.1. Основная литература:

1. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома [Электронный ресурс]: учебник / Э.В. Шпольский. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург: Лань, 2010. ? 448 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/443>
2. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92652>
3. Маскевич, Александр Александрович. Оптика [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.А. Маскевич. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов.знание, 2012. - 656 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=306513>
4. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Акиншин [и др.] ; под ред. С.К. Стафеева. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург: Лань, 2015. ? 240 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56605>

7.2. Дополнительная литература:

1. Кожевников, Н.М. Демонстрационные эксперименты по общей физике. [Электронный ресурс]: Учебные пособия ? Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2016. - 248 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72984>
2. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Е. Иродов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург: Лань, 2016. ? 416 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71750>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Бифотонная спектроскопия - <http://cyberleninka.ru/article/n/spektroskopiya-pereputannyh-bifotonnyh-sostoyaniy>
- Видеолекции - <http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Optics-SMK-Lects>
- Комплекс (нелинейная оптика) - http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94/u_lectures.pdf
- Лекции по нелинейной оптике - http://www.shg.ru/educat/nl_opt.html
- Параметрическое рассеяние - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4187/ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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 Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Ноутбук, проектор

Установка на компьютеры ИФ программного обеспечения RAD Studi XE2 (Delphi, C++)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):

Гарнаева Г.И. _____

Нефедьев Л.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Азанчеев Н.М. _____

"__" _____ 201__ г.