

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 спектроскопия 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):**

Нефедьев Л.А.

**Рецензент(ы):**

Гарнаева Г.И.

**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 6172519

## 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 спектроскопии. 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.

Цикл Б3.ДВ6.2

Начальный уровень подготовки студента, изучающего дисциплину 'Нелинейная спектроскопия', 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-6 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности

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

Должен демонстрировать способность и готовность:

выявлять существенные признаки, устанавливая характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

выявлять существенные признаки, устанавливая 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, схемотехнической, 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 схемотехническое 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения атомов и молекул	9		0	14	0	Реферат
2.	Тема 2. Когерентная оптическая спектроскопия	9		0	14	0	Творческое задание
3.	Тема 3. Двухфотонная спектроскопия	9		0	14	0	Реферат
4.	Тема 4. Спонтанное параметрическое рассеяние и бифотонная спектроскопия	9		0	14	0	Творческое задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Зачет
	Итого			0	56	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения атомов и молекул *практическое занятие (14 часа(ов)):*

Нелинейные восприимчивости. Линейная и нелинейная оптика. Возникновение нелинейности. Спектроскопия насыщения. Двухфотонная спектроскопия. Эксперименты.

##### Тема 2. Когерентная оптическая спектроскопия *практическое занятие (14 часа(ов)):*

Фотонное эхо. Эхо спектрометры. Эхо релаксометры.

##### Тема 3. Двухфотонная спектроскопия *практическое занятие (14 часа(ов)):*

Двухфотонное поглощение при использовании встречных пучков. Резонансный выигрыш. Высоочастотный эффект Штарка и двухфотонная спектроскопия.

##### Тема 4. Спонтанное параметрическое рассеяние и бифотонная спектроскопия *практическое занятие (14 часа(ов)):*

Основные принципы. ВКР. Экспериментальные методы. Приложения.

#### 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. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения атомов и молекул	9		подготовка к реферату	12	Реферат
2.	Тема 2. Когерентная оптическая спектроскопия	9		подготовка к творческому заданию	12	Творческое задание
3.	Тема 3. Двухфотонная спектроскопия	9		подготовка к реферату	14	Реферат
4.	Тема 4. Спонтанное параметрическое рассеяние и бифотонная спектроскопия	9		подготовка к творческому заданию	14	Творческое задание
	Итого				52	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Компьютерные программы:

1. СПР, Бифотоны.
2. Моды лазера.
3. Спектроскопия насыщения.
4. Динамика двух уровневой системы.
5. Эхо-релаксометр.

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

### Тема 1. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения атомов и молекул

Реферат , примерные вопросы:

Поглощение и испускание света. Вероятности переходов. Учет релаксации. Вероятности переходов и силы линий.

### Тема 2. Когерентная оптическая спектроскопия

Творческое задание , примерные вопросы:

Динамика двух уровневой системы. Эхо-релаксометр.

### Тема 3. Двухфотонная спектроскопия

Реферат , примерные вопросы:

Двухфотонная спектроскопия. Когерентная оптическая спектроскопия. Фотонное эхо.

### Тема 4. Спонтанное параметрическое рассеяние и бифотонная спектроскопия

Творческое задание , примерные вопросы:

СПР, Бифотоны. Моды лазера. Спектроскопия насыщения.

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 9 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Нелинейная спектроскопия
2. Поглощение и испускание света
3. Вероятности переходов
4. Учет релаксации
5. Вероятности переходов и силы линий
6. Дисперсия света
7. Ширины и профили спектральных линий
8. Оптическая спектроскопия
9. Естественная ширина линии
10. Доплеровская ширина
11. Столкновительное и времяпролетное уширение
12. Однородное и неоднородное уширение
13. Профили спектральных линий в жидкостях и твердых телах
14. Техника спектроскопии
15. Спектрографы и монохроматоры
16. Интерферометры
17. Детектирование света
18. Нелинейные восприимчивости
19. Линейная и нелинейная оптика
20. Возникновение нелинейности
21. Нелинейная спектроскопия высокого разрешения атомов и молекул
22. Спектроскопия насыщения
23. Двухфотонная спектроскопия
24. Когерентная оптическая спектроскопия
25. Фотонное эхо
26. Эхо спектрометры. Эхо релаксометры
27. Двухфотонная спектроскопия Двухфотонное поглощение при использовании встречных пучков. Резонансный выигрыш
28. Высокочастотный эффект Штарка и двухфотонная спектроскопия
29. Спонтанное параметрическое рассеяние и бифотонная спектроскопия

#### **7.1. Основная литература:**

1. 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>
2. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 360 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/956758>
3. 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>



4. 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>
5. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Е. Иродов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 420 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111196>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3 т. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 308 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117716>
2. Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2017. - 852 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105019>
3. Бутиков Е.И., Физика. В 3 кн. Кн. 2. Электродинамика. Оптика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 336 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101080.html>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Видеолекции для студентов. Квантовая теория атомных и молекулярных спектров (СПГУ Физический факультет) - <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/chirtzov.html>
- Видеолекции для студентов. Квантовая физика (МФТИ каф. Общей физики) - <http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Quantum-UMT-Lects>
- Квантовая механика. Лекция Физической энциклопедии - [http://www.femto.com.ua/articles/part\\_1/1557.html](http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1557.html)
- Учебное пособие: История атомного ядра (МГУ Физический факультет) - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/histan/index.html>
- Электронно-образовательный ресурс. Квантовая физика (К(П)ФУ Институт физики, кафедра образовательных технологий в физике - <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=1414>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Нелинейная спектроскопия" 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.

Ноутбук, проектор.

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):

Нефедьев Л.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гарнаева Г.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.