

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. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Лазерные технологии в оптической спектроскопии Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 44.04.01 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

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 67417

Казань

2017

## 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 Лазерным технологиям в оптической 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.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.04.01 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Начальный уровень подготовки студента, изучающего дисциплину ' Лазерные технологии в 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)	способность использовать основы философских и социогуманитарных знаний для формирования научного мировоззрения

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся

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, 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 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 в 4 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. Лазеры как источники света для спектроскопии. Перестраиваемые когерентные источники света.	4	1-5	2	8	0	Творческое задание

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. Абсорбционная и флуоресцентная спектроскопия с использованием лазеров, ограниченная доплеровским уширением. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния	4	6-10	2	8	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Внутридоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения	4	11-15	2	8	0	Творческое задание
4.	Тема 4. Применения лазерной спектроскопии	4	16-18	2	6	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			8	30	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Лазеры как источники света для спектроскопии. Перестраиваемые когерентные источники света.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Преимущества использования лазеров в спектроскопии. Спектр частот многомодовых лазеров. Ширины линий излучения одномодовых лазеров. Перестраиваемые ИК лазеры.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Спектр частот многомодовых лазеров. Лазеры на красителях

**Тема 2. Абсорбционная и флуоресцентная спектроскопия с использованием лазеров, ограниченная доплеровским уширением. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Высококчувствительные методы детектирования. Лазерный магнитный резонанс и штарковская спектроскопия. Спектроскопия возбужденных состояний. Методы двойного резонанса. Многофотонная спектроскопия. ВКР. Экспериментальные методы. Приложения.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

штарковская спектроскопия. Спонтанное комбинационное рассеяние

**Тема 3. Внутридоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Спектроскопия молекулярных пучков. Спектроскопия насыщения. Поляризационная спектроскопия. Бездоплеровская многофотонная спектроскопия.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Спектроскопия насыщения.

## Тема 4. Применения лазерной спектроскопии

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лазерная фотохимия. Лазерное разделение изотопов. Лазерное зондирование атмосферы.

### практическое занятие (6 часа(ов)):

Применения лазерных технологий в биологии и медицине.

## 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. Лазеры как источники света для спектроскопии. Перестраиваемые когерентные источники света.	4	1-5	подготовка к творческому заданию	10	творческое задание
2.	Тема 2. Абсорбционная и флуоресцентная спектроскопия с использованием лазеров, ограниченная доплеровским уширением. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния	4	6-10	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
3.	Тема 3. Внутридоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения	4	11-15	подготовка к творческому заданию	10	творческое задание
4.	Тема 4. Применения лазерной спектроскопии	4	16-18	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				34	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Демонстрации:

1. Lasers
2. Нелинейная спектроскопия

Компьютерные программы в пакете MatLab:

ModiLaser  
TwoLevelDinamic  
SaturationSpectroscopy

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



## **Тема 1. Лазеры как источники света для спектроскопии. Перестраиваемые когерентные источники света.**

творческое задание , примерные вопросы:

Преимущества использования лазеров в спектроскопии. Спектр частот многомодовых лазеров. Ширины линий излучения одномодовых лазеров. Спектр частот многомодовых лазеров. Перестраиваемые ИК лазеры. Лазеры на красителях.

## **Тема 2. Абсорбционная и флуоресцентная спектроскопия с использованием лазеров, ограниченная доплеровским уширением. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния**

устный опрос , примерные вопросы:

Высококонтрастные методы детектирования. Лазерный магнитный резонанс и штарковская спектроскопия. Спектроскопия возбужденных состояний. Методы двойного резонанса. Многофотонная спектроскопия. Штарковская спектроскопия. Спонтанное комбинационное рассеяние.

## **Тема 3. Внутридоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения**

творческое задание , примерные вопросы:

Спектроскопия молекулярных пучков. Спектроскопия насыщения. Поляризационная спектроскопия. Бездоплеровская многофотонная спектроскопия.

## **Тема 4. Применения лазерной спектроскопии**

устный опрос , примерные вопросы:

Лазерная фотохимия. Лазерное разделение изотопов. Лазерное зондирование атмосферы. Применения в биологии и медицине.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1. Спонтанное и вынужденное излучение
3. Квантовое усиление и генерация
4. Мазеры, лазеры
5. Основные этапы развития лазерной техники
6. Твердотельные лазеры
7. Лазер на рубине
8. Короткие лазерные импульсы
9. Газовые, ионные, молекулярные и др. лазеры
10. Полупроводниковые лазеры
11. Классическая теория взаимодействия излучения и вещества (Лоренц)
12. Уширение спектральных линий
13. Одномодовый и многомодовый режимы работы лазера
14. Формализм матрицы плотности
15. Технологии лазерной спектроскопии
16. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния
17. Внутридоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения
18. Многофотонная спектроскопия
19. Спектроскопия насыщения

### **7.1. Основная литература:**



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 ЭБС 'Знаниум' <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=306513>

Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-47-6 ЭБС 'Знаниум' <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443435>

Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР:НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3 ЭБС 'Знаниум' <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>

Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И.Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.:НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.: 60x90 1/16.(п) ISBN 978-5-9558-0350-0 ЭБС 'Знаниум' <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135>

Ландсберг, Григорий Самуилович. Оптика: учебное пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. ?Издание 6-е, стереотипное. ?Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. ?848 с.

Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 кн. / И. В. Савельев. ?Москва: АСТ: Астрель, 2006. ?; 21 см.. ?ISBN 5-17-008962-7((АСТ)). ?ISBN 5-271-01033-3((Астрель)). ?ISBN 985-13-2728-X((Харвест)). Кн. 4: Волны. Оптика. ?2006. ?256 с.

Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики: учебное пособие для вузов: В 5 томах / Д. В. Сивухин. ?Москва: Физматлит, 2005. ?; 22 см.. ?ISBN 5-9221-0229-X.

Т. 4: Оптика. ?Издание 3-е, стереотипное. ?2005. ?792 с.

Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики. Т. 4: Оптика. ?Издание 3-е, стереотипное. ?2002. ?792 с.: ил. ?Имен., предм. указ.: с. 780-791. ?ISBN 5-9221-0228-1((Т. 4)). [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2314](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2314)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учебное пособие для вузов : В 5 томах / Д. В. Сивухин .? Москва : Физматлит, 2005 .? ; 22 см. ? ISBN 5-9221-0229-X. Т. 4: Оптика .? Издание 3-е, стереотипное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005 .? 792 с. : ил. ? Имен., предм. указ.: с. 780-791 .? ISBN 5-9221-0228-1 ((Т. 4)) .

2. Бутиков, Евгений Иванович. Оптика : учебное пособие для студентов физ. спец. вузов / Е. И. Бутиков .? Издание 2-е, переработанное и дополненное .? Санкт-Петербург : Невский Диалект : БХВ-Петербург, 2003 .? 480 с. : ил. ? Алф. указ.: с.474-479 .? ISBN 5-7940-0041-4 ((Нев. Диалект)) .? ISBN 5-94157-380-4 ((БХВ-Петербург)) .

3. Бутиков, Евгений Иванович. Физика : учебное пособие : В 3 кн. / Е. И. Бутиков, А. С. Кондратьев .? Москва ; Санкт-Петербург : ФИЗМАТЛИТ, 2001 .? (Для углубленного изучения) . Кн. 2: Электродинамика. Оптика .? Москва ; Санкт-Петербург : ФИЗМАТЛИТ, 2001 .? 336 с. : ил. ? ISBN 5-9221-0110-2 .? ISBN 5-9221-0108-0 ((Кн.2)) .

4. Ландсберг, Григорий Самуилович. Оптика : учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов / Г. С. Ландсберг .? 6-е изд., стер. ? М. : Физматлит, 2003 .? 848 с. : ил. ; 22 .? Предыдущее издание проверено. ? Предм. указ.: с. 844-848 .? ISBN 5-9221-0314-8.

5. Ахманов, Сергей Александрович. Физическая оптика : учебник / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин .? Издание 2-е .? Москва : Изд-во Московского университета : Наука, 2004 .? 656 с. : ил. ; 24 см. ? (Классический университетский учебник / Ред. совет: Пред. совета В. А. Садовничий (и др.)) .? На авантит.: 250-летию Моск. ун-та .? Предм. указ.: с.647-654 .? Библиогр. в конце лекций.

6. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 кн. / И. В. Савельев .? Москва : АСТ : Астрель, 2005 .? ; 21 см. ? ISBN 5-17-008962-7 ((АСТ)) .? ISBN 5-271-01033-3 ((Астрель)) .? ISBN 985-13-2728-X ((Харвест)) . Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц .? Москва : АСТ : Астрель, 2005 .? 368 с. : ил. ? Предм. указ.: с.364-368 .? ISBN 5-17-004587-5 ((Кн. 5)) , 4000 .? ISBN 5-17-008962-7 ((АСТ)) .? ISBN 5-271-01307-3 ((Кн.5)) , 7000 .? ISBN 5-271-01033-3 ((Астрель)).

7. Евсеев, Игорь Викторович. Фотонное эхо и фазовая память в газах / И. В. Евсеев, Н. Н. Рубцова, В. В. Самарцев .? Казань : Издательство Казанского государственного университета, 2009 .? 490 с. : ил. ; 21 .? Библиогр. в конце гл.

8. Самарцев, Виталий Владимирович (д-р физ.-мат. наук ; 1939-) . Коррелированные фотоны и их применение / В. В. Самарцев .? Казань : Казанский университет, 2012 .? 185 с. : ил. ; 21 .? Библиогр.: с. 168-185.

9. Маныкин, Эдуард Анатольевич. Оптическая эхо-спектроскопия / Э. А. Маныкин, В. В. Самарцев ; Отв. ред. С. А. Ахманов .? М. : Наука, 1984 .? 270 с. : ил. ; 22 см .? 3 р. 20 к.

10. Аллен, Л. Оптический резонанс и двухуровневые атомы : перевод с английского / Л. Аллен, Дж. Эберли ; Пер. Т. М. Ильиной, М. С. Стрижевской; Под ред. В. Л. Стрижевского .? Москва : Мир, 1978 .? 222 с. : ил.

11. Калачев, Алексей Алексеевич. Когерентные явления в оптике / А. А. Калачев, В. В. Самарцев .? Казань : Казанский государственный университет им. В. И. Ульянова-Ленина, 2003 .? 281 с. : ил. ? Библиогр.: с.262-280 .? ISBN 5-98180-052-6.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

активная лазерная спектроскопия - <http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1167564>

Видеолекции по нелинейной лазерной спектроскопии -

<http://www.youtube.com/playlist?list=PLXV9J9QKISLcbzW7jhD5B4BcbSN9cnq9Y>

ВКР - [http://scask.ru/book\\_t\\_phis8.php?id=162](http://scask.ru/book_t_phis8.php?id=162)

лазеры на красителях - <http://ref.repetiruem.ru/referat/lazer-na-krasiteljakh>

Применения лазерной спектроскопии -

<http://www.vevivi.ru/best/Teoriya-i-praktika-primeneniya-lazernoi-spektroskopii-na-primere-analiza-obektov>

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

Освоение дисциплины "Лазерные технологии в 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 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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.04.01 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .

Автор(ы):

Нефедьев Л.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гарнаева Г.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.