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.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Техника оптической спектроскопии Б3.ДВ.1

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика
Профиль подготовки: Квантовая радиофизика и квантовая электроника
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Юсупов Р.В.

**Рецензент(ы):**

Никитин С.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6107214

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) старший научный сотрудник, к.н. (доцент) Юсупов Р.В. Центр квантовых технологий КФУ , Roman.Yusupov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Техника оптической спектроскопии" является систематическое изучение принципов построения и свойств основных оптических элементов, входящих в приборы и установки оптической спектроскопии. Это источники излучения, фильтры, поляризаторы, фотоприемники, дифракционные решетки, интерферометры Фабри-Перо и др. Рассматриваются принципы построения на их основе спектроскопического оборудования различного назначения, а также основные методы линейной оптической спектроскопии и взаимосвязи измеряемых величин со свойствами исследуемых веществ.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Техника оптической спектроскопии" относится к профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору. Для её освоения необходимы знания следующих дисциплин: оптика, квантовая механика, математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, векторный и тензорный анализ, механика.

Создает основу для изучения общего курса по квантовой радиофизике, а также дисциплин, входящих в программу бакалавриата (Фемтосекундная спектроскопия) и магистратуры (Лазерная спектроскопия, Методы спектроскопии конденсированных сред).

Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит эффективно участвовать в научно-исследовательской работе.Она имеет как фундаментальное, так и прикладное значение для подготовки по профилю "Квантовая радиофизика и квантовая электроника".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОК-10 (общекультурные компетенции) | способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии; |
| ОК-12 (общекультурные компетенции) | способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии; |
| ОК-14 (общекультурные компетенции) | способностю к овладению базовыми знаниями в области информатики и современных информационных технологий, программными средствами и навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернет |
| ОК-8 (общекультурные компетенции) | способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности; |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | способность применять на практике базовые профессиональные навыки; |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-3 (профессиональные компетенции) | способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования; |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Цели и задачи оптической спектроскопии, взаимосвязь измеряемых величин со свойствами исследуемых веществ, физические основы работы и факторы, определяющие предельное разрешение и рабочий диапазон различных спектральных приборов.

2. должен уметь:

аналитически осмысливать возникающие задачи в области оптической спектроскопии, принимать оптимальные решения по практической реализации соответствующих экспериментальных установок (выбор источников излучения и фотоприемников, построение оптических схем, определение пригодности и работоспособности спектральных приборов)

3. должен владеть:

навыками использования основных оптических элементов (источники излучения, фильтры, поляризаторы, фотоприемники, дифракционные решетки, интерферометры Фабри-Перо) спектроскопического оборудования различного назначения, различных спектроскопических методик и анализа полученных результатов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

активного творческого участия в экспериментальной работе, связанной с исследованиями в области оптической спектроскопии

## 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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. Место оптики и спектроскопии в современной науке и технике, задачи спектроскопии. Феноменологическая теория излучения | | | | | | |

Эйнштейна.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 1 | 2 | 2 | 0 | устный опрос |

| 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. Измерение параметров оптического излучения. | 7 | 2-4 | 6 | 2 | 0 | устный опрос |
| 3. | Тема 3. Поляризационные элементы оптических систем. | 7 | 5-6 | 4 | 2 | 0 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Спектральная фильтрация оптического излучения. | 7 | 7-8 | 4 | 2 | 0 | устный опрос |
| 5. | Тема 5. Спектральные приборы. | 7 | 9-10 | 4 | 2 | 0 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. Дифракционные решетки. | 7 | 11-13 | 6 | 2 | 0 | устный опрос |
| 7. | Тема 7. Интерферометр Фабри-Перо. | 7 | 14 | 2 | 2 | 0 | презентация устный опрос |
| 8. | Тема 8. Фурье-спектрометры. | 7 | 15-16 | 4 | 2 | 0 | презентация устный опрос |
| 9. | Тема 9. Некоторые спектроскопические методики: обзор. | 7 | 17-18 | 4 | 2 | 0 | презентация устный опрос |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 7 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 36 | 18 | 0 | |

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Место оптики и спектроскопии в современной науке и технике, задачи спектроскопии. Феноменологическая теория излучения Эйнштейна.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Коэффициенты Эйнштейна. Макроскопическая теория поглощения. Люминесценция. Закон Бугера. Формула Фюхтбауэра-Ладенбурга. Сечения перехода.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Основные величины, характеризующие оптические спектры и их взаимосвязь.

**Тема 2. Измерение параметров оптического излучения.**

***лекционное занятие (6 часа(ов)):***

Основные параметры фотоприемников. Принципы оптимального выбора фотоприемника для решения конкретных задач. Тепловые приемники излучения. Фотоприемники с внешним фотоэффектом: фотоэлементы, фотоумножители, вторично-электронные умножители, электронно-оптические преобразователи. Принципы работы ФЭУ в токовом режиме и режиме счета фотонов. Амплитудное распределение импульсов и счетная характеристика ФЭУ в режиме счета фотонов. Корреляционный счет фотонов.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Фотоприемники с внутренним фотоэффектом: фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые приемники изображения (со схемами включения). Фотоприемники с координатной чувствительностью. ПЗС-линейки и ПЗС-матрицы, принципы работы, характеристики, особенности эксплуатации.

**Тема 3. Поляризационные элементы оптических систем.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Основные параметры линейного поляризатора. Двулучепреломляющие поляризаторы. Дихроичные поляризаторы. Пленочные поляроиды.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Другие типы поляризаторов. Фазовые пластинки. Оптические вращатели. Деполяризующие оптические системы.

**Тема 4. Спектральная фильтрация оптического излучения.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Светофильтры на основе явлений поглощения, дисперсии, преломления, отражения, интерференции.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Интерференционные, интерференционно-поляризационные фильтры. Акустооптические светофильтры.

**Тема 5. Спектральные приборы.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Принципиальная схема классического прибора. Разрешающая способность. Зависимость ширины линии от ширины щели. Дифракционный предел разрешения. Критерий Релея. Нормальная ширина щели. Когерентное и некогерентное освещение щели. Типичные аберрации, их влияние на разрешение.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Аппаратная функция спектрального прибора, ее вид для области широких и узких щелей. Уравнение свертки, редукция к идеальному прибору. Спектральная функция. Светосила спектрального прибора. Оптимальная схема освещения входного отверстия.

**Тема 6. Дифракционные решетки.**

***лекционное занятие (6 часа(ов)):***

Уравнение решетки, угловая дисперсия, разрешающая способность. Разделение порядков. Угол блеска. Эффективность амплитудных и фазовых решеток. Спектральные приборы с плоскими решетками.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Вогнутые дифракционные решетки, их свойства. Голографические вогнутые решетки. Спектральные приборы с вогнутыми дифракционными решетками.

**Тема 7. Интерферометр Фабри-Перо.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Отличие его аппаратной функции от аппаратной функции призменных и дифракционных приборов. Область свободной дисперсии и разрешение интерферометра. Способы сканирования спектра, спектральная ширина сканирующей диафрагмы. Светосила интерферометра.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Использование интерферометра Фабри-Перо в спектральных приборах и в лазерной технике.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

**Тема 8. Фурье-спектрометры.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Аппаратная функция фурье-спектрометра. Способы сканирования. Влияние дискретизации. Аподизация. Преимущества фурье-спектрометров: выигрыш Жакино и выигрыш Фелджета.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

СИСАМ - принцип действия, преимущества и области применения.

**Тема 9. Некоторые спектроскопические методики: обзор.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Спектроскопия диффузного отражения, формула Кубелки-Мунка. Спектроскопия НПВО. Методы люминесцентной спектроскопии.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Временная селекция спектров КР и люминесценции. Скоростная спектрометрия.

### 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. Место оптики и спектроскопии в современной науке и технике, задачи спектроскопии. Феноменологическая теория излучения Эйнштейна. | 7 | 1 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 4 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Измерение параметров оптического излучения. | 7 | 2-4 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |
| 3. | Тема 3. Поляризационные элементы оптических систем. | 7 | 5-6 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Спектральная фильтрация оптического излучения. | 7 | 7-8 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. | Тема 5. Спектральные приборы. | 7 | 9-10 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. Дифракционные решетки. | 7 | 11-13 | Освоение материала лекции, изучение дополнительной литературы, подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |
| 7. | Тема 7. Интерферометр Фабри-Перо. | 7 | 14 | подготовка к презентации | 2 | презентация |
| | | | | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 8. | Тема 8. Фурье-спектрометры. | 7 | 15-16 | подготовка к презентации | 4 | презентация |
| | | | | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 9. | Тема 9. Некоторые спектроскопические методики: обзор. | 7 | 17-18 | подготовка к презентации | 4 | презентация |
| | | | | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| | Итого | | | | 54 | |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В ходе лекций значительная часть материала представлена студентам в виде мультимедийных презентаций, что позволяет существенно увеличить объем преподносимого материала по сравнению с традиционным подходом. По ходу занятий студентам предлагается участвовать в разрешении предлагаемых проблемных ситуаций, объяснять возможные артефакты в оптических измерениях на базе уже имеющихся знаний, что дает возможность дополнительного усвоения уже пройденного материала, его использование для разбора конкретных ситуаций. Практическая часть занятий предполагает посещение оптических лабораторий Казанского федерального университета, институтов Казанского научного центра РАН, тренинги по построению и настройке конкретных оптических схем. В ходе самостоятельной работы студентам предлагается ознакомиться с предлагаемыми для самостоятельного изучения разделами дисциплины, подготовить рефераты и презентации, представить их в ходе аудиторных практических занятий.

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

### Тема 1. Место оптики и спектроскопии в современной науке и технике, задачи спектроскопии. Феноменологическая теория излучения Эйнштейна.

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14). Обсуждаемые вопросы: 1. Виды переходов в двухуровневой квантовой системе. 2. Коэффициенты Эйнштейна. Связь между коэффициентами для вынужденных и спонтанных переходов. 3. Сечение поглощения. Сила осциллятора.

**Тема 2. Измерение параметров оптического излучения.**

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14). Обсуждаемые вопросы: 1. Основные параметры оптического излучения. 2. Методы измерения длины волны. 3. Методы измерения мощности излучения. 4. Методы измерения фазы когерентного оптического излучения. 5. Методы измерения энергии световых импульсов.

**Тема 3. Поляризационные элементы оптических систем.**

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14). Обсуждаемые вопросы: 1. Свет как поперечная электромагнитная волна. 2. Виды поляризации света. 3. Способы получения линейно-поляризованного света. 4. Поляризаторы: кристаллические и поляроиды. Их особенности и степень поляризации. 5. Фазовые пластинки и их действие. 6. Круговая и эллиптическая поляризация. Их получение и анализ.

**Тема 4. Спектральная фильтрация оптического излучения.**

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14). Обсуждаемые вопросы: 1. Методы фильтрации оптического излучения. 2. Абсорбционные светофильтры. 3. Интерференционные светофильтры. 4. Поляризационно-интерференционные светофильтры.

**Тема 5. Спектральные приборы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14, ПК-3). Обсуждаемые вопросы: 1. Общая схема спектрального прибора. 2. Плоскость дисперсии и перпендикулярная ей. Ход лучей в этих плоскостях. 3. Дифракционные явления в спектральных приборах. Нормальная ширина щели.

**Тема 6. Дифракционные решетки.**

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела

**Тема 7. Интерферометр Фабри-Перо.**

презентация , примерные вопросы:

Проверка способности к самостоятельному освоению нового, в том числе оригинального, материала и умения преподнесения материала в виде мультимедийной презентации. Развитие компетенций ОК-12, ПК-2, ПК-3. Темы презентаций: 1. Устройство и принцип действия интерферометра Фабри-Перо. 2. Кривая пропускания интерферометра Фабри-Перо. Зависимость от коэффициента отражения зеркал.

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14, ПК-3). Обсуждаемые вопросы: 1. Угловая и линейная дисперсия интерферометра Фабри-Перо. 2. Область свободной дисперсии интерферометра Фабри-Перо.

**Тема 8. Фурье-спектрометры.**

презентация , примерные вопросы:

Проверка способности к самостоятельному освоению нового, в том числе оригинального, материала и умения преподнесения материала в виде мультимедийной презентации. Развитие компетенций ОК-12, ПК-2, ПК-3. Темы презентаций: 1. Принцип фурье-спектроскопии. 2. Выигрыши Фелджета и Жакино. 3. Аподизация.

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14, ПК-3). Вопросы для обсуждения: 1. Схемы фурье-спектрометров. 2. Источники света и детекторы для фурье-спектрометров.

**Тема 9. Некоторые спектроскопические методики: обзор.**

презентация , примерные вопросы:

Проверка способности к самостоятельному освоению нового, в том числе оригинального, материала и умения преподнесения материала в виде мультимедийной презентации. Развитие компетенций ОК-12, ПК-2, ПК-3. Темы для презентаций: 1. Методы люминесцентной спектроскопии. 2. Временная селекция спектров КР и люминесценции. 3. Спектроскопия диффузного отражения, формула Кубелки-Мунка. 4. Комбинационное рассеяние света, вынужденное комбинационное рассеяние.

устный опрос , примерные вопросы:

Проверка глубины понимания и качества усвоения материала раздела (развитие компетенций ОК-8, ОК-10, ОК-12, ОК-14, ПК-3). Темы для обсуждения: 1. Преимущества люминесцентной спектроскопии по отношению к спектроскопии поглощения. 2. Природа спектров комбинационного рассеяния с классической и квантовой точек зрения. 3. Природа вынужденного комбинационного рассеяния.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы на зачет:

1. Поляризационные элементы оптических систем. Основные параметры линейного поляризатора. Двулучепреломляющие поляризаторы. Дихроичные поляризаторы. Пленочные поляроиды. Другие типы поляризаторов.

2. Фазовые пластинки. Оптические вращатели. Деполяризующие оптические системы.

3. Нарезные и голографические дифракционные решетки. Уравнение решетки, угловая дисперсия, разрешающая способность. Разделение порядков. Угол блеска. Эффективность амплитудных и фазовых решеток.

4. Спектральные приборы с плоскими решетками. Вогнутые дифракционные решетки, их свойства. Голографические вогнутые решетки. Спектральные приборы с вогнутыми дифракционными решетками.

5. Интерферометр Фабри-Перо. Отличие его аппаратной функции от аппаратной функции призменных и дифракционных приборов. Область свободной дисперсии и разрешение интерферометра. Способы сканирования спектра, спектральная ширина сканирующей диафрагмы. Светосила интерферометра.

6. Использование интерферометра Фабри-Перо в спектральных приборах и в лазерной технике. Лазеры с распределенной обратной связью.

7. Фурье-спектрометры. Аппаратная функция фурье-спектрометра. Способы сканирования. Влияние дискретизации. Аподизация. Преимущества фурье-спектрометров: выигрыш Жакино и выигрыш Фелджета. СИСАМ - принцип действия, преимущества и области применения.Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ. Нелинейно-оптические компрессоры УКИ.

8. Некоторые спектроскопические методики: спектроскопия диффузного отражения, формула Кубелки-Мунка. Спектроскопия НПВО.

9. Методы люминесцентной спектроскопии. Временная селекция спектров КР и люминесценции.

10. Комбинационное рассеяние света, вынужденное комбинационное рассеяние.

**7.1. Основная литература:**


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс] / В.Б. Тимофеев. - Изд.: "Лань" , 1-е изд., 2015. - 512 с. ISBN: 978-5-8114-1745-2. http://e.lanbook.com/view/book/56610/

2. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Ф.Ф. Литвин, В.Т. Дубровский и др.; Под ред. Ф.Ф.Литвина - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 263 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=444657

3. Поляризационная оптика [Электронный ресурс] / Е. Ф. Ищенко, А. Л. Соколов. - М.: Физматлит, 2012. - 456 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5270

4. Оптические измерения [Электронный ресурс] / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др. - М.: Университетская книга; Логос, 2012. - 416 с.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469178

5. Сергеев, А. Г. Нанометрология : монография [Электронный ресурс] / А. Г. Сергеев. - М. : Логос, 2011. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-494-0. http://znanium.com/bookread.php?book=469008

6. 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/bookread.php?book=469178

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Экспериментальная оптика [Электронный ресурс] / В.В. Лебедева. - М.: МГУ, 2005. - 282 с. http://www.ph4s.ru/book_ph_spektroskop.html

2. Введение в экспериментальную спектроскопию / В.И. Малышев. - М.: Наука, 1979. - 480 с.

3. Техника и практика спектроскопии / А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островский., 1976. - 392 с.

4. Введение в фурье-спектроскопию / Р. Белл. - М.: Мир, 1975. - 382 с.

5. Поляризованный свет. Получение и использование: пер. с английского / У. Шерклифф. - М.: Мир, 1965. - 264 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - свободная энциклопедия - http://ru.wikipedia.org/

Все для студента - http://www.twirpx.com/

Научная библиотека им. Н.И.Лобачевского - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5056

Электронно-библиотечная система - http://ibooks.ru

Электронные книги - http://eknigi.org/

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

Освоение дисциплины "Техника оптической спектроскопии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

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.

Для проведения занятий требуются переносной компьютер с установленным программным обеспечением и (желательно) с беспроводным доступом в сеть Интернет, а также мультимедийный комплекс, включающий как минимум мультимедиа-проектор и экран, либо интерактивная доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Квантовая радиофизика и квантовая электроника .

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

Рецензент(ы):
Никитин С.И. _____
"__" _____ 201 __ г.