

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**  
Колебания и волны, оптика Б1.Б.11

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Фишман А.И.

**Рецензент(ы):**

Недопекин О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 639118

Казань  
2018

## 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) профессор, д.н. (профессор) Фишман А.И. Кафедра общей физики Отделение физики, aif@krfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Колебания и волны, оптика" являются: научить студента применять законы физики для решения конкретных задач в оптике теории волновых процессов и на стыке оптики с другими областями знаний, пользоваться основными оптическими приборами, ставить и решать экспериментальные задачи по оптике, строить математические модели основных оптических явлений и эффектов

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Для освоения данной дисциплины студент должен прослушать курсы "Механика", "Молекулярная физика", "Электричество и магнетизм", "Математический анализ", "Аналитическая геометрия" и "Линейная алгебра"

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- физические основы явлений, связанных с излучением света атомами вещества;
- основные классические и современные экспериментальные результаты в области распространения излучения и поглощения света веществом, когерентной и нелинейной оптики;
- методы построения изображений и расчета оптических систем;
- основные законы фотометрии, геометрической и волновой оптики;
- принципы работы и устройство современных оптических приборов.

2. должен уметь:

- применять корпускулярный и волновой подход к описанию явлений, связанных с излучением, распространением и поглощением света;
- использовать методы физических исследований для изучения оптических явлений;
- устанавливать взаимосвязь оптических явлений с другими разделами физики;
- использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний.

3. должен владеть:

- навыками расчетов в рамках геометрической оптики, корпускулярной, волновой и квантовой (элементарной) теории;

- навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой;
- навыками работы с учебной и научной литературой.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач волновой и геометрической оптики;
- эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
- работать с современными образовательными и информационными ресурсами;

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Электромагнитные волны	4	1	4	0	0	Коллоквиум
2.	Тема 2. Система фотометрических величин	4	1	0	4	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Геометрическая оптика.	4	2	0	6	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	3-4	4	0	0	Коллоквиум
5.	Тема 5. Распространение света в изотропных средах.	4	4-5	4	4	0	Коллоквиум Контрольная работа
6.	Тема 6. Интерференция света.	4	6-7	4	6	0	Контрольная работа Коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Многолучевая интерференция.	4	7-8	4	4	0	Контрольная работа Коллоквиум
8.	Тема 8. Дифракция Френеля.	4	8-9	0	6	0	Контрольная работа Коллоквиум
9.	Тема 9. Дифракция Фраунгофера.	4	9	4	4	0	Коллоквиум Контрольная работа
10.	Тема 10. Основы голографии.	4	10	0	0	0	Коллоквиум
11.	Тема 11. Распространение света в анизотропных средах.	4	11-12	4	4	0	Контрольная работа Коллоквиум
12.	Тема 12. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	4	13	4	4	0	Контрольная работа Коллоквиум
13.	Тема 13. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	13	4	4	0	Коллоквиум
14.	Тема 14. Рассеяние света.	4	13	2	0	0	Коллоквиум
15.	Тема 15. Фотоэффект.	4	14	4	4	0	Контрольная работа Коллоквиум
16.	Тема 16. Тепловое излучение.	4	15-16	2	4	0	Контрольная работа Коллоквиум
17.	Тема 17. Лазеры.	4	17	0	0	0	Коллоквиум
18.	Тема 18. Нелинейные эффекты в оптике.	4	18	4	0	0	Коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			48	54	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Электромагнитные волны

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Место оптики в физической науке и ее роль в научно - техническом прогрессе. Электромагнитная (э/м) природа света. Шкала электромагнитных волн. Характеристика оптического диапазона. Волновое уравнение. Плоские и сферические э/м волны. Представление волн в комплексной форме. Плотность потока энергии и импульса э/м волн. Интенсивность света. Давление света и его проявления. Стоячие волны. Биения. Экспериментальное доказательство э/м природы света. Поляризация э/м волны. Виды поляризации. Суперпозиция волн, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

**Тема 2. Система фотометрических величин**

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

Теоретический материал: система энергетических и фотометрических величин и соотношения между ними. Практическое занятие: задачи на расчет энергетических и фотометрических параметров. Задачи по общей физике, Иродов, Игорь Евгеньевич, 2006г., ♦4.4 - 4.13

**Тема 3. Геометрическая оптика.**

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

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Уравнение эйконала и объяснение направления распространения луча в оптически неоднородных средах. Центрированная оптическая система ее кардинальные элементы. Построение изображения в центрированных системах. Построение изображения в призмах, зеркалах и линзах; расчет центрированной оптической системы. Задачи на построение хода лучей в призмах, зеркалах и линзах: ♦ 4.19-4.25; 4.28-4.29; 4.39-4.41; 4.59-4.61 задачи на расчет центрированной оптической системы: ♦ 4.30, 4.35-4.38, 4.42-4.45, 4.47-4.53, 4.63-4.68

**Тема 4. Немонохроматическое и хаотическое излучение.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Немонохроматическое и хаотическое излучение. Спектры амплитуд, фаз и импульсов излучения. Соотношение между длительностью импульса излучения и шириной спектра. Классическая модель излучателя. Радиационное затухание. Естественная ширина линии излучения. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Время излучения. Форма линии поглощения. Квазимонохроматическая волна. Уширение спектральных линий. Однородное и неоднородное уширение. Ударное уширение. Доплеровское уширение. Хаотический свет. Суперпозиция волн со случайными фазами. Время разрешения. Время когерентности. Длина когерентности. Флуктуации плотности потока энергии хаотического света.

**Тема 5. Распространение света в изотропных средах.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. Распространение света в диэлектриках. Нормальная и аномальная дисперсии. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Полное отражение света. Энергетические соотношения и эффекты поляризации при преломлении и отражении света.

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

Практическое занятие по теме "Дисперсия света". Задачи: ♦ 4.229-4.237 Практическое занятие по теме "Формулы Френеля". Задачи: ♦ 4.187-4.201

**Тема 6. Интерференция света.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Интерференция света. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометры Жамана и Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонохроматического света. Длина и время когерентности. Видность интерференционной картины. Принцип Фурье - спектроскопии. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера. Радиус когерентности.

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

Практическое занятие по теме "Двухлучевая интерференция" Задачи: ♦4.79-4.87;

**Тема 7. Многолучевая интерференция.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**



Многолучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо. Разрешающая способность. Факторы, ограничивающие ее. Дисперсионная область. Интерференционные светофильтры. Интерференция в тонких пленках. Диэлектрические зеркала.

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

Практическое занятие по теме "Интерференция в тонких пленках и многолучевая интерференция" Задачи: ♦4.88-4.106

**Тема 8. Дифракция Френеля.**

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

Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглых преградах. Зонная пластинка. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Дифракция на щели. Спираль Корню. Задачи: ♦4.112-4.125

**Тема 9. Дифракция Фраунгофера.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Дифракция Фраунгофера. Область дифракции Фраунгофера. Дифракция на щели и прямоугольном отверстии. Дифракция на N щелях. Дифракционная решетка. Фазовая и амплитудная решетки. Спектральные характеристики дифракционной решетки. Наклонное падение. Дифракция на периодических непрерывных структурах. Основные понятия Фурье-оптики. Линза, как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Предел разрешающей способности оптических приборов. Метод фазового контраста. Пространственная фильтрация изображений.

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

Практическое занятие по теме: "Дифракция Фраунгофера" Задачи: ♦4.133-4.156

**Тема 10. Основы голографии.**

**Тема 11. Распространение света в анизотропных средах.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской электромагнитной волны в анизотропной среде. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства.

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

Практическое занятие по теме: "Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса" Задачи: ♦4.181-4.186, 4.202,4.203

**Тема 12. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полем.

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

Практическое занятие по теме: "Интерференция поляризованных волн" Задачи: ♦4.178, 4.205-4.211

**Тема 13. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. Оптическая изомерия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

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

Практическое занятие по теме: "Вращение плоскости поляризации" Задачи: ♦4.214-4.222

**Тема 14. Рассеяние света.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Рассеяние света. Природа процессов рассеяния. Рэлеевское рассеяние и рассеяние Ми. Физическая сущность рассеяния Мандельштам-Бриллюэна и комбинационного рассеяния.

### Тема 15. Фотоэффект.

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

Фотоэффект. Основные экспериментальные закономерности и их истолкование. Определение постоянной Планка из фотоэффекта. Фотоэлектрические приемники света: фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Практическое занятие по теме: "Корпускулярные свойства света. Фотоэффект" Задачи: ♦5.1-5.10, 5.16-5.20

### Тема 16. Тепловое излучение.

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

Тепловое излучение. Элементарная квантовая теория. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Прохождение света через среду. Закон Бугера-Ламберта. Условие усиления света. Воздействие светового потока на населенность уровней. Создание инверсной населенности.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Практическое занятие по теме: "Тепловое излучение" Задачи: ♦6.230-6.234, 4.241-4.243

### Тема 17. Лазеры.

### Тема 18. Нелинейные эффекты в оптике.

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

Нелинейные эффекты в оптике. Материальные уравнения для нелинейных сред. Ангармонический осциллятор. Генерация гармоник. Условие пространственного синхронизма для удвоения частоты. Длина когерентности. Оптическое детектирование Самофокусировка и самоканализация луча.

## 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. Электромагнитные волны	4	1	Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
2.	Тема 2. Система фотометрических величин	4	1	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму Работа с раздаточным материал	1	коллоквиум
3.	Тема 3. Геометрическая оптика.	4	2	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	3-4	Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
5.	Тема 5. Распространение света в изотропных средах.	4	4-5	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
6.	Тема 6. Интерференция света.	4	6-7	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
7.	Тема 7. Многолучевая интерференция.	4	7-8	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
8.	Тема 8. Дифракция Френеля.	4	8-9	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
9.	Тема 9. Дифракция Фраунгофера.	4	9	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
10.	Тема 10. Основы голографии.	4	10	Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Распространение света в анизотропных средах.	4	11-12	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
12.	Тема 12. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	4	13	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Работа с раздаточным материалом, подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
13.	Тема 13. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	13	подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
14.	Тема 14. Рассеяние света.	4	13	подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
15.	Тема 15. Фотоэффект.	4	14	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
16.	Тема 16. Тепловое излучение.	4	15-16	подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
17.	Тема 17. Лазеры.	4	17	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
18.	Тема 18. Нелинейные эффекты в оптике.	4	18	подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
	Итого				42	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, выполнение коллоквиумов и контрольных работ.

Лекционные занятия сопровождаются демонстрационными опытами, что позволяет студентам пронаблюдать и проанализировать изучаемые явления. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, также позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию.

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

### **Тема 1. Электромагнитные волны**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Шкала электромагнитных волн. 2. Волновое уравнение. 3. Плоские и сферические э/м волны. 4. Представление волн в комплексной форме. 5. Плотность потока энергии и импульса э/м волн. Интенсивность света. 6. Давление света и его проявления. 7. Стоячие волны. 8. Биения. 9. Экспериментальное доказательство э/м природы света. 10. Поляризация э/м волны. Виды поляризации. 11. Суперпозиция волн, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

### **Тема 2. Система фотометрических величин**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Система энергетических характеристик излучения. 2. Ламбертовский источник. 3. Кривая видности глаза. 4. Система фотометрических характеристик излучения. 5. Связь между энергетическими и фотометрическими величинами.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. На столе лежит книга на расстоянии 1 м от основания перпендикуляра, опущенного из лампы на плоскость стола. Лампа может перемещаться только вверх вниз. На какой высоте  $h$  над столом следует ее подвесить, чтобы освещенность книги была наибольшей? 2. Освещенность  $E_0$ , получаемая при нормальном падении солнечных лучей на поверхность Земли равна 105 лк. Какова освещенность  $E$  изображения Солнца, даваемого линзой с диаметром  $D=5$  см и фокусным расстоянием  $f=10$  см? Угловой диаметр Солнца  $\alpha=30'$ .

### **Тема 3. Геометрическая оптика.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. У двояковыпуклой тонкой линзы одна из поверхностей делается зеркальной. Найти фокусное расстояние  $f$  полученного таким образом зеркала. Радиус кривизны чистой поверхности  $R_1$ , зеркальной поверхности  $R_2$ . 2. В каком случае двояковыпуклая стеклянная линза с радиусами кривизны  $R_1$  и  $R_2$ , находящаяся в воздухе будет: а) рассеивающей, б) действовать как плоскопараллельная пластинка?

### **Тема 4. Немонохроматическое и хаотическое излучение.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Немонохроматическое и хаотическое излучение. 2. Спектры амплитуд, фаз и импульсов излучения. 3. Классическая модель излучателя. 4. Радиационное затухание. 5. Естественная ширина линии излучения. 6. Лоренцева форма и ширина линии излучения. 7. Время излучения. 8. Форма линии поглощения. 9. Квазимонохроматическая волна. 10. Уширение спектральных линий. 11. Однородное и неоднородное уширение. 12. Ударное уширение. 13. Доплеровское уширение. 14. Хаотический свет. 15. Суперпозиция волн со случайными фазами. 16. разрешения. Время когерентности. Длина когерентности. 17. Флуктуации плотности потока энергии хаотического света.

### **Тема 5. Распространение света в изотропных средах.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. 2. Распространение света в диэлектриках. 3. Нормальная и аномальная дисперсии. 4. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. 5. Формулы Френеля. 6. Следствия из формул Френеля.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Естественный свет падает под углом Брюстера из воздуха на поверхность стекла с показателем преломления  $n=1.5$ . Найти коэффициент отражения. 2. Вычислить групповую скорость для различных законов дисперсии.

### **Тема 6. Интерференция света.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Интерференция света. 2. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. 3. Интерферометр Жамена 4. Интерферометр Майкельсона. 5. Интерференция немонахроматического света. 6. Длина и время когерентности. 7. Видность интерференционной картины. 8. Принцип Фурье - спектроскопии. 9. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. 10. Схема Юнга. 11. Интерференция в белом свете. 12. Источник конечного размера. Радиус когерентности.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Кольца Ньютона в отраженном свете получаются с помощью плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны  $R_1$ , положенной на вогнутую сферическую поверхность с радиусом кривизны  $R_2 > R_1$ . Найти радиус  $r_m$   $m$ -го темного кольца, если длина световой волны  $\lambda$ . 2. Из линзы с фокусным расстоянием  $f$  вырезана по диаметру центральная часть шириной  $a$ . Обе половины линзы сдвинуты до соприкосновения. На одну сторону линзы помещен точечный источник монохроматического света длины волны  $\lambda$ . С противоположной стороны линзы помещен экран, на котором наблюдаются полосы интерференции, ширина которых  $\Delta x$  на меняется при перемещении экрана вдоль оптической оси. Найти  $a$ .

### Тема 7. Многолучевая интерференция.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Многолучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. 2. Интерферометр Фабри-Перо. 3. Разрешающая способность. Факторы, ограничивающие ее. 4. Дисперсионная область. 5. Интерференционные светофильтры. 6. Интерференция в тонких пленках. 7. Диэлектрические зеркала.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Кольца Ньютона получают между двумя плоско-выпуклыми линзами, прижатыми друг к другу своими выпуклыми поверхностями. Найти радиус  $r_m$   $m$ -го темного кольца, если длина волны равна  $\lambda$ , а радиусы кривизны  $R_1$  и  $R_2$ . Наблюдение ведется в отраженном свете. 2. С помощью воздушного клина с углом  $\alpha$  при вершине наблюдаются полосы равной толщины в отраженном свете. Свет падает на клин нормально. Считая интенсивность волн, отраженных от обеих поверхностей клина равными  $I_0$ , найти распределение освещенности  $E$  в интерференционной картине.

### Тема 8. Дифракция Френеля.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Дифракция. 2. Принцип Гюйгенса-Френеля. 3. Метод зон Френеля. 4. Дифракция Френеля на круглых преградах. 5. Зонная пластинка. 6. Спираль Корню. 7. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. 8. Дифракция на щели.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Построить на спирали Френеля вектора амплитуды световой волны и найти интенсивность волны, прошедшей через экран с вырезами, имеющими указанные на рисунке размеры. Темным показаны непрозрачные участки. Интенсивность падающей на экран волны  $I_0$ . 2. Диск из стекла с показателем преломления  $n$  (для длины волны  $\lambda$ ) закрывает 1.5 зон Френеля для точки наблюдения  $P$ . При какой толщине  $h$  диска освещенность в этой точке будет максимальна?

### Тема 9. Дифракция Фраунгофера.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Дифракция Фраунгофера. Область дифракции Фраунгофера. 2. Дифракция на щели и прямоугольном отверстии. 3. Дифракция на  $N$  щелях. 4. Дифракционная решетка. 5. Фазовая и амплитудная решетки. 6. Спектральные характеристики дифракционной решетки. 7. Наклонное падение. 8. Дифракция на периодических непрерывных структурах. 9. Основные понятия Фурье-оптики. 10. Линза, как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. 11. Предел разрешающей способности оптических приборов. 12. Метод фазового контраста. 13. Пространственная фильтрация изображений.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. На плоскую отражательную решетку нормально падает свет  $\lambda=589$  нм. Определить число штрихов на 1 мм, если спектр второго порядка наблюдается под углом  $45^\circ$  к нормали. 2. Какая получится ширина линии  $\lambda=653.3$  нм на негативе спектрографа, если в нем использована дифракционная решетка шириной  $l=3$  см и объектив с фокусным расстоянием 15 см?

### **Тема 10. Основы голографии.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Физические основы голографии. 2. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. 3. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. 4. Получение цветных объемных изображений. 5. Применение голограмм.

### **Тема 11. Распространение света в анизотропных средах.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Распространение света в анизотропных средах. 2. Тензор диэлектрической проницаемости. 3. Распространение плоской электромагнитной волны в анизотропной среде. 4. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. 5. Двойное лучепреломление. 6. Поляризация при двойном лучепреломлении. 7. Поляризационные устройства.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Определить, во сколько раз изменится интенсивность частично поляризованного света, рассматриваемого через поляризатор, при повороте поляризатора на  $60^\circ$  по отношению к положению с максимальным пропусканием. Степень поляризации света 0.5. 2. Некогерентная смесь линейно-поляризованного света, интенсивностью  $I_1$  и света, поляризованного по кругу  $I_2$ , рассматривается через поляризатор. Найдено положение поляризатора, соответствующего максимальной интенсивности прошедшего света. При повороте поляризатора из этого положения на угол  $\alpha=30^\circ$  интенсивность света уменьшилась на  $p=20\%$ . Найти отношение  $I_2 / I_1$ .

### **Тема 12. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. 2. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями. 3. Искусственная анизотропия, создаваемая электрическим полем. 4. Искусственная анизотропия, создаваемая магнитным полем.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. . На пластинку кварца, вырезанную параллельно оптической оси, нормально падает белый свет, поляризованный по кругу. За пластинкой поставлен поляризатор, главное направление которого составляет  $45^\circ$  с осью пластинки. Прошедший свет попадает на щель спектрографа. Сколько темных полос  $k$  получится в спектре, если толщина кварцевой пластинки  $d=2$  мм,  $n_e=1.55$   $n_o=1.54$ . Падающий свет занимает интервал длин волн от  $\lambda_1=400$  нм до  $\lambda_2=500$  нм. 2. Клиновидный двоякопреломляющий материал помещен на пути монохроматического света, поляризованного по кругу. Оптическая ось клина параллельна ребру клина. Свет, прошедший через клин, рассматривается через поляризатор, главное направление которого составляет угол  $45^\circ$  с ребром клина. Найти число темных полос  $m$ , наблюдаемых на поверхности клина. Максимальная толщина клина  $d_m=0.05$  см,  $n_e=1.55$ ,  $n_o=1.54$ ,  $\lambda=500$  нм.

### **Тема 13. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. 2. Оптическая изомерия. 3. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

### **Тема 14. Рассеяние света.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Рассеяние света. 2. Природа процессов рассеяния. 3. Рэлеевское рассеяние и рассеяние Ми. 4. Физическая сущность рассеяния Мандельштам-Бриллюэна. 5. Физическая сущность рассеяния комбинационного рассеяния.

### **Тема 15. Фотоэффект.**

коллоквиум , примерные вопросы:



1. Фотоэффект. 2. Основные экспериментальные закономерности и их истолкование. 3. Определение постоянной Планка из фотоэффекта. 4. Фотоэлектрические приемники света: фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи. контрольная работа , примерные вопросы:

1.Чему равны максимальные скорости фотоэлектронов, вырываемых с поверхности Pt излучением с длиной волны 185 нм? 2. Плоскую Zn пластину освещают излучением со сплошным спектром, коротковолновая граница которого лежит в области 30 нм. Найти на какое максимальное расстояние от пластины могут удаляться фотоэлектроны, если вне пластины имеется однородное задерживающее электрическое поле с напряженностью 0.1 В/м

### **Тема 16. Тепловое излучение.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Тепловое излучение. 2. Элементарная квантовая теория. 3. Спонтанные и вынужденные переходы. 4. Коэффициенты Эйнштейна. 5. Прохождение света через среду. 6. Закон Бугера-Ламберта. 7. Условие усиления света. 8. Воздействие светового потока на населенность уровней. 9. Создание инверсной населенности.

контрольная работа , примерные вопросы:

1.Нагретая до 2500 К поверхность площадью 10 см<sup>2</sup> излучает за 1 с световую энергию 670 Дж. Чему равна поглотительная способность площадки? 2. Пучок света интенсивности I<sub>0</sub> падает нормально на плоскопараллельную прозрачную пластинку толщиной l. Пучок содержит все длины волн в диапазоне от l<sub>1</sub> до l<sub>2</sub> одинаковой спектральной интенсивности. Определить интенсивность прошедшего через пластинку пучка, если в этом диапазоне длин волн показатель поглощения линейно зависит от l в пределах от χ<sub>1</sub> до χ<sub>2</sub> и коэффициент отражения каждой поверхности равен ρ. Вторичными отражениями пренебречь.

### **Тема 17. Лазеры.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Лазеры. 2. Принципиальная схема. 3. Порог генерации. 4. Свойства лазерного излучения. 5. Устройство He-Ne и рубинового лазеров.

### **Тема 18. Нелинейные эффекты в оптике.**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Нелинейные эффекты в оптике. 2. Материальные уравнения для нелинейных сред. 3. Ангармонический осциллятор. 4. Генерация гармоник. 5. Условие пространственного синхронизма для удвоения частоты. 6. Длина когерентности. 7. Оптическое детектирование. 8. Самофокусировка и самоканализация луча.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### **БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ**

##### **БИЛЕТ 1**

1. Э/м природа света. Плоская э/м волна и ее представление в комплексной форме.  
2. Интерференция квазимонохроматического света. Временная когерентность.

##### **БИЛЕТ 2**

1. Источник конечного размера. Пространственная когерентность.  
2. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Рэлея. Интерферометр Жамена.

##### **БИЛЕТ 3**

1. Звездный интерферометр.  
2. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.

##### **БИЛЕТ 5**

1. Распространение плоских электромагнитных волн в изотропных средах.  
2. Многолучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо.



#### БИЛЕТ 6.

1. Интерференционные светофильтры.
2. Одномерная амплитудная решетка.

#### БИЛЕТ 7

1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Центрированная оптическая система (ЦОС). Матричный метод описания хода луча в ЦОС. Получить матрицу прозрачного промежутка.

#### БИЛЕТ 8

1. Центрированная оптическая система (ЦОС). Матричный метод описания хода луча в ЦОС. Получить матрицу преломляющей сферической поверхности.
2. Принципы работы лазера. He-Ne лазер. Лазер на рубине. Модуляция добротности лазера.

#### БИЛЕТ 9

1. Плотность потока энергии э/м волн. Интенсивность. Распределение плотности потока энергии по сечению пучка. Гауссов пучок. Световой импульс.
2. Угловая дисперсия, разрешающая способность и дисперсионная область дифракционной решетки.

#### БИЛЕТ 10

1. Стоячие э/м волны. Преобразование энергии в стоячей э/м волне. Опыт Винера по наблюдению стоячих световых волн.
2. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.

### 7.1. Основная литература:

1. Иродов, И.Е. Волновые процессы. Основные законы. - М.: Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 265 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66334>
2. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 308 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92652>.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 256 с.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/707>.
4. Бутиков, Е.И. Оптика. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2764>
5. Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2010. - 848 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2238>. - Загл. с экрана.
6. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 434 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94101>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 4 Оптика. - М.: Физматлит, 2002. - 792 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2314>
2. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2011. - 320 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2098>. - Загл. с экрана.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Анимации по всем разделам физики - <http://physics-animations.com/physics.htm>

е-Издательство - <http://www.mmtech.ru/>

Площадка Тулпар К(П)ФУ - <http://tulpar.kfu-elearning.ru/>

Учебные и методические материалы Института физики К(П)ФУ -  
[http://www.kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=12968](http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=12968)

Физическая энциклопедия - <http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/index.html>

Электронная библиотека - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

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

Освоение дисциплины "Колебания и волны, 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

Аудитория с мультимедийным оборудованием, демонстрационный кабинет, аудитория для практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Фишман А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.