

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

ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Оптика Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Фишман А.И.

**Рецензент(ы):**

Харинцев С.С.

### **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 6143718

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 Б3.Б.4 "Оптика" являются знакомство с физическими явлениями, связанными с законами распространения света и его взаимодействия с веществом, формирование у студентов представлений об основных понятиях и законах оптики, оптических методах исследований, обучение навыкам простейших практических расчетов, а также экспериментальной работы в лаборатории.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина Б3.Б4 "Оптика" входит в профессиональный цикл (блок Б3) бакалавров по направлению 011200.62 - "Физика" и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011200.62 - "Физика": Б3.Б.1 "Механика", Б3.Б.2 "Молекулярная физика", Б3.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б2.Б.1 "Математический анализ", Б2.Б.2 "Аналитическая геометрия", Б2.Б.3 "Линейная алгебра".

Дисциплина является составной частью курса общей физики и служит основой для последующего изучения дисциплин курса общей физики (Б3.Б.5 "Атомная физика", Б3.Б.6 "Физика атомного ядра и элементарных частиц"), для выполнения лабораторных работ в рамках занятий по дисциплине Б3.Б.7 "Общий физический практикум", а также изучения дисциплин Б3.ДВ9 "Основы лазерной медицины и радиационных методов в медицине" Б3.ДВ10 "Нанооптика".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способностью к организации работы молодежных коллективов исполнителей
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, правовых, этических и природоохранных аспектов;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПСК-1.4	знанием и использованием наземных и космических методов получения астрофизической информации об астрономических объектах и явлениях
ПСК-2.2	знанием и использованием принципов работы астрометрических инструментов и методы наблюдений;
ПСК-2.3	владением методами астрометрической обработки наблюдений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- физические основы явлений, связанных с взаимодействием света с веществом;
- основные классические и современные экспериментальные результаты в области оптических явлений;
- основные законы геометрической и волновой оптики, основных методов решения оптических задач;
- принципы работы и устройство современной экспериментальной аппаратуры для исследования оптических явлений и вещества с помощью оптических методов.

2. должен уметь:

- применять общие законы физики для решения конкретных задач в оптике и на междисциплинарных границах оптики с другими областями знаний;
- строить математические модели простейших оптических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат.
- использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний

3. должен владеть:

- навыками решения оптических задач;
- 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 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. Геометрическая оптика.	4	1-3	0	6	0	Письменная работа
2.	Тема 2. Введение. Э/м природа света.	4	1	2	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	2	2	0	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.	4	3-5	4	3	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.	4	5-6	3	3	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Многолучевая интерференция.	4	7-8	3	3	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.	4	8-9	3	3	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Дифракция Фраунгофера.	4	9-10	3	3	0	Письменная работа
9.	Тема 9. Физические основы голографии.	4	11	2	0	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	
10.	Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.	4	11-12	2	5	0	Устный опрос
11.	Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	4	13-14	2	3	0	Устный опрос
12.	Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	14-15	2	2	0	Устный опрос
13.	Тема 13. Рассеяние света.	4	15	0	0	0	Устный опрос
14.	Тема 14. Фотоэффект.	4	15	2	2	0	Устный опрос
15.	Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.	4	16	2	3	0	
16.	Тема 16. Лазеры.	4	17	2	0	0	Устный опрос
17.	Тема 17. Нелинейные явления в оптике.	4	18	2	0	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. 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 (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Матричный способ описания центрированных оптических систем. Построение изображения в ЦОС. Простейшие оптические приборы. Абберации оптических систем (астигматизм, сферическая и хроматическая абберации)

### Тема 2. Введение. Э/м природа света.

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

Характеристика оптического диапазона э/м волн. Особенности видимого диапазона. Место оптики в физической науке и ее роль в научно - техническом прогрессе. Описание э/м волн. Структура плоской э/м волны и ее представление в комплексной форме. Сферические волны. Плотность потока энергии и импульса э/м волн. Распределение плотности потока энергии по сечению пучка. Гауссов пучок. Плотность импульса э/м волны. Давление света, его открытие, проявление и приложения. Стоячие волны. Биения. Экспериментальное доказательство э/м природы света. Поляризация э/м волны. Виды поляризации. Число независимых поляризаций. Основные фотометрические понятия и величины. Соотношения между энергетическими и световыми характеристиками излучения.

### **Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.**

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

Спектр амплитуд и спектр фаз излучения. Спектр импульсов излучения. Соотношение между продолжительностью импульсов и шириной спектра. Естественная ширина линии излучения. Классическая модель излучателя. 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 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах.**

#### **Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.**

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

Нормальная и аномальная дисперсии. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Полное отражение света. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света. Световоды.

#### ***практическое занятие (3 часа(ов)):***

Нормальная и аномальная дисперсии. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Полное отражение света. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света. Световоды.

### **Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.**

#### ***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонохроматического света. Видность интерференционной картины. Принцип Фурье - спектроскопии. Другие двухлучевые интерферометры. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера. Временная и пространственная когерентность. Звездный интерферометр.

#### ***практическое занятие (3 часа(ов)):***

Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонохроматического света. Видность интерференционной картины. Принцип Фурье - спектроскопии. Другие двухлучевые интерферометры. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера.

### **Тема 6. Многолучевая интерференция.**

#### ***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

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

#### ***практическое занятие (3 часа(ов)):***

Интерферометр Фабри-Перо. Разрешающая способность. Факторы, ограничивающие ее. Дисперсионная область. Интерференционные светофильтры. Интерференция в тонких пленках.

## **Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.**

### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Метод зон Френеля. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Зонная пластинка как линза. Дифракция на щели. Спираль Корню.

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Метод зон Френеля. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Зонная пластинка как линза. Дифракция на щели. Спираль Корню.

## **Тема 8. Дифракция Фраунгофера.**

### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Область дифракции Фраунгофера. Дифракция на прямоугольном отверстии, щели. Дифракционная решетка. Фазовая и амплитудная решетки. Наклонное падение. Дифракция на периодических непрерывных структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах. Основные понятия Фурье-оптики. Линза, как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Предел разрешающей способности оптических приборов. Метод фазового контраста. Основные понятия о пространственной фильтрации изображений.

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Область дифракции Фраунгофера. Дифракция на прямоугольном отверстии, щели. Дифракционная решетка. Фазовая и амплитудная решетки. Наклонное падение. Дифракция на периодических непрерывных структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах.

## **Тема 9. Физические основы голографии.**

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

Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. Получение цветных объемных изображений. Применение голограмм.

## **Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.**

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

Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской э/м волны в анизотропной среде. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса для различных случаев преломления. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства.

### **практическое занятие (5 часа(ов)):**

Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса для различных случаев преломления. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства.

## **Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.**

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

Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полем. Пластинки " $\lambda/4$ ", " $\lambda/2$ " и " $\lambda$ ".

### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полем. Пластинки " $\lambda/4$ ", " $\lambda/2$ " и " $\lambda$ ".

## **Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.**

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

Элементарная феноменологическая теория. Оптическая изомерия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

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

Элементарная феноменологическая теория. Оптическая изомерия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

## **Тема 13. Рассеяние света.**

## **Тема 14. Фотоэффект.**



**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

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

Основные экспериментальные закономерности и их истолкование. Определение постоянной Планка из фотоэффекта.

**Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Излучение абсолютно черного тела.

**Тема 16. Лазеры.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Принципиальная схема. Порог генерации. Метод модулированной добротности. Характеристика HeNe и перестраиваемого лазеров.

**Тема 17. Нелинейные явления в оптике.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких порядков. Генерация гармоник. Условие пространственного синхронизма для удвоения частоты. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка 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. Геометрическая оптика.	4	1-3	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Введение. Э/м природа света.	4	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.	4	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.	4	3-5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.	4	5-6	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
6.	Тема 6. Многолучевая интерференция.	4	7-8	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
7.	Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.	4	8-9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Дифракция Фраунгофера.	4	9-10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
10.	Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.	4	11-12	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
12.	Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.	4	14-15	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
14.	Тема 14. Фотоэффект.	4	15	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
15.	Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.	4	16	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
	Итого				18	

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

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

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. Материалы курса лекций, список контрольных вопросов, задания для практических занятий и самостоятельной работы, а также методические материалы в форме ЭОР размещены в интернете на сайте Института Физики.

Консультации проводятся в обозначенное в расписании время и в режиме "online".

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

#### Тема 1. Геометрическая оптика.

устный опрос, примерные вопросы:

Центрированная оптическая система (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Матричный способ описания центрированных оптических систем. Построение изображения в ЦОС. Простейшие оптические приборы.

## **Тема 2. Введение. Э/м природа света.**

устный опрос , примерные вопросы:

Описание э/м волн. Структура плоской э/м волны и ее представление в комплексной форме. Сферические волны. Плотность потока энергии и импульса э/м волн. Распределение плотности потока энергии по сечению пучка. Гауссов пучок. Плотность импульса э/м волны. Давление света, его открытие, проявление и приложения. Стоячие волны. Биения. Экспериментальное доказательство э/м природы света. Поляризация э/м волны. Виды поляризации. Число независимых поляризаций. Основные фотометрические понятия и величины. Соотношения между энергетическими и световыми характеристиками излучения.

## **Тема 3. Немонохроматическое и хаотическое излучение.**

устный опрос , примерные вопросы:

Спектр амплитуд и спектр фаз излучения. Спектр импульсов излучения. Соотношение между продолжительностью импульсов и шириной спектра. Естественная ширина линии излучения. Классическая модель излучателя. 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.

## **Тема 4. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах.**

### **Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.**

устный опрос , примерные вопросы:

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

## **Тема 5. Интерференция. Двухлучевая интерференция.**

устный опрос , примерные вопросы:

Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Майкельсона. Причины размывания полос интерференции. Интерференция немонахроматического света. Видность интерференционной картины. Принцип Фурье - спектроскопии. Другие двухлучевые интерферометры. Двухлучевая интерференция, осуществляемая делением волнового фронта. Схема Юнга. Интерференция в белом свете. Источник конечного размера. Временная и пространственная когерентность. Звездный интерферометр.

## **Тема 6. Многолучевая интерференция.**

устный опрос , примерные вопросы:

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

## **Тема 7. Дифракция. Дифракция Френеля.**

устный опрос , примерные вопросы:

Метод зон Френеля. Дифракция на круглом отверстии и круглом диске. Дифракция на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Зонная пластинка. Фазовая зонная пластинка. Дифракция на щели. Спираль Корню.

## **Тема 8. Дифракция Фраунгофера.**

устный опрос , примерные вопросы:

Дальняя и ближняя зона дифракции. Область дифракции Фраунгофера. Дифракция на прямоугольном отверстии, щели. Дифракционная решетка. Фазовая и амплитудная решетки. Наклонное падение. Дифракция на периодических непрерывных структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах. Основные понятия Фурье-оптики. Линза, как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Предел разрешающей способности оптических приборов. Метод фазового контраста. Основные понятия о пространственной фильтрации изображений.

## **Тема 9. Физические основы голографии.**

экзамен

## **Тема 10. Распространение света в анизотропных средах.**

устный опрос , примерные вопросы:

Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской э/м волны в анизотропной среде. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса для различных случаев преломления. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства.

## **Тема 11. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.**

экзамен

## **Тема 12. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах.**

устный опрос , примерные вопросы:

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

## **Тема 13. Рассеяние света.**

экзамен

## **Тема 14. Фотоэффект.**

устный опрос , примерные вопросы:

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

## **Тема 15. Излучение абсолютно черного тела.**

устный опрос, примерные вопросы:

Излучение абсолютно черного тела. Элементарная квантовая теория. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Оптические усилители. Прохождение света через среду. Закон Бугера. Условие усиления. Воздействие светового потока на населенность уровней. Создание инверсной населенности.

## **Тема 16. Лазеры.**

экзамен

## **Тема 17. Нелинейные явления в оптике.**

экзамен

## **Итоговая форма контроля**

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Приложение 1

Контрольная ♦1

Темы: Фотометрия, геометрическая оптика, интерференция света.

1) Освещенность  $E$ , получаемая при нормальном падении солнечных лучей на поверхность земли равна 105 лк. Считая Солнце Ламбертовским источником определить его яркость  $\square$ , если радиус земной орбиты  $R = 1,5 \cdot 10^8$  км, а диаметр Солнца  $D = 1,4 \cdot 10^6$  км.

2) Радиус стеклянного шара  $R = 4$  см. Найти: а) расстояние  $x'$  от центра шара до изображения предмета, который расположен в 6 см от поверхности шара; б) увеличение предмета.

3) Кольца Ньютона в отраженном свете получают с помощью плоско-выпуклой линзы с радиусом кривизны  $R_1$ , положенной на вогнутую сферическую поверхность с радиусом кривизны  $R_2 \square R_1$ . Найти радиус  $m$ -го темного кольца, если длина световой волны равна  $\square$ .

Контрольная ♦2

Темы: дифракция. Поляризация света, тепловое излучение

1. В черный тонкостенный металлический сосуд, имеющий форму куба, налит 1 кг воды, нагретой до 500С. Определить время остывания сосуда до 100С, если он помещен в черную полость, температура стенок которой поддерживается около 00С, а вода заполняет весь объем сосуда.
2. На решетку с постоянной 0,006 мм нормально падает монохроматический свет. Угол между спектрами 1 и 2-го порядков равен  $40036\lambda$ . Определить длину световой волны.
3. Параллельный пучок монохроматического света проходит через два николя, главные плоскости которых повернуты друг относительно друга на  $\lambda\lambda 200$ . Между николями ставится пластинка одноосного кристалла, вырезанная параллельно оптической оси и вносящая разность хода  $\lambda/2$  между обыкновенным и необыкновенным лучами. Какой угол  $\lambda$  должна составлять оптическая ось пластинки с главным направлением первого николя, чтобы свет через эту систему не прошел.

## БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

### Б И Л Е Т 1

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

### Б И Л Е Т 2

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

### Б И Л Е Т 3

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

### Б И Л Е Т 5

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

### Б И Л Е Т 6.

1. Интерференционные светофильтры.
2. Одномерная амплитудная решетка.

### Б И Л Е Т 7

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

### Б И Л Е Т 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.

### Б И Л Е Т 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.

### Б И Л Е Т 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.

### Б И Л Е Т 11

1. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Световые лучи.

2. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина. "Ультрафиолетовая катастрофа".

#### Б И Л Е Т 12

1. Поляризация э/м волны. Виды поляризации.
2. Линза. Тонкая линза.

#### Б И Л Е Т 13

1. Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской э/м волны в анизотропной среде.
2. Излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса.

#### Б И Л Е Т 14

1. Уширение спектральных линий. Ударное уширение. Однородное и неоднородное уширение.
2. Центрированная оптическая система (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Построение изображения в ЦОС.

#### Б И Л Е Т 15

1. Классическая модель излучателя. Естественная ширина линии излучения. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Время излучения.
2. Принцип Ферма. Вывод законов отражения и преломления.

#### Б И Л Е Т 16

1. Уширение спектральных линий. Доплеровское уширение. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий.
2. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Кристаллическая пластинка между поляроидами. Четверть- и полуволновые пластинки.

#### Б И Л Е Т 17

1. Зависимость лучевой скорости от направления. Эллипсоид лучевых скоростей. Построение Гюйгенса для различных случаев преломления.
2. Дифракция на двухмерных отверстиях.

#### Б И Л Е Т 18

1. Зонная пластинка. Фазовая пластинка.
2. Распространение плоских э/м волн в одноосных кристаллах.

#### Б И Л Е Т 19

1. Стоячие э/м волны. Преобразование энергии в стоячей э/м волне. Опыт Винера по наблюдению стоячих световых волн.
2. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Классификация.

#### Б И Л Е Т 20

1. Поляризация э/м волн. Волна с круговой и эллиптической поляризациями как суперпозиция волн с линейными поляризациями.
2. Дифракция Фраунгофера от щели.

#### Б И Л Е Т 21

1. Излучение электрического дипольного осциллятора. Интенсивность излучения, диаграмма направленности. Учет радиационного затухания.
2. Дифракция на двухмерных периодических структурах.

#### Б И Л Е Т 22

1. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии.
2. Физические основы голографии. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм.

#### Б И Л Е Т 23

1. Доплеровское уширение спектральных линий.

2. Вращение плоскости поляризации в кристаллических телах и аморфных веществах. Элементарная феноменологическая теория.

#### Б И Л Е Т 24

1. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями и электрическим полем (эффект Керра).

2. Распространение света в диэлектриках. Нормальная и аномальная дисперсии. Формула Зельмейера.

#### Б И Л Е Т 25

1. Групповая скорость.

2. Дифракция Фраунгофера на периодических структурах. Дифракция на гармонической решетке.

#### Б И Л Е Т 26

1. Дисперсия света. Учет взаимодействия молекул. Формула Лоренц-Лорентца.

2. Формулы Френеля. Нормальное и наклонное падение.

#### Б И Л Е Т 27

1. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками.

Законы отражения и преломления света.

2. Интерференция некогерентного света. Временная когерентность. Видимость интерференционной картины. Принцип Фурье-спектроскопии.

#### Б И Л Е Т 28

1. Осуществление когерентных волн в оптике. Метод деления амплитуды: интерференция в тонких пленках, "Кольца Ньютона", интерферометр Майкельсона.

2. Одномерная амплитудная решетка. Наклонное падение.

#### Б И Л Е Т 29

1. Пространственная когерентность.

2. Осуществление когерентных волн в оптике. Метод деления волнового фронта: схема Юнга, "Бизеркала Френеля", "Бипризма Френеля", "Билинза Бийе".

#### Б И Л Е Т 30

1. Полное отражение света.

2. Дифракция на пространственных периодических структурах. Формулы Лауэ.

#### Б И Л Е Т 31

1. Интерференция света. Интерференция плоских волн. Оптическая разность хода.

2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля (математическая запись).

### 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:

Ахманов С.А. ? Физическая оптика. (Изд-2е.) -

<http://review3d.ru/axmanov-s-a-fizicheskaya-optika-izd-2e>

Матричный метод описания центрированных оптических систем -

[http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin\\_files/40.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/40.pdf)

Метод указания к выполнению лабораторных работ. Интерференция света -

[http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin\\_files/30.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/30.pdf)

П О Л Я Р И З А Ц И Я С В Е Т А. - [http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin\\_files/-!34.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/-!34.pdf)

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ - [http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin\\_files/-!35.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k1/bin_files/-!35.pdf)

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

Освоение дисциплины "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 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 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Фишман А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Харинцев С.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.