

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физическая оптика**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Паршин В.А.
	Идентификатор	R683b30a4-ParshinVA-d4b11303

В.А. Паршин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74bf

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74bf

Н.М.  
Скорнякова

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-3 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-6 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

2. ПК-2 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

ИД-1 Знает базовые структуры и характеристики активных и пассивных компонентов электронных схем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами (Контрольная работа)

2. Волновые явления в оптике (Контрольная работа)

3. Тест №1. Основные термины оптики (Тестирование)

4. Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

## БРС дисциплины

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	15	15
Электромагнитная природа излучения и его описание						
Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.		+	+	+		+

Простейшие математические модели излучения как результат решения уравнений Максвелла и волнового уравнения Гельмгольца	+	+	+		+
Поляризация электромагнитного излучения	+	+	+		+
Оптические явления на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред			+		
Волновые явления в оптике					
Интерференция электромагнитных волн			+		+
Когерентность электромагнитных волн.			+		+
Скалярная теория дифракции электромагнитных волн			+		+
Классическая физика взаимодействия излучения с веществом					
Физика испускания излучения			+	+	+
Распространение излучения в среде				+	+
Оптика анизотропных сред				+	+
Нелинейные оптические эффекты.					
Основы теории нелинейной оптики				+	
Вес КМ:	10	10	30	30	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-3ПК-1 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	Знать: основные математические модели, описывающие свойства оптического излучения, используемого в элементах электроники и наноэлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-1 и КМ-2) Уметь: проводить технические расчеты, функциональный анализ проекта квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства (КМ-3)	Тест №1. Основные термины оптики (Тестирование) Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики (Тестирование) Волновые явления в оптике (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-6ПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных	Уметь: формулировать технические задания на разработку квантово-оптических систем в целом	Защита лабораторных работ (Дискуссия)

	частей, эскизных и технических проектов	и их составных частей, эскизных и технических проектов (КМ-5)	
ПК-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает базовые структуры и характеристики активных и пассивных компонентов электронных схем	Знать: методики расчета характеристик излучения при его взаимодействии с веществом и оптическими приборами электроники и нанoeлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-4)	Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами (Контрольная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Тест №1. Основные термины оптики

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается бланк с 5 вопросами со свободным ответом. На весь тест отводится 15 минут.

#### Краткое содержание задания:

1. Оптическое излучение – это...
2. Приведите классификацию сред и их определение (не менее трех).
3. Какая волна называется эллиптически поляризованной?
4. Что такое ось пропускания поляризатора?
5. Выведите формулу для связи интенсивности и амплитуды электромагнитной волны.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные математические модели, описывающие свойства оптического излучения, используемого в элементах электроники и нанoeлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-1 и КМ-2)	1.Определение терминов «оптическое излучение» и «свет» 2.Классификация оптических сред 3.Описание различных состояний поляризации ЭМВ. Степень поляризации
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если дан верный ответ на 5 вопросов

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если дан верный ответ на 4 вопроса

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется, если дан верный ответ на 3 вопроса

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или если дан верный ответ менее, чем на 3 вопроса

### КМ-2. Тест №2. Волновые свойства излучения в рамках классической электродинамики

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается вариант с 1 теоретическим вопросом и 2 задачами со свободным ответом на каждый. Студенту нужно выписать ответы на отдельный лист. На весь тест отводится 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

1. Дайте определение видности интерференционной картины с пояснениями.
2. Естественное излучение падает на плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,54 под углом Брюстера. Найдите степень поляризации первого луча прошедшего излучения.
3. Найти радиус пятого светлого кольца интерференционной картины плоской и сферической волны на экране, плоскость которого совпадает с плоскостью фазового фронта плоской волны. Расстояние от точечного источника сферической волны до экрана 1 м. Оптическая частота излучения  $10^{14}$  Гц.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные математические модели, описывающие свойства оптического излучения, используемого в элементах электроники и нанoeлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-1 и КМ-2)	1. Материальные уравнения среды с пояснениями. 2. В каком случае при наложении взаимно когерентных волн в плоскости наблюдения не будет формироваться интерференционная картина? 3. Что такое степень монохроматичности? 4. Каковы параметры просветляющего покрытия? Приведите пояснения.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если дан корректный ответ на все задания.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если дан корректный ответ на 2 из 3 вопросов, либо в целом даны верные ответы на все вопросы, но с допущением принципиальных ошибок.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется, если корректно решено 2-е или 3-е задание, либо в целом даны верные ответы на 2 вопроса, но с допущением принципиальных ошибок.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если дан корректный ответ менее, чем на 2 из 4 вопросов, либо если ответы на вопросы отсутствуют.

### **КМ-3. Волновые явления в оптике**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30



**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается вариант с 3 заданиями. На выполнение заданий отводится 90 минут. Контрольное мероприятие проводится во время практического занятия.

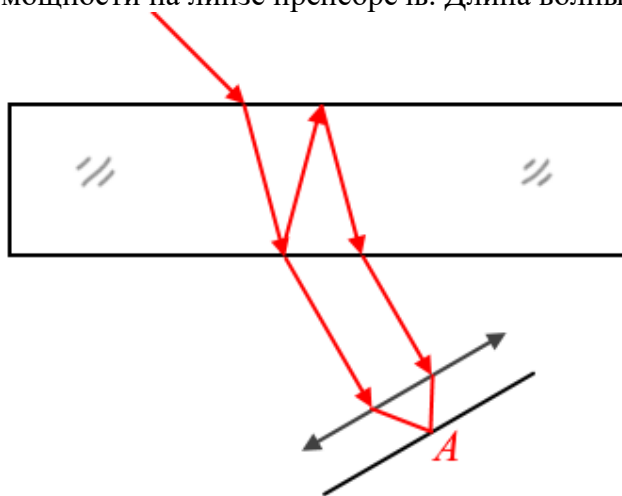
**Краткое содержание задания:**

1. Излучение, состояние поляризации которого описывается вектором Джонса.

$$D = (1 - 2j; j - 1)$$

проходит через фазовую пластинку  $\lambda/3$ . Найдите азимут и угол эллиптичности прошедшего излучения, если *быстрая* ось фазовой пластинки лежит вдоль оси  $x$ .

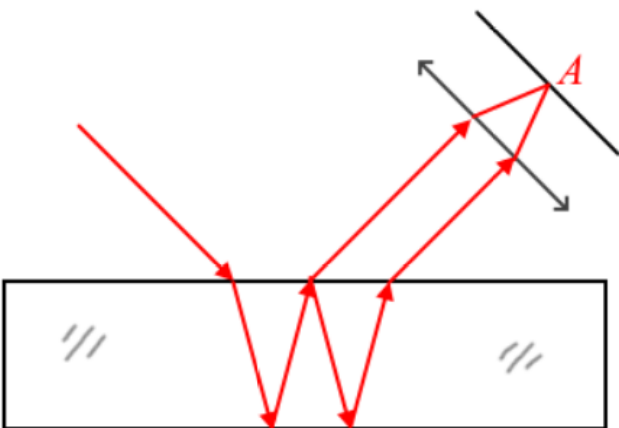
2. Поляризованное перпендикулярно плоскости падения излучение с интенсивностью 1 мВт/м<sup>2</sup> падает под углом 30° на плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,5 и толщиной 1 мм. Найдите интенсивность излучения в точке A на плоскости наблюдения при наложении двух лучей, указанных на рисунке. Потерями мощности на линзе пренебречь. Длина волны 0,65 мкм.



3. В фокальной плоскости линзы наблюдают дифракционную картину после прохождения плоской волны через прямоугольное отверстие с характерными размерами  $D_x = 300\lambda$ ,  $D_y = 600\lambda$ . Найдите отношение интенсивностей в точке с координатами  $x = 2\lambda$ ,  $y = 3\lambda$  и в центре дифракционной картины. Фокусное расстояние линзы равно  $\lambda \cdot 10^5$ .

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: проводить технические расчеты, функциональный анализ проекта квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства (КМ-3)</p>	<p>1.1. Излучение, состояние поляризации которого описывается вектором Джонса.  <math>D = (j - 1; 1 - 2j)</math>          проходит через фазовую пластинку <math>\lambda/3</math>. Найдите азимут и угол эллиптичности прошедшего излучения, если <i>быстрая</i> ось фазовой пластинки лежит вдоль оси <math>x</math>.</p> <p>2. Поляризованное перпендикулярно плоскости падения излучение с интенсивностью 1 мВт/м<sup>2</sup> падает под углом 30° на плоскопараллельную пластинку с показателем преломления 1,5 и толщиной 1 мм. Найдите интенсивность излучения в точке A на плоскости наблюдения при наложении двух лучей, указанных на рисунке. Потерями мощности на линзе пренебречь. Длина волны 0,65 мкм.</p>
---	---

	
	<p>3. В фокальной плоскости линзы наблюдают дифракционную картину после прохождения плоской волны через прямоугольное отверстие с характерными размерами <math>D_x = 300\lambda</math>, <math>D_y = 600\lambda</math>. Найдите отношение интенсивностей в точке с координатами <math>x = 2\lambda</math>, <math>y = 3\lambda</math> и в центре дифракционной картины. Фокусное расстояние линзы равно <math>\lambda \cdot 10^5</math>.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если все задания выполнены верно.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если верно выполнено 2 задания, либо выполнены все задания с одним или двумя не принципиальными ошибками.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется, если верно выполнено первое или второе задание, либо выполнены два любых задания с одним или двумя не принципиальными ошибками.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнено верно хотя бы одно из первых двух заданий, либо же вовсе отсутствуют ответы на выданный вариант.

**КМ-4. Взаимодействие излучения с веществом и оптическими элементами**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается вариант с 3 заданиями. На выполнение заданий отводится 90 минут. Контрольное мероприятие проводится во время практического занятия.

**Краткое содержание задания:**

1) Какой показатель поглощения у плоскопараллельной пластинки с показателем преломления 1,65 и толщиной 5 см, если при прохождении через ней мощность излучения упала на 40%?

2) Показатель преломления некоторого вещества зависит от частоты проходящего излучения следующим образом:

$$n(\omega) = 1 + \alpha \cdot \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\omega_0$  – известные константы. Найдите зависимость волнового числа от частоты и групповую скорость при частоте  $\omega = 2\omega_0$ .

3) Излучение из изотропной среды, внутри которой длина волны составляет  $\lambda = 600$  нм падает на границу раздела с анизотропным одноосным кристаллом под углом  $\alpha = 60^\circ$ , после чего разделяется на обыкновенную и необыкновенную волны. Внутри анизотропного кристалла длина обыкновенной волны изменилась до величины  $\lambda_o = 492$  нм. Определить показатель преломления изотропной среды, главные показатели преломления анизотропного кристалла и длину падающей волны для вакуума, если известно, что ось анизотропного кристалла расположена параллельно границе раздела, показатель преломления для необыкновенного луча составил  $n(\varphi) = 1.632$ , а угол преломления этого луча равен  $\beta_e = 50^\circ$ .

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: методики расчета характеристик излучения при его взаимодействии с веществом и оптическими приборами электроники и нанoeлектроники, квантовой электроники и фотоники (КМ-4)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как определяется групповая скорость волнового пакета в дисперсионной среде?</li> <li>2. Понятия обыкновенной и необыкновенной волны. Фазовая скорость необыкновенной волны. Эллипсоид показателя преломления.</li> <li>3. Явления на границе раздела воздух-анизотропный кристалл.</li> <li>4. Что такое комплексный показатель преломления? Запишите закон Бугера-Ламберта-Бера с пояснениями</li> </ol>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если все задания выполнены верно.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если верно выполнено 2 задания, либо выполнены все задания с одним или двумя принципиальными ошибками.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если верно выполнено первое или второе задание, либо выполнены два любых задания с одним или двумя принципиальными ошибками.

Оценка: 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задачи не решены, либо решены неверно, с некорректным конечным результатом в виде формулы и численных значений.

### **КМ-5. Защита лабораторных работ**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается по одному вопросу на каждую лабораторную работу. На подготовку к ответу отводится 30 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

1. За счет чего происходит смещение интерференционных полос?
2. Что называется областью дисперсии интерферометра?
3. Что такое азимут пластинки  $\lambda/4$ ?

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: формулировать технические задания на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов (КМ-5)	1. Как экспериментально определяется направление вращения вектора $E$ ? 2. Каково назначение компенсатора в экспериментальной установке? 3. Каков принцип работы интерферометра Фабри-Перо? 4. Напишите дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа с пояснениями входящих в него величин.
---	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если дан корректный и исчерпывающий ответ на основные и дополнительные вопросы

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если дан в целом корректный и исчерпывающий ответ на основные и дополнительные вопросы, но допущены незначительные ошибки или неточности.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на все вопросы даны преимущественно верно, однако допущено не более двух существенных ошибок, которые студент смог исправить при ответе на наводящие вопросы преподавателя.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется в случае: - отсутствия допуска к защите лабораторных работ; - дан полностью неверный ответ хотя бы на один из вопросов и отсутствуют корректные ответы на дополнительные, наводящие на верный ответ, вопросы преподавателя.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

1. Взаимодействие излучения с однородной изотропной средой. Вектор поляризации.
  - Общий вид материального уравнения. Его физический смысл.
  - Связь вектора поляризации среды с векторными характеристиками электромагнитного поля.
2. Дифракция Фраунгофера на двумерных структурах.
  - Понятие дифракции света. Условия возникновения дифракции.
  - Дифракция Фраунгофера на прямоугольном и круглом отверстии.
3. Излучение из изотропной среды, для которой длина волны составляет  $\lambda = 600$  нм падает на границу раздела с анизотропным одноосным кристаллом под углом  $\alpha = 60^\circ$ , после чего разделяется на обыкновенную и необыкновенную волны. Внутри анизотропного кристалла длина обыкновенной волны изменилась до величины  $\lambda_o = 492$  нм. Определить показатель преломления изотропной среды, главные показатели преломления анизотропного кристалла и длину падающей волны для вакуума, если известно, что ось анизотропного кристалла расположена параллельно границе раздела, показатель преломления для необыкновенного луча составил  $n(\varphi) = 1.632$ , а угол преломления этого луча равен  $\beta_e = 50^\circ$ .

### Процедура проведения

Форма проведения - устный экзамен. Студенту выдается билет и выделяется 60 минут на подготовку. Спустя отведенное время студент приглашается экзаменатором для беседы по билету.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

### Вопросы, задания

1. Модель сплошной среды. Уравнения Максвелла и материальные уравнения для диэлектрической нейтральной немагнитной изотропной среды. Уравнение волны, распространяющейся в диэлектрической нейтральной немагнитной изотропной среде. Классификация оптических сред.
2. На грань анизотропного отрицательного кристалла падает линейно поляризованная волна с интенсивностью  $10 \text{ мВт/м}^2$  под углом  $30^\circ$  к нормали. Ось кристалла расположена в плоскости падения, но ориентирована так, что составляет угол  $30^\circ$  с границей раздела. Определить под каким углом друг относительно друга будут распространяться обыкновенный и необыкновенный лучи в кристалле, если его главные показатели преломления равны 1,36 и 1,51. Также определить за какое число отражений интенсивность необыкновенной волны уменьшится не менее чем в 1000 раз, если азимут падающего излучения равен  $60^\circ$ .

3. Параллельный пучок монохроматического света дифрагирует на щели шириной 0.1 мм. После щели установлен экран, на котором наблюдается дифракционная картина. Определить расстояние между минимумами второго порядка, если известно, что дифракционная длина светового пучка составляет 6.5 мм, а число открытых на щели зон Френеля составляет 0.013.

4. Интерференция света наблюдается в схеме, приведенной на рисунке.

Светоделительный элемент делит исходный пучок на два (коэффициенты отражения и пропускания равны соответственно  $\rho = 0.45$ ,  $\tau = 0.55$ ) Считая, что интерферируют плоские волны, определить: видность интерференционной картины, интенсивности исходного и интерферирующих пучков, а также длину волны если известны:

- период интерференционной картины  $\Lambda = 1.16 \cdot 10^{-6}$  м
- интенсивность результирующей волны  $I = 10$  мВт/м<sup>2</sup>
- коэффициент отражения зеркала  $R = 0.85$
- угол между плоскостью зеркала и направлением исходного пучка  $\alpha = 60^\circ$
- поперечный размер светоделительного элемента  $d = 2$  см.,
- показатель преломления светоделительного элемента  $n = 1.51$
- $s = 0.06$  м.

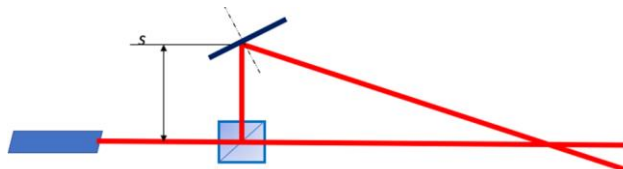


Figure 1 Интерференционная схема к задаче

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Излучение можно считать квазикогерентным, если:

Ответы:

1. Время когерентности существенно превосходит время регистрации сигнала приёмником
2. Время когерентности равно нулю
3. Излучение поляризовано
4. Интерференционная картина не наблюдается

Верный ответ: 1) Время когерентности существенно превосходит время регистрации сигнала приёмником.

2. От каких параметров зависит число Френеля?

Ответы:

1. Только от габаритных параметров дифракционной схемы.
2. От габаритных параметров дифракционной схемы и длины волны излучения.
3. От волнового числа
4. От коэффициентов отражения и пропускания из формул Френеля.

Верный ответ: 2) От габаритных параметров дифракционной схемы и длины волны излучения.

3. Направление распространения электромагнитной волны в однородной изотропной среде совпадает с направлением...

Ответы:

1. Колебаний вектора напряжённости электрического поля
2. Колебаний вектора напряжённости магнитного поля

3. Волнового вектора
4. Поляризации электромагнитной волны

Верный ответ: 3) Волнового вектора

4. Поляризованностью электромагнитного излучения называется...

Ответы:

1. Выделенное направление ориентации диполя
2. Перераспределение энергии электромагнитного поля при наложении двух и более волн
3. Согласованное протекание нескольких волновых процессов, проявляющееся при их наложении
4. Упорядоченная ориентация колебаний векторов напряжённости электрического и магнитного поля

Верный ответ: 4) Упорядоченная ориентация колебаний векторов напряжённости электрического и магнитного поля

5. Фазовый фронт — это...

Ответы:

1. Поверхность равных фаз волны
2. Поверхность равных амплитуд волны
3. Геометрическое место точек с одинаковой поляризацией электромагнитной волны
4. Область с наибольшей концентрацией энергии электромагнитного поля

Верный ответ: 1) Поверхность равных фаз волны

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-бПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

### Вопросы, задания

1. Понятия интерференции и когерентности. Интерференция монохроматического и некогерентного света. Пространственная и временная когерентность. Длина когерентности и время когерентности.
2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Число Френеля. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Понятие дифракционной длины.
3. Дифракционная расходимость светового пучка в дальней зоне. Дифракция в дальней зоне. Дифракция Фраунгофера на одномерных (щель) и двумерных (прямоугольное/круглое отверстие) структурах. Дифракция Фраунгофера на периодических структурах (решетки).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Интерференционная картина (ИК), образованная при взаимодействии двух световых пучков в статичной интерференционной схеме, может быть нестабильна во времени в случае, если:

Ответы:

1. Излучение монохроматическое
2. Фазовые фронты пучков имеют разную форму
3. Состояние поляризации световых пучков не одинаково
4. Разность фаз световых пучков непостоянна

Верный ответ: 4) Разность фаз световых пучков непостоянна

2. Явление, при котором направление распространения излучения, прошедшего через отверстие, не подчиняется законам геометрической оптики, называется

Ответы:

1. Когерентностью
2. Интерференцией
3. Дифракцией
4. Дисперсией

Верный ответ: 3) Дифракцией

3. Дифракционная картина излучения на щели при дифракции Фраунгофера описывается функцией...

Ответы:

1.  $\exp(-A \cdot x)$
2.  $\cos(A \cdot x)$
3.  $\sin(A \cdot x)/(A \cdot x)$
4.  $A/x$

$A$  - положительная константа,  $x$  - координата на экране, где наблюдается дифракционная картина

Верный ответ: 3)  $\sin(A \cdot x)/(A \cdot x)$

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Знает базовые структуры и характеристики активных и пассивных компонентов электронных схем

### Вопросы, задания

1. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Линейная оптическая восприимчивость. Комплексный показатель преломления. Дисперсионное уравнение.
2. Световые волны в линейной изотропной среде. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде. Закон Бугера. Нормальная и аномальная дисперсии. Формула Лоренц-Лоренца. Оптические явления на границе раздела двух сред.
3. Понятие анизотропии. Структура электромагнитной волны в анизотропном кристалле. Угол анизотропии. Материальное уравнение анизотропной среды. Понятие оптической поляризации среды. Тензор оптической восприимчивости
4. Собственные состояния поляризации волны в анизотропном кристалле. Классификация анизотропных кристаллов. Понятие оптической оси и главной плоскости анизотропного кристалла. Эллипсоид показателя преломления. Скорость необыкновенной волны.
5. Эффекты отражения и преломления на границе раздела воздух-анизотропный кристалл. Особенности поведения электромагнитной волны при нормальном падении на анизотропный кристалл. Использование анизотропных эффектов для анализа/изменения состояния поляризации света. Фазовые пластинки.
6. Материальное уравнение нелинейной среды. Уравнение волны в нелинейных средах. Нелинейная восприимчивость среды. Нелинейная поляризация. Зависимость показателя преломления среды от интенсивности света.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Вектор поляризации  $P$  характеризует

Ответы:

1. Состояние поляризации излучения
2. Положение вектора  $H$  при переходе из декартовой системы координат в полярную.



3. Смещение связанных зарядов или поворот диполей под воздействием внешнего электрического поля.
4. Положение плоскости пропускания поляризатора относительно плоскости поляризации излучения.

Верный ответ: 3) Смещение связанных зарядов или поворот диполей под воздействием внешнего электрического поля.

2. Оптической осью анизотропного кристалла называется:

Ответы:

1. Ось, проходящая через центр сосуда, в котором был выращен данный кристалл.
2. Направление, распространение излучения вдоль которого невозможно для данного кристалла.
3. Направление внутри кристалла, при распространении излучения вдоль которого поляризационные характеристики излучения сохраняются.
4. Ось, относительно которой кристалл симметричен.

Верный ответ: 3) Направление внутри кристалла, при распространении излучения вдоль которого поляризационные характеристики излучения сохраняются.

3. Какой кристалл называется оптически анизотропным?

Ответы:

1. Оптические свойства которого зависят от направления колебаний электрического вектора проходящего через него излучения
2. Который не пропускает излучение
3. Который меняет спектр излучения
4. Который усиливает прошедшее через него излучение

Верный ответ: Оптические свойства которого зависят от направления колебаний электрического вектора проходящего через него излучения

4. Изменение интенсивности излучения при его прохождении через однородную изотропную поглощающую среду подчиняется закону

Ответы:

1. Снеллиуса
2. Малюса
3. смещения Вина
4. Бугера-Ламберта-Бера

Верный ответ: 4) Бугера-Ламберта-Бера

5. Самофокусировка света, прежде всего, проявляется в...

Ответы:

1. нелинейных оптических диэлектрических средах
2. анизотропных средах
3. в вакууме
4. в проводниках

Верный ответ: 1) нелинейных оптических диэлектрических средах

6. За поглощение излучения в изотропной среде отвечает...

Ответы:

1. вещественная часть показателя преломления
2. мнимая часть показателя преломления

3. намагниченность вещества
4. поляризация излучения

Верный ответ: 2) мнимая часть показателя преломления

7. Какое из перечисленных явлений наблюдается только в нелинейных средах?

Ответы:

1. Генерация второй гармоники
2. Рефракция излучения
3. Разбиение проходящей электромагнитной волны на обыкновенную и необыкновенную
4. Уменьшение фазовой скорости распространения электромагнитной волны

Верный ответ: 1) Генерация второй гармоники

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также если студент не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо, по указанию экзаменатора, решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи, выданной взамен задачи из билета, из того же раздела дисциплины; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.