

**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  
Опико-электронные измерительные системы**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|   | Владелец   | Сапронов М.В.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rd33df1e8-SapronovMV-9c31c84d |

(подпись)

М.В.


Сапронов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|   |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|   | Владелец   | Скорнякова Н.М.                 |
|   | Идентификатор                                      | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

(подпись)


Н.М.

Скорнякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|   |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|   | Владелец   | Скорнякова Н.М.                 |
|   | Идентификатор                                      | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка  
подписи)

## 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-2 Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических 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-4 Создание структурных и конструктивно-компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования квантовооптических систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1 (Контрольная работа)
2. Тест 2 (Контрольная работа)
3. Тест 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

## БРС дисциплины

8 семестр

| Раздел дисциплины   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   |
| Общая характеристика современных лазерных измерительных систем. |                                 |      |      |      |      |
| Физические основы лазерных измерений.                           | +                               |      |      | +    |      |
| Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА).                         |                                 |      |      |      |      |
| Принцип работы ЛДА.   | +                               | +    |      | +    |      |
| Модуляция зондирующего излучения.                               | +                               | +    |      | +    |      |

|  |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
| Сигналы ЛДА.   | +  | +  |    | +  |
| Устройства обработки сигналов лазерных измерительных систем. |    |    |    |    |
| Электронные сигналы лазерных измерительных систем (ЛИС).     |    | +  | +  | +  |
| Методы и средства обработки электронных сигналов ЛИС.        |    | +  | +  | +  |
| Вопросы метрологии лазерных измерительных систем.            |    |    |    |    |
| Основы метрологического анализа структурных схем ЛИС.        |    |    | +  | +  |
| Метрологическая оценка ЛДА.                                  |    |    | +  | +  |
| Применения лазерных измерительных систем.                    |    |    |    |    |
| Лазерные интерференционные измерения                         |    |    | +  | +  |
| Лазерная локация и дальнометрия                              |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:  | 20 | 20 | 30 | 30 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### **БРС курсовой работы/проекта**

8 семестр

| Раздел дисциплины                         | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|   | Срок КМ:                        | 8    | 12   | 14   | 14   |
| Изучение базовой модели ЛДА.              |                                 | +    |      | +    | +    |
| Проектирование усовершенствованной модели |                                 | +    |      | +    | +    |
| Расчет метрологических характеристик.     |                                 |      | +    | +    | +    |
| Оценка эффективности разработки.          |                                 |      | +    | +    | +    |
| Вес КМ:                                   |                                 | 30   | 30   | 20   | 20   |

## 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-2ПК-1 Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства | Знать:<br>Общие принципы работы и проектирования лазерных измерительных систем.<br>(КМ-1 и КМ-4)   | Тест 1 (Контрольная работа)<br>Защита лабораторных работ (Дискуссия) |
| ПК-1               | ИД-3ПК-1 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства                                     | Уметь:<br>Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, проектировать схемы лазерных доплеровских анемометров, подбирая необходимые элементы.<br>(КМ-3 и КМ-4) | Тест 2 (Контрольная работа)<br>Защита лабораторных работ (Дискуссия) |
| ПК-1               | ИД-4ПК-1 Создание структурных и конструктивно-   | Уметь:<br>Анализировать и применять информацию о   | Тест 3 (Контрольная работа)<br>Защита лабораторных работ (Дискуссия) |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования квантовооптических систем | новых технологиях проектирования и изготовления компонентов лазерных систем диагностики. (КМ-2 и КМ-4) |  |
|--|---|--|--|

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

### КМ-1. Тест 1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается вариант, состоящий из 3 задач. На решение задач отводится 2 академических часа.

#### Краткое содержание задания:

1. Определить максимальную разность доплеровских сдвигов частот в ЛДА с дифференциальной оптической схемой при скорости потока 500 м/с, если используется излучение лазера с длиной волны 0,4880 мкм.
2. Определить отношение дифференциальных сечений рассеяния для сферических частиц диаметром 1 и 2 мкм на длине волны 0,6328 мкм в воздухе, если угол рассеяния равен 180 град., азимутальный угол составляет 90 град., а абсолютный показатель преломления материала частиц равен 1,4. Для тех же частиц определить отношения дифференциальных сечений рассеяния вперед-назад (0 град. -180 град.).
3. Определить частотный сдвиг между зондирующими пучками при использовании пучков дифрагированного лазерного излучения 1-го и 3-го порядков на выходе модулятора Рамана-Ната, если используется гелий-неоновый лазер с длиной волны 0,63 мкм а длина акустической волны в звукопроводе модулятора составляет 10 мкм.

#### Контрольные вопросы/задания:

|  |  |
|--|--|
| Знать: Общие принципы работы и проектирования лазерных измерительных систем. (КМ-1 и КМ-4) | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Какой информационный параметр излучения используется в ЛДА для измерения скорости потока?</li><li>2. От каких параметров и характеристик компонентов ЛДА зависит диапазон измеряемых скоростей?</li><li>3. В чем заключается принцип работы акусто-оптического модулятора излучения?</li><li>4. От каких параметров рассеивающей частицы зависит индикатриса рассеяния излучения?</li></ol> |
|--|--|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 3 задачи с незначительными ошибками в расчётах.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 3 задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 2 задачи с незначительными ошибками в расчётах.

## **КМ-2. Тест 2**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается вариант, состоящий из 3 задач. На решение задач отводится 2 академических часа.

### **Краткое содержание задания:**

1. В приближении Релея-Ганса для частиц с показателем преломления 1,05 диаметром 1 и 2 мкм определить отношения дифференциальных сечений рассеяния вперед-назад (0 град. - 180 град.) на длине волны 0,6328 мкм.

2. Определить частотный сдвиг между зондирующими пучками при использовании пучков дифрагированного лазерного излучения 1-го и 3-го порядков на выходе модулятора Рамана-Ната, если используется гелий-неоновый лазер с длиной волны 0,63 мкм а длина акустической волны в звукопроводе модулятора составляет 10 мкм.

3. Определить оптимальный угол падения лазерного пучка на модулятор Брега, если длина волны лазерного излучения равна 0,4880 мкм, а частота напряжения, поданного на модулятор равна 40 МГц. В качестве звукопровода в модуляторе используется стекло плотностью  $2,2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> и модулем Юнга  $0,4 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>.

### **Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| Уметь: Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, проектировать схемы лазерных доплеровских анемометров, подбирая необходимые элементы. (КМ-3 и КМ-4) | 1. Как рассчитать доплеровский сдвиг частоты при прохождении излучения через акустооптический модулятор?<br>2. Чем отличается характер дифракции в приближениях Рамана-Ната и Вульфа-Брэгга?<br>3. Какие элементы необходимо включить в схему ЛДА, чтобы его сигнал содержал информацию не только о величине проекции скорости на вектор чувствительности, но и ее знак? |
|--|--|

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 3 задачи с незначительными ошибками в расчётах.



Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 3 задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 2 задачи с незначительными ошибками в расчётах.

### КМ-3. Тест 3

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается вариант, состоящий из 3 задач. На решение задач отводится 2 академических часа.

#### Краткое содержание задания:

1. Нарисуйте график зависимости частоты сигнала от скорости для ЛДА со сдвигом частоты и объясните его особенности с точки зрения интерференционной модели работы лазерного анемометра.
2. Для процессора ЛДА спектрального типа оценить необходимое время сканирования при заданной ширине полосы узкополосного фильтра и частотном диапазоне сканирования.
3. Определить минимальную дисперсионную матричную границу оценки параметров сигнала амплитудного интерферометра в случае пуассоновской статистики фотоотсчетов.

#### Контрольные вопросы/задания:

|  |   |
|--|---|
| Уметь: Анализировать и применять информацию о новых технологиях проектирования и изготовления компонентов лазерных систем диагностики. (КМ-2 и КМ-4) | 1. Какие способы обработки сигналов ЛДА Вам известны? В чем они заключаются?<br>2. Сформулируйте критерии подбора процессора спектрального типа для обработки сигнала ЛДА?<br>3. Сформулируйте критерии подбора процессора счетно-импульсного типа для обработки сигнала ЛДА? |
|--|---|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 задач, получен верный конечный результат в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 3 задачи с незначительными ошибками в расчётах.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 3 задач, получен верный конечный результат

в виде формулы и численного значения, с корректным указанием всех единиц измерения, либо верно решены 2 задачи с незначительными ошибками в расчётах.

#### КМ-4. Защита лабораторных работ

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

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

#### Краткое содержание задания:

1. Оценить допустимый угол рассогласования между направлением интерференционных полос и ориентацией щелевой диафрагмы фотоприемника при регистрации излучения методом фотосмещения?
2. В чем состоит суть эффекта Доплера? Зависит ли частота Доплеровского сигнала в дифференциальной схеме от направления наблюдения?
3. В чем отличие трех случаев приближения рассеяния: Рэлея, Рэлея-Ганса, больших частиц?
4. Какие факторы влияют на чувствительность рефрактометра и на диапазон измеряемых величин?

#### Контрольные вопросы/задания:

|  |  |
|--|--|
| Знать: Общие принципы работы и проектирования лазерных измерительных систем. (КМ-1 и КМ-4)   | 1.Какие типы оптико-электронных измерительных систем Вам известны? Сформулируйте кратко принципы их работы.  |
| Уметь: Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, проектировать схемы лазерных доплеровских анемометров, подбирая необходимые элементы. (КМ-3 и КМ-4) | 1.В чем заключаются особенности схем ЛДА, которые позволяют определять две проекции скорости потока? Полный вектор скорости?<br>2.Какие способы регистрации сигнального лазерного излучения Вам известны, в чем она заключается? Назовите преимущества и недостатки каждого способа. |
| Уметь: Анализировать и применять информацию о новых технологиях проектирования и изготовления компонентов лазерных систем диагностики. (КМ-2 и КМ-4)                         | 1.Какие факторы, обуславливающие погрешность ЛИС, Вам известны?<br>2.Каким образом добиться наибольшей интенсивности излучения в дифракционных максимумах 1-ого порядка при использовании акусто-оптического модулятора для формирования зондирующих пучков ЛДА?                     |

#### 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: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если ответы на все вопросы даны преимущественно верно.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Характеристика современных ЛИС. Физические основы лазерных измерений.
2. Временная и спектральная структура сигнала ЛДА.
3. Построить график поверхности и карту линий уровня для интенсивности излучения  $I(x,y)$  в поперечном сечении гауссова пучка  $z=1 \times 10^{-4}$  м, если радиус перетяжки равен  $w_0=5 \times 10^{-5}$  м, длина волны излучения  $\lambda=0,6328 \times 10^{-6}$  м, мощность пучка  $P=1$  Вт. Для заданного сечения построить графики зависимостей  $I(x,0)$  и  $I(x,w_0)$ . Ось пучка совпадает с осью координат  $Z$ , перетяжка расположена в сечении  $z=0$ .

### Процедура проведения

Экзамен проводится в смешанной форме, теоретическая часть билета выполняется письменно, задачи практической части выполняются с применением компьютера. Студенту выдается билет с 1 теоретическим заданием и 2 задачами. Время проведения экзамена - 120 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

### Вопросы, задания

1. Характеристика современных ЛИС.
2. Информационные параметра лазерного излучения.
3. Физические основы лазерных измерений.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. На каком физическом явлении базируется принцип работы рефрактометрических измерительных систем?

Ответы:

- а) Изменение направления распространения зондирующего излучения на при отражении и преломлении на границе раздела двух сред или при распространении в оптически неоднородной среде.
- б) Изменение структуры интерференционного поля зондирующих пучков, обусловленное изменением длины оптического пути одного из них.
- в) Изменение поляризационных свойств зондирующего излучения на границе раздела двух сред.
- г) Изменение интенсивности зондирующего излучения при его распространении в поглощающей среде.

Верный ответ: а)

2. В чем заключается эффект Доплера?

Ответы:

- а) Зависимость показателя преломления среды от длины волны оптического излучения.
- б) Возникновение устойчивого во времени перераспределения энергии двух когерентных оптических волн при их наложении в пространстве.
- в) Зависимость частоты оптического сигнала от скорости относительного движения источника и приемника.
- г) Возникновение максимумов и минимумов в угловом распределении интенсивности излучения, на пути распространения которого установлен оптически резко неоднородный объект.

Верный ответ: в)

3. В каком направлении по отношению к градиенту показателя преломления отклоняется лазерный луч при распространении в оптически неоднородной среде?

Ответы:

- а) В направлении градиента.
- б) В направлении противоположенном направлению градиента.
- в) В направлении перпендикулярном направлению градиента.

Верный ответ: а)

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

### Вопросы, задания

1. Эффект Доплера в лазерной анемометрии.
2. Основные типы оптических схем ЛДА.
3. Функциональная схема и основные элементы ЛДА.
4. Интерференционная модель ЛДА.
5. Многокомпонентные ЛДА. Способы селекции сигналов.
6. Модуляторы лазерного излучения с дифракционными и поляризационными устройствами.
7. Акустооптические частотные модуляторы Брега.
8. Акустооптические частотные модуляторы Рамана-Ната.
9. ЛДА со сканируемым интерферометром Фабри-Перо.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что называют вектором чувствительности ЛДА?

Ответы:

- а) Волновой вектор излучения, рассеянного под углом  $\theta$  град. частицами потока.
- б) Единичный вектор, направленный вдоль биссектрисы угла, образованного волновыми векторами интерферирующих пучков зондирующего излучения.
- в) Вектор, равный сумме волновых векторов зондирующих лазерных пучков.
- г) Вектор, равный разности волновых векторов зондирующих лазерных пучков.

Верный ответ: г)

2. Какое минимальное количество зондирующих пучков ЛДА необходимо для измерения двух проекций скорости потока?

Ответы:

- а) 1.
- б) 2.
- в) 3.
- г) 4.

Верный ответ: в)

3. От чего НЕ зависит частота оптического сигнала ЛДА?

Ответы:

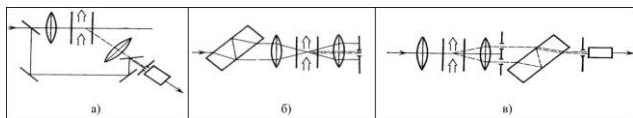
- а) Угол между скоростью потока и вектором чувствительности ЛДА.

- б) Угол регистрации рассеянного излучения.
- в) Величина скорости потока.
- г) Угол между интерферирующими пучками лазерного излучения.

Верный ответ: б)

4. На каком рисунке изображена оптическая схема ЛДА с опорным пучком?

Ответы:



Верный ответ: а)

5. Какой из перечисленных компонентов может использоваться для модуляции частоты зондирующего излучения в ЛДА?

Ответы:

- а) Фотоумножитель.
- б) Делитель пучка.
- в) Процессор обработки электронного сигнала.
- г) Акустооптическая ячейка.

Верный ответ: г)

6. Какие компоненты могут быть использованы в ЛДА для обработки сигнала с целью получения оценки скорости?

Ответы:

- а) Фотоприемные устройства.
- б) Процессоры импульсно-счетного типа.
- в) Акусто-оптические модуляторы.
- г) Интерференционные светофильтры.

Верный ответ: б)

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Создание структурных и конструктивно-компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования квантовооптических систем

### Вопросы, задания

1. Пространственные условия согласования оптических волн при фотосмещении.
2. Пространственное разрешение ЛДА.
3. Временная и спектральная структура сигнала ЛДА.
4. Счетно-импульсный процессор ЛДА.
5. Шумы в ЛИС. Отношение сигнал/шум.
6. Инженерные приемы обработки данных.
7. Анализ обобщенной структурной схемы ЛИС. Классификация погрешностей.
8. Фундаментальная система уравнений измерений. Статистика погрешностей.
9. Применение ЛИС для измерения размеров микрочастиц.
10. Свойства оценок. Неравенство информации. МДМГ оценок параметров сигнала.
11. Построить график поверхности и карту линий уровня для интенсивности излучения  $I(x, z)$  в продольном сечении гауссова пучка  $y=0$ , если радиус перетяжки равен  $w_0=2 \times 10^{-5}$  м, длина волны излучения  $\lambda=0,6328 \times 10^{-6}$  м, мощность пучка  $P=1$  Вт. Для заданного сечения построить графики зависимостей  $I(0, z)$ ,  $I(w_0, z)$ ,  $I(3w_0, z)$ . Ось пучка совпадает с осью координат  $Z$ , перетяжка расположена в сечении  $z=0$ .
12. Построить карту линий уровня для интенсивности излучения  $I(x, y)$  при наложении двух одинаковых гауссовых пучков с радиусами перетяжек  $w_0=4 \times 10^{-5}$  м в сечении  $z=1 \times w_0$ . Оси пучков пересекаются под углом  $\alpha=0,2$  рад в плоскостях перетяжек, длина волны излучения  $\lambda=0,6328 \times 10^{-6}$  м, мощности пучков  $P=1$  Вт. Начало координат расположено в точке пересечения осей. Ось координат  $Z$  направлена вдоль биссектрисы

угла пересечения, ось  $X$  перпендикулярна биссектрисе и лежит в плоскости осей.

Построение произвести для случаев когерентных и некогерентных пучков.

13. Построить карту линий уровня для интенсивности излучения  $I(x,z)$  при наложении двух одинаковых гауссовых пучков с радиусами перетяжек  $w_0=3 \times 10^{-5}$  м в сечении  $y=0$ . Оси пучков пересекаются под углом  $\alpha=0,15$  рад в плоскостях перетяжек, длина волны излучения  $\lambda=0,6328 \times 10^{-6}$  м, мощности пучков  $P=1$  Вт. Начало координат расположено в точке пересечения осей. Ось координат  $Z$  направлена вдоль биссектрисы угла пересечения, ось  $X$  перпендикулярна биссектрисе и лежит в плоскости осей. Построение произвести для случаев когерентных и некогерентных пучков.

14. Построить график поверхности и карту линий уровня для интенсивности излучения  $I(x,y)$  в поперечном сечении гауссова пучка  $z=3,5 \times 10^{-4}$  м, если радиус перетяжки равен  $w_0=5 \times 10^{-5}$  м, длина волны излучения  $\lambda=0,6328 \times 10^{-6}$  м, мощность пучка  $P=1$  Вт. Для заданного сечения построить графики зависимостей  $I(x,0)$  и  $I(x,w_0)$ . Ось пучка совпадает с осью координат  $Z$ , перетяжка расположена в сечении  $z=0$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для какого приближения справедливо, что интенсивности излучений, рассеянных сферической частицей в направлении “вперед” и в направлении “назад”, одинаковы?

Ответы:

- а) Приближение дифракции Фраунгоффера.
- б) Приближение больших частиц.
- в) Приближение Рэлея.
- г) Приближение Рэлея-Ганса.

Верный ответ: в)

2. Какую форму имеет измерительный объем ЛДА, построенный по дифференциальной схеме, в предположении, что интерферируют гауссовы пучки?

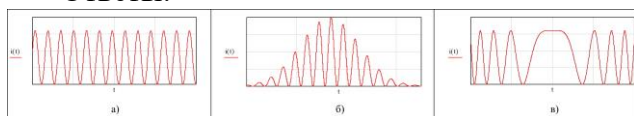
Ответы:

- а) Параллелепипед.
- б) Сфера.
- в) Эллипсоид.
- г) Тетраэдр.

Верный ответ: в)

3. На каком рисунке показан характерный вид одночастичного сигнала ЛДА?

Ответы:



Верный ответ: б)

4. Какой параметр сигнального оптического излучения ЛДА используется в качестве информативного параметра?

Ответы:

- а) Фаза.
- б) Интенсивность.
- в) Степень поляризации.
- г) Частота.

Верный ответ: г)

5. Какой из перечисленных факторов НЕ влияет на эффективность фотосмещения оптических волн?

Ответы:

- а) Степень взаимной когерентности.
- б) Угол пересечения.
- в) Соотношение интенсивностей.

г) Согласованность состояния поляризации.

Верный ответ: б)

6. В каком приближении индикатриса рассеяния оптической волны на сферической частице осесимметрична относительно направления падения?

Ответы:

а) Приближения Рэлея.

б) Приближение Релея-Ганса.

в) Приближение больших частиц.

Верный ответ: в)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно на вопросы углубленного уровня.

## **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.



**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Выступление с презентацией с представлением основных результатов, полученных при выполнении курсовой работы

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Расчет базовой модели ЛДА выполнен верно, правильно определены характеристики электрических сигналов, предложенная модернизация ЛДА работоспособна и позволяет достигнуть цели КР*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Расчет базовой модели ЛДА выполнен верно, правильно определены характеристики электрических сигналов, к предложенной модернизации ЛДА имеются замечания*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Расчет базовой модели ЛДА выполнен верно, правильно определены характеристики электрических сигналов, в предложенной модернизации ЛДА имеются незначительные ошибки*

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

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».