

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

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Компьютерные технологии в системах фотоники**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

М.В.
Сапронов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

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-67f74b6

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. ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ИД-1 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники (Тестирование)

2. Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники (Контрольная работа)

3. Численные методы в задачах фотоники (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники (Тестирование)

КМ-2 Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах (Тестирование)

КМ-3 Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники (Контрольная работа)

КМ-4 Численные методы в задачах фотоники (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники					

Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA)	+			
Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах				
Распространение оптического излучения в фотонном тракте		+		
Основы работы с программным комплексом OptiFDTD		+		
Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники				
Гауссов пучок.			+	
Матричный метод расчета распространения гауссового пучка в оптической системе.			+	
Численные методы в задачах фотоники				
Применение численных методов для поиска параметров гауссового пучка, преобразованного оптической системой.				+
Вес КМ:	15	25	30	30

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
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4} Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Знать: Принципы создания структурных и конструктивно-компоновочных схем систем фотоники с использованием современных систем проектирования. (КМ-2) Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач фотоники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1) Уметь: Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета систем фотоники для решения практических задач. (КМ-3) Применять численные методы для расчета систем	КМ-1 Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники (Тестирование) КМ-2 Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах (Тестирование) КМ-3 Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники (Контрольная работа) КМ-4 Численные методы в задачах фотоники (Контрольная работа)

		фотоники. (КМ-4)	
--	--	------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных в системах фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 1 заданием. На весь тест отводится 30 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа".

Краткое содержание задания:

Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из дифракционных максимумов соответствует угол дифракции 35 градусов, а наибольший порядок спектра равен пяти.
Изобразите блок-схему алгоритма решения задачи.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Принципы рационального построения алгоритмов, направленных на решение задач фотоники, с учетом особенностей и специфики каждой конкретной задачи. (КМ-1)	1.Перечислите базовые алгоритмические структуры. 2.Сформулируйте принципы построения алгоритмов. 3.Чего стоит избегать при использовании циклических алгоритмических структур?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения задания, получен верный конечный результат.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если получен верный конечный результат.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен путь решения.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание не решено, либо решено неверно, с некорректным конечным результатом.

КМ-2. Моделирование оптических волновых явлений в фотонных компонентах

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 3 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На весь тест отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа".

Краткое содержание задания:

Необходимо получить амплитудное и фазовое распределение поля оптического излучения при его распространении через кольцевой волновод в САПР OptiFDTD.

1. Создайте модель диэлектрического кольцевого волновода с прямоугольным профилем показателя преломления n . Волновод находится в воздухе и должен быть расположен параллельно плоскости xOz . Прочие параметры волновода приведены в таблице 2 в соответствии с вариантом (вариант соответствует порядковому номер студента в списке группы).

2. Создайте модель падающего на волновод импульса лазерного излучения. Считайте, что излучение распространяется вдоль оси Oz . Прочие параметры падающего излучения приведены в таблице 3 в соответствии с вариантом.

3. Проведите расчет дифракционного поля, сохраните графики пространственного распределения компонент амплитуды электрической напряженности E_x и/или E_y и фазы по расчетной сетке. Размеры расчетной области должны превышать диаметр кольцевого волновода не менее, чем в 2 раза.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Принципы создания структурных и конструктивно-компоновочных схем систем фотоники с использованием современных систем проектирования. (КМ-2)	1. В чем заключаются основные особенности метода конечных разностей во временной области (FDTD) для численного решения уравнений Максвелла? 2. Перечислите основные приложения программного комплекса "OptiFDTD". 3. Что такое профиль волновода?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задания не решены, либо решены неверно, с некорректным конечным результатом.

КМ-3. Распространение лазерного излучения в оптических трактах систем фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 2 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На всю контрольную работу отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа".

Краткое содержание задания:

Оптическая система состоит из двух собирающих линз.

Радиусы кривизны первой и второй преломляющих поверхностей первой линзы равны 200 мм и -600 мм соответственно, толщина – 10 мм, показатель преломления – 1,63.

Фокусное расстояние второй линзы равно 20 см, ее толщиной можно пренебречь. Первая линза расположена на расстоянии 20 см от выходного зеркала лазера.

Источником излучения служит Nd:YAG лазер с удвоителем частоты (радиус перетяжки пучка 0,75 мм; длина волны 0,532 мкм, перетяжка расположена на выходном зеркале лазера).

1. Определить зависимость радиуса перетяжки прошедшего пучка от расстояния между линзами, и построить ее график.

2. Определить зависимость расстояния между второй линзой и перетяжкой прошедшего пучка от расстояния между линзами, и построить ее график.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Применять технологии компьютерного моделирования и методы расчета систем фотоники для решения практических задач. (КМ-3)	1. Как найти матрицу сложной оптической системы? 2. Что такое комплексный параметр гауссова пучка? 3. Сформулируйте закон ABCD для расчета параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 2 из 3 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-4. Численные методы в задачах фотоники

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдается вариант с 2 заданиями. Студенту нужно решить эти задания с применением компьютерных технологий. На весь тест отводится не более 90 минут. Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа".

Краткое содержание задания:

Оптическая система состоит из двух собирающих линз.

Фокусные расстояния первой и второй линз равны 10 см и 30 см соответственно. Первая линза расположена на расстоянии 10 см от выходного зеркала лазера.

Источником излучения служит одномодовый He-Ne лазер (радиус перетяжки пучка 0,4 мм; длина волны 0,6328 мкм, интенсивность на оси пучка в перетяжке равна 4 Вт/м², перетяжка расположена на выходном зеркале лазера).

1. Определите зависимость радиуса перетяжки преобразованного пучка от расстояния между линзами и постройте ее график. Найдите расстояние между линзами, при котором радиус перетяжки пучка будет максимальным, используя численный метод Фибоначчи.

2. Линзы установили на расстоянии 20 см друг от друга, а на расстоянии 50 см за второй линзой был установлен фотоприемник с круглой входной диафрагмой (чувствительность $S = 2$ мА/Вт). Определите зависимость фототока от радиуса входной диафрагмы приемника, используя квадратурную формулу Симпсона для поиска мощности излучения. Постройте график найденной зависимости.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Применять численные методы для расчета систем фотоники. (КМ-4)	1. Сформулируйте принцип расчета параметров гауссова пучка, преобразованного оптической системой, с помощью матричного метода? 2. Какие методы численного решения задачи одномерной минимизации функции Вам известны? В чем они заключаются? 3. Какие методы численного интегрирования Вам известны? В чем они заключаются?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если намечен рациональный путь решения 1 из 2 заданий, получен верный конечный результат.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если намечен рациональный путь решения всех заданий, однако, конечный результат не получен в явном виде.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задания не решены, либо решены неверно, с некорректным конечным результатом.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Основы работы с программным комплексом OptiFDTD. Расчет амплитудно-фазового распределения поля электромагнитной волны.
2. Перетяжка гауссова пучка ($w_0 = 0,5$ мм) расположена на выходном зеркале лазера ($\lambda = 632,8$ нм). Постройте график зависимости радиуса гауссова пучка от продольной координаты $w(z)$. Используя метод бисекций, определите расстояние от выходного зеркала лазера до точки на оси пучка, в которой его радиус превышает радиус перетяжки в 2 раза, с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ м.
3. В редакторе MS Excel создайте форму VBA с полями ввода показателей преломления двух сред n_1 и n_2 и кнопкой «Расчет», при нажатии на которую появляются значения углов Брюстера и полного внутреннего отражения (ПВО) в градусах. Если критического угла ПВО не существует, то должно появиться сообщение об этом.

Процедура проведения

Зачет 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 зачета - 60 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1опк-4 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Основы языка программирования Visual Basic for Application (VBA). Типы данных, операторы, выражения, функции и процедуры в VBA.
2. Синтаксические конструкции в языке VBA для реализации базовых алгоритмических структур.
3. Технология создания программы VBA.
4. Интерактивные формы и обработчики событий в VBA.
5. Алгоритм численного решения уравнений Максвелла, записанных в дифференциальной форме, методом конечных разностей во временной области (FDTD).
6. Основы работы с программным комплексом проектирования и моделирования фотонных компонент квантовой электроники OptiFDTD.
7. Гауссов пучок. Основные параметры.
8. Матричное описание оптических элементов и оптических систем. Матрицы простейших оптических элементов. Матрица сложной оптической системы.
9. Распространение гауссова пучка через оптическую систему. Закон ABCD.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем заключается функциональное назначение САПР OptiFDTD?

Ответы:

- а) Проектирование и расчет оптических систем
- б) Расчёт распространения поля в субмикронных оптических элементах путем численного решения уравнений Максвелла
- в) Планирование экспериментальных исследований
- г) Обработка цифровых изображений

Верный ответ: б)

2. Какие существуют типы данных в VBA?

Ответы:

- а) data
- в) double
- г) zero
- д) short

Верный ответ: в)

3. Что представляет собой макрос в MS Excel?

Ответы:

- а) объект для хранения числовых или строковых данных
- б) записанный набор команд, который может быть автоматически применен к различным объектам
- в) средство ввода данных в таблицу
- г) конвертор таблиц различных форматов в формат MS Excel

Верный ответ: б)

4. Что такое гауссов пучок?

Ответы:

- а) Решение волнового уравнения для открытого двухзеркального оптического резонатора со сферическими зеркалами с круглой апертурой, которое наилучшим образом подходит для описания одномодового лазерного излучения
- б) Электромагнитная волна, дифрагированная на круглом отверстии
- в) Пучок света, формируемый телескопической оптической системой в дальней зоне
- г) Электромагнитная волна, в которой поперечное распределение интенсивности описывается функцией Бесселя 1-ого рода

Верный ответ: а)

5. Что такое перетяжка гауссова пучка?

Ответы:

- а) Область гауссова пучка, в которой он с высокой степенью точности аппроксимируется моделью сферической волны
- б) Продольное сечение гауссова пучка, содержащее его ось
- в) Наиболее узкое место каустической поверхности гауссова пучка
- г) Наиболее широкое место каустической поверхности гауссова пучка

Верный ответ: в)

6. Действительная часть комплексного параметра гауссова пучка это

Ответы:

- а) расстояние от оси пучка до точки, в которой интенсивность уменьшается в 2 раза по отношению к максимальной интенсивности в пучке
- б) расстояние между перетяжкой и точкой на оси пучка, в которой радиус кривизны волнового фронта наименьший
- в) радиус перетяжки гауссова пучка
- г) расстояние, отсчитываемое от перетяжки до соответствующей опорной плоскости

Верный ответ: г)

7. Метод бисекций численного решения нелинейных уравнений характерен тем, что

Ответы:

- а) на каждом шаге решения отрезок локализации корня сокращается в 2 раза

- б) на каждом шаге решения необходимо проводить поиск производной функции
- в) подходит для поиска кратных корней уравнения
- г) позволяет найти все корни, если на отрезке локализации их больше одного

Верный ответ: а)

8. Метод золотого сечения необходим позволяет

Ответы:

- а) осуществить численное дифференцирование функции
- б) осуществить численный поиск точки минимума функции
- в) осуществить численное решение нелинейного уравнения
- г) осуществить численное интегрирование функции

Верный ответ: б)

9. Численное интегрирование с использованием квадратурной формулы трапеций предполагает аппроксимацию площади под графиком функции на элементарном отрезке площадью

Ответы:

- а) прямоугольника
- б) квадрата
- в) треугольника
- г) трапеции

Верный ответ: г)

10. Численное решение уравнений Максвелла в САПР OptiFDTD осуществляется методом

Ответы:

- а) конечных разностей во временной области
- б) конечных разностей в частотной области
- в) моментов
- г) матрицы линий передач

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».