

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лапицкий К.М.
	Идентификатор	R34188c97-LapitskyKM-ff585e2b

(подпись)


К.М. Лапицкий

(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)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение методов расчёта характеристик электромагнитного излучения в рамках физической и геометрической оптики для решения задач лазерной и оптической измерительной электроники и наноэлектроники.

Задачи дисциплины

- Изучение волновой теории электромагнитного излучения, а также законов его взаимодействия и распространения в оптически прозрачных диэлектрических средах;
- Приобретение навыков самостоятельного поиска информации, а также ее использования для наиболее рационального решения поставленной задачи;
- Приобретение навыков в работе с оптическими приборами и их использовании при построении многокомпонентных оптических схем;
- Приобретение информации о конкретных оптических приборах и условиях их использования;
- Формирование навыка проведения расчета оптических систем различными методами.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-1 _{ПК-1} Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники	знать: - Основные явления геометрической оптики, применяемые в системах лазерной и оптической измерительной электроники и наноэлектроники; - Основные явления физической оптики, применяемые в системах лазерной и оптической измерительной электроники и наноэлектроники. уметь: - Выбирать элементы и компоненты для проектирования систем лазерной и оптической измерительной электроники и наноэлектроники в зависимости от области их применения; - Применять простейшие математические модели при расчёте характеристик электромагнитных полей в системах лазерной и оптической измерительной электроники и наноэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Физическая оптика	50	1	16	-	8	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физическая оптика" и подготовка к контрольным мероприятиям.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Физическая оптика" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физическая оптика".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-19, 38-50 [4], 18-38, 40-112, 114-134 [5], 4-18, 48-75, 102-108</p>	
1.1	Описание оптического излучения и его взаимодействия с веществом	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Электромагнитные волны в линейной изотропной среде	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
1.3	Когерентность электромагнитных волн	4		2	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
1.4	Интерференция электромагнитных волн.	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
1.5	Дифракция электромагнитных волн	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Прикладная оптика	58		16	-	8	-	-	-	-	-	-	34		-
2.1	Понятия и определения прикладной оптики	13		4	-	1	-	-	-	-	-	-	8		-
2.2	Теория идеальной оптической системы	11	2	-	3	-	-	-	-	-	-	6	-		
2.3	Прохождение лучей через преломляющие и отражающие поверхности	10	2	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-		

2.4	Ограничение световых пучков в оптических системах	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	"Прикладная оптика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 11-17, 27-52, 92-108 [3], 4-27, 35-56
2.5	Основы габаритного расчета оптических систем	10		4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	16	2	-	-	0.5	93.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Физическая оптика

1.1. Описание оптического излучения и его взаимодействия с веществом

Уравнения Максвелла и материальные уравнения.. Простейшие математические модели излучения как результат решения уравнений Максвелла и волнового уравнения Гельмгольца. Классификация сред при решении уравнений Максвелла: изотропные и анизотропные, диэлектрические и проводящие, стационарные и нестационарные, линейные и нелинейные, магнитные и немагнитные, однородные и неоднородные..

1.2. Электромагнитные волны в линейной изотропной среде

Комплексная диэлектрическая проницаемость. Уменьшение фазовой скорости света в среде. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Линейная оптическая восприимчивость и комплексный показатель преломления. Дисперсия в линейной изотропной среде. Оптические явления на границе раздела сред.

1.3. Когерентность электромагнитных волн

Понятие когерентности. Функция когерентности. Коэффициент корреляции комплексной амплитуды.. Временная и пространственная когерентность..

1.4. Интерференция электромагнитных волн.

Классические интерференционные схемы. Интерференция монохроматических волн.. Интерференция квазимонохроматического и немонахроматического света.. Многолучевая интерференция..

1.5. Дифракция электромагнитных волн

Дифракционный интеграл Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Ближняя и дальняя зоны дифракции.. Дифракция Френеля. Приближение Френеля в теории дифракции. Интегралы Френеля и спираль Корню. Дифракция Френеля на одномерных и двумерных структурах.. Дифракция Фраунгофера на одномерных и двумерных структурах. Дифракция на периодических структурах. Физика дифракции света на решетке. Уравнение дифракционной решетки..

2. Прикладная оптика

2.1. Понятия и определения прикладной оптики

Правила знаков для отрезков и углов. Основные понятия и определения геометрической оптики.

2.2. Теория идеальной оптической системы

Основные положения теории идеальной оптической системы. Кардинальные элементы идеальной оптической системы, понятие фокусов, главных плоскостей системы. Построение изображений в идеальной оптической системе. Основные формулы для сопряженных точек: уравнение Ньютона, уравнение Гаусса, уравнение Лагранжа-Гельмгольца. Линейное, угловое и продольные увеличения идеальной оптической системы. Узловые точки. Прохождение луча через сложную оптическую систему.

2.3. Прохождение лучей через преломляющие и отражающие поверхности

Уравнение действительного луча в меридиональной плоскости. Инвариант Аббе, уравнение Лагранжа-Гельмгольца для преломляющих поверхностей. Линейное, угловое и

продольное увеличения реальных оптических систем. Параксиальная область, параксиальные лучи. 1-й и 2-й вспомогательные параксиальные лучи как метод расчета оптических лучей. Формулы для расчета фокусных расстояний преломляющей поверхности. Расчет хода луча через сложную оптическую систему.

2.4. Ограничение световых пучков в оптических системах

Диафрагмы и их назначение. Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки оптической системы. Главные лучи, полевая диафрагма, линейное и угловое поле системы. Виньетирование, виньетирующая диафрагма.

2.5. Основы габаритного расчета оптических систем

Телескопические системы. Лупа. Микроскоп.

3.3. Темы практических занятий

1. Взаимодействие излучения с веществом;
2. Определение положения апертурной диафрагмы, входного и выходного зрачков;
3. Расчет оптической системы с помощью 1-го и 2-го параксиальных лучей;
4. Определение кардинальных элементов идеальной оптической системы;
5. Построение изображений в идеальной оптической системе;
6. Дифракция излучения;
7. Интерференция двух когерентных волн и пучков. Интерференция многих волн.;
8. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физическая оптика"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Прикладная оптика"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
Знать:				
Основные явления физической оптики, применяемые в системах лазерной и оптической измерительной электроники и нанoeлектроники	ИД-1пк-1	+		Тестирование/Основные термины оптики
Основные явления геометрической оптики, применяемые в системах лазерной и оптической измерительной электроники и нанoeлектроники	ИД-1пк-1		+	Контрольная работа/Теория идеальной оптической системы. Построение изображений
Уметь:				
Применять простейшие математические модели при расчёте характеристик электромагнитных полей в системах лазерной и оптической измерительной электроники и нанoeлектроники	ИД-1пк-1	+		Контрольная работа/Волновые явления в оптике
Выбирать элементы и компоненты для проектирования систем лазерной и оптической измерительной электроники и нанoeлектроники в зависимости от области их применения	ИД-1пк-1		+	Контрольная работа/Ограничение световых пучков в оптических системах

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Волновые явления в оптике (Контрольная работа)
2. Ограничение световых пучков в оптических системах (Контрольная работа)
3. Основные термины оптики (Тестирование)
4. Теория идеальной оптической системы. Построение изображений (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Евтихиева, О. А. Информационная оптика. Сборник задач : учебное пособие для вузов по специальности 210103 "Квантовая и оптическая электроника" направления 210100 "Электроника и микροэлектроника" / О. А. Евтихиева, К. М. Лапицкий, Б. С. Ринкевичюс, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 88 с. - ISBN 978-5-383-00474-6 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1655;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1655)

2. Заказнов, Н. П. Теория оптических систем : учебное пособие для вузов по направлению 200200 "Оптехника" и оптическим специальностям / Н. П. Заказнов, С. И. Кирюшин, В. И. Кузичев . – 4-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2008 . – 448 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0822-1 .;

3. Евтихиева, О. А. Геометрическая оптика : учебное пособие по курсу "Геометрическая оптика" по направлению подготовки бакалавров "Электроника и нанοэлектроника" / О. А. Евтихиева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-2395-3 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11643;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11643)

4. В. А. Варданын- "Физические основы оптики", Издательство: "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики", Новосибирск, 2015 - (235 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431527;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431527)

5. Можаров Г. А.- "Основы физической оптики", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (196 с.)
<https://e.lanbook.com/book/201194>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Майнд Видеоконференции;
4. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
	А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер
Помещения для	А-201/1, Кабинет	стол, стул, шкаф для документов, шкаф

консультирования	сотрудников каф. Физики	для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Основы оптико-электронных систем**

(название дисциплины)

1 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Основные термины оптики (Тестирование)

КМ-2 Теория идеальной оптической системы. Построение изображений (Контрольная работа)

КМ-3 Волновые явления в оптике (Контрольная работа)

КМ-4 Ограничение световых пучков в оптических системах (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Физическая оптика					
1.1	Описание оптического излучения и его взаимодействия с веществом		+			
1.2	Электромагнитные волны в линейной изотропной среде		+			
1.3	Когерентность электромагнитных волн				+	
1.4	Интерференция электромагнитных волн.				+	
1.5	Дифракция электромагнитных волн				+	
2	Прикладная оптика					
2.1	Понятия и определения прикладной оптики			+		
2.2	Теория идеальной оптической системы			+		
2.3	Прохождение лучей через преломляющие и отражающие поверхности			+		
2.4	Ограничение световых пучков в оптических системах					+
2.5	Основы габаритного расчета оптических систем					+
Вес КМ, %:			10	30	30	30