

Рабочая программа дисциплины ООП

Дифракционная оптика

*Лектор: к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Попов Владимир Викторович
(кафедра общей физики физического факультета МГУ)*

Код курса:		Аннотация курса Целью данного курса является ознакомление студента с возможностями, которые дает использование понятия волновой природы света и теории дифракции. Несмотря на то, что до настоящего времени не достигнуто однозначного понимания природы дифракционных явлений, даже существующая теория позволяет сконструировать оптические структуры, работающие на принципе дифракции света и обладающие новыми свойствами. Основная идея заключается в возможности манипуляции светом с помощью структур, имеющих размеры порядка длины волны. В курсе изложены основные идеи построения таких оптических элементов, рассмотрены их свойства; технология изготовления, методы измерения их параметров, возможные области практического применения.
Статус:	по выбору	
Аудитория:	специальный	
Специализация:	Фундаментальная оптика, спектроскопия и лазерная физика	
Семестр:	7	
Трудоёмкость:	1 з.е.	
Лекций:	32 часа	
Семинаров:	0	
Практ. занятий:	0	
Отчётность:	экзамен	
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-2	
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6	

Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы расчета и изготовления оптических элементов, работающих на принципах дифракции, сферы и особенности их применения; способы измерения их основных параметров с использованием современных систем измерения и обработки данных.

Образовательные технологии

Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс дополняет и развивает знания студентов, полученные в дисциплинах «Оптика», «Электродинамика», «Методы математической физики», «Молекулярная спектроскопия»

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская работа, научно-исследовательская практика

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. А. В. Гончарский, В. В. Попов, В. В. Степанов. Введение в квантовую оптику. М. Издательство московского университета. 1991.
2. Н. И. Калитеевский. Волновая оптика. М. Наука, 1971.
3. У.Моро, Микролитография, М. «Мир», 1990.
4. В.В.Климов, Наноплазмоника, М. ФИЗМАТЛИТ, 2010.

5. Короленко П. В. Оптика когерентного излучения. Учебное пособие. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1997.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Казанский Н.Л., Котляр Под ред. Сойфера В.А. Дифракционная компьютерная оптика. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
2. А.И Фишман, Фазовые оптические элементы – киноформы. Соросовский образовательный журнал, №12, 1999.
3. В.Л.Миронов Основы сканирующей зондовой микроскопии, Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Издательство: ИФМ РАН, Нижний Новгород, 2004.
4. В.А. Боровиков, Б.Е.Кинбер. Геометрическая теория дифракции. М.,Связь, 1978

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. И. Н. Троицкий, А. Н. Сафонов, А. А. Демин. Зарубежная радиоэлектроника. 1978г. N 9.
2. Г. И. Грейсхус, Е. А. Безус, Д. А. Быков, Е. Г. Ежов, С. А. Степанов. "Дифракционные элементы в оптических системах современной оптоэлектроники", Оптический журнал. - 2009. - Т. 76, № 7. - С. 29.
3. В.Г. Веселаго «Электродинамика материалов с отрицательным коэффициентом преломления». УФН, Т.173, 790–794 (2003)
4. Ган М.А. 50 лет киноформной оптики. Итоги и перспективы развития, Оптический журнал. 2006. Т. 73. № 7. С. 9–16.

Программное обеспечение и ресурсы в интернете

Контроль успеваемости

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в коллоквиума. Критерии оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях.

Фонды оценочных средств

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросы зачётам и экзаменам;

Структура и содержание дисциплины

Раздел
Природа дифракции. Различия в интерпретациях Френеля и Юнга. Современное понимание – краевые волны и интерференция. Оптический элемент- основные понятия. Фазовая функция. Приближения: геометрическая оптика, уравнение Кирхгофа.
Амплитудные и фазовые элементы. Зонная пластинка Френеля. Метод векторных диаграмм. Линза Френеля. Идеальная тонкая линза Френеля. Свойства идеальной тонкой линзы Френеля (Аберрации: хроматическая, геометрическая).
Задача фокусировки в отрезок кривой. Постановка обратной задачи. Методы решения. Приближенные решения геометрической оптики. Понятие слоев. Гладкие и негладкие решения. Распределение энергии в волне.

<p>кривой. Соотношение геометрического и волнового приближений (прямая задача). Фокусаторы лазерного излучения.</p>
<p>Общая задача создания заданного распределения излучения на плоскости. Волновое уравнение. Существование и единственность решений. Итеративные методы. Сходимость. Точность решения. Минимизация функционала. Пример Даммановской решетки.</p>
<p>Практическая реализация итеративных методов. Алгоритм Герчберга-Сэкстона. Киноформ. Основные уравнения. Точность аппроксимации. Методы улучшения фазовой функции. Градиентный метод.</p>
<p>Физические и компьютерно синтезированные голограммы (CGH). Физическая голограмма-метод записи амплитуды и фазы. Тонкие и толстые голограммы. Голограммы Денисюка. Радужные голограммы. Методы кодирования амплитуды и фазы в CGH. Преимущества и недостатки CGH.</p>
<p>Технология изготовления элементов дифракционной оптики. Идеальная тонкая линза. Методы создания непрерывного рельефа. Селективное дублирование желатина. Фотохромные стекла. Халькогенидные стекла. Фазовый непрерывный рельеф.</p>
<p>Технология фотолитографии. Ступенчатый рельеф. Точность изготовления. Энергетические и другие свойства многоградационных элементов. Технология получения микрорельефа. Оптическая литография. Фоторезисты. Предельные возможности оптической литографии. Рентгеновское и синхротронное излучение. Электронно-лучевая литография. Многоградационный рельеф в электронорезисте. Эффекты близости.</p>
<p>Прикладные задачи дифракционной оптики. Коррекция волнового фронта. Фокусаторы лазерного излучения. Фокусировка в отрезок с заданным распределением интенсивности (Термоупрочнение). Фокусировка в дугу окружности (Термораскалывание). Фокусировка в символы (Маркировка). Заданное распределение интенсивности в фокальном пятне (пробивка отверстий). Ответители энергии (контроль параметров пучка). Делители пучка. Создание изображения в фокальной плоскости линзы.</p>
<p>Оптика мягкого рентгеновского излучения. Оптические свойства материалов. Проблема создания изображения. Амплитудные зонные пластинки. Фазовая рентгенооптика. Многослойные зеркала. Оптика скользящего падения.</p>
<p>Прикладная компьютерная голография. Создание оптических эффектов с помощью дифракционных решеток. Дифракционные картины в реальных цветах. Имитация объемных эффектов. Стереозображения. Синтез 2D-3D голограмм. Технология изготовления и тиражирования пленочных голограмм. Применение пленочных голограмм.</p>
<p>Создание материалов с заданными оптическими свойствами. Теория эффективной среды. Нанотехнологии. Фотонные кристаллы. Метаматериалы. Материалы с отрицательным показателем преломления и возможность сверхразрешения в оптике. Наноплазмоника.</p>
<p>Методы исследования формы микрорельефа элементов дифракционной оптики. Микроинтерферометрия. Дифрактометрия. Методы сканирующей зондовой микроскопии.</p>