

## Оглавление

### Том 1

Предисловие к второму изданию

Предисловие к первому изданию

#### Глава 1

##### Оптика лучей

1.1. Постулаты лучевой оптики

1.2. Простые оптические элементы

1.2.1. Зеркала

1.2.2. Плоские границы

1.2.3. Сферические границы и линзы

1.2.4. Световоды

1.3. Оптика сред с градиентным показателем преломления

1.3.1. Уравнение луча

1.3.2. Оптические элементы с градиентным показателем преломления

\*1.3.3. Уравнение эйконала

1.4. Матричная оптика

1.4.1. Матрица передачи луча

1.4.2. Матрицы простых оптических элементов

1.4.3. Матрицы каскада оптических элементов

1.4.4. Периодические оптические системы

#### Глава 2

##### Оптика волн

2.1. Постулаты волновой оптики

2.2. Монохроматические волны

2.2.1. Комплексное представление и уравнение Гельмгольца

2.2.2. Элементарные волны

2.2.3. Параксиальные волны

\*2.3. Связь между волновой и лучевой оптикой

2.4. Простые оптические элементы

2.4.1. Отражение и преломление

2.4.2. Прохождение через оптические элементы

2.4.3. Оптические элементы с градиентным показателем преломления

2.5. Интерференция

2.5.1. Интерференция двух волн

2.5.2. Многоволновая интерференция

2.6. Полихроматический и импульсный свет

2.6.1. Временно-частотное и спектральное описание

2.6.2. Световые биения

#### Глава 3

##### Оптика пучков

- 3.1. Гауссов пучок
  - 3.1.1. Комплексная амплитуда
  - 3.1.2. Свойства
  - 3.1.3. Качество пучка
- 3.2. Прохождение через оптические элементы
  - 3.2.1. Прохождение через тонкую линзу
  - 3.2.2. Формирование пучка
  - 3.2.3. Отражение от сферического зеркала
  - \*3.2.4. Прохождение через произвольную оптическую систему
- 3.3. Пучки Эрмита—Гаусса
- 3.4. Пучки Лагерра—Гаусса и Бесселя

## **Глава 4**

### **Фурье-оптика**

- 4.1. Распространение света в свободном пространстве
  - 4.1.1. Пространственные гармоники и плоские волны
  - 4.1.2. Передаточная функция свободного пространства
  - 4.1.3. Функция отклика на импульсное воздействие для свободного пространства
  - 4.1.4. Принцип Гюйгенса—Френеля
- 4.2. Оптическое преобразование Фурье
  - 4.2.1. Преобразование Фурье в дальней зоне
  - 4.2.2. Преобразование Фурье с помощью линзы
- 4.3. Дифракция света
  - 4.3.1. Дифракция Фраунгофера
  - 4.3.2. Дифракция Френеля
- 4.4. Формирование изображения
  - 4.4.1. Лучевая оптика однолинзовой изображающей системы
  - 4.4.2. Волновая оптика формирования изображения в 4f-системе
  - 4.4.3. Волновая оптика однолинзовой изображающей системы
  - 4.4.4. Формирование изображения в ближнем поле
- 4.5. Голография

## **Глава 5**

### **Электромагнитная оптика**

- 5.1. Электромагнитная теория света
- 5.2. Электромагнитные волны в диэлектрических средах
  - 5.2.1. Линейные, недиспергирующие, однородные и изотропные среды
  - 5.2.2. Нелинейные, диспергирующие, неоднородные, или неизотропные, среды
- 5.3. Монохроматические электромагнитные волны
- 5.4. Элементарные электромагнитные волны
  - 5.4.1. Плоские, сферические и гауссовы электромагнитные волны
  - 5.4.2. Связь между электромагнитной и скалярной волновой оптикой
  - 5.4.3. Векторные пучки
- 5.5. Поглощение и дисперсия

- 5.5.1. Поглощение
- 5.5.2. Дисперсия
- 5.5.3. Резонансная среда
- 5.5.4. Оптика проводящих сред
- 5.6. Распространение импульсов в средах с дисперсией
- 5.7. Оптика магнитных материалов и метаматериалов

## **Глава 6**

### **Поляризационная оптика**

- 6.1. Поляризация света
  - 6.1.1. Поляризация
  - 6.1.2. Матричное представление
- 6.2. Отражение и преломление
- 6.3. Оптика анизотропных сред
  - 6.3.1. Показатели преломления
  - 6.3.2. Распространение вдоль главной оси
  - 6.3.3. Распространение в произвольном направлении
  - 6.3.4. Дисперсионные соотношения, лучи, волновые фронты и перенос энергии
  - 6.3.5. Двулучепреломление
- 6.4. Оптическая активность и магнитооптика
  - 6.4.1. Оптическая активность
  - 6.4.2. Магнитооптика: эффект Фарадея
- 6.5. Оптика жидких кристаллов
- 6.6. Поляризационные устройства
  - 6.6.1. Поляризаторы
  - 6.6.2. Фазовые пластинки
  - 6.6.3. Вращатели плоскости поляризации
  - 6.6.4. Невзаимные поляризационные устройства

## **Глава 7**

### **Оптика фотонных кристаллов**

- 7.1. Оптика многослойных диэлектрических сред
  - 7.1.1. Матричная теория многослойной оптики
  - 7.1.2. Эталон Фабри—Перо
  - 7.1.3. Решетка Брэгга
- 7.2. Одномерные фотонные кристаллы
  - 7.2.1. Моды Блоха
  - 7.2.2. Матричная оптика периодических сред
  - 7.2.3. Фурье-оптика периодических сред
  - 7.2.4. Границы между периодическими и однородными средами
- 7.3. Двумерные и трехмерные фотонные кристаллы
  - 7.3.1. Двумерные фотонные кристаллы
  - 7.3.2. Трехмерные фотонные кристаллы

## **Глава 8**

### **Оптика волноводов**

- 8.1. Планарные зеркальные волноводы
- 8.2. Планарные диэлектрические волноводы
  - 8.2.1. Волноводные моды
  - 8.2.2. Распределения полей
  - 8.2.3. Дисперсионные соотношения и групповые скорости
- 8.3. Двумерные волноводы
- 8.4. Фотонно-кристаллические волноводы
- 8.5. Оптическая связь в волноводах
  - 8.5.1. Устройства ввода
  - 8.5.2. Связанные волноводы
  - 8.5.3. Периодические волноводы
- 8.6. Металлические волноводы с размерами меньше длины волны (плазмоника)

## **Глава 9**

### **Волоконная оптика**

- 9.1. Направляемые лучи
  - 9.1.1. Волокна со ступенчатым профилем показателя преломления
  - 9.1.2. Градиентные волокна
- 9.2. Направляемые волны
  - 9.2.1. Волокна со ступенчатым профилем показателя преломления
  - 9.2.2. Одномодовые волокна
  - 9.2.3. Квазиплоские волны в волокнах со ступенчатым и градиентным профилем показателя преломления
- 9.3. Затухание и дисперсия
  - 9.3.1. Затухание
  - 9.3.2. Дисперсия
- 9.4. Микроструктурные и фотонно-кристаллические волокна

## **Глава 10**

### **Оптика резонаторов**

- 10.1. Резонаторы с плоскими зеркалами
  - 10.1.1. Моды резонатора
  - 10.1.2. Внеосевые моды резонатора
- 10.2. Резонаторы со сферическими зеркалами
  - 10.2.1. Удержание лучей
  - 10.2.2. Гауссовы моды
  - 10.2.3. Резонансные частоты
  - 10.2.4. Моды Гаусса—Эрмита
  - 10.2.5. Конечные апертуры и дифракционные потери
- 10.3. Двух- и трехмерные резонаторы
  - 10.3.1. Двумерные прямоугольные резонаторы
  - 10.3.2. Круговые резонаторы и моды шепчущей галереи
  - 10.3.3. Трехмерные резонаторы в виде прямоугольной полости
- 10.4. Микрорезонаторы
  - 10.4.1. Прямоугольные микрорезонаторы

- 10.4.2. Резонаторы в виде микростолбиков, микродисков и микротором
- 10.4.3. Микросферические резонаторы
- 10.4.4. Фотонно-кристаллические микрорезонаторы

## **Глава 11**

### **Статистическая оптика**

- 11.1. Статистические свойства случайного света
  - 11.1.1. Оптическая интенсивность
  - 11.1.2. Временная когерентность и спектр
  - 11.1.3. Пространственная когерентность
  - 11.1.4. Продольная когерентность
- 11.2. Интерференция частично когерентного света
  - 11.2.1. Интерференция двух частично когерентных волн
  - 11.2.2. Интерференция и временная когерентность
  - 11.2.3. Интерференция и пространственная когерентность
- 11.3. Прохождение частично когерентного света через оптические системы
  - 11.3.1. Распространение частично когерентного света
  - 11.3.2. Формирование изображений в некогерентном свете
  - 11.3.3. Приобретение пространственной когерентности при распространении
- 11.4. Частичная поляризация

## **Глава 12**

### **Оптика фотонов**

- 12.1. Фотон
  - 12.1.1. Энергия фотона
  - 12.1.2. Поляризация фотона
  - 12.1.3. Положение фотона
  - 12.1.4. Импульс фотона
  - 12.1.5. Интерференция фотона
  - 12.1.6. Временная локализация фотона
- 12.2. Потоки фотонов
  - 12.2.1. Средний поток фотонов
  - 12.2.2. Случайность потока фотонов
  - 12.2.3. Статистика числа фотонов
  - 12.2.4. Случайное разбиение фотонных потоков
- \*12.3. Квантовые состояния света
  - 12.3.1. Когерентные состояния света
  - 12.3.2. Сжатые состояния света

## **Глава 13**

### **Фотоны и атомы**

- 13.1. Уровни энергии
  - 13.1.1. Атомы
  - 13.1.2. Молекулы

- 13.1.3. Твердые тела
- 13.2. Заселенность уровней энергии
  - 13.2.1. Распределение Больцмана
  - 13.2.2. Распределение Ферми—Дирака
- 13.3. Взаимодействие фотонов с атомами
  - 13.3.1. Взаимодействие одномодового света с атомом
  - 13.3.2. Спонтанное излучение
  - 13.3.3. Вынужденное излучение и поглощение
  - 13.3.4. Уширение линий
  - \*13.3.5. Усиленное спонтанное излучение
  - \*13.3.6. Лазерное охлаждение атомов и лазерные ловушки
- 13.4. Тепловое излучение
  - 13.4.1. Тепловое равновесие между фотонами и атомами
  - 13.4.2. Спектр излучения черного тела
- 13.5. Люминесценция и рассеяние света
  - 13.5.1. Виды люминесценции
  - 13.5.2. Фотолюминесценция
  - 13.5.3. Рассеяние света

## **Глава 14**

### **Лазерные усилители**

- 14.1. Теория лазерного усиления
  - 14.1.1. Коэффициент и ширина полосы усиления
  - 14.1.2. Фазовый сдвиг
- 14.2. Накачка усилителя
  - 14.2.1. Скоростные уравнения
  - 14.2.2. Схемы накачки
- 14.3. Распространенные лазерные усилители
  - 14.3.1. Рубин
  - 14.3.2. Стекло с неодимом
  - 14.3.3. Кварцевое волокно, легированное эрбием
  - 14.3.4. Волоконные ВКР-усилители
  - 14.3.5. Таблица избранных лазерных переходов
- 14.4. Нелинейность усилителя
  - 14.4.1. Насыщение усиления в среде с однородным уширением
  - \*14.4.2. Насыщение усиления в среде с неоднородным уширением
- \*14.5. Шум усилителя