

## **Введение**

Настоящая программа разработана на основе следующих дисциплин: электромагнитная теория света, геометрическая оптика, физическая оптика, взаимодействие света с веществом, оптика лазеров, прикладная оптика, спектроскопия.

### **1. Электромагнитная теория света**

- Уравнение Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. Фазовая и групповая скорости света.
- Поляризация света. Типы поляризационных устройств.
- Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- Распространение света в анизотропных средах. Волновые поверхности в кристаллах. Лучи и волновые нормали. Эллипсоид Френеля. Оптические свойства одноосных и двуосных кристаллов. Двойное лучепреломление. Коническая рефракция. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность. Эффект Фарадея.
- Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Доплера.

### **2. Геометрическая оптика**

- Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Уравнение Эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма.
- Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Типы оптических приборов.

### **3. Интерференция и дифракция световых волн**

- Двухлучевая и многолучевая интерференция. Многослойные покрытия.
- Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа-Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка.

### **4. Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом**

- Классическая теория взаимодействия излучения с веществом. Резонансное приближение. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига.
- Законы теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект.
- Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна.
- Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты. Самофокусировка света. Вынужденное и комбинационное рассеяние.

### **5. Спектроскопия**

- Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Мультиплетная структура. Правила отбора.
- Спектры молекул. Адиабатическое приближение. Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос. Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона.
- Спектроскопия твердого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Взаимодействие света с фотонной подсистемой. Переходы в электронной

подсистеме. Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля.

- Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции.

- Триплетные состояния молекул и их роль в процессах деградации и миграции энергии электронного возбуждения.

- Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике и медицине.

### **6. Экспериментальная и прикладная оптика**

- Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Синхротронное излучение. Оптические материалы.

- Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Приборы с зарядной связью (ПЗС) – линейки, матрицы.

- Техника спектроскопии. Светофильтры, призменные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Основные характеристики приборов: аппаратная функция, разрешение, светосила, дисперсия. Лазерная спектроскопия.

- Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двухмерных и трехмерных голограмм.

- Волоконная оптика. Типы волоконных световодов. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод. Направленные ответвители. Волоконные линии связи. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.

### **7. Оптика лазеров**

- Принцип работы лазера. Схемы накачки. Теория Лэмба. Эффекты затягивания частоты и выгорания дыр. Лэмбовский провал.

- Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков.

- Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски.

- Режимы работы лазеров. Непрерывный и импульсный режимы. Пичковый режим. Модуляции добротности. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов.

- Принципы адаптивной оптики; коррекция волнового фронта лазерных пучков.

### **Основная литература**

1. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: [учебное пособие] / Изд-во Московского университета, 2004 и предыдущие издания.
2. Звелто О.Н. Принципы лазеров. Перевод с англ. Изд. Лань, 2008.
3. Раутиан С.Г. Введение в физическую оптику. М., 2009.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. Изд. Лань, 2002 и предыдущие издания.

### **Дополнительная литература**

1. Янг М. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы. М., Мир, 2005.
2. Бутиков Е.И. Оптика. М., Высшая школа, 1986.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., Наука, 1973.

4. Энциклопедия «Современное естествознание», том 7 «Физика волновых процессов», Магистр-пресс, 2001.