

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКУСТООПТИКИ

**(Лекционный курс для аспирантов, весенний семестр,
36 часов)**

I. Цели изучения дисциплины

Целью лекционного курса является углубленное изучение аспирантами физического факультета закономерностей акустооптического эффекта и особенностей его проявления в средах с сильной акустической и оптической анизотропией. Излагаются принципы работы основных акустооптических устройств, рассматриваются вопросы их применения в системах обработки информации.

II. Содержание дисциплины

1. ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

Элементы симметрии кристаллической структуры. Кристаллографические классы. Тензоры, описывающие свойства кристаллов. Влияние симметрии кристаллов на их свойства.

2. ОПТИКА И АКУСТИКА АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД

Волновые уравнения для оптических и акустических волн в кристаллах. Распространение плоских волн в анизотропных средах. Волновые моды, их поляризация. Формализм Джонса. Оптические и акустические оси, коническая рефракция. Поток энергии. Временная и пространственная дисперсия. Оптическая активность. Отражение и преломление плоских волн на границе кристалла. Особенности распространения в кристаллах волновых пучков и волновых пакетов. Волны в направляющих структурах.

3. АКУСТООПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Феноменологическое описание фотоупругого эффекта. Основные виды дифракции света на звуке. Уравнения связанных мод. Квантово-механическое описание эффекта акустооптического (АО) взаимодействия. Векторные диаграммы. Эффект дополнительного фазового сдвига. Невзаимный эффект. Формализм Джонса при описании дифракции произвольно поляризованного света.

4. АКУСТООПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Тензор фотоупругости в кристаллах различных классов. Теория Нельсона-Лакса. Модификация уравнений связанных мод для анизотропных сред. Изотропная и анизотропная дифракция света. Пространственная структура АО фазового синхронизма. Влияние эффекта сноса акустической и световой энергии на характеристики АО дифракции.

5. АКУСТООПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОГРАНИЧЕННЫХ ВОЛНОВЫХ ПУЧКОВ

Спектральный метод решения дифракционных задач. Структура дифрагированного поля при разных значениях параметра Гордона. Особенности АО дифракции в сильном акустическом поле. Дифракция светового пучка на акустическом импульсе. АО ячейка как фильтр пространственных частот. Обработка изображений методом АО пространственной и спектральной фильтрации.

6. ПЛАНАРНАЯ АКУСТООПТИКА

Поверхностные акустические волны (ПАВ) в кристаллах и слоистых структурах. Волны Рэлея, Лява, Гуляева – Блюстейна. Распространение света в планарных волноводах. Методы возбуждения ПАВ и ввода оптического излучения в волновод. Дифракция света при его прохождении или отражении от поверхности с ПАВ. Взаимодействие с ПАВ волноводных оптических мод. Приборы ПАВ-акустооптики.

7. ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Оптическое зондирование акустических полей. Измерение скорости звука и его поглощение в разных частотных диапазонах. Применение АО дифракции при исследовании акустической нелинейности. АО визуализация акустических полей. АО томография. Управление параметрами световых пучков: АО модуляторы, дефлекторы, фильтры.

8. МЕТОДЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В АКУСТООПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

Пьезоэлектрический эффект в кристаллах различных классов. Коэффициент электромеханической связи. Пластинчатые возбудители ультразвука. Эквивалентные схемы пьезопреобразователей. Электрический импеданс и его зависимость от частоты. Расчет акустической мощности, коэффициента преобразования, амплитудной и фазовой структуры акустического поля для однородных и неоднородных преобразователей. Роль промежуточных слоев. Возбуждение ультразвука с поверхности пьезокристалла. Пленочные преобразователи для СВЧ диапазона. Встречноштыревые преобразователи для ПАВ. Широкополосное согласование излучателей ультразвука с генератором.

9. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ В АКУСТООПТИКЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

III. Учебно- методическое обеспечение дисциплины

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.И.Сиротин, М.П.Шаскольская. Основы кристаллографии. М.: Наука, 1979.
2. Дж.Най. Физические свойства кристаллов. М.: Мир, 1967.
3. Ф.И.Федоров. Теория упругих волн в кристаллах. М.: Наука, 1965.
4. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984.
5. Э.Джелесан, Д.Руайе. Упругие волны в твердых телах. М.: Наука, 1982.
6. М.Борн, Э.Вольф. Основы оптики. М.: Наука, 1970.
7. А.Ярив, П.Юх. Оптические волны в кристаллах. М.: Мир, 1987.
8. В.И.Балакший, В.Н.Парыгин, Л.Е.Чирков. Физические основы акустооптики. М.: Радио и связь, 1985.

9. В.Н.Парыгин, В.И.Балакший. Оптическая обработка информации. М.: Изд. Моск.ун-та, 1987.
10. А.Корпел. Акустооптика. М.: Мир, 1993.
11. И.Б.Яковкин, Д.В.Петров. Дифракция света на акустических поверхностных волнах. Новосибирск: Наука, 1979.
12. В.В.Залесский. Анализ и синтез пьезоэлектрических преобразователей. Ростов-на-Дону: Изд. Рост.ун-та, 1971.

Лекционный курс сопровождается написанием аспирантами рефератов по индивидуальным темам и их защиты на семинарах.

Программу составили:

профессор В.И.Балакший и доцент В.Б.Волошинов