

# Физические основы акустооптики

В. И. Балакший      В. Н. Парыгин      Л. И. Чирков

# Оглавление

<b>Аннотация</b>	<b>4</b>
<b>1 Электромагнитные и упругие волны в анизотропных средах. Упругооптический эффект</b>	<b>5</b>
1.1 Бескоординатное представление тензоров и тензорных функций .	5
1.2 Плоские электромагнитные волны в кристаллах . . . . .	13
1.3 Плоские упругие волны в кристаллах . . . . .	21
1.4 Упругооптический эффект . . . . .	26
<b>2 Изотропная дифракция света</b>	<b>31</b>
2.1 Система дифференциальных уравнений, описывающих изотропное акустооптическое взаимодействие . . . . .	33
2.2 Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга . . . . .	39
2.3 Дифракция света в области, промежуточной между режимами Рамана-Ната и Брэгга . . . . .	44
2.4 Методы общего решения уравнений дифракции . . . . .	48
2.5 Дифракция света на двух бегущих акустических волнах и на стоячей волне . . . . .	52
2.6 Дифракция расходящейся световой волны на произвольной акустической волне . . . . .	57
2.7 Дифракция света на поверхностной акустической волне . . . . .	68
<b>3 Дифракция света в анизотропной среде</b>	<b>72</b>
3.1 Акустооптическое взаимодействие в анизотропной среде . . . . .	73
3.2 Общее решение задачи о дифракции света в анизотропной среде	77
3.3 Анизотропная дифракция Брэгга. Особенности геометрии взаимодействия для кристаллов различных классов . . . . .	81
3.4 Многократное брэгговское рассеяние в анизотропных средах . .	91
3.5 Изотропная дифракция в анизотропной среде и особенности дифракции света в изотропном твердом теле . . . . .	98
3.6 Коллинеарное взаимодействие света и звука . . . . .	101
3.7 Анизотропная дифракция света в среде с искусственной анизотропией . . . . .	106
<b>4 Анализ акустооптического взаимодействия</b>	<b>115</b>
4.1 Экстремумы упругооптического эффекта . . . . .	116

4.2	Общее определение экстремумов акустооптического взаимодействия . . . . .	120
4.3	Экстремумы изотропной дифракции . . . . .	123
4.4	Экстремумы анизотропной дифракции и коллинеарного взаимодействия . . . . .	129
4.5	Акустооптические материалы . . . . .	132
<b>5</b>	<b>Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот</b>	<b>142</b>
5.1	Дифракция пространственно-модулированной световой волны на акустическом пучке произвольного спектрального состава . . . . .	142
5.2	Передаточная функция акустооптической ячейки . . . . .	145
5.3	Дифракция светового пучка конечной ширины на монохроматической акустической волне . . . . .	153
5.4	Взаимодействие плоской световой волны с акустическим цугом . . . . .	158
<b>6</b>	<b>Модуляторы света</b>	<b>161</b>
6.1	Модуляторы с бегущей акустической волной . . . . .	161
6.2	Частотные характеристики . . . . .	163
6.3	Оптимизация параметров модулирующей ячейки . . . . .	171
6.4	Экспериментальные результаты . . . . .	176
6.5	Модуляторы со стоячей акустической волной . . . . .	179
<b>7</b>	<b>Преобразователи свет-сигнал</b>	<b>185</b>
7.1	Принцип действия акустооптического развертывающего устройства	185
7.2	Пространственно-частотные характеристики . . . . .	186
7.3	Оптимизация параметров АРУС . . . . .	190
7.4	Дисперсионные характеристики . . . . .	193
7.5	Экспериментальные исследования развертывающих устройств . . . . .	195
7.6	Регистрация фазовой структуры световых полей . . . . .	196
<b>8</b>	<b>Дефлекторы</b>	<b>201</b>
8.1	Основные характеристики дифракционных дефлекторов . . . . .	201
8.2	Влияние затухания ультразвука на характеристики АОД . . . . .	204
8.3	Дефлекторы с изотропной дифракцией света . . . . .	206
8.4	Расширение полосы рабочих частот с помощью фазированных решеток преобразователей . . . . .	215
8.5	Дефлекторы с анизотропной дифракцией света . . . . .	222
8.6	Другие возможности улучшения характеристик АОД . . . . .	227
8.7	Особенности работы АОД в режиме линейного сканирования . . . . .	229
8.8	Сканирование изображений . . . . .	232
<b>9</b>	<b>Перестраиваемые акустооптические фильтры</b>	<b>235</b>
9.1	Полоса пропускания фильтра на основе коллинеарного взаимодействия света и ультразвука . . . . .	236
9.2	Оценка полосы пропускания и эффективности коллинеарного акустооптического фильтра на кристалле большой длины . . . . .	239
9.3	Результаты экспериментального исследования коллинеарного акустооптического фильтра на кварце . . . . .	242

9.4	Особенности акустооптической фильтрации при неколлинеарном анизотропном взаимодействии пучков . . . . .	244
9.5	Полоса пропускания фильтра на основе поперечного взаимодействия . . . . .	246
9.6	Неколлинеарные акустооптические фильтры с широкой угловой апертурой . . . . .	248
9.7	Практические схемы акустооптических фильтров . . . . .	251
<b>10</b>	<b>Акустооптические методы обработки радиосигналов</b>	<b>255</b>
10.1	Пространственная модуляция света акустическими волнами . . .	255
10.2	Анализаторы спектра радиосигналов . . . . .	258
10.3	Устройства для сжатия радиоимпульсов . . . . .	262
10.4	Корреляционная обработка сигналов . . . . .	263
	<b>Список литературы</b>	<b>266</b>

# Аннотация

Книга знакомит читателя с акустооптикой — новым направлением науки и техники, изучающим акустические методы управления оптическим излучением. Основное внимание уделено описанию самого эффекта акустооптического взаимодействия в анизотропной диэлектрической среде. На основе строгого решения задачи о таком взаимодействии анализируются его особенности и возможности использования для различных практических целей. Рассматривается целый ряд важнейших устройств, основанных на акустооптическом взаимодействии, таких как модуляторы и дефлекторы световых пучков, перестраиваемые фильтры и др. Книга предназначена для научных работников, занимающихся вопросами управления когерентным оптическим излучением и оптической обработкой информации.