

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
И Н С Т И Т У Т Н А У Ч Н О Й И Н Ф О Р М А Ц И И
И Т О Г И Н А У К И

С. А. АХМАНОВ, Р. В. ХОХЛОВ

ПРОБЛЕМЫ
НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ
(ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ
ДИСПЕРГИРУЮЩИХ СРЕДАХ)

1962—1963

Москва—1965

АННОТАЦИЯ

Настоящий выпуск серии «Итоги науки» представляет собой изложение основ нелинейной оптики прозрачных диспергирующих сред. Библиография к книге содержит около 250 названий работ, опубликованных до августа 1963 г.

Книга рассчитана на научных работников и инженеров, работающих в области оптики и радиофизики. Она будет полезна также преподавателям, аспирантам и студентам старших курсов физических и физико-технических факультетов.

Ответственный редактор
д-р физ.-матем. наук *Ю. Л. Климонтович*

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	6
§ 1. Нелинейные эффекты при распространении бегущих волн. Уравнения электродинамики нелинейной среды. Роль дисперсии и поглощения	6
п. 1.1. Нелинейные эффекты при распространении бегущих волн	6
п. 1.2. Уравнения электродинамики нелинейной среды	10
§ 2. Краткая характеристика содержания книги	21
Глава I. Нелинейная поляризация слабопоглощающей диспергирующей среды	25
§ 1. Введение	25
§ 2. Элементы классической динамической теории поляризации нелинейной среды	26
§ 3. Динамическая нелинейная поляризация кристалла, обладающего центром инверсии (среда с кубической поляризацией — «кубическая» среда)	30
§ 4. Среда с квадратичной поляризацией («квадратичная среда»)	36
§ 5. Статистическая теория нелинейной поляризации — классическое рассмотрение	40
п. 5.1. Тензоры нелинейной поляризуемости среды без потерь	40
п. 5.2. О действующем поле	51
§ 6. Статистическая теория нелинейной поляризации — квантовое рассмотрение	52
§ 7. Свойства симметрии тензора нелинейной поляризуемости квадратичной среды	61
п. 7.1. Общий случай	61
п. 7.2. Слабодиспергирующая среда	66
§ 8. Дисперсия тензора нелинейной поляризуемости. О квадратичных эффектах в средах, обладающих центром инверсии	68
п. 8.1. Дисперсия тензора нелинейной поляризуемости	68
п. 8.2. О квадратичных эффектах в средах, обладающих центром инверсии	70
п. 8.3. Мера нелинейности среды в неквазистационарных задачах	76
п. 8.4. Заключение. Ограничения современной теории нелинейной поляризации	77
Глава II. Основы теории волн в нелинейной диспергирующей среде	79
§ 1. Введение	79
§ 2. Волны в линейной анизотропной диспергирующей среде	81
п. 2.1. Нулевое приближение ($\mu = 0$). Собственные волны анизотропной непоглощающей среды	81
п. 2.2. Первое приближение ($\mu \neq 0$); укороченные уравнения для поглощающей среды	83
	293

	Стр.
§ 3. Взаимодействие волн в нелинейных анизотропных средах . . .	88
п.3. 1. Квадратичная среда. Укороченные уравнения	88
п. 3.2. Энергетические соотношения при трехчастотных взаимодей-	
ствиях в квадратичной среде. Обсуждение	92
п. 3.3. О взаимодействии волн в кубичной среде	93
§ 4. Общая характеристика взаимодействий волн в нелинейных дис-	
пергирующих средах. Краевые задачи. Вторичные упрощения	
укороченных уравнений. Сторонние силы в нелинейной среде . .	96
п. 4.1. Краевые задачи; классификация нелинейных взаимодей-	
ствий	96
п. 4.2. Сторонние силы в нелинейной среде. Укороченные уравнения	
неоднородной задачи электродинамики нелинейной среды	104
п. 4.3. О средах с переменными параметрами	108
§ 5. Поверхностные нелинейные взаимодействия. Отражение плос-	
кой электромагнитной волны от границы нелинейной среды . .	115
п. 5.1. Постановка задачи	115
п. 5.2. Нулевое приближение. Отражение от границы линейной	
изотропной среды	118
п. 5.3. Первое приближение. Возникновение гармоник в поле от-	
раженной волны	119
§ 6. О пространственно-временной аналогии в теории нелинейных	
систем	125
§ 7. Обобщенные укороченные уравнения и законы сохранения	
для нелинейной среды с временной и пространственной диспер-	
сией	128
Г л а в а III. Искажения немодулированных электромагнитных волн в	
нелинейных диспергирующих средах. Генерирование оптических	
гармоник	145
§ 1. Введение	145
§ 2. Дисперсионные и нелинейные свойства однородных сред, допу-	
скающих когерентное генерирование второй гармоники	147
п. 2.1. Условия синхронизма в анизотропной среде	147
п. 2.2. Нелинейные свойства среды, конкретизация укороченных	
уравнений	154
§ 3. Генерирование второй гармоники в среде с квадратичной поля-	
ризацией	160
п. 3.1. Укороченные уравнения для нелинейной среды без потерь	
п. 3.2. Среда без потерь. Первые интегралы укороченных уравнений.	
Анализ на фазовой плоскости. Решения в приближении задан-	
ного поля	161
п. 3.3. Влияние линейных потерь в среде на генерацию второй	
гармоники	171
п. 3.4. Об эффектах насыщения при генерации второй гармоники	
в диссипативной среде	173
§ 4. Генерирование второй гармоники в среде, диэлектрическая по-	
стоянная которой зависит от напряженности поля распростра-	
няющейся волны	175
§ 5. О генерировании вторых гармоник в неоднородных средах. Схе-	
мы компенсации расстройки фазовых скоростей взаимодейству-	
ющих волн. Теория удвоения частоты в резонаторе типа Фабри-Перо	
п. 5.1. Об увеличении длины когерентного взаимодействия в неод-	
нородной среде. Схемы компенсации	180
п. 5.2. Переходные процессы и установившиеся колебания в одно-	
мерном резонаторе Фабри—Перо, заполненном нелиней-	
ной средой с квадратичной поляризацией	182

§ 6. Генерирование третьей гармоники в квадратичной среде — последовательные трехчастотные взаимодействия	187
§ 7. О генерировании третьей гармоники в кубичной среде — пример четырехчастотного взаимодействия	195
Глава IV. Параметрические эффекты в оптике	197
§ 1. Введение	197
§ 2. Нерезонансное параметрическое усиление бегущих волн в квадратичной среде	198
п. 2.1. Параметрическое усиление при высокочастотной накачке	199
п. 2.2. Параметрическое преобразование частоты.	203
п. 2.3. О параметрическом усилении при низкочастотной накачке	205
§ 3. Эффекты насыщения при параметрическом усилении бегущих волн в квадратичной среде. О перестраиваемом параметрическом генераторе света	207
п. 3.1. Режим насыщения усилителя с высокочастотной накачкой	207
п. 3.2. О параметрическом генераторе света	211
§ 4. Нерезонансное параметрическое усиление в кубичной среде	219
п. 4.1. Параметрическое усиление в кубичной среде при наличии статического поля	219
п. 4.2. О параметрическом усилении при четырехчастотных взаимодействиях	225
§ 5. Резонансные параметрические эффекты — вынужденное комбинационное рассеяние	226
Глава V. Модулированные волны в нелинейных диспергирующих средах	237
§ 1. Введение	237
§ 2. Модуляция света в оптически анизотропных кристаллах	239
§ 3. Устройства с длительным воздействием поля модуляции на световую волну	242
§ 4. Модуляция света в оптически изотропных кристаллах	245
§ 5. Преобразование формы модуляции при параметрическом усилении бегущих волн	250
Глава VI. Экспериментальная нелинейная оптика	255
§ 1. Введение	255
§ 2. Генерирование вторых гармоник в квадратичных средах	256
п. 2.1. Экспериментальные методы. Эксперименты при малых уровнях мощности	256
п. 2.2. Эксперименты при высоком уровне мощности основного излучения	264
п. 2.3. Пространственная и временная структура излучения второй гармоники. Факторы, определяющие длину когерентного взаимодействия	266
п. 2.4. Спектр второй гармоники	274
п. 2.5. О кристаллах, допускающих генерирование второй гармоники. Значения компонент тензора χ	274
§ 3. Другие нелинейные эффекты в квадратичной среде. Оптическое детектирование. Генерирование комбинационных частот. Поверхностные эффекты	276
§ 4. Нелинейные эффекты в кубичной среде. Вынужденное комбинационное рассеяние	278
п. 4.1. Нелинейные эффекты в кубичной среде	278
п. 4.2. Эксперименты по вынужденному комбинационному рассеянию	279
Заключение	281
Список литературы	283