

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	11
Введение. <b>Физика нелинейных периодических систем: современное состояние и перспективы</b> (Ю. С. Кившарь, Н. Н. Розанов) . .	13
1. Коллективные возбуждения в молекулярных цепочках . . . . .	14
2. Бозе-эйнштейновский конденсат в периодическом потенциале . . . .	18
3. Нелинейная локализация в цепочке световодов . . . . .	21
4. Локализованные волны и солитоны в нелинейных фотонных решетках . . . . .	23
5. Нелинейные эффекты в цепочках плазмонных наночастиц . . . . .	24
6. Нелинейные эффекты в метаматериалах . . . . .	27
7. Заключение и перспективы . . . . .	34
Литература к введению . . . . .	36

### Часть I. **Нелинейные эффекты в структурах с ограниченной размерностью: от наборов волноводов к «медленному» свету**

Глава 1. <b>Нелинейные эффекты в одномерных фотонных решетках</b> (Д. Кип, М. Степич) . . . . .	40
1.1. Введение . . . . .	40
1.2. Линейные свойства и формирование набора волноводов . . . . .	41
1.2.1. Зонная структура и моды Флоке-Блоха в одномерных решетках (41). 1.2.2. Изготовление наборов нелинейных волноводов (43).	
1.3. Локализация света и решеточные солитоны . . . . .	45
1.3.1. Решеточные солитоны (45). 1.3.2. Дискретная модуляционная неустойчивость (46). 1.3.3. Дискретные векторные солитоны (47). 1.3.4. Решеточные солитоны высших порядков (49). 1.3.5. Дискретные темные солитоны (49).	
1.4. Взаимодействие световых пучков в одномерных фотонных решетках . . . . .	51
1.4.1. Взаимодействие с дефектами (52). 1.4.2. Взаимодействие блокирования (52). 1.4.3. Коллинеарное взаимодействие (52).	
Литература к главе 1 . . . . .	55

<b>Глава 2. Нелинейные оптические волны в жидкокристаллических решетках</b> ( <i>Г. Ассанто, А. Фраталоччи</i> ) . . . . .	60
2.1. Введение . . . . .	60
2.2. Фотонные решетки в нематических жидких кристаллах . . . . .	61
2.3. Дискретная динамика . . . . .	64
2.3.1. Дискретные солитоны в НЖК (64). 2.3.2. Нелинейное управление в НЖК-решетках (66).	
2.4. Динамика решетки . . . . .	69
2.4.1. Многозонные решеточные солитоны (69). 2.4.2. Управляемое светом туннелирование Ландау–Зинера (71).	
2.5. Заключение . . . . .	75
Литература к главе 2 . . . . .	77
<b>Глава 3. Нелинейная оптика и солитоны в фотонно-кристаллических световодах</b> ( <i>Д. В. Скрябин, В. Дж. Вэдсворс</i> ) . . . . .	79
3.1. Введение . . . . .	79
3.2. Генерация суперконтинуума и преобразование частоты: методы и приложения . . . . .	81
3.2.1. Фемтосекундный суперконтинуум (81). 3.2.2. Суперконтинуум длинных импульсов (83).	
3.3. Солитоны в ФКС с твердой сердцевиной и их роль в генерации суперконтинуума . . . . .	85
3.3.1. Расщепление солитонов и внутриимпульсное комбинационное рассеяние (85). 3.3.2. Резонансное излучение солитонов (87). 3.3.3. Смещение солитонов с дисперсным излучением, радиационный захват и коротковолновый край суперконтинуума (87). 3.3.4. Красный сдвиг излучения и подавление самосдвига частоты солитонов (90). 3.3.5. Другие солитонные эффекты в ФКС с твердой сердцевиной (92).	
3.4. Компрессия импульсов в ФКС . . . . .	92
3.5. Нелинейная и квантовая оптика в ФКС с поллой сердцевиной . . . . .	93
3.6. Заключение . . . . .	95
Литература к главе 3 . . . . .	96
<b>Глава 4. Пространственное переключение медленного света в периодических фотонных структурах</b> ( <i>А. А. Сухоруков</i> ) . . . . .	101
4.1. Введение . . . . .	101
4.2. Дисперсия и управление скоростью света в нелинейных периодических структурах . . . . .	103
4.3. Переключение медленного света в связанных световодах . . . . .	106
4.3.1. Полностью оптическое переключение в связанных световодах с брэгговскими решетками (106). 4.3.2. Туннелирование медленного света в фотонно-кристаллических связанных световодах (112).	
4.4. Медленные оптические пули . . . . .	115
4.5. Заключение . . . . .	117
Литература к главе 4 . . . . .	120

## Часть II. Нелинейные эффекты в многомерных решетках: солитоны и локализация света

Глава 5. <b>Введение в физику солитонов в фотонных решетках</b> ( <i>Н.К. Эфремидис, Дж.В. Флейшер, Г. Бартал, О. Коен, Х. Булжан, Д. Кристоудилдес, М. Сеgev</i> ) . . . . .	124
5.1. Введение в физику оптических периодических систем . . . . .	124
5.2. Оптически индуцированные решетки. . . . .	126
5.3. Теория связанных мод . . . . .	130
5.4. Линейные свойства . . . . .	131
5.5. Одномерные решеточные солитоны . . . . .	137
5.6. Двумерные решеточные солитоны. . . . .	144
5.7. Вихревые солитоны в решетках . . . . .	148
5.8. Решеточные солитоны со случайной фазой. . . . .	150
Литература к главе 5 . . . . .	152
Глава 6. <b>Сложные нелинейные фотонные решетки: от неустойчивостей к управлению</b> ( <i>Й. Имброк, Б. Терхалл, П. Розе, Ф. Яндер, С. Коке, К. Дениц</i> ) . . . . .	158
6.1. Введение . . . . .	158
6.2. Оптически индуцированные решетки в фоторефрактивных средах . . . . .	160
6.3. Анизотропия в нелинейных фотонных решетках . . . . .	165
6.3.1. Ориентационная анизотропия (165). 6.3.2. Поляризационная анизотропия (166).	
6.4. Двумерные дискретные солитоны в нелинейных фотонных решетках . . . . .	167
6.5. Гибридные решетки . . . . .	171
6.6. Многопериодические решетки . . . . .	172
6.7. Распространение сложных пучков в сложных решетках . . . . .	175
6.8. Управление неустойчивостями распространяющихся во встречных направлениях солитонов с помощью оптически индуцированных фотонных решеток . . . . .	178
6.9. Заключение . . . . .	185
Литература к главе 6 . . . . .	186
Глава 7. <b>Локализация света на дефектах в оптически-наведенных фотонных структурах</b> ( <i>Дж. Янг, Х. Ванг, Дж. Ванг, Ж. Чен</i> ) . . . . .	189
7.1. Введение . . . . .	189
7.2. Оптически наведенные решетки и дефекты . . . . .	190
7.3. Линейные дефектные моды в одномерных решетках. . . . .	193
7.4. Линейные дефектные моды в двумерных квадратных решетках . . . . .	196
7.5. Линейные дефектные моды в двумерных кольцевых решетках . . . . .	199
7.6. Нелинейные дефектные моды. . . . .	201
7.7. Заключение . . . . .	206
Литература к главе 7 . . . . .	207

<b>Глава 8. Локализация полихроматического света в периодических структурах</b> ( <i>Д. Н. Нешев, А. А. Сухоруков, В. З. Кроликовский, Ю. С. Кившарь</i> ) . . . . .	210
8.1. Введение . . . . .	210
8.2. Полихроматический свет в периодических структурах . . . . .	212
8.3. Нелинейная локализация полихроматического света . . . . .	214
8.3.1. Коллективные нелинейные взаимодействия в средах с медленной нелинейностью (215). 8.3.2. Полихроматические щелевые солитоны (216).	
8.4. Экспериментальные исследования полихроматического самозахвата . . . . .	217
8.4.1. Экспериментальная установка (217). 8.4.2. Нелинейное спектрально-пространственное преобразование пучков (220). 8.4.3. Генерация полихроматических щелевых солитонов (222). 8.4.4. Взаимодействие с наведенным дефектом (224). 8.4.5. Пространственно-спектральное преобразование при взаимодействии с поверхностью (225).	
8.5. Заключение . . . . .	229
Литература к главе 8 . . . . .	230

### Часть III. Периодические структуры для волн материи: от решеток к рэчетам

<b>Глава 9. Бозе-эйнштейновский конденсат в одномерных решетках: нелинейность и спектры Ванье–Штарка</b> ( <i>Э. Аримондо, Д. Чиаппини, О. Морц</i> ) . . . . .	234
9.1. Введение . . . . .	234
9.2. Оптическая решетка . . . . .	235
9.3. Анализ интерференционной картины . . . . .	240
9.4. Нелинейная оптическая решетка . . . . .	241
9.5. Осцилляции Блоха . . . . .	243
9.6. Туннелирование Ландау–Зинера . . . . .	244
9.7. Резонансно усиленное квантовое туннелирование . . . . .	246
9.8. Заключение . . . . .	249
Литература к главе 9 . . . . .	250
<b>Глава 10. Перенос холодных атомов в оптических решетках с рэчетами: механизмы и симметрия</b> ( <i>С. Денисов, С. Флах, П. Хангги</i> ) . . . . .	252
10.1. Введение . . . . .	252
10.2. Динамика единственной частицы . . . . .	253
10.3. Симметрия . . . . .	254
10.3.1. Симметрия периодической функции с нулевым средним значением (254). 10.3.2. Симметрия уравнений движения (255). 10.3.3. Случай квазипериодических функций (256).	

10.4. Динамические механизмы выпрямления: гамильтонов предел . . . .	258
10.5. Резонансное усиление переноса в случае квантовых рэчетов . . . . .	260
10.6. Заключение . . . . .	264
Литература к главе 10 . . . . .	265
<b>Глава 11. Атомный бозе-эйнштейновский конденсат в оптических решетках с переменной пространственной симметрией</b> (С. Клинг, Т. Салгер, К. Геккелер, Г. Ритт, Й. Плумхоф, М. Вайц)	268
11.1. Введение . . . . .	268
11.2. Основы оптических многофотонных решеток . . . . .	270
11.3. Экспериментальные методы . . . . .	272
11.4. Измерения и результаты . . . . .	273
11.5. Квантовые рэчеты . . . . .	275
Литература к главе 11 . . . . .	277
<b>Глава 12. Симметрия и перенос в качающемся рэчете для холодных атомов</b> (Ф. Ренцони)	279
12.1. Введение . . . . .	279
12.2. Симметрия качающегося рэчета . . . . .	280
12.2.1. Консервативный случай (280). 12.2.2. Слабая диссипация (282). 12.2.3. Квазипериодическое воздействие (282).	
12.3. Диссипативные оптические решетки . . . . .	283
12.4. Качающийся рэчет для холодных атомов . . . . .	284
12.4.1. Бигармоническое воздействие (285). 12.4.2. Многочастотное воздействие (286).	
12.5. Заключение . . . . .	289
Литература к главе 12 . . . . .	290
<b>Глава 13. Оптические метаматериалы: невидимость в видимом диапазоне и нелинейность для обратных направлений</b> (Н. М. Литчиничер, В. М. Шалаев)	291
13.1. Введение . . . . .	291
13.2. Оптические метаматериалы: новые степени свободы . . . . .	293
13.3. Путь к невидимости . . . . .	295
13.3.1. Трансформационный метод (297). 13.3.2. Устройства невидимости: от СВЧ-излучения к оптике (298).	
13.4. Нелинейная оптика с обратными волнами в МОПП. . . . .	303
13.4.1. Генерация второй гармоники (305). 13.4.2. Оптическое параметрическое усиление: компенсация потерь в МОПП (307). 13.4.3. Бистабильность в разветвителях (309). 13.4.4. Бистабильность в слоистых структурах (311). 13.4.5. Солитоны в резонансных плазмонных структурах (313).	
13.5. Заключение . . . . .	314
Литература к главе 13 . . . . .	316

Глава 14. <b>Нелинейные метаматериалы</b> ( <i>И. В. Шадривов</i> ) . . . . .	323
14.1. Введение . . . . .	323
14.2. Нелинейный отклик метаматериалов. Теория . . . . .	324
14.2.1. Нелинейная магнитная проницаемость (325). 14.2.2. Нелинейная диэлектрическая проницаемость (327).	
14.3. Нелинейные метаматериалы: эксперименты . . . . .	328
14.4. Пропускание, управляемое нелинейностью . . . . .	329
14.5. Электромагнитные пространственные солитоны в метаматериалах . . . . .	333
14.6. Квадратичные нелинейные эффекты в метаматериалах . . . . .	334
14.7. Заключение . . . . .	339
Литература к главе 14 . . . . .	341
Глава 15. <b>Модель электрического контура для усиления в метаматериалах</b> ( <i>А. Д. Бордман, Н. Кинг, Ю. Рапопорт</i> ) . . . . .	343
15.1. Введение . . . . .	343
15.2. Структуры с отрицательным сопротивлением . . . . .	344
15.3. Включение диодов . . . . .	345
15.4. Обсуждение устойчивости . . . . .	349
15.5. Численный анализ . . . . .	353
15.6. Заключение . . . . .	356
Литература к главе 15 . . . . .	358
Глава 16. <b>Дискретные бризеры и солитоны в метаматериалах</b> ( <i>Г. Циронис, Н. Лазаридес, М. Элефтериу</i> ) . . . . .	360
16.1. Введение . . . . .	360
16.2. Магнитные бризеры . . . . .	363
16.2.1. Гамильтоновы дискретные бризеры (365). 16.2.2. Диссипативные дискретные бризеры (366).	
16.3. Магнитные солитоны . . . . .	369
16.4. Электромагнитные солитоны . . . . .	371
16.5. Заключение . . . . .	375
Литература к главе 16 . . . . .	377
Предметный указатель . . . . .	379