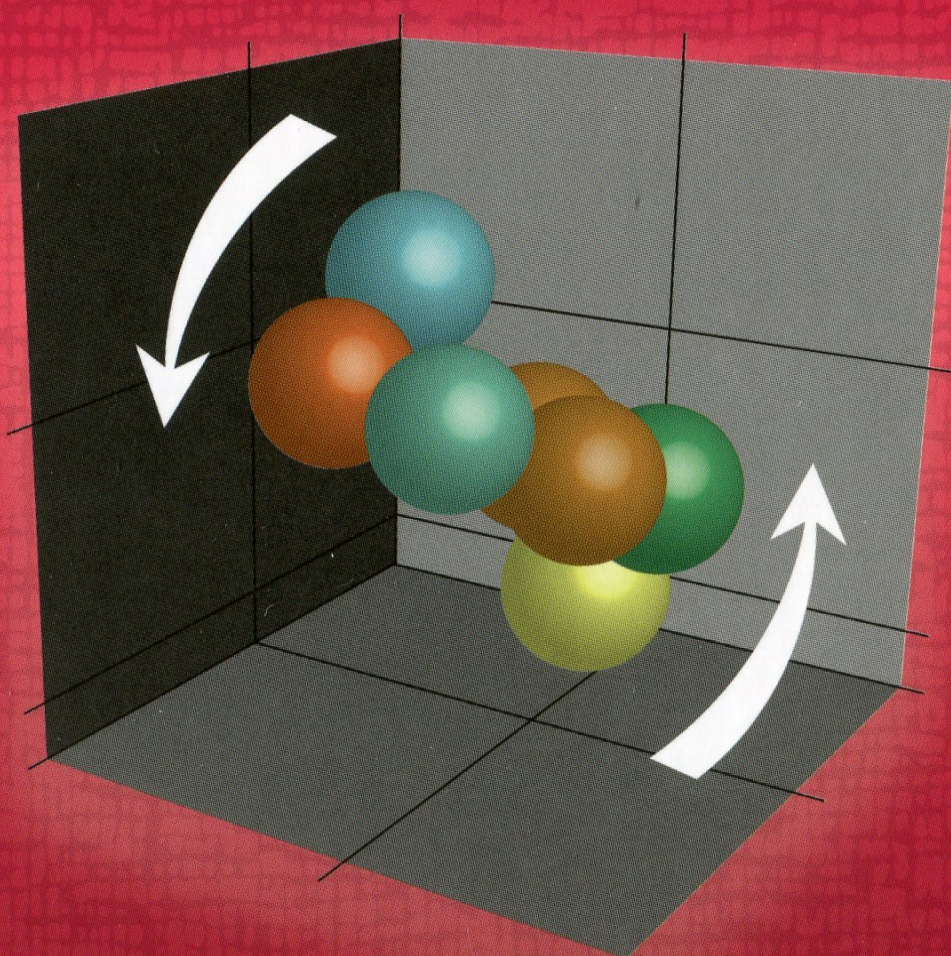


Н. Н. РОЗАНОВ

ДИССИПАТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СОЛИТОНЫ

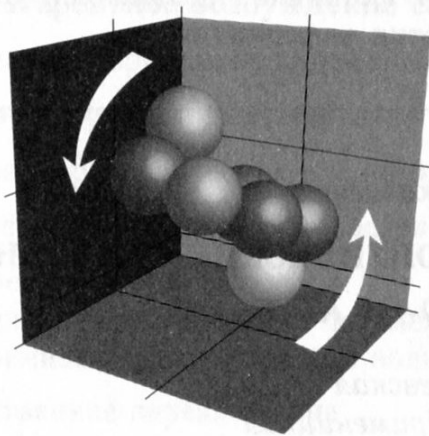
ОТ МИКРО-
К НАНО-
И АТТО-



Н. Н. РОЗАНОВ

ДИССИПАТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СОЛИТОНЫ

ОТ МИКРО- К НАНО- И АТТО-



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2011

Тверской государственный университет



Научная библиотека 00294083

93

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Глава 1. Введение в физику диссипативных оптических солитонов	11
1.1. Свойства оптических солитонов	11
1.2. Схемы формирования диссипативных оптических солитонов	16
1.3. История исследования диссипативных солитонов.	20
Список литературы к Главе 1.	24

Часть I. Тонкие беззеркальные системы

Глава 2. Некогерентное возбуждение слоя полупроводника	27
2.1. Модель схемы и приближение среднего поля	27
2.2. Поперечно-однородные распределения	31
2.3. Стационарные распределения в одномерной схеме	36
2.4. Устойчивость стационарных распределений	41
2.5. Волны переключения	43
2.5.1. Волны переключения и механическая аналогия (43).	
2.5.2. Устойчивые и неустойчивые волны переключения (45).	
2.6. Пространственное переключение	50
2.7. Неоднородности и пространственный гистерезис	55
2.7.1. Асимптотический анализ (55). 2.7.2. Пространственная бистабильность (58). 2.7.3. Пространственный гистерезис (61). 2.7.4. Резкие неоднородности (63).	
2.8. Поперечно-двумерные структуры	64
2.9. Другие факторы	65
Список литературы к Главе 2.	68
Глава 3. Когерентное возбуждение слоя полупроводника.	70
3.1. Оптические характеристики конденсата Бозе–Эйнштейна.	70
3.2. Бистабильность и диссипативные солитоны	74
Список литературы к Главе 3.	77

Глава 4. Наносолитоны — диссипативные дискретные солитоны в резонансно возбуждаемых молекулярных агрегатах	79
4.1. Введение. Модель и дискретно-однородные режимы	79
4.2. Кольцевые агрегаты	84
4.2.1. Однородное возбуждение и бистабильность (84). 4.2.2. Статическая модуляция и вращающиеся волны (85). 4.2.3. Волны переключения (86). 4.2.4. Диссипативные солитоны (87).	
4.3. Линейные агрегаты	89
4.3.1. Пространственная бистабильность (89). 4.3.2. Диссипативные молекулярные солитоны (90).	
4.4. Движение солитонов при наклонном падении излучения	92
Список литературы к Главе 4.	94

Часть II. Резонаторные схемы с когерентным поддерживающим излучением

Глава 5. Модели широкоапертурных нелинейных интерферометров и лазеров.	96
5.1. Кольцевой интерферометр/лазер, операторное представление	97
5.2. Модель нелинейного экрана.	101
5.3. Приближение среднего поля	102
5.4. Модель медленной нелинейности	109
Список литературы к Главе 5.	111
Глава 6. Поперечно-однородные стационарные режимы и их модуляционная неустойчивость.	112
6.1. Поперечно-однородные режимы	112
6.2. Матричное описание развития возмущений	113
6.3. Резонаторы без увеличения и с увеличением	116
Список литературы к Главе 6.	121
Глава 7. Модель пороговой нелинейности	123
7.1. Абсорбционная нелинейность.	123
7.1.1. Общие соотношения (123). 7.1.2. Дифракционные волны переключения (125). 7.1.3. Одиночные локализованные структуры (129).	
7.2. Абсорбционно-рефрактивная нелинейность	140
7.3. Асимметричные структуры	145
Список литературы к Главе 7.	150

Глава 8. Структуры поля при других видах нелинейности	152
8.1. Возбуждение интерферометра плоской волной	152
8.1.1. Волны переключения (152). 8.1.2. Метастабильность и кинетика выбросов (154).	
8.2. Волны переключения и неоднородности	155
8.2.1. Локальные неоднородности (155). 8.2.2. Наклонное падение внешнего излучения (156).	
8.3. Диссипативные солитоны в интерферометре	162
8.3.1. Взаимодействие волн переключения и одиночные одномерные диссипативные солитоны (163). 8.3.2. Взаимодействие одномерных диссипативных солитонов (167). 8.3.3. Двумерные диссипативные солитоны (169). 8.3.4. Аристотелева механика диссипативных солитонов (172). 8.3.5. Эйлерова механика солитонных комплексов (177). 8.3.6. Волны переключения и диссипативные солитоны в условиях неустойчивостей (183). 8.3.7. Многокомпонентность и векторные диссипативные солитоны (194). 8.3.8. Интерферометр с бозе-эйнштейновским конденсатом (202).	
Список литературы к Главе 8.	208
Глава 9. Квантовые флуктуации диссипативных пространственных солитонов	211
9.1. Введение: солитоны и квантовые эффекты	211
9.2. Вывод квантового уравнения Ланжевена	213
9.3. Спектральное представление для квантовых флуктуаций диссипативных солитонов	218
9.3.1. Общий анализ задачи (218). 9.3.2. Сплошной спектр (220). 9.3.3. Дискретный спектр (223). 9.3.4. Определение операторов физических величин в окрестности солитонного решения (224).	
9.4. Релаксирующий диссипативный солитон	226
9.4.1. Экспоненциально убывающая составляющая возмущения (226). 9.4.2. Обобщенное решение для диссипативного солитона (227).	
9.5. Расчет квантовых флуктуаций диссипативных солитонов	230
9.5.1. Метод функций Грина (230). 9.5.2. Средние квадраты флуктуаций центра и импульса солитона (231). 9.5.3. Сжатые по импульсу состояния солитона и их наблюдаемость (232).	
9.6. Квантовые флуктуации поперечно-двумерного диссипативного солитона	237
Список литературы к Главе 9.	238
Глава 10. Эксперименты и перспективные применения	240
10.1. Поперечные неустойчивости и периодические поперечные структуры	240
10.2. Волны переключения и пространственный гистерезис	241
10.3. Солитоны в нелинейном интерферометре	242

10.4. Поперечные структуры и обработка информации	243
Список литературы к Главе 10	249

Часть III. Лазерные схемы без когерентного поддерживающего излучения

Глава 11. Модели и общие соотношения	252
11.1. Схемы лазеров	252
11.2. Уравнения Максвелла–Блоха	254
11.3. Энергетический баланс	259
11.4. Стационарные симметричные локализованные структуры	261
Список литературы к Главе 11	264
Глава 12. Одномерные лазерные схемы	265
12.1. Солитоны с симметричным распределением интенсивности в лазере класса АА	265
12.1.1. Стационарные локализованные структуры (265).	
12.1.2. Устойчивость локализованных структур (270).	
12.2. Асимметричные солитоны в лазере класса АА	272
12.3. Взаимодействие солитонов в лазере класса АА	277
12.3.1. Условия галилеевской симметрии (277).	
12.3.2. Режимы слабого взаимодействия солитонов (279).	
12.3.3. Многосолитонные структуры (282).	
12.4. Влияние неоднородностей	285
12.4.1. Плавные неоднородности (285).	
12.4.2. Резкие неоднородности (292).	
12.5. Влияние инерционности нелинейного отклика	294
12.5.1. Резонаторные схемы (294).	
12.5.2. Световодные схемы (300).	
12.6. Механизмы движения диссипативных солитонов	301
Список литературы к Главе 12	304
Глава 13. Двумерные лазерные схемы	307
13.1. Генерация полосы в лазере класса АА	307
13.2. Симметрия и движение локализованных структур	308
13.3. Солитоны с осесимметричным распределением интенсивности	311
13.3.1. Стационарные локализованные структуры (311).	
13.3.2. Устойчивость симметричных солитонов (314).	
13.3.3. Непараксиальные лазерные солитоны (317).	
13.4. Асимметричные и пульсирующие солитоны	318
13.5. Взаимодействие солитонов в лазере класса АА	325
13.5.1. Синфазная слабая связь фундаментальных солитонов (325).	
13.5.2. Синфазно-противофазная слабая связь лазерных соли-	

тонов (331). 13.5.3. Сильная связь лазерных солитонов (344). 13.5.4. Механика Эйлера для жестких солитонных комплексов (352). 13.5.5. Смешанная связь и планетарные солитонные структуры (353). 13.5.6. Столкновения лазерных солитонов и их комплексов (355). 13.5.7. Некогерентная связь солитонов (362).	
13.6. Влияние неоднородностей	365
13.6.1. Плавные неоднородности (365). 13.6.2. Резкие неоднородности (376). 13.6.3. Солитонный коллайдер (378).	
13.7. Влияние инерционности и нелокальности нелинейного отклика . . .	385
13.7.1. Модель и исходные уравнения (385). 13.7.2. Устойчивость поперечно-однородной генерации (386). 13.7.3. Локализованные структуры излучения (387). 13.7.4. Медленное движение солитонов (390). 13.7.5. Асимметричные быстрые лазерные солитоны (392).	
Список литературы к Главе 13	393
Глава 14. «Лазерные пули» — трехмерные лазерные солитоны . .	395
14.1. Одиночные лазерные пули	396
14.2. Комплексы «лазерных пуль»	400
14.3. Столкновения лазерных пуль и их комплексов	404
14.3.1. Столкновения пуль при галилеевской симметрии (404). 14.3.2. Столкновения комплексов лазерных пуль (404).	
Список литературы к Главе 14	408
Глава 15. Диссипативные световодные брэгговские солитоны . . .	409
15.1. Введение	409
15.2. Квазиоптическое приближение в схеме класса АА	412
15.2.1. Стационарные структуры (413). 15.2.2. Пространственно-однородные распределения (414). 15.2.3. Локализованные структуры (416). 15.2.4. Линейный анализ устойчивости (421).	
15.3. Учет конечных времен релаксации	422
15.3.1. Система уравнений Максвелла–Блоха (422). 15.3.2. Локализованные решения (423). 15.3.3. Устойчивость локализованных решений (425).	
15.4. Взаимодействие брэгговских солитонов	427
15.4.1. Взаимодействие низкоинтенсивных локализованных структур (427). 15.4.2. Взаимодействие высокоинтенсивных солитонов (429).	
15.5. Солитоны вне приближения медленно меняющихся амплитуд	432
15.5.1. Локализация солитонов и дискретность их средней скорости (433). 15.5.2. Пара неподвижных солитонов (435).	
15.6. Векторные диссипативные брэгговские солитоны	436
15.6.1. Уравнения связанных мод в световоде с двулучепреломлением (437). 15.6.2. Векторные солитоны (439).	
Список литературы к Главе 15	442

Глава 16. Диссипативные дискретные солитоны	444
16.1. Одномерные дискретные диссипативные солитоны.	445
16.1.1. Исходные соотношения (445). 16.1.2. Поперечно-однородные распределения и волны переключения (447). 16.1.3. Дискретные солитоны (451).	
16.2. Двумерные дискретные диссипативные солитоны	457
Список литературы к Главе 16	462
Глава 17. Аттосолитоны — предельно короткие диссипативные солитоны	464
17.1. Введение	464
17.2. Среда двухуровневых атомов	465
17.2.1. Схема и исходные соотношения (465). 17.2.2. Стационарные локализованные структуры (467). 17.2.3. Влияние волноводной дисперсии (471). 17.2.4. Ограничение сжатия импульсов брэгговской решеткой (472). 17.2.5. Эффекты электрической проводимости (474).	
17.3. Среда трехуровневых атомов	480
17.3.1. Ограничение сжатия импульсов (480). 17.3.2. Формирование солитона из фемтосекундного импульса (483). 17.3.3. Столкновения предельно коротких солитонов (485).	
17.4. Среда с квантовыми точками	489
17.4.1. Модель (490). 17.4.2. Результаты численного моделирования (492).	
Список литературы к Главе 17	497
Глава 18. Эксперименты с лазерными схемами	498
18.1. Лазеры с медленным насыщающимся поглотителем	499
18.2. Лазерные усилительные схемы	500
18.3. Полупроводниковые лазеры с вертикальным резонатором	502
Список литературы к Главе 18	505
Глава 19. От микро- к нано- и атто-солитонам	507
Список литературы к Главе 19	513
Приложение А. Параксиальное и непараксиальное распространение излучения.	515
Список литературы к Приложению А	526
Приложение Б. Материальные уравнения.	527
Список литературы к Приложению Б	533
Приложение В. К выводу квантового уравнения Ланжевена	535
Список литературы к Приложению В	536