

Оглавление

Предисловие	9
Благодарности	11
1. Основные уравнения	12
1.1. Стационарные пучки в однородных нелинейных средах	13
1.2. Нелинейные члены	14
1.3. Распространение импульса в нелинейной среде	18
1.4. Дисперсионные эффекты в волноводах	21
1.5. Распространение импульса в одномодовом волокне	23
1.6. Волокна с двулучепреломлением	24
1.7. Волны в нелинейном волноводе	25
1.8. Виды поляризации монохроматических оптических волн	26
1.9. Нелинейные ответвители	28
1.10. Нелинейные волоконные матрицы	30
1.11. Лазеры с пассивной синхронизацией мод	31
1.12. Солитонные оптические линии связи	32
1.13. Солитонные X-ответвители	33
2. Нелинейное уравнение Шредингера	35
2.1. Односолитонное решение	35
2.2. Преобразование масштаба	36
2.3. Преобразование Галилея	36
2.4. Законы сохранения	36
2.5. Уравнения непрерывности	38
2.6. Взаимодействия солитонов с излучением	39
2.7. Условия интегрируемости	40
2.8. Решение задачи Коши	42
2.9. Преобразование Дарбу	44
2.10. Решения линеаризованного НУШ	46
2.11. Решение линейной задачи для НУШ	47
3. Точные решения	48
3.1. Анзатц	48
3.2. Редукция к конечномерной динамической системе	49
3.3. Решения динамической системы	50
3.4. Случай комплексных корней	53
3.5. Сокращение числа параметров	54
3.6. Частные случаи	54
3.7. Модуляционная неустойчивость	54
3.8. Геометрическая интерпретация модуляционной неустойчивости	57
3.9. Эволюция спектральных компонентов	59
3.10. Рациональное решение	61
3.11. Периодические решения	61
3.12. Солитоны “на пьедестале”	64
3.13. Стационарные периодические кноидальные волны	66
3.14. Решения высших порядков	67
3.15. Решение второго порядка	67

3.16. Многосолитонные решения	68
3.17. Бризеры	69
3.18. Модуляционная неустойчивость в случае двухполосного начального возбуждения	72
4. Нелинейности, отличные от керровской	77
4.1. Стационарные решения	78
4.2. Примеры	79
4.3. Среды с насыщением	80
4.4. Устойчивость уединенных волн	81
4.5. Солитоны в задаче с квадратичным показателем преломления	82
4.6. Внутреннее трение в системе солитонов	83
5. Режим нормальной дисперсии	89
5.1. Общее решение	89
5.2. Частные случаи	92
5.3. Периодические решения	92
5.4. Стационарные периодические решения	94
5.5. Столкновение двух темных солитонов	96
5.6. Возбуждение темных солитонных пар	100
5.7. Черный солитон	101
5.8. Взаимосвязь между солитонами НУШ в нормальном и аномальном режимах дисперсии	101
5.9. Фазовая функция темного солитона	102
5.10. Солитоны “чернее черного”	105
6. Линейные многополюсники на основе солитонов	108
6.1. Основные принципы	108
6.2. Более сложные волноводы на основе солитонов	109
6.3. Профиль показателя преломления для N -солитонного решения	111
6.4. “Моды” сложных волноводов	112
6.5. Мощность в каналах волновода	114
6.6. Коэффициенты передачи	115
6.7. Пример 1. Солитонный X-ответвитель	117
6.8. Пример 2. (3×3) -переключатель	118
6.9. Случаи, отличные от оптимальных	119
6.10. X-ответвитель на основе взаимодействия темных солитонов	121
7. Импульсы в нелинейных средах с двойным лучепреломлением	122
7.1. Симметрии и законы сохранения	124
7.2. Приближение слабого двулучепреломления	125
7.3. Переход к круговой поляризации	125
7.4. Стационарные решения (линейно поляризованные солитоны)	126
7.5. Эллиптически поляризованные солитоны	127
7.6. Энергетическая дисперсионная диаграмма	128
7.7. Диаграмма зависимости гамильтониана от энергии	128
7.8. Параметры Стокса	129
7.9. Динамические солитоны	130
7.10. Аппроксимация среднего профиля	131
7.11. Сравнение с пучком плоских волн	132
7.12. Длины линейных и нелинейных биений	132
7.13. Анализ системы	133

7.14. Неустойчивость быстрого солитона	140
7.15. Излучение солитона	142
7.16. Численные примеры	144
7.17. Приближение для солитонов с большим периодом	145
7.18. Переход к вращающейся системе координат	146
7.19. Многосолитонные решения	147
7.20. Случай несовпадения групповых скоростей	149
7.21. Преобразование к разным частотам	150
7.22. Стационарные решения при задержке групповой скорости	152
7.23. Солитонные состояния с задержкой фазовой и групповой скорости	152
8. Импульсы в нелинейных волоконных ответвителях	156
8.1. Ответвители с керровской нелинейностью	156
8.2. Стационарные солитонные состояния	157
8.3. Асимметричные состояния	158
8.4. Энергетические дисперсионные кривые	159
8.5. Диаграмма зависимости гамильтониана от энергии	160
8.6. Формализм Стокса	161
8.7. Устойчивость солитонных состояний	163
8.8. Излучение солитонами малоамплитудных волн	163
8.9. Длины линейных и нелинейных биений	164
8.10. Численные примеры	164
8.11. Эффект переключения	166
8.12. Произвольные начальные условия	167
8.13. Некерровские ответвители с аномальной дисперсией	168
8.14. Волокно с различными сердцевинами	173
8.15. Солитоны со сдвигом во времени	174
9. Многосердцевинные нелинейные волоконные матрицы	176
9.1. Нелинейные n -сердцевинные волоконные матрицы	176
9.2. Солитонные состояния в трехволоконных ответвителях	177
10. Эффекты дисперсии высшего порядка	186
10.1. Перенормировка солитона	187
10.2. Частота излучения	187
10.3. Переходное излучение	189
10.4. Связь с черенковским излучением	189
10.5. Интенсивность излучения	191
10.6. Энергия излучения	193
10.7. Спектральный сдвиг солитона	194
10.8. Отрицательная дисперсия четвертого порядка при нулевой дисперсии третьего порядка	195
10.9. Солитоны с осциллирующей асимптотикой	197
10.10. Связанные состояния солитонов с осциллирующей асимптотикой	200
10.11. Диаграмма зависимости гамильтониана от энергии	202
10.12. Критерий устойчивости связанных состояний	203
10.13. Взаимодействие солитонов с осциллирующей асимптотикой	204

11. Динамика пучков	207
11.1. Стационарные (во времени) решения $(2+1)$ -мерной задачи	207
11.2. Радиально симметричные решения	209
11.3. Устойчивость основного состояния	209
11.4. Некоторые точные решения задачи	210
11.5. Коллапс оптических пучков	211
11.6. За рамками параксиального приближения	212
11.7. Радиально симметричные решения в случае нелинейности с насыщением	215
11.8. Потеря аксиальной симметрии	216
11.9. Оптические пули	217
11.10. Продольная модуляционная неустойчивость самозахваченного пучка	219
12. Планарные нелинейные волноводы	222
12.1. Нелинейные волны в слоистой среде	223
12.2. Нелинейные волны в среде с одной границей раздела	224
12.3. Нелинейные волны в трехслойном симметричном волноводе	225
12.4. Энергетическая дисперсионная диаграмма	227
12.5. Поперечный сдвиг поля в нелинейной среде	228
12.6. Анализ устойчивости	229
12.7. Функция возмущения	231
12.8. Трехслойная структура	232
12.9. Комплексные собственные значения	234
12.10. Аналогия с частицей	236
12.11. Аналогия с солитонным состоянием в ответвителе	236
12.12. Усиление нелинейных волн в волноводе	237
13. Нелинейные импульсы при наличии накачки, потерь и спектральной фильтрации	240
13.1. Комплексное уравнение Гинзбурга–Ландау пятого порядка	242
13.2. Теория возмущений	243
13.3. Специальный анзац	244
13.4. Солитоны УГЛ третьего порядка	247
13.5. Солитоны в УГЛ пятого порядка	250
13.6. Системы без спектральной фильтрации	257
13.7. Устойчивость решений с фиксированной амплитудой	258
13.8. Области существования устойчивых импульсов	261
13.9. Редукция к системе обыкновенных дифференциальных уравнений	265
13.10. Составные импульсы	266
13.11. Движущиеся импульсы	267
13.12. Сосуществование импульсов	269
13.13. Взаимодействие движущихся и стационарных импульсов	270
13.14. Связанные солитонные состояния	271
13.15. Взаимодействие солитонов	272
13.16. Заключительные замечания	274
Список литературы	276
Предметный указатель	297