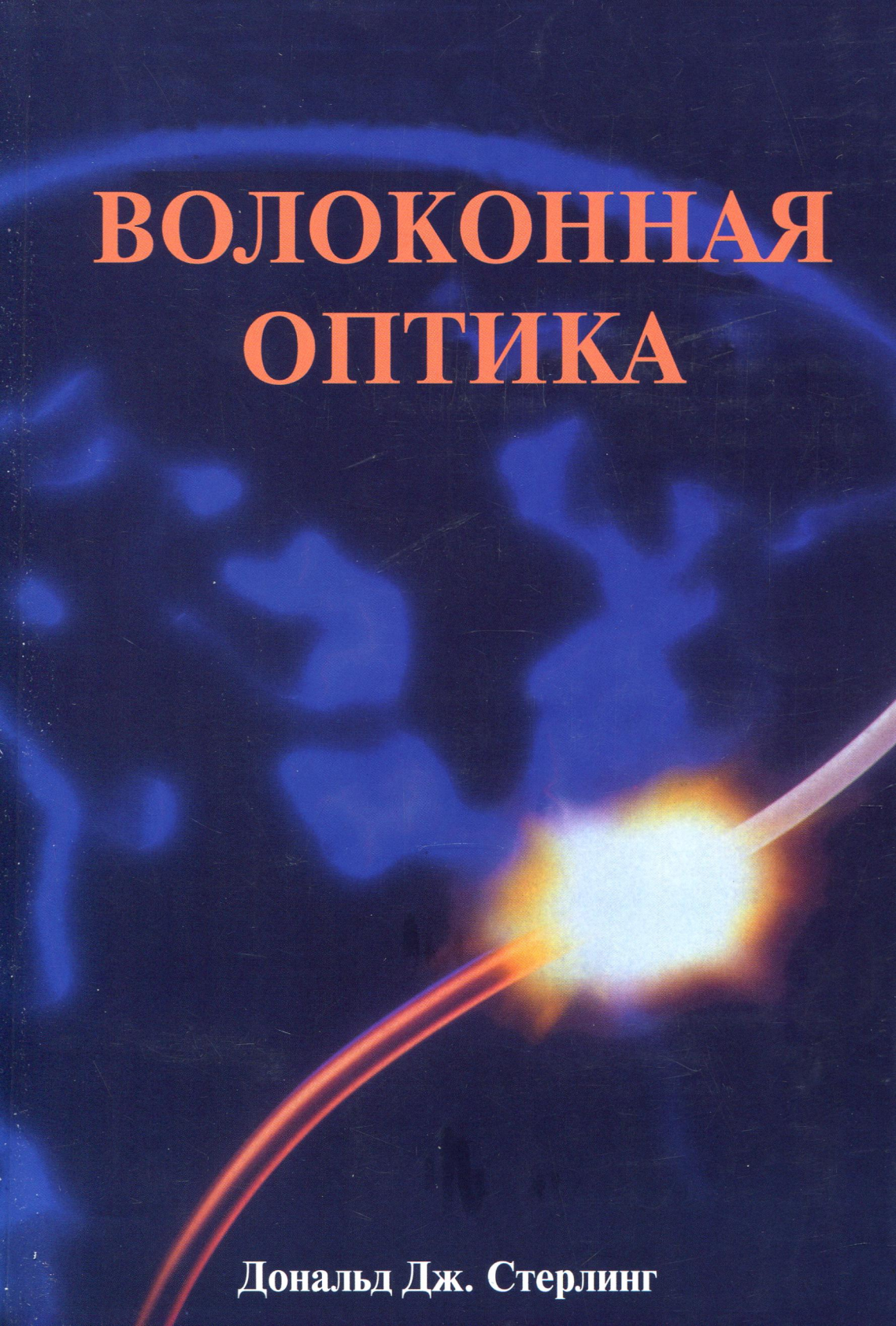


ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА



Дональд Дж. Стерлинг

Волоконная оптика

Дональд Дж. Стерлинг, мл.



Издательство "Лори"

Содержание

Предисловие

xiii

Часть 1 Основы

1

Глава 1 Революция в области коммуникаций

2

История волоконной оптики

3

Информационная эра

6

Кабельная сеть Америки

8

Телекоммуникации и компьютеры

9

Волоконно-оптическая альтернатива

10

Заключение

10

Глава 2 Передача информации

13

Коммуникации

13

Аналоговый и цифровой сигналы

16

Основы цифрового сигнала: биты и байты

16

Преимущества цифровых систем

19

Информационная емкость

20

Импульсная модуляция и мультиплексирование

21

Децибел

22

Заключение

24

Глава 3 Преимущества волоконной оптики как коммуникационной среды

27

Широкая полоса пропускания

28

Низкие потери

29

Нечувствительность к электромагнитным полям

31

Малый вес

33

Малый размер

33

Безопасность

34

Секретность

34

Выводы

35

Заключение

35

Глава 4 Свет

37

Электромагнитный спектр

38

Волны и частицы

39

Световые лучи и оптика

40

Отражение и преломление

40

Френелевское отражение

43

Закон Снелла	44
Практический пример	44
Заключение	45

Часть 2 Волоконно-оптические компоненты 47

Глава 5 Оптическое волокно 48

Принципиальное устройство волокна	48
Классификация волокон	50
Моды	52
Профиль индекса преломления	52
Волокно со ступенчатым индексом	53
Волокно со сглаженным индексом	54
Одномодовое волокно	55
Волокна со смещенной дисперсией	57
Коротковолновые одномодовые волокна	57
Пластиковые волокна	58
Количество мод в волокне	58
Сравнение волокон	60
Заключение	61

Глава 6 Характеристики волокна 63

Дисперсия	63
Модовая дисперсия	63
Молекулярная дисперсия	64
Волноводная дисперсия	66
Ширина полосы пропускания и дисперсия	66
Затухание	67
Рассеяние	69
Поглощение	70
Потери, связанные с микроизгибами	70
Равновесное распределение мод	71
Численная апертура	72
Прочность волокна	74
Радиус изгиба	75
Радиационная прочность	75
Заключение	76

Глава 7 Волоконно-оптические кабели 79

Основные компоненты волоконно-оптического кабеля	80
Буферная оболочка	81
Силовая оболочка	82
Внешняя оболочка	82
Внутренние кабели	84
Симплексные кабели	87
Дуплексные кабели	87
Многожильные кабели	88
Условия эксплуатации	88

Разделяемые кабели	89
Внешние кабели	89
Дополнительные характеристики кабелей	92
Комбинированные кабели	92
Кабельные спецификации	93
Заключение	96
Глава 8 Источники	97
Немного об атомной структуре вещества	97
Переход p-n типа в полупроводниках	99
СИД	102
Лазеры	104
Безопасность	105
Характеристики источников	105
Выходная мощность	106
Выходная диаграмма	106
Спектральная ширина	108
Скорость	109
Длительность эксплуатации	109
Простота использования	109
Подключение	111
Примеры источников	112
Заключение	113
Глава 9 Детекторы	115
Основные принципы работы фотодиода	115
p-n фотодиоды	115
p-i-n фотодиоды	117
Лавинные фотодиоды (APD)	118
Шум	120
Дробный шум	121
Тепловой шум	121
Отношение сигнал/шум	122
Отношение бит/ошибка	123
Характеристики детекторов	123
Чувствительность	123
Квантовая эффективность	125
Фоновый ток	125
Минимальная детектируемая мощность	125
Время отклика	126
Приложенное напряжение	127
Интегрированные детекторы/предусилители	128
Конструкция	129
Спецификации детекторов	130
Заключение	130
Глава 10 Передатчики и приемники	133
Фундаментальные концепции передатчика	133
Кодирование	134

Код NRZ	136
Код RZ	136
Код NRZI	136
Код Манчестер	137
Код Миллер	137
Код Biphasе-M	137
Кодирование 4В/5В и 4В/8В	137
Скорость передачи данных и скорость сигнала	138
Уровень мощности сигнала	138
Выходная мощность передатчика	139
Основные принципы работы приемника	139
Чувствительность приемника	140
Динамический диапазон	140
Усилитель	141
Уровень мощности приемника	142
Приемопередатчики и повторители	144
Комплектация передатчиков и приемников	145
Спецификация приемников и передатчиков	145
Заключение	147
Глава 11 Разъемные и неразъемные соединители	149
Роль соединителей	150
Требования к соединителям	150
Причины возникновения потерь в соединении	151
Внутренние причины	151
Внешние факторы	153
Боковое смещение	154
Зазор между сколами	154
Угловое рассогласование ориентации осей	155
Гладкость поверхности скола	156
Факторы, связанные с системой	156
Потери включения	157
Дополнительные потери в соединении	158
Потери в одномодовых волокнах	159
Потери, связанные с обратным отражением	159
Оконцовка волокна	161
Наконечники	161
Эпоксидный клей и полировка	162
Бесклеевая технология оконцовки	163
Совместимость	163
Примеры соединителей	165
Соединитель FC-типа	166
Соединитель D4-типа	167
Соединитель ST-типа	167
Соединитель SC-типа	168
Соединители FDDI MIC	170
ESCON-соединитель	170
SMA-соединитель	171
Соединители для пластиковых волокон	172
Неразъемные соединители	172

Сварные неразъемные соединители	172
Механические неразъемные соединители	173
Подготовка волокна	174
Примеры установки соединителей	177
Заключение	177
Глава 12 Разветвители	187
Принципы устройства разветвителей	188
T-разветвитель	190
Разветвители типа звезда	192
Универсальные разветвители типа звезда	193
Принципы работы разветвителей	194
Сварные разветвители	194
Центрально-симметричные разветвители с отражением	195
Мультиплексоры с разделением длины волны	197
Оптические коммутаторы	200
Заключение	203
Часть 3 Волоконно-оптические системы	205
Глава 13 Волоконно-оптическая линия	206
Предварительная оценка	206
Спецификация системы	207
Энергетический баланс	208
Более сложный пример	209
Дополнительные сложности	212
Баланс временных характеристик	212
Заключение	214
Глава 14 Прокладка волоконно-оптического кабеля и пассивное оборудование	217
Радиус изгиба и максимальное натяжение	217
Зарывание в грунт	218
Подвешивание по воздуху	218
Прокладка внутри помещения	219
Прокладка в коробах и каналах	220
Прокладка в каналах	221
Протягивание волоконно-оптических кабелей	223
Держатели соединителей и органайзеры	225
Распределительное оборудование	225
Кроссовые панели	226
Настенные розетки	227
Заключение	228
Глава 15 Волоконно-оптические системы и их применение	231
Локальные компьютерные сети	231
Топологии локальных сетей	232

Сетевые уровни	233
Физический уровень	234
Уровень связи данных	234
Сетевой уровень	234
Транспортный уровень	235
Уровень сеанса	235
Уровень представления данных	235
Уровень приложений	235
Метод доступа	236
Пакеты	236
Ethernet и Token Ring	237
IEEE 802.5 Token Ring	238
IEEE 802.3 Ethernet	238
FOIRL	240
10BASE-F	241
Fiber Distributed Data Interface	244
Топология FDDI	245
FDDI-станции	247
Применение FDDI-сетей	249
FDDI-сеть на основе медного кабеля	251
Система IBM ESCON	251
Fiber Channel	253
Телекоммуникации	254
SONET	255
Оптический усилитель на основе добавок эрбия	257
Солитоны	258
Заключение	259
Глава 16 Краткий обзор тестового и измерительного оборудования	261
Тестирование волоконно-оптических систем	261
Оптический измеритель мощности	262
Управление модовым состоянием	263
Измерения потерь в волокне	264
Определение потерь включения	265
Временные и частотные интервалы	265
Оптический рефлектометр	266
Использование OTDR	269
Потери на единице длины	270
Оценка качества соединений	270
Определение места повреждения	270
Сварные соединители	270
Полировочная машина	272
Диагностический микроскоп	273
Набор инструментов для прокладки волокна	274
Заключение	275
Глоссарий	277