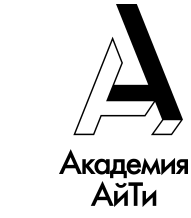
А.Б. Семенов

Волоконно-оптические подсистемы современных СКС





Москва

УДК 621.315.21
ББК 32.845.6
С30

Семенов А. Б.
С30 Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / Семенов А. Б. — М.: Академия АйТи; ДМК Пресс. — 632 с., ил.

ISBN 5-98453-025-2

В книге даются общие сведения о структурированных кабельных системах и о функциональных возможностях волоконно-оптической подсистемы структурированной проводки. Проведено обоснование областей применения оптической подсистемы и выбора параметров волокон линейных кабельных изделий. Представлены характеристики и конструктивные особенности одномодовых и многомодовых волоконных световодов и оптических кабелей на их основе, коммутационных панелей и розеток, шнуровых изделий и прочего оборудования различного назначения, используемого в процессе построения оптических трактов передачи информации. Затронуты вопросы выбора проектирования магистральных оптических подсистем и проводки на уровне горизонтальной подсистемы, описаны процедуры строительства и измерений, а также рассмотрены используемые при этом технологические и измерительные приборы.

Представленный материал базируется на практическом опыте реализации волоконно-оптических подсистем СКС и рассчитан на довольно широкий круг читателей — от студентов и слушателей курсов СКС до монтажников, сотрудников проектных отделов и технических специалистов.

УДК 621.315.21
ББК 32.845.6

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-98453-025-2 (АйТи)

© Семенов А. Б.
© Академия АйТи
© Оформление, издание ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 9

ВВЕДЕНИЕ 11

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СКС И ЕЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЕ 26

1.1. Структура СКС 26

1.1.1. Подсистемы СКС 26

1.1.2. Технические помещения 28

1.1.3. Топология СКС 30

1.1.4. Кабели СКС 32

1.2. Категории оптических волокон, классы и предельные длины оптических кабельных трактов 34

1.2.1. Классы кабельных трактов и категории волокон 34

1.2.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров оптической подсистемы СКС 38

1.2.3. Разновидности стационарных линий и трактов передачи оптической подсистемы 40

1.2.4. Особенности нормирования параметров оптических трактов СКС 41

1.3. Администрирование СКС 46

1.3.1. Варианты администрирования 46

1.3.2. Схемы коммутации в СКС 47

1.3.3. Волоконно-оптические кабельные системы с централизованным администрированием 48

1.4. Проблема «полярности» оптических трактов передачи и способы ее решения 50
1.4.1. Выбор схемы построения оптических кабельных трактов СКС 51
1.4.2. Мероприятия по обеспечению правильной полярности стандартных оптических трактов 54
1.4.3. Особые случаи построения проводки 55
1.5. Область применения оптической подсистемы СКС 56
1.5.1. Постановка задачи 56
1.5.2. Схема расчета и расчетная модель 58
1.5.3. Пропускная способность тракта передачи на основе витой пары 61
1.5.4. Оценка степени влияния теплового шума на пропускную способность тракта 64
1.5.5. Стоимостные характеристики различных вариантов построения трактов передачи 65
1.6. Выводы 67
ГЛАВА 2. ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ ПО ВОЛОКОННЫМ СВЕТОВОДАМ 69
2.1. Распространение излучения в волоконных световодах и их типы 69
2.1.1. Принцип действия волоконного световода, его числовая апература и моды излучения 69
2.1.2. Френелевские отражения 72
2.1.3. Типы волоконных световодов 73
2.1.4. Геометрические параметры волокон 75
2.1.5. Варианты возбуждения многомодовых волокон 77
2.2. Дисперсия одномодовых световодов 79
2.2.1. Явление дисперсии оптического излучения в волоконных световодах 79
2.2.2. Разновидности дисперсии 80
2.2.3. Разновидности одномодовых световодов по дисперсионным параметрам 82
2.3. Дисперсия многомодовых световодов 84
2.3.1. Межмодовая дисперсия 84
2.3.2. Дифференциальная модовая задержка 86
2.3.3. Коэффифицент широкополосности, его связь с дисперсией и оценка потенциальной пропускной способности многомодовых световодов 88
2.3.4. Дисперсионный штраф по мощности 90

2.4. Затухание сигналов в световодах 94
2.4.1. Механизмы возникновения потерь 94
2.4.2. Окна прозрачности и спектральные диапазоны 97
2.4.3. Выбор типа многомодового волокна для применения в оптических кабелях СКС 99

2.5. Особенности передачи цифровой информации по оптическим трактам СКС 102
2.5.1. Линейные коды оптической сетевой аппаратуры 103
2.5.2. Системы со спектральным разделением оптических каналов 107

2.6. Выводы 109

ГЛАВА 3. ВОЛОКОННЫЕ СВЕТОВОДЫ ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ СКС 111

3.1. Система международной стандартизации оптических волокон 111
3.1.1. Общие положения 111
3.1.2. Геометрические параметры 114
3.1.3. Механические параметры 115
3.1.4. Передаточные параметры 116
3.1.5. Параметры стойкости к воздействиям окружающей среды 117

3.2. Принцип нормирования параметров и особенности конструкции волокон для кабелей СКС 120
3.2.1. Нормирование параметров 120
3.2.2. Широкополосные многомодовые световоды для работы с лазерными передатчиками 124
3.2.3. Градации широкополосного многомодового волокна по дисперсионным параметрам 132

3.3. Световоды со специальными свойствами по оптическим и механическим параметрам 135
3.3.1. Многомодовые оптические волокна со смещенной полосой нормирования параметров 135
3.3.2. Световоды с расширенным спектральным диапазоном нормирования параметров 136
3.3.3. Волокна проекта категории OS2 139
3.3.4. Специализированные волокна для коммутационных шнуров 140

3.4. Защитные покрытия 141
3.4.1. Первичные защитные покрытия 141
3.4.2. Вторичные защитные покрытия 143
3.5. Выводы 147
ГЛАВА 4. ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ 150
4.1. Общие положения 150
4.1.1. Области применения, классификация и требования к оптическим кабелям СКС 150
4.1.2. Нормируемые параметры 152
4.1.3. Принцип конструктивной однородности 153
4.2. Кабели внешней прокладки 154
4.2.1. Технические требования к конструкции 154
4.2.2. Конструктивные особенности различных видов кабелей внешней прокладки 154
4.2.3. Упрочняющие покрытия и элементы 158
4.2.4. Средства обеспечения влагостойкости 162
4.2.5. Прочие элементы конструкции 165
4.3. Магистральные кабели внутренней прокладки и их разновидности 166
4.3.1. Технические требования к конструкции 166
4.3.2. Кабели для применения в подсистеме внутренних магистралей офисных зданий 166
4.3.3. Кабели внутренней прокладки промышленного назначения 170
4.3.4. Кабели для соединения зданий 171
4.4. Кабели для применения на нижних уровнях СКС и кабели для шнуров 174
4.4.1. Кабели для применения на нижних уровнях СКС 174
4.4.2. Кабели для шнуров 175
4.5. Комбинированные кабели 180
4.5.1. Общие положения 180
4.5.2. Комбинированные конструкции с витой парой 181
4.5.3. Комбинированные оптические кабели 182
4.5.4. Прочие разновидности комбинированных кабелей 183

4.5.5. Перспективы применения комбинированных кабелей в технике СКС 184

4.6. Цветовая кодировка и символьная маркировка оптических кабелей 185

4.6.1. Цветовая кодировка 185

4.6.2. Символьная маркировка кабельной продукции 189

4.7. Упаковка оптической кабельной продукции 190

4.7.1. Разновидности упаковки 190

4.7.2. Маркировка кабельных барабанов 191

4.8. Выводы 192

ГЛАВА 5. ОПТИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМЫ 194

5.1. Общие положения 195

5.1.1. Назначение и основные требования 195

5.1.2. Цветовая кодировка корпусных элементов 198

5.1.3. Основные схемы реализации 199

5.1.4. Система международной стандартизации оптических разъемов 203

5.2. Параметры оптических разъемов 203

5.2.1. Вносимые потери 203

5.2.2. Схема физического контакта в оптических разъемах 205

5.2.3. Принцип отнесения потерь 206

5.2.4. Обратные отражения 208

5.3. Основные компоненты оптических разъемов и их конструктивные особенности 210

5.3.1. Наконечники вилок 211

5.3.2. Элементы защиты от вращения цилиндрических наконечников и неправильного подключения вилок 214

5.3.3. Элементы и способы крепления вилки к кабелю 215

5.3.4. Хвостовики вилок 218

5.3.5. Розетки 219

5.3.6. Защитные колпачки и крышки 223

5.3.7. Методы уменьшения потерь в оптических разъемах 225

5.4. Разъемы с обычной плотностью конструкции 228

5.4.1. Разъемы типа SC 228

5.4.2. Разъемы типа ST 231
5.4.3. Разъемы типа FC 234
5.4.4. Разъемы типа MIC и ESCON 235
5.4.5. Разъемы типа SMA 238
5.4.6. Разъемы типа DIN 239

5.5. Разъемы с увеличенной плотностью конструкции 239

5.5.1. Конструкции с наконечниками диаметром 1,25 мм 240
5.5.2. Малогабаритные разъемы с наконечниками диаметром 2,5 мм 245
5.5.3. Разъемы группового типа 250
5.5.4. Конструкции без центрирующего наконечника 252

5.6. Элементы разъемов специального назначения 254

5.6.1. Переходные розетки 257
5.6.2. Адаптеры на обнаженное волокно 259
5.6.3. FM-адаптер 263
5.6.4. Аттенюаторы 264
5.6.5. Терминаторы 266
5.6.6. Вилки-перемычки 267
5.6.7. MCP-адаптеры 269
5.6.8. Мини-пигтейлы 270

5.7. Установка и монтаж элементов оптических разъемов 271

5.7.1. Особенности монтажа оптических разъемов в технике СКС 271
5.7.2. Формы исполнения элементной базы оптических разъемов 272
5.7.3. Клеевые и механические методы фиксации волокна в наконечнике 273
5.7.4. Иммерсионные разъемы 276
5.7.5. Технологии механического и сварного сращивания 278

5.8. Выводы 281

ГЛАВА 6. КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 283

6.1. Общие положения 283

6.1.1. Назначение 283
6.1.2. Технические требования 284
6.1.3. Конструктивные особенности 285
6.1.4. Варианты организации внутренней разводки 292

6.2. Коммутационное оборудование стоечного типа 293
6.2.1. Коммутационные полки с фиксированным корпусом 294
6.2.2. Коммутационные полки с подвижным корпусом 295
6.2.3. Другие разновидности пассивного оптического коммутационного оборудования стоечного типа 296
6.3. Настенные муфты 298
6.3.1. Классические конструкции 298
6.3.2. Особенности конструктивного исполнения 299
6.3.3. Специальные конструкции 300
6.4. Информационные розетки 301
6.4.1. Общие положения 301
6.4.2. Классические конструкции 302
6.4.3. Розетки мультимедиа 304
6.4.4. Многопортовые розетки абонентского уровня 306
6.5. Выводы 307

ГЛАВА 7. ШНУРОВЫЕ И ПРЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ 308

7.1. Шнуровые изделия общего назначения 308
7.1.1. Коммутационные и оконечные шнуры 309
7.1.2. Монтажные шнуры 311
7.1.3. Многоволоконные монтажные и разветвительные шнуры 313
7.2. Шнуровые изделия специального назначения 314
7.2.1. MCP-шнуры 314
7.2.2. Шнуры-аттенюаторы 317
7.3. Претерминированные кабельные изделия 317
7.3.1. Претерминированные сборки и полки 318
7.3.2. Кабельные вставки 321
7.4. Шнуровые и кабельные изделия для выполнения измерений 323
7.4.1. Нормализующие катушки 323
7.4.2. Устройства оперативного подключения 324
7.5. Выводы 325

ГЛАВА 8. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 327

8.1. Системы пневматической прокладки 327
8.1.1. Общие положения 327
8.1.2. Технико-экономические параметры систем пневматической прокладки 329
8.1.3. Система Blolite 330
8.1.4. Системы Sirocco и FutureFlex 334
8.1.5. Система RibboNet 338
8.1.6. Микрокабели пневматической прокладки производителей кабельной продукции 340
8.1.7. Система JetNet 342

8.2. Системы интерактивного управления и средства активной идентификации для оптической подсистемы 343
8.2.1. Системы интерактивного управления 343
8.2.2. Системы активной идентификации соединений 347
8.2.3. Системы идентификации активных портов 348

8.3. Решения модульно-кассетного типа 349
8.3.1. Концепция создания и преимущества модульно-кассетных решений 352
8.3.2. Кассеты и их разновидности 353
8.3.3. Конструктивные особенности претерминированных сборок 358
8.3.4. Области и особенности применения 361

8.4. Оборудование и элементы для восстановления защитных покрытий кабелей и оптических волокон 363
8.4.1. Промежуточные муфты для подсистемы внешних магистралей 363
8.4.2. Элементы восстановления вторичного защитного покрытия 367
8.4.3. Элементы защиты сварного сростка 368

8.5. Компоненты для организации кабельных изделий оптической подсистемы СКС 371
8.5.1. Организаторы шнуров 371
8.5.2. Системы кабельных каналов для прокладки волоконно-оптических кабелей и шнуров 371

8.6. Выводы 373