Семенов А. Б., Стрижаков С. К.,
Сунчелей И. Р.

Структурированные кабельные системы

Издание пятое





Москва

УДК 621.315.21
ББК 32.845.6
С30

Семенов А. Б., Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р.
С30 Структурированные кабельные системы / Семенов А. Б., Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р. – 5-е изд. – М. : Компания АйТи ; ДМК Пресс. – 640+16 с.: ил.

ISBN 5-98453-003-1 (АйТи) **– ISBN 5-94074-454-0** (ДМК Пресс)

В книге рассматриваются основные положения стандартов, регламентирующих принципы и правила построения структурированных кабельных систем (СКС). Приводятся сведения о компонентах, применяемых при создании СКС: электрических и оптических кабелях, коммутационно-распределительных устройствах, шнурах, монтажном оборудовании и декоративных коробах. Затронуты вопросы противопожарной безопасности и организации заземления. Излагаются методика проектирования отдельных подсистем СКС, правила монтажа электрических и оптических панелей и розеток различных видов. Описываются правила тестирования смонтированных кабельных систем и используемые для этого приборы, а также принципы эксплуатационного обслуживания смонтированных СКС.

Для проектировщиков, строителей и сотрудников служб эксплуатации СКС, широкого круга специалистов, занимающихся кабельными системами, студентов вузов и учащихся техникумов.

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 5-98453-003-1 (АйТи)
ISBN 5-94074-454-0 (ДМК Пресс)

© Компания АйТи
© Оформление. ДМК Пресс

Перечень сокращений

УАТС	Учрежденческая автоматическая телефонная станция
ВОЛС	Волоконно-оптическая линия связи
ИБП	Источник бесперебойного питания
ИР	Информационная розетка
КВМ	Кроссовая внешних магистралей
КЗ	Кроссовая здания
КЭ	Кроссовая этажа
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
СКС	Структурированная кабельная система
ЭМИ	Электромагнитное излучение

ACR	Attenuation to Crosstalk Ratio	Защищенность на ближнем конце
AWG	American Wire Gauge	Американская калибровка проводов
EIA	Electronic Industries Association	Ассоциация электронной промышленности
EMI	Electromagnetic Interference	Электромагнитная интерференция
FDDI	Fibre Distributed Data Interface	Локальная вычислительная сеть FDDI
FEXT	Far End Crosstalk	Переходное затухание на дальнем конце
IDC	Insulation Displacement Connection	Соединение методом IDC
IEC	International Electrotechnical Commission	Международная электротехническая комиссия
ISO	International Organization for Standardization	Международная организация по стандартизации
MIC	Medium Interface Connector	Оптический разъем сетей FDDI и электрический разъем сетей Token Ring
MUTO	Multi-User Telecommunication Outlet	Многопользовательская розетка
NEXT	Near End Crosstalk	Переходное затухание на ближнем конце
NVP	Nominal Velocity of Propagation	Нормированная скорость распространения
RFI	Radio Frequency Interference	Радиочастотная интерференция
S/STP	Shielded/ Shielded Twisted Pair	Кабель из витых пар с индивидуальной экранировкой и общим защитным экраном
S/UTP	Shielded/ Unshielded Twisted Pair	Общий внешний экран вокруг неэкранированных витых пар
SRL	Structural Return Loss	Структурные возвратные потери
STP	Shielded Twisted Pair	Кабель из витых пар с индивидуальной экранировкой

TIA	Telecommunications Industry Association	Ассоциация телекоммуникационной промышленности
TSBU	Technical Systems Bulletin	Технический системный бюллетень
Unit		Единица измерения высоты 19-дюймовых монтажных конструктивов, равная 44,45 мм (1,75 дюйма)
UL	Underwriters Laboratories	Тестовая лаборатория UL
UTP	Unshielded Twisted Pair	Кабель из неэкранированных витых пар

Содержание

Предисловие к третьему изданию 20

Предисловие к четвертому изданию 23

Введение 24

Глава I

Общие сведения о СКС 29

1.1. Историческая справка о происхождении СКС и развитии стандартов 29

1.2. Структура СКС 34

1.2.1. Топология СКС 34

1.2.2. Технические помещения 35

1.2.3. Подсистемы СКС 36

1.2.4. Коммутация в СКС 38

1.2.5. Принципы администрирования СКС 39

1.2.6. Кабели СКС 39

1.3. Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс 40

1.3.1. Классы приложений, категории кабелей и разъемов СКС 40

1.3.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров СКС 44

1.4. Дополнительные варианты топологического построения СКС 45

1.4.1. Варианты построения горизонтальной подсистемы СКС 46

1.4.2. Топологии с централизованным администрированием 47

1.5. Принцип Cable Sharing 49

1.6. Гарантийная поддержка современных СКС 51

1.7. Выводы 54

Глава II

Передача сигналов по электрическим и оптическим трактам СКС 55

2.1. Передача электрических сигналов по витым парам 55

2.1.1. Способы передачи информации по витым парам 55

2.1.2. Первичные электрические параметры витой пары 56

2.1.2.1. Емкость 57

2.1.2.2. Активное сопротивление 58

2.1.2.3. Индуктивность 59
2.1.2.4. Проводимость изоляции 59
2.1.3. Вторичные параметры кабелей из витых пар и трактов на их основе 60
2.1.3.1. Волновое сопротивление 60
2.1.3.2. Затухание 61
2.1.3.3. Переходное затухание 64
2.1.3.4. Защищенность 69
2.1.3.5. Относительная скорость распространения сигналов (параметр NVP) и задержка прохождения сигналов (параметр delay) 72
2.1.3.6. Разброс задержек прохождения сигналов по витым парам (параметр Skew) 73
2.1.3.7. Структурные и обычные возвратные потери 74
2.1.3.8. Сопротивление связи 76
2.1.3.9. Затухание несимметрии 77
2.1.3.10. Дополнительные потери ILD 78
2.1.4. Шум от внешних источников электромагнитного излучения 79
2.2. Передача сигналов по волоконным световодам 79
2.2.1. Процессы распространения излучения в волоконном световоде 80
2.2.2. Типы волоконных световодов 81
2.2.3. Дисперсия электромагнитного излучения 82
2.2.4. Затухание сигналов в световодах 84
2.2.4.1. Единицы измерения оптической мощности 84
2.2.4.2. Механизмы потерь 84
2.3. Передача цифровой информации по электрическим и оптическим трактам СКС 86
2.3.1. Линейные коды сетевой аппаратуры 87
2.3.1.1. Требования к кодам 87
2.3.1.2. Связь тактовой частоты цифрового сигнала с полосой пропускания канала связи 87
2.3.1.3. Способы обеспечения тактовой синхронизации в цифровой сетевой аппаратуре 89
2.3.2. Коды низкоскоростных электрических систем 91
2.3.2.1. Коды без возврата к нулю 91
2.3.2.2. Коды с возвратом к нулю 92
2.3.3. Особенности использования кабелей из витых пар высокоскоростными сетевыми устройствами 93
2.3.3.1. Схема кодирования сети 100Base-T4 94
2.3.3.2. Схема кодирования TP-PMD и 100Base-TX 95
2.3.3.3. Технические решения 1000Base-T 96
2.3.4. Особенности линейных кодов для оптических каналов связи 99
2.4. Выводы 102

Глава III

Электрические компоненты СКС ... 103
3.1. Кабели на основе витых пар ... 103
3.1.1. Общие положения и классификация ... 103
3.1.2. Горизонтальный кабель ... 104
3.1.2.1. Разновидности горизонтальных кабелей ... 104
3.1.2.2. Материалы проводников ... 105
3.1.2.3. Материалы изоляции проводников ... 107
3.1.2.4. Внешние оболочки ... 108
3.1.2.5. Экранирование горизонтальных кабелей ... 109
3.1.2.6. Электрические характеристики ... 113
3.1.2.7. Механические характеристики ... 114
3.1.2.8. Кабели с волновым сопротивлением 120 Ом ... 116
3.1.2.9. Упаковка горизонтальных кабелей ... 117
3.1.2.10. Производство горизонтального кабеля ... 119
3.1.3. Многопарный кабель ... 120
3.1.3.1. Конструктивные особенности ... 120
3.1.3.2. Электрические характеристики ... 121
3.1.3.3. Механические характеристики ... 122
3.1.4. Другие электрические кабельные изделия СКС ... 123
3.1.4.1. Кабель для шнуров ... 123
3.1.4.2. Провод для перемычек ... 125
3.1.4.3. Кабель для прокладки под ковром ... 126
3.1.4.4. Горизонтальные кабели с граничной частотой свыше 100 МГц ... 127
3.1.4.5. Комбинированные конструкции кабелей для горизонтальной подсистемы СКС ... 130
3.1.5. Цветовая маркировка электрических кабелей СКС ... 132
3.2. Разъемы для электрических кабелей ... 133
3.2.1. Механические и электрические параметры разъемов ... 134
3.2.1.1. Подключение проводников кабеля к контактам разъемов ... 134
3.2.1.2. Электрические характеристики разъемов для витых пар ... 137
3.2.1.3. Механические характеристики разъемов для витых пар ... 140
3.2.2. Модульные разъемы ... 140
3.2.2.1. Общие положения ... 140
3.2.2.2. Вилки модульных разъемов ... 142
3.2.2.3. Розетки модульных разъемов ... 147
3.2.2.4. Схемы разводки модульных разъемов ... 155
3.2.3. Разъемы типа 110 ... 157
3.2.4. Другие типы разъемов для передачи сигналов приложений класса C и D ... 160

3.2.5. Разъемы типа 110 нетрадиционных схем для применения в СКС с повышенной пропускной способностью ... 161
3.2.5.1. Разъемы системы VisiPatch ... 162
3.2.5.2. Разъемы типа S210 ... 163
3.2.5.3. Разъем системы Giga-PUNCH ... 164
3.2.6. Высокочастотные разъемы для решений проекта категории 7 ... 165
3.2.6.1. Состояние разработок и применяемые схемы ... 165
3.2.6.2. Решения модульного типа ... 166
3.2.6.3. Решения нетрадиционных схем ... 167
3.3. Коммутационное оборудование ... 168
3.3.1. Коммутационные шнуры ... 168
3.3.2. Коммутационные панели ... 171
3.3.2.1. Коммутационные панели типа 110 ... 172
3.3.2.2. Коммутационные панели типа 66 ... 176
3.3.2.3. Коммутационные панели с розетками модульных разъемов ... 178
3.3.2.4. Претерминированные и бесшнуровые панели ... 186
3.3.2.5. Прочие разновидности коммутационных панелей ... 188
3.3.2.6. Распределители ... 188
3.3.3. Информационные розетки ... 189
3.3.3.1. Традиционные конструкции ... 189
3.3.3.2. Розетки для телефонных аппаратов ... 193
3.3.4. Решения для открытых офисов ... 194
3.3.4.1. Розетки для монтажа в подпольных коробках ... 194
3.3.4.2. Розетки MUTO и консолидационных точек ... 194
3.4. Оконечные шнуры, адаптеры и удлинители ... 195
3.4.1. Оконечные шнуры ... 196
3.4.1.1. Конструктивные особенности ... 196
3.4.1.2. Разновидности 4-парных оконечных шнуров ... 198
3.4.1.3. Монтажные шнуры и оконцованные кабели ... 199
3.4.1.4. Комбинированные и многопарные оконечные шнуры ... 200
3.4.2. Адаптеры ... 201
3.4.2.1. Переходники ... 202
3.4.2.2. Разветвители ... 203
3.4.2.3. Балуны ... 204
3.4.2.4. Другие виды адаптеров ... 206
3.4.3. Удлинители ... 209
3.5. Дополнительное оборудование для построения трактов передачи информации СКС ... 209
3.5.1. Комплекты и наборы для установки кабельной системы ... 210
3.5.2. Соединительные модули ... 211
3.5.3. Автоматические кроссы ... 211
3.5.4. Демонстрационное оборудование ... 212
3.6. Выводы ... 212

Глава IV

Волоконно-оптические компоненты СКС ... 214
4.1. Оптические кабели ... 214
4.1.1. Области применения и классификация ... 214
4.1.2. Конструктивные особенности и оптические параметры оптических кабелей ... 215
4.1.3. Вторичные защитные покрытия волоконных световодов ... 218
4.1.4. Широкополосные многомодовые световоды ... 219
4.1.5. Разновидности оптических кабелей СКС ... 223
4.1.5.1. Кабели внешней прокладки ... 223
4.1.5.2. Кабели внутренней прокладки ... 229
4.1.5.3. Кабели для соединения зданий ... 231
4.1.5.4. Кабели для шнуров ... 232
4.1.6. Цветовая кодировка и маркировка оптических кабелей ... 234
4.2. Оптические разъемы ... 236
4.2.1. Назначение оптических разъемов и основные требования к ним ... 236
4.2.2. Параметры оптических разъемов ... 240
4.2.2.1. Вносимые потери ... 240
4.2.2.2. Обратные отражения ... 240
4.2.3. Конструктивные особенности оптических разъемов ... 242
4.2.3.1. Наконечники вилок оптических разъемов ... 242
4.2.3.2. Элементы защиты наконечников от проворачивания и неправильного подключения вилок ... 244
4.2.3.3. Элементы и способы крепления к кабелю ... 245
4.2.3.4. Хвостовики вилок ... 247
4.2.3.5. Розетки оптических разъемов ... 247
4.2.3.6. Защитные колпачки и крышки ... 248
4.2.4. Основные типы оптических разъемов СКС ... 249
4.2.4.1. Разъемы типа SC ... 249
4.2.4.2. Разъемы типа ST ... 250
4.2.5. Другие типы оптических разъемов ... 251
4.2.5.1. Разъемы типа FC ... 251
4.2.5.2. Разъемы типа MIC ... 252
4.2.5.3. Разъемы типа SMA ... 253
4.2.5.4. Разъемы типа DIN ... 253
4.2.6. Разъемы с увеличенной плотностью установки ... 253
4.2.6.1. Конструкции с наконечниками уменьшенного диаметра ... 254
4.2.6.2. Малогабаритные разъемы с наконечниками диаметром 2,5 мм ... 255
4.2.6.3. Разъемы группового типа ... 257
4.2.6.4. Конструкции без центрирующего наконечника ... 258

4.3. Коммутационное оборудование ... 259
4.3.1. Конструктивные особенности и варианты подключения ... 259
4.3.2. Коммутационные стойки ... 261
4.3.3. 19-дюймовое коммутационное оборудование ... 262
4.3.3.1. Коммутационные полки классической конструкции ... 262
4.3.3.2. Другие виды 19-дюймового оптического оборудования ... 265
4.3.4. Настенные муфты ... 266
4.3.5. Оптические модули ... 267
4.3.6. Оптические многопользовательские розетки и консолидационные точки ... 268
4.3.7. Информационные розетки ... 268
4.4. Оконцованные волоконно-оптические кабельные изделия ... 270
4.4.1. Коммутационные и оконечные шнуры ... 270
4.4.2. Претерминированные кабельные изделия ... 271
4.4.2.1. Претерминированные сборки ... 271
4.4.2.2. Ремонтные кабельные вставки ... 272
4.4.3. Монолитные распределительные панели ... 273
4.5. Адаптеры ... 273
4.6. Промежуточные муфты ... 274
4.7. Система Blolite ... 276
4.8. Выводы ... 277

Глава V

Дополнительные компоненты ... 279
5.1. Монтажное оборудование ... 279
5.1.1. 19-дюймовые конструктивы ... 279
5.1.1.1. Габаритные параметры 19-дюймового оборудования ... 280
5.1.1.2. Остальные особенности 19-дюймового оборудования ... 282
5.1.2. Монтажные шкафы ... 283
5.1.2.1. Напольные шкафы ... 284
5.1.2.2. Настенные шкафы ... 290
5.1.3. Другие виды 19-дюймового монтажного оборудования ... 293
5.1.3.1. Открытые стойки ... 293
5.1.3.2. Монтажные рамы ... 294
5.1.3.3. Настенные рамы ... 295
5.1.3.4. Монтажные консоли ... 295
5.1.3.5. Подвижные приборные стойки ... 295
5.1.4. Оборудование и аксессуары для 19-дюймовых конструктивов ... 296
5.1.4.1. Полки, поддоны и крепежные уголки ... 296
5.1.4.2. Распределители силового электропитания ... 297
5.1.4.3. Оборудование заземления ... 298