

БЕСТСЕЛЕР

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

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

А
Академия
Айти

ОМК
ПРЕС
ИЗДАТЕЛЬСТВО

ИТИ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ

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

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

6-е издание, электронное



Москва, 2023

УДК 621.315.21
ББК 32.845.6
С30

Семёнов, Андрей Борисович.

С30 Структурированные кабельные системы / А. Б. Семёнов, И. Р. Сунчелей, С. К. Стрижаков. — 6-е изд., эл. — 1 файл pdf : 642 с. — Москва : ДМК Пресс, Компания АйТи, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-350-9

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

Электронное издание на основе печатного издания: Структурированные кабельные системы / А. Б. Семёнов, И. Р. Сунчелей, С. К. Стрижаков. — 5-е изд. — Москва : ДМК Пресс, Компания АйТи, 2014. — 640 с. — ISBN 5-94074-454-0. — Текст : непосредственный.

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.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-350-9

© 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 <i>NVP</i>) и задержка прохождения сигналов (параметр <i>delay</i>).....	72
2.1.3.6. Разброс задержек прохождения сигналов по витым парам (параметр <i>Skew</i>)	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 <i>ILD</i>	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 <i>100Base-T4</i>	94
2.3.3.2. Схема кодирования <i>TP-PMD</i> и <i>100Base-TX</i>	95
2.3.3.3. Технические решения <i>1000Base-T</i>	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 С 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

5.1.4.4. Организаторы кроссовых шнуров, перемычек и кабелей	299
5.1.4.5. Оборудование принудительной вентиляции	303
5.1.4.6. Дополнительные аксессуары	304
5.2. Декоративные кабельные короба	305
5.2.1. Назначение и конструктивные особенности настенных коробов	305
5.2.1.1. Основные требования к коробам	305
5.2.1.2. Виды коробов	306
5.2.1.3. Материалы и окраска	309
5.2.2. Стандартные комплектующие элементы	311
5.2.3. Средства установки розеток в рабочих помещениях	313
5.2.3.1. Установка розетки во внутреннее пространство короба	314
5.2.3.2. Установка розетки на короб	315
5.2.3.3. Установка розетки рядом с коробом	316
5.2.3.4. Комбинированные решения	317
5.2.3.5. Розетки мультимедиа	317
5.2.4. Элементы подключения рабочих мест в больших залах	318
5.2.4.1. Подпольные коробки	319
5.2.4.2. Напольные и настольные коробки	320
5.2.4.3. Декоративные колонны	321
5.2.4.4. Розеточная панель	322
5.2.4.5. Корпусы для оборудования консолидационных точек	323
5.2.5. Другие виды коробов	323
5.2.5.1. Короба для прокладки волоконно-оптических кабелей	323
5.2.5.2. Короба для монтажа под фальшполом и за фальшпотолком	324
5.3. Выводы	326

Глава VI

СКС для зданий неофисного типа, сектора SOHO

и домашних сетей	328
6.1. Общие вопросы построения СКС неофисного типа	329
6.1.1. Особенности области применения	329
6.1.2. Функциональные возможности и требования к кабельной системе	330
6.2. Принципы построения	331
6.2.1. Коммутационные узлы и центры	331
6.2.2. Элементная база	332
6.2.2.1. Кабельные изделия	333
6.2.2.2. Коммутационные устройства	333

6.2.2.3. Информационные розетки	334
6.2.2.4. Декоративные короба	336
6.3. Монтажные конструктивы	336
6.3.1. Разновидности реализации	336
6.3.2. Шкафчики	337
6.3.2.1. Конструктивные особенности	337
6.3.2.2. Аксессуары	340
6.3.3. Другие виды конструктивов	341
6.4. Особенности реализации	341
6.4.1. Кабельная разводка	341
6.4.2. Монтаж активного оборудования	343
6.5. Выводы	345

Глава VII

Специализированное активное сетевое оборудование

для применения в технике СКС	347
7.1. Сетевые устройства ЛВС с волоконно-оптическим интерфейсом ...	348
7.1.1. Оборудование инсталляционного типа	349
7.1.1.1. Общие принципы построения инсталляционных устройств	349
7.1.1.2. Особенности реализации оптических портов	352
7.1.1.3. Инсталляционные микроконцентраторы	354
7.1.1.4. Особенности электропитания инсталляционных устройств	356
7.1.1.5. Экономические аспекты применения инсталляционных приборов	357
7.1.2. Устройства неинсталляционного типа	358
7.1.2.1. Устройства для применения на рабочих местах пользователей	358
7.1.2.2. Устройства для установки в технических помещениях	362
7.1.2.3. Дополнительные сервисные возможности	364
7.2. Системы беспроводной связи для СКС	365
7.2.1. Системы радиосвязи	365
7.2.2. Система открытой оптической связи WaveStar OpticAir	367
7.3. Устройства для передачи телевизионных сигналов	367
7.4. Прочие разновидности активного оборудования	369
7.5. Выводы	369

Глава VIII

Заземление в кроссовых и в машинных залах	371
--	------------

Глава IX

Пожарная безопасность	375
9.1. Общие положения	375
9.2. Сопротивляемость горению и распространению пламени	376
9.2.1. Состояние стандартизации	376
9.2.2. Маркировка уровня пожаростойкости кабелей	379
9.3. Другие вредные факторы при пожаре	379
9.3.1. Выделение дыма	379
9.3.2. Токсичные и удушающие газы	380
9.3.3. Пожарная нагрузка	382
9.4. Экспериментальное тестирование кабельных изделий	382
9.4.1. Тестирование по ГОСТ и IEC	382
9.4.2. Тестирование по нормам UL	383
9.5. Правила противопожарной безопасности при проектировании СКС	385
9.6. Выводы	386

Глава X

Проектирование СКС	387
10.1. Принципы проектирования	387
10.1.1. Стадии проектирования	387
10.1.2. Этапы создания СКС	388
10.1.2.1. Исходные данные для проектирования на архитектурной и телекоммуникационной стадиях	389
10.1.2.2. Эскизный проект	389
10.1.2.3. Технический проект	391
10.1.2.4. Разработка рабочей документации	391
10.2. Архитектурная стадия проектирования	391
10.2.1. Цели и задачи	391
10.2.2. Проектирование аппаратных	392
10.2.2.1. Размещение аппаратной	393
10.2.2.2. Площадь аппаратной	393
10.2.2.3. Условия окружающей среды в аппаратной	394
10.2.2.4. Требования к конструкции и оборудованию аппаратной	395
10.2.3. Проектирование кроссовых	396
10.2.3.1. Размещение кроссовых	396
10.2.3.2. Площадь кроссовых	397

10.2.3.3. Условия окружающей среды в кроссовых	397
10.2.3.4. Требования к конструкции и оборудованию кроссовых	398
10.2.4. Кабельные трассы подсистемы внешних магистралей	398
10.2.5. Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей	399
10.2.6. Кабельные трассы горизонтальной подсистемы	401
10.2.6.1. Кабельные трассы в конструкциях пола	402
10.2.6.2. Подпотолочные кабельные каналы	407
10.2.6.3. Прокладка кабелей в настенных каналах	410
10.3. Телекоммуникационная стадия проектирования	411
10.3.1. Исходные данные для проектирования	411
10.3.1.1. Строительные решения	411
10.3.1.2. Требования к кабельной системе	413
10.3.1.3. Состав розеток на рабочих местах	413
10.3.2. Проектирование подсистемы рабочего места	413
10.3.3. Проектирование горизонтальной подсистемы	415
10.3.3.1. Привязка отдельных рабочих мест к кроссовым	416
10.3.3.2. Выбор типа информационных розеток	417
10.3.3.3. Расчет горизонтального кабеля	417
10.3.3.4. Проектирование точек перехода	420
10.3.4. Магистральные подсистемы СКС	420
10.3.4.1. Выбор типа и категории магистральных кабелей	421
10.3.4.2. Расчет емкости и количества магистральных кабелей	422
10.3.4.3. Особенности проектирования подсистемы внешних магистралей	423
10.3.4.4. Резервирование магистральных кабелей	424
10.3.5. Подсистема кабелей оборудования	425
10.3.5.1. Выбор метода подключения сетевого оборудования к кабельной системе	425
10.3.5.2. Выбор типа и категории кабелей оборудования, расчет их количества	427
10.3.6. Административная подсистема	428
10.3.6.1. Определение функциональных секций коммутационных панелей	428
10.3.6.2. Определение емкости каналов передачи информации	429
10.3.6.3. Выбор типа коммутационного оборудования	430
10.3.6.4. Разработка планов размещения оборудования в помещениях кроссовых	431
10.3.6.5. Расчет количества конструктивных единиц коммутационного оборудования	433
10.3.6.6. Оформление спецификации	441
10.4. Пример проектирования СКС	442
10.4.1. Исходные данные	442
10.4.2. Архитектурная фаза проектирования	443

10.4.3. Телекоммуникационная стадия проектирования	445
10.4.3.1. Проектирование горизонтальной подсистемы	445
10.4.3.2. Проектирование подсистемы внутренних магистралей	446
10.4.3.3. Проектирование административной подсистемы	446
10.4.3.4. Расчет количества и определение длин оконечных и коммутационных шнуров	448
10.5. Выводы	453

Глава XI

Монтаж СКС	457
11.1. Организация работ	457
11.1.1. Состав и оснащение бригад монтажников	457
11.1.2. Рабочая документация	457
11.1.3. Этапы и продолжительность выполнения работ	458
11.1.4. Другие условия проведения работ	459
11.2. Входной контроль компонентов СКС	459
11.2.1. Входной контроль электрических кабелей и других электрических компонентов	459
11.2.2. Входной контроль волоконно-оптических кабелей и других оптических компонентов	460
11.3. Строительство магистральных подсистем СКС	461
11.3.1. Прокладка кабелей в канализации	461
11.3.2. Сращивание строительных длин кабелей внешней прокладки	462
11.3.3. Монтаж оптических полок и настенных муфт	463
11.4. Прокладка симметричных и/или волоконно-оптических кабелей внутри здания	464
11.5. Монтаж декоративных коробов в рабочих помещениях и розеток на рабочих местах пользователей	466
11.6. Подключение электрических и оптических кабелей к информационным розеткам и панелям	468
11.6.1. Подключение витых пар к розеткам	468
11.6.2. Подключение волоконно-оптических кабелей к розеткам	469
11.7. Монтаж оборудования в технических помещениях	469
11.7.1. Организация работ по монтажу оборудования и элементов СКС	469
11.7.2. Подключение симметричных кабелей к компонентам коммутационного оборудования	470
11.7.2.1. Подключение горизонтальных кабелей к кроссовым блокам типа 110	470
11.7.2.2. Подключение многопарных кабелей к кроссовым блокам типа 110	471

11.7.2.3. Подключение горизонтальных кабелей к коммутационным панелям	472
11.7.2.4. Подключение многопарных кабелей к коммутационным панелям	473
11.8. Коммутация каналов передачи информации и подключение сетевого оборудования	474
11.8.1. Коммутация каналов передачи информации на коммутационном оборудовании	474
11.8.2. Подключение сетевого оборудования на рабочем месте	474
11.9. Выводы	475

Глава XII

Тестирование линий и трактов СКС	476
12.1. Общие вопросы тестирования СКС	476
12.1.1. Назначение и виды измерений	476
12.1.2. Документирование результатов измерений	477
12.2. Тестирование электрической подсистемы СКС	478
12.2.1. Объекты тестирования	478
12.2.1.1. Линии ISO/IEC 11801	479
12.2.1.2. Канал и базовая линия по TSB-67	482
12.2.1.3. Области применения моделей тестируемых линий	483
12.2.2. Измеряемые параметры	484
12.2.2.1. Требования к затуханию электрических трактов передачи ..	484
12.2.2.2. Требования к переходному затуханию NEXT электрических трактов передачи	485
12.2.2.3. Измерение длины	486
12.2.2.4. Проверка разводки проводников пар по контактам модульного разъема	487
12.2.2.5. Градации пропускной способности	488
12.2.3. Погрешности измерений оборудования для полевого тестирования СКС	489
12.2.3.1. Погрешности измерения затухания и NEXT	491
12.2.3.2. Погрешность измерения длины	492
12.2.4. Измерительное и тестирующее оборудование	493
12.2.4.1. Виды оборудования для тестирования электрических трактов СКС	493
12.2.4.2. Тестеры СКС	494
12.2.4.3. Микросканеры	500
12.2.5. Другие устройства для тестирования электрической подсистемы СКС	500
12.2.5.1. Рефлектометры для электрических кабелей	500
12.2.5.2. Устройства для проверки разводки	501

12.3. Тестирование волоконно-оптической подсистемы СКС	502
12.3.1. Объекты тестирования и контролируемые параметры	502
12.3.2. Оптические тестеры	505
12.3.2.1. Методы измерения затухания	505
12.3.2.2. Конструктивные особенности оптических тестеров	506
12.3.2.3. Приставки к кабельным сканерам и автоматические измерители	508
12.3.3. Оптические рефлектометры и локаторы	509
12.3.3.1. Принцип действия рефлектометра	510
12.3.3.2. Конструктивные особенности рефлектометров	511
12.3.3.3. Оптические локаторы	514
12.3.4. Идентификаторы активных волокон и визуализаторы дефектов	515
12.4. Выводы	515

Глава XIII

Эксплуатация СКС	517
13.1. Администрирование	517
13.1.1. Концепция администрирования	517
13.1.1.1. Идентификаторы	518
13.1.1.2. Записи	520
13.1.1.3. Ссылки	522
13.1.1.4. Информация о смежных системах	522
13.1.1.5. Другие формы представления информации	522
13.1.1.6. Содержание записей	523
13.1.2. Администрирование отдельных элементов кабельной системы	524
13.1.2.1. Администрирование кабельных каналов и помещений	524
13.1.2.2. Администрирование кабельных линий	525
13.1.2.3. Администрирование заземления	529
13.1.3. Системы интерактивного управления СКС	530
13.1.3.1. Система PatchView	531
13.1.3.2. Система Enterprise 1	534
13.1.3.3. Система iPatch фирмы Avaya Communication	535
13.1.3.4. Технология iTracks	538
13.1.4. Программные продукты для неинтерактивного управления кабельной системой	540
13.1.5. Элементы маркировки СКС	541
13.1.5.1. Общие положения	541
13.1.5.2. Клеевые этикетки	543
13.1.5.3. Специализированные элементы маркировки кабельных изделий	546
13.1.5.4. Элементы маркировки коммутационных панелей и розеток	551

13.2. Поиск и устранение неисправностей	552
13.2.1. Неисправности кабельных систем на основе витых пар	552
13.2.1.1. Обрыв кабеля	552
13.2.1.2. Обрыв или короткое замыкание проводников кабеля	553
13.2.1.3. Отсутствие электрического контакта <i>между проводником кабеля и контактом розетки</i>	553
13.2.1.4. Нарушение порядка разводки проводников	553
13.2.1.5. Нарушение электрических характеристик линии	553
13.2.1.6. Сильные помехи от внешних источников <i>электромагнитного излучения</i>	554
13.2.2. Неисправности волоконно-оптических кабельных систем	554
13.2.2.1. Повреждение или обрыв кабеля	554
13.2.2.2. Увеличение затухания в разъемах	555
13.2.2.3. Повреждение коммутационных шнуров	555
13.2.2.4. Неправильное подключение <i>оконечных и коммутационных шнуров</i>	556
13.3. Проведение регламентных работ	556
13.3.1. Состав и назначение регламентных работ	556
13.3.2. Процедуры выполнения регламентных работ	557
13.3.2.1. Визуальный осмотр	557
13.3.2.2. Удаление пыли	557
13.3.2.3. Перекладка коммутационных шнуров и перемычек	557
13.3.2.4. Сверка кабельных журналов	558
13.3.3. Действия в нештатных ситуациях	558
13.4. Выводы	558

Глава XIV

Некоторые вопросы производства СКС

14.1. Соотношение производства СКС как системы и отдельных компонентов	560
14.1.1. Состав компонентов СКС	560
14.1.2. Варианты изготовления отдельных компонентов <i>в составе системы</i>	564
14.2. Схемы производства СКС как продукта	565
14.2.1. Схемы на основе производства полного спектра компонентов ..	566
14.2.2. Схемы на основе производства части компонентов	566
14.2.3. Схемы на основе широкой интеграции <i>в систему покупных продуктов</i>	567
14.3. Характерные черты и особенности реализации СКС	569
14.3.1. Область технических параметров	569
14.3.2. Организационные мероприятия	570
14.4. Выводы	571

Заключение	572
Приложения	577
Кабельные системы различных производителей	577
Волоконно-оптическая структурированная кабельная система Volition фирмы ЗМ	577
Система Signa Max компании Advanced Electronic Support Products	578
Кабельная система Alcatel Cabling System компании Alcatel	579
Система NETConnect компании AMP	581
СКС Millennium компании Brand-Rex	583
Кабельная система фирмы Elgadphon	585
ACS компании IBM	586
АйТи-СКС компании АйТи	588
СКС компании ИТТ NS&S	589
Система Krone Link и Highband компании Krone	591
SYSTIMAX компании Lucent Technologies	592
Система Molex Premise Networks компании Molex	594
Системы GIGAMo компании Ortronics	595
Система PAN-NET компании Panduit	596
Система Freenet компании Reichle & De Massari	598
Структурированные кабельные системы компании RiT Technologies	599
Системы ICCS и FutureLink компании Corning	600
Siemon Cabling System компании Siemon	602
СКС фирмы Superior Modular Products	603
Единица децибел, понятия уровня сигнала, усиления и затухания	605
Перевод значений AWG и SWG в миллиметры и погонное сопротивление медного провода	606
Уровни IP-защиты	606
Глоссарий	610
Литература	629
Предметный указатель	636

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Структурированная кабельная система (СКС), по мнению большинства специалистов по информационным технологиям, является неотъемлемой частью любого современного общественного здания, а ее отсутствие рассматривается управленческим и техническим персоналом как анахронизм и существенно снижает рыночную стоимость объекта недвижимости.

Давно не секрет, что СКС представляет собой сложный технический продукт, успешное создание и грамотная эксплуатация которого требуют соответствующего уровня знаний от проектировщиков, монтажников и обслуживающего персонала. Одним из необходимых условий повышения квалификации специалистов является наличие соответствующей технической литературы. В настоящее время в России остро ощущается недостаток публикаций как по информационным технологиям в широком смысле слова, так и по различным проблемам, связанным с СКС, в частности. Такое положение дел является естественным следствием относительной молодости самого технического направления «структурированные кабельные системы» (первые из них появились только в середине 80-х годов) и сравнительно малой распространенности первичных нормативных документов, а также отсутствием их официальных русскоязычных версий и аналогов. Достаточно сказать, что действующими российскими ГОСТами понятие «структурированная кабельная система» не нормируется вообще.

Первые структурированные кабельные системы в нашей стране были установлены в 1992 году, на этот же период приходится появление первых печатных работ, освещающих отдельные аспекты их стандартизации, монтажа и функциональных возможностей. К настоящему времени в Российской Федерации вполне сформировался рынок СКС с общим объемом годового оборота в несколько десятков миллионов долларов¹, и имеется достаточно обширная библиография по этой теме. Многие системные интеграторы, продвигающие в России СКС ведущих западных фирм, издают их каталоги и буклеты на русском языке. Статьи и сообщения, посвященные современному состоянию уровня техники СКС и перспективам их развития, регулярно появляются в таких авторитетных и популярных среди российских специалистов по информационным технологиям журналах как LAN Magazin и «Сети и системы связи». Из известных работ отметим монографию Г. И. Смирнова [1] и циклы статей Д. Я. Гальперовича и А. В. Авдеевского в журнале LAN Magazin, а также А. П. Майорова и А. А. Воловодова в журнале «Сети и системы связи». Все эти публикации посвящены отдельным частным вопросам создания и эксплуатации СКС. Так, например, книга Г. И. Смирнова написана в стиле справочного пособия по стандартам СКС и, как следствие, освещает только малую, хотя и весьма важную часть проблем этого технического направления. В работах Д. Я. Гальперовича в основном рассматриваются технические аспекты построения горизонтальной подсистемы на электрических кабелях; статьи А. А. Воловодова посвящены перспективным стандартам категории 6 и т.д. Имеется также достаточно большой набор малотиражных фирменных изданий, которые представляют собой перевод или компиляцию трудов западноевропейских и американских авторов. Зачастую они выполнены без какого-либо отбора материала или его критического анализа и носят поверхностный и рекламный характер. Скорее правилом, а не исключением является употребление

¹ Опрошенными авторами маркетологи и специалисты по данному сегменту рынка информационных технологий называют по состоянию на середину 1999 года цифру от 50 до 150 млн долларов.

в них эпитетов в превосходной степени типа «выдающиеся достижения в технологии», «новые передовые принципы построения», «превосходные рабочие параметры» и т.д. при минимуме, а то и просто отсутствии именно той информации, которая необходима техническому специалисту, сотруднику проектного отдела и монтажнику в их повседневной деятельности. Можно с уверенностью констатировать, что известная техническая литература на русском языке не дает полного представления о том многообразии задач и методов их решения, с которыми сталкивается в своей повседневной трудовой деятельности специалист по СКС.

Данная книга является попыткой восполнить имеющийся пробел и в систематизированном виде осветить основной круг вопросов, которые в большем или меньшем объеме обязательно возникают при проектировании, создании и эксплуатации СКС. Выбор рассматриваемых тем и глубина излагаемого материала продиктованы опытом, накопленным за время реализации проектов различного масштаба, а также технической поддержки СКС, созданных как силами сотрудников отдела кабельных работ компании АйТи, так и региональными компаниями – системными интеграторами, занимающимися установкой системы АйТи-СКС. Сразу же отметим, что излагаемый материал ни в коем случае не должен рассматриваться как техническое описание АйТи-СКС. Авторы ставили перед собой задачу освещения различных аспектов элементной базы, особенностей построения, проектирования, тестирования и эксплуатации СКС как технического продукта в целом во всем его многообразии без привязки к какому-либо решению конкретной фирмы-производителя.

Одной из проблем, с которой столкнулись авторы при подготовке текста данной монографии, был выбор используемой терминологии. Национальный стандарт по терминам и определениям техники СКС отсутствует, какой-либо информацией о его подготовке авторский коллектив не располагает. Известна попытка введения такой терминологии А. А. Воловцовым [2, 3], однако она вызвала неоднозначную реакцию специалистов. Более удачным представляется предложение Д. Я. Гальперовича [4], но его словарь-справочник охватывает далеко не все термины, используемые в технике СКС. Поэтому в данной области авторы придерживались следующего подхода. В тексте применялась в основном терминология, использованная в классическом учебнике по кабельной технике [29], а также в толковых словарях [5, 6]. Новые термины вводились только в тех ситуациях, когда авторам был неизвестен подходящий русский эквивалент. Ряд часто встречающихся аббревиатур и обозначений типа UTP, NEXT, NVP, delay и т.д. оставлен в оригинальном латинском написании, что полностью соответствует сложившейся практике и закрепилось в современной отечественной научно-технической литературе.

В основу излагаемого материала положен курс лекций, читаемый в Академии АйТи в процессе подготовки сертифицированных специалистов по АйТи-СКС. При написании книги использовался личный опыт авторов, накопленный ими в процессе проектирования и реализации СКС Systemax и АйТи-СКС, международные и национальные стандарты, монографии по кабельной технике отечественных авторов и книги по тематике СКС, написанные иностранными специалистами, информация в периодической печати, а также Web-страницы и каталоги фирм-производителей оборудования для СКС. Ряд ценных сведений в основном практического характера был получен на семинарах фирм-производителей СКС и компонентов для кабельных систем, а также в процессе различных официальных и неофициальных обсуждений и дискуссий с отечественными и зарубежными специалистами.

Изложение материала ведется в расчете на читателя, имеющего базовую инженерно-техническую подготовку в области передачи информации и знакомого с основами теории передачи сигналов по электрическим и оптическим кабелям, а также с принципами построения локальных и корпоративных сетей связи различного масштаба. В необходимых случаях по ходу изложения или в приложениях дается краткая теоретическая справка.

Дополнительные сведения по вопросам, связанным с элементной базой, проектированием и монтажом оптической подсистемы СКС, можно найти в монографии [7].

Книга адресуется специалистам, которые занимаются проектированием, монтажом и эксплуатацией СКС. Авторский коллектив надеется, что она окажется полезной разработчикам, монтажникам и сотрудникам служб эксплуатации кабельных систем, архитекторам и конструкторам офисных зданий, а также преподавателям и студентам профильных высших и средних специальных учебных заведений и слушателям факультетов и курсов повышения квалификации при вузах и технических университетах. Кроме сведений чисто технического характера и рекомендаций по проектированию, монтажу и эксплуатации, в книге содержится большой объем справочной информации.

Авторы отдают себе отчет в том, что передаваемый на суд читателя материал может иметь определенные недостатки, а некоторые интересующие его вопросы могут быть освещены недостаточно подробно или же не затронуты вообще. Это связано как с большим объемом фактической информации, переработанной в процессе написания данной книги, так и с быстрым развитием стандартов СКС и совершенствованием технического уровня элементной базы. Все конструктивные критические замечания и отзывы будут с благодарностью приняты и рассмотрены.

Первое издание монографии увидело свет в апреле 1999 года и получило в основном положительные отзывы читателей, уже летом тираж был полностью распродан. Второе издание вышло в свет в ноябре того же года и разошлось столь же быстро. Третье издание по своему построению повторяет два предыдущих и отличается от них главным образом следующим:

- учтены поступившие замечания читателей;
- по возможности, отражены новые разработки в элементной базе электрической и оптической подсистем СКС;
- при изложении вопросов стандартизации и тестирования параметров отдельных компонентов и кабельных линий СКС использованы данные новых международных стандартов ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года и ISO/IEC 14763-1;
- добавлены главы по СКС в зданиях неофисного типа и активному оборудованию в составе СКС;
- для облегчения поиска нужной информации введен указатель терминов;
- исключены некоторые малоинтересные и устаревшие положения.

Авторский коллектив благодарит менеджеров кабельного сектора отдела проектов департамента сетевых технологий компании АйТи Максима Маркина, Сергея Жебруна и Алексея Ефанова, а также преподавателя курса АйТи-СКС Академии АйТи П. А. Самарского за помощь в подборе некоторых материалов и плодотворные дискуссии, способствовавшие улучшению содержания. Различные практические вопросы монтажа и тестирования СКС подробно обсуждались с начальником отдела кабельных систем компании АйТи Владимиром Космовским. Особая благодарность выражается Елене Домбровской за подготовку иллюстраций. Авторы признательны также Дмитрию Абаимову (московское представительство компании Lucent Technologies), Валерию Капустяну (AMP), Всеволоду Николайчуку (RiT Technologies), Виктору Шилину (Panduit), менеджеру по странам Восточной Европы и СНГ компании Brand-Rex Ласло Вайде, Алексею Рахманину (Alcatel) и Ежи Серкевичу (Molex-Mod-Tap) за предоставленную техническую информацию.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Четвертое издание книги «Структурированные кабельные системы» по своей структуре повторяет три предыдущих. Основные отличия заключаются в следующем:

- отражены новейшие достижения в области элементной базы СКС, а также освещены системные вопросы по состоянию на середину 2001 года;
- в связи с ростом интереса к проблемам производства СКС в России в книгу добавлена глава, где даются общие сведения об этом техническом направлении;
- расширен раздел, посвященный системам интерактивного управления кабельной проводкой;
- учтены пожелания читателей и исправлены замеченные неточности.

5 октября 2001 года

Пятое издание книги является стереотипным.

ВВЕДЕНИЕ

Книга посвящена различным аспектам построения кабельных систем, которые ориентированы, в первую очередь, на установку в зданиях офисного типа. Под офисным зданием далее в тексте будет подразумеваться любое здание или его часть, основная площадь которого предназначена для организации рабочих мест сотрудников. Типичными примерами офисных зданий являются бизнес-центры, административные корпуса, финансовые учреждения, министерства и другие органы государственного управления различных уровней, здания конструкторских бюро, учебные центры и так далее. Ниже для их обозначения будет использоваться обобщающий термин «офис» или «офисное здание».

В данной монографии основное внимание уделяется рассмотрению кабельных систем, предназначенных для автоматизации рабочих мест сотрудников офисов. На сегодняшний день таковыми являются, в первую очередь, кабельные системы для локальной вычислительной сети (ЛВС) и учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС). Обсуждение остальных телекоммуникационных кабельных систем (пожарной и охранной сигнализации, контроля доступа, видеонаблюдения, кабельного телевидения и радиодиффузии, громкоговорящей связи и других) выходит за рамки данной работы, однако при необходимости по ним даются необходимые комментарии, а их построение в целях унификации и стандартизации рекомендуется выполнять с использованием тех же самых принципов, компонентов и технологий.

В середине 80-х годов компьютерная техника, а вместе с ней техника локальных вычислительных сетей начала быстрыми темпами внедряться во все сферы деятельности предприятий и организаций, что резко увеличило объем информации, передаваемой внутри здания или комплекса зданий, компактно расположенных на одной территории, без выхода в сети связи общего пользования. Кабельные системы первого поколения для решения задач информационной поддержки создавались разработчиками средств вычислительной техники. В процессе проведения конструкторских работ отвечающие за это направление специалисты компьютерных компаний решали достаточно узкий круг задач обеспечения поддержки функционирования конкретной и ограниченной номенклатуры активного сетевого оборудования одного производителя. Естественно, что при таком подходе не уделялось должного внимания ни обеспечению открытости архитектуры создаваемого продукта, ни его универсальности. Как следствие, кабельная проводка получалась узкоспециализированной и, за счет небольшого объема производства, достаточно дорогой, а смена технологии практически со стопроцентной вероятностью приводила к необходимости смены кабельной системы.

Таблица 1. Продолжительность эксплуатации и объемы капитальных вложений в различные части информационной инфраструктуры здания [8]

	Программное обеспечение	Сетевое оборудование	Рабочие станции и серверы	Кабельная система
Продолжительность эксплуатации, лет	1,5–2	2,5–3	2–4	10–15
Объем капитальных вложений, %	54	7	34	5

Процесс перехода на новую кабельную проводку всегда является достаточно болезненным для офиса и сопровождается весьма существенными финансовыми и временными затратами, что останавливает информационную поддержку трудовой деятельности сотрудников, то есть фактически дезорганизовывает работу всей организации или некоторых ее структурных подразделений на продолжительный период. Даже если не происходит изменения технологии (например, при переходе на технику следующего поколения того же самого производителя), то службы эксплуатации также сталкиваются с серьезными трудностями в случае появления новых рабочих мест, так как это требует прокладки новых сегментов кабельной системы.

Опыт эксплуатации кабельных систем офисных зданий показывает, что удаление ненужных кабелей из кабельных каналов всех типов является крайне нежелательной операцией, так как высока вероятность повреждения действующих линий связи. На основании этого в процессе перехода на другой тип кабельной проводки новые кабели прокладываются прямо поверх существующих. Это приводит к быстрому исчерпыванию резервов кабельных трасс по их емкости, из-за чего организация новых линий проводной связи становится невозможной.

Рост количества подсистем обеспечения жизнедеятельности здания и поддержки трудовой деятельности работающих в нем сотрудников естественным образом ведет к увеличению количества служб, отвечающих за их текущую эксплуатацию. Эти службы пользуются одними и теми же кабельными трассами, что нередко приводит к возникновению конфликтных ситуаций. Кроме того, работающие в них специалисты выполняют дублирующие функции, то есть налицо нерациональное расходование трудовых ресурсов.

В табл. 1 приведены обобщенные статистические данные по стоимости и продолжительности эксплуатации отдельных составных частей информационной инфраструктуры зданий офисного типа. Из них следует, что правильно спроектированная кабельная система потенциально может служить дольше остальных составляющих и за счет этого имеет наименьшую стоимость.

Совокупность перечисленных выше обстоятельств однозначно диктует необходимость создания в офисном здании кабельной системы, которая обладает как минимум следующими признаками:

- является универсальной, то есть дает возможность использовать ее для передачи сигналов основных существующих и перспективных видов сетевой аппаратуры различного назначения;
- позволяет быстро и с минимальными затратами организовывать новые рабочие места и менять топологию трактов передачи без прокладки дополнительных кабельных линий;
- позволяет организовать единую службу эксплуатации;
- создается на этапе строительства здания или переоборудования его помещений под офис и имеет гарантированный срок эксплуатации 10 и более лет.

Всем перечисленным выше требованиям отвечает *структурированная кабельная система* (СКС). Под СКС в дальнейшем будем понимать кабельную систему, принцип построения которой отвечает трем основным и нескольким дополнительным признакам. К основным признакам СКС относятся: *структуризация, универсальность и избыточность*.

Структуризация предполагает разбиение кабельной проводки и ее аксессуаров на отдельные части или подсистемы, каждая из которых выполняет строго определенные функции и снабжена стандартизованным интерфейсом для связи с другими подсистемами и сетевым оборудованием. В состав любой подсистемы обязательно включается развитый набор средств переключения, что обеспечивает ее высокую гибкость и позволяет создавать

сложные структуры с конфигурацией, легко и быстро меняемой и адаптируемой под потребности конкретных приложений. При построении системы используется обобщенный подход без привязки к какому-либо конкретному виду кабеля или коммутационного оборудования. Это дает возможность без каких-либо сложностей на любом уровне одинаково легко применять как оптические, так и электрические технологии передачи сигналов, выбор которых полностью определяется местными условиями и максимальной технико-экономической эффективностью данного конкретного проекта.

Универсальность кабельной системы проявляется в том, что она изначально строится не для обеспечения работы какой-либо конкретной, пусть и весьма распространенной сетевой технологии, а создается на принципах открытой архитектуры с заданным и зафиксированным в стандартах набором основных технических характеристик. При этом в нормативных документах задаются параметры как электрических и оптических кабельных трасс отдельных подсистем, так и их интерфейсов. Это позволяет обеспечить возможность использования кабельной системы для передачи сигналов самых разнообразных приложений в сочетании с сокращением количества типов кабелей до двух: симметричного (из витых пар) и волоконно-оптического. Технический уровень элементной базы, используемой для создания СКС, задается стандартом таким образом, чтобы обеспечить продолжительность эксплуатации кабельной системы минимум в 10 лет.

Коммутация отдельных подсистем СКС друг с другом, а также с активным сетевым оборудованием осуществляется при помощи ограниченного набора шнуров с универсальными разъемами, что значительно упрощает как процесс администрирования, так и адаптацию кабельной системы к различным приложениям.

Возможность использования кабельной проводки СКС сетевой аппаратурой, которая в силу тех или иных причин не поддерживает передачу по симметричному или волоконно-оптическому кабелю, обеспечивается наличием развитой номенклатуры адаптеров и переходников. Формально эти элементы не попадают в область действия стандартов, однако разработчики создают эти изделия с учетом требований СКС.

Под избыточностью понимается введение в состав СКС дополнительных информационных розеток, количество и размещение которых определяются площадью и топологией рабочих помещений, а не планами размещения сотрудников и расположения офисной мебели. Это позволяет легко организовывать новые рабочие места, а также выполнять перемещения сотрудников и оборудования. Применение принципа избыточности обеспечивает возможность очень быстрой адаптации кабельной системы под конкретные производственные потребности и позволяет не останавливать работу офиса или его части при проведении каких-либо организационных и технических изменений. Поскольку продолжительность эксплуатации СКС в несколько раз превышает аналогичный показатель для остальных компонентов информационной инфраструктуры здания, этот принцип особенно важен.

Создание эффективной СКС и ее эксплуатация невозможны без выполнения ряда дополнительных условий. СКС обязательно должна иметь:

- каталог продукции;
- нормы и методики проектирования, позволяющие выполнить требования действующих стандартов;
- возможность управления (или администрирования) в соответствии со стандартными процедурами;
- систему подготовки кадров и обеспечения гарантии производителя.

Кабельная система, не обладающая хотя бы одним дополнительным, а тем более основным из признаков, перечисленных выше, называется исключительной (от англ. proprietary) ввиду того, что она единственная в своем роде [9].

На практике употребляются также другие определения СКС (пример приведен в [8]). Не вдаваясь в подробный анализ этих определений, укажем только, что, по мнению авторов, все они с большей или меньшей степенью подробности и детализации задают технический объект, обладающий той совокупностью признаков, которые выше были названы основными и дополнительными. На основании этого можно утверждать, что все они эквивалентны представленному здесь определению.

Применение СКС позволяет:

- при относительно высоких начальных вложениях обеспечить существенную экономию полных затрат за счет длительного срока эксплуатации и низких эксплуатационных расходов;
- поднять надежность кабельной системы;
- производить смену конфигурации и наращивание комплекса информационно-вычислительных систем офисного здания без влияния на существующую проводку;
- использовать одновременно различные сетевые протоколы и сетевые архитектуры в одной системе;
- комбинировать в единую систему оптические и электрические тракты передачи сигналов;
- устранить путаницу проводов в кабельных трассах;
- создать единую службу эксплуатации;
- за счет наличия стандартизованного интерфейса снабдить средой передачи информации основную массу действующего и перспективного сетевого оборудования различных классов;
- обеспечить за счет принципа построения из отдельных модулей быструю локализацию неисправности, восстановление связи или переход на резервные линии.

Материал книги разбит на тринадцать глав.

В первой главе приводятся общие сведения о СКС, в том числе историческая справка о возникновении и развитии этого технического направления, структура действующих и перспективных стандартов, состав основных подсистем, ограничения на длины кабельных трасс, допускаемые стандартами варианты построения отдельных подсистем.

Во второй главе описываются физические процессы, происходящие при передаче электрических сигналов по симметричным кабелям и оптических сигналов по волоконным световодам. Рассматривается система параметров электрических и оптических кабелей, а также коммутационных элементов различного назначения. Отдельно представлены методы и приемы, позволяющие более полно использовать потенциальную пропускную способность электрических и оптических трактов СКС.

Третья глава посвящена элементной базе электрической подсистемы СКС. В ней описаны электрические кабельные изделия различного назначения, основные типы разъемов и кроссового оборудования, а также оконечные шнуры, различные адаптеры и дополнительные пассивные и активные компоненты, применение которых позволяет существенно расширить функциональные возможности СКС.

Элементная база оптической подсистемы СКС (кабели, разъемы, коммутационное оборудование, претерминированные сборки, адаптеры и промежуточные муфты) рассматривается в четвертой главе.

В пятой главе описано дополнительное оборудование, без применения которого не строится ни одна из СКС в нашей стране: различные варианты 19-дюймового монтажного оборудования и декоративные кабельные короба, а также их многочисленные аксессуары. Особое внимание уделяется средствам установки розеток в обычных офисных помещениях и в больших залах.

Проблемам, которые возникают в процессе реализации СКС в малых офисах и объектах недвижимости неофисного типа, а также в жилом секторе, посвящена шестая глава.

В седьмой главе рассмотрено активное оборудование, которое включается в состав поставляемого продукта некоторыми производителями СКС.

В восьмой главе описаны некоторые вопросы организации защитного и телекоммуникационного заземления в зданиях офисного типа.

Обсуждению отдельных аспектов пожарной безопасности применительно к кабельным изделиям СКС, в том числе их нормирования и выбора методик проведения сертификационных испытаний, посвящена девятая глава.

В десятой главе изложена методика проектирования СКС на архитектурной и телекоммуникационной стадиях. В перечень рассматриваемых вопросов включены сведения об организации технических помещений и кабельных трасс горизонтальной и магистральной подсистем, а также методика расчета необходимого количества оборудования отдельных подсистем СКС. Материал дополняется примером проектирования СКС в четырехэтажном офисном здании.

В одиннадцатой главе изложены сведения о монтаже различных подсистем СКС при различных вариантах организации кроссовых помещений.

Двенадцатая глава посвящена вопросам тестирования электрической и оптической подсистем СКС. Дается информация как об измерительных приборах для определения параметров электрических и оптических трактов передачи сигналов, так и о различных методах проведения измерений.

В тринадцатой главе рассмотрены различные аспекты администрирования и эксплуатационного обслуживания СКС.

Взгляды авторов на перспективы развития СКС приведены в заключении.

В приложениях размещены некоторые вспомогательные материалы справочного характера.

ГЛАВА I

Общие сведения о СКС

1.1. Историческая справка о происхождении СКС и развитии стандартов

Идея создания структурированной кабельной системы как основы слаботочной кабельной разводки здания была высказана специалистами фирмы AT&T (ныне Lucent Technologies) в 1983 году [10]. Первая достаточно удачная попытка создания универсальной кабельной системы для построения офисных информационных систем была предпринята корпорацией IBM. В 80-е годы специалистами этой компании на основе 2-парного экранированного симметричного кабеля с волновым сопротивлением 150 Ом была разработана система IBM, предназначенная для обеспечения функционирования сетей Token Ring, серверов AS/400, терминалов 3270 и других аналогичных устройств. Функциональные возможности системы были существенно расширены введением в ее состав компонентов, обеспечивающих передачу телефонных сигналов. Спецификация кабельной части системы IBM включала в себя 9 различных «типов» кабеля (табл. 1.1). Интересно, что сама IBM никогда не производила компоненты своей кабельной системы, этим по фирменным спецификациям IBM занимаются другие компании. Из девяти возможных вариантов кабелей наибольшую популярность получили типы 1 и 6. Они до сих пор продолжают применяться в сетях Token Ring, хотя последние несколько лет IBM рекомендует использовать для этого кабели категории 3, 4 или 5 с 8-контактными модульными разъемami. Поддержка функционирования устройств с коаксиальным и твинаксиальным интерфейсами обеспечивалась включением в состав системы развитой номенклатуры балунов.

Таблица 1.1. Типы кабелей по спецификации IBM

Тип кабеля	Конструкция
Тип 1	2 экранированные витые пары из монолитных проводников (22 AWG, 150 Ом) в общем внешнем экране в виде оплетки
Тип 2	2 экранированные (22 AWG, 150 Ом) и 4 неэкранированные (22 AWG, до 1 МГц) витые пары из монолитных проводников в общем внешнем экране в виде оплетки
Тип 3	4 неэкранированные (22 или 24 AWG, до 1 МГц) витые пары из монолитных проводников
Тип 4	Не специфицирован
Тип 5	Два многомодовых оптических волокна
Тип 6	Коммутационный кабель. 2 экранированные витые пары из многожильных проводников (26 AWG) в общем внешнем экране
Тип 7	Не специфицирован
Тип 8	Плоский кабель для прокладки под ковровыми покрытиями. 2 неперевитые экранированные пары из монолитных проводников (26 AWG)
Тип 9	2 пары из монолитных или многопроволочных проводников (26 AWG)