

П.А. САМАРСКИЙ

ОСНОВЫ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

- Базовые сведения о структурированной кабельной системе, оптоволокне, электрических и волоконно-оптических компонентах СКС
- Требования и рекомендации международного стандарта ISO/IEC 11801:2002(E)
- Изготовление структурированной кабельной системы
- Новейшие технологии волоконнооптической техники



Академия
АИТ



ИЗДАТЕЛЬСТВО



ИНФОРМАЦИОННЫЕ

ТЕХНОЛОГИИ

ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ

П.А. Самарский

ОСНОВЫ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ



Академия
Айти



Москва

УДК 621.315.21

ББК 32.845.6

С30

Самарский П.А.

С30 Основы структурированных кабельных систем / Самарский П.А. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс. – 216 + 12 с.: ил.

ISBN 5-98453-014-7

Книга имеет целью кратко познакомить читателя с основами структурированных кабельных систем и помочь ему свободно ориентироваться в этой бурно развивающейся отрасли корпоративных телекоммуникаций. Издание, ориентированное на специалистов в области телефонии, локальных вычислительных сетей, телевидения и других телекоммуникационных систем зданий, полностью соответствует обновленным редакциям международного и американского стандартов на структурированные кабельные системы, а также дополнительным стандартам, относящимся к этой области.

Книга предназначена для поддержки и обучения специалистов, проектирующих, устанавливающих и эксплуатирующих корпоративные телекоммуникации и информационные системы. Опытным инженерам она может быть полезна для систематизации знаний и ознакомления с требованиями стандартов в действующей сегодня редакции.

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 5-98453-014-7

© Самарский П.А.

© Оформление. Компания АйТи

© Издание. ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	11
-------------------	----

Часть I

Базовые сведения о структурированной кабельной системе и ее электрические компоненты	13
---	-----------

Глава I

Введение в структурированные кабельные системы.....	15
1.1. Концепция кабельной системы.....	15
1.2. Кабельная система — основа телекоммуникационной инфраструктуры здания.....	16
1.3. Телекоммуникационная кабельная система — капитальная инженерная система здания	17
1.4. «Интеллектуальное» здание	17
1.5. Торговая марка кабельной системы	18
1.6. Сертификация кабельных систем	18

Глава II

Базовые сведения о структурированной кабельной системе	20
2.1. Определения структурированной, исключительной и централизованной кабельных систем.....	20
2.2. Преимущества структурированной кабельной системы по сравнению с исключительной кабельной системой	21
2.3. История развития и стандартизации структурированных кабельных систем.....	23

Глава III

Требования и рекомендации международного стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) «Информационная технология.

Структурированная кабельная система для территории и зданий заказчика»..... 25

3.1. Общее описание стандарта ISO/IEC 11801:2002(E)	25
3.2. Структура кабельной системы	27
3.3. Топология структурированной кабельной системы	32
3.4. Общие требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к функциональным компонентам структурированной кабельной системы.	34
3.4.1. Взаимное соединение подсистем кабельной системы и присоединение к ней активного оборудования	34
3.4.2. Понятия «канал» и «стационарная линия»	37
3.4.3. Общие требования к распределительным устройствам	39
3.4.4. Общие требования к кабелям, шнурам и переключкам	40
3.4.5. Общие требования к информационным розеткам	41
3.4.6. Общие требования к точке консолидации	42
3.4.7. Общие требования к помещениям для элементов СКС, устройствам ввода кабелей в здание и к кабелям внешних сервисов	43
3.5. Электромагнитные характеристики электрической части структурированной кабельной системы	45
3.5.1. Условия, договоренности и ограничения, принятые для спецификаций электромагнитных параметров электрической части СКС	45
3.5.2. Классификация симметричных электрических каналов и линий	47
3.6. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к электромагнитным параметрам каналов и стационарных линий на основе симметричных электрических кабелей.....	48
3.6.1. Характеристическое полное (волновое) сопротивление.....	48
3.6.2. Возвратные потери (Return Loss)	50
3.6.3. Потери ввода (Insertion Loss)	52
3.6.4. Переходное затухание на ближнем конце (NEXT)	53
3.6.5. «Суммарное» переходное затухание на ближнем конце линии или канала (PSNEXT).....	55

3.6.6. Переходное затухание на дальнем конце (FEXT) и его «суммарное» значение (PSFEXT)	56
3.6.7. Нормированное на потери ввода переходное затухание на ближнем конце (ACR)	57
3.6.8. «Суммарное» нормированное на потери ввода переходное затухание на ближнем конце (PSACR)	60
3.6.9. Нормированное на потери ввода переходное затухание на дальнем конце тракта (ELFEXT).....	61
3.6.10. «Суммарное» нормированное на потери ввода переходное затухание на дальнем конце (PSELFEXT)	62
3.6.11. Задержка сигнала (PD) и перекос задержек (DS)	62
3.6.12. Характеристики каналов и стационарных линий по постоянному току	63
3.7. Администрирование структурированной кабельной системы	66
3.7.1. Понятие администрирования СКС	66
3.7.2. Требования международного стандарта ISO/IEC 14763-1: 1999(E) к администрированию СКС	66
3.7.3. Программные и аппаратные средства администрирования кабельной системы	72

Глава IV

Изготовление структурированной кабельной системы и требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к ее электрическим компонентам	75
4.1. Рекомендации стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к реализации электрической части структурированной кабельной системы	75
4.1.1. Общие требования	75
4.1.2. Реализация горизонтальной подсистемы	76
4.1.3. Реализация магистральных подсистем	79
4.2. Компонентный состав реальной структурированной кабельной системы	81
4.3. Симметричные электрические кабели для структурированных кабельных систем	82
4.3.1. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к симметричным электрическим кабелям	82

4.3.2. Классификация кабелей по пожарной опасности	84
4.3.3. Американская классификация кабелей по назначению	87
4.3.4. Цветовая маркировка проводников в зарубежных кабелях	88
4.3.5. Конструкции симметричных электрических телекоммуникационных кабелей	89
4.3.6. Надписи на внешней оболочке кабеля	90
4.4. Распределительные устройства	91
4.4.1. Технология IDC — современная технология электрического соединения проводников с контактами устройств	91
4.4.2. Виды и назначение распределительных устройств	92
4.5. Информационные разъемы	93
4.6. Точки консолидации	95
4.7. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к соединительным устройствам	96
4.8. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к шнурам коммутационным, шнурам оборудования и к шнурам рабочего места	99
4.9. вспомогательные средства и компоненты для построения реальной кабельной системы	101
4.10. Специализированный инструмент и монтаж кабелей и разъемов высоких категорий	101
4.11. Тестирование электрических линий и каналов структурированной кабельной системы	103
4.11.1. Общие сведения о тестировании структурированной кабельной системы	103
4.11.2. Оборудование для тестирования кабельной системы в «полевых» условиях	105
4.11.3. Практические рекомендации по тестированию СКС	108

Часть II

Базовые сведения об оптоволоконне и волоконно-оптические компоненты структурированной кабельной системы.....	109
---	------------

Глава V

Введение в волоконно-оптическую технику связи	111
5.1. Предварительные замечания	111
5.2. Основные волоконно-оптические понятия и термины.....	112
5.3. Преимущества волоконно-оптических линий связи и трудности при их использовании	113
5.4. Структурная схема волоконно-оптической линии связи	115

Глава VI

Базовые сведения об оптоволоконне	117
6.1. Волоконные световоды	117
6.1.1. Определение волоконного световода	117
6.1.2. Принцип действия оптоволоконна на лучевом языке	118
6.1.3. Понятие электромагнитных волн	121
6.1.4. Принцип действия оптоволоконна на волновом языке	122
6.1.5. Понятие моды электромагнитных волн	122
6.1.6. Профили показателя преломления оптоволокон.....	126
6.1.7. Изготовление оптоволокон и их технологические параметры	127
6.2. Параметры оптоволокон	129
6.2.1. Влияние параметров оптоволоконна на качество линий связи	129
6.2.2. Числовая апертура оптоволокон	129
6.2.3. Виды потерь света при его передаче по ВОЛС	132
6.2.4. Рассеяние и поглощение света в оптоволоконне	133
6.2.5. Световой импульс	138
6.2.6. Дисперсия световых волн в оптоволоконне и искажения формы светового импульса	140
6.2.7. Коэффициент широкополосности оптоволоконна	145

Глава VII

Волоконно-оптические компоненты

структурированной кабельной системы	149
7.1. Компонентный состав волоконно-оптической части структурированной кабельной системы	149
7.2. Волоконно-оптические кабели	150
7.2.1. Кабели внешней прокладки	150
7.2.2. Внутриобъектовые кабели.....	152
7.3. Соединители оптоволокон	154
7.3.1. Неразъемные соединители (сплайсы)	155
7.3.2. Разъемные соединители (коннекторы и адаптеры)	158
7.4. Волоконно-оптические распределительные устройства	160
7.5. Технологии оконцевания оптоволоконна коннекторами.....	162

Глава VIII

Оконцевание оптоволоконна и монтаж сплайсов	165
8.1. Клеевая технология и инструмент	166
8.2. Бесклеевая технология и инструмент	167
8.3. Монтаж механического сплайса.....	168
8.4. Изготовление сварного сплайса.....	168

Глава IX

Тестирование оптоволоконных линий и каналов СКС ...	170
--	-----

Глава X

Идеальный коннектор	172
10.1. Техника безопасности при работе с оптоволоконном	172
10.2. Виды брака при оконцевании волокна коннекторами	174
10.3. Признаки идеального коннектора	175

Глава XI

Требования международного стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к волоконно-оптической части СКС	178
11.1. Общие замечания	178
11.2. Каналы оптических классов	179
11.3. Топология оптических каналов	181
11.4. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к ослаблению в волоконно-оптических каналах СКС.....	183
11.5. Требования к волоконно-оптическим кабелям	184
11.6. Требования к оптоволоконным соединительным устройствам	186
11.7. «Полярность» коннекторов и адаптеров	188

Глава XII

Новейшие технологии волоконно-оптической техники	190
---	-----

Заключение	193
-------------------------	-----

Приложения

Приложение I.1	195
Приложение I.2	197
Приложение I.3	199
Приложение I.4	200
Приложение II.1	201
Приложение II.2	202
Приложение II.3	203
Приложение II.4	204
Список литературы	205
Предметный указатель	208

Глава IV

Изготовление структурированной кабельной системы и требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к ее электрическим компонентам

4.1. Рекомендации стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к реализации электрической части структурированной кабельной системы

4.1.1. Общие требования

Рекомендации стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) по изготовлению СКС предполагают, что в СКС используются кабели, соединительное оборудование и шнуры, которые удовлетворяют этому стандарту. Выполнение этих рекомендаций гарантирует также, что этому стандарту будет соответствовать структура СКС, а при соблюдении требований стандарта ISO/IEC TR 14763-2 (см. Приложение I.1) на ее разработку и инсталляцию — этому стандарту будут соответствовать и электромагнитные характеристики каналов построенной СКС.

Все компоненты канала должны иметь одно и то же значение волнового сопротивления, а именно — 100 Ом для каналов классов D, E, F и 100 Ом или 120 Ом для каналов классов A, B, C. В канале могут использоваться кабели и компоненты разных категорий, однако при этом результирующие характеристики канала будут определяться компонентами наинизших категорий.

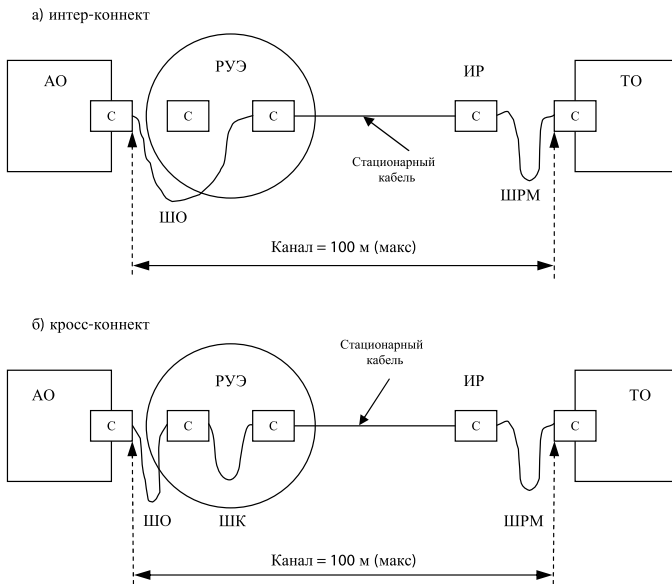
Реализация СКС основывается на параметрах компонентов, заданных для температуры 20°C. Влияние температуры на характеристики стационарного кабеля (в горизонтальной подсистеме и магистрали здания) должно быть компенсировано уменьшением его длины в следующих пределах:

- для экранированных кабелей при рабочих температурах выше 20°С – на 0,2% на градус;
- для неэкранированных кабелей – на 0,4% на градус в диапазоне температур от 20 до 40°С и на 0,6% на градус в диапазоне от 40 до 60°С.

4.1.2. Реализация горизонтальной подсистемы

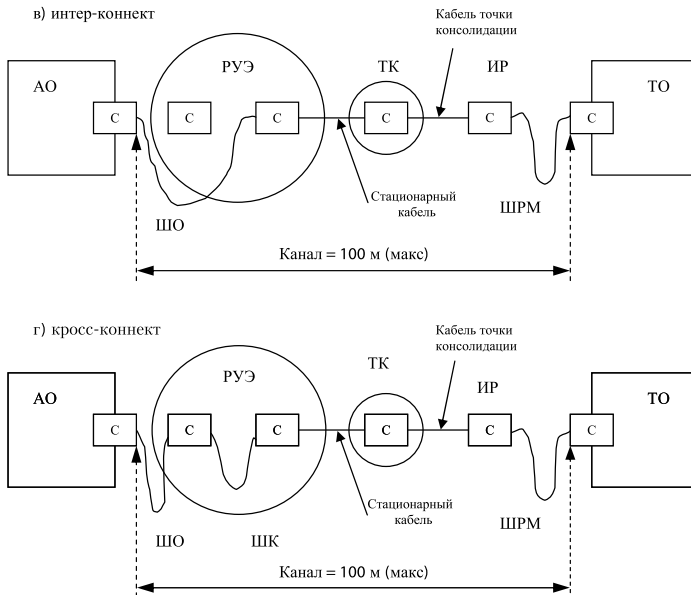
При реализации горизонтальной подсистемы основными моментами являются выбор категории компонентов и длин кабелей и шнуров.

Выбор категории компонентов определяется классом того канала, который необходимо создать, а класс, в свою очередь, определяется той аппаратурой и приложениями, для которых создается СКС. При соблюдении требований стандарта к конфигурации горизонтальной подсистемы компоненты категории 5 обеспечивают характеристики канала класса D, категории 6 – класса E, категории 7 – класса F. Напомним, что стандарт рекомендует в горизонтальной подсистеме создавать сегодня каналы не ниже класса D. Выбор длины кабелей и шнуров будет определяться конфигурацией горизонтальной подсистемы. Четыре возможных ее конфигурации приведены на рис. 4.1 а), б) и рис. 4.1 в), г).



АО и ТО – активное и терминальное оборудование, соответственно; ШО, ШК, ШРМ – шнуры оборудования, коммутационный и рабочего места, соответственно; с – соединитель (гнездо + вилка); РУЭ – распределительное устройство этажа; ТК – точка консолидации; ИР – информационная розетка

Рис. 4.1. а), б) Варианты конфигураций горизонтальной подсистемы СКС – точка консолидации отсутствует



АО и ТО — активное и терминальное оборудование, соответственно; ШО, ШК, ШРМ — шнуры оборудования, коммутационный и рабочего места, соответственно; с — соединитель (гнездо + вилка); РУЭ — распределительное устройство этажа; ТК — точка консолидации; ИР — информационная розетка.

Рис. 4.1. в), г) Варианты конфигураций горизонтальной подсистемы СКС — точка консолидации присутствует

Эти варианты конфигураций возникают в связи с существованием двух видов соединений (кросс-коннект и интер-коннект) и точки консолидации (либо она используется, либо — нет). Кроме того, длина стационарного кабеля будет зависеть от качества и длин шнуров и кабеля точки консолидации. Взаимосвязь длин всех кабелей канала может быть выражена формулой:

$$L_{кст} = L_{опори} - a_{ш} L_{ш\ общ} - b_{ктк} L_{ктк} - L_{гран}, \tag{4-1}$$

где длины $L_{кст}$ — кабеля стационарного, $L_{опори}$ — опорное значение длины (105, 106, 107 или 109 метров), $L_{ш\ общ}$ — общая суммарная длина всех шнуров и перемычек в канале, $L_{ктк}$ — кабеля точки консолидации, $L_{гран}$ — значение в 2 или 3 метра, учитывающее границы разброса параметра потерь ввода IL , в кабелях различных производителей,

$a_{ш}$ — отношение параметра IL , дБ/м, для кабеля шнуров к параметру IL , дБ/м, для кабеля стационарного,

$b_{ктк}$ — отношение параметра IL , дБ/м, для кабеля точки консолидации, к параметру IL , дБ/м, для кабеля стационарного.

Очевидно, что при отсутствии кабеля точки консолидации $L_{\text{ктк}} = 0$. Кроме того, для канала класса D не учитывают границы разброса параметра IL , т. е. $L_{\text{зрди}} = 0$.

Соотношения длин кабелей и шнуров, рекомендуемые стандартом ISO/IEC 11801:2002(E), приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Соотношения длин: кабеля стационарного, $L_{\text{кст}}$, кабеля точки консолидации, $L_{\text{ктк}}$, и общей суммарной длины всех шнуров канала, $L_{\text{ш общ}}$, для каналов классов D, E и F, использующих компоненты указанных категорий.

Точка консолидации	Тип соединения	Схема рис. 4.1.	Длины в метрах		
			класс D, кат. 5	класс E, кат. 6	класс F, кат. 7
отсутствует	интер-коннект	а	$L_{\text{кст}} = 109 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}}$	$L_{\text{кст}} = 107 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - 3$	$L_{\text{кст}} = 107 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - 2$
	кросс-коннект	б	$L_{\text{кст}} = 107 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}}$	$L_{\text{кст}} = 106 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - 3$	
присутствует	интер-коннект	в	$L_{\text{кст}} = 107 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - b_{\text{ктк}} L_{\text{ктк}}$	$L_{\text{кст}} = 106 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - b_{\text{ктк}} L_{\text{ктк}} - 3$	
	кросс-коннект	г	$L_{\text{кст}} = 105 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - b_{\text{ктк}} L_{\text{ктк}}$	$L_{\text{кст}} = 105 - a_{\text{ш}} L_{\text{ш общ}} - b_{\text{ктк}} L_{\text{ктк}} - 3$	

При расчетах по этой таблице предполагается, что потери ввода в гибких кабелях шнуров больше, чем в стационарных кабелях (но не более, чем на 50%), и что параметр IL всех шнуров в канале имеет одно и то же значение.

Стандартом ISO/IEC 11801:2002(E) вводятся также следующие ограничения:

- длина канала в горизонтальной подсистеме не должна превышать 100 м;
- длина стационарного кабеля не должна превышать 90 м. При этом, когда общая длина шнуров оборудования, коммутационных и рабочего места превышает 10 м, длина стационарного кабеля должна быть уменьшена по отношению к значению в 90 м в соответствии с соотношениями табл. 4.1;
- длина кабеля стационарного до точки консолидации не должна быть *менее* 15 м;
- при использовании многопользовательских розеток (MUTOA) длина шнура рабочего места не должна превышать 20 м;
- длина шнуров коммутационных и кроссовых перемычек не должна превышать 5 м.

Особое внимание нужно обратить на то, что в период эксплуатации СКС, когда многое изменяется, система ее администрирования должна обеспечить использование таких шнуров, перемычек и кабелей ТК (если они есть), чтобы сохранялись параметры тех каналов, которые были созданы при разработке и первоначальной инсталляции СКС.

4.1.3. Реализация магистральных подсистем

Так же, как и в горизонтальной подсистеме, выбор компонентов, длин кабелей и классов каналов для магистральных подсистем здания и территории определяется классами того активного оборудования и приложений, для которых эти каналы создаются.

Для того, чтобы создаваемые в магистральных подсистемах каналы соответствовали требованиям стандарта ISO/IEC 11801:2002(E), необходимо руководствоваться их схемой, приведенной на рис.4.2.

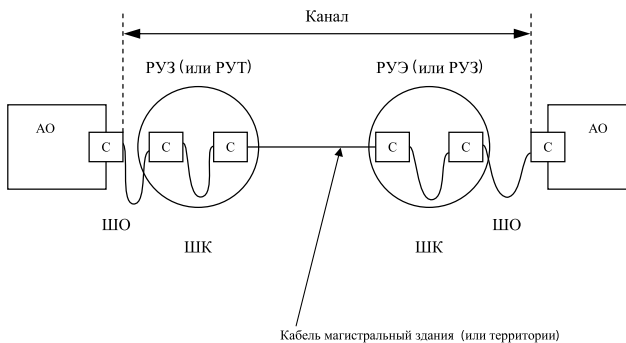


Рис. 4.2. Схема канала в магистральных подсистемах СКС

Канал в магистральной подсистеме здания или территории имеет кросс-коннект на каждом конце и такая конфигурация является максимально возможной для магистральных каналов класса D, E и F.

Естественно, в канале имеются шнуры оборудования и шнуры коммутационные, и при расчетах длин кабелей предполагается, что потери ввода в кабелях шнуров больше, чем в кабелях магистральных (но не более, чем на 50%). Кроме того, считается, что все шнуры имеют одно и то же значение потерь ввода IL , дБ/м.

Соотношение длин кабелей и шнуров (в метрах) может быть выражено общей формулой:

$$L_{к.маг} = L_{опорн} - a_{ш} L_{ш.общ} - L_{гран}, \quad (4-2)$$

где $L_{к.маг}$ — максимальна длина кабеля магистрального, $L_{опорн}$ — опорное значение длины (260, 250, 190, 185 и т. д.), $L_{ш.общ}$ — общая суммарная длина всех шнуров канала, $L_{гран}$ — значение длины, равное 3 метрам, учитывающее границу разброса параметра потерь ввода IL , дБ/м, в кабелях, $a_{ш}$ — отношение параметра IL , дБ/м, для кабеля шнуров к параметру IL , дБ/м, для кабеля магистрального.

В табл. 4.2 приведены конкретные соотношения длин кабелей и шнуров для каналов всех классов.

Таблица 4.2. Соотношения длин шнуров и кабелей каналов СКС всех классов в магистральных подсистемах территории и здания (в метрах)

Категория компонентов	Класс канала					
	A	B	C	D	E	F
кат. 5	2000	$L_{к. маг} = 250 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 170 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 105 - a_{ш} L_{ш общ}$
кат. 6	2000	$L_{к. маг} = 260 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 185 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 111 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 105 - a_{ш} L_{ш общ} - 3$
кат. 7	2000	$L_{к. маг} = 260 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 190 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 115 - a_{ш} L_{ш общ}$	$L_{к. маг} = 107 - a_{ш} L_{ш общ} - 3$	$L_{к. маг} = 105 - a_{ш} L_{ш общ} - 3$

При использовании соотношений табл. 4.2 необходимо учитывать, что на практике число соединений в магистральной подсистеме СКС может отличаться от числа, указанного на схеме модели на рис. 4.2. Тогда, если оно больше, то должна быть уменьшена длина кабеля магистрального, а если меньше — то она может быть увеличена. Для кабеля кат. 5 это изменение должно быть 5 м на одно соединение, а для кабелей кат. 6 и кат. 7 — 1 метр на соединение. При такого рода отступлениях в таких каналах обязательно должны быть подтверждены отдельными измерениями параметры *NEXT*, *Return Loss* и *ELFEXT*.

В стандарте ISO/IEC 11801:2002(E) отдельно подчеркнута, что в случаях, когда длина канала превышает 100 м, отдельные приложения, чувствительные к задержке и к перекосу задержек сигнала, могут не работать.

Для магистральных каналов классов D, E и F стандартом ISO/IEC 11801:2002(E) введены также следующие ограничения:

- длина канала не должна превышать 100 м;
- когда в канале используется всего 4 соединения (кросс-коннект), длина кабеля магистрального (стационарного) должна быть не менее 15 метров.

Последнее ограничение гарантирует минимальное влияние переотражений сигнала в тракте на работу аппаратуры при возможном рассогласовании компонентов канала по волновому сопротивлению.

При администрировании (ИПДУ) магистральных подсистем СКС так же, как и в горизонтальной подсистеме, необходимо обеспечить использование таких шнуров и перемычек, которые обеспечат параметры первоначально спроектированных и инсталлированных каналов.

4.2. Компонентный состав реальной структурированной кабельной системы

Для изготовления реальной СКС недостаточно только функциональных компонентов, о которых выше шла речь применительно к стандартам, необходимы и многие другие. Полный перечень необходимых для создания реальной СКС изделий включает в себя:

1. Кабели
2. Распределительные устройства
3. Информационные разъемы
4. Точки консолидации
5. Кабелепроводы (лотки, трубы, декоративные короба и т. п.)
6. Крепеж (шурупы, дюбели и т. п.)
7. Средства маркировки (метки, принтеры и т. п.)
8. Пространства (шкафы, стойки, полки и т. п.)
9. Специализированный инструмент (ударный инструмент для монтажа витых пар и приспособления для прокладки кабелей)
10. Специализированное измерительное оборудование (для наладки и тестирования каналов и линий всех классов)
11. Программно-аппаратные средства для администрирования СКС.

Эти одиннадцать позиций необходимы и достаточны для изготовления реальной СКС. Первые позиции 1–4 этого перечня — это т. н. каналобразующие (функциональные) компоненты, позиции 5–8 — вспомогательные средства и компоненты, позиции 9–11 — специализированный инструмент и электронное оборудование.

Необходимо заметить, что в отдельную позицию в этом перечне не выделены шнуры коммутационные, которые, естественно, являются неотъемлемой частью СКС. Сделано это по простой причине: коммутационный шнур представляет собой кабель, оконцованный вилками информационного разъема, и, таким образом, вошел в этот перечень «по частям». На практике поставщики тех СКС, которые защищены торговыми марками, выделяют коммутационные шнуры в отдельную позицию и разрешают использовать в своих СКС только шнуры своей торговой марки. Кроме того, стандарт ISO/IEC 11801:2002(E) предъявляет к коммутационным шнурам отдельные требования, о которых будет сказано ниже.

На рынке предлагается громадное количество перечисленных изделий, но при их выборе необходимо учесть, что позиции 1–4, и 10 должны удовлетворять стандартам на СКС (см. Приложение I.1), а остальные — требованиям действующих строительного-монтажных норм и другим промышленным стандартам. Не всякий, например, кабель или информационный разъем можно использовать в СКС, хотя в исключительных кабельных системах можно встретить весьма разнообразные изделия.

В СКС известных торговых марок компоненты, указанные в приведенном выше перечне, подобраны по определенным критериям, которые, собственно говоря, и определяют свойства и качество конкретной торговой марки. При этом, в некоторых «фирменных» СКС в систему входят все перечисленные компоненты, а в некоторых — только часть. Безусловно, чем полнее компонентный состав СКС конкретной торговой марки, тем лучше, поскольку все компоненты «взаимовязаны» в единую систему и всякого рода «нестыковки» в ней невозможны.

Ниже кратко описаны применяемые в электрической части СКС изделия и требования к ним стандарта ISO/IEC 11801:2002(E).

4.3. Симметричные электрические кабели для структурированных кабельных систем

4.3.1. Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к симметричным электрическим кабелям

Требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к симметричным электрическим кабелям охватывают:

- кабели, используемые в горизонтальной и магистральных подсистемах СКС, построенных в соответствии со структурой, рекомендованной стандартом, и с соблюдением его требований по изготовлению СКС;
- симметричные кабели и кабельные элементы (кроссировочные провода), используемые в кроссовых перемычках;
- симметричные кабели, используемые в шнурах оборудования, коммутационных и рабочего места в конфигурациях каналов, оговоренных стандартом.

Стандарт ISO/IEC 11801:2002(E) специфицирует только минимальные требования к кабелям и только при температуре 20°C. Кабели, допускаемые к применению в СКС, должны быть протестированы на соответствие спецификациям стандарта IEC 61156-1:2001(E) Ed. 1.2 “Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications — Part 1 Generic specifications” («Многоэлементные и симметричные кабели на основе витых пар/четверок для систем цифровой связи — Часть 1: Основные спецификации») и удовлетворять этим спецификациям.

Требования непосредственно самого стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) сводятся к нижеследующим.

Во-первых, указано, что требования, как к механическим, так и к электрическим характеристикам кабелей, указанные в упомянутом выше стандарте IEC 61156-1:2001(E) Ed. 1.2, достаточны для обеспечения электромагнитных параметров линий и каналов, задаваемых стандартом ISO/IEC 11801:2002(E). Кроме того, требуется, чтобы кабели, используемые в СКС, удовлетворяли отдельным спецификациям, приведенным в частях 2, 3, 4, 5, 6 стандарта IEC 61156, которые уже охватывают диапазон частот до 600 МГц.

Во-вторых, стандарт ISO/IEC 11801:2002(E) вводит свои дополнительные требования к кабелям и подчеркивает, что если они выполнены, то категория 5 стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) соответствует категории 5е стандарта IEC 61156. Эти дополнительные требования приведены ниже.

Прежде всего, введены требования к механическим характеристикам кабелей, показанные в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Дополнительные требования стандарта ISO/IEC 11801:2002(E) к механическим характеристикам симметричных кабелей

Характеристика кабеля	Требования
Диаметр проводника, мм	от 0,4 до 0,8
Диаметр проводника по изоляции, мм	не более 1,6
Наружный диаметр кабеля магистрали здания и территории, мм	не более 90
Температурный диапазон без электрической и механической деградации, °С	инсталляция: от 0 до 50
	эксплуатация: от -20 до +60
Минимально допустимый радиус изгиба 4-х парного кабеля после инсталляции, мм	25 при наружном диаметре до 6 мм
	50 при наружном диаметре свыше 6 мм

Этим требованиям сопутствуют важные комментарии:

- проводники с диаметрами менее 0,5 мм и более 0,65 мм могут оказаться несовместимыми с некоторыми видами соединительного оборудования;
- проводники с наружным диаметром по изоляции более 1,7 мм могут быть несовместимы с некоторым соединительным оборудованием;
- наружный диаметр магистральных кабелей (здания и территории) должен быть минимизирован, чтобы эффективнее использовать емкость кабелепроводов (лотков, труб) и пространств (шкафов, полок, стоек);
- минимальный радиус изгиба кабелей при инсталляции определен рекомендациями его производителя.

Затем вводятся дополнительные требования к электрическим характеристикам кабелей:

- номинальное волновое сопротивление должно быть 100 Ом на стандартной длине 100 м;
- при определении затухания кабеля категории 5 должны быть использованы константы, определенные стандартом IEC 61156-5 (раздел 3.3.2.2). Например, они дают на частоте 100 МГц значение 21,3 дБ/100 м. В расчетах, дающих затухание ниже 4 дБ, должно быть принято значение в 4 дБ;