

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

- Общие сведения о структуре СКС
- Основные этапы проектирования СКС
- Расчеты для всех этапов
- Пример проектирования СКС

УДК 621.315.21

ББК 32.845.6

С30

Семенов А. Б.

С30 Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2010. – 416+16 с.: ил.

ISBN 5-94074-396-X

В книге даются общие сведения о структуре и допустимых длинах кабельных линий различных подсистем СКС при основных вариантах ее реализации. Рассмотрены требования по габаритам, оборудованию и условиям окружающей среды к техническим помещениям, а также к кабельным трассам горизонтальной и магистральной подсистем СКС, предлагаются варианты их конструктивного исполнения на архитектурной фазе проектирования. Представлены схемы расчета количеств и выбора параметров отдельных компонентов горизонтальной и магистральной подсистем СКС на телекоммуникационной фазе выполнения проектных работ. Обоснованы принципы задания характеристик монтажного оборудования различного назначения и методика расчета его габаритов и количества. Дополнительно затронуты вопросы оформления проектной документации, обеспечения пожарной безопасности и построения кабельной проводки для защищенных сетей. Приведен пример проектирования с использованием разработанной методики.

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 5-94074-396-X

© Компания АйТи, 2010

© Оформление, издание
ДМК Пресс, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений	14
Предисловие рецензента	15
Введение	16
Глава I	
Основные сведения о СКС	23
1.1. Структура СКС	23
1.1.1. Топология СКС	23
1.1.2. Технические помещения	24
1.1.3. Подсистемы СКС	24
1.1.4. Принципы администрирования СКС	27
1.1.5. Кабели СКС	27
1.2. Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс	28
1.2.1. Классы приложений, категории кабелей и разъемов СКС	28
1.2.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров СКС	31
1.3. Дополнительные варианты топологического построения СКС	33
1.3.1. Варианты построения горизонтальной подсистемы СКС	34
1.3.2. Топологии с централизованным администрированием	36
Глава II	
Общие вопросы проектирования СКС	39
2.1. Принципы проектирования	39
2.1.1. Основные нормативные документы	39
2.1.2. Процесс создания СКС	40
2.1.3. Фазы проектирования	43
2.1.4. Особенности проектирования СКС как технического объекта	45
2.2. Разновидности проектной документации	47
2.2.1. Технические требования и техническое задание	47
2.2.2. Эскизный проект	48
2.2.3. Технический проект	49
2.2.4. Рабочая документация	50
2.2.5. Технорабочий проект	50

Глава III

Архитектурная фаза проектирования	52
3.1. Цели и задачи, нормативная база	52
3.2. Проектирование аппаратных	53
3.2.1. Размещение аппаратной	53
3.2.2. Площадь аппаратной	55
3.2.3. Условия окружающей среды в аппаратной	56
3.2.4. Особенности организации системы электропитания в аппаратной	57
3.2.5. Требования к конструкции и оборудованию аппаратной	58
3.2.6. Правила монтажа телекоммуникационного оборудования	61
3.3. Проектирование кроссовых	62
3.3.1. Площадь кроссовых	64
3.3.2. Размещение кроссовых	64
3.3.2.1. Одна кроссовая на этаж	64
3.3.2.2. Несколько кроссовых на этаж	65
3.3.3. Условия окружающей среды в кроссовых	66
3.3.4. Общие требования к конструкции и оборудованию кроссовых	67
3.3.5. Прочие варианты строительной реализации коммутационных узлов	68
3.3.5.1. Ниши для установки коммутационного и сетевого оборудования	68
3.3.5.2. Открытая и закрытая установка шкафов	69
3.4. Размещение оборудования в технических помещениях	71
3.4.1. Схемы размещения оборудования	71
3.4.2. Выбор типа монтажного конструктива	74
3.5. Кабельные каналы различных видов и их емкость	76
3.5.1. Общие положения и классификация	76
3.5.2. Емкость каналов различных типов	77
3.5.2.1. Идеальные каналы	77
3.5.2.2. Реальные каналы	80
3.6. Кабельные трассы подсистемы внешних магистралей	83
3.6.1. Общие требования	83
3.6.2. Кабельная канализация	84
3.6.2.1. Линейная часть	84
3.6.2.2. Колодцы	89
3.6.3. Прочие разновидности подземных кабельных трасс	92
3.6.3.1. Коллекторы	92
3.6.3.2. Кабельная канализация лоткового типа	94

3.6.4. Наземные кабельные трассы	96
3.6.4.1. Технологические эстакады	96
3.6.4.2. Воздушная подвеска	96
3.6.4.3. Вывод кабеля на наружную стену здания и особенности его прокладки	98
3.6.5. Прямая прокладка кабеля в грунте	100
3.6.5.1. Обычные условия прокладки	100
3.6.5.2. Особые условия прокладки	102
3.6.6. Кабельные вводы в здание	103
3.6.6.1. Общие положения	103
3.6.6.2. Подземный ввод в здание	103
3.6.6.3. Воздушный ввод в здание	107
3.6.6.4. Ввод на лестничную клетку	109
3.6.7. Защита кабелей подсистемы внешних магистралей от механических повреждений	110
3.7. Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей	111
3.7.1. Разновидности конструкций для формирования трасс на вертикальных участках	112
3.7.2. Конструктивные требования к стоякам	114
3.7.3. Расчет площади поперечного сечения каналов для прокладки магистральных кабелей	116
3.7.4. Элементы формирования кабельных трасс на горизонтальном участке	118
3.7.4.1. Закрытая прокладка кабелей	118
3.7.4.2. Открытая прокладка кабелей	119
3.7.4.3. Технические коридоры	121
3.8. Кабельные трассы горизонтальной подсистемы	121
3.8.1. Общие положения	121
3.8.2. Кабельные трассы в конструкциях пола	122
3.8.2.1. Подпольные каналы	123
3.8.2.2. Ячеистые полы	126
3.8.2.3. Фальшполы	127
3.8.2.4. Закладные трубы	129
3.8.2.5. Вытяжные и технологические коробки	132
3.8.3. Подпотолочные кабельные каналы	134
3.8.3.1. Требования к подвесному потолку	134
3.8.3.2. Кабельные каналы для применения за подвесным потолком	135
3.8.3.3. Некоторые правила прокладки кабелей в каналах лоткового типа	137
3.8.3.4. Элементы поддержки и точечной фиксации	138
3.8.3.5. Способы подвода кабелей к рабочим местам	140

3.8.4. Прокладка кабелей в настенных и внутристенных каналах	142
3.8.5. Особенности прокладки одиночных кабелей вне кабельных каналов	143
3.9. Принципы и правила построения кабельной проводки СКС в зоне воздействия внешних источников мощного электромагнитного излучения	145
3.9.1. Совместная прокладка кабелей СКС и силовых кабелей	146
3.9.2. Прокладка кабелей СКС вблизи ламп дневного света	149
3.9.3. Совместная прокладка кабелей СКС и кабелей системы радиовещания и оповещения	150
3.9.4. Защита коммутационного оборудования от наводок	150
3.10. Принципы и способы установки информационных розеток в рабочих помещениях	151
3.10.1. Общие положения	151
3.10.2. Принципы и правила размещения розеток	152
3.10.3. Схемы монтажа розеток	153
3.10.3.1. Установка розетки во внутреннее пространство короба	153
3.10.3.2. Установка розетки на короб	154
3.10.3.3. Установка розетки рядом с коробом	155

Глава IV

Телекоммуникационная фаза проектирования	156
4.1. Цели, задачи и принципы выполнения расчетов на телекоммуникационной фазе	156
4.2. Исходные данные для проектирования	157
4.2.1. Строительные решения	157
4.2.2. Параметры кабельной системы	159
4.3. Проектирование подсистемы рабочего места	160
4.3.1. Распределение информационных розеток по отдельным помещениям	160
4.3.2. Комплектация розеток на рабочих местах	164
4.3.3. Оконечные шнуры в помещениях для размещения пользователей	167
4.3.4. Адаптеры	169
4.4. Проектирование горизонтальной подсистемы	170
4.4.1. Привязка отдельных рабочих мест к кроссовым	172
4.4.2. Выбор типа информационных розеток	174
4.4.3. Расчет горизонтального кабеля	175

4.4.3.1. Выбор типа и категории	175
4.4.3.2. Определение величины расхода	177
4.4.3.3. Область применения и ограничения метода	181
4.4.4. Проектирование точек перехода	183
4.4.5. Некоторые особенности проектирования нижних уровней кабельной проводки СКС	185
4.4.5.1. Выбор места расположения технических помещений кроссовой этажа	185
4.4.5.2. Выбор структуры нижнего уровня СКС	187
4.4.5.3. О применении гибридных кабелей	191
4.5. Магистральные подсистемы СКС	192
4.5.1. Выбор типа и категории магистральных кабелей	194
4.5.1.1. Волоконно-оптический кабель	194
4.5.1.2. Симметричный электрический кабель	196
4.5.2. Схемы соединения групповых устройств сетевого оборудования	198
4.5.2.1. Оборудование ЛВС	198
4.5.2.2. Оборудование УПАТС	200
4.5.3. Расчет линейных кабелей магистральных подсистем	201
4.5.3.1. Потребность в ресурсах кабельных трактов СКС типового сетевого оборудования с волоконно-оптическим и электрическим интерфейсами	201
4.5.3.2. Расчет емкости и количества магистральных кабелей	203
4.5.3.3. Выбор конструктивного исполнения магистральных кабелей	207
4.5.3.4. Определение величины расхода кабелей, затрачиваемого на реализацию подсистемы внешних магистралей	209
4.5.4. Определение нагрузок, действующих на кабель в процессе его затягивания в каналы кабельной канализации	210
4.5.4.1. Разновидности нагрузок	210
4.5.4.2. Расчет ожидаемого усилия тяжения	215
4.5.4.3. Методы уменьшения усилия тяжения	219
4.5.5. Особенности проектирования линейной части подсистемы внешних магистралей	220
4.5.6. Обеспечение надежности магистральных подсистем	222
4.5.7. Резервирование магистральных кабелей	223
4.5.8. Оценка целесообразности применения разветвительной муфты на трассах внешних волоконно-оптических магистралей	226

4.6. Административная подсистема	230
4.6.1. Способы подключения сетевого оборудования	
к кабельной системе	232
4.6.1.1. Электрическая подсистема	232
4.6.1.2. Оптическая подсистема	234
4.6.2. Принципы и способы подключения сетевого оборудования	
к СКС в технических помещениях различного уровня	234
4.6.2.1. Основные правила	234
4.6.2.2. Кроссовая этажа	235
4.6.2.3. Кроссовые верхнего уровня	236
4.6.3. Выбор типа коммутационного оборудования и распределение	
его панелей по функциональным секциям	236
4.6.3.1. Подсистемы на базе кабелей из витых пар	237
4.6.3.2. Подсистемы на базе волоконно-оптических кабелей	239
4.6.3.3. Некоторые особенности организации	
коммутационного поля	240
4.6.4. Определение емкости трактов передачи информации	
и расчет количества устройств коммутационного	
оборудования	242
4.6.5. Переходники и адаптеры	244
4.6.6. Правила применения организаторов	245
4.6.6.1. Панели и активное сетевое оборудование	
с модульными разъемами	245
4.6.6.2. Кроссовые панели типа 110	247
4.6.6.3. Кроссовые башни типа 110	247
4.6.6.4. Оптические полки	247
4.7. Определение типов и количеств шнуров для применения	
в технических помещениях	248
4.7.1. Разновидности шнуровых изделий	248
4.7.2. Определение типа и категории шнуров	249
4.7.3. Определение объема поставки шнуров определенных длин	
для применения в технических помещениях	249
4.7.4. Оценка функции $\Phi_k(x)$ плотности длины кабеля шнуров	256
4.7.4.1. Термины и определения	256
4.7.4.2. Длина горизонтальной части кабеля шнура	257
4.7.4.3. Длина вертикальной части кабеля шнура	261
4.7.4.4. Оценка распределения длин кабелей шнуров	266
4.8. Особенности проектирования кабельных трактов СКС	
для передачи телевизионных сигналов	266

Глава V

Расчет декоративных коробов, монтажных конструктивов

и прочих дополнительных компонентов СКС	273
5.1. Настенные кабельные каналы	273
5.1.1. Общие положения	273
5.1.2. Выбор высоты установки и габаритных размеров	274
5.1.3. Методы прокладки коробов и расчет их количества	277
5.1.4. Расчет количества аксессуаров	279
5.1.4.1. Стандартные комплектующие изделия	279
5.1.4.2. Разделительная стенка и крышка коробов больших размеров	280
5.2. Монтажные конструктивы	281
5.2.1. Определение максимальной высоты монтажного конструктива	281
5.2.2. Принципы размещения оборудования при организации коммутационного поля	283
5.2.2.1. Размещение оборудования в одном монтажном конструктиве	283
5.2.2.2. Размещение оборудования в двух монтажных конструктивах	285
5.2.3. Оценка требуемой высоты монтажного конструктива	288
5.2.3.1. Напольные конструктивы	288
5.2.3.2. Настенные конструктивы	290
5.2.4. Выбор ширины и глубины закрытого напольного монтажного конструктива	291
5.2.4.1. Выбор ширины конструктива	292
5.2.4.2. Выбор глубины конструктива	295
5.3. Аксессуары и дополнительные компоненты 19-дюймовых монтажных конструктивов	297
5.3.1. Горизонтальные организаторы кабелей коммутационных шнуров	297
5.3.1.1. Размещение коммутационного оборудования в одном монтажном конструктиве	298
5.3.1.2. Размещение коммутационного оборудования в двух напольных монтажных конструктивах	302
5.3.1.3. Размещение оборудования в настенном конструктиве	303
5.3.1.4. Глубина установки монтажных рельсов закрытых конструктивов	303

5.3.2. Вертикальные организаторы кабелей	
коммутационных шнуров	304
5.3.2.1. Размещение оборудования в одном конструктиве	306
5.3.2.2. Основная схема размещения оборудования	
в двух монтажных конструктивах	307
5.3.2.3. Альтернативная схема размещения оборудования	
в двух монтажных конструктивах	308
5.3.2.4. Требования к конструкции вертикальных организаторов	
монтажных конструктивов	309
5.3.3. Вертикальные организаторы кроссовых башен типа 110	309
5.3.4. Распределители силового электропитания	311
5.4. Расчет параметров и величины расхода элементов крепления	
оборудования СКС	314
5.4.1. Элементы крепления декоративных коробов	
и их аксессуаров	315
5.4.2. Кабельные стяжки	318
5.4.2.1. Расчет расхода стяжек при прокладке кабелей	
в закрытом монтажном конструктиве	318
5.4.2.2. Принципы расчета расхода стяжек при прокладке кабелей	
вне монтажных конструктивов	320
5.4.2.3. Расчет длины кабельных стяжек	320
5.4.3. Элементы крепления оборудования	
в 19-дюймовом конструктиве	323
5.5. Элементы маркировки	325
5.5.1. Маркируемые компоненты и нормативная база	325
5.5.2. Принципы формирования маркирующих индексов	327
5.5.3. Выбор типа элементов маркировки и определение	
их расхода	328

Глава VI

Технические предложения и проектная документация	330
6.1. Подготовка технического предложения	330
6.1.1. Общие положения	330
6.1.2. Формат представления и шаблоны документов	332
6.2. Принципы ускорения и средства автоматизации	
процесса подготовки технических предложений	333
6.3. Работы по монтажу СКС и оценка продолжительности	
реализации кабельной системы	335
6.3.1. Организация работ	335
6.3.2. Основные виды работ по монтажу	335
6.3.3. Работы по приемке СКС	337

6.4. Принципы и правила оформления проектной документации	338
6.4.1. Общие положения	338
6.4.2. Особенности оформления текстовой части проектной документации	339
6.4.3. Особенности оформления спецификации	340
6.4.4. Рабочие чертежи	341
6.4.4.1. Общие данные по рабочим чертежам	342
6.4.4.2. Некоторые правила оформления рабочих чертежей	343
6.4.4.3. Правила внесения изменений в рабочую документацию, выданную заказчику	345

Глава VII

Правила противопожарной безопасности при проектировании СКС

7.1. Кабели	349
7.2. Строительные объекты	352
7.2.1. Проходы через стены и перекрытия	352
7.2.2. Технические помещения	353
7.2.3. Коридоры и рабочие помещения	353
7.2.4. Кабельные каналы и фальшполы	354

Глава VIII

Особенности построения кабельной проводки СКС для передачи охраняемой информации

8.1. Общие положения	355
8.2. Способы минимизации уровня внешнего излучения и маскировки информационных сигналов	356
8.2.1. Технические средства	357
8.2.2. Маскировка передаваемых сигналов	357
8.3. Проектные мероприятия на архитектурной фазе	358
8.3.1. Защита кабелей вне охраняемой зоны	358
8.3.2. Требования к коммутационному оборудованию	359
8.3.3. Особенности применения волоконно-оптических кабелей	360
8.4. Технические решения для отдельных подсистем защищенных СКС	361
8.4.1. Решения для рабочих мест	361
8.4.2. Решения для линейной кабельной проводки	361
8.4.3. Решения для технических помещений	362
8.5. Организационные мероприятия	363

Глава IX

Пример проектирования СКС	364
9.1. Исходные данные	364
9.2. Архитектурная фаза проектирования	368
9.2.1. Технические помещения	369
9.2.2. Кабельные каналы различного назначения	370
9.2.3. Размещение оборудования	371
9.3. Телекоммуникационная фаза проектирования	373
9.3.1. Подсистема рабочего места	373
9.3.2. Проектирование горизонтальной подсистемы	375
9.3.3. Проектирование подсистемы внутренних магистралей	377
9.3.4. Проектирование подсистемы внешних магистралей	380
9.3.5. Проектирование административной подсистемы	382
9.3.5.1. Выбор типа коммутационного оборудования и схемы подключения сетевых устройств	382
9.3.5.2. Расчет количества устройств коммутационного оборудования и их аксессуаров	382
9.3.6. Выбор типа и расчет количества организаторов	385
9.3.7. Расчет количества и определение длин оконечных, кроссовых и коммутационных шнуров в технических помещениях	387
9.3.7.1. Кроссовые	387
9.3.7.2. Аппаратная	388
9.4. Расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС	391
9.4.1. Расчет декоративных коробов и их аксессуаров	391
9.4.1.1. Определение габаритных размеров	391
9.4.1.2. Расчет количества короба и аксессуаров	392
9.4.2. Прочие разновидности кабельных каналов	392
9.4.2.1. Расчет требуемого количества каналов стояка	392
9.4.2.2. Расчет кабельных вводов горизонтальных кабелей в технические помещения	393
9.4.2.3. Расчет закладных труб вводов в рабочие помещения	394
9.4.2.4. Расчет габаритов лотков	394
9.4.3.5. Расчет монтажных конструктивов	395
9.5. Расчет вспомогательных элементов СКС	396
9.5.1. Выбор типа и расчет объемов поставки элементов крепления	396
9.5.1.1. Кабельные стяжки	396
9.5.1.2. Элементы крепления декоративных коробов	396

9.5.1.3. Элементы крепления оборудования в 19-дюймовом конструктиве	397
9.5.2. Расчет количества элементов маркировки	397
9.5.3. Технологическое и измерительное оборудование	397
Заключение	402
Глоссарий	404
Литература	408

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СКС

1.1. Структура СКС

1.1.1. Топология СКС

В основу любой полномасштабной структурированной кабельной системы положена древовидная топология, которую иногда называют также структурой иерархической звезды. Функции узлов структуры выполняет коммутационное оборудование различного вида, которое может иметь две основные разновидности: индивидуальные информационные розетки, эксплуатируемые пользователями кабельной системы, и панели различных видов, образующие групповое коммутационное поле, с которыми работает обслуживающий персонал. Коммутационное оборудование соединяется между собой электрическими и волоконно-оптическими кабелями различных видов.

Все кабели, входящие в технические помещения, обязательно заводятся на упомянутые выше коммутационные панели, на которых с помощью шнуров¹ осуществляются все подключения и переключения в процессе текущей эксплуатации кабельной системы. Стандарты позволяют также организацию резервных трактов передачи сигналов. Все это в сочетании с использованной древовидной топологией в части, касающейся СКС, обеспечивает гибкость и надежность СКС, а также возможность легкой переконфигурации и адаптируемости кабельной системы под конкретное приложение (рис. 1.1).

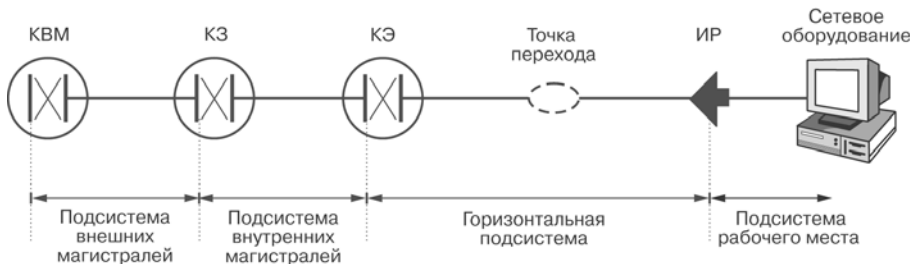


Рис. 1.1. Подсистемы СКС

¹ Существует также ограниченная номенклатура так называемых бесшнуровых панелей и панелей с переключателями, не получивших широкого распространения.

1.1.2. Технические помещения

Технические помещения необходимы для построения СКС и информационной системы в целом. В общем случае они делятся на аппаратные и кроссовые.

Аппаратной в дальнейшем называется техническое помещение, в котором наряду с групповым коммутационным оборудованием СКС располагается сетевое оборудование коллективного пользования масштаба предприятия (УПАТС, серверы, коммутаторы). Аппаратные оборудуются фальшполами, системами пожаротушения, кондиционирования и контроля доступа. Уровень устанавливаемых в аппаратной различных устройств и систем инженерного обеспечения должен соответствовать уровню монтируемого в ней компьютерного и телекоммуникационного оборудования.

Кроссовая представляет собой помещение, в котором размещается коммутационное оборудование СКС, сетевое и другое вспомогательное оборудование, обслуживающее чаще всего ограниченную группу пользователей. При этом уровень оснащения кроссовой оборудованием инженерного обеспечения ее функционирования в целом является более низким по сравнению с аппаратной.

Аппаратная может быть совмещена с кроссовой здания (КЗ). В этом случае его сетевое оборудование может подключаться непосредственно к коммутационному оборудованию СКС. Если аппаратная расположена отдельно, то ее сетевое оборудование подключается к локально расположенному коммутационному оборудованию или к обычным информационным розеткам, аналогичным розеткам рабочих мест. В кроссовую внешних магистралей (КВМ) сходятся кабели внешней магистрали, подключающие к ней отдельные КЗ. В КЗ заводятся внутренние магистральные кабели, подключающие к ним кроссовые этажей (КЭ). К КЭ, в свою очередь, горизонтальными кабелями подключены розеточные модули информационных розеток рабочих мест. В качестве дополнительных связей, увеличивающих гибкость и живучесть системы, допускается прокладка внешних магистральных кабелей между КЗ и внутренних магистральных кабелей – между КЭ.

Во всей СКС может быть только одна КВМ, а в каждом здании может находиться не более одной КЗ. Допускается объединение КВМ с КЗ, если они расположены в одном здании. Аналогично КЗ может быть совмещена с КЭ, если они расположены на одном этаже. Если плотность рабочих мест на этаже или его части мала, то в качестве исключения допускается подключение к КЭ горизонтальных кабелей смежных этажей. Пример структуры СКС с привязкой к зданиям приведен на рис. 1.2.

1.1.3. Подсистемы СКС

В самом общем случае СКС согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 включает в себя три подсистемы:

- *подсистема внешних магистралей* состоит из внешних магистральных кабелей между КВМ и КЗ, коммутационного оборудования в КВМ и КЗ, к которому подключаются внешние магистральные кабели, и коммутационных

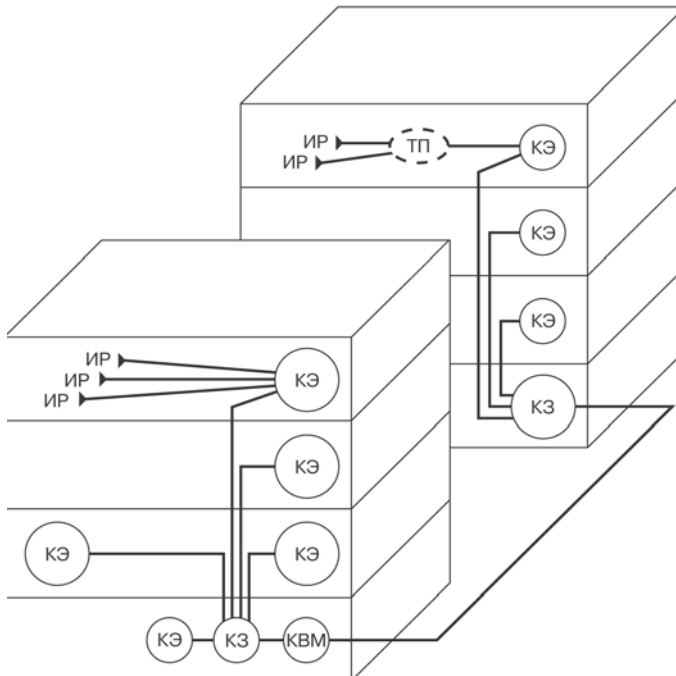


Рис. 1.2. Пример структуры СКС с привязкой к зданиям

шнуров и/или перемычек в КВМ. Подсистема внешних магистралей является той основой, которая соединяет в единую сеть связи, отдельно расположенные на одной территории здания (campus). На практике эта подсистема достаточно часто имеет физическую кольцевую топологию, что дополнительно обеспечивает увеличение надежности за счет наличия резервных кабельных трасс. Из этих же соображений подсистема внешних магистралей иногда реализуется по двойной кольцевой топологии. Если СКС устанавливается автономно только в одном здании, то подсистема внешних магистралей отсутствует. В зданиях с большими размерами к подсистеме внешних магистралей относятся те кабели, которые имеют длину свыше 500 м, хотя фактически не выходят за пределы здания;

- *подсистема внутренних магистралей*, называемая в некоторых СКС вертикальной или вторичной подсистемой, содержит проложенные между КЗ и КЭ внутренние магистральные кабели, подключенное к ним коммутационное оборудование в КЗ и КЭ, а также часть коммутационных шнуров и/или перемычек в КЗ. Кабели рассматриваемой подсистемы фактически связывают между собой отдельные этажи здания и/или пространственно разнесенные помещения в пределах одного здания. Если СКС обслуживает один этаж, то подсистема внутренних магистралей может отсутствовать;

- *горизонтальная подсистема* образована горизонтальными кабелями между КЭ и розеточными модулями информационных розеток рабочих мест, самими информационными розетками, а также коммутационным оборудованием в КЭ, к которому подключаются горизонтальные кабели. В состав горизонтальной подсистемы входит также большая часть коммутационных шнуров и/или перемычек в КЭ. При построении горизонтальной проводки допускается использование одной точки перехода на тракт, в которой происходит изменение типа прокладываемого кабеля (например, переход на плоский кабель для прокладки под ковровым покрытием с эквивалентными передаточными характеристиками).

Рассматриваемое здесь деление СКС на отдельные подсистемы применяется независимо от вида или формы реализации сети, то есть оно принципиально будет одинаковым, например, для кабельной системы, установленной в офисном здании или в производственном комплексе.

В самом общем случае СКС согласно действующим редакциям международных нормативно-технических документов включает в себя следующие восемь компонентов:

- линейно-кабельное оборудование подсистемы внешних магистралей;
- коммутационное оборудование подсистемы внешних магистралей;
- линейно-кабельное оборудование подсистемы внутренних магистралей;
- коммутационное оборудование подсистемы внутренних магистралей;
- линейно-кабельное оборудование горизонтальной подсистемы;
- коммутационное оборудование горизонтальной подсистемы;
- точки перехода;
- информационные розетки.

В подавляющем большинстве случаев подключение к СКС сетевого оборудования и коммутация отдельных портов кабельной системы производится с помощью шнуровых изделий самых разнообразных видов. Применение различных переключателей для решения задач коммутации, несмотря на их очевидные технические и эксплуатационные преимущества, не получило широкого распространения из-за существенно меньших функциональных возможностей. В некоторых ситуациях, обусловленных главным образом конструктивными особенностями портов активных сетевых приборов, кроме шнура может понадобиться адаптер, обеспечивающий согласование сигнальных и механических параметров оптических или электрических интерфейсов (разъемов) СКС и сетевого оборудования.

Подсистема рабочего места обеспечивает подключение сетевого оборудования на рабочих местах. Применяемое для ее реализации оборудование целиком и полностью зависит от конкретного приложения. Она не является частью СКС и выходит за рамки действия стандартов ISO/IEC 11801 и TIA/EIA-568-A, хотя эти нормативные документы накладывают на ее параметры и характеристики определенные ограничения, более подробно обсуждаемые ниже.

1.1.4. Принципы администрирования СКС

Принципы администрирования или управления СКС целиком и полностью определяются ее структурой. Различают одноточечное и многоточечное администрирование. Под многоточечным администрированием понимают управление СКС, которая построена по классической архитектуре иерархической звезды, то есть включает в себя магистральную подсистему хотя бы одного уровня. Основным признаком этого варианта является необходимость выполнения переключения минимум двух шнуров (или элементов, их заменяющих) в общем случае изменения конфигурации. Использование данного принципа гарантирует наибольшую гибкость управления и более широкие возможности адаптации СКС для поддержки новых приложений.

Архитектура одноточечного администрирования применяется в тех ситуациях, когда требуется максимально упростить управление кабельной системой. Ее основным признаком является прямое соединение всех информационных розеток рабочих мест с коммутационным оборудованием в единственном техническом помещении. Принципиально подобная архитектура может использоваться только для СКС, установленных в одном здании и не имеющих магистральную подсистемы. Из изложенного ясно, что структуры рассматриваемой разновидности характерны в первую очередь для СКС с небольшим количеством портов.

1.1.5. Кабели СКС

Одним из эффективных способов повышения технико-экономической эффективности кабельных систем офисных зданий является минимизация типов кабелей, применяемых для их построения. В СКС согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 допускается использование только:

- симметричных электрических кабелей на основе витой пары с волновым сопротивлением 100, 120 и 150 Ом в экранированном и неэкранированном исполнении;
- одномодовых и многомодовых оптических кабелей.

Электрические кабели из витых пар используются в первую очередь для создания горизонтальной проводки. По ним передаются как телефонные сигналы и низкоскоростная дискретная информация, так и данные высокоскоростных приложений. Применение оптических решений в горизонтальной подсистеме в настоящее время встречается достаточно редко, хотя их доля растет очень быстрыми темпами (решения в рамках концепции *fibre to the desk*). В подсистеме внутренних магистралей электрические и оптические кабели применяются одинаково часто, причем электрические кабели предназначены для передачи главным образом телефонных сигналов и данных с тактовыми частотами до 1 МГц, тогда как оптические кабели обеспечивают передачу цифровой информации высокоскоростных приложений. На внешних магистральных оптические кабели играют доминирующую роль.

Для перехода с электрического кабеля на оптический в процессе передачи данных со скоростью 10 Мбит/с и выше в технических помещениях устанавливается соответствующее сетевое оборудование (преобразователи среды или трансиверы). Данные устройства обычно обслуживают групповое устройство (обычный или коммутирующий концентратор системы передачи данных, выносной модуль АТС, контроллер инженерной системы здания и т.д.). Прямое использование волоконно-оптического кабеля для передачи телефонных сигналов и низкоскоростных данных на современном этапе развития техники является экономически нецелесообразным и применяется крайне редко – в тех ситуациях, когда другие решения невозможны или же выдвигаются особые требования в отношении защиты информации от несанкционированного доступа. Поэтому для улучшения технико-экономической эффективности сети в целом обычно процесс преобразования низкоскоростного электрического сигнала в оптический совмещается с мультиплексированием.

Для построения горизонтальной подсистемы стандартами допускается применение экранированного и неэкранированного кабелей. Экранированный симметричный кабель потенциально обладает лучшими электрическими, а в некоторых случаях и прочностными характеристиками по сравнению с неэкранированным. Однако кабельные тракты на его основе являются очень критичными к качеству выполнения монтажа и заземления, а сами кабели имеют заметно большую стоимость и обладают заметно худшими массогабаритными показателями.

Стандарты разрешают строить СКС на электрических кабелях из витых пар с волновым сопротивлением 100, 120 и 150 Ом. При этом две последние разновидности кабелей часто обладают заметно лучшими характеристиками. Однако, в силу целого ряда причин технического и экономического плана, они не получили сколько-нибудь широкого распространения в нашей стране.

Многомодовые волоконно-оптические кабели используются в основном в качестве основы подсистемы внутренних магистралей. Одномодовые волоконно-оптические кабели рекомендуется применять только для построения длинных внешних магистралей.

1.2. Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс

1.2.1. Классы приложений, категории кабелей и разъемов СКС

Действующая редакция стандарта ISO/IEC 11801 подразделяет все виды приложений, которые могут обмениваться данными по витым парам, на 4 класса – А, В, С и D (табл. 1.1). Класс А считается низшим классом, а класс D – высшим. Для приложений каждого класса определяется соответствующий класс линии связи, который задает предельные электрические характеристики линии, необходимые для нормальной работы приложений соответствующего и более низкого класса (табл. 1.2). К приложениям оптического класса относятся те из них,

которые используют в качестве среды передачи сигнала оптический кабель. Для таких приложений на момент принятия стандарта ширина полосы пропускания не является ограничивающим фактором.

Таблица 1.1. Классы приложений по ISO/IEC 11801

Класс линии и приложения	Определение
A	Телефонные каналы и низкочастотный обмен данными. Максимальная частота сигнала – 100 кГц
B	Приложения со средней скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 1 МГц
C	Приложения с высокой скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 16 МГц
D	Приложения с очень высокой скоростью обмена. Максимальная частота сигнала – 100 МГц
Оптический	Приложения, использующие в качестве среды передачи сигнала оптический кабель. Частоты 10 МГц и выше

Таблица 1.2. Соответствие категорий кабелей и соединителей классам приложений

TIA/EIA-568-A	ISO/IEC 11801	EN 50173	ISO/IEC 11801
Кабели и соединители			Приложения
–	–	–	A
–	–	–	B
Категория 3	Категория 3	Категория 3	C
Категория 4	Категория 4	–	–
Категория 5	Категория 5	Категория 5	D
–	Категория 6	–	E
–	Категория 7	–	F
–	Категория 8	–	G

В сентябре 1997 года IEC начала работу по стандартизации двух новых классов приложений E и F, а также компонентов СКС для категорий 6 и 7. Параллельно проводилась работа над так называемой улучшенной категорией 5 (категорией 5+, или категорией 5e) с верхней граничной частотой нормировки параметров в 100 МГц. Последняя фактически фиксирует достигнутый на конец 90-х годов уровень техники и одновременно нормирует ряд параметров, соблюдение которых обеспечивает возможность работы перспективного сверхвысокоскоростного приложения Gigabit Ethernet.

Приложения класса E и компоненты СКС категории 6 имеют нормируемые характеристики до частоты 250 МГц. Выбор именно такого частотного диапазона гарантируемых параметров был обусловлен требованием обеспечения потенциальной возможности поддержки функционирования двухпарных вариантов интерфейсов Gigabit Ethernet. Класс F и компоненты категории 7 рассчитываются

на частоты до 600 МГц. Выбор последнего значения в первую очередь обусловлен широким распространением аппаратуры АТМ со скоростью передачи 622 Мбит/с, а также необходимостью поддержки передачи сигналов многоканального аналогового телевидения с верхней граничной частотой 550 МГц.

Для построения трактов категории 6 используются кабели всех типов (экранированные и неэкранированные). В качестве соединителя применяется в основном модульный разъем. Линии категории 7 при современном состоянии уровня техники могут быть реализованы только на кабеле с экранированными парами. Окончательное решение о выборе типа разъема трактов категории 7 комитетами по стандартизации по состоянию на середину 2001 года не принято.

Стандарт ISO/IEC 11801 в дополнение к кабелям специфицирует по категориям также разъемы. Категории определяются максимальной частотой сигнала, на которую рассчитаны соответствующие разъемы и кабели (табл. 1.3). Кабели и разъемы более высоких категорий поддерживают все приложения, которые рассчитаны на работу по кабелям более низких категорий.

Таблица 1.3. Категории кабелей и разъемов

Категория кабеля и разъема	Максимальная частота сигнала	Типовые приложения
Категория 3	До 16 МГц	Локальные сети Token Ring и Ethernet 10Base-T, телефонные каналы и другие низкочастотные приложения
Категория 4	До 20 МГц	Локальные сети Token Ring и Ethernet 10Base-T
Категория 5	До 100 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с
Категория 5е	До 100 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с
Категория 6	До 250 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с
Категория 7	До 600 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с, сигналы кабельного телевидения
Категория 8	До 1200 МГц	Локальные сети со скоростью передачи данных до 1000 Мбит/с, сигналы кабельного телевидения

Линии электрической связи СКС должны быть собраны из кабелей и других компонентов с характеристиками не хуже той категории, на которую они рассчитаны. Данное правило имеет также и обратное действие в отношении до категории 5е включительно: тракт (channel) передачи информации СКС, собранный из компонентов определенной категории, поддерживает работу всех приложений своего и более низкого классов.

Стандарты ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года и TIA/EIA 568-A определяют, что линии связи СКС будут соответствовать требованиям определенной ими категории при соблюдении следующих трех условий¹:

¹ Достигнутый на сегодняшний день уровень техники позволяет распространить данное правило также на категорию 5е.

- технические характеристики всех кабелей, разъемов и соединительных шнуров этой линии соответствуют требованиям этой категории или превышают их;
- линия связи спроектирована с учетом требований стандартов (то есть соблюдены ограничения на длины кабелей, количество точек коммутации и т.д.);
- монтаж выполнен в полном соответствии с требованиями перечисленных выше стандартов.

В 2000–2001 годах органы по стандартизации приступили к рассмотрению вопроса о нормировании градаций пропускной способности оптических трактов. Предполагается ввести для многомодовых оптических трактов три оптических класса: OF-300, OF-500 и OF-2000. При этом цифры в обозначениях класса соответствуют максимальной гарантированной длине его канала. Для построения таких линий должны использоваться волокна категорий OM1, OM2 и OM3 с различным коэффициентом широкополосности и, возможно, различным уровнем гарантированного погонного затухания. Для одномодовых волокон пока предусматривается только одна категория OS1. Некоторые европейские компании (Ackermann, Brand-Rex), не дожидаясь утверждения нормативных документов, уже выпускают продукцию в соответствии с предполагаемым делением [10].

1.2.2. Ограничения на длины кабелей и шнуров SKC

Стандарты ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года и TIA/EIA 568-A устанавливают ограничения на максимальные длины кабелей и соединительных шнуров горизонтальной и магистральных подсистем. Длины кабелей указаны на рис 1.3 и приведены в табл. 1.4. Дополнительно еще раз подчеркнем, что максимальные длины электрических кабельных линий из витых пар для передачи сигнала указанного класса приведены для случая построения этих линий из симметричного кабеля и других компонентов с категорией не ниже указанной.

Таблица 1.4. Максимальные длины кабельных трактов в зависимости от типа кабеля и класса приложения

Класс приложений	A	B	C	D	Оптики
Среда передачи сигнала					
Симметричный кабель категории 3	2 км	200 м	100 м *		
Симметричный кабель категории 4	3 км	260 м	150 м		
Симметричный кабель категории 5	3 км	260 м	160 м	100 м	
Симметричный кабель 150 Ом	3 км	400 м	250 м	150 м	
Многомодовый оптический кабель	–	–	–	–	2 км
Одномодовый оптический кабель	–	–	–	–	3 км **

* Под длиной 100 м понимается суммарная длина горизонтального кабеля (до 90 м) и шнуров всех разновидностей.

** 3 км – ограничение, формально наложенное стандартом. Не является физическим ограничением для одномодовых волоконных световодов.

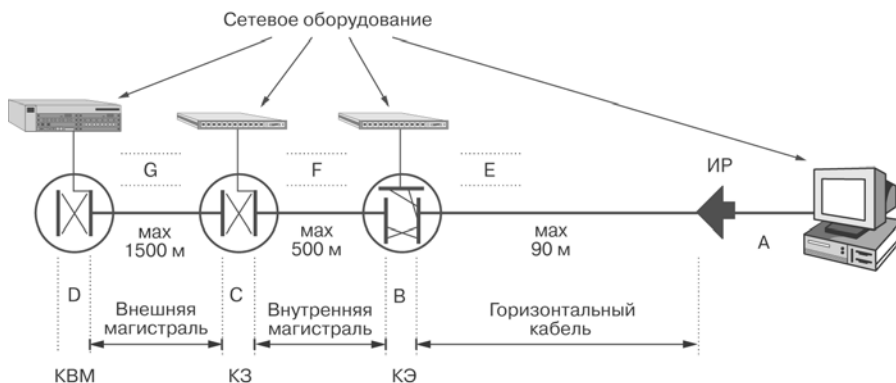


Рис. 1.3. Максимальные расстояния в кабельной системе по ISO/IEC 11801:

$A + B + E \leq 9 \text{ м}$ – суммарная длина всех шнуров и перемычек горизонтальной подсистемы

$A + E \leq 10 \text{ м}$

C и $D \leq 20 \text{ м}$ – длина коммутационных шнуров (перемычек) в КЗ и КВМ

F и $G \leq 30 \text{ м}$ – длина оконечных шнуров в КЗ и КВМ

Примечание.

1. Все указанные длины – физические длины.

2. Длины 10 м ($A + B + E$) и 30 м (F и G) являются рекомендуемыми.

Наибольшая длина кабеля горизонтальной подсистемы установлена равной 90 м. Стандартизация именно этого значения произведена исходя из возможностей витой пары как направляющей системы электромагнитных колебаний передавать сигналы наиболее массовых (на момент принятия стандартов) высокоскоростных приложений типа Fast Ethernet. Учитывались достигнутый технический уровень элементной базы и применяемые схмотехнические решения приемопередатчиков современного сетевого оборудования. Не последнюю роль при выборе именно этого значения максимальной длины играли архитектурные особенности типовых офисных зданий.

В случае реализации горизонтальной проводки на волоконно-оптическом кабеле длина кабельного тракта ограничена величиной 90 м. В этом случае основным соображением были не энергетические характеристики оптоэлектронной элементной базы современных волоконно-оптических приемопередатчиков, а то, что она гарантированно позволяет выполнить ограничения протокольного характера сетей Fast Ethernet по максимальному диаметру коллизийного домена.

Основным назначением подсистемы внутренних магистралей является объединение в единое целое технических помещений в пределах одного здания. Исходя из этого, максимальная длина кабеля такой магистрали устанавливается стандартами равной 500 м по международному стандарту ISO/IEC 11801:2000 и 300 м – по американскому стандарту TIA/EIA-568-B.1. Очень часто на практике кабели этой подсистемы соединяют технические помещения, которые расположены на

разных этажах здания. На основании этого из-за ориентации кабеля ее называют вертикальной.

И наконец, подсистема внешних магистралей, которая объединяет отдельные здания, согласно стандарту ISO/IEC 1801 может включать в себя кабели максимальной длиной 1,5 км. Дополнительно оговаривается, что максимальная длина магистральных кабелей между кроссовой этажа и кроссовой внешних магистралей не может превышать 2000 м (500 м кабеля внутренней и 1500 м кабеля внешней магистрали) при условии применения коммутационных и оконечных шнуров стандартной длины. В случае использования одномодового кабеля указанное значение может быть увеличено до 3000 м при длине кабеля внешней магистрали 2500 м. Американский стандарт TIA/EIA-568-B.1 устанавливает длины многомодового и одномодового кабелей подсистемы внешних магистралей в 1700 м и 2700 м соответственно. Таким образом, общая длина магистральных трактов независимо от стандарта составляет 2 и 3 км для многомодового и одномодового кабелей.

При необходимости обеспечения связи на большие расстояния стандартами предполагается, что для передачи информации будут использоваться линии и каналы связи общего пользования различных телекоммуникационных операторов.

Длины коммутационных и оконечных шнуров в определенной степени зависят от выбранной схемы подключения сетевого оборудования, типа среды передачи сигнала и подсистемы СКС, к которой относится данный конкретный шнур или их совокупность. Согласно стандарту ISO/IEC 11801 в редакции 2000 года максимальная суммарная длина кабелей шнуров, применяемых при организации трактов горизонтальной подсистемы, составляет:

- 9 м – в случае схемы коммутационного подключения для электрического кабеля;
- 10 м – в случае схемы коммутационного соединения для электрического кабеля;
- 10 м – при любой схеме подключения в волоконно-оптическом варианте.

Максимальная длина коммутационного шнура, используемого в кроссовых магистральных подсистемах (КЗ и КВМ) согласно стандарту ISO/IEC 11801 составляет 20 м. Длина оконечных шнуров, предназначенных для подключения сетевого оборудования в этих технических помещениях, не должна превышать 30 м. При этом в магистральных подсистемах тип кабеля как среды передачи не влияет на величину максимальной длины шнуров, то есть она является одинаковой как для электрического, так и для волоконно-оптического кабеля.

1.3. Дополнительные варианты топологического построения СКС

Ниже рассматриваются дополнительные возможности построения горизонтальной подсистемы и подсистемы внутренних магистралей, часть из которых не вошла

в действующие основные стандарты по СКС. По состоянию на середину 2001 года они нормируются только техническими бюллетенями TIA/EIA и содержатся в проектах международного стандарта ISO/IEC 11801. По мнению большинства специалистов по СКС, приводимые далее положения без каких-либо принципиальных изменений будут введены в новые редакции стандартов. Наличие этих вариантов существенно увеличивает свободу выбора проектировщика и позволяет значительно увеличить технико-экономическую эффективность кабельной системы в ряде часто встречающихся на практике случаев.

1.3.1. Варианты построения горизонтальной подсистемы СКС

Горизонтальная подсистема СКС, при реализации которой используются кабели из витых пар, может быть построена по четырем различным вариантам, которые

в схематическом виде изображены на рис.1.4. На практике наиболее часто применяется первая из них, которая образована непрерывным кабелем максимальной длиной 90 м, соединяющим розеточный модуль информационной розетки (ИР) и коммутационную панель в кроссовой этажа (КЭ). Во втором варианте тракт передачи образуется последовательным соединением кабелей двух различных типов, но с эквивалентными передаточными характеристиками¹. Эти кабели соединяются между собой в так называемой точке перехода (ТП). Согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 здесь возможны две комбинации типов таких кабелей: многопарный + четырехпарный и круглый + плоский с одинаковым количеством пар (на практике это четыре пары). Американский стандарт TIA/EIA-568-A трактует точку перехода более узко: в ТП согласно этому нормативно-техническому документу происходит соединение плоского кабеля с круглым.

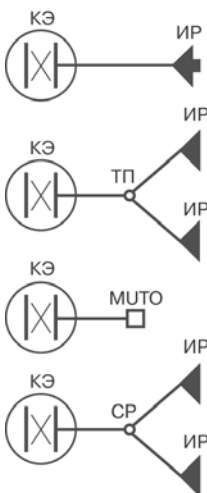


Рис. 1.4
Варианты
организации
горизонтальной
подсистемы

Точка перехода реализуется на обычном коммутационном оборудовании, которое отличается от коммутационного оборудования технических помещений только видом конструктивного исполнения. Однако это оборудование запрещается использовать для выполнения операций администрирования кабельной системы и для подключения активных сетевых устройств любого назначения. В соответствии с этим в точке

перехода никогда не должны применяться коммутационные и оконечные шнуры. Из определения точки перехода и требований к ней немедленно следует правило о том, что количество пар входящих и исходящих кабелей должно совпадать или отличаться не более чем на одну.

¹ Наиболее критичным в этом случае является требование обязательного совпадения номинальных волновых сопротивлений.