

# ISO/IEC 11801. Стандарт телекоммуникационной инфраструктуры коммерческих зданий

## Введение

Стандарты определяют структуру и параметры слаботочных кабельных систем, устанавливаемых в одном, нескольких или комплексе зданий.

Универсальная телекоммуникационная инфраструктура зданий предназначена для передачи сигналов всех типов, включая речевые, информационные и видео. Системы сигнализации, которые устанавливаются в современных зданиях, не освещаются в стандартах СКС (упоминаются в ANSI/TIA/EIA-568-A. Требования по безопасности (электрической, пожарной и другим видам) и электромагнитной совместимости (ЭМС) определяются другими стандартами и нормативами. Положения базовых стандартов СКС согласуются с нормами безопасности и ЭМС.

Стандарты обеспечивают:

пользователей — структурированной (хорошо организованной) кабельной системой, не зависящей от типа приложений, и открытый рынок - элементами для создания таких систем;

пользователей — гибкой схемой прокладки кабелей, позволяющей легко и экономично выполнять модификацию системы;

строителей-профессионалов (например, архитекторов) инструкциями, позволяющими проектировать и строить кабельные системы еще до того, как станут известными конкретные требования пользователей, что обеспечивает планирование строительства и ремонта;

промышленность и организации стандартизации — кабельной системой, обеспечивающей работу имеющегося сетевого оборудования и базу для разработки новых видов продукции.

Стандарты позволяют создавать среду передачи из элементов различных производителей благодаря взаимодействию организаций стандартизации друг с другом.

Стандарты США определяют два уровня требований — обязательный и рекомендуемый. Обязательный уровень выражается словом «должен», рекомендуемый — словами — «следует», «может», «желательно». Обязательный уровень задает минимум характеристик и параметры совместимости. Рекомендуемый уровень используется для более полного соответствия параметров СКС требованиям приложений и различных условий эксплуатации. В том случае, если для одного параметра задаются два уровня, рекомендуемый уровень задает более высокое качество систем и представляет собой верхнюю планку при создании новых СКС.

Международные и европейские стандарты не определяют уровни требований, однако используют те же слова, подразумевающие их. Обязательные и рекомендуемые нормативы, как правило, не различают. В данном обзоре уровни требований точно обозначены. Кроме того, обязательные нормативы выделены жирным шрифтом.

## 1. Масштаб

Важнейшие принципы СКС — универсальность и долговечность. Они позволяют строителями создавать системы прежде, чем станут известны требования пользователей, и обеспечить срок службы телекоммуникационной инфраструктуры зданий до 10 лет и более. Системы оптимизированы для зданий с офисной площадью до 1,000,000 м<sup>2</sup>, числа пользователей 50 — 50,000 человек и расстояний между зданиями до

3 км. Принципы построения СКС рекомендуется использовать также для систем, число пользователей и размер которых выходят за указанные рамки.

## 2. Нормативные ссылки

После вводной части, отраженной выше, в стандартах приводятся перечень стандартов, дополняющих данный стандарт, действующие на момент принятия стандартов. Обобщенный перечень ссылок приведен в разделе Стандарты СКС данного сайта.

## 3. Определения и сокращения

Определения и сокращения необходимы для точного понимания категорий, без чего невозможно однозначное толкование положений стандартов. Словарь терминов и список сокращений действующих и разрабатываемых стандартов приведены в разделе Глоссарий данного сайта — А.В.

Положения, изложенные в стандартах, подлежат изменениям, отражающим прогресс сетевых и кабельных технологий и терминального оборудования.

## 4. Соответствие

Кабельная система строится в соответствии со следующими требованиями и рекомендациями:

- а) структура **должна** соответствовать требованиям раздела 5;
- б) интерфейсы кабельной системы **должны** соответствовать требованиям раздела 9;
- в) система в целом **должна** состоять из линий, имеющих параметры, определенные в разделе 7. Это **должно** достигаться установкой элементов с соответствии с разделами 8 и 9 и правилами построения раздела 6 или в соответствии с требованиями классов раздела 7. При этом **должны** быть обеспечены требования надежности раздела 9;
- г) администрирование системы **должно** осуществляться согласно раздела 11,
- д) **должны** соблюдаться местные нормативы безопасности и ЭМС.

Параметры линии определены в разделе 7, ограничения — в разделе 6. Линия соответствует параметрам, если элементы, определяемые разделами 8 и 9 правильно установлены с учетом требований производителей и их длина не превышает ограничений раздела 6. В этом случае не требуется измерений параметров передачи линий.

Измерения на соответствие параметров раздела 7 рекомендованы в следующих случаях:

- а) длина линий превышает ограничения раздела 6;
- б) для монтажа линии использованы элементы, не определенные в разделах 8 и 9;
- в) при оценке кабельной системы на соответствие требованиям приложений;
- г) при желании проверить параметры системы, установленной в соответствии с положениями разделов 6, 8 и 9.

Параметры, отмеченные «д.д.и.» (для дальнейшего изучения") являются предварительными и не требуют соответствия стандарту.

Следует особо отметить, что стандарты ISO/IEC 11801 и EN 50173 не исключают наличия в СКС линий увеличенной длины. Такие линии рекомендуется тестировать на соответствие параметров, определенных для стандартных линий. Данное положение международного и европейского стандарта подразумевает возможность выбора более качественной среды передачи и использования резерва параметров для **увеличения длины каналов** - А.В.

В европейском стандарте раздел 4 (Соответствие) включен в раздел 1 и называется Масштаб и соответствие. Содержание стандартов практически идентично. В EN 50173 нет разъемов категории 4, отличается содержание и число информационных приложений — А.В.

## 5. Структура СКС

Под структурой СКС понимают модель построения системы из функциональных элементов и подсистем. Данный раздел определяет также интерфейсы точки для подключения терминального оборудования к структурированной системе и самой СКС — к сети общего пользования. Группы функциональных элементов образуют подсистемы СКС. Отличия терминов американских стандартов выделены красным цветом.

### 5.1. Функциональные элементы СКС

Структурированная кабельная система — среда передачи электромагнитных сигналов — состоит из элементов — кабелей и разъемов. Кабели, оснащенные разъемами и проложенные по определенным правилам, образуют линии и магистрали. Линии, магистрали, точки подключения и коммутации составляют функциональные элементы СКС.

В американском стандарте к функциональным элементам относят два типа кабелей, три типа помещений, элемент конструкции здания и документацию телекоммуникационной инфраструктуры. Кроме того, в данных группах стандартов используется разная терминология. Отличия показаны в таблице 1..

Таблица 1. Функциональные элементы СКС

Функциональные элементы СКС		Отличия в терминах ANSI/TIA/EIA-568-A
ISO/IEC 11801 и EN 50173	<b>ANSI/TIA/EIA-568-A</b>	
Распределительный пункт комплекса (зданий) (РП комплекса)		Главный пункт коммутации
Магистраль комплекса (МК)		Магистраль между зданиями
Распределительный пункт здания (РП здания)		Промежуточный пункт коммутации
Магистраль здания (МЗ)	Вертикальные кабели	
Распределительный пункт этажа (РП этажа)		Горизонтальный пункт коммутации
Горизонтальные кабели (ГК)	Горизонтальные кабели	
Точка перехода (ТП)		Точка перехода
<b>Телекоммуникационный разъем (ТР)</b>		Телекоммуникационный разъем
	Рабочая область	
	Телекоммуникационные помещения	
	Аппаратные	
	Ввод в здание	
	<b>Администрирование</b>	

Международные / европейские стандарты подразделяют СКС на восемь функциональных элементов, американский — на семь. Только два из них совпадают. В первом случае функциональные элементы составляют среду передачи, то есть собственно структурированную кабельную систему. Это позволяет выделить подсистемы и провести точные границы между ними.

Во втором в состав функциональных элементов не вошла магистраль комплекса и все

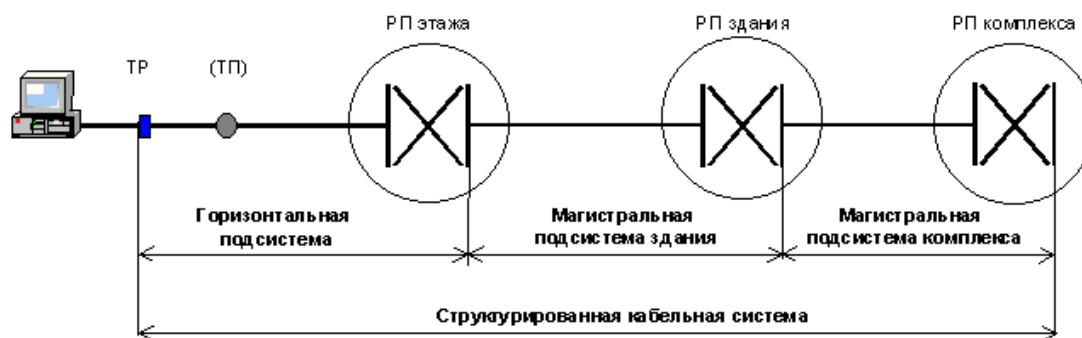
интерфейсы СКС и добавлены помещения, элементы зданий и система документирования. Это приводит к путанице и смешиванию понятий в технической литературе, проспектах производителей и документации, создаваемых по американской модели — А.В.

## 5.2. Подсистемы СКС

Международные / европейские стандарты подразделяют СКС на три подсистемы: магистральная подсистема комплекса, магистральная подсистема здания, горизонтальная подсистема.

Распределительные пункты обеспечивают возможность создания топологии каналов типа «шина», «звезда» или «кольцо».

Рис. 1. Подсистемы СКС



**5.2.11. Магистральная подсистема комплекса** включает магистральные кабели комплекса, механическое окончание кабелей (разъемы) в РП комплекса и РП здания и коммутационные соединения в РП комплекса. Магистральные кабели комплекса также могут соединять между собой распределительные пункты зданий.

**5.2.22. Магистральная подсистема здания** включает магистральные кабели здания, механическое окончание кабелей (разъемы) в РП здания и РП этажа, а также коммутационные соединения в РП здания. Магистральные кабели здания не должны иметь точек перехода, электропроводные кабели не следует соединять сплайсами.

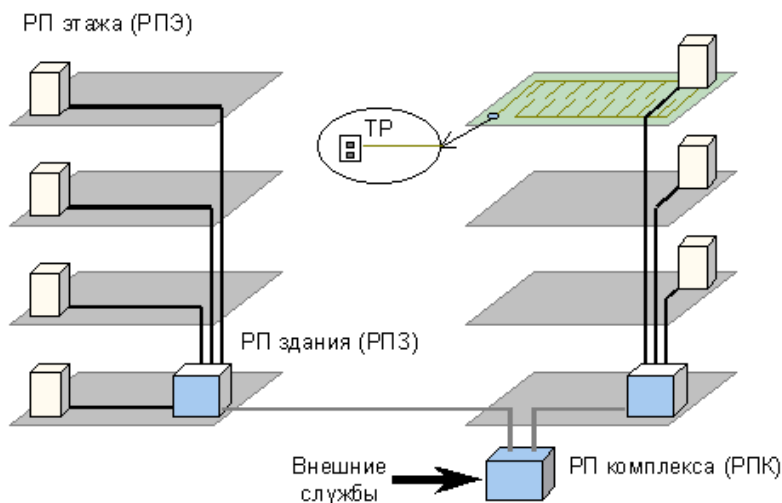
**5.2.33. Горизонтальная подсистема** включает горизонтальные кабели, механическое окончание кабелей (разъемы) в РП этажа, коммутационные соединения в РП этажа и телекоммуникационные разъемы. В горизонтальных кабелях не допускается разрывов. При необходимости допускается одна точка перехода. Все пары и волокна телекоммуникационного разъема должны быть подключены. Телекоммуникационные разъемы не являются точками администрирования. Не допускается включения активных элементов и адаптеров в состав СКС.

Абонентские кабели для подключения терминального оборудования не являются стационарными и находятся за рамками СКС. Однако, стандарты определяют параметры канала, в состав которого входят абонентские и сетевые кабели.

## 5.3. Топология СКС

Топология СКС — «иерархическая звезда», допускающая дополнительные соединения распределительных пунктов одного уровня. Однако такие соединения не должны заменять магистрали основной топологии. Число и тип подсистем зависит от размеров комплекса или здания и стратегии использования системы. Например, в СКС одного здания достаточно одного РП здания и двух подсистем — горизонтальной и магистральной. С другой стороны, большое здание можно рассматривать как комплекс, включающий все три подсистемы, и в том числе, несколько РП здания.

Рис. 2. Топология СКС



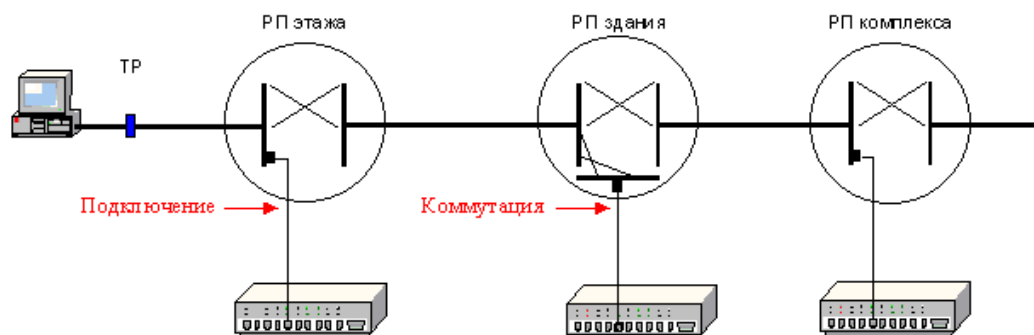
## 5.4. Размещение распределительных пунктов

Распределительные пункты размещаются в телекоммуникационных помещениях и аппаратных. Телекоммуникационные помещения предназначены для установки панелей и шкафов, сетевого и серверного оборудования, обслуживающих весь или часть этажа. Аппаратные выделяют для телекоммуникационного оборудования, обслуживающего пользователей всего здания (например, УАТС, мультиплексоры, серверы) и размещения РП здания / комплекса. Панели / шкафы и оборудование РП этажа, совмещенные с РП здания / комплекса, также могут находиться в помещении аппаратной.

## 5.5. Интерфейсы СКС

Интерфейсы СКС это окончания подсистем, обеспечивающие подключение оборудования и кабелей внешних служб методом подключения или коммутации. На рисунке 3 показаны интерфейсы в виде линий в пределах распределительных пунктов, схематически обозначающих блоки гнезд на панелях.

Рис. 3. Интерфейсы СКС



Для подключения к СКС достаточно одного сетевого кабеля. В варианте коммутации используют сетевой и коммутационный кабель и дополнительную панель.

Подключение к сети общего пользования осуществляется с помощью интерфейса сети общего пользования. Местоположение интерфейса сети общего пользования определяется национальными, региональными и местными правилами. Если интерфейсы сети общего пользования и СКС не соединены коммутационным кабелем или с помощью оборудования, необходимо учитывать параметры промежуточного кабеля.

## 5.6. Конфигурация

### Распределительный пункт этажа

Как минимум один РП этажа рекомендуется на каждые 1000 квадратных метров офисной площади. На каждом этаже должен быть, по крайней мере, один РП этажа. Если число рабочих мест на этаже невелико, его можно обслуживать с помощью

распределительного пункта на смежном этаже.

#### Рекомендованные типы кабелей

В таблице 2 даны рекомендации применения различных типов среды передачи в каждой из подсистем.

Таблица 2. Рекомендованная среда передачи подсистем СКС

Подсистема	Тип среды передачи	Приложения
Горизонтальная подсистема	Симметричные кабели	Речевые и информационные
	Оптоволоконные кабели	Информационные
Магистральная подсистема здания	Симметричные кабели	Речевые и информационные классов А и В
	Оптоволоконные кабели	Информационные классов В и выше
Магистральная подсистема комплекса	Оптоволоконные кабели	Для всех приложений
	Симметричные кабели	Для приложений класса А (например, линии УАТС)

Данные рекомендации устарели — информационные приложения классов А (до 0,1 МГц) и В (до 1,0 МГц) в локальных сетях практически не применяются. Выбор среды передачи для магистрали здания зависит от также от длины каналов. Если длина магистральной линии не превышает 90 метров, симметричные кабели соответствующей категории призваны обеспечить работу всех действующих приложений — А.В.

С другой стороны, большинство многомодовых кабелей непригодны для работы Gigabit Ethernet при длине линии более 220 метров (в соответствии со стандартами максимальная длина ОВ ММ магистрали — 2000 метров) — А.В.

#### Телекоммуникационные разъемы (ТР)

Телекоммуникационные разъемы располагают на стене, полу или в другой точке рабочей области. При проектировании СКС следует обеспечить удобство доступа ко всем разъемам. Высокая плотность разъемов повышает гибкость системы и облегчает изменения телекоммуникационных ресурсов рабочих мест. Во многих странах на 10 м<sup>2</sup> используемой площади **должны** устанавливаться два телекоммуникационных разъема.

Допускается установка разъемов одиночно или группами, однако каждое рабочее место **должно** иметь не менее двух разъемов.

На каждом рабочем месте **должен** быть предусмотрен, по крайней мере, один разъем, установленный на симметричном кабеле 100 ом или 120 ом (предпочтение отдается кабелям 100 ом). Другие ТР **требуется** устанавливать либо на симметричным, либо на оптоволоконном кабеле.

Симметричный кабель должен иметь две или четыре пары; все пары должны быть смонтированы на разъем. Если предусмотрено менее четырех пар, это требуется отразить в маркировке. Приложения сбалансированной передачи могут иметь ограничения по задержке распространения сигналов по каждой из пар. Особенности спецификации ТР, соответствующие перечисленным выше типам кабелей, даны в разделе «Требования к разъемам».

Разъемы должны быть обозначены постоянной маркировкой, видной пользователю. Следует обращать внимание на то, чтобы регистрировалось первоначальное назначение пар, а также все последующие изменения. Волновые и другие адаптеры, используемые для согласования различных передающих сред, должны находиться с внешней стороны разъема. Разрешается менять назначение пар с помощью адаптеров.

*В русскоязычной литературе понятие «телекоммуникационный разъем» повсеместно подменяют термином «телекоммуникационная розетка». Разъем или окончание кабеля, является частью розетки, то есть сборки разъемов, установочной и фиксирующей арматуры. Розетка может объединять от одного до двенадцати разъемов — А.В.*

#### Телекоммуникационные помещения и аппаратные

Телекоммуникационное помещение призвано обеспечивать наличие всех средств (пространство, электропитание, обогрев, вентиляция) для расположенных внутри него пассивных элементов, активных устройств, а также интерфейсов сети общего пользования. Для каждого телекоммуникационного помещения следует предусмотреть прямой доступ к магистрали здания.

**Аппаратная** — пространство в пределах здания, где размещается телекоммуникационное оборудование и могут находиться или отсутствовать распределительные пункты. К аппаратным предъявляют иные требования, чем к телекоммуникационным помещениям, поскольку оборудование, устанавливаемое в них, является более сложным (например, УАТС или серверы). В аппаратной может находиться более одного распределительного пункта. Если телекоммуникационное помещение служит для размещения двух и более распределительных пунктов, его следует считать аппаратной.

*Термин «телекоммуникационное помещение» часто переводят как «телекоммуникационный шкаф». Эти понятия не совпадают. Если используется несколько шкафов / стоек, неправильный перевод приводит к недоразумениям. Особенно серьезные ошибки возникают при проектировании системы заземления и толковании стандартов, также использующих данный термин — А.В.*

#### Пункт ввода в здание

Пункты ввода в здание оборудуются в случае, когда внешние кабели магистрали комплекса, частных сетей и сети общего пользования (включая антенну) вводят в здание и осуществляют переход на внутренние кабели. Местные правила могут требовать специального коммутационного оборудования для оснащения внешних кабелей разъемами. Это оборудование позволяет перейти от внешних к внутренним кабелям.

#### Электромагнитная совместимость

Международные стандарты электромагнитных излучений и устойчивости (например, CISPR 22) и местные правила **должны быть** приняты во внимание. Кабельная система считается пассивной и не может быть протестирована на соответствие требованиям EMC индивидуально. Активное оборудование должно отвечать требованиям соответствующих стандартов EMC с учетом используемой среды передачи.

#### Заземление

Элементы системы заземления **должны** отвечать требованиям соответствующих норм и правил. Инструкции и требования производителей оборудования следует выполнять, если они совместимы с электрическими нормативами.

*Важно отметить, что ответственность за соответствие СКС требованиям электромагнитной совместимости делегирована производителям активного оборудования. Такой подход не решает проблемы. Подробнее об этом в статье Европейская директива электромагнитной совместимости. Строго говоря, пункты 5.7. Электромагнитная совместимость и 5.8. Заземление не относятся к конфигурации СКС и освещаются в разделе 10, специально посвященном данным проблемам. Кроме того, они не содержат норм и правил, а только ссылки на другие стандарты — А.В.*

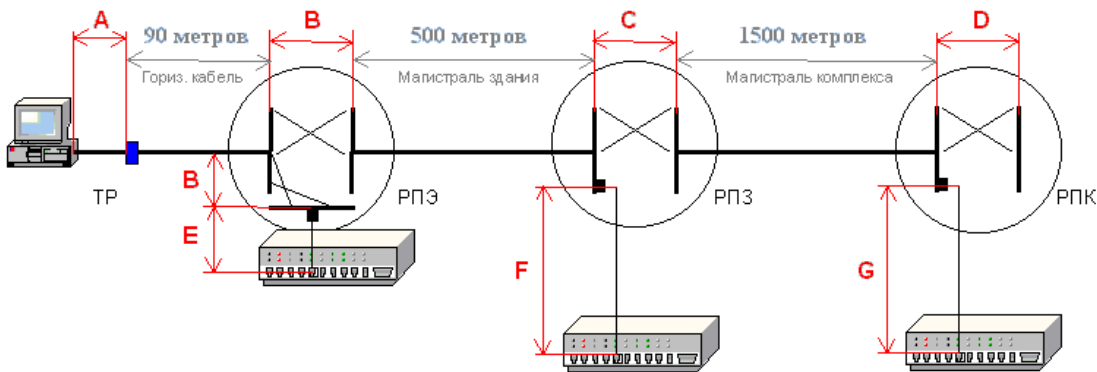
Когда желательна большая гибкость системы, следует использовать четырехпарные кабели

2) Установка двухпарных кабелей ограничивает работу приложений класса D.

## 6. Подсистемы СКС

Данная глава определяет модель горизонтальной и магистральной подсистем, максимальную длину, предпочтительные и рекомендованные типы кабелей. Рекомендуется соответствие этим требованиям для большинства установленных систем. Максимально допустимые длины кабелей указаны на рисунке 4 и в пояснениях к нему.

Рис. 4. Максимальная длина фиксированных и соединительных кабелей СКС



ТР — телекоммуникационный разъем, РПЭ - распределительный пункт этажа, РПЗ - распределительный пункт здания, РПК - распределительный пункт комплекса.

Общая длина абонентских (А), коммутационных (В) и сетевых кабелей (Е), образующих канал горизонтальной подсистемы, — до 10 метров.

Длина коммутационных кабелей в РП здания (С) и РП комплекса (D) — не более 20 метров.

Длина сетевых кабелей в РП здания (F) и РП комплекса (G) — не более 30 метров.

Соблюдение указанных длин строго рекомендуется, однако не является требованием, поскольку абонентские и сетевые кабели находятся за рамками международного, европейского и американского стандартов.

Требования к элементам системы — кабелям и разъемам — определяется в разделах 8 «Требования к кабелям» и 9 «Требования к разъемам». Симметричные кабели с волновым сопротивлением 100 и 120 ом и разъемы для них подразделяются по категориям. Параметры передачи категорий 3, 4 и 5 определены в полосе частот 16, 20 и 100 МГц соответственно.

Кабели и разъемы различных категорий могут быть установлены в пределах подсистемы и / или кабельной линии, но передающие рабочие характеристики линии будут определяться категорией худшего элемента.

Элементы с различным волновым сопротивлением **не допускается** устанавливать в одной линии. Оптические волокна с различными диаметрами сердцевины **не разрешается** соединять в пределах одной кабельной линии. Многократное появление одного и того же проводника или проводников (шунтированные отводы), **не может** являться частью кабельной системы.

## 6.1. Горизонтальная подсистема

### 6.1.1. Длина кабелей.

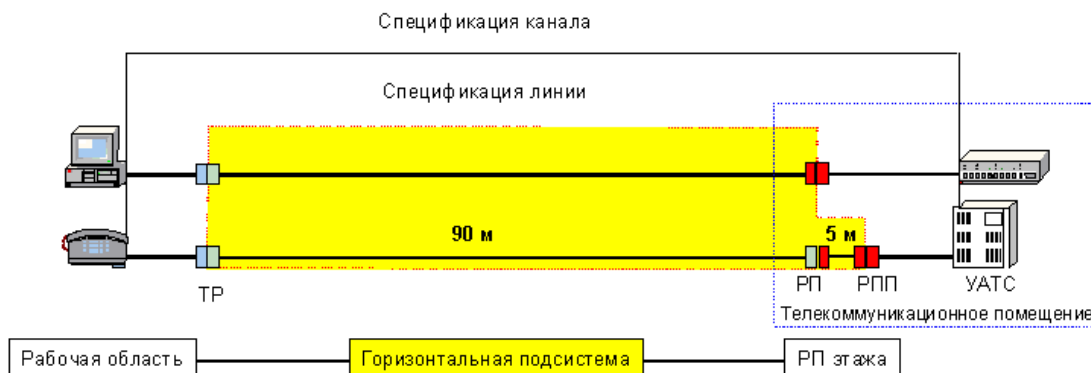
Максимальная длина горизонтального кабеля **должна** составлять 90 м, независимо от типа среды. Она измеряется от разъема (панели) в РП этажа до телекоммуникационного разъема на рабочем месте. Максимальная механическая длина абонентских, коммутационных (перемычек) и сетевых кабелей — не более 10 метров.

Для соответствия требованиям приложений настоятельно рекомендуется использование абонентских и сетевых кабелей, рабочие характеристики которых соответствуют или превышают параметры коммутационных кабелей. Длина коммутационных кабелей и перемычек в РП этажа **не должна** превышать 5 м.



На рис. 5а показана модель горизонтальной подсистемы, обеспечивающая согласование параметров кабелей (раздел 8 «Требования к кабелям») и линий (раздел 7 «Спецификация линий»). Для этого фиксированный кабель горизонтальной линии ограничен длиной 90 метров и гибкий — длиной 5 метров (что эквивалентно суммарной электрической длине 97,5 метров), а линия включает три разъема одинаковой категории. Точка перехода является резервной и отсутствует в данной модели. Если используется точка перехода, параметры линии **должны** соответствовать модели с двумя разъемами и длиной кабеля не более 90 метров.

Рис. 5а. Модель горизонтальной подсистемы — симметричный электропроводный кабель



ТР — телекоммуникационный разъем, РП — распределительная панель, РПП - распределительная панель подсистемы, УАТС — учрежденческая АТС (пример оборудования).

Абонентский и сетевой кабели не входят в состав структурированной кабельной системы, однако позволяют создать канал с параметрами, задаваемыми стандартами. Предполагается, что общая электрическая длина сетевого и абонентского кабелей эквивалентна 7,5 метрам (в соответствии с условиями раздела 8 «Требования к кабелям»). Разница механической и электрической длины для гибких кабелей обусловлена требованиями к затуханию, определенными в Приложении С.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

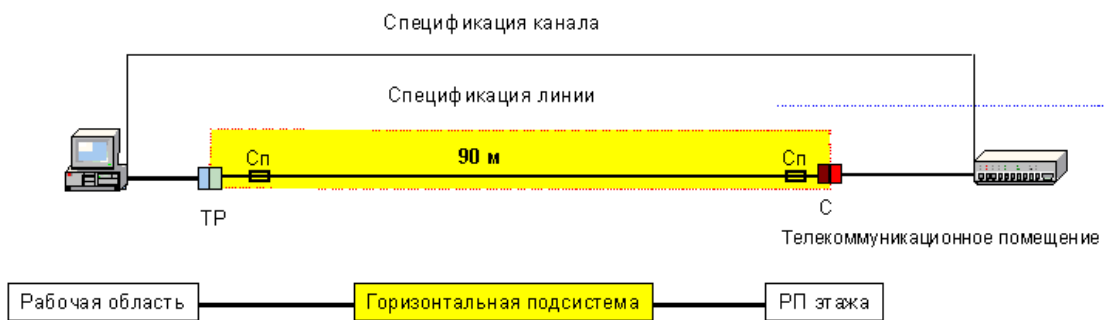
Длина коммутационных кабелей (или перемычек) и сетевых кабелей не должна превышать 6 метров. Предполагается, что длина абонентского кабеля (от ТР до рабочей станции) составляет 3 метра, а общая длина соединительных кабелей ограничена 10 метрами.

Ограничение на уровне обязательного требования длины коммутационных кабелей позволяет установить параметры горизонтальной подсистемы СКС. Для организации канала действует рекомендация по суммарной длине всех гибких кабелей — до 10 метров. Гибкие или соединительные кабели отличаются типом разъемов (штекерные, в отличие от гнездовых у фиксированных кабелей) и конструкцией проводников — каждый проводник состоит из семи медных жил — А.В.

В американскую модель линии оказался включенным сетевой кабель, который согласно положениям того же стандарта не входит в состав СКС. Это одно из противоречий, которого нет в международных и европейских стандартах — А.В..

Модель оптоволоконных горизонтальных кабелей отличается возможным наличием сплайсов на обоих концах подсистемы и отсутствием коммутационных кабелей.

Рис. 5б. Модель горизонтальной подсистемы — оптоволоконный кабель



*ТР* — телекоммуникационный разъем, *Сп* - сплайс, *С* — соединитель.

Некоторые технологии, в частности мониторинг соединений СКС с помощью системы LAN Sense, подразумевают создание каналов с коммутацией также и для оптоволоконных горизонтальных подсистем — А.В.

Спецификации коммутационных и других гибких кабелей даны в Приложении С «Требования к гибким симметричным кабелям 100, 120 и 150 ом»

### 6.1.2. Выбор типа кабеля.

Для использования в горизонтальной кабельной подсистеме рекомендуются кабели двух типов:

*Предпочтительные:* симметричный кабель 100 ом и многомодовое оптическое волокно 62,5/125 мкм.

*Альтернативные:* симметричный кабель 120 ом, симметричный кабель 150 ом, кабели с многомодовым оптическим волокном 50/125 мкм.

Параметры кабелей, разъемов приведены в разделах 8 «Требования к кабелям» и 9 «Требования к разъемам». Для подключения нескольких телекоммуникационных разъемов возможно применение гибридного и композиционного кабелей. Если имеются экранированные или заземленные проводники, следует руководствоваться положениями раздела 10 «Практика экранирования».

### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Отсутствуют симметричный кабель 120 ом и кабели с многомодовым оптическим волокном 50/125 мкм.

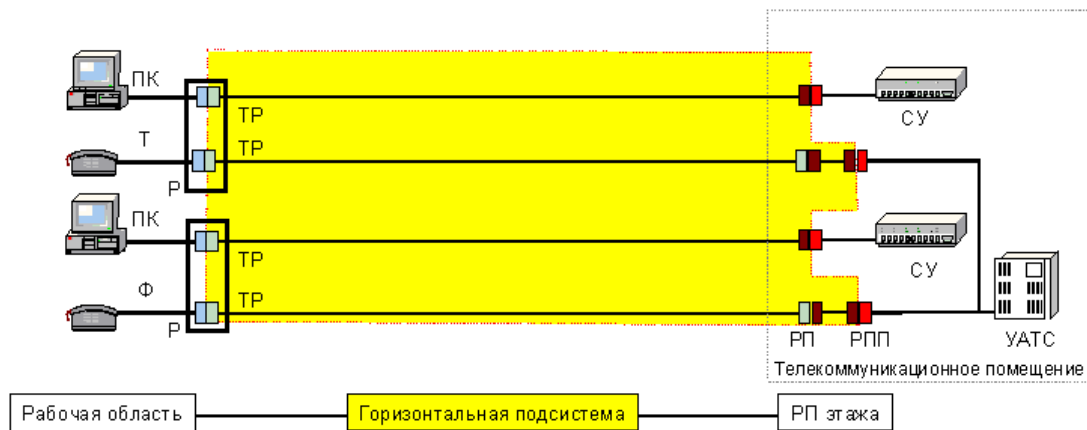
В качестве среды передачи признается коаксиальный кабель 50 ом. Однако он не рекомендован для монтажа во вновь устанавливаемых СКС и должен быть исключен из следующей редакции стандарта. Другие типы среды передачи, также не включенные в стандарт и допускаемые к использованию в качестве дополнения к минимальной конфигурации, - экранированные кабели 100 ом, многопарные кабели и коаксиальные кабели 75 ом.

### 6.1.3. Конфигурация телекоммуникационных разъемов.

Два телекоммуникационных разъема, обеспечивающие минимальные ресурсы рабочей области в соответствии с разделом 5 «Структура СКС», могут быть установлены следующим образом:

- а) один телекоммуникационный разъем **должен** быть установлен на симметричном кабеле категории 3 или выше;
- б) второй телекоммуникационный разъем **должен** быть установлен на симметричном кабеле категории 5 (100 ом или 120 ом), на симметричном кабеле 150 ом или на многомодовом оптоволоконном кабеле.

Рис. 6. Типовая схема горизонтальной подсистемы с подключенным оборудованием



ПК — персональный компьютер, Т - телефон, Ф — телефакс, Р — розетка, ТР - телекоммуникационный разъем, РП - распределительная панель, РПП - распределительная панель подсистемы, СУ - сетевое устройство, УАТС — учрежденческая автоматическая телефонная станция

Требования по конфигурации ТР занижены с точки зрения современных требований: кабели категории 3 практически не используются. Наибольшее распространение получили кабели с волновым сопротивлением 100 ом, обеспечивающие согласованную среду передачи для подавляющего большинства образцов стандартного сетевого оборудования — А.В.

## 6.2. Магистральная подсистема

### 6.2.1. Физическая топология

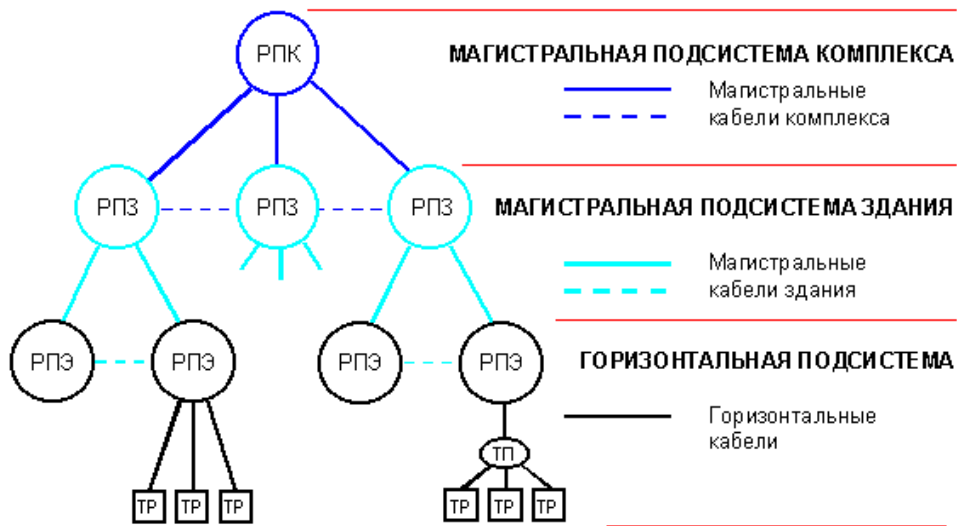
В магистральной подсистеме должно быть не более двух уровней коммутации, что позволяет ограничить деградацию сигнала в пассивных системах и упростить администрирование. На пути от РП этажа до РП комплекса должен быть не более чем один распределительный пункт.

Единственный распределительный пункт может обеспечить коммутацию всей магистральной подсистемы. Распределительные пункты магистральной кабельной системы могут располагаться в телекоммуникационных помещениях или аппаратных. В приложении D даны рекомендации по созданию логической топологии «кольцо», «шина» и других на основе физической топологии «звезда».

Топология «звезда» применима не только к кабелям, но и кабельным элементам передающей среды, таким как индивидуальные волокна или пары В зависимости от параметров системы, кабельные элементы могут находиться в одном кабеле по всей длине или только на части длины линии. В магистральной подсистеме допускается использование гибридных и многоэлементных кабелей, соответствующих параметрам раздела 8 Требования к кабелям.

Пример топологии «иерархическая звезда» с дополнительными одноуровневыми связями показан на рис. 7.

Рисунок 7. Топология «иерархическая звезда»



РПК — распределительный пункт комплекса, РПЗ — распределительный пункт здания, РПЭ — распределительный пункт этажа, ТП — точка перехода, ТР — телекоммуникационный разъем

### 6.2.2. Выбор типов кабелей

Стандарт определяет пять типов передающей среды. В магистральной подсистеме возможно использование более одного типа:

многомодовое и одномодовое оптическое волокно (предпочтение отдается многомодовому волокну 62,5/125 мкм);

симметричный кабель 100 Ом, 120 Ом или 150 Ом (предпочтение отдается симметричному кабелю 100 Ом). Расстояния магистрали для всех высокоскоростных приложений, использующим электропроводные кабели должны быть ограничены в соответствии с разделом 6.1.1 Длина кабелей.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

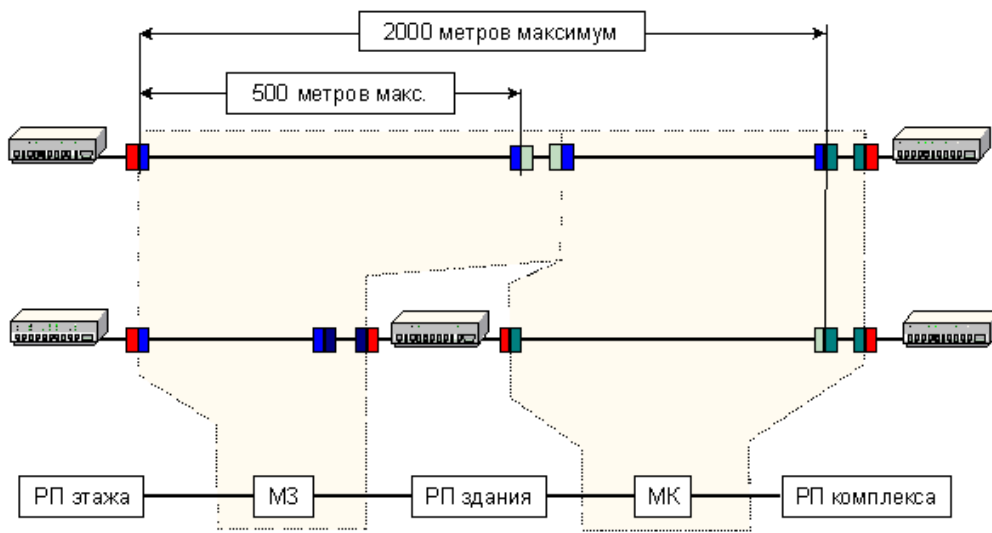
Отсутствуют симметричный кабель 120 Ом и многомодовые оптоволоконные кабели 50/125 мкм.

В качестве среды передачи признается коаксиальный кабель 50 Ом. Однако он не рекомендован для монтажа во вновь устанавливаемых СКС и должен быть исключен из следующей редакции стандарта. Другие типы среды передачи, также не включенные в стандарт и допускаемые к использованию в качестве дополнения к минимальной конфигурации, - экранированные кабели 100 Ом, многопарные кабели и коаксиальные кабели 75 Ом.

### 6.2.3. Длина кабелей магистрали

Максимальные расстояния между распределительными пунктами должны соответствовать параметрам, указанным на рис. 8. В системах, размеры которых превышают указанные параметры, следует спроектировать дополнительные РП, длина магистралей которых не превышает параметры данного раздела.

Рисунок 8. Максимальные расстояния магистралей



МЗ — магистраль здания, МК - магистраль комплекса

Прим.

Приведенные максимальные расстояния применимы не ко всем комбинациям кабельных сред и приложений. До выбора магистральной среды рекомендуется проконсультироваться с производителями оборудования, поставщиками систем и проверить на соответствие прикладным стандартам.

Данное примечание означает, что ограничения длины магистрали носят условный характер. При использовании наиболее распространенного многомодового оптоволокна 62,5/125 с полосой пропускания 160 МГц x км в окне 850 нм канал длиной 2000 метров обеспечивает работу приложений класса С (10 МГц) и ниже. То же волокно позволяет передавать сигналы Fast Ethernet не более чем на 1300 метров, а Gigabit Ethernet — 220 метров. Другими словами, при определении типа среды и длины каналов магистралей следует учитывать тип и требования протоколов — А.В.

Расстояние между РП комплекса и РП этажа не должно превышать 2000 м. Расстояние между РП здания и РП этажа не должно превышать 500 м. Максимальное расстояние в 2000 между РП комплекса и РП этажа может быть увеличено при использовании одномодового волоконно-оптического кабеля. Расстояние между РП комплекса и РП этажа, превышающее 3 км в случае применения одномодового оптического волокна, выходит за рамки настоящего стандарта. Длина перемычек и коммутационных кабелей в РП комплекса и РП здания не должна превышать 20 м. Значения длин, превышающие 20 м, вычитаются из максимально допустимой длины магистрального кабеля.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Расстояние между РП этажа и РП комплекса при использовании электропроводных линий не должно превышать 800 метров.

*Данное положение американского стандарта противоречит ограничению суммарной длины магистрали в 2000 метров для многомодового оптоволокна. Если в магистрали комплекса имеются электропроводные и оптоволоконные кабели, будет действовать ограничение по меньшему расстоянию. В соответствии с международными / европейскими стандартами длина канала зависит от категории среды передачи и класса приложений (например, для кабелей категории 5 и приложений класса А допустимая длина канала составляет 3000 метров) — А. В.*

#### 6.2.4. Внешние службы

Кабели, по которым передаются сигналы внешних сетей (например, принимаемые антенной) могут входить в здание в местах, удаленных от распределительных пунктов. При определении максимальной длины магистрального кабеля необходимо учитывать расстояние между точками ввода внешних сетей и распределительным пунктом, к которому они подключены. Местные нормативы и правила, регулирующие местоположение интерфейсов внешних сетей, также влияют на их удаление от

распределительных пунктов. Длину и параметры кабелей внешних сетей следует документировать и предоставлять операторам услуг по запросу.

#### 6.2.5. Подключение активного телекоммуникационного оборудования.

Предполагается, что длина кабелей, напрямую соединяющих телекоммуникационное оборудование с РП комплекса и РП здания, не превышает 30 м. Если используются кабели большей длины, магистральные расстояния должны быть соответственно уменьшены.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Стандарт содержит дополнительные рекомендации по планированию магистралей. Как правило, практически невозможно или экономически нецелесообразно устанавливать магистраль на весь срок службы системы. Рекомендуется предусматривать один — три периода продолжительностью от трех до десяти лет. Для каждого из периодов проектируется и устанавливается максимальное число кабелей и разъемов в РП комплекса, зданий, этажей и в точках ввода.

## 7. Спецификация линий

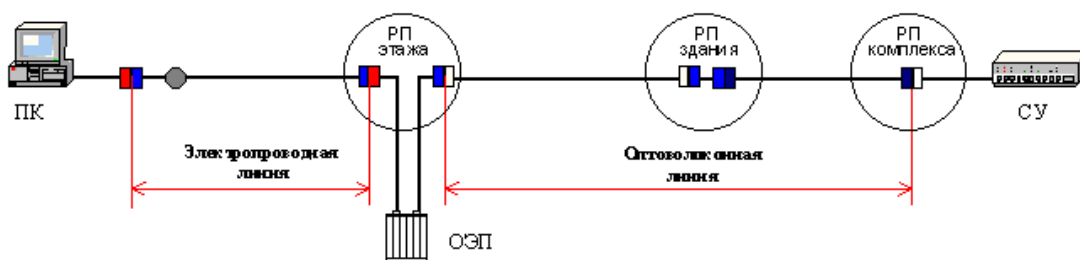
Данный раздел определяет требования к функциональным характеристикам структурированной кабельной системы. Параметры заданы для линий двух типов среды передачи (симметричные кабели и оптические волокна). Пояснения приведены в Приложении F.

Правила проектирования раздела 6 «Подсистемы СКС» используются для создания линий из элементов, определенных в разделах 8 «Требования к кабелям» и 9 «Требования к разъемам». Спецификация линий допускает работу приложений определенных классов на расстояниях, превышающих пределы, определенные разделом 6, и / или в случае использования среды передачи и элементов с лучшими параметрами, чем предусмотрено в разделах 8 и 9.

Параметры данного раздела могут быть использованы для тестирования на соответствие стандарту. Кроме того, они позволяют оценить существующие кабельные системы, находить источники проблем на уровне линий и служат основой выбора используемых приложений. Результаты любых альтернативных измерений следует оценивать с учетом поправок.

Параметры линий определяются между интерфейсами. Линия включает только пассивные кабели, разъемы и коммутационные кабели. Активные элементы и частные решения находятся за рамками данного стандарта. На рисунке 9 приведен пример подключения терминального оборудования в рабочей области к коммутатору в РП комплекса с помощью двух линий: симметричной электропроводной и оптоволоконной. Линии соединены с помощью оптоэлектронного преобразователя. При этом образуется четыре интерфейса — по два на каждом конце оптической и электропроводной линий.

Рисунок 9. Пример линий и интерфейсов СКС



Интерфейсом является телекоммуникационный разъем и любой разъем, к которому подключают оборудование. Абонентские и сетевые кабели не входят в состав линии. Параметры линии **должны** соответствовать для каждого интерфейса и любой среды. Не требуется измерений каждого параметра, определенного в данном разделе, поскольку

соответствие им обеспечивается грамотным проектированием и монтажом.

Параметры линий **должны** быть не хуже заданных в диапазоне рабочих температур. Измерения могут проводиться при других температурах, но при этом требуется достаточный резерв параметров для учета поправок, рассчитываемых по спецификациям производителей кабелей. Расчет проводится для самых неблагоприятных условий. Следует также учитывать эффект старения.

*Следует обратить внимание на следующее положение: «спецификация линий допускает работу приложений определенных классов на расстояниях, превышающих пределы, определенные разделом 6, и / или в случае использования среды передачи и элементов с лучшими параметрами, чем предусмотрено в разделах 8 и 9». Раздел 4 также допускает увеличение длины линии, если ее параметры соответствуют требованиям стандартов. При этом рекомендуется инструментальное измерение, не обязательное при соблюдении стандартных требований.*

*Пример реализации таких возможностей дает компания ITT NS&S, Великобритания. Для системы ISCS Gigapath гарантируется работа протоколов Fast Ethernet по каналу длиной до 140 метров и ATM 155 — до 145 метров. Это обеспечено за счет разъемов, имеющих лучшие параметры, чем предусмотрено стандартами A.B.*

## Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

В стандарте ANSI/TIA/EIA-568-A нет категорий линии и интерфейсы СКС. Вместо этого в стандарте используются понятия горизонтальные кабели и магистральные кабели.

## 7.1 Классификация приложений и линий

### 7.1.1 Классификация приложений

Стандарт определяет пять классов приложений. Этим гарантируется гибкость в выборе различных систем передачи информации.

Классы приложений:

**Класс А** — речевые и низкочастотные приложения. Рабочие характеристики кабельных линий, поддерживающих приложения Класса А, определены до 100 КГц.

**Класс В** — приложения цифровой передачи данных со средней скоростью. Рабочие характеристики кабельных линий, поддерживающих приложения Класса В, определены до 1 МГц.

**Класс С** — приложения высокоскоростной цифровой передачей данных. Рабочие характеристики кабельных линий, поддерживающих приложения Класса С, определены до 16 МГц.

**Класс D** — приложения очень высокой скорости передачи данных. Рабочие характеристики кабельных линий, поддерживающих приложения Класса D, определены до 100 МГц,

**Класс оптики** — приложения с высокой и очень высокой скоростью цифровой передачи. Рабочие характеристики волоконно-оптических кабельных линий определены для частот 10 МГц и выше. Ширина полосы обычно не является ограничивающим фактором в системах на территории конечных пользователей.

## Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Классификация приложений отсутствует. Различают две группы приложений: речевые (телефония) и информационные (передача данных).

### 7.1.2 Классификация линий

Универсальная кабельная система, смонтированная для поддержки конкретных приложений, содержит одну или более линий. Линия класса А имеет самый узкий

диапазон частот. Ее параметры определены таким образом, чтобы соответствовать минимальным требованиям приложений класса А. Аналогично линии классов В, С и D обеспечивают работу приложений классов В, С и D. Линии определенного класса поддерживают все приложения более низкого класса.

Оптические параметры задаются для одномодовых и многомодовых оптоволоконных линий. Оптическая линия призвана обеспечить минимальные параметры передачи для приложений, работающих на частоте 10 МГц и выше.

Линии классов С и D соответствуют полной реализации горизонтальных кабельных подсистем категорий 3 и 5 соответственно.

Связь между классами линий и категорией кабелей, определенных в разделе 8, показана в таблице 3. В таблице указана длина каналов для различных приложений.

Таблица 3. Длина каналов в зависимости от категории кабелей

Класс приложений Тип кабелей канала	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D	Класс оптики
Категория 3	2000 м	200 м	100 м		
Категория 4	3000 м	260 м	150 м		
Категория 5	3000 м	260 м	160 м	100 м	
150 Ом	3000 м	400 м	250 м	150 м	
Многомодовое волокно					2 000 <sup>1)</sup> м
Одномодовое волокно					3 000 м

При проектировании СКС следует предусмотреть возможность соединений подсистем, образующих линии большей длины. Параметры этих линий будут хуже, чем у составляющих линий. Такие линии следует тестировать при монтаже. Тестирование объединенных подсистем проводится на соответствие параметров протоколов.

*Строго говоря, 2000 метров — это длина двух линий. В соответствии с моделью раздела 6 Подсистемы СКС для создания канала допускается дополнительные 20 метров на коммутационный кабель в РП здания, 30 метров на сетевой кабель в РП комплекса и 5 метров на сетевой кабель в РП этажа. — А.В.*

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Для информационных приложений длина магистральной линии ограничена величиной 90 метров. Модель горизонтальной линии включает коммутационные кабели, модель магистральной линии — исключает. Длина соединительных кабелей — 10 метров для горизонтальной подсистемы и 5 метров — для магистральной подсистемы. Для речевых приложений максимальная длина линии составляет 800 метров.

*Меньшая длина соединительных кабелей магистральной подсистемы по сравнению с горизонтальной подсистемой призвана обеспечить более высокое качество передачи сигналов. Меньшая длина линий для речевых приложений в США объясняется другими стандартами телефонии — А.В.*

## 7.2 Симметричные кабельные линии

Параметры, определенные в данном подразделе, относятся к кабельным линиям из защищенных или незащищенных кабельных элементов с общим экраном кабелей или без него, если иное не оговаривается особо. Методика тестирования симметричных кабелей дана в приложении А. Для этого используются специальные полевые тестеры. Максимальные значения частот определены для линий и не являются предельными значениями для кабелей.

### 7.2.1 Погонное волновое сопротивление (characteristic impedance)

Номинальное дифференциальное волновое сопротивление линии **должно** составлять 100, 120 или 150 Ом на частотах между 1 МГц и максимальной частотой для данного



класса.

Допуски волнового сопротивления **не должны** превышать  $\pm 15\%$  от номинального значения на частотах между 1 МГц и максимальной частотой для данного класса. Отклонения погонного волнового сопротивления кабельной линии выражают с помощью возвратных потерь. Методика измерения данного параметра находится в стадии разработки. Соответствие погонного волнового сопротивления линий обеспечивается выбором кабелей и разъемов и правильным монтажом.

#### 7.2.2 Возвратные потери (return loss)

Будучи измеренными в любом интерфейсе, возвратные потери **не должны** превышать значения, указанные в таблице 2. При этом на удаленном конце линии должно быть установлен резистор с сопротивлением, численно равным волновому сопротивлению линии.

Таблица 4. Возвратные потери

Частота (МГц)	Минимальные возвратные потери (дБ)	
	Класс С	Класс D
1-10	18	18
10-16	15	15
16-20		15
20-100		10

#### 7.2.3 Затухание (attenuation)

Затухание сигнала в линии **не должно** превышать значений, указанных в таблице 5, и соответствовать длине кабеля и материалу проводников. Для линий класса D требования отношения затухания к наводкам (ACR) подраздела 7.2.55. могут обуславливать более низкое требуемое затухание, чем указано в таблице.

Таблица 5. Максимальные значения затухания

Частота, МГц	Максимальное затухание, дБ			
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D
0.1	16	5.5		
1.0		5.8	3.7	2.5
4.0			6.6	4.8
10.0			10.7	7.5
16.0			14	9.4
20.0				10.5
31.25				13.1
62.5				18.4
100.0				23.2

Суммарное затухание канала может превышать значения таблицы 5 не более, чем на величину затухания в абонентском и сетевом кабелях.

#### 7.2.4 Перекрестные наводки (near-end crosstalk, NEXT)

Перекрестные наводки в линии **не должны** превышать значений, указанных в таблице 6, и **должны** соответствовать конструктивным параметрам кабеля и диэлектрическим свойствам материалов. Перекрестные наводки измеряются для каждого конца кабеля, что позволяет правильно оценить параметры линии. Для линий класса D требования отношения затухания к наводкам (ACR) подраздела 7.2.55. могут обуславливать меньшие допустимые значения наводок, чем указано в таблице 6. Значения таблицы 6 основаны на требованиях приложений, перечисленных в Приложении G.

Таблица 6. Предельно допустимый уровень перекрестных наводок

Частота, МГц	Максимальные перекрестные наводки, дБ			
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D
0.1	27	40		
1.0		25	39	54
4.0			29	45
10.0			23	39
16.0			19	36
20.0				35
31.25				32
62.5				27
100.0				24

При измерении перекрестных наводок канала, включающего линию, абонентский и сетевой кабели, уровень наводок **должен** соответствовать значениям таблицы 6. Разъемы в составе оборудования не учитываются и могут увеличивать уровень наводок.

Наводки — не единственный источник шума при передаче электромагнитных сигналов. Предполагается, что уровень шумов от других источников во всем диапазоне частот меньше, по крайней мере, на 10 дБ.

#### 7.2.5 Отношение затухания к наводкам (attenuation to crosstalk ratio, ACR)

Это (логарифмическая — А.В.) разница между перекрестными наводками и затуханием сигнала линии, выраженная в децибелах. Этот параметр связан с параметром отношения сигнал / шум (Signal / Crosstalk Ratio, SCR), который позволяет оценить качество принятого сигнала, но отличается от него. Отношение затухания к наводкам рассчитывается по следующей формуле:  $ACR = NEXT - A$ ,

где:

ACR — отношение затухания и наводок;

NEXT — перекрестные наводки, измеренные между любыми двумя парами кабеля;

A — затухание сигнала в линии.

Отношение затухания и наводок соответствуют самым строгим требованиям приложений, перечисленных в Приложении G. Для линий классов А, В и С оно соответствует значениям, полученным расчетным путем из таблиц 3 и 4. Для класса D требуются лучшие параметры, чем определено в таблицах 3 и 4. Для приложений класса D качество сигнала **должно** быть лучше, чем в таблице 5. Это требует ограничения затухания (длины линии) или использования кабельных элементов с лучшими значениями наводок.

Таблица 7. Минимальные значения отношения затухания и наводок

Частота, МГц	Минимум ACR, дБ, класс D
1.0	
4.0	40 (40,2)
10.0	35 (31,5)
16.0	30 (26,6)
20.0	28 (24,5)
31.25	23 (18,9)
	13 (8,6)
100.0	4 (0,8)

Отношение затухания и наводок, определенное стандартом для линий класса D, примерно на 4 дБ лучше, чем позволяют параметры затухания и наводок того же стандарта (значения в скобках, выделенные курсивом и синим шрифтом). Это значит, что требуемое качество сигнала можно обеспечить только за счет резерва одного или обоих параметров, либо уменьшения длины линии. В результате возникает противоречие с положениями раздела 4 Соответствие, где говорится, что «линия соответствует параметрам, если ... ее длина не превышает ограничений раздела 6 Подсистем SKC».

Второй важный аспект данного подраздела заключается в том, что превышение сигнала над уровнем собственных шумов в эффективной полосе частот на 4 дБ или в 2,5 раза недостаточно для работы протоколов с приемлемым коэффициентом ошибок. Это означает недостаточное качество стандартных линий класса D и требует выбора элементов с резервом параметров.

Это серьезная проблема. Линия класса D, собранная из кондиционных разъемов и кабелей с соблюдением всех правил и ограничений может не пройти по параметру затухание / наводки. Чтобы избежать неопределенности, требуется тестировать линии предельно допустимой длины. Это противоречит положению раздела 4 Соответствие о том, что не требуется измерений параметров передачи линий, собранных из стандартных кабелей и разъемов — А.В.

#### 7.2.6 Сопротивление постоянному току (DC resistance)

Сопротивление петли постоянному току **должно** быть меньше значений, приведенных в таблице 8 для каждого класса приложений. Эти значения определяются требованиями приложений. Для измерения сопротивления петли удаленный конец пары **необходимо** закортить. Эти значения, зависящие от диаметра проводников, должны быть равномерными по длине кабеля.

Таблица 8. Максимальное сопротивление петли постоянному току

Класс линии	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D
Максимальное сопротивление, ом	560	170	40	40

#### 7.2.7 Задержка распространения (propagation delay)

Задержка, измеряемая согласно требования Приложения А, **должна** быть меньше пределов, указанных в таблице 9. Ограничения вытекают из требований системы. Эти значения зависят от длины и (*диэлектрических свойств* — А.В.) материалов кабеля.

Таблица 9. Максимальная задержка распространения

Класс	Задержка, микросекунд	Частота, МГц
A	20.0	0,1
B	5.0	1
C	1.0	10
D	1.0	30

**Максимальная задержка распространения в горизонтальной подсистеме не должна превышать 1 микросекунды.**

#### 7.2.8. Преобразование продольных и поперечных мод (баланс) (longitudinal to differential conversion loss — balance)

Преобразование продольных и поперечных мод или баланс, измеряемый в соответствии с ITU-T Recommendation G.117, не должен превышать значений, приведенных в таблице 10.

Таблица 10. Преобразование продольных и поперечных мод (баланс)

Частота, МГц	Максимальная разбалансировка, дБ			
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс D
0.1	30	45	35	40
1.0		20	30	40
4.0			д.д.и.	д.д.и.
10.0			25	30
16.0			д.д.и.	д.д.и.
20.0				д.д.и.
100.0				д.д.и.

**Методика измерений этого параметра в установленных системах не отработана. Соответствие обеспечивается правильным монтажом. Методика измерений этого параметра в установленных системах не отработана. Соответствие обеспечивается правильным монтажом.**

#### 7.2.9 Переходное волновое сопротивление экрана (transfer impedance of shield)

Данный параметр имеет отношение только к экранированным кабелям. Методика измерений переходного волнового сопротивления экрана в установленных системах не отработана. Правильность монтажа разъемов можно проверить на выборочных образцах в лабораторных условиях. Следует соблюдать требования к переходному волновому сопротивлению для экранированных кабелей и разъемов, изложенные в разделах 8 и 9.

#### **Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A**

Нет спецификации симметричной линии. Стандарт определяет параметры кабелей и разъемов (нормативные разделы) и канала (информационное приложение).

*Стандарт является завершенным для производителей конструктивных элементов и недоработанным для заказчиков. Без спецификации линий нельзя оценить возможности и качество СКС. Определить отдельно параметры кабелей и разъемов недостаточно, поскольку в результате монтажа разъемов существенно повышается уровень собственных шумов системы. На практике, дополнительные наводки, возникающие при расплетении витых пар для монтажа разъемов, являются основной проблемой категории 5 — А.В.*

### 7.3 Оптоволоконные линии

Требования к оптоволоконным линиям подразумевают, что каждое волокно используется в единственном оптическом диапазоне и с одним источником сигналов. Стандарты приложений, основанных на технологии волнового уплотнения, не рассматриваются. Структурированная кабельная система не отвечает требованиям для передачи сигналов с волновым уплотнением. Оборудование, устанавливаемое в рабочей области и телекоммуникационных помещениях / аппаратных, находится за рамками стандарта.

#### 7.3.1 Затухание оптоволоконных линий

Максимальное затухание не должно превышать значений, указанных в таблице 11 для оптических окон, определенных в таблице 12. В дополнение к этому затухание в оптических линиях, объединяющих несколько подсистем (например, горизонтальную и магистральную), не должно превышать 11 дБ для оптического волокна 62,5/125 мкм и 8/125 мкм для номинальных рабочих волновых диапазонов. Ограничения для других типов кабелей могут быть добавлены в будущем.

Значения затуханий, приведенные в таблице 11, рассчитаны для оптоволоконных линий в каждой подсистеме для наихудших условий монтажа разъемов с помощью сплайсов на каждом конце каждой подсистемы.

Таблица 11. Затухания в оптоволоконных подсистемах

Подсистема	Длина линии <sup>1)</sup> , метров	Затухание, дБ			
		Одномодовый		Многомодовый	
		1310 нм	1550 нм	850 нм	1300 нм
Горизонтальная	100	2.2	2.2	2.5	2.2
Магистраль здания	500	2.7	2.7	3.9	2.6
Магистраль комплекса	1500	3.6	3.6	7.4	3.6

При наличии коротких оптоволоконных линий следует учесть возможность перегрузки приемника мощным сигналом.

Если используются другие типы оптических волокон, длина линий может быть иной.

Таблица 12. Оптические окна многомодового оптоволоконного кабеля

Номинальная длина волны, нм	Нижний предел, нм	Верхний предел, нм	Тестирование, нм	Максимальная спектральная ширина, нм
850	790	910	850	50
1300	1285	1330	1300	150

Таблица 13. Оптические окна одномодового оптоволокна

Номинальная длина волны, нм	Нижний предел, нм	Верхний предел, нм	Тестирование, нм	Максимальная спектральная ширина, нм
1310	1288	1339	1310	10
1550	1525	1575	1550	10

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Параметры оптоволоконных линий отсутствуют.

Отсутствие параметров оптоволоконных линий не является проблемой. Затухание линии можно рассчитать как сумму соответствующих потерь в кабелях, разъемах и сплайсах — А.В.

#### 7.3.2 Полоса пропускания многомодового волокна

Для многомодового оптического волокна полоса пропускания должна превышать значения, указанные в таблице 14..

Таблица 14. Минимальная полоса пропускания

Длина волны, нм	Минимальная полоса пропускания, МГц (МГц x км)
850	100 (200)
1300	250 (500)

В стандарте допущена оговорка. Речь идет не о полосе пропускания, а о диапазоне частот для линии длиной 2000 метров. Полоса пропускания при этом составляет 200 МГц x км (850 нм) и 500 МГц x км (1300 нм), что соответствует параметрам раздела 8 ТРЕБОВАНИЯ К КАБЕЛЯМ . Правильные значения и размерность указаны в таблице 14 в скобках. — А.В.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Диапазон частот приведен в графическом виде только для окна 1300 нм для многомодового и одномодового волокна. В качестве примера для сравнения он составляет 169 МГц для многомодового кабеля длиной 2000 метров и 11,1 ГГц для одномодового кабеля длиной 3000 метров.

#### 7.3.3 Возвратные потери (Return Loss)

Возвратные потери на любом интерфейсе не должны превышать значений, приведенных в таблице 15..

Таблица 15. Минимальные оптические возвратные потери

Многомодовый		Одномодовый	
850 нм	1300 нм	1310 нм	1550 нм
20 дБ	20 дБ	26 дБ	26 дБ

#### 7.3.4 Задержка распространения

Некоторые приложения имеют ограничения по максимальной задержке распространения.

Волокно 50/125 признается в качестве среды передачи, однако в данном подразделе

даже не упоминается — А.В.

Стандарт допускает изменение, в том числе, и увеличение длины линий более 2000 метров, если используются другие типы оптоволокна. На практике применение наиболее скоростных приложений в магистралях требует сокращения длины магистралей на многомодовых кабелях вплоть до 220 метров (1000 Base SX) — А.В.

Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Приводится ряд дополнительных параметров для одномодового оптоволокна (сопоставимых с параметрами линии — А.В):

длина волны, на которой хроматическая дисперсия равна нулю — в диапазоне 1300 — 1324 нм;

диаметр модового поля — 8,7 — 10,0 нм плюс — минус 0,5 нм в окне 1300 нм.

## 8. Требования к кабелям

Данный раздел определяет требования к кабелям горизонтальной и магистральной подсистем. Дополнительные требования к гибким кабелям - в Приложении С.

Все кабели **должны** соответствовать требованиям безопасности, определяемым местными нормами. Данный раздел определяет механические характеристики и параметры передачи для каждой среды. Вследствие ограничения телекоммуникационных протоколов, использование кабелей, перечисленных ниже, не гарантирует приемлемой работы протоколов, не вошедших в Приложение G. Пользователям рекомендуется проверить соответствие стандартов приложений возможностям среды передачи и оборудования для выявления возможных ограничений.

В таблицах, приведенных ниже, значения затухания и наводок даны только для дискретных частот. Требования для промежуточных частот определяются линейной интерполяцией между заданными параметрами по логарифмической (затухание) и полулогарифмической (NEXT) шкале.

Погонное волновое сопротивление 100-омных сбалансированных кабелей должно составлять  $100 \pm 25$  Ом на частоте 64 КГц и  $100 \pm 15$  Ом на частоте от 1 МГц и до высших частот для каждой частной категории кабелей.

Требования данного раздела даны для кабелей, параметры которых измеряются производителями. Предполагается, что эти параметры существенно не меняются при условии монтажа согласно рекомендаций изготовителей и при рабочей температуре 20<sup>0</sup> Цельсия.

### 8.1 Общие требования к симметричным кабелям 100 И 120 Ом

Механические и электрические характеристики, приведенные в таблице 16 и 17, относятся к кабелям 100 и 120 ом. Дополнительные требования даны в п. 8.1.1 и 8.1.2.

*Таблица 16. Механические характеристики кабелей 100 и 120 ом.*

Параметры кабеля		Единица измерений	Подсистема		Метод измерений
1	Механические характеристики		Магистральная	Горизонтальная	
1.1	Диаметр проводника <sup>1)</sup>	мм	0,4-0,65		д.д.и.
1.2	Диаметр проводника с изоляцией <sup>2)</sup>	мм	не более 1,4		IEC 811-1-1
1.3	Число проводников в кабельном элементе	пара / четверка	2 / 4		
1.4	Экран вокруг кабельного элемента <sup>3)</sup>		Дополнительно. Раздел 10		
1.5	Число кабельных элементов в сборке <sup>4)</sup>	пара	4 и более	2, 4, n (n - более 4)	
		четверка	2 и более	1, 2, n (n - более 2)	
1.6	Экран вокруг сборки <sup>3)</sup>		Дополнительно		
1.7	Число сборок в кабеле		1 и более		
1.8	Экран вокруг кабеля <sup>3)</sup>		Дополнительно. Раздел 10		
1.9	Внешний диаметр кабеля <sup>5)</sup>	мм	90 и менее	20 и менее	IEC 811-1-1
1.10	Диапазон температур <sup>6)</sup>	<sup>0</sup> Цельсия	Монтаж 0-50, эксплуатация -20 - +50		д.д.и.
1.11	Минимальный радиус при протяжке	мм	8 внешних диаметров		IEC 227-2
1.12	Минимальный радиус после установки	мм	6 (д.д.и.) внешних диаметров	4 (д.д.и.) внешних диаметра	д.д.и.
1.13	Усилие натяжения <sup>7)</sup>	Н/мм <sup>2</sup>	не более 50		IEC 794-1
1.14	Класс огнеустойчивости		местные нормы, желательно IEC 332-3 (д.д.и.)		д.д.и.
1.15	Цвет кабелей		местные нормы, желательно IEC 708-1		
1.16	Маркировка кабелей		местные нормы или национальные спецификации		

### Примечания

Диаметр проводника менее 0,5 мм может быть несовместим со всеми коннекторами разъемов.

Диаметр проводника с изоляцией до 1,6 мм допускается к использованию, при соответствии со всеми другими параметрами. Такие кабели могут быть несовместимы со всеми коннекторами разъемов.

Если планируется использовать кабели с экраном, следует позаботиться о выборе разъемов, обеспечивающих монтаж экрана.

Должны соответствовать параметру NEXT подраздела 8.3.

Следует свести к минимуму для лучшего использования объема кабель каналов и панелей. Для плоских кабелей норма не применима.

Для некоторых ситуаций (холодный климат) могут потребоваться кабели с более низкой допустимой температурой - до -30<sup>0</sup> Цельсия.

Данный параметр относится к эксплуатационным нагрузкам. Ограничения при протяжке изучаются. Площадь сечения указана для медных проводников без учета изоляции и экрана.

Электрические характеристики кабеля даны для 20° С. Они могут ухудшаться при изменении температуры. Некоторые распространенные типы изоляции обуславливают нелинейное изменение электрических характеристик под воздействием температуры. Таким образом, для эксплуатации свыше 40<sup>0</sup> С могут потребоваться кабели с высокотемпературной изоляцией.

Таблица 17. Электрические характеристики кабелей 100 и 120 ом.

Характеристики кабеля				Категория кабеля			Метод измерений
2	Электрические х-ки при 20°	Единица измерений	Частота, МГц	3	4	5	
2.1	Максимальное сопротивление петли пост. току	ом / 100 м	0	19,2 <sup>1)</sup>	19,2 <sup>1)</sup>	19,2 <sup>1)</sup>	IEC 189-1
2.2	Номинальная скорость распространения	% с	1 10 100	0,4 0,6 -	0,6 0,6 -	0,65 0,65 0,65	д.д.и.
2.3	Максимально допустимые наводки <sup>2)</sup>	дБ / 100 м	0,772	43	58	64	д.д.и.
			1	41	56	62	
			4	32	47	53	
			10	26	41	47	
			16	23	38	44	
			20		36	42 <sup>3)</sup>	
			31,25			40 <sup>3)</sup>	
			62,5			35 <sup>3)</sup>	
100			32 <sup>3)</sup>				
2.4	Различие сопротивления проводников пары	%	Пост. ток	3	3	3	д.д.и.
2.5	Минимальное преобразование мод	дБ	0,064		43 (д.д.и.)	43 (д.д.и.)	ITU-T 0.9
2.6	Макс. емкостная разбалансировка пара / земля	пФ/км	0,001	3400	3400	3400	IEC 708-1
2.7	Макс. сопротивление экрана перех.	МОм/м	1	50 (д.д.и.)	50 (д.д.и.)	50 (д.д.и.)	IEC 96-1
			10	100 (д.д.и.)	100 (д.д.и.)	100 (д.д.и.)	
			100			д.д.и.	
2.8	Минимальное сопротивление изоляции пост. току	МОм/км	Пост. ток	150	150	150	IEC 189-1
2.9	Диэлектрическая прочность изоляции		Пост. ток	1 Кв в течение 1 мин или 2,5 Кв в течение 2 сек			IEC 189-1
			Перем. ток	700 вольт в течение 1 мин или 1,7 Кв в течение 2 сек			
2.10	Максимальные возвратные потери	дБ / 100 м	1 - до 10	12 (д.д.и.)	21 (д.д.и.)	23 (д.д.и.)	д.д.и.
			10 - до 16	10 (д.д.и.)	19 (д.д.и.)	23 (д.д.и.)	
			16 - до 20		18 (д.д.и.)	23 (д.д.и.)	
			20 - 100			23 - 10 log f/20 (д.д.и.)	

### Примечания

Если другие значения соответствуют, максимальное сопротивление петли постоянному току может составлять 30 ом / 100 м.

Если не оговорено особо, NEXT определяется для комбинации худших пар.

Альтернативно допускается использование кабелей с волновым сопротивлением 100 ом и параметрами, указанными в таблице 19.



*Следует отметить, что по терминологии международного / европейского стандартов линии различают по классам, а кабели - по категориям. Параметры кабелей для линий классов А и В не определены. Линии класса С соответствует кабель категории 3. Кабели категории 4 выпадают из классификации. - А.В.*

### **Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A**

Общее число точек измерения в заданном диапазоне частот **должно** составлять не менее 100 на каждую декаду частотного диапазона в линейной или логарифмической шкале.

Диаметр проводника с изоляцией **должен** быть не более 1,22 мм.

Внешний диаметр кабеля **должен** быть не более 6,35 мм.

Предельное усилие разрыва кабеля **должно** быть не менее 400 Н.

Радиус изгиба без повреждения изоляции **должен** быть не менее 25,4 мм.

Максимальное сопротивление проводника постоянному току **не должно** превышать 9,38 Ом.

Различие сопротивления проводников пары **не должно** превышать 5%.

Взаимная емкость пары на частоте 1 КГц для 100 метрового кабеля **не должна** превышать 6,6 пФ для категории 3 и 5,6 пФ для категорий 4 и 5.

Макс. емкостная разбалансировка пара / земля **не должна** превышать 330 пФ на 100 метров.

Перекрестные наводки (NEXT) отличаются для категории 5 на частоте 31,25 - 39 дБ (на 1 дБ лучше).

Задержка сигнала любой пары на частоте 10 МГц - не более 5,7 нс/м.

Суммарные наводки в многопарных кабелях - не более значений, предусмотренных для двух пар (таблица 17).

Диэлектрическая прочность изоляции по постоянному току **должна** выдержать потенциал 5 Кв в течение 3 сек.

*Важнейшие параметры кабелей, определяемые международными / европейскими и американскими стандартами, совпадают. В США более жесткие ограничения на диаметр кабелей и их диэлектрическую прочность. Международные / европейские стандарты включают больший перечень параметров и лучше систематизированы - А.В.*

#### **8.1.1 Дополнительные электрические характеристики сбалансированных кабелей 100 Ом**

В дополнение к общим параметрам кабелей 100 и 120 Ом определяются погонное волновое сопротивление и максимальное затухание кабелей 100 Ом.

*Таблица 18. Дополнительные электрические характеристики кабелей 100 Ом*

Характеристики кабеля				Категория кабеля			Метод измерений
3	Электрические х-ки при 20°С	Единица измерений	Частота, МГц	3	4	5	
3.1	Погонное волновое сопротивление	ом	0,064	125 +/- 25% (д.д.и)	125 +/- 25% (д.д.и)	125 +/- 25% (д.д.и)	IEC 1156-1
			более 1	100+/-15%	100+/-15%	100+/-15%	
3.2	Максимальное затухание	дБ / 100 м	0,772	2,2	1,9	1,8	IEC 189-1 д.д.и.
			1	2,6	2,1	2,1	
			4	5,6	4,3	4,3	
			10	9,8	7,2	6,6	
			16	13,1	8,9	8,2	
			20		10,2	9,2 <sup>1)</sup>	
			31,25			11,8 <sup>1)</sup>	
			62,5			17,1 <sup>1)</sup>	
100			22,0 <sup>1)</sup>				

### Примечания

Альтернативно можно использовать кабели с параметрами, заданными в таблице 19, например, с диаметром проводника 0,6 мм. Худшие параметры наводок компенсируются меньшим затуханием, что обеспечивает приемлемые значения отношения затухания и наводок.

### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Значения затухания практически совпадают. Разница - лучше на 0,2 дБ (10 и 20 МГц) для категории 4 и на 0,1 дБ (1 - 62,5 МГц) - для категории 5.

Таблица 19. Альтернативные значения затухания и наводок

Частота, МГц	Затухание, дБ / 100 м	NEXT, дБ / 100 м
20	8,0	41
31,25	10,3	39
62,5	15,0	33
100	19,0	29

### 8.1.2 Дополнительные электрические характеристики сбалансированных кабелей 120 ом

В дополнение к общим параметрам кабелей 100 и 120 ом определяются погонное волновое сопротивление и максимальное затухание кабелей 120 ом.

Таблица 20. Дополнительные электрические характеристики кабелей 120 ом

Характеристики кабеля				Категория кабеля			Метод измерений
3	Электрические х-ки при 20°С	Единица измерений	Частота, МГц	3	4	5	
3.1	Погонное волновое сопротивление	ом	0,064	125 +/- 45%	125 +/- 45%	125 +/- 45%	IEC 1156-1
			более 1	120 +/- 15%	120 +/- 15%	120 +/- 15%	
3.2	Максимальное затухание	дБ / 100 м	0,772	д.д.и.	1,7	1,5	IEC 189-1 д.д.и.
			1	д.д.и.	2,0	1,8	
			4	д.д.и.	4,0	3,6	
			10	д.д.и.	6,7	5,2	
			16	д.д.и.	8,1	6,2	
			20		9,2	7,0	
			31,25			8,8	
			62,5			12,5	
			100			17,0	

## 8.2 Общие требования к симметричным кабелям 150 Ом

Подраздел определяет параметры двухпарных кабелей типа защищенная витая пара. В данном обзоре среда передачи с волновым сопротивлением 150 ом не рассматривается.

*Фактически это частная систем IBM, отличающаяся по типу кабелей (каждая пара имеет собственный экран) волновому сопротивлению (150 ом вместо 100 ом), по числу пар симметричных кабелей (2 вместо 4) и по типу разъемов. Совместима только с оборудованием IBM 150 ом. Не получила распространения. - А.В.*

## 8.3 Дополнительные требования к наводкам в симметричных кабелях

В данном подразделе рассматриваются варианты создания кабельных систем, в которых по одному кабелю передается несколько сигналов. Кабели магистральной подсистемы, состоящие из более, чем двух пар или одной четверки, **должны** отвечать условиям пункта 8.3.1. Кабели горизонтальной подсистемы, подключенные к нескольким телекоммуникационным разъемам, **должны** отвечать условиям пункта 8.3.2 по наводкам для каждого кабельного элемента. Требования пункта 8.3.2 также относятся к гибридным и многоэлементным кабелям, устанавливаемым в горизонтальной или магистральной подсистемах.

### 8.3.1 Суммарные наводки

Требования данного пункта распространяются на кабели магистральной состоящие из более, чем двух элементов, используемых в магистральных подсистемах. Кабели **должны** также соответствовать требованиям передачи и цветовой кодировки, определенным в 8.1 и 8.2.

Наихудшие значения перекрестных наводок (NEXT), заданных в подразделах 8.1 и 8.2, **не должны** быть превышены с учетом суммарных наводок от всех смежных пар в кабеле.

### 8.3.2 Гибридные и многоэлементные кабели, подключаемые к многопортовым розеткам

Требования данного пункта распространяются на гибридные и многоэлементные кабели, подключаемые к многопортовым розеткам с помощью точек перехода или иным образом. Кабельные элементы (*витые пары -А.В.*) могут быть одно- или разнотипными и соответствовать одной или нескольким категориям.

Перекрестные наводки (NEXT) кабелей данного пункта для каждого элемента **должны быть** лучше на величину NEXT, определенные в п. 8.3.1 для одной категории или

$$\text{NEXT} = 6 \text{ дБ} + 10 \log (n + 1) \text{ дБ},$$

где  $n$  - число элементов (кроме оптических волокон) в кабеле, состоящим из элементов разных категорий.

**ПРИМ.** Данное уравнение призвано свести к минимуму влияния смежных пар. Для этого уровень наводок в многопарном кабеле должен быть по крайней мере на 6 дБ лучше, чем у кабелей, обеспечивающих работу одного приложения. Кабели, отвечающие требованиям по суммарным наводкам, могут не обеспечить работу приложений с разными методами кодирования.

*Положения данного подраздела устарели. Они были актуальными для линий классов 1-3 и для двухпарных протоколов. В этом случае можно выбрать многопарные кабели и развести по две пары на разные порты панелей или несколько разъемов розетки. Однако для приложений класса D, требующих лучших параметров передачи, чем обеспечивают линии класса D, разводка пар одного кабеля на несколько коннекторов приведет к появлению дополнительных наводок. В работоспособности такой модели нельзя быть уверенным без тестирования.*

*Кроме того, подключение двух пар на разъем делает невозможным работу четырехпарных приложений, например, Gigabit Ethernet - А.В.*

## 8.4 Многомодовые оптоволоконные кабели

Требования к многомодовым оптоволоконным кабелям включают: спецификации оптического волокна, параметры передачи и физические характеристики кабеля.

### а) Спецификации оптического волокна.

Волокно **должно быть** многомодовым с градиентным показателем преломления, с номинальным диаметром сердцевины / оболочки 62,5 / 125 мкм, или 50 / 125 мкм соответственно, что соответствует типам волокна А1b или А1а, определенным в стандарте IEC 793–2.

### б) Параметры передачи.

Каждое волокно в кабеле должно соответствовать требованиям таблицы 23. Затухание должно измеряться в соответствии с требованиями стандарта IEC 793–1. Модовая полоса пропускания должна измеряться в соответствии с требованиями стандарта IEC 793–1.

### в) Физические характеристики кабеля.

Механические и температурные характеристики для многомодовых оптоволоконных кабелей, предназначенных для применения внутри и вне помещений, определяются в соответствии с требованиями стандартов IEC 794–1 и IEC 794–2.

Таблица 23. Параметры передачи

Длина волны, мкм	Максимальное затухание, дБ/км, при 20°С	Минимальная полоса пропускания, МГц x км, при 20°С
0,85	3,5	200
1,3	1,0	500

### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Для кабелей удельное затухание составляет 3,75 дБ/км (850 нм) и 1,5 дБ/км (1300 нм).

*Международные / европейские стандарты определяют спецификации более качественных оптоволоконных кабелей — А.В.*

## 8.5 Одномодовые оптоволоконные кабели

Требования к одномодовым оптоволоконным кабелям включают: спецификации

оптического волокна, параметры передачи и физические характеристики кабеля.

#### **а) Спецификации оптического волокна.**

Волокно должно соответствовать требованиям стандарта IEC 793–2 к типу оптического волокна В1 и требованиям стандарта ITU-T G.652.

#### **б) Параметры передачи.**

Значение (удельного - *A.B.*) затухания для каждого волокна должно составлять менее 1 дБ/км на длинах волн 1310 нм и 1550 нм. Затухание должно измеряться согласно требованиям стандарта IEC 793–1.

2) Волна отсечки должна быть менее 1280 нм при измерениях в соответствии с IEC 793–1.

#### **в) Физические характеристики кабеля.**

Механические и температурные характеристики для одномодовых оптоволоконных кабелей, предназначенных для применения внутри и вне помещений, определяются в соответствии с требованиями стандартов IEC 794–1 и IEC 794–2.

Спецификации одномодовых оптоволоконных кабелей делятся на три части: спецификации оптического волокна, спецификации рабочих характеристик кабеля и физические спецификации кабеля.

#### **Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A**

Удельное затухание для внутренних кабелей — не более 1,0 дБ/км, для внешних — не более 0,5 дБ/км;

Волна отсечки — не более 1270 нм.

*В американском стандарте дополнительно определены более жесткие требования затухания для внешних одномодовых кабелей — A.B.*

## **9. Требования к разъемам**

### **9.1 Общие требования**

Данный раздел определяет требования к разъемам, используемым в структурированной кабельной системе. В рамках раздела считается, что разъем (разъемное соединение) состоит из устройства или комбинации устройств, используемых для соединения двух кабелей или кабельных элементов. Если иное не оговорено особо, все разъемы должны тестироваться во включенном состоянии.

Следует отметить, что данный раздел не определяет требований к адаптерам различных сред или другим пассивным или активным устройствам (например, волновым трансформаторам, нагрузочным резисторам, оборудованию локальных сетей, фильтрам и устройствам защиты), основное назначение которых — обеспечивать работу конкретных приложений или оборудования.

Подобные устройства не считаются частью кабельной системы и могут значительно ухудшать рабочие характеристики сети. Поэтому важно учитывать их совместимость с кабельной системой и активным оборудованием еще до применения. Данные требования распространяются только на разъемы и сборки разъемов, включающие, в частности, телекоммуникационные разъемы, распределительные панели, переходные разъемы (адаптеры) и коммутационные блоки. В определении рабочих характеристик разъемов не учитывается влияние перемычек или коммутационных кабелей.

В приведенных ниже таблицах параметры затухания и наводок определены для дискретных частот. Требования для промежуточных частот определяются линейной интерполяцией между заданными параметрами по логарифмической (затухание) и полулогарифмической (NEXT) шкале.

#### **ПРИМ.**

1. Требования данного раздела планируется дополнить положениями других международных стандартов с момента их принятия. Поскольку спецификации,

приведенные ниже, гарантируют только механическую совместимость, параметры передачи действительны до принятия детальных спецификаций.

2. Параметры данного раздела определены для производственных характеристик разъемов. Предполагается, что они не существенно не изменятся после установки по инструкциям изготовителей и работе при 20<sup>0</sup> Ц. Если иное не оговорено особо, измерения производятся при комнатной температуре в соответствии с IEC 68–1.>

В данном разделе гарантируется только механическая совместимость разъемов. Проблема заключается в том, что до настоящего времени разъемы производят по стандарту 1990 года. Максимальный диапазон частот — 3 МГц, область применения — приложения классов А и В. Стандарты категорий 3 — 5, принятые в 1995 году, определили параметры элементов и линий в диапазоне частот до 100 МГц, оставив в стороне проблему сертификации коннекторов.

Стандарты 1999 — 2000 года категории 5е / класса D и; Проект второго издания ISO/IEC 11801, определяющий категории элементов 3 — 7 и классы линий / каналов А — F базируются на старых спецификациях разъемов. В результате для гигабитных приложений становится актуальной проблема совместимости категорий и элементов.

Следует особо отметить, что разъемом считается совмещенные гнездовой и штекерный разъемы. Такое расширенное толкование относится только к данному разделу, не противоречит положениям других разделов и определению разъема, как окончания кабеля, обеспечивающего коммутируемые соединения — А.В.

#### 9.1.1 Расположение

Разъемы устанавливаются:

в РП комплекса, обеспечивая коммутации с магистралью здания, магистралью комплекса и активным оборудованием;

в РП здания, обеспечивая коммутации с магистралью здания и активным оборудованием;

в РП этажа, обеспечивая коммутации между магистралью здания и горизонтальными кабелями активным оборудованием;

в точке перехода горизонтальной подсистемы (если она есть);

в телекоммуникационном разъеме.

#### 9.1.2 Конструкция

Конструкция разъемов призвана обеспечить:

а) возможность коммутации кабелями или перемычками и подключения оборудования;

б) возможность маркировки кабелей и администрирования;

в) возможность организации кабелей;

г) возможность доступа для мониторинга или тестирования кабелей и оборудования;

д) разумную защиту от физического повреждения и других воздействий;

е) плотность монтажа, позволяющую эффективно использовать пространство, но не влияющую на удобство организации и администрирования кабелей;

ж) средства для экранирования и заземления, где необходимо.

Если в РП комплекса, здания и этажа используются разъемы одного механического типа, что и для телекоммуникационного разъема, они должны соответствовать тем же требованиям, что и для ТР.

#### 9.1.3 Диапазон температур

Разъемы должны быть спроектированы для надежной работы в диапазоне температур от -10°C до +60°C. Разъемы должны быть защищены от физического повреждения и прямого попадания влаги и других коррозирующих веществ. Такую защиту можно обеспечить при монтаже внутри помещений или применением внешних корпусов, технические характеристики которых соответствуют условиям окружающей среды.

#### 9.1.4 Установка

Разъемы призваны обеспечить гибкость установки (например, на стенах, в стенах, в стойках и на других типах монтажных устройств и фиксирующей арматуры).

#### 9.1.5 Коммутирующие переключатели и кабели

Общие ограничения длины коммутирующих переключателей и кабелей, а также сетевых кабелей даны в разделе 6 «Подсистемы СКС».

Кабели для изготовления коммутирующих переключателей и кабелей в РП комплекса, здания и этажа соответствовать характеристикам раздела 8 «Требования к кабелям» и Приложения С «Требования к гибким симметричным кабелям». Кабели одной линии должны подбираться с учетом совместимости (например, запрещается соединять кабели с разным волновым сопротивлением).

#### 9.1.6 Монтаж

Качество монтажа являются существенным фактором, влияющим на параметры среды передачи и обеспечивающим администрирование установленных кабельных систем. В процессе монтажа следует избегать чрезмерных механических напряжений в кабеле, вызываемых натяжением, резкими изгибами и чрезмерной затяжкой жгутов кабеля.

Разъемы должны быть установлены с учетом:

- а) минимальное искажение передаваемого сигнала и эффективность экрана (в экранированных системах) достигается правильной подготовкой кабеля, монтажом разъемов (в соответствии с инструкциями производителя) и организацией кабелей.
- б) достаточного пространства для размещения оборудования, обслуживающего кабельную систему. Стойки и шкафы должны иметь достаточные проходы спереди, сзади и сбоку для размещения кабелей и доступа к ним.

В кабельных трассах и вблизи разъемов кабели должны соответствовать требованиям к радиусам изгиба.

ПРИМ.

1. Кабельные каналы следует проектировать и устанавливать в соответствии с требованиями к радиусу изгиба кабелей, определенными в Разделе 8.
2. Некоторые соединения могут использоваться для выполнения перекрестного подключения приемников и передатчиков.
3. Некачественный монтаж элементов и экранов симметричного кабеля может создавать эффект рамочной антенны, приводящий к возникновению уровней излучений, превышающих нормативные требования.

#### 9.1.7 Маркировка и цветовое кодирование

Коннекторы разъемов должны обеспечить соблюдение последовательности монтажа. Это реализуется с помощью цветовой маркировки, алфавитно-цифровыми обозначениями или другими средствами.

Когда в одной подсистеме используются два физически аналогичных типа кабеля (например, симметричные кабели 100 и 120 Ом, кабели разных категорий или оптические волокна 62,5 мкм и 50 мкм), они должны быть маркированы, чтобы ясно обозначить каждый тип кабеля.

## 9.2 Разъемы для кабелей 100 Ом и 120 Ом

### 9.2.1 Практика монтажа

Следующие требования относятся ко всем типам разъемов, используемых для обеспечения коммутируемых электрических соединений симметричных кабелей, параметры которых определены в подразделе 8.1. Желательно, чтобы для непосредственного монтажа кабельных элементов 100 ом и 120 ом в коннекторы разъемов использовалась технология врезных контактов (контакт сквозь изоляцию). В дополнение к требованиям данного пункта разъемы для экранированных систем должны полностью соответствовать требованиям раздела 10.

### 9.2.2 Маркировка

Разъемы, предназначенные для использования с кабелями 100 ом или 120 ом, должны иметь маркировку, обозначающую рабочие характеристики. Характер маркировки определяется по усмотрению производителей. Если маркировка имеется, она должна быть хорошо видна в процессе монтажа.

ПРИМ.

Маркировка рабочих характеристик является дополнением, а не заменой обозначений, определенных в п. 9.1.7, или требуемых национальными или местными инструкциями и нормативами.

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Параметры разъемов рекомендуется обозначать следующим образом: Cat 3, Cat 4 или Cat 5 или значком типа буквы «С» с цифрой категории в середине.

### 9.2.3 Механические характеристики

Разъемы для кабелей 100 и 120 ом должны соответствовать параметрам, определенным в таблице 24.

Таблица 24. Механические характеристики разъемов для кабелей 100 и 120 ом



1	Механические характеристики		Ед. измерения	Требования	Стандарт
1.1	Размеры только для интерфейса ТР	Неэкранированный		IEC 603-7 Совмещаемые размеры сортаменты	IEC 603-7 <sup>1)</sup>
		Экранированный			IEC 603-7 <sup>1)</sup> и <sup>2)</sup>
<b>1.2 Совместимость с кабелями</b>					
1.2.1	Номинальный диаметр проводника		мм	0,5 — 0,65 <sup>3)</sup>	
1.2.2	Тип проводника	Соед. кабель / Перемычка		Многожильные или одножильные проводники	
		Другие		Одножильные проводники	
1.2.3	Номинальный диаметр проводника в изоляции		мм	0,7 — 1,4 <sup>4) 5)</sup>	IEC 811-1-1
1.2.4	Число проводников	ТР		8	
		Другие		2 n и более (= 1, 2, 3 ...)	
1.2.5	Внешний диаметр кабеля	ТР	мм	не более 20 <sup>6)</sup>	IEC 811-1-1
		Другие			
1.2.6	Подключение экрана			Таблица 25, строка 2.3 <sup>7)</sup>	
<b>1.3 Механические свойства (долговечность)</b>					
1.3.1	Включение — выключение разъема		Циклов	более 200 <sup>8)</sup>	Приложение В
1.3.2	Штекерный интерфейс		Циклов	более 750 (IEC 603-7)	IEC 603-7

### Примечание

Стандарт IEC 603-7 1990 года определяет параметры разъемов до 3 МГц. До принятия новой версии IEC 603-7 разъемы можно применять на больших частотах при условии тестирования и соответствия параметрам таблицы 25.

Стандарт IEC 603-7 1990 года не предусматривает общего экрана.

Поскольку разъемы не рассчитаны для установки на кабели других диаметров, следует обращать внимание на совместимость разъемов с диаметром проводников до 0,4 мм.

Использование модульных штекеров, определенных в IEC 603-7 ограничено диаметром проводников в изоляции 0,8 — 1,0 мм.

Поскольку разъемы не рассчитаны для установки на кабели других диаметров, следует обращать внимание на совместимость разъемов с проводниками, допустимый диаметр в изоляции которых — не более 1,6 мм.

Использование модульных штекеров, определенных в IEC 603-7 ограничено внешним диаметром кабеля 4 — 6 мм. Плоские / овальные кабели с такой же площадью сечения допускаются для использования.

Если планируется использовать защищенные кабели, следует убедиться, что конструкция панелей обеспечивает монтаж экрана. Панели, предназначенные для монтажа симметричных кабелей с общим экраном, могут не подойти для кабелей с индивидуально экранированными парами и общим экраном для всех пар.

Требования к долговечности п 1.3.1 относятся только к разъемам, рассчитанным более, чем на одно соединение (например для тех, что обеспечивают многократные коммутации и подключения).

### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Следует отметить идентичность стандартов с точки зрения спецификации разъемов. Параметры разъемов определены тем же международным стандартом IEC 603-7. «Разъемы на печатных платах для частот менее 3 МГц. Часть 7: детальная спецификация 8-контактных совмещаемых коннекторов». Разъемы разрешается использовать на более высоких частотах при условии тестирования и соответствия

параметрам категории 3 — 5.

Параметры разъемов, определяемые в разных разделах и Приложениях А - С, менее детализированы. Методики тестирования определены теми же международными стандартами.

Данный подраздел и нормативные ссылки предназначены, прежде всего, производителям. С точки зрения создания и эксплуатации СКС важно отметить допустимость установки гнездовых и штекерных разъемов на кабели с многожильными и одножильными проводниками и параметры долговечности: не менее 200 циклов включение — выключение для гнездовых и не менее 750 — для штекерных разъемов..

До настоящего времени разъемы производят по стандарту 1990 года. Максимальный диапазон частот — 3 МГц. Стандарты СКС, принятые в 1995 году, расширили диапазон частот до 100 МГц. При этом конструкция разъемов осталась прежней.

Стремление сохранить морально устаревшую спецификацию коннекторов гнездовых разъемов вынудило разработчиков стандартов утвердить параметры линий класса D, которые на один — два порядка хуже требований приложений класса D. При этом действующие стандарты не гарантируют совместимости категорий и элементов — А.В.

#### 9.2.4 Электрические характеристики

Разъемы для кабелей 100 и 120 ом с учетом категории **должны** соответствовать параметрам, определенным в таблице 25.

*Таблица 24. Электрические характеристики разъемов для кабелей 100 и 120 ом*

Характеристики разъема				Категория разъема			Метод измерений
2	Электрические х-ки при 20°С	Единица измерений	Частота, МГц	3	4	5	
2.1	Надежность контакта	ТР		IEC 603-7			IEC 603-7
		Другие		Приложение В			Приложение В
2.2	Параметры передачи						
2.2.1	Максимальное затухание <sup>1)</sup>	дБ	1,0	0,4 2)	0,1	0,1	Приложение А
			4,0	0,4 2)	0,1	0,1	
			10,0	0,4 2)	0,1	0,1	
			16,0	0,4 2)	0,2	0,2	
			20,0		0,2	0,2	
			31,25			0,2	
			62,5			0,3	
			100			0,4	
2.2.2	Максимальные наводки (NEXT) <sup>1)</sup>	дБ	1,0	58	> 65	> 65	Приложение А
			4,0	46	58	> 65	
			10,0	38	50	60	
			16,0	34	46	56	
			20,0		44	54	
			31,25			50	
			62,5			44	
			100			40	
2.2.3	Минимальные возвратные потери	дБ	> 1,0		23	23	Приложение А
					23	23	
			> 20			14	
						14	
2.2.4	Проходное сопротивление <sup>1) 3)</sup>	МОм	Пост. ток	300			IEC 189-1
2.3	Максимальное переходное волновое сопротивление (только для общего экрана) <sup>1)</sup>		1	100 (д.д.и.)			IEC 96-1 <sup>4)</sup> д.д.и
			10	200			
			100	д.д.и.			
<b>Примечания</b>							
<p>Для коммутирующих устройств, которые обеспечивают коммутацию без кабелей и переключателей (например, панелей с блоками внутренней коммутации), затухание, проходное сопротивление и переходное волновое сопротивление не должны превышать соответствующих значений для двух разъемов и 5 м коммутационного кабеля той же категории (д.д.и.). Значения NEXT таких устройств должно быть хуже значений 2.2.2 таблицы 24. не более чем на 6 дБ</p> <p>Желательно, чтобы среднее затухание смонтированных разъемов категории 3 составляло не более 0,2 дБ в диапазоне до 16 МГц.</p> <p>Сопротивление постоянному току позволяет оценить параметры и стабильность разъемов при передаче сигналов постоянного тока и низкой частоты.</p> <p>Хотя метод тестирования IEC 96-1 разработан для коаксиальных кабелей, его можно применять для разъемов симметричных кабелей с общим экраном при подаче сигнала в продольной моде (один потенциал на проводники, другой на — экран — А.В.).</p>							

Электрические параметры разъемов практически идентичны. Отсутствуют спецификации проходного и переходного волнового сопротивления. Рекомендуется устанавливать разъемы той же категории, что и кабели, или выше. Категорию установленных кабелей и разъемов **требуется** определять по наихудшему элементу.

*Рекомендации устанавливать разъемы более высокой категории, чем кабели не имеют практического смысла. Некоторые производители СКС советуют обратное - выбирать кабели более высокой категории, например, категории 6 или 7. В этом случае для перехода на новые приложения через несколько лет не потребуется замены телекоммуникационной инфраструктуры, интегрированной в конструкцию зданий, - достаточно будет установить новые разъемы.*

*Определение категории линии, состоящей из элементов разного уровня, не обеспечено механизмом реализации. Не упоминается даже необходимость измерения фактических параметров таких линий. Это положение можно понимать как делегирование ответственности за совместимость производителям.*

#### 9.2.5 Спецификации телекоммуникационного разъема (ТР)

Каждый горизонтальный кабель 100 ом и 120 ом **должен** быть оснащен разъемом (ТР) с бесключевым гнездом и иметь механические и электрические параметры, определенные в пп. 9.2.3 и 9.2.4. Расположение контактов и пар **должно** соответствовать схеме на рис. 10.

*Рис. 10. Восьми-контактное гнездо и расположение пар (вид разъема спереди)*



Если телекоммуникационный разъем установлен на двухпарном кабеле, пары **должны** быть подключены на контакты 4 — 5 и 3 — 6 согласно рис 10.

Переназначение пар в ТР следует выполнять без модификаций подключения пар горизонтального кабеля. Если в ТР выполняется переназначение пар, **должна** быть четко указана конфигурация разъема.

ПРИМ,

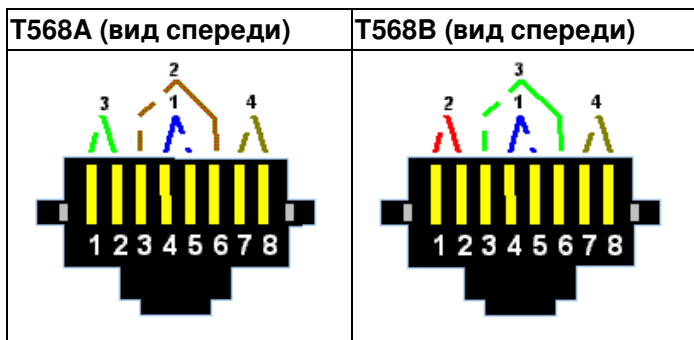
1) Когда в одной и той же кабельной системе используются две физически аналогичные кабельные линии (например, с различными категориями рабочих характеристик или кабели с различными номинальными сопротивлениями), особое внимание следует уделить тому, чтобы линии были надлежащим образом обозначены (раздел 11).

2) Для правильного соединения следует убедиться, что пары в ТР и РП этажа подключены на соответствующие контакты. Если пары подключены на разные контакты с двух сторон линии, соединение будет потеряно.

#### **Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A**

Определены две последовательности с детальным указанием номеров пар и расположения их проводников.

*Рис. 11. Расположение пар T568A и T568B (вид разъема спереди)*



Публикация FIPS PUB 174 Федерального правительства США признает только последовательность T568A.

*Поскольку международные / европейские стандарты не определяют расположение пар, производители СКС рекомендуют одну из моделей последовательности, которая распространяется не только на подключение телекоммуникационных разъемов, но и всей СКС в целом — А.В.*

### 9.2.6 Правила монтажа

Длина расплетения кабельного элемента (*витой пары — А.В.*) для монтажа на разъем должна быть как можно меньше. Рекомендуется удалять оболочку кабеля не больше, чем необходимо для монтажа разъема. Для линий категории 4 рекомендуется, чтобы расплетение пары не превышало 25 мм, а для линий категории 5 — 13 мм. В четырехпроводных кабелях концы четверки могут быть свиты различным образом. Соблюдение приведенных рекомендаций должно свести к минимуму деградацию рабочих характеристик в результате монтажа разъемов.

Рабочие характеристики линии, в которую входят элементы с различными категориями рабочих характеристик (например, кабели, разъемы и соединительные кабели), **должны** быть классифицированы по наименее производительному элементу в линии.

Требования по экранированию и заземлению для кабелей с общим экраном определены в разделе 10.

*Классификация линии по категории наименее производительного элемента подразумевает совместимость категорий и элементов. Это противоречит положению подраздела 9.1 о том, что спецификации разъемов гарантируют только механическую совместимость. Фактически данная редакция стандарта гарантирует только механическую совместимость разъемов. Производители СКС могут предоставлять расширенные гарантии на свои системы, которые выходят за рамки стандартов - А.В.*

## 9.3 Разъемы для кабелей 150 ом

Подраздел определяет параметры разъемов двухпарных кабелей типа защищенная витая пара. В данном обзоре среда передачи с волновым сопротивлением 150 ом не рассматривается.

*Фактически это частная система производства IBM, отличающаяся по типу кабелей (каждая пара имеет собственный экран), волновому сопротивлению (150 ом вместо 100 ом), числу пар симметричных кабелей (2 вместо 4) и имеющая несовместимый с RJ 45 интерфейс разъемов. Предназначена для объединения в сеть оборудования IBM 150 ом. Не получила распространения. Исключена из второго издания стандарта ISO/IEC 11801 — А.В.*

## 9.4 Оптоволоконные разъемы

### 9.4.1 Общие требования

Положения пунктов 9.4.2 — 9.4.6 распространяются на все разъемы, используемые для соединения оптоволоконных кабелей, параметры которых определены в разделе 8. Данные требования относятся к горизонтальным и магистральным кабелям.

## Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

В примечании к соответствующему пункту рекомендуется не путать термин адаптер (adapter), используемый в электропроводных и ОВ системах. В первом случае он означает соединительный элемент, обеспечивающий подключение и согласование разнотипных разъемов. Оптоволоконная промышленность и организации стандартизации определяют адаптер как устройство для выравнивая оптических осей и механического соединения двух симметричных разъемов.

Термин "адаптер", используемый в стандартах, переводится как соединитель. Фактически это разновидность адаптера для симметричных разъемов. — А.В.

### 9.4.2 Маркировка и цветовая кодировка

Правильная кодировка разъемов и соединителей <sup>1)</sup>, например, цветом, рекомендуется для корректных соединений волокон. Возможно использование ключей и обозначение волокон для сохранения правильной полярности в дуплексных линиях.

ПРИМ.

Маркировка является дополнительной и не должна заменять собой другие обозначения, требуемые национальными и местными инструкциями и нормативами.

Соединители обеспечивают совмещение оптических осей симметричных разъемов. Пример и иллюстрация симметричных разъемов — в статье, посвященной терминологии. Новое поколение оптоволоконных разъемов с форм-фактором RJ 45, обеспечивающее совмещение двух волокон и фиксацию разъемов без соединителей, в рассматриваемых стандартах не упоминается — А.В.

### 9.4.3 Механические и оптические характеристики

Оптоволоконные разъемы должны соответствовать требованиям, определенным в таблице 27.

Таблица 27. Механические и оптические характеристики оптоволоконных разъемов

1	Механические и оптические характеристики		Ед. измерения	Требования	Стандарт
1.1	Размеры только для интерфейса TR			IEC 874-14. Совместимые размеры и сортаменты	IEC 874-14 1)
<b>1.2</b>	<b>Совместимость с кабелями</b>				
1.2.1	Номинальный диаметр волокна		мкм	125	IEC 793-2
1.2.2	Номинальный диаметр буфера		мм	-	IEC 794-2
1.2.3	Внешний диаметр кабеля				IEC 794-2
<b>1.3</b>	<b>Механические свойства (долговечность)</b>				
1.3.1	Включение-выключение разъема		Циклов	более 500	IEC 874-1
<b>1.4</b>	<b>Параметры передачи</b>				
1.4.1	Максимальное затухание	Разъем	дБ	0,5 2)	IEC 874-1
		Сплайн		0,3	IEC 1073-1
1.4.2	Максимальные возвратные потери	Многомодовый	дБ	20	IEC 874-1
		Одномодовый		26	
<b>Примечания</b>					
См. 9.4.4					
Среднее затухание в разъемах не превышает 0,5 дБ. Максимальное затухание не должно быть более 0,75 дБ. Это значение соответствует максимальной длине магистрали, определенной в разделе 6, и предполагает наличие активного оборудования в РП комплекса и РП этажа. Включения в состав линии кабеля горизонтальной подсистемы можно обеспечить при более короткой магистрали или установкой разъемов с затуханием менее 0,5 дБ.					

Максимально допустимое затухание в разъеме составляет 0,75 дБ. Бюджет затухания при этом позволяет создавать канал на многомодовом волокне длиной до 2000 метров (для приложений 1995 года). Канал может также включать кабели горизонтальной подсистемы длиной до 100 метров при условии среднего затухания в разъемах не более 0,5 дБ. Данное ограничение по затуханию применимо только для приложений с частотой следования импульсов менее 100 МГц (в диапазоне 850 нм). Для более скоростных приложений длина канала ограничивается, в первую очередь, модовой и хроматической дисперсией — А.В.

#### 9.4.4 Требования к телекоммуникационным разъемам

В новых системах и СКС, не имеющих установленных волоконно-оптических разъемов, горизонтальные ОВ кабели должны подключаться к телекоммуникационному разъему с помощью дуплексного SC-разъема (SC-D), соответствующего спецификациям IEC 874-14. В системах, имеющих установленную базу разъемов и соединителей, определенных стандартом IEC 874-10 (BFOC/2.5 или ST — А.В.), разрешается оставлять разъемы и соединители как на имеющихся, как и на новых линиях оптоволоконной сети.

Оптоволоконные разъемы должны соответствовать требованиям пункта 9.4.3.

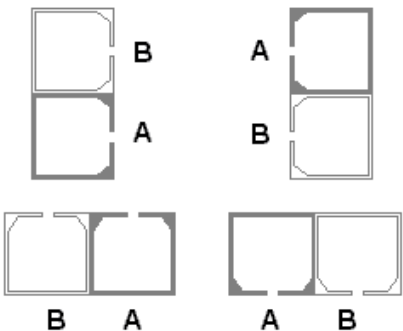

#### Отличия ANSI/TIA/EIA-568-A

Допускается использование симплексных или дуплексных разъемов (для соединения одного или двух волокон — А.В.). Соединение 568SC должно включать два соединителя CFOC/2.5 на расстоянии 12,7 мм между центрами ферруловых вставок разъемов.

Соединитель 568SC должен состоять из двух одиночных или одного дуплексного соединителя типа SC. После установки на розетку или панель он должен обеспечивать

расстояние между волокнами 12,7 мм. Соединители и разъемы 568SC должны иметь ключи, как показано на рисунке 12

Рис. 12. Последовательность соединителей и разъемов 568SC

Последовательность 568SC при вертикальном и горизонтальном расположении	Дуплексный MM соединитель SC
	

Соединитель должен обеспечить правильное подключение пар волокон при соблюдении последовательности, показанной на рис. 12 (позиции А выделены только для пояснения). При этом позиция А на одной стороне соединителя соответствует позиции В — на другой. Позиции соединителя А и В должны быть обозначены буквами А и В соответственно.

Многомодовые соединители и разъемы должны быть обозначены бежевым цветом, а одномодовые - синим.

Во втором издании стандарта ISO/IEC 11801 добавлена цветовая маркировка ОВ соединителей и разъемов, совпадающая с требованиями ANSI/TIA/EIA-568-A. Последовательность подключения волокон по новому стандарту будет определяться национальными правилами — А.В.

#### 9.4.5 Коммутационные переключатели и кабели

Кабели, используемые в качестве коммутационных переключателей и коммутационных кабелей в РП комплекса, РП здания и РП этажа, должны соответствовать требованиям раздела 8 и приложения Н.

Неточность терминологии данного пункта. Оптоволоконных переключателей - кабелей без разъемов на концах — не существует. Не упомянуты абонентские и сетевые кабели. В данном пункте имеются в виду соединительные кабели, включающие абонентские, сетевые и коммутационные — А.В.

#### 9.4.6 Соединения оптических волокон

Для всех вариантов соединений требуется использовать цветовое кодирование и маркировку для обозначения типов оптического волокна.

#### ПРИМ.

Разъемы и соединители рекомендуется маркировать цветом для обозначения одномодовых и многомодовых оптических волокон. Дополнительные цвета меток могут потребоваться для обозначения типов многомодовых оптических волокон.

Соблюдение полярности дуплексных оптоволоконных разъемов должно соблюдаться во всей кабельной системе с помощью ключ-совмещений, администрирования (например, обозначения метками) или обоими способами. Для сохранения на протяжении всей кабельной системы правильной полярности, разъемы соединительных кабелей следует обозначать в соответствии с рекомендациями приложения Н.

Руководство по соединению оптических волокон приведены в информативном приложении Н.

## 10. Правила защитного экранирования



Правила данного раздела, применимы для защищенных кабелей или кабелей с экранированными элементами. Даются только базовые рекомендации. Процедуры, необходимые для заземления экранов с целью обеспечения электрической безопасности и электромагнитной совместимости (ЭМС), определяются национальными и местными нормативами. Качество систем зависит от квалификации работников и, как правило, требует специальной методики монтажа. Неправильное экранирование может снизить производительность и уровень безопасности системы.

## 10.1. Электромагнитная совместимость

Экраны (*кабелей и каждой пары — А.В.*) призваны улучшить ЭМС. Для этого их необходимо подключить на массу. Эффективность экранирования достигается наличием экрана для каждого кабельного элемента (*витой пары — А.В.*) и соответствием переходного волнового сопротивления<sup>1)</sup> экранов параметрам подразделов 8 и 9. Экран **должен** быть непрерывным для всего канала. Этому требованию **должны** отвечать фиксированные кабели, входящие в состав СКС, а также абонентские и сетевые кабели, используемые для создания канала. Кабели (включая абонентские и сетевые) следует тщательно выбирать, правильно устанавливать и соединять. Особое внимание следует уделять выбору разъемов и правилам их монтажа.

### Примечание

Издание международного стандарта IEC 603–7 1990 года не включает рекомендации по монтажу защитных экранов. Очередная редакция стандарта будет включать спецификации защитного экранирования. Установка защищенных элементов не гарантирует соответствия требованиям ЭМС.

Малое переходное волновое сопротивление кабелей и разъемов является не единственным требованием. Кабели следует монтировать на коннекторы розеток и панелей с учетом непрерывности экрана. Методы монтажа зависят от типа и конструкции кабелей и разъемов. В инструкции производителей следует включать информацию, позволяющую выполнять эти требования. Методики обеспечения защиты класса В и выше находятся на этапе изучения.

## 10.2. Заземление

Стандарт требует соблюдения правил безопасности, связанных с заземлением экранов кабелей и других металлических элементов кабельных систем.

Соединения **должны** выполняться в соответствии с требованиями электрических нормативов. Экраны всех кабелей **должны** быть подключены к телекоммуникационной системе заземления. Экран **должен** быть постоянным и непрерывным. Экран кабелей **должен** обеспечивать непрерывный путь к «земле» во всех частях экранированной кабельной системы. Для снижения волнового сопротивления рекомендуется соединять металлические кабелепроводы с проводниками системы заземления, проходящими в них, на обоих концах кабелепровода. Стойки активного оборудования следует соединять с электродом заземления, который используется для защиты систем подачи электропитания в здание. Все электроды заземления различных систем в здании должны быть соединены в одной точке для уменьшения влияния разности потенциалов земли.

Система заземления здания **должна** соответствовать ограничениям на разность потенциалов в 1 ВВ и на сопротивление между любыми двумя элементами системы заземления.

Если вышеупомянутое требование не может быть выполнено, для уменьшения риска возникновения сильных блуждающих токов в телекоммуникационной системе следует использовать волоконно-оптический кабель.

*Рекомендация соединять стойки активного оборудования с электродом заземления некорректна. Оборудование чаще всего располагают на одних стойках / в тех же шкафах, что и панели. Оборудование и панели подключают к телекоммуникационной системе заземления, центральный терминал которой соединяют с главным электрическим терминалом, который, в свою очередь, соединен с землей с помощью электродов.*

Положения данного раздела относятся только к защищенным кабелям (150 Ом), которые исключены из второго издания ISO/IEC 11801. Экранированные и неэкранированные системы не рассматриваются. Рекомендации носят самый общий характер и не позволяют создавать систему экранирования и заземления без использования других документов. Наиболее полным является стандарт TIA/EIA-607, «Требования по заземлению и электрическим соединениям телекоммуникационных систем коммерческих зданий». Но даже он оставляет часть системы телекоммуникационного заземления на усмотрение производителей.

Требования и параметры систем заземления и экранирования, включающие TIA/EIA-607 (от центрального терминала до телекоммуникационной шины заземления) и рекомендации ITT NSS (от шины до панелей, кабелей и разъемов) можно получить на семинарах для заказчиков и авторизованных курсах для проектировщиков СКС — А.В.

## 11. Администрирование

Администрирование является важным аспектом создания и эксплуатации структурированной кабельной системы. Гибкость СКС может быть полностью реализована только при правильном администрировании. Администрирование включает точное обозначение и учет всех элементов, составляющих кабельную систему, а также кабельных трасс, телекоммуникационных и других помещений, в которых монтируется система. Все изменения, вносимые в кабельную систему, следует своевременно регистрировать — это необходимо для сохранения гибкости. Настоятельно рекомендуется проводить администрирование с использованием компьютерных программ.

### 11.1 Сфера действия администрирования

Требования по администрированию, описанные в данном разделе, применимы к структурированной кабельной системе, а также к трассам и помещениям, в которых она монтируется. Настоятельно рекомендуется применять описанные ниже принципы администрирования к любой кабельной системе и к активному оборудованию.

### 11.2 Идентификаторы

Каждый элемент структурированной кабельной системы, а также трассы и помещения, в которых она монтируется, **должны** быть легко идентифицируемы. Каждому кабелю, панели и разъему **должен** иметь уникальное обозначение (например, название, цвет, номер или строка символов).

Для каждого телекоммуникационного разъема следует указать следующую информацию, отражающую выбор и применение установленной системы:

- а) TR: IEC 603–7 Волновое сопротивление, категория и расположение пар в TR.
- б) TR: оптоволокно. Дизайн волокна (*диаметр сердцевины и оболочки — А.В.*)

Подходящие идентификаторы **должны** быть также присвоены трассам и помещениям, в которых монтируется кабельная система. Элементы, которым присваиваются идентификаторы, **должны** быть четко маркированы. Кабели следует обозначать с обоих концов.

### 11.3 Записи

Администрирование СКС **требуется** вести с помощью записей. Результаты тестирования системы, если таковое проводилось, следует хранить. Не требуется данным стандартом, но рекомендуется вести учет поддерживаемых приложений. Это облегчает выявление источников проблем.

#### 11.3.1 Документирование

Для процесса администрирования необходим надлежащий контроль над ведением записей (схемы кабельных маршрутов, расположение и обозначение TR, расположение и

состав РП, результаты тестирования и схемы соединений). Важно обеспечить реализацию соответствующих процедур своевременного обновления документации

ПРИМ. Технический документ, содержащий подробные требования к администрированию, будет разработан комитетом ISO/IEC JTC 1/SC 25.

*Рекомендации носят самый общий характер и не позволяют организовать систему администрирования без использования других стандартов, в частности TIA/EIA-606.*

*Это последний раздел стандарта ISO/IEC 11801, действие которого прекращается в 2002 году — с момента принятия на национальном уровне второго издания ISO/IEC 11801. Полный комплект действующих и новых стандартов проектирования, монтажа и администрирования можно получить на семинарах для заказчиков и авторизованных курсах для проектировщиков СКС — А.В.*

## Приложение А (нормативное) Процедуры тестирования

Данное приложение состоит из трех частей. Часть А1 посвящена кабелям, часть А2 относится к разъемам, часть А3 иллюстрирует процесс измерений. Число тестируемых линий не обязательно должно составлять 100%, а зависит от уровня качества, определяемого для каждой устанавливаемой системы.

Предполагается заменить все спецификации данного приложения ссылками на международные стандарты, как только они выйдут в свет.

### А.1 Тестирование рабочих характеристик линии

Процедуры тестирования даны в общих чертах для пояснения параметров, приведенных в разделе 7. Они скорее предназначена для иллюстрации параметров, которые должны быть измерены, нежели содержит инструкцию измерений. Измерение параметров на высоких частотах требует определенных знаний и опыта, а также использования специального оборудования.

Следует с осторожностью относиться к интерпретации и значениям данных, полученных при детальном тестировании, и методиках, не описанных в данном приложении. Необходимо учитывать коэффициенты поправок и применять их, когда это необходимо.

#### А.1.1 Тестирование симметричных линий

Для точности измерения необходимо производить указанное число замеров в пределах каждого диапазона частот (для дальнейшего изучения — д.д.и.). В случае, когда кабель экранирован, экран необходимо подключить к заземлению прибора на время измерения, если иное не указано особо.

##### А.1.1.1 Подключение

Электрические характеристики линий могут быть измерены путем подключения источника и нагрузки по схеме, показанной на рис. А.1. Предполагается, что волновое сопротивление заземления источников незначительно, но может иметь часть или полное значение последовательно включенных сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ . Не обязательно подавать напряжения  $V_1$  и  $V_2$  одновременно. Значение  $R_1$  составляет 50 Ом.  $R_2$  и  $R_3$  составляют половину номинального дифференциального волнового сопротивления для частоты измерения ( $Z_c/2$ ).

Двунаправленные наводки ( $V_7$  и  $V_8$ ) измеряются в любом интерфейсе для каждой из пар, за исключением пары передатчика.

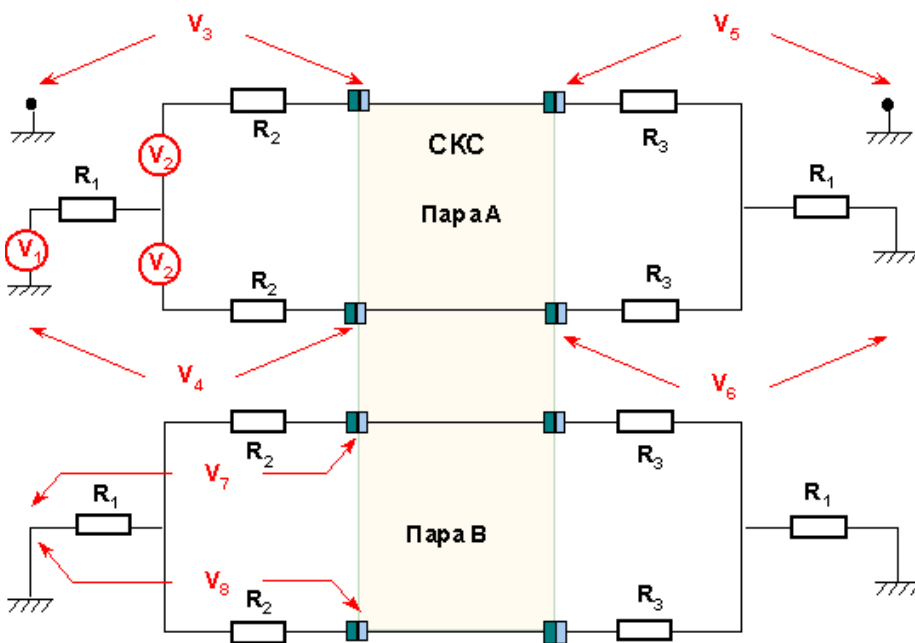


Рисунок А.1 Конфигурация измерений

#### А.1.1.2 Калибровка

Там, где напряжения передатчиков не могут быть измерены напрямую, их эффективные значения вычисляются с помощью калибровочной схемы, показанной на рисунке А.2. Эффективное значение  $V_1$  есть разность измеренных значений  $V_3$  и  $V_4$  при  $V_2$  равном нулю. Эффективное значение  $V_2$  есть разность измеренных значений  $V_3$  и  $V_4$  при  $V_1$  равном нулю. Этот способ позволяет учесть отклонения амплитудных характеристик измерительных приборов и других составляющих системы тестирования.

Баланс системы тестирования должен быть таким, чтобы отношение суммы  $V_3$  и  $V_4$  к  $V_2$  при  $V_1$  равном нулю, и отношение разности  $V_3$  и  $V_4$  к  $V_1$  при  $V_2$  равном нулю, было минимум на 10 дБ меньше, чем требования к балансу кабелей для каждого диапазона частот. Это условие должно выполняться при калибровке для каждой полярности источника и нагрузки.

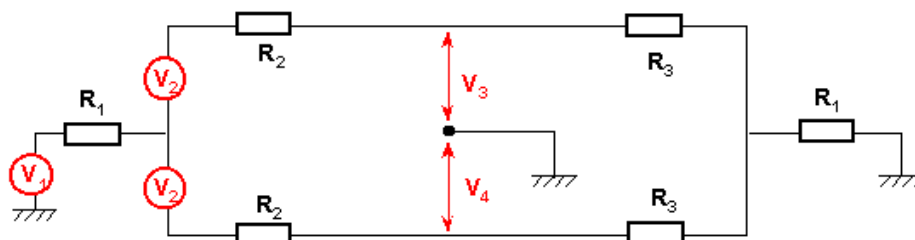


Рисунок А.2 Схема измерений

Данное приложение отражает представления о тестировании СКС начала 90-х годов. Методика, приведенная выше, требует использования измерительного прибора простейшей схемы, дополненного генератором частот. Она является относительно дешевой и чрезвычайно трудоемкой. Современные полевые тестеры позволяют измерять десятки параметров во всем диапазоне частот, производить вычисления, определять резерв параметров относительно заданных значений. Измерения и обработка результатов занимает менее минуты. Недостаток полевых тестеров — высокая стоимость — несколько тысяч ам. долларов — А.В.

#### А.1.1.3 Баланс (потери преобразования мод)

Измерение следует производить по стандарту ITU-T Rec. O.9

Потери разбалансировки (вызванные преобразованием поперечных мод в продольные - А.В.) измеряются при  $V_2$  равном нулю.

а) Баланс на входе	$= -20 \lg \frac{ V_3(f) - V_4(f) }{V_1(f)}, [\text{дБ}]$
--------------------	---

б) Баланс на выходе	$= -20 \lg \frac{ V_5(f) - V_6(f) }{V_1(f)}, [\text{дБ}]$
---------------------	---

Правильность методики измерений баланса на входе и выходе СКС требует дополнительного изучения. До определения методик соответствие данному международному стандарту может быть достигнуто путем корректного проектирования системы.

#### А.1.1.4 Возвратные потери и задержка распространения

Для измерения подается напряжение  $V_2$ .  $V_1$  равно нулю,  $R_2=Z_c/2$ .

( $Z_c$  — волновое сопротивление — сопротивление среды передачи распространению электромагнитных волн — А.В).

а) Возвратные потери	$= -20 \lg \left( 1 - \frac{ V_3(f) - V_4(f) }{V_2(f)} \right), [\text{дБ}]$
----------------------	--

б) Для измерения задержки распространения подается ступенчатое напряжение  $V_2$  при  $V_1 = 0$ ,  $R_2=Z_c/2$ ,  $R_3 =$  сопротивление разомкнутой цепи и / или цепи короткого замыкания. Время замеряется синхронно с подачей каждой ступени напряжения.

Измеряется значение  $V_0(t) = V_3(t) - V_4(t)$ .

Задержка распространения равняется  $t_s/2$ , где  $t_s$  — время в точке графика, где наклон  $V_0(t)$  меняет знак, когда разомкнутая цепь и цепь короткого замыкания при подключении  $R_3$  меняются местами. Более ясно это видно, если найти разность значений сигналов разомкнутой цепи и цепи короткого замыкания.

Задержка распространения зависит от частоты; например, значения измерений на частоте 10 МГц могут быть на 10% ниже, чем на частоте 1 МГц. Если задержка распространения, вычисленная описанным здесь способом, составляет менее 10% от требуемой для выбранного приложения, дальнейшее тестирование следует производить на частоте этого приложения для обеспечения корректности работы.

#### А.1.1.5 Переходное волновое сопротивление

Процедура тестирования для измерения переходного волнового сопротивления экранированных кабелей изложена в стандарте IEC 96-1, раздел 18. Процедуры измерений экранированных систем требуют дополнительного изучения. До разработки документации соответствие требованиям данного международного стандарта может быть достигнуто путем корректного проектирования локальной сети.

В приложениях, как и в разделах стандартов, отсутствуют пояснения, необходимые для свободного владения материалом. В частности, методику измерений невозможно понять без представления о дифференциальном методе передачи сигналов. Параметры электропроводных и оптоволоконных систем и даже многие единицы измерений имеют смысл только для специалистов. Разработчики стандартов адресовали документы архитекторам и строителям. Использование стандартов СКС при проектировании зданий — оптимальный, но редко реализуемый случай на практике.

Как правило, СКС создают представители информационных технологий, имеющие теоретические знания и практические навыки работы в данной области. Компании - изготовители СКС предоставляют услуги обучения проектированию и монтажу систем. В частности, авторизованное обучение компания ИТТ NS&S, Великобритания, обеспечивает высококачественную профессиональную подготовку специалистов независимо от их предыдущего опыта — А. В.

## А.1.2 Тестирование оптоволоконных линий

Процедуры тестирования для оптоволоконных систем основаны на методиках, описанных в стандарте ССИТТ (ITU-T), рекомендации G.650 и G.651. Данные документы подлежат замене соответствующими стандартами IEC, как только они выйдут в свет. Методы тестирования применяются для оптоволоконных кабелей независимо от их расположения.

### А.1.2.1 Требования к тестерам

Измерения следует производить для одной или нескольких длин волн, приведенных в таблицах 11 и 12.

Характеристики оптического источника для всех видов измерений, приведенных ниже, должны соответствовать требованиям стандарта IEC 793–1. Необходимость модуляции источника зависит от вида производимых измерений. Ввод излучения в волокно может обеспечивать полное или частичное заполнение мод для чего используются фильтры мод, оптика и другие средства.

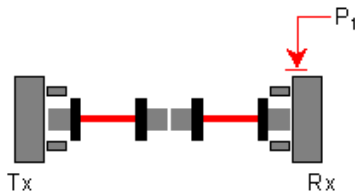
Характеристики оптического приемника для всех видов измерений, приведенных ниже, должен соответствовать требованиям стандарта IEC 739–1.

Полевые измерения полосы пропускания необходимо производить только в том случае, если данный параметр поставляемого оптоволоконного кабеля неизвестен. Кроме того, в большинстве случаев, для точного полевого измерения оптической полосы пропускания необходимо, чтобы длина оптоволоконного кабеля составляла не менее 1 000 м.

### А.1.2.2 Измерение значений затухания

Схема для исходного измерения приведена на рис. А.3. Измеряется оптическая мощность на входе в приемник  $P_1$ .

Рис. А.3 Калибровка



Tx — передатчик, Rx — приемник

Откалиброванный источник и приемник подсоединяются к тестируемой оптоволоконной линии, как показано на рис. А.4.

Рис. А.4 Измерения



Tx — передатчик, Rx — приемник

Затем тестируемая линия включается в схему, показанную на рис. А.4. Измеряется оптическая мощность на входе  $P_2$ . Затухание определяется по формуле:

$$A = 10 \log P_1/P_2$$

Для измерений по данной схеме требуется простейший детектор затухания. Сначала определяется затухание в тестовых кабелях, затем в линии, подключенной теми же кабелями. Результаты записываются. Разница значений показывает затухание в линии. Затем прибор переключается на другой оптический диапазон и процедура повторяется.

После этого приборы следует поменять местами, чтобы определить те же параметры в другом направлении.

Современные приборы упрощают и ускоряют процесс измерений. С помощью оптических насадок к полевым тестерам, подключаемым к двум волокнам одновременно, измеряют затухание в двух оптических окнах, длину кабеля, соответствие параметров стандартам и протоколам и резерв затухания — А.В.

#### А.1.2.3 Измерение задержки распространения

(д.д.и.)

#### А.1.2.4 Измерение значений оптических возвратных потерь

(д.д.и.)

#### А.1.2.5 Тестирование линии

Тестирование кабельных линий производится в ряде случаев:

##### а) Проверка

Производится для проверки установленной кабельной линии, соответствующей требованиям, изложенным в разделах 6, 8 и 9, либо предварительно прошедшей тестирование, описанное в пункте в) (см. ниже)

##### б) Выявление неполадок

Производится для выявления неполадок в установленных кабельных линиях. Из таблицы, приведенной ниже, следует выбрать соответствующие виды тестирования.

##### в) Соответствие стандарту

Производится при тестировании установленных кабельных линий, содержащих известные или неизвестные элементы, на соответствие требованиям, изложенным в разделе 7 данного стандарта.

Крестиком в таблице отмечены виды тестирования, которые необходимо проводить для каждой линии.

Таблица А.1 — Параметры тестирования кабельных линий

Тестирование симметричных кабельных линий	Проверка	Выявление неполадок	Соответствие стандарту
Погонное волновое сопротивление			(X)
Задержка распространения			X
Сопротивление постоянному току			X
Потери при перекрестных наводках		X	X
Затухание		X	X
Возвратные потери		X	X
Сопротивление экрана постоянному току		X	
Расстояние до дефектной точки		X	
Последовательность проводников, экранов (если есть) наличие разомкнутых и закороченных цепей	X	X	
Тестирование оптоволоконных линий			
Модовая полоса пропускания			X
Задержка распространения		X	X
Оптическое затухание	X	X	X
Возвратные потери	X	X	X

Значения измеренных параметров должны отвечать требованиям, изложенным в разделе 7 данного стандарта, а также соответствовать длине кабельных линий.

## А.2 Тестирование разъемов симметричных кабелей

Увеличение скорости передачи данных в локальных сетях и рост инвестиций в высокопроизводительные системы требуют спецификации разъемов, совместимых с различными типами существующих кабелей. Тщательный выбор разъемных элементов позволяет свести к минимуму их воздействие на работу канала. В данном приложении приведены параметры и методы тестирования, а также требования к измерительным приборам, позволяющим оценить соответствие разъемов параметрам, изложенным в разделе 9.

Категории разъемов, определенные в Категории разъемов, определенные в разделе 9, соотносятся с типами и категориями кабелей, приведенными в категориях кабелей, приведенными в разделе 8. Таким образом, при использовании правильно подключенных разъемов и кабелей одной категории, ухудшение качества работы минимально. Типы и категории симметричных кабельных систем приведены в разделе 7.

Примечание: В отчетах о тестировании разъемов следует указывать номинальное волновое сопротивление используемых элементов (т.е. измерительных кабелей, преобразователей и согласующих нагрузок).

### А.2.1 Цели и намерения

Цель данного приложения — определить требования к разъемам, согласующиеся с требованиями к симметричным кабелям. Данное приложение содержит минимальный набор параметров передачи и методов тестирования, необходимый для выявления влияния разъемов на качество работы системы. Требования, приведенные ниже, относятся только к разъемам, в том, числе, телекоммуникационным разъемам, коммутационным панелям, переходным разъемам и кроссам. Влияние коммутационных кабелей и перемычек не учитывается.

Несмотря на то, что в данном приложении приведены рекомендации по сведению к минимуму влияния разъемов на работу СКС, следует помнить, что выполнения требований для каждого вида и категории разъемов недостаточно. Работа линии также зависит от характеристик кабеля (включая перемычки и коммутационные кабели), общего числа разъемов, а также от аккуратности и тщательности, с которой они были установлены. Рекомендации по установке разъемов, организации кабелей и использованию перемычек / коммутационных кабелей приведено в разделе 9 данного стандарта и приложении С.

### А.2.2 Применение

Данные требования относятся к разъемным элементам, подключаемым к симметричным кабелям. Номинальное волновое сопротивление разъемов должно соответствовать данному параметру симметричных кабелей. При использовании кабелей иного типа или кабелей с иными значениями номинального волнового сопротивления тестирование по приведенным методикам не гарантирует их совместимость с разъемными элементами.

Хотя в методике тестирования приведены схемы с двумя и более кабельными элементами, суть тестирования такова, что при правильном подключении худшим вариантом с точки зрения качества передачи являются пары в зависимости от их позиции на коннекторах, а не от числа кабельных элементов на коммутационном поле. К примеру, рекомендуется тестировать группы смежных пар многорядного поля коммутации, чтобы выявить самые высокие значения наводок.

Результаты тестирования разъемных элементов относятся только к продукции, качество которой гарантировано производителем, установленной с соблюдением всех правил. Разъемы с модульным интерфейсом при тестировании должны быть совмещены. Для определения собственных параметров гнездовых и штекерных разъемов их тестирование проводится отдельно. Совместимость продукции определяется по результатам максимальных значений наводок на основе выборочного тестирования минимум десяти образцов продукции, по меньшей мере по одному разу на порт каждого типа. Например, в многопортовой сборке тестируется минимум 10 разъемов каждого типа. Для многопортовых элементов одного типа (например, коммутационных панелей) **требуется**



тестировать образцы (*гнездовые разъемы — А.В.*) минимум на двух собранных панелях.

Для разъемов, состоящих из одного фиксированного элемента (например, модульная розетка) и одного свободного (например, штекерный разъем), соответствие стандарту определяется по самым высоким значениям наводок на основе тестирования минимум 10 закрепленных и минимум 5 свободных элементов (то есть, десяти гнездовых и пяти штекерных разъемов) не менее 10 раз. Один штекер **достаточно** тестировать не более чем в двух розетках. Тестируемые экземпляры отбираются произвольно из представленных образцов продукции. Дополнительные требования к тестированию разъемов в рамках Стандарта IEC 603–7 приведены в разделе А.3.2.

### А.2.3 Параметры тестирования

#### А.2.3.1 Затухание

Затуханием называют уменьшение мощности сигнала на разъемах и определяют в диапазоне частот с заданным шагом измерений как разность значений до и после подключения тестируемого разъема. В таблицах 24 и 26 (*разъемы для кабелей с волновым сопротивлением 150 ом — А.В.*) раздела 9 приводятся наихудшие значения затухания для любого симметричного кабеля с разъемом одной характеристики и категории.

*Системы с волновым сопротивлением 150 ом, реализованные на двухпарных кабелях типа двухпарных кабелях типа защищенная витая пара, имеют особый тип разъемов, не поддерживают протоколы, задействующие четыре пары среды передачи, и требуют дорогостоящего согласования со всеми сетевыми устройствами, за исключением IBM 150 ом. В результате они не получили распространения и исключены из второй редакции стандартов ISO/IEC 11801 и EN 50173 — А.В.*

#### А.2.3.2 Перекрестные наводки (NEXT)

Перекрестными наводками называют отношение сигнала (*на входе в приемник — А.В.*) одной пары, к сигналу (*на выходе из передатчика — А.В.*) активной пары (*при двусторонней приемопередаче — А.В.*). Наводки определяют в диапазоне частот (*данной категории — А.В.*) с заданным шагом измерений. Тестируемый разъем подключают с помощью короткого симметричного измерительного кабеля к прибору.

В таблицах 24 и 26 раздела 9 приводятся наихудшие значения перекрестных наводок для любой комбинации пар разъемов разных категорий.

*Дословный перевод термина NEXT loss привел к распространенному заблуждению о том, что данный параметр означает переходные потери на ближнем конце кабеля. Потери определяют параметром затухание. Затухание возникает при распространении сигнала по каждой из пар. Наводки — это нежелательный сигнал в смежных парах при его наличии на одной из них. В четырехпарных системах возникает (и измеряется всеми типами полевых тестеров) по шесть комбинаций наводок NEXT на обоих концах кабеля - А.В.*

#### А.2.3.3 Возвратные потери

Возвратные потери на разъеме характеризуют степень соответствия волнового сопротивления кабеля и разъема. Измеряются в диапазоне частот с заданным (*частотным — А.В.*) шагом измерений как разность напряжений до и после подключения разъема. Входящий сбалансированный сигнал подается на пару разъема, а сигнал, отраженный в результате неоднородностей волнового сопротивления, измеряется на том же входе, с которого подавался сигнал. В таблицах 24 и 26 раздела 9 приводятся самые высокие значения возвратных потерь для любого симметричного кабеля с разъемом одного типа и категории. Для измерения возвратных потерь используется та же схема, что и для измерения перекрестных наводок, за исключением того, что к измерительному прибору подключают последовательно по одной паре.

### А.2.4 Измерение параметров разъемов симметричных кабелей

#### А.2.4.1 Общие сведения

Методы тестирования, приведенные в данном приложении, требуют использования сетевого анализатора или его аналога, коаксиальных кабелей, волновых адаптеров, симметричных измерительных кабелей и согласованных нагрузок. Каждая серия измерений проводится в диапазоне частот от 1 до 100 МГц. Процедура калибровки для измерения величин затухания, перекрестных наводок и возвратных потерь определяется изготовителем тестеров.

ПРИМ. Так как параметры штекерных и гнездовых разъемов определяется в совмещенном состоянии, параметры штекеров, установленных на гибкие кабели, и собственно гибких кабелей определяются раздельно, а не в одной сборке. Хотя в данном приложении приведены требования по монтажу штекерных разъемов на измерительные кабели, выполнение которых обеспечивает требуемые параметры совмещенных разъемов, практика монтажа и руководство по оценке для фабричного и полевого монтажа подлежат дальнейшему изучению. Требования к коммутационным кабелям (без разъемов — А.В.) изложены в приложении С.

*Примечание данного пункта содержит два практически важных аспекта.*

*Во-первых, параметры гибких кабелей, стандартом не практически не определены (указано только превышение затухания). Значения наводок в линии измеряются вместе с наводками от штекеров измерительных кабелей. Параметры канала позволяют косвенно оценить влияние гибких кабелей только для одной модели: 90 метров фиксированных плюс 10 метров гибких кабелей. Во фиксированных плюс 10 метров гибких кабелей. Во втором издании стандарта ISO/IEC 11801, который будет опубликован в конце 2001 года и заменит действующий документ в 2002 году, данный недостаток устранен. Это позволит использовать больше моделей СКС с учетом параметров обоих типов кабелей. Например, создавать системы с абонентскими кабелями длиной 20 метров и более за счет сокращения длины стационарных линий.*

*Во-вторых, данное приложение содержит подробную инструкцию монтажа штекерных разъемов измерительных кабелей (далее в тексте). Несмотря на предупреждение об отсутствии рекомендаций для монтажа штекеров в заводских и полевых условиях, производители и специалисты используют положения стандарта для изготовления гибких кабелей.*

#### А.2.4.2 Модели и приборы тестирования

Симметричные измерительные кабели при тестировании подключаются к тестируемому образцу с обеих сторон. Кабель для тестирования выбирается из образцов, соответствующих или превышающих требования к кабелям с волновым сопротивлением 100, 120 и 150 ом, приведенным в сопротивлением 100, 120 и 150 ом, приведенным в разделе 8 или приложении С. Длина кабеля между волновым адаптером и тестируемым разъемом **не должна** превышать 65 мм. При использовании для подключения тестеров сборок коаксиальных кабелей их длина должны быть минимальной. Рекомендуемая, чтобы длина каждого из кабелей не превышала 0,6 метров. При заземлении волнового адаптера расстояние между точкой симметричного кабеля к разъему и проводником заземления **должно** составлять не менее 10 мм. Кроме того, расстояние между активными проводниками тестируемого продукта и корпусом адаптера должно быть не менее 50 мм. Если измерительные кабели экранированы, экран необходимо подключить на массу адаптера.

Согласующие нагрузки симметричных измерительных кабелей должны соответствовать номинальным значениям волнового сопротивления тестируемой продукции и измерительных кабелей (в частности, 100, 120 или 150 ом) с погрешностью не более 3% в диапазоне частот от 1 до 100 МГц (рекомендуется использовать прецизионные металлопленочные безиндуктивные резисторы).

Если сетевой анализатор не оборудован симметричными выходами, используют волновые адаптеры для согласования с симметричными измерительными кабелями. Волновые адаптеры должны быть экранированы от воздействия радиочастотных помех и соответствовать требованиям, приведенным в таблице А.2.

*Таблица А.2. Характеристики волнового адаптера (1 — 100 МГц)*

Параметры	Значение
Волновое сопротивление на входе <sup>1)</sup>	50 Ом (не сбалансированный сигнал)
Волновое сопротивление на выходе <sup>2)</sup>	100, 120 или 150 Ом (сбалансированный сигнал)
Затухание	1,2 дБ, максимум
Возвратные потери, двунаправленные	20 дБ, минимум
Мощность	0,1 Вт, минимум
Баланс <sup>3)</sup>	50 дБ, минимум
<sup>1)</sup> Волновое сопротивление на входе может быть иным, и соответствовать волновому сопротивлению анализатора, отличающемуся от 50 Ом. <sup>2)</sup> Симметричные выходы волновых адаптеров должны соответствовать номинальному сопротивлению измерительных кабелей (100, 120 или 150 Ом). <sup>3)</sup> Измеряется в соответствии с рекомендациями ITU-T G.117 и O.9.	

При измерении наводок ближний конец соответствует точке подачи сигнала. Дальний конец определяется как другой интерфейс тестируемого образца, не соединенного с тестером. Для измерения перекрестных наводок и возвратных потерь, пары на дальнем конце подключают на согласованную нагрузку.

На ближнем конце остальных пар не рекомендуется устанавливать согласованную нагрузку. Ориентация образцов с учетом ближнего и дальнего конца может влиять на результаты измерения. Для учета этого влияния, разъемы следует тестировать при таком расположении кабелей, которое лучше всего отражает реальные условия работы линии / системы. Продукцию, которая подвержена наводкам на ближнем конце при любом включении (например, телекоммуникационные разъемы и панели), необходимо тестировать на соответствие параметрам перекрестных наводок, затухания и возвратных потерь, в обоих направлениях.

*В двух вышеприведенных абзацах содержится пример того, как термины "ближний конец — дальний конец" мешают излагать суть вопроса даже авторам стандартов. Имеется в виду простейшая модель передачи сигналов по двум парам в противоположных направлениях. При этом на каждом конце линии / канала имеется по одному передатчику и приемнику и возникают перекрестные наводки типа NEXT.*

В современных полевых тестерах генератор сигналов установлен в как в основном, так и во вспомогательном блоках. Это позволяет измерять наводки и другие параметры последовательно на стороне одного и другого прибора в полном соответствии с требованиями данного пункта — А.В.

#### А.2.4.3 Метод тестирования

Параметры разъемов определяется по дополнительным значениям затухания, перекрестных наводок и возвратных потерь, которые они вносят по сравнению с теми же параметрами измерительных кабелей. Производится калибровка и / или фиксируются все данные симметричных кабелей по затуханию и перекрестным наводкам в динамическом диапазоне 80 дБ. При измерении значений возвратных потерь исходное значение должно составлять не менее 50 дБ при калибровке путем подключения резистора с согласованным волновым сопротивлением нагрузки.

После калибровки, замеров параметров, или проведения обеих процедур, измерительные кабели и согласованные нагрузки подключают к разъемам и тестируют по всем вышеуказанным параметрам.

На рисунке А.11 (ниже по тексту — А.В.) приведен пример корректной схемы подключения модульных штекерных и гнездовых разъемов, позволяющий получить стабильные значения перекрестных наводок.

#### А.2.4.4 Особенности измерений

Для получения корректных значений параметров разъемных элементов необходимо соблюдать следующие рекомендации:

а) использовать совместимые волновой адаптер и сопротивление нагрузки со стабильными параметрами. Для получения минимального разброса измеряемых значений резисторы необходимо подключать непосредственно к дальнему концу тестируемого коннектора. Допускается использование волновых адаптеров в качестве нагрузки при условии соответствия их параметров требуемым.

б) до, во время и после подключения разъемов **необходимо** избегать разрывов, перегибов и перетяжки кабелей;

в) во время проведения измерений кабели **должны** быть максимально разнесены друг от друга;

г) кабели и тестируемые разъемы **не должны** соприкасаться с металлическими поверхностями (например, заземленными элементами) и **должны** быть изолированы от источников электромагнитных помех;

д) симметрия измерительных кабелей достигается соразмерной длиной проводников, свитых до точки подключения;

е) длина коаксиальных и симметричных кабелей **должна** быть минимальной для сведения к нулю резонансных и других негативных эффектов. Если при измерении потерь при перекрестных наводок наблюдается резонанс или отклонения от графика, необходимо заземлить волновой адаптер и уменьшить длину коаксиальных кабелей;

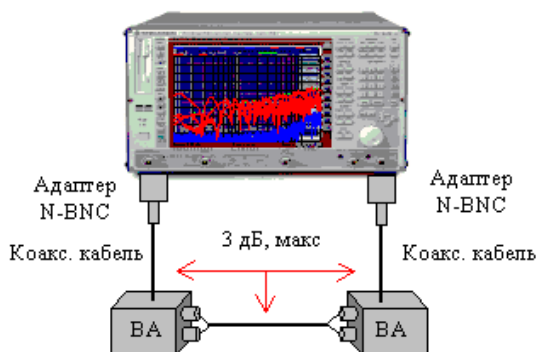
ж) способ подключения волновых адаптеров и тестируемым разъемам **должен** давать минимальный разброс значений повторяемых измерений (менее 0,5 дБ) для различных пар и образцов продукции. В процессе измерений рекомендуется фиксировать образцы и приборы.

Чувствительность системы к незначительным вариациям в схемах тестирования при высоких частотах требует подробной документации всех способов и стадий измерений. Полученные при тестировании данные можно использовать только в том случае, если они дают незначительные отклонения при повторных измерениях.

#### А.2.4.5 Настройка системы

При измерениях затухания и наводок на каждой из сторон подключения производится проверка точности значений и линейности полученного графика в пределах выбранного диапазона частот. Последовательно измеряют исходное значение затухания волнового адаптера и измерительных кабелей, а затем затухание волнового адаптера и измерительных кабелей с активной нагрузкой (*только резистор — А.В.*). Получение корректных результатов измерения является общим индикатором правильности настройки и может гарантировать постоянные и точные значения тестирования в диапазоне частот от 1 до 100 МГц.

Рис. А.5 Измерения затухания волнового адаптера и активных кабелей

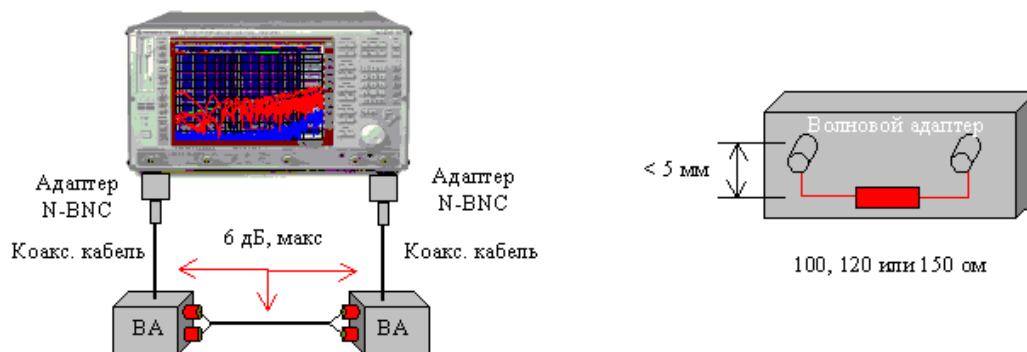


Значение затухания волнового адаптера и активных кабелей не должно превышать 3 дБ в диапазоне частот от 1 до 100 МГц (см. рис. А.5).

После калибровки анализатора сети на учет затухания волновых адаптеров и измерительных кабелей к схеме добавляются резисторы с согласованным волновым

сопротивлением (резисторы 100, 120 или 150 Ом подключают параллельно к каждому из двух симметричных выходов тестируемых адаптеров). Результат должен составить  $6 \pm 1,5$  дБ в диапазоне частот от 1 до 100 МГц. (См. рис. А.6). Для сведения к минимуму индуктивных эффектов провода резисторов должны быть как можно короче (менее 5 мм с каждой стороны).

Рис. А.6 Измерения затухания с нагрузкой



ВА — волновой адаптер, 100, 120 или 150 ом - значение сопротивления нагрузки.

Данные рекомендации адресованы производителям разъемных элементов. Исполнители и заказчики практически не проводят измерений параметров разъемов и даже не обращают внимания на их конструктивное исполнение. Однако именно здесь — ключ качества симметричных систем.

Параметры электропроводных СКС зависят в первую очередь от степени нарушения симметрии витых пар, требуемой для подключения проводников к коннекторам. Чем меньше длина снятой оболочки кабеля и расстояние от оболочки до точки врезки проводников в разъем, тем выше резерв параметров и качество передачи сигналов. — А.В.

### А.3 Процедура монтажа модульных штекерных разъемов

Различие вариантов монтажа штекерных разъемов, специфицированных стандартом IEC 603–7, на симметричные кабели (в меньшей степени это относится к гнездовым разъемам) потребовало разработки руководства, приведенного ниже. Точное выполнение данных требований гарантирует получение корректных и стабильных результатов измерений с минимальным разбросом для различных образцов и независимо от квалификации персонала. Данные рекомендации не могут заменить другие требования приложения А и применимы только для монтажа модульных разъемных элементов, определенных стандартом IEC 603–7.

Так как в стандарте IEC 603–7 заданы параметры интерфейсов телекоммуникационного разъема симметричных кабелей с волновым сопротивлением 100 и 120 Ом, рекомендации распространяются только на разъемные элементы с сопротивлением измерительных кабелей 100 или 120 Ом.

#### А.3.1 Монтаж штекерного разъема

Следует отметить, что выполнение изложенной ниже инструкции может не обеспечить параметры штекерных разъемов, соответствующих требованиям пункта А.3.2. Знание данного руководства и практика монтажа разъемов, по нашим наблюдениям, повышает стабильность полученных параметров. Подключение модульного штекерного разъема к симметричному измерительному кабелю рекомендуется осуществлять следующим образом.

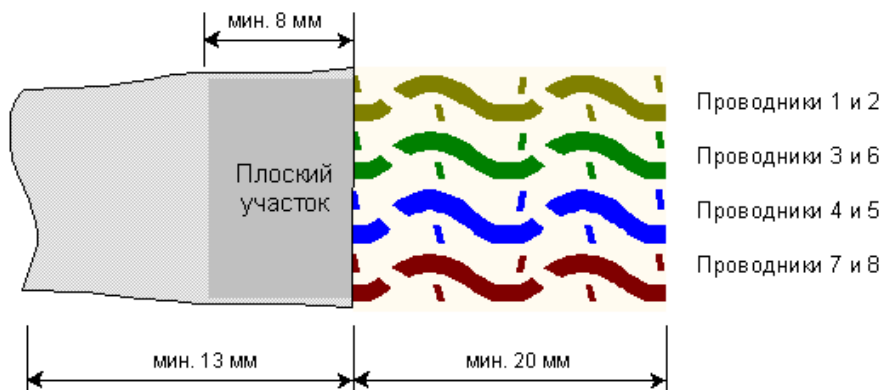
- Снимите оболочку кабеля таким образом, чтобы длина витых пар составила 20 мм. Длина уплощенной оболочки должна быть не менее 13 мм.
- Расположите пары для монтажа на 1 и 2, 3 и 6, 4 и 5, 7 и 8 контакты коннектора (см. рис. А.7). Во избежание механической деформации пар после обжима штекера они должны располагаться параллельно, как минимум, на 8 мм под оболочкой, образуя

плоский участок кабеля. Плоская часть измерительного кабеля окажется удлиненной после установки штекера.

Международный и европейский стандарты определяют только карту соединений, то есть расположение проводников. Последовательность разведения проводников на врезные контакты коннекторов уточняется национальными стандартами.

Вариант, приведенный на графиках, соответствует последовательности T568B американского стандарта ANSI/TIA/EIA-568-A. Данную последовательность рекомендует ряд производителей СКС, в том числе, ИТТ NS&S. От выбора последовательности зависят уровни наводок между различными парами коннектора и их максимальное значение. — А.В.

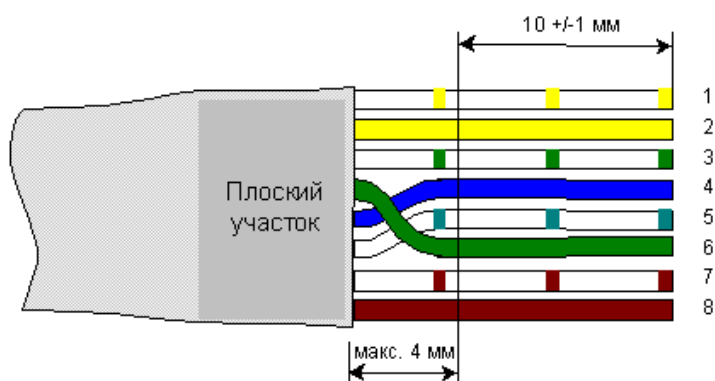
Рис. А.7 Симметричный кабель до расплетения витых пар



в) Расплетите изолированные проводники и расположите их параллельно в правильном порядке таким образом, чтобы проводник 6 пересекал проводники 4 и 5. Внутри оболочки пары не должны быть расплетены.

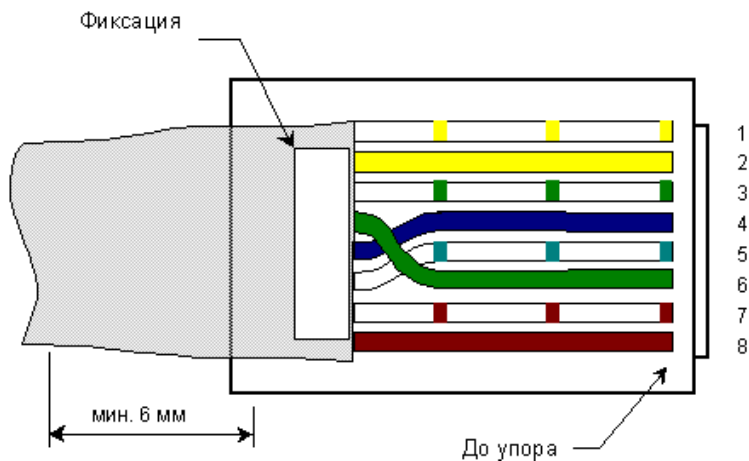
г) Длина проводников от края оболочки должна составлять около 14 мм. Проводники не должны пересекаться на расстоянии менее  $10 \pm 1$  мм от края (см. рис. А.8). Расстояние от края изоляции до пересечения проводников 6, 5 и 4 не должно превышать 4 мм.

Рис. А.8 Симметричный измерительный кабель до монтажа разъема



д) Установите штекерный разъем на заготовленный кабель. Проводники должны упираться в переднюю часть разъема, а плоский участок кабеля с изоляцией должен выходить за пределы задней части разъема (см. рис. А.9). Уплотненная оболочка кабеля должна выступать сзади разъема на расстояние не менее 6 мм.

Рис. А.9 Разъем установлен



е) Обожмите штекер и еще раз проверьте, соблюдены ли все расстояния и взаимное расположение проводников.

Данные рекомендации стандарта распространяются только на измерительные кабели. На практике измерительные кабели поставляют вместе с тестерами, а данное руководство широко применяют для монтажа штекерных разъемов на все типы соединительных кабелей. — А.В.

### А.3.2 Параметры штекерных разъемов измерительных кабелей

После монтажа штекерного разъема на измерительный кабель (см. А.3.1) его характеристики проверяются путем измерения собственных наводок. Для этого 100 или 120-омные согласованные резисторы подключаются параллельно к измерительным кабелям в точках их подключения к волновым адаптерам.

Для каждой из шести комбинаций пар подключите резисторы и волновые адаптеры, как показано на рис А10 и измерьте значение наводок. Для сведения к минимуму индуктивных эффектов провода резисторов должны быть как можно короче (менее 5 мм с каждой стороны). Для каждой из шести комбинаций пар измеренные значения наводок **должны** соответствовать требованиям, приведенным в таблице А.3. Иногда такой вид тестирования называют «разомкнутая цепь с нагрузкой». Логарифмическая запись наводок должна давать линейную функцию по частоте. Исходя из этого, разница значений наводок при частотах 10 и 100 МГц должна составлять  $20 \pm 0,5$  дБ.

Таблица А.3 Ограничения наводок разъемов измерительных кабелей

Комбинация контактов пар	Значения наводок на частоте 100 МГц
4 и 5 — 3 и 6	3 и 6 — 1 и 2
3 и 6 — 7 и 8	4 и 5 — 1 и 2
4 и 5 — 7 и 8	1 и 2 — 7 и 8
не менее 40 дБ	не менее 45 дБ
не менее 45 дБ	не менее 55 дБ
не менее 55 дБ	не менее 55 дБ

В случае, если штекерный разъем соответствует данным требованиям, 100 или 120-омные резисторы **должны** быть отсоединены от адаптеров до начала измерений параметров совмещенных разъемов.

Для оценки продукции должно быть отобрано не менее пяти (5) штекерных разъемов. Результаты измерений можно округлять до десятых долей дБ. Из минимум пяти тестируемых разъемов три **должны** пройти дополнительное тестирование на соответствие изложенным ниже требованиям (в комбинациях парных контактов 4 и 5 и 3 и 6).

а) Минимум один из пяти тестируемых разъемов **должен** давать значения наводок в пределах 40,0 — 40,5 дБ на частоте 100 МГц;

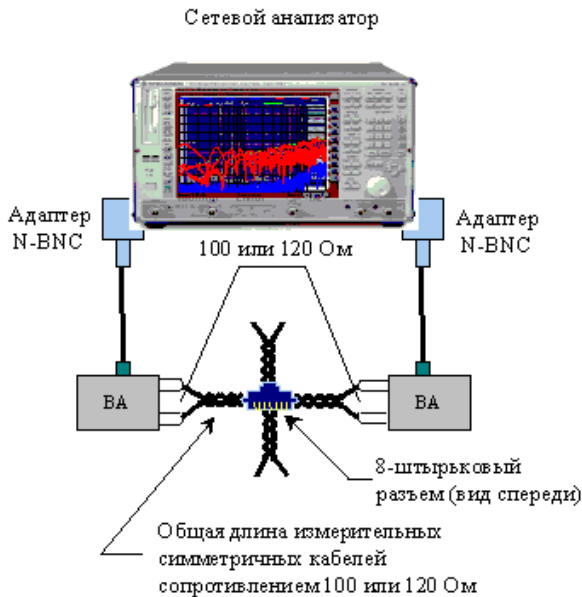
б) Минимум один из пяти тестируемых разъемов **должен** давать значения наводок в

пределах 40,5 — 41,5 дБ на частоте 100 МГц;

в) Минимум один из пяти тестируемых разъемов должен давать значения наводок более 41,5 дБ на частоте 100 МГц.

Примечание: тестируемые разъемы должны периодически проверяться на старение и механический износ.

Рис. А.10 Тестирование гнездового разъема измерительного кабеля



Чтобы значения наводок кабелей не оказались выше, чем у разъемов, их длина должна быть как можно меньше (несколько сантиметров). Подключенные пары располагают в линию, а свободные — перпендикулярно, чтобы уменьшить взаимные наводки — А.В.

### А.3.3 Пример тестирования телекоммуникационного разъема

Пример процедуры тестирования, который можно использовать для определения наводок для различных типов телекоммуникационных разъемов, показан на рис. А.11. Хотя данный вариант может быть неприменим для других типов разъемных элементов, это простой и корректный способ тестирования, позволяющий измерить параметры большого числа разъемов за короткий период времени. Также возможно применять другие варианты, если они позволяют получить эквивалентные результаты.

Преимуществами данного способа являются отсутствие пайки, возможность повторного использования модульного 8-ми контактного штекера, соединенного с симметричным кабелем, а также то, что длина тестируемых кабелей можно уменьшить вплоть до 50 мм. Схема настройки показана на рис. А.11. Волновые адаптеры также могут быть напрямую подключены к сетевому анализатору. Волновые адаптеры разнесены на минимальное расстояние. Для коммутируемого подключения проводников пар к выходам адаптеров, последние оснащают одноконтактными гнездовыми разъемами. Для подключения к одноконтактным разъемам с проводников удаляют изоляцию (см. рис. А.11 Б). Этим обеспечивается контактное соединение без пайки.

Восьмиконтактный разъем устанавливают на кабель категории 5 согласно рекомендациям А.3.1. Оболочку кабеля удаляют, оставив примерно 6 мм от края разъема. Пары располагают под углом 90 градусов, как показано на рис. А.11 б) . Концы проводников витых пар подключают к одноконтактным разъемам волновых адаптеров. Длина симметричных пар — не больше минимально возможного расстояния до волновых адаптеров. При этом две пары выходят из разъема в диаметрально противоположных направлениях (180 градусов). Таким образом тестируют различные комбинации пар.

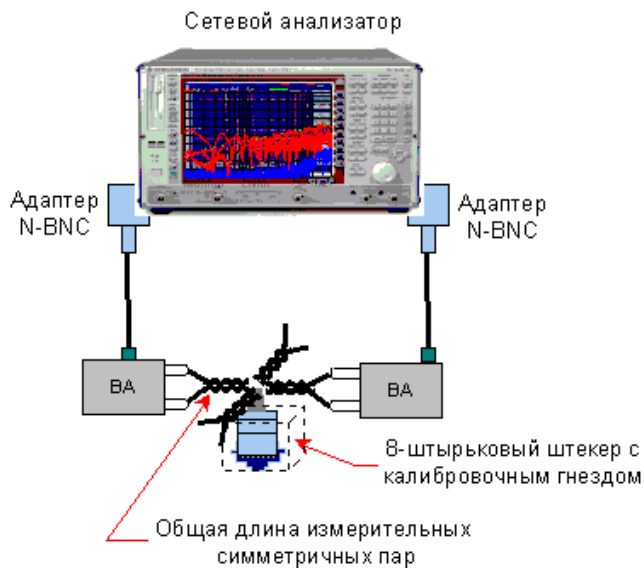
Для учета затухания требуется серия калибровочных гнездовых разъемов, используемых для установки в активное оборудование. Для каждой из шести возможных комбинаций пар нужен один калибровочный гнездовой разъем (четыре пары дают шесть комбинаций взаимных наводок — А.В.). Каждый калибровочный гнездовой разъем обеспечивает



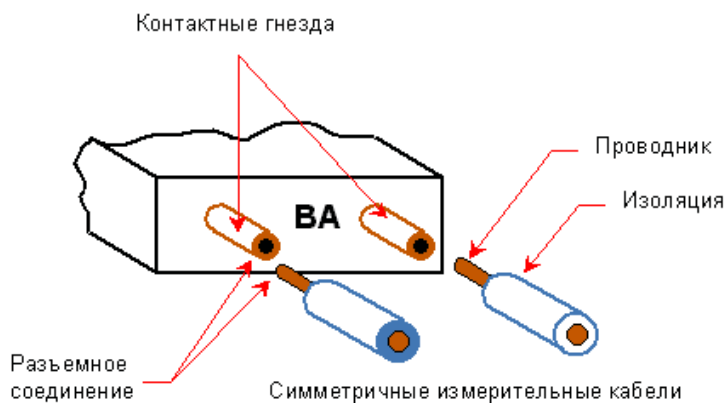
подключение одной передающей пары к одной приемной паре. К примеру, при тестировании проводников в комбинации 4 и 5, 3 и 6, сигнал должен подаваться на проводники 4 и 5 и приниматься на проводниках 3 и 6. Следует учитывать полярность.

Включение штекера в калибровочный гнездовой разъем позволяет откалибровать измерительный прибор. Так как тестируемое соединение представляет собой совмещенную пару гнездового и штекерного разъемов, важно, чтобы в процессе калибровки не исключались наводки, создаваемые тестируемыми образцами. Для измерения параметров телекоммуникационного разъема штекер включают в тестируемый гнездовой разъем и определяют значения наводок. 100 и 120-омные нагрузочные резисторы подключают непосредственно к витым парам.

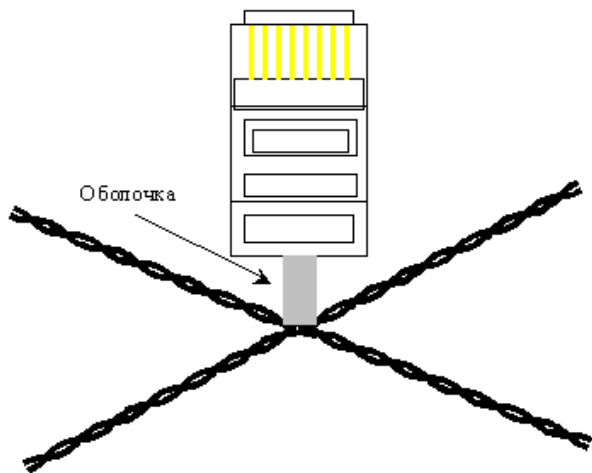
Рис. А.11 Вариант измерения наводок телекоммуникационного разъема



а) схема калибровки



б) подключение измерительных кабелей к волновому адаптеру



#### в) 8-ми штырьковый штекер

*Данная методика тестирования телекоммуникационных разъемов имеет существенный недостаток. Не оговаривается наличие и вариант подключения расплетенных витых пар, монтируемых на коннектор гнездового разъема.*

*Традиционный коннектор, выполненный в виде одно- или двухрядной гребенки с врезными контактами, требует расплетения витых пар минимум на 13 мм и снятия не менее 25 мм оболочки кабеля. Это нарушает симметрию и баланс витых пар и создает самое уязвимое место кабельной системы.*

*Собственные шумы расплетенных пар превышают уровень NEXT кабелей и разъемов на один — два порядка. Кроме того, разбалансировка снижает устойчивость к внешним электромагнитным излучениям — А.В.*

## Приложение В (нормативное) Надежность разъемов симметричных кабелей

### В.1 Введение

Надежность разъемных элементов чрезвычайно важна для всей кабельной системы. Изменения сопротивления контактов в процессе эксплуатации или под влиянием внешней среды может негативно отразиться на характеристиках передачи кабельной системы. Срок эксплуатации продукции оценивают на основании тестирования, во время которого образец подвергается механическим и экологическим нагрузкам. Фиксируются любые отклонения значений сопротивления в процессе и по завершению испытаний. Кроме того, тестируемый образец не должен иметь никаких признаков механического и функционального изнашивания во время и после проведения тестирования.

Для того, чтобы все виды разъемных элементов для кабельных систем сопротивлением 100, 120 и 150 Ом надежно работали после монтажа, выполненного по инструкции изготовителя, следует руководствоваться схемой, приведенной ниже. Если иное не указано особо, тестирование следует проводить при стандартных атмосферных условиях в соответствии с пунктом 5.3.1 Стандарта IEC 68–1.

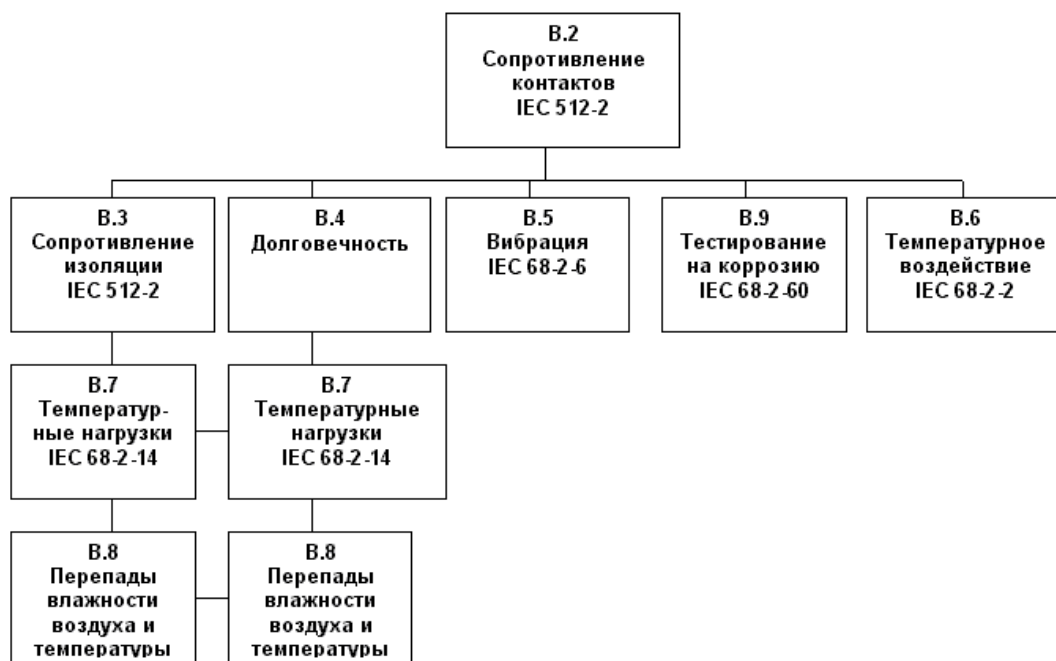


Рис. В.1 Программа тестирования надежности

Для каждой последовательности тестов отбираются не менее 10 образцов продукции, состоящих из минимум 8 проводников каждый, либо не менее 20 образцов с 4 проводниками каждый. Если иное не оговаривается особо, двухсоставные разъемы тестируются на влияние факторов внешней среды в совмещенном виде.

Примечания:

Предполагается заменить все спецификации данного приложения ссылками на международные стандарты, как только они выйдут в свет.

При подключении 8-проводных модульных разъемов, модульное соединение должно соответствовать уровню А требований стандарта IEC 603–7. При подключении 4-проводных разъемов типа гнездо + штекер необходимо проверить их соответствие стандарту IEC 807–8.

## В.2 Измерение сопротивления контактов

Измерение сопротивления контактов производится в соответствии со стандартом IEC 512–2, метод тестирования 2А (метод милливольтного уровня). Также необходимо учитывать следующие рекомендации.

а) если пробники вольтметра невозможно подсоединить к проводникам в пределах 1,3 мм от точки контакта, измеряется общее сопротивление (контакта и проводников — А.В.). Для определения значения сопротивления контактов следует вычесть значение сопротивления проводников.

б) начальное сопротивление между совмещенными элементами разъемов (контактами — А.В.) и между кабелями и разъемами не должно превышать 2,5 мОм. Кроме того, элементы, предназначенные для многократных соединений, должны иметь сопротивление не более 2,5 мОм при первом подключении, а также во время и после тестирования на влияние факторов внешней среды.

в) контактное сопротивление, измеряемое в процессе других видов тестирования, не должно повышаться более чем на 5 мОм от первоначального значения.

Значение интерфейсного сопротивления двухсоставных разъемов и экранов не должно превышать 20 мОм при начальном измерении, во время и после тестирования на влияние факторов внешней среды.

## В.3 Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции измеряется в соответствии со стандартом IEC 512–2, тест № 3А, метод С, напряжение 500 В постоянного тока. Значение сопротивления изоляции между любыми двумя проводниками должно составлять не менее 100 МОм.

Данные образцы следует относить к группе А.

## В.4 Долговечность

Разъемные элементы, предназначенные для многократных соединений, должны обеспечить не менее 200 циклов включения. Сто циклов проводится до тестирования на влияние факторов внешней среды, 100 — во время и по завершении этого вида испытаний.

Оценка. После проведения первых 100 циклов измерьте значение сопротивления контактов образцов. Данные образцы следует относить к группе В.

Прим. В соответствии со спецификациями IEC, интерфейс телекоммуникационного разъема должен выдерживать минимум 750 циклов включение / выключение. Для других часто используемых разъемных элементов рекомендуется тот же уровень долговечности (не менее 750 циклов).

## В.5 Тестирование на вибрацию

Тестирование на вибрацию производится в соответствии со стандартом IEC 68-2-6, метод тестирования Fc, и Руководством.

а) условия тестирования:

частотный диапазон: 10–55 Гц

амплитуда отклонения: 0,75 мм

число циклов: 20 (по каждой из трех осей)

время: 1 ч 45 мин (по каждой оси)

б) оценка полученных данных

Следует измерять контактное сопротивление образцов после тестирования на вибрацию по каждой оси.

## В.6 Температурное воздействие

Тестирование производится в соответствии со стандартом IEC 68-2-2, метод Va.

а) условия тестирования:

температура:  $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

продолжительность: 500 часов

б) оценка

Следует измерять контактное сопротивление образцов с временным интервалом в 168 часов  $\pm$  10 часов.

## В.7 Температурные нагрузки

Тестирование на температурные нагрузки производится в соответствии со стандартом IEC 68-2-14, метод Nb. Половина образцов группы А тестируются в совмещенном (подключенном) виде, оставшаяся половина — отдельно (неподключенном виде). Образцы группы В следует тестировать только в совмещенном (подключенном) виде.

а) условия тестирования:

температурный минимум:  $-40^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

температурный максимум:  $70^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

минимальная скорость изменения температуры:  $3^{\circ} \text{C} / \text{мин}$

время тестирования 30 мин (для каждого температурного значения)

Число циклов: 100

Образцы группы В подвергаются 33 циклам тестирования на долговечность (включение / выключение) после 50 температурных циклов

б) оценка

Следует измерять сопротивление контактов образцов с частотой в  $50 \pm 5$  циклов и по завершении тестирования. Данные образцы далее следует подвергнуть тестированию на влажность/ температурные нагрузки.

## В.8 Перепады влажности и температуры

Перепады влажности и температуры производится в соответствии со стандартом IEC 68-2-38, метод Z/AD, с холодным циклом. Половина образцов группы А тестируется в совмещенном (подключенном) виде, оставшаяся половина — отдельно (в неподключенном виде). Образцы группы В следует тестировать только в совмещенном (подключенном) виде.

а) условия тестирования:

температурный минимум:  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

температурный максимум:  $65^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

холодный цикл:  $-10^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

относительная влажность (для температурного минимума и максимума):  $93\% \pm 3\%$

продолжительность цикла: 24 часа

число циклов: 21

образцы группы В подвергаются 33 циклам тестирования на долговечность (включение / выключение) после первых 7 суток тестирования и дополнительно 34 циклам по завершении тестирования на влажность / температурные нагрузки.

б) оценка

Следует измерить значение сопротивления контактов (для образцов групп А и В) и сопротивления изоляции (только для образцов группы А) сразу же по истечении первых 7 суток тестирования, а также после завершения тестирования. Восстановление значения сопротивления изоляции минимум до 100 МОм должно произойти не позднее, чем через 1 час после извлечения образцов из камеры тестирования.

## В.9 Тестирование на коррозию

Тестирование на коррозию производится в соответствии со стандартом IEC 68-2-60, метод С.

а) условия тестирования:

газовый состав:  $\text{SO}_2$  ( $0,5 \pm 0,1$ )  $\times 10^6$  (объемных единиц),  $\text{H}_2\text{S}$  ( $0,1 \pm 0,02$ )  $\times 10^6$  (объемных единиц)

температура:  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$

относительная влажность: 75% ± 3%

продолжительность: 10 суток

б) оценка

Следует измерить значение сопротивления контактов образцов сразу же по извлечении из камеры тестирования.

Стандарты тестирования на коррозию требуют дальнейшего изучения.

## Приложение С (нормативное) Требования к гибким симметричным кабелям 100, 120 и 150 Ом

### С.1 Общие положения

В данном приложении приводятся дополнительные требования для коммутационных кабелей, используемых с симметричными кабелями 100, 120 и 150 Ом и разъёмными элементами. Настоятельно рекомендуется использовать требования данного приложения и для других гибких кабелей - абонентских и сетевых. Электрические характеристики многожильных коммутационных, абонентских и сетевых кабелей должны соответствовать требованиям для горизонтальных кабелей той же категории, приведенных в кабелей той же категории, приведенных в разделе 8.1 (симметричные кабели 100 и 120 Ом) и 8.2 (симметричные кабели 150 Ом). Цветовая гамма многожильных кабелей, используемых в качестве коммутационных, может отличаться от схемы, приведенной в стандарте IEC 708-1. Например, с помощью цвета можно различать кабели с одножильными и многожильными проводниками.

Затухание кабелей длиной 100 метров, измеряемое в дБ, и сопротивление цепи постоянному току [Ом / 100 м] не должно превышать значений, приведенных в разделе 8, более чем на 50%. Следует помнить, что эти параметры учитывают максимальную электрическую длину кабелей 15 м, эквивалентную фактической длине 10 м. Если параметры электрических характеристик превышают норму, фактическую длину кабеля следует соответственно уменьшить.

Примечания:

Ограничения по значениям эквивалентных наводок NEXT для коротких гибких кабелей с разъемами и без них требуют дополнительного изучения.

Предполагается заменить все спецификации данного приложения ссылками на международные стандарты, как только они выйдут в свет.

### С.2 Дополнительные требования к гибким кабелям 150 Ом

Кроме более высоких значений затухания и сопротивления цепи постоянному току, гибкие кабели 150 Ом должны иметь лучшие механические и электрические характеристики, чем одножильные кабели 150 Ом.

Таблица С.1 Механические характеристики гибких кабелей 150 Ом, отличные от параметров одножильных кабелей

Характеристики кабеля		Единицы измерения	Требования	Метод тестирования
<b>1. Механические характеристики</b>				
1.1	Диаметр проводника	мм	от 0,46 до 0,52	д.д.и.
1.2	Диаметр проводника с изоляцией	мм	не более 1,9	8.3 Стандарта IEC 811-1-1
1.7	Число кабельных элементов ( витых пар — А.В.) в кабеле		1	
1.9	Внешний диаметр кабеля	мм	не более 9,5	8.3 Стандарта IEC 811-1-1
<b>2. Электрические характеристики (при 20° С)</b>		<b>Единицы измерения</b>	<b>МГц</b>	
2.6	Минимальное значение наводок	дБ / 100 м кабеля	0,0064	д.д.и.
			1	д.д.и.
			4	52
			10	47,5
			16	44,4
			0	43
			31,25	40,1
			62,5	35,5
			100	32,5

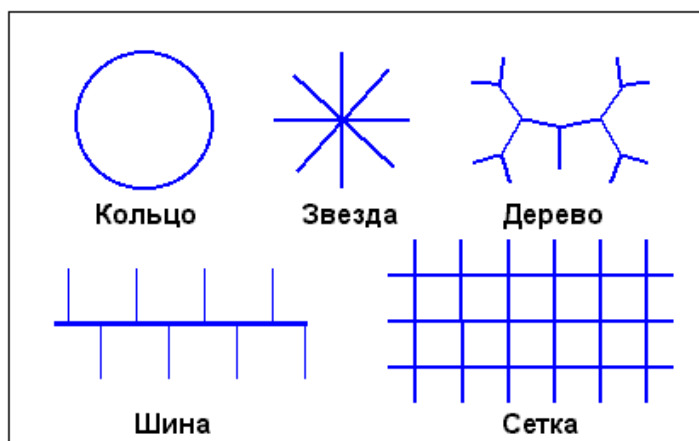
Во втором издании ISO/IEC 11801 приведены параметры гибких кабелей различной длины (от 1 до 20 метров). Кабели с волновым сопротивлением 150 ом исключены полностью, 120 ом остаются только для категорий 1 — 3 — А.В.

## Приложение D (информационное) Топология

### D.1 Простейшие виды топологий

Топология — это логический и физический способ соединения активного оборудования, проводников, кабелей и кабельных каналов, в целом составляющих сеть. Физические характеристики (например, кабельные маршруты, расположение оборудования, и т.д.) не входят в понятие логической топологии. Топология можно представить простыми геометрическими формами. На рис. D.1 показаны топологии каналов типа , «звезда», «кольцо», «шина», «сетка» и «дерево».

Рис. D.1 Типичные топологии



#### D.1.1 Топология сети

Топология сети — это логическое представления способа соединения кабелей для выполнения определенных функций. Примеры топологий сетей:

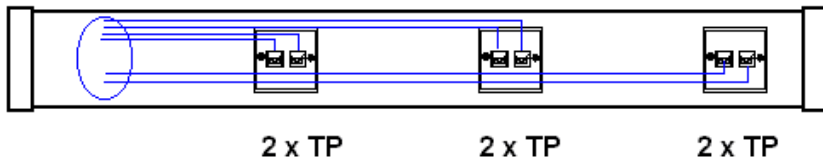
- Шина ISO 8802–3 (CSMA/CD)
- Шина ISO 8802–4 (token bus)
- Шина ITU-T I.430 (ISDN passive bus)
- Кольцо ISO/IEC 8802–5 (token ring)
- Кольцо (двойное) ISO 9314 (FDDI)
- Звезда ISO 8802–3 (CSMA/CD)
- Звезда ISO 8802–4 (token bus)
- Звезда ITU-T I.430 (point-to-point)
- Точка — точка ITU-T V (V.series links)
- Точка — точка ITU-T I.431 (ISDN PRI)

Информация о топологии других протоколов — в стандартах приложений.

## D.2 Конфигурации

Логическая топология не обязательно соответствует физической. Например, топология СКС типа «звезда» может быть представлена топологией размещения телекоммуникационных разъемов типа «шина» на кабелепроводе. (см. рис. D.2).

Рис. D.2 Топология кабелей типа «звезда» и разъемов типа «шина»



Как правило различают логическую топологию протоколов и физическую топологию кабелей. Например «шина» протокола типа Ethernet и «звезда» линий СКС - А.В.

Физическая топология «звезда» позволяет создавать топологии типа «звезда», «кольцо» и «шина». На рисунках, приведенных ниже, показано, как отдельные кабельные элементы горизонтальной подсистемы позволяют образовать топологии типа «кольцо» и «шина».

Рис. D.3 Топология «звезда»	Рис. D.4 Топология «кольцо» на основе топологии «звезда»	Рис. D.5 Топология «шина» на основе топологии «звезда»
<p>A diagram showing a central square node with four lines extending outwards to form a star shape.</p>	<p>A diagram showing a central square node with four lines extending outwards, where the ends of these lines are connected to form a closed loop (ring).</p>	<p>A diagram showing a central square node with four lines extending outwards, where the lines are connected to a central square node, forming a bus topology.</p>

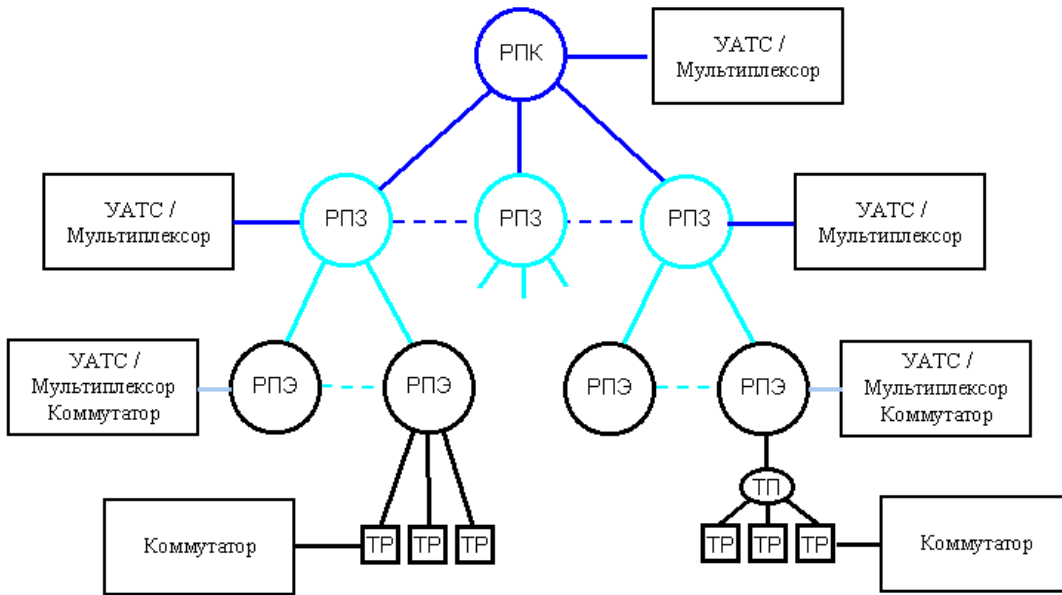
## D.3 Применение

Структура СКС, определенная в разделе 5.2, применима ко всем видам кабельных систем, независимо от ее размера, географического размещения, области применения, стратегии пользователя и т.д. Обычно устанавливают один распределительный пункт (РП) на комплекс зданий, по одному РП на здание, и по одному РП на каждом этаже. Если проект включает только одно здание, которое может обслуживаться одним распределительным пунктом, нет необходимости использовать РП комплекса зданий. Большие здания можно разделять на подзоны, в каждой из которых можно установить РП здания, объединив их одним РП комплекса зданий.



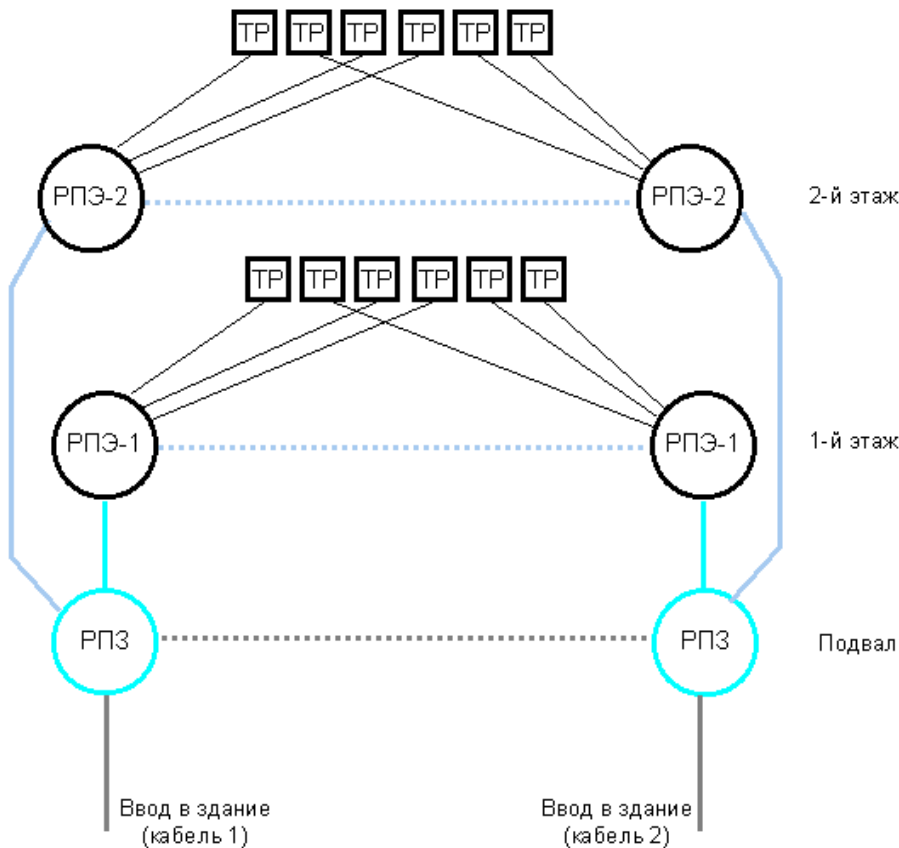
Речевые подсистемы возможно подключать к СКС, имеющей топологию типа «звезда». На рис. D.6 приведен пример включения в СКС аналоговых и / или цифровых телефонных линий. При этом расположение АТС и мультиплексов соответствует иерархии системы. На практике их располагают у вершины иерархии системы (в распределительных пунктах — А.В.), подключая как правило, в одной точке.

Рис. D.6 Пример использования СКС для предоставления услуг голосовой связи



В некоторых случаях, например, в целях безопасности или надежности дизайн кабельной системы может предусматривать избыточность. На рис. D.7 показан пример одного из множества вариантов подключения избыточного числа функциональных элементов СКС. Данный пример может служить основой для проектирования СКС, с резервом линий на случай повреждений части кабель каналов при пожаре или при выходе из строя кабелей внешних служб.

Рис. D.7 Взаимосвязь функциональных элементов в СКС повышенной надежности



# Приложение Е (информационное) Классификация симметричных кабелей

Существует большое разнообразие типов кабелей и аббревиатур. Ни один из существующих вариантов не был использован в данном стандарте из-за их неточности и нераспространенности, что обусловлено коммерческим контекстом.

В данном стандарте используются термины «симметричный кабель», «защищенный / незащищенный кабель» и «защищенный / незащищенный кабельный элемент» для обозначения следующих типов конструкций. На рисунке Е.1 приведены примеры симметричных кабелей в разрезе. В таблице Е.1 указана связь конструктивного исполнения и распространенных обозначений кабелей.

Таблица Е.1 Обозначение симметричных кабелей

Тип кабельного элемента	Число кабельных элементов	Наличие индивидуального экрана (кабельных элементов — А.В.)	Наличие общего экрана (кабеля А.В.)	Обозначение
пара	от 1 до n	нет	нет	НВП* (UTP*)
четверка	от 1 до n	нет	нет	НВП (UTP)
пара	от 2 до n	нет	есть	НВП <sup>1)</sup> (UTP)
четверка	от 1 до n	нет	есть	НВП <sup>1)</sup> (UTP)
пара	от 1 до n	есть	есть	ЗВП** (STP)**
четверка	от 1 до n	есть	есть	ЗВП (STP)

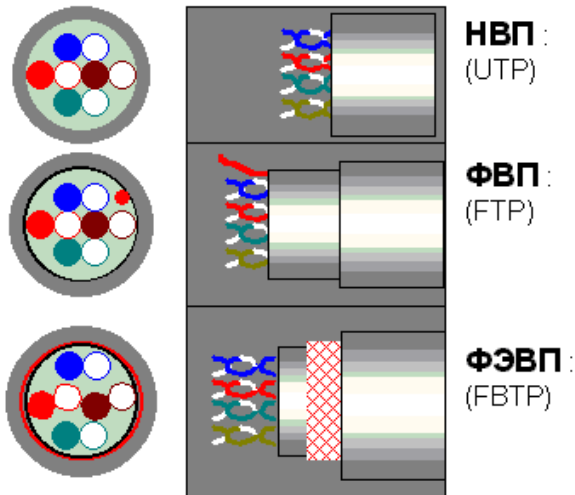
*незащищенная витая пара — unshielded twisted pair — А.В.*  
*\*\* защищенная витая пара — shielded twisted pair — А.В.*

**Примечание:**

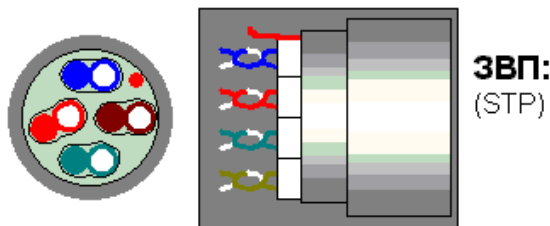
<sup>1)</sup> хотя данный вид кабеля обычно называют НВП (UTP), иногда также S / UTP (*screened-A.B.*) или FTP (*экранированный НВП или ФТП — фольгированная витая пара - foiled twisted pair — А.В.*), он требует использования разъемных элементов, обеспечивающих подключение экрана.

Рис. Е.1 Виды кабелей

Незащищенная витая пара - UTP (unshielded twisted pair)



Защищенная витая пара - STP (shielded twisted pair)



НВП — неэкранированная витая пара; ФВП — фольгированная витая пара; ФЭВП — фольгированная экранированная витая пара, ЗВП — защищенная витая пара

*Одно из самых распространенных заблуждений специалистов СКС в России и СНГ касается классификации кабелей. Термин UTP (дословный перевод — незащищенная витая пара), означающий отсутствие экрана у каждой пары, переводят и понимают как неэкранированный кабель. В соответствии со стандартами кабели UTP могут иметь один или два общих экрана для всех пар кабеля.*

*Кабели типа защищенная витая пара отличает наличие экрана каждой пары и один - два общих экрана. Двухпарный вариант такого кабеля с волновым сопротивлением 150 ом включен в данный стандарт (подраздел 8.2), однако не получил распространения. Четырехпарный кабель ЗВП будет использоваться в системах класса F (600 МГц) — А.В.*

## Приложение F (информационное) Пояснения параметров линии

Данное приложение содержит пояснения к разделу 7. В качестве примера используется витая пара, однако пояснения также применимы к четырехпроводным кабелям.

### F.1 Передача данных по симметричным кабелям

Основными параметрами передачи симметричной системы являются:

волновое сопротивление;

перекрестные наводки;

сопротивление цепи постоянному току;

затухание;

задержка;

устойчивость к электромагнитным помехам;

электромагнитное излучение.

В симметричных кабелях существуют два типа ЭМ волн — продольные и поперечные моды. Способ передачи поперечными модами подробно описан в классической теории передачи сигналов. Проводники в паре передают идентичные сигналы в противофазе. В идеальном бесконечно длинном кабеле электромагнитные поля, вызванные движущимися зарядами в каждом проводнике, взаимно исключают друг друга, так что суммарное излучение кабеля равно нулю. Подобным образом взаимно исключаются наводки. Таким образом, дифференциальные сигналы определяют характеристики передачи пары, но не влияют на электромагнитную совместимость и наводки.

Продольные моды вызваны дисбалансом, в случае, если источник генерирует не идеально симметричные сигналы, а также если витая пара и приемник не идеально симметричны. Наличие асимметрии обозначает, что два сигнала не равны, что приводит к появлению тока, протекающего по парам и создающего электромагнитное поле. Подобным образом возникают наводки. Дисбаланс в кабельной системе обозначает, что электромагнитные поля и наводки со стороны других систем создают нежелательные помехи. Таким образом, продольные моды определяют электромагнитную совместимость и наличие наводок в кабельной системе. Следует отметить, что уровень продольных сигналов зависит от кабеля, передатчика и приемника, и таким образом, электромагнитная совместимость является системным эффектом.

Неоднородности кабельной системы, вызванные преимущественно монтажом, могут преобразовывать небольшую часть поперечных мод в продольные и наоборот. Таким образом, для полной характеристики кабельной системы необходимо произвести измерения поперечных и продольных мод и преобразования поперечных мод в продольные (баланс). Это позволяет полностью учесть электромагнитную совместимость и наводки.

#### F.1.1 Параметры линии

В разделе 7 данного международного стандарта указаны параметры передачи, объяснения к которым приводятся ниже.

После монтажа кабелей в здании, их волновое сопротивление отличается от значения при измерении непосредственно на катушке. Особенно это характерно для неэкранированных кабелей. Это явление вызвано подключением разъемов, близким расположением электропроводящих конструкций, способом прокладки кабеля (наличием изгибов и пр.) и объединением в жгуты разносерийной продукции (характеристики которой могут варьировать в зависимости от допусков производителя). Волновое сопротивление является важным параметром для проектировщика, а соответствие значений волнового сопротивления кабельной системы и оборудования важно для сведения к минимуму отражений сигналов.

Любые несоответствия значений волнового сопротивления в кабельной системе (например, на коммутационных панелях) вызывают отражения сигнала. Это может вызвать сбой сигналов между источником и нагрузкой. Измерение значения возвратных потерь, в отличие от измерения волнового сопротивления позволяет получить более полную информацию о совместимости элементов кабельной системы. К примеру, волновое сопротивление линии может соответствовать стандарту, несмотря на различие данного параметра в отдельных сегментах линии. В результате появляются высокие значения отраженных сигналов, что позволяет выявить измерение возвратных потерь.

Продольное характеристическое волновое сопротивление является важным критерием для определения электромагнитной совместимости кабеля. Чем меньше значение продольного характеристического волнового сопротивления тем больше продольный ток, и, следовательно, выше мощность электромагнитного излучения. Однако значение этого параметра намного выше в передатчике, чем в кабельной системе, поэтому именно от передатчика зависит результирующее значение электромагнитного излучения.

Баланс, или преобразование поперечных (дифференциальных) мод в продольные, является показателем качества кабельной системы, а также важным параметром для определения уровня помех и электромагнитной совместимости. Здесь важно учитывать

два вида параметров: потери и наводки разбалансировки. Определения этим параметрам даны в стандарте ITU-T рекомендации G.117. Измерение значений потерь разбалансировки (ЭМ излучения — А.В.) производится на одном интерфейсе. При этом важно выявить точки разбалансировки вблизи передатчика, которые являются источниками значительного электромагнитного излучения. Наводки разбалансировки, измеряемые на обоих концах кабельной линии, характеризуют уровень шумов, попадающих в приемник (параметр NEXT — А.В.).

Значение сопротивления постоянному току указывается в характеристике кабельной линии. Этот параметр важен для некоторых приложений, например, Token Ring стандарта ISO/IEC 8802–5.

Наводки измеряются между любыми двумя интерфейсами с использованием источника и приемника дифференциальных сигналов. Этот параметр важен для линий с передачей сигналов по разным парам одного кабеля. Дифференциальное затухание является "нормальной" потерей мощности сигнала. Затухание и наводки являются основными параметрами для определения отношения сигнал / шум, являющегося фундаментальным параметром передачи. Оба параметра — затухание и наводки — определены для всех классов кабельных линий. В спецификации кабельных линий класса D затухание и наводки объединены в один параметр ACR (отношение затухания к наводкам). Значение ACR — это (логарифмическая — А.В) разность (и десятичное отношение - А.В) между наводками и затуханием. Данный параметр дает возможность выбора при проектировании кабельных линий: длинные линии с высоким значением затухания и невысоким значением наводок и короткие линии с большим значением наводок могут иметь одинаковые характеристики передачи.

Некоторые протоколы чувствительны к задержкам распространения сигнала (например, ISO/IEC 8802–3 LANs). Данный параметр включен в спецификацию линий, поэтому кабельные системы, совместимые с такими протоколами, легко определить.

Возможность защитить пару от внешних электромагнитных полей и наводок со стороны других пар определяется переходным волновым сопротивлением кабельной системы. Данный параметр определяют как отношение напряжения между парой и экраном к току экрана при замыкании пары на экран на удаленном интерфейсе. Тестирование следует проводить на частоте 100 КГц по двум причинам. Во-первых, значение волнового сопротивления зависит от частоты. Чтобы определить реальную длину кабельной системы, следует использовать низкие частоты. Во-вторых, результаты измерения волнового сопротивления экрана на высоких частотах (более 1 МГц) сильно зависят от конструкции экрана, а на низких частотах — от длины экрана. Приведенное в частотах — от длины экрана. Приведенное в разделе 7 тестирование волнового сопротивления экрана позволяет также определить его непрерывность. Измерение волнового сопротивления экрана в изложенном виде не позволяет определить качество экрана при работе на более высоких частотах, используемых в локальных сетях. Таким образом, данное тестирование не является универсальным индикатором электромагнитной совместимости.

#### F.1.2 Значения параметров линий

Значения параметров для каждого класса кабельных линий определяются самым требовательным поддерживаемым приложением.

Для линий класса А значения параметров определены нормативами телефонии.

Для линий класса В значения параметров определены рекомендациями I.430 стандарта ITU-T.

Для линий класса С спецификации каналов 10BASE-T приведена к длине 95 м (исключая абонентские и сетевые кабели).

Для класса D спецификации канала FDDI для медных кабелей TP-PMD приведена к длине приблизительно 95 м.

Спецификации линий любого класса соответствуют параметрам горизонтальной

подсистемы длиной 95 метров с наихудшими параметрами элементов, приведенных в параметрах элементов, приведенных в разделах 8 и 9.

Данное приложение позволяет увидеть одно из самых уязвимых мест стандарта - степень согласованности стандартов СКС и приложений. Представление о полной гармонии не подвергается сомнениям. Такая убежденность создана усилиями маркетинга и рекламы не только у заказчиков, но и у подавляющего большинства специалистов. Фактически — это иллюзия. Параметры симметричных линий ниже требований протоколов, что не обеспечивает нормальной работы приложений класса D на каналах длиной более 60 метров.

Параметры линий класса D определены только для одного протокола TP-PMD. Это объясняется отсутствием утвержденных стандартов приложений в период разработки ISO/IEC 11801, EN 50 173 и ANSI/TIA/IEA-568-A (1993 — 1994). При этом о соответствии параметров линии класса приложений D говорится не в тексте стандарта и даже не в нормативном, а лишь в информативном приложении. Кроме того, точно не указана длина линии.

Это значит, что:

- стандарты определяют параметры линий класса D не для всех приложений;
- 2) для единственного приложения TP-PMD параметры линии не вполне достаточны;
- 3) соответствие параметров линий и приложений носит не нормативный а информативный характер.

Реальная ситуация приведена в таблице F1.

Таблица F1 Сравнение параметров канала и протоколов класса D (в стандартах данная информация отсутствует)

	Пары	Частота, МГц	Затухание, дБ	Отношение затухания и наводок (ACR), дБ	Дефицит категории 5 (число раз)	Коэффициент ошибок
Категория 5	худшие	80	20	9,5		
TP-PMD	2 и 4	80	20	15	3,6	$10^{-4}$
100 Base TX Fast Ethernet	2 и 3	80	20	17	5,6	$10^{-3}$
Категория 5	худшие	100	24	3,1		
ATM 155	2 и 4	100	24	16	19	$10^{-1}$

Требования протоколов включают: задействованные пары, эффективную полосу частот, предельно допустимое затухание и отношение сигнал / шум на входе в приемник. Отношение затухания и наводок (ACR) можно считать равным отношению сигнал / шум без учета внешних помех. ACR соответствует разности значений NEXT и затухания. Фактически ACR канала оказывается на 5,5 — 13 дБ хуже, чем требуется. Плюс неучтенные электромагнитные помехи (ЭМП). Даже без учета ЭМП это приводит к увеличению без учета ЭМП это приводит к увеличению коэффициента ошибок с  $10^{-10}$  до  $10^{-4}$  —  $10^{-1}$  или в сотни тысяч - миллиард раз.

Решение данной проблемы — в резерве параметров линий и каналов. Резерв позволяет производителю СКС гарантировать не только функциональные характеристики класса D / категории 5, а также работу протоколов. При этом следует уточнить обеспечено ли тестирование СКС на уровне требований протоколов, и если да, то по каким значениям.

В таблице приведены установочные параметры трех из девятнадцати приложений полевого тестера WireScore 155, записанные в память прибора. Использование данного прибора является обязательным требованием компании ITT NS&S для предоставления гарантий работы приложений — А.В.

## Ф.2 Оптоволоконные кабельные системы

Оптическое затухание определено для всех типов оптоволоконных линий, независимо от рабочей длины волны или диаметра сердцевины волокна. Данный параметр есть разность (логарифмическая —  $A.B.$ ) оптической мощности сигнала на входе и мощности сигнала на выходе оптоволоконной линии. Эта разность включает суммарные потери между двумя интерфейсами линии и состоит из потерь инжектирования, затухания в волокне, разъемах, сплайсах, с учетом резерва. При выборе оптических передатчиков следует удостовериться, что комбинация источник плюс кабельная система плюс приемник обеспечивает достаточный бюджет мощности для нормальной работы приложения.

Спецификации минимальной оптической полосы пропускания используются для оценки работоспособности высокоскоростных протоколов. Некоторые типы оптоволокна с узкой полосой пропускания не поддерживают высокоскоростные приложения, однако, на практике могут работать с ними на линиях небольшой длины. Оптическая полоса пропускания определяется диапазоном частот многомодового волокна. Как правило, полосу пропускания не измеряют, за исключением уникальных ситуаций. Однако, другие виды тестирования, например, оптические потери и возвратные потери, следует проводить для проверки качества работы установленной кабельной системы.

Оптические возвратные потери есть отношение мощности отраженных электромагнитных сигналов к мощности сигнала на входе. Для источников - светодиодов, используемых с многомодовым волокном, влияние возвратных потерь незначительно. Однако, при работе лазеров возвратные потери могут нарушить работу источника, поэтому их надо учитывать.

Некоторые приложения указывают максимальную задержку распространения между передатчиком и приемником (например, ISO 8802–3). Чтобы проверить, поддерживает ли кабельная линия требования конкретного стандарта по задержке распространения, необходимо измерить ее значения для линии. Возможно рассчитывать значение задержки распространения через длину линии и групповой коэффициент преломления, который зависит от типа волокна и частоты передачи сигнала.

*Данное пояснение носит формальный характер. Оно не понятно для лиц, не знающих теории передачи по оптоволокну, и не содержит новой информации для специалистов. Полное и точное представление об особенностях и возможностях оптоволоконной среды передачи можно получить на курсах по проектированию и монтажу СКС и семинарах для заказчиков.*

## Приложение G (информационное) Поддерживаемые приложения

Структурированные кабельные системы, параметры которых определены данным международным стандартом, обеспечивают работу приведенных ниже приложений. Это далеко не полный список, и многие другие сетевые протоколы <sup>1)</sup>, не включенные в него, также можно применять. Приложения соответствуют классам кабельных линий, определенных в разделе 7.

Таблица G.1 Поддерживаемые приложения

Приложение	Источник	Дополнительное название	Дата	
<b>Симметричные кабельные линии класса А (до 100 КГц)</b>				<b>Число пар</b>
PBX X.21 / V.11	Национальные требования ITU-T рек. X.21 / V.11		1994	от 1 до 4 2
<b>Симметричные кабельные линии класса В (до 1 МГц)</b>				
S <sub>0</sub> — Bus (extended)	ITU-T рек. I.430	ISDN basic access (Phys. Layer)	1993	от 2 до 4 <sup>1)</sup>
S <sub>0</sub> — point to point	ITU-T рек. I.430	ISDN basic access (Phys. Layer)	1993	от 2 до 4 <sup>1)</sup>
S <sub>1</sub> / S <sub>2</sub>	ITU-T рек. I.431	ISDN basic access (Phys. Layer)	1993	2
CSMA/CD 1BASE5	ISO/IEC 8802-3	ISDN primary access (Phys. Layer)	1993	2
<b>Симметричные кабельные линии класса С (до 16 МГц)</b>				
CSMA/CD 10BASET	ISO/IEC 8802-3		1993	2
Token Ring 4 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5		1992	2
Token Ring 16 Mbit/s <sup>2)</sup>	ISO/IEC 8802-5		1992	2
<b>Симметричные кабельные линии класса D (до 100 МГц)</b>				
Token Ring 16 Mbit/s	ISO 8802-5	B-ISDN	1992	2
ATM (TP) <sup>3)</sup>	ITU-T и ATM-Forum	Витая пара DDI		2
TP-PMD <sup>3)</sup>	ISO/IEC 9314-xx			2
<b>Оптоволоконная линия</b>				<b>Число волокон</b>
CSMA/CD FOIRL	ISO/IEC 8802-3	FO inter-repeater link		2
CSMA/CD 10BASE-F	ISO/IEC 8802-3 AM 14	FO Station attachment		2
Token ring	ISO/IEC TR 11802-4	Fibre distributed data interface	1993	2
FDDI	ISO/IEC 9314-3	Low cost FDDI	1994	2
LCF FDDI	ISO/IEC CD 9314-9	Single-mode FDDI	1994	2
SM FDDI	ISO/IEC DIS 9314-4	High Perform parallel interface	1995	2
HIPPI	ISO/IEC 11518-1	interface	1992	2
ATM	ITU-T рек. I.432	B-ISDN		2
FC	ISO/IEC 14165-1	Fibre channel		2
<b>Примечания</b>				
Третья и четвертая пары определены ITU-T для дополнительных источников питания 2 и 3.				
Для работы протокола Token Ring с активными концентраторами линии класса С должны обеспечить значение АСR, превышающее на 6 дБ и более значения, определенные в п. 7.2.5. Протокол с пассивными концентраторами не поддерживается.				
Интерфейсы ATM и TP-PMD по симметричным кабелям не были включены в международный стандарт к моменту публикации данного приложения. Ожидаемые параметры передачи учтены и поддерживаются структурированной кабельной системой.				

Коаксиальные линии, такие как 10BASE5 и 10BASE2 не поддерживаются, так как коаксиальные кабельные системы не входят в данный стандарт.

Использовать несимметричные кабели в СКС не рекомендуется из-за наводок, разности потенциалов заземления и по ограничениям электромагнитной несовместимости Тем не менее, некоторые низкоскоростные несимметричные протоколы передачи, обычно называемые V.24/V.28 (или RS232) широко используются в СКС. Это возможно при соблюдении следующих правил:

подача сигнала на проводник осуществляется таким образом, чтобы свести к минимуму наводки;



значение разности заземленных потенциалов на концах линии не должно превышать определенного значения (например, 1 В) за счет использования системы заземления с малым волновым сопротивлением.

ПРИМ. Во время публикации данного стандарта обсуждался ряд новых приложений 100 Мбит/с. Предполагается, что линии, приведенные в данном стандарте, будут соответствовать их требованиям. Требования к числу пар, известные к моменту публикации данного стандарта, изложены в таблице G.2.

Некоторые приложения могут внести дополнительные пределы в результате ограничений по максимальной разнице задержки между парами.

Таблица G.2 Минимальные требования к рабочим характеристикам пар для разрабатываемых приложений

Приложения для локальных сетей					
100BASE-T	100BASE-T	100BASE-T	DPAM	DPAM	DPAM
—TX	—T2	—T4	—4UTP	—2STP	—2UTP
2 пары	2 пары	4 пары	4 пары	2 пары	2 пары
категория 5 или 150 Ом	категория 3	категория 3	категория 3	150 Ом	категория 3

Важно отметить, что в приведенных выше таблицах нет параметров приложений. Такая информация не позволяет достоверно оценить степень согласованности стандартов. Вместо этого в обеих группах стандартов даются только заявления и взаимные ссылки.

Параметры среды передачи класса D определены без учета требований всех приложений, разрабатываемых в период принятия ISO/IEC 11801. Например, самый распространенный в настоящее время протокол Fast Ethernet отсутствует в таблицах G1 и G3. Для перспективных протоколов приведены только число задействованных пар и категория элементов. В результате параметры линий и каналов класса D оказались ниже требований приложений. Различия параметров двух групп стандартов — в примечаниях приложения F — A.B.

Приложения, приведенные в таблице G.1, используют контакты, указанные в таблице G.3.

Таблица G.3 Назначение пар для приложений, приведенных в таблице G.1

Приложение	Контакты 1 и 2	Контакты 3 и 6	Контакты 4 и 5	Контакты 7 и 8
PBX	Класс А <sup>1)</sup>	Класс А <sup>1)</sup>	Класс А	Класс А <sup>1)</sup>
X.21/VV.11		Класс А	Класс А	
S <sub>0</sub> - Bus	<sup>2)</sup>	Класс В	Класс В	<sup>2)</sup>
S <sub>0</sub> - point to point	Класс В <sup>2)</sup>	Класс В	Класс В	Класс В <sup>2)</sup>
S <sub>1</sub> / S <sub>2</sub>	Класс В	<sup>3)</sup>	Класс В	<sup>4)</sup>
1BASE5	Класс В	Класс В		
10BASE-T	Класс С	Класс С		
Token ring 4 Mbit/s		Класс С	Класс С	
Token ring 16 Mbit/s		Класс С <sup>5)</sup>	Класс С <sup>5)</sup>	
Token ring 16 Mbit/s		Класс D	Класс D	
ATM (TP)	Класс D			Класс D
TP-PMD	Класс D			Класс D

зависит от поставщика.

<sup>2)</sup> для источников питания 2 и 3.

<sup>3)</sup> для источника питания.

<sup>4)</sup> для обеспечения непрерывности экрана.

<sup>5)</sup> смотри примечание к таблице G.1

В следующих таблицах показано соответствие параметров среды передачи ( по горизонтали) каждому из приведенных приложений (по вертикали). Значения таблицы

базируются на:

утвержденном международном стандарте или рабочих материалах международного стандарта;

наличии спецификации или проекта;

заявлении рабочей группы о технической совместимости с данным международным стандартом.

ПРИМ:

Ожидается, что данные таблицы в будущем будут дополнены национальными организациями стандартизации или поставщиками. В частности, возможно дополнение таблицы информацией о гарантиях совместимости. Такая работа может выходить за рамки требований данного международного стандарта.

*Фактически Международная и Европейская организации стандартизации делегировали ответственность за гарантии совместимости с протоколами национальным организациям и производителям СКС. В основном это предложение не поддержано. Гарантии производителей СКС не идут далее требований стандартов.*

*Однако есть компании, выполняющие данную рекомендацию. В частности, компания ИТТ NS&S Великобритания, гарантирует работу всех сетевых протоколов даже при увеличении длины каналов и числа разъемов в них. Это стало возможным благодаря принципиально новой конструкции коннекторов, сводящей к минимуму разбалансировку при монтаже разъемов. Это позволило значительно улучшить параметры кабельных систем, которые превышают уровень требований протоколов.*

В первых семи столбцах таблицы G.4 показана связь между стандартами приложений и среды передачи горизонтальных подсистем, приведенных в разделе 6. Для кабельных линий большей длины, соответствующих параметрам соответствующих параметров раздела 8, следует учитывать требования приложений.

Таблица G.4 Стандартные приложения и симметричные кабельные системы

	Категории элементов (разделы 6, 8 и 9)							Классы кабельных систем (раздел 7)										
								Класс А		Класс В		Класс С		Класс D				
Категория	3	4	5	3	4	5												
Волновое сопротивление	100		120		150		100	120	150	100	120	150	100	120	150	100	120	150
POTS/PBX	I	I	I	I	I	I		I	I		I	I		I	I		I	I
X.21/VV.111	I	I	I	I	I	I				I	I		I	I		I	I	
So-Bus ISDN basic rate	N	N	N	N	N	N				N	N		N	N		N	N	
So-Pt — Pt ISDN basic rate	N	N	N	N	N	N				N	N		N	N		N	N	
S1 ISDN primary rate 1,5 Mbit/s	N	N	N							N			N			N		
S1 ISDN primary rate 2 Mbit/s				N	N	N					N			N			N	
8802-3: 1BASE5	N	N	N										N			N		
8802-3: 10BASE-T	N	N	N	I	I	I							N	I		N	I	
8802-5: 4 Mbit/s	N	N	N	I	I	I	N						N	I	N	N	I	N
8802-5: 16 Mbit/s		N	N	I	I	I	N								N	N	I	N
FDDI TP-PMD			(N)				(N)									(N)		(N)
ATM (TP)																		

«N» — нормативная поддержка стандартов среды передачи;  
«I» — информационная поддержка стандартов среды передачи;  
( ) нормативы международного стандарта находятся в стадии разработки.

Нормативное соответствие параметров среды передачи требованиям протоколов класса D отсутствует. Из двух приведенных протоколов данного класса один (FDDI TP-PMD) был в стадии разработки, второй (ATM 155) внесен без каких-либо данных.

Кроме того, не поясняется смысл понятий "нормативная поддержка" и "информационная поддержка". Если "нормативной поддержкой" считать учет параметров, приведенной информации недостаточно. В данном приложении основа соответствия (таблица G4) определена как наличие стандарта, проекта или даже "заявления рабочей группы о технической совместимости с данным международным стандартом". Такая основа не является достоверной. — А.В.

Таблица G.5 Стандартные приложения и оптоволоконные кабельные системы

	Оптоволоконно (разделы 6, 8 и 9)			Оптоволоконные линии (раздел 7)								
				Горизонтальные			Магистральи здания			Магистральи комплекса		
Диаметр сердц. / оболочки, мкм	62,5 / 1125	50 / 125	10 / 125	62,5 / 1125	50 / 125	10 / 125	62,5 / 1125	50 / 125	10 / 125	62,5 / 1125	50 / 125	10 / 125
Тип волокна	MM	MM	OM	MM	MM	OM	MM	MM	OM	MM	MM	OM
ISO/IEC 8802-3: FOIRL	N	I		N	I		N	I		N	I	
ISO/IEC 8802-3 AM 14: 10BASE-FL&FB	N	I		N	I		N	I		N	I	
ISO/IEC 8802-3 AM 14: 10BASE-FP	I			I			I					
ISO/IEC TR 11802-4 Token Ring Fibre	I	I		I	I		I	I		I	I	
ISO/IEC 9314-3: FDDI PMD	N	I		N	I		N	I		N	I	
DIS 9314-4: FDDI SMF- PMD			(N)			(N)			(N)			(N)
CD 9314-9: FDDI LCF- PMD	(N)	(I)		(N)	(I)		(N)	(I)		(N)	(I)	
11518-1 HIPPI PH												
ITU-T Rec. I.432: ATM	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
CD 14165-1; FC	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
«N» — нормативная поддержка стандартов среды передачи; «I» — информационная поддержка стандартов среды передачи; ( ) нормативы международного стандарта находятся в стадии разработки.												

Несмотря на то, что для оптоволоконна 50/125 мкм предусмотрена только информационная поддержка, его параметры лучше, чем у оптоволоконна 62,5/125 в обоих оптических диапазонах. Соответственно, длина каналов может быть больше.

Анализ данной информации позволяет сделать вывод о том, что самым слабым местом стандартов СКС является их недостаточная согласованность с требованиями приложений класса D. Фактически важнейший аспект стандартов редакции 1995 года оказался недоработанным. Расширение частотного диапазона до 100 МГц не обеспечило требуемого отношения сигнал / шум для протоколов, которые были утверждены одним — двумя годами позже.

Практический вывод заключается в том, что при планировании и создании современных сетей не следует полагаться на параметры стандартов, морально устаревших уже на дату принятия. Решение проблемы — объективная оценка возможности среды передачи по цифровым значениям параметров СКС и протоколов.

В СНГ действует только один учебный центр, дающий параметры обеих групп стандартов. Компания EcolAN — авторизованный центр обучения ИТТ NS&S — использует материалы, разработанные руководителем рабочей группы TC 215 WG1: "Информационные технологии — СКС" CENELEC и участником аналогичной группы JTC1 SC25 WG3: "СКС"

международной организации стандартизации. Это позволяет давать информацию о новых стандартах на этапе разработки и освещать их содержание с позиции одного из ведущих разработчиков.

Центр обеспечивает профессиональную подготовку с аттестацией международного образца. Особенности — достаточная теоретическая основа, позволяющая понимать возможности среды передачи, изучение полного комплекта действующих и разрабатываемых стандартов, практические навыки работы и измерений всех типов среды передачи. Данная услуга разработана также и для заказчиков — А.В.

## Приложение Н (информационное) Методическое руководство по оптоволоконным разъемам

### Н.1 Введение

Данное приложение содержит руководство по оптоволоконным разъемам, определенным в разделе 9. Выполнение требований данного руководства гарантирует грамотность установки разъемов и соединителей и оптимальную работу оптоволоконной кабельной системы в целом.

Требования данного приложения относятся к телекоммуникационным разъемам, но могут также применяться и к разъемным элементам панелей.

Перед использованием данного документа мы рекомендуем обратиться к производителям оборудования и системным интеграторам для проверки соответствия рекомендаций конкретным сетевым приложениям. Кроме того, мы настоятельно рекомендуем пользователям проверить соответствие всех оптических портов требованиям стандарта IEC 825.

Информация, содержащаяся в данном приложении, приведена в дополнение к требованиям передачи, изложенным в разделах 7, 8 и 9, а также в приложении А.

### Н.2 Общие рекомендации

Использование рекомендуемых разъемных элементов не запрещает совмещать различные типы волокон. Следовательно, разъемы, соединители и адаптеры должны иметь цветовой код в соответствии с видом оптоволоконка.

К рекомендуемым видам разъемных элементов относятся как одиночные, так и двойные (дуплексные) разъемы.

Для обеспечения максимальной гибкости рекомендуется устанавливать одиночные (*одно волокно — один разъем — А.В.*) разъемы на волокна фиксированных кабелей горизонтальной и магистральной систем.

На пользовательской стороне телекоммуникационных разъемов и распределительных панелей (см. рисунки Н.1 — Н.3) рекомендуется установить дуплексные (*два волокна — один разъем — А.В.*) разъемы для обеспечения полярности волокон, используемых для передачи и приема, что не исключает применения систем с другими вариантами использования волокон. Данная схема представляет собой дуплексный адаптер, состоящий либо из одиночных соединителей, либо из единого дуплексного блока, с правильным взаимным расположением разъемов (в соответствии с детальной спецификацией, определенной подкомитетом IEC 86B).

Рекомендуется использовать коммутационные и сетевые кабели с дуплексным разъемом.

Последовательность TP обеспечивается либо совмещением, либо маркировкой разъемов буквами А и В. Для обозначения последовательности всей кабельной системы на соединительных кабелях следует наносить маркировку типа совмещения, типа и конфигурации волокон.

После установки системы и проверки последовательности волокон оптоволоконная кабельная система будет обеспечивать правильные подключения волокон к передающим

и принимающим устройствам.

Примечание: более подробную информацию можно будет получить в руководстве по планированию и установке, находящемся в стадии разработки.

### Н.3 Возможные конфигурации телекоммуникационных разъемов

При отсутствии в СКС оптоволоконных кабелей рекомендуется устанавливать телекоммуникационные разъемы типа SC с совмещением, обеспечивающим полярность. (См. Н.3.1).

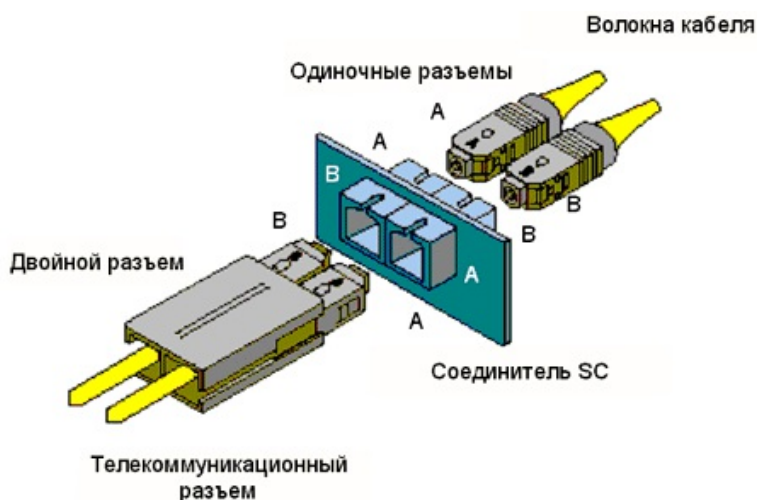
Если в помещениях установлены разъемы BFOC/2,5 дополнительные TP могут быть такими же — BFOC/2,5, при условии, что:

- а) в системах с одиночными разъемами их следует маркировать для обозначения полярности;
- б) в системах с дуплексными разъемами полярность обеспечивается совмещением;
- в) в системах, где два одиночных разъема заменены адаптером BFOC/2,5 — SC полярность обеспечивается совмещением.

#### Н.3.1 Конфигурация дуплексных разъемов типа SC

Разъемы и соединители должны иметь ключи совмещения, как показано на рис. Н.1.

Рис. Н.1 Конфигурация дуплексного разъема SC



#### Н.3.2 Конфигурация одиночных разъемов типа BFOC/2,5

Пары одиночных разъемов и соединителей маркируются как показано на рис. Н.2:

Рис. Н.2 Маркировка — аналогично показанной на рис. Н.1. Отличия — с обеих сторон подключаются одиночные разъемы — А.В.

#### Н.3.3 Конфигурация адаптеров типа BFOC/2,5 — SC

Разъемы и адаптеры имеют ключи совмещения, как показано на рис. Н.3.

Рис. Н.3 Маркировка — аналогично показанной на рис. Н.1. Отличия — адаптер SC — BFOC/2,5 обеспечивает подключение дуплексного SC разъема со стороны TP и двух одиночных разъема типа ST со стороны фиксированного кабеля — А.В

### Н.4 Варианты соединения на панелях

Соединения на панелях обеспечивается подключением разъемов к соединителям. Поляризация обеспечивается строгим контролем переключений на панелях или использованием конфигураций, перечисленных выше.

*Оптоволоконные панели обеспечивают совмещение волокон с помощью разъемов на лицевой и тыльной сторонах. Элемент, обеспечивающий совмещение волокон, называется соединителем, а панель — соединительной. Соединитель с разными типами разъемов называется адаптером — А.В.*

## Приложение J (информационное) Библиографические ссылки

IEC 332-3:1992	Test on electric cables under fire conditions — Part 3: tests on bunched wires or cables.	Тестирование пожаростойкости электропроводных кабелей. Часть 3. Тестирование жгутов проводников или кабелей.
IEC 364-1:1992,	Electrical installations of buildings — Part 1: Scope, objects and fundamental principles.	Электропроводка зданий. Часть 1. Предмет, содержание и фундаментальные принципы.
IEC 825-1:1993,	Safety of laser products — Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide.	Безопасность лазерной продукции. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство пользователей.
IEC 950:1991,	Safety of information technology equipment, including electrical business equipment.	Безопасность оборудования информационных технологий, включая оборудование для бизнеса.
IEC 1000-2-2:1990,	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment — Section 2: Compatibility levels for low-frequency conductor disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems.	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2. Уровни совместимости низкочастотных проводников и сигнализация в низковольтных системах электроснабжения.
IEC 1000-5-2,	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines, — Section 2: Earthing and bonding (under consideration).	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 5. Заземление и соединение (в процессе разработки).
ISO/IEC 8802-3 AM 14	Information technology — Local and metropolitan area networks — Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications. Amendment 14: Fibre optic media.	Информационные технологии. Локальные и распределенные сети. Часть 3. Метод многостанционного доступа с обнаружением несущей и предотвращением конфликтов (CSMA/CD) и спецификации физического уровня. Приложение 14. Среда передачи - оптоволокно.
ISO/IEC 8802-4:1990	Information processing systems — Local area networks — Part 4: Token passing bus access method and physical layer specifications.	Системы обработки информации. Локальные сети. Часть 4. Метод доступа с передачей маркера и спецификации физического уровня.
ISO/IEC 8802-5:1992	Information technology — Local and metropolitan area networks — Part 5: Token ring method access and physical layer specifications.	Информационные технологии. Локальные и распределенные сети. Часть 5. Метод доступа Token ring и спецификации физического уровня.
ISO/IEC 8877:1992	Information technology - Telecommunications and information exchange between systems — Interface connector and contact assignment for ISDN Basic Access Interface located at reference points S and T.	Информационные технологии. Взаимодействие телекоммуникационных и информационных систем. Интерфейс разъема и назначение контактов базового доступа ISDN в точках S и T.
ISO/IEC 9314-3:1990	Information processing systems — Fibre Distributed Data Interface (FDDI). Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD).	Системы обработки информации. Интерфейс передачи данных по волокну. Часть 3. Физический уровень среды передачи.
ISO/IEC DIS 9314-4	Information processing systems — Fibre Distributed Data Interface (FDDI). Part 4: Single Mode Fibre — Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD).	Системы обработки информации. Интерфейс передачи данных по волокну. Часть 4. Физический уровень среды передачи — одномодовое волокно.
ISO/IEC CD 9314-9	Information processing systems — Fibre Distributed Data Interface (FDDI). Part 9: Low Cost Fibre — Physical Layer Medium	Системы обработки информации. Интерфейс передачи данных по волокну. Часть 9. Физический уровень среды передачи —

	Physical Layer medium Dependent (SMF-PMD).	недорогое волокно
ISO/IEC 11518-1:1995	Information technology - High-performance parallel interface — Part 1: Mechanical, electrical and signalling protocol specification (HIPPI-PH).	Информационные технологии. Высокоскоростной параллельный интерфейс. Часть 1. Спецификация механических и электрических характеристик и сигнализации протокола.
ISO/IEC TR 12075	Information Technology — Customer premise cabling — Planning and installation guide to support ISO/IEC 8802-5 token ring stations.	Информационные технологии. Кабельные системы пользователя. Руководство по планированию и установке для организации работы протокола Token Ring ISO/IEC 8802-5.
ISO/IEC CD 14165-1	Information Technology — Fibre channel — Part 1. Physical and signalling interface (FC-PH).	Информационные технологии. Оптоволоконный канал. Часть 1. Интерфейсы физического уровня и сигнализации.
ITU-T Rec. I.430	Basic user-network interface; Layer 1 specification.	Базовый интерфейс пользователь — сеть. Спецификация уровня 1.
ITU-T Rec. I.431	Primary rate user-network interface; Layer 1 specification.	Первичный интерфейс пользователь — сеть. Спецификация уровня 1.
ITU-T Rec. I.432	B-ISDN user network interface; Physical Layer specification.	Широкополосный интерфейс пользователь — сеть. Спецификация физического уровня.
ITU-T Rec. V.11	Electrical characteristics for balanced double current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications.	Электрические характеристики сбалансированных цепей для использования с процессорным оборудованием передачи данных.
ITU-T Rec. X.21	Interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment on public data networks.	Интерфейс между цифровым оконечным оборудованием и цифровым линейным оборудованием для синхронизации взаимодействия в общих сетях передачи данных.

Аналитический обзор базовых стандартов завершен. Это единственный открытый перевод важнейших стандартов СКС, отличающийся точностью, полнотой и критическим анализом содержания. Полная информация о стандартах проектирования и монтажа СКС предоставляется на авторизованных семинарах компании EcoLAN.

Особенность услуг EcoLAN - профессиональная подготовка слушателей на основе теории передачи сигналов и изучения комплекса действующих и перспективных стандартов. Слушатели получают сертификаты компании Nexans IEC международного образца, а юридические лица — скидки на комплектующие для СКС, право предоставления долгосрочных расширенных гарантий, партнерский статус и всестороннюю поддержку в системе дистрибуции Nexans IEC — А.В.

## Изменения ISO/IEC 11801 2000-2002 года

### Второе издание ISO/IEC 11801

Новый стандарт, принятый в 2002 году, содержит спецификации конструктивных элементов категории 3 — 7, линий и каналов классов А, В, С, D, Е и F. На смену канала с тремя разъемами пришла модель с четырьмя разъемами. Усложнена топология магистралей. Допускается комбинация централизованной и иерархической архитектуры. Добавлены два класса электропроводных линий и каналов (класс Е — 250 МГц и F — 600 МГц), четыре категории оптоволоконных элементов и четыре класса ОВ линий. Определены четыре уровня электромагнитной совместимости. Исключены системы с волновым сопротивлением 150 ом и альтернативные типы среды передачи. Кабели и разъемы с волновым сопротивлением 120 ом предусмотрены только для систем класса С и ниже.

Изменилась методика определения длины каналов горизонтальной и магистральной подсистем. Для каждой модели канала, среды передачи, категории кабелей и



подсистемы СКС приведены формулы, определяющие длину фиксированных, консолидированных и стационарных линий, которые могут быть разными для этажа, здания и комплекса. Длина оптоволоконных линий зависит от категории ОВ кабелей, модели канала, числа разъемов и сплайсов.

## Интерфейсы СКС

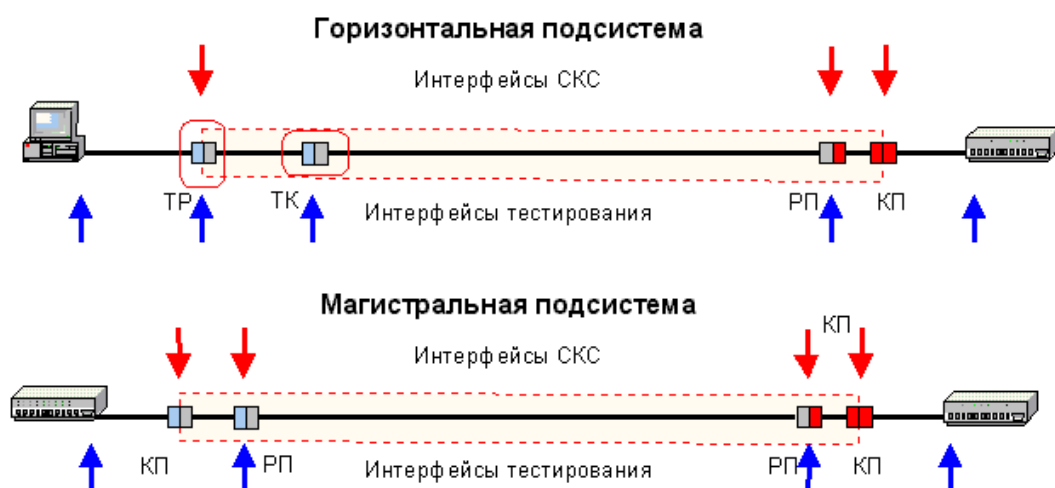
Одно из основных изменений новой редакции стандарта — переход от модели канала с тремя разъемами к модели с четырьмя разъемами. Разъемом считается совмещенные гнездо и штекер кабелей. Точки подключения к активному оборудованию учитываются отдельно.

Добавлена точка консолидации, призванная обеспечить удобство и гибкость в организации рабочих мест открытых офисов. В полу или на колонне здания устанавливают блок разъемов для подключения кабелей, маршрут прокладки которых можно часто менять. Типичный пример — организация выставок. Число компьютерных и телефонных линий меняется в зависимости от площади и расположения стендов, а также требуемых ресурсов.

Особенность точки консолидации заключается в том, что ее можно устанавливать в труднодоступных местах, например, за фальшпотолком. Поэтому она не предназначена для подключения оборудования и не является интерфейсом СКС.

В новом стандарте добавлены интерфейсы тестирования — точки подключения активного оборудования для измерений.

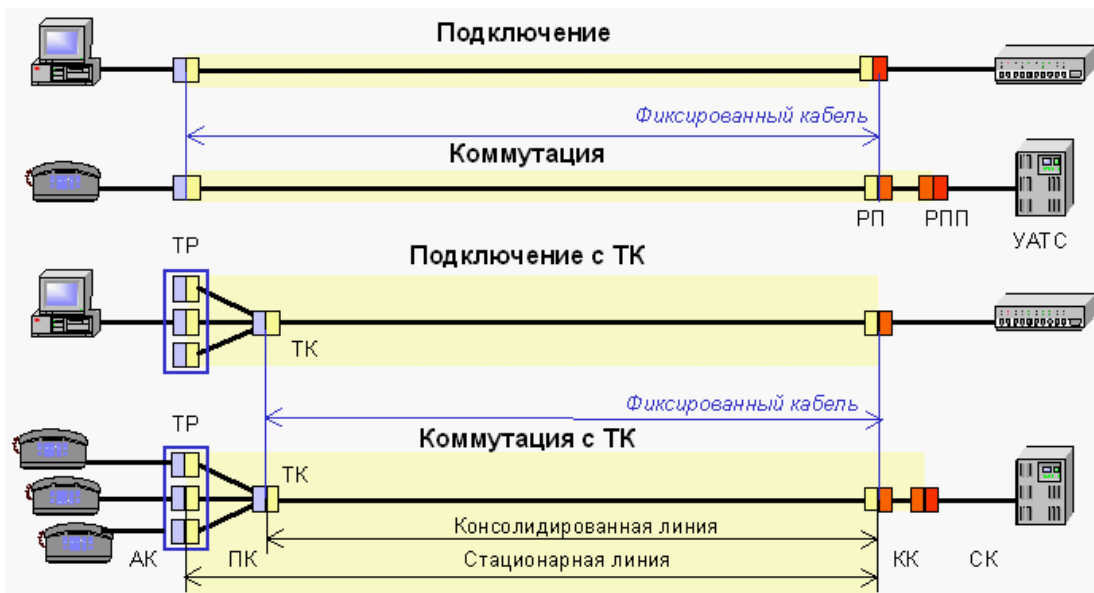
Рис.1. Интерфейсы СКС и интерфейсы тестирования 2002



Точки подключения активного оборудования и кабелей внешних служб называются интерфейсами СКС. Интерфейсы СКС не совпадают с интерфейсами тестирования. С практической точки зрения важно знать параметры фиксированных и стационарных линий и каналов — от одного активного устройства до другого. Параметры гибких кабелей измеряют в составе канала, что исключает коммутационные панели магистрального канала с четырьмя разъемами в качестве портов подключения измерительного оборудования.

## Модель канала горизонтальной подсистемы

Второе издание стандарта ISO/IEC 11801 определяет модель канала с четырьмя разъемами для всех классов. Для канала класса F (600 МГц) также приведены параметры канала с двумя разъемами.



Исключена концепция линии, определенная стандартом 1995 года.

Добавлены стационарная линия, включающая фиксированный и консолидированный кабели, и консолидированная линия — только фиксированные кабели. Взамен точки перехода в модель горизонтального канала включена точка консолидации.

Точка перехода, существовавшая ранее, считалась дополнительной. Ее установка допускалась при наличии резерва параметров и только для канала с подключением.

Точка консолидации является основной и подлежит тестированию. Ограничения: точка консолидации не является пунктом администрирования и интерфейсом кабельной системы. Включение дополнительного разъема в СКС обеспечено за счет ограничения длины каналов данной модели.

Длина канала каждой модели уже не будет ограничена величиной 100 метров, а определяется по формулам в зависимости от длины абонентских и консолидированных кабелей. Длина гибких кабелей может превышать 10 метров. Определены спецификации гибких кабелей категорий 5 — 7 для длины 1 — 20 метров. Гибкие кабели требуется маркировать и указывать категорию, длину, коэффициент затухания и карту соединений (для перекрестных сетевых кабелей).

## Ресурсы и конфигурация рабочей области

Горизонтальная подсистема должна обеспечить параметры класса D (100 МГц) для одного телекоммуникационного разъема и классов D — F или оптоволоконную среду — для другого. Таким образом, минимальные ресурсы рабочего места должны быть обеспечены средой передачи не ниже категории 5 (ранее — категории 3 плюс 5). Длина абонентских кабелей не ограничена. Она определяется, исходя из размеров помещений, точек расположения и высоты розеток над уровнем пола.

## Модель канала магистральной подсистемы

Общая длина канала составляет 2000 метров для суммарной длины горизонтальных, магистральных и коммутационных кабелей трех подсистем. Кабели централизованной системы могут идти из РП комплекса или РП здания к телекоммуникационным разъемам, минуя промежуточные распределительные пункты.

## Длина каналов

Изменилась методика определения длины каналов. Для каждой категории кабелей и среды передачи приведены формулы, определяющие длину фиксированных линий в зависимости от их модели, длины гибких и консолидированных кабелей. Например, длина стационарной линии класса D простейшей модели канала (подключение с двумя разъемами), с абонентскими кабелями 20 метров и сетевыми 5 метров (к-т затухания 1,5)

будет ограничена величиной 71 метр.

Для более высоких классов среды передачи и более сложных моделей канала длина стационарных линий должна быть меньше. Длина магистральных электропроводных каналов также определяется по формулам, учитывающим категорию элементов среды передачи, длину гибких кабелей и класс приложений. Длина оптоволоконных линий и каналов определяется в зависимости от приложений, категории кабелей, числа разъемов и сплайсов.

По усмотрению проектировщиков / заказчиков параметры подсистем могут быть разными для каждого этажа, здания и комплекса в целом.

## Элементы категории 6, линия и канал класса E

Изменились спецификации класса E. Диапазон частот конструктивных элементов, линии и канала увеличен с 200 до 250 МГц. При этом нулевое значение отношения затухания и суммарных наводок канала (PS ASR) зафиксировано на частоте 200 МГц.

## Элементы категории 7, линия и канал класса F

Параметры кабелей, разъемов, линии и канала определены до частоты 600 МГц. Канал с двумя разъемами, исключая точку консолидации и коммутационные кабели, представлен как альтернативный. Значения затухания такого канала даны для сведения. Нулевое отношение затухания к суммарным наводкам канала с четырьмя разъемами обеспечено до частоты 500 МГц, с двумя разъемами — до 550 МГц. Тип интерфейсов категории 7 будет определен после подготовки спецификации подкомитетом SC25B.

## Оптоволоконная линия и канал

Определены три категории многомодовых (OM1, OM2 и OM3), одна категория одномодовых кабелей (OS1), три класса многомодовых оптоволоконных каналов (OF 300, OF 500, OF 2000) и один класс одномодовых каналов (OS1). В частности, высший класс

OF 2000 обеспечивает работу приложений, в том числе, протокола Gigabit Ethernet 1000Base-LX по многомодовому кабелю до 2000 метров. Увеличение длины канала с 550 до 2000 метров в окне 1300 нм обеспечено за счет улучшения профиля преломления, что позволило расширить полосу пропускания при лазерном вводе до 2000 МГц × км.

Увеличено допустимое значение затухания многомодовых кабелей в окне 1300 мкм с одного до полутора децибел. Поправка внесена по требованию производителей волокна.

## Приложение 2 международного стандарта ISO/IEC 11801

В марте 2000 года было оглашено на национальном уровне и в сентябре 2000 года принято

Приложение 2 стандарта ISO/IEC 11801. Приложение 2, основой которого является Проект дополнительных изменений PDAM3, расширяет перечень параметров СКС базовой и канала до уровня требований гигабитных протоколов. Исключена концепция линии, на смену которой пришло понятие стационарной линии. В результате улучшено отношение затухания и наводок линии образца 1995 года. При этом существующие параметры кабелей и разъемов остались прежними.

В Приложении 2 определены дополнительные параметры кабелей, разъемов, линий и каналов, которые требуется обеспечить для работы протокола 1000Base-T Gigabit Ethernet. Полный перечень включает: затухание (attenuation), двунаправленные наводки (NEXT), суммарные двунаправленные наводки (PS NEXT), отношение затухания к двунаправленным наводкам (ACR) отношение затухания к суммарным двунаправленным наводкам (PS ACR), однонаправленные наводки (FEXT), суммарные однонаправленные наводки (PS FEXT), отношение затухания к однонаправленным наводкам (EL FEXT), отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам (PS ELFEXT),

возвратные потери (return loss), задержку (delay), фазовый сдвиг (skew) и сопротивление цепи (loop resistance).

Значения возвратных потерь и затухания соответствуют параметрам категории 5е американского стандарта ANSI/TIA/EIA-568-A-5, уровень двунаправленных наводок (NEXT) на частоте 100 МГц на 3 дБ меньше. Таким образом, параметры линии категории 5е жестче, чем стационарной линии класса D — уровень двунаправленных наводок должен быть в полтора раза меньше.

Приложение 2 также включает значения задержки и фазового сдвига для базовой линии и канала, соответствующие параметрам Приложения ANSI/TIA/EIA-568-A-1 американского стандарта.

Приложение 2 — это самое серьезное изменение международного стандарта ISO/IEC 11801 с момента его принятия в 1995 году.

Полное содержание Приложения 2 стандарта ISO/IEC 11801 можно получить на семинаре 103. Стандарты СКС.

## Разработка стандартов 2001–2002 года

### Второе издание ISO/IEC 11801

В сентябре 2002 года опубликован международный стандарт ISO/IEC 11801:2002 Edition 2 «Информационные технологии. Структурированная кабельная система для помещений заказчиков». Публикации предшествовал Завершающий проект Второго издания, направленный в апреле 2002 года участникам Международной организации стандартизации (более 130 стран, в том числе, Российская Федерация). На данном этапе не допускается редакторских и технических поправок, только голосование за или против. Было получено 66% голосов членов ISO, требуемых для принятия стандарта.

Новый стандарт содержит спецификации конструктивных элементов категории 3 — 7, линий и каналов классов А, В, С, D, Е и F. Добавлены два класса электропроводных линий и каналов (класс Е — 250 МГц и F — 600 МГц), четыре категории оптоволоконных элементов и четыре класса ОВ линий. Определены четыре уровня электромагнитной совместимости. Изменились модель канала и методика определения длины линий. Подробнее...

Полное содержание Второго издания ISO/IEC 11801 Ed.2:2002 можно получить на семинаре 103. Стандарты СКС. Варианты монтажа СКС и телекоммуникационного заземления, выполненных по стандартам 2002 года приведены на фотографиях реальных объектов. Часть страниц содержит комментарии и критические замечания.

## Стандарт 10 Gigabit Ethernet 802.3ae

27 июня 2002 года принят стандарт IEEE 802.3ae, определяющий параметры оборудования и среды передачи данных со скоростью 10 Гбит/с. Для многомодового волокна 50/125 мкм ограничение длины канала составляет 300 метров, для одномодового — 10 км в окне 1310 нм и 30 км — в диапазоне 1550 нм. Для уже установленных линий 62,5/125 мкм, имеющих худшую полосу пропускания, разработан стандарт передачи с волновым уплотнением. При этом задействованы четыре диапазона со скоростью 3,125 Гбит/с в каждом. Длина канала ограничена величиной 300 метров. Использование симметричных электропроводных кабелей не предусмотрено.

Область применения — локальные, региональные и глобальные сети. Особенности технологии — простота и относительно невысокая стоимость. Совместимость с другими стандартами Ethernet позволяет создавать сети, масштабируемые от 10 до 10 000 Мбит/с в пределах одного предприятия. Принятие данного стандарта позволило преодолеть ситуацию, когда пропускная способность линий магистральной подсистемы СКС не превышала возможностей горизонтальных линий и не зависела от среды передачи.

Прототипы устройств 10GBASE появились в 2000 году, оборудование — в конце 2001 года. Работоспособность устройств 10 Gigabit Ethernet была продемонстрирована в июне

2002 года на презентации в Атланте, США. Оборудование 15 изготовителей было подключено к сети протяженностью более 200 км с помощью разнотипных интерфейсов, определенных стандартами 10GBASE-LR, 10GBASE-SR, 10GBASE-ER и 10GBASE-LW. Стабильная работа сети подтвердила совместимость оборудования разных поставщиков. Потребности в повышении пропускной способности магистралей, наличие оборудования и конкурентная среда создают условия для успешного внедрения данной технологии.

Стандарт подготовлен группой компаний - разработчиков активного оборудования и производителей ОВ продукции, объединенных в организацию «10 Gigabit Ethernet Alliance» (10GEA).

#### Категория 6

5 июня 2002 года Комитет электропроводных кабельных систем TIA TR-42.7 Ассоциации телекоммуникационной промышленности (TIA) единогласно утвердил стандарт категории 6. Дополнение к стандарту ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, определяющее параметры симметричных кабелей с волновым сопротивлением 100 Ом в диапазоне частот 250 МГц, было опубликовано 20 июня 2002 года.

Документ включает спецификации линий, каналов, разъемов, требования и процедуры измерений. Определены допустимые погрешности и меры по достижению стабильности результатов. Это должно обеспечить надежность установленных систем.

Стандарт категории 6 включает:

спецификацию системы, включая параметры комплектующих, каналов, стационарных линий и гибких кабелей

расширение полосы до 200 МГц (в два раза по сравнению с категорией 5е)

спецификацию комплектующих до частоты 250 МГц

Стандарт позволяет реализовать:

совместимость категории 6 с категориями 5е, 5 и 3

совместимость элементов различных изготовителей

электрическую совместимость гнездовых и штекерных разъемов типа RJ45

Решение проблем совместимости обеспечено благодаря разработке спецификации и процедур тестирования штекерных разъемов. Потребовалось создать новые устройства, методики калибровки и решить ряд технических проблем, чтобы обеспечить достоверность результатов измерений. Это создает основу совместимости штекеров и разъемов различных изготовителей. Кроме того, потребовалось определить параметры и процедуры тестирования гибких кабелей. Этот раздел стал нормативным, а не информационным приложением, как было прежде.

В качестве практического примера – результаты тестирования линии категории 6 с пояснениями значений параметров и анализом качества системы.

#### Второе издание EN 50173

В ноябре 2001 года закончилась первая фаза открытого обсуждения проекта Второго издания стандарта EN 50173 «Информационные технологии. Структурированные кабельные системы». В национальные организации стандартизации Европы (CENELEC) направлен для обсуждения Draft prEN 50173. До 1 февраля 2002 года принимаются поправки. Содержание документа практически полностью совпадает с проектом Второго издания ISO/IEC 11801. Данный документ заменит стандарт EN 50173:1995 и дополнения к нему EN 50173:1995/A1:2000. Вступление в силу ожидается в 2002 году и подразумевает придание стандарту статуса национального без каких-либо изменений.

#### Американский стандарт ANSI/TIA/EIA-568-B

В апреле 2001 года опубликован стандарт ANSI/TIA/EIA-568 серии В, заменивший стандарт 1995 года ANSI/TIA/EIA-568-A.

Важнейшие отличия ANSI/TIA/EIA-568-B от ANSI/TIA/EIA-568-A:

Исключены системы категорий 4 и 5. Остаются спецификации категорий 3 и 5е. Приведена справочная информация параметров конструктивных элементов и каналов категории 5 для пользователей ранее установленных СКС данного класса

Вместо канала с тремя разъемами принята модель с четырьмя разъемами

Отказ от категории базовой линии в пользу фиксированной линии. Особенность устаревшей категории, определенной в TSB-67, заключается в том, что измерительные кабели, обеспечивающие подключение кабельного тестера, учитывались в составе базовой линии. Фиксированная линия включает только кабель с разъемами на концах, а гибкие кабели относятся к измерительному оборудованию

Добавлены параметры оптоволоконного кабеля 50/125 мкм. К ОВ разъемам 568SC добавлены новые типы duplexных разъемов с малым форм-фактором, призванные обеспечить удобство подключения к ОВ линиям оборудования пользователей

Изменена структура документа, состоящего из трех частей:

ANSI/TIA/EIA-568-B.1 «Стандарт телекоммуникационных кабельных систем коммерческих зданий. Часть 1. Общие требования». Опубликовано 1 апреля 2001 года

ANSI/TIA/EIA-568-B.2 «Стандарт телекоммуникационных кабельных систем коммерческих зданий. Часть 2. Симметричные электропроводные кабельные системы». Опубликовано 1 апреля 2001 года

ANSI/TIA/EIA-568-B.3 «Стандарт оптоволоконных элементов кабельных систем». Опубликовано 1 марта 2000 года

Положения стандарта дополняются и уточняются путем принятия дополнений:

ANSI/TIA/EIA-568-B.1-1 Дополнение 1. «Минимальные радиусы изгиба 4-парных коммутационных кабелей НВП и ЭВП». Опубликовано 1 июля 2001 года

ANSI/TIA/EIA 568-B.2.1 Дополнение 1. «Параметры передачи 4-парных кабельных систем 100 Ом категории 6». Опубликовано 20 июня 2002 года

ANSI/TIA/EIA 568-B.2.2. Дополнение 2. «Элементы симметричных кабельных систем». Опубликовано 1 июня 2002 года

ANSI/TIA/EIA-568-B.2-3. Дополнение 3. «Дополнительные критерии для определения пригодности по параметрам потерь на соединение и возвратных потерь». Опубликовано 1 марта 2002 года

ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1. Дополнение 1. «Дополнительные параметры передачи оптоволоконных кабелей 50/125 мкм». Определяет требования к многомодовому волокну 50/125 мкм для передачи сигналов 10 Гбит/с на расстояние 300 метров в окне 850 нм с лазерным вводом. Опубликовано 1 апреля 2002 года

Стандарт ANSI/TIA/EIA-568-B гармонизирован со Вторым изданием международного аналога ISO/IEC 11801 по параметрам элементов.

## Приложения класса E ANSI/TIA-854 1000BASE-TX Gigabit Ethernet

### ANSI/TIA-854 1000BASE-TX Gigabit Ethernet

Стандарт ANSI/TIA-854 «Спецификация физического уровня duplexного Ethernet 1000 Мб/с (1000BASE-TX) симметричных кабельных систем категории 6» опубликован в марте 2001 года.

Документ определяет требования к оборудованию и среде передачи, обеспечивающие работу Gigabit Ethernet со скоростью 1000 мегабит в секунду. В отличие от стандарта IEEE Std 802.3ab, утвержденного в июне 1999 года, для работы приложения требуется более высокое качество кабельной системы.

Основное отличие состоит в отсутствии схемы цифровой компенсации наводок и возвратных помех. В результате сложность, уровень энергопотребления и цена процессоров TIA-854 ниже, чем у процессоров IEEE 1000BASE-T.

Стандарт ATM форума для локальных сетей

В январе 2001 года ATM Форум опубликовал стандарт ATM FB-PHY-0162.000. Документ определяет параметры физического уровня оборудования для пакетной передачи данных со скоростью 1000 мегабит в секунду по кабелям категории 6. Данное приложение включено в перечень действующих протоколов класса E Второго издания ISO/IEC 11801.

Стандарт обеспечивает работу приложений гигабитного ATM в глобальных, территориальных и локальных сетях.

## Приложение 2 международного стандарта ISO/IEC 11801

В марте 2000 года было оглашено на национальном уровне и в сентябре 2000 года принято Приложение 2 стандарта ISO/IEC 11801. Приложение 2, основой которого является Проект дополнительных изменений PDAM3, расширяет перечень параметров СКС базовой и канала до уровня требований гигабитных протоколов. Исключена концепция линии, на смену которой пришло понятие стационарной линии. В результате улучшено отношение затухания и наводок линии образца 1995 года. При этом существующие параметры кабелей и разъемов остались прежними.

В Приложении 2 определены дополнительные параметры кабелей, разъемов, линий и каналов, которые требуется обеспечить для работы протокола 1000Base-T Gigabit Ethernet. Полный перечень включает: затухание (attenuation), двунаправленные наводки (NEXT), суммарные двунаправленные наводки (PS NEXT), отношение затухания к двунаправленным наводкам (ACR) отношение затухания к суммарным двунаправленным наводкам (PS ACR), однонаправленные наводки (FEXT), суммарные однонаправленные наводки (PS FEXT), отношение затухания к однонаправленным наводкам (EL FEXT), отношение затухания к суммарным однонаправленным наводкам (PS ELFEXT), возвратные потери (return loss), задержку (delay), фазовый сдвиг (skew) и сопротивление цепи (loop resistance).

Значения возвратных потерь и затухания соответствуют параметрам категории 5е американского стандарта ANSI/TIA/EIA-568-A-5, уровень двунаправленных наводок (NEXT) на частоте 100 МГц на 3 дБ меньше. Таким образом, параметры линии категории 5е жестче, чем стационарной линии класса D — уровень двунаправленных наводок должен быть в полтора раза меньше.

Приложение 2 также включает значения задержки и фазового сдвига для базовой линии и канала, соответствующие параметрам Приложения ANSI/TIA/EIA-568-A-1 американского стандарта.

Приложение 2 — это самое серьезное изменение международного стандарта ISO/IEC 11801 с момента его принятия в 1995 году.

Полное содержание Приложения 2 стандарта ISO/IEC 11801 можно получить на семинаре 103. Стандарты СКС.

## Приложение 1 европейского стандарта EN 50173

1 марта 2000 года оглашено на национальном уровне и с 1 сентября 2000 года принято Приложение 1 к стандарту EN 50173. «Информационные технологии.

Структурированные кабельные системы». Все национальные стандарты, не соответствующие Приложению 1, отозваны.

Стандарт EN50173:1995/A1:2000 расширяет перечень параметров стационарной линии / канала класса D, которые необходимо обеспечить для работы протокола Gigabit Ethernet. Вводится новая категория — **стационарная линия**, из которой исключены коммутационные кабели и уменьшена длина с 95 до 90 метров.

Изменилась длина канала с коммутацией, то есть варианта подключения оборудования с помощью сетевого и коммутационного кабелей и дополнительной панели. Для приложений класса D максимальная длина канала с коммутацией составляет 99 метров. Длина канала с подключением осталась прежней — 100 метров. Для приложений низших классов приводится таблица максимальной длины канала, которую может обеспечить среда передачи. В частности, для приложений класса C — до 160 метров, класса B — до 260 метров и класса A — до 3000 метров.

Даны ограничения по затуханию оптоволоконных каналов для горизонтальной и магистральной подсистем в каждом из оптических окон. Уточнены значения максимально допустимой спектральной ширины, полосы пропускания и возвратных потерь для многомодовых и одномодовых волокон.

## TSB95

Новые спецификации Ассоциации телекоммуникационной промышленности (TIA) для действующих систем категории 5 и модифицированной категории 5е призваны обеспечить работу протокола Gigabit Ethernet по витой паре.

Отсрочка утверждения документа, опубликованного в октябре 1998 года, вызвана разногласиями по значениям параметров. Речь идет о возвратных потерях. Специалисты пришли к выводу о том, что предложенный уровень возвратных потерь не обеспечивает достаточного резерва, что приводит к отказам, выявленным в результате тестирования. Проблема решена за счет повышения требований к элементам категории 5е.

Бюллетень определяет дополнительные параметры для установленных ранее систем категории 5, которые требуется оценить для обеспечения работы протокола Gigabit Ethernet 1000Base-T. К ним относятся наводки однонаправленной передачи, возвратные потери, задержка и фазовый сдвиг. Для перехода на приложение 1000Base-T системы категории 5 должны пройти ре-сертификацию на соответствие расширенному перечню параметров. Ре-сертификация подразумевает измерения приборами класса II E, требования к которым также определены в бюллетене TSB-95.

## Приложение стандарта ANSI/TIA/EIA-568-A

В течение 1997 — 1999 годов принято пять поправок к стандарту ANSI/TIA-568-A. Перечень приложений включает:

TIA/EIA-568-A-1 «Спецификации задержки и фазового сдвига для 100-омных 4-парных кабельных систем, 1997». Задержка определяется как время между передачей и приемом сигнала. Фазовый сдвиг — это разность прохождения сигнала по парам, обусловленный разным временем задержки. Для многопарных кабелей значения данных параметров пока не определены.

TIA/EIA-568-A-2 «Исправления и дополнения к ANSI/TIA/EIA-568-A, 1998». Важнейшие из них:

централизованная оптоволоконная система может быть альтернативой оптоволоконной горизонтальной подсистеме

уточнены физические и механические параметры кабелей, признаваемых стандартом в качестве среды передачи

не допускается изменение последовательности пар на разъемах СКС, например, на перекрестную. Для этой цели можно использовать адаптеры или соединительные кабели



TIA/EIA-568-A-3 «Характеристики гибридных кабелей». Приложение вводит новый термин «кабельная жгут», означающий несколько объединенных 4-парных кабелей без общей оболочки. Витые пары гибридных кабелей и кабельных жгутов должны иметь параметр двунаправленных наводок (NEXT) на 3 дБ лучше, чем у одиночных кабелей.

TIA/EIA-568-A-4 «Производственная методика измерений NEXT соединительных кабелей и требования к кабелям незащищенная витая пара, 1999». Новая методика обеспечивает более высокую точность измерений и расширение динамического диапазона, благодаря учету собственных шумов полевых тестеров и их разъемов.

TIA/EIA-568-A-5 «Спецификации параметров передачи 4-парных 100-омных кабельных систем категории 5е, 1999». Ужесточены требования по перекрестным наводкам и добавлен ряд новых параметров, соответствие которым обеспечивает работу протокола Gigabit Ethernet 1000 Base-T. Диапазон частот остался без изменений и составляет 100 МГц, а динамический диапазон (отношение затухания и наводок двунаправленной передачи) расширен на 3 дБ или в полтора раза. Стандарт определяет методику лабораторных и полевых измерений параметров разъемов, кабелей, линий и каналов, отсутствующих в базовой редакции.

Категорию 5е рекомендуется выбирать для новых структурированных кабельных систем с перспективой использования Gigabit Ethernet. Полное содержание поправок и параметры TIA/EIA-568-A-5 можно получить на семинаре 103. Стандарты СКС.