

Электрические компоненты СКС

3.1. Кабели на основе витых пар

3.1.1. Общие положения и классификация

Кабели на основе витых пар с медными проводниками широко применяются в СКС для передачи электрических сигналов. Любой рассматриваемый далее в этой главе кабель содержит одну или несколько скрученных с различными шагами витых пар проводов и по действующей классификации относится к симметричным¹¹. Кроме витых пар он может иметь несколько дополнительных защитных, экранирующих и технологических элементов, которые образуют сердечник. Каждый провод снабжается изоляцией из сплошного или вспененного диэлектрика. Использование последнего несколько снижает удельную массу кабеля и значительно улучшает его частотные свойства, однако приводит к удорожанию готового изделия. На сердечник накладывается защитная оболочка в виде шланга, в большей или меньшей степени предохраняющая витые пары от внешних воздействий и сохраняющая структуру сердечника во время прокладки и эксплуатации. Наличие общей внешней защитной оболочки сердечника является основанием для отнесения рассматриваемой конструкции к классу кабелей. Все прочие электротехнические изделия, также предназначенные для передачи электрических информационных сигналов, в дальнейшем считаются проводами. В зависимости от основной области применения и, соответственно, конструкции, кабельные изделия для СКС на основе витых пар подразделяются на четыре основных вида:

- горизонтальный кабель;
- магистральный кабель;
- кабель для шнуров;
- провод для перемычек.

Кабели СКС должны отвечать требованиям пожарной безопасности. Более подробно аспекты пожарной безопасности рассмотрены в главе 7.

На основе кабелей рассматриваемого класса могут быть реализованы все три подсистемы СКС, хотя на внешних магистралях их применение для высокоскоростных приложений класса D затруднено ввиду достаточно жестких физических ограничений на максимальную длину сегмента. Вследствие этого большинство электрических кабелей предназначены для применения внутри здания. Имеется также ограниченная номенклатура кабелей на основе витых пар, которые могут прокладываться между зданиями. Из-за упомянутого ограничения длины тракта передачи сигналов приложений класса D такие конструкции не получили

¹¹ Иногда в технической литературе этот кабель неверно называют сбалансированным.

широкого распространения для поддержки работы ЛВС, однако активно применяются для передачи сигналов низкоскоростного сетевого оборудования, например УАТС.

3.1.2. Горизонтальный кабель

3.1.2.1. Разновидности горизонтальных кабелей

Горизонтальный кабель, иногда не вполне корректно называемый LAN-кабелем, предназначен для использования в горизонтальной подсистеме на участке от коммутационного оборудования в кроссовой этажа до информационных розеток рабочих мест. Свое название данный вид кабеля получил из-за того, что в большинстве случаев укладывается на трассе прокладки в горизонтальном положении с минимальным количеством вертикальных участков. Основная масса рассматриваемых конструкций имеет волновое сопротивление 100 Ом, во Франции достаточно популярны кабели с сопротивлением 120 Ом. Действующие редакции стандартов допускают применение также кабелей с волновым сопротивлением $Z_{\text{в}} = 150$ Ом. Этот вид кабельных изделий имеет большое распространение в США, в Европе его доля на фоне остальных видов кабеля оказывается существенно меньше. В нашей стране из-за слабой популярности аппаратуры Token Ring этот вид кабелей встречается очень редко.

Наиболее распространенные на практике конструкции содержат четыре витых пары. Известно, что часть сетевого оборудования использует для обмена информацией только две витых пары. На основании этого стандарты ISO/IEC 11801 и EN 50173 допускают также применение двухпарных кабелей. Этот вариант кабеля имеет меньшую стоимость в сочетании с лучшими массогабаритными показателями и достаточно широко распространен в некоторых европейских странах. Однако его применение существенно ограничивает функциональные возможности кабельной системы и, в частности, не позволяет передавать сигналы новейших перспективных приложений типа Gigabit Ethernet. Из-за характерной формы оболочки двухпарные кабели иногда называют овальными в отличие от четырехпарных — круглых. Исторически сложилось так, что двухпарные конструкции горизонтальных кабелей не пользуются популярностью в нашей стране. Поэтому в дальнейшем они не рассматриваются.

В связи с большим распространением в СКС двухпортовых рабочих мест некоторые фирмы выпускают спаренные (сдвоенные) четырехпарные кабели. На профессиональном сленге специалистов по СКС спаренные кабели достаточно часто называют shotgun — дробовик, двухстволка — из-за внешнего сходства его концевой части со стволом охотничьего ружья. Интересно отметить, что этот термин начинает проникать даже в официальные каталоги некоторых фирм — производителей кабельной продукции.

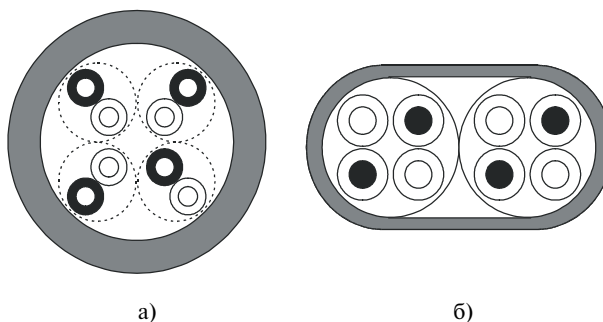
Конструктивно спаренные кабели имеют две основные разновидности. В первой из них два отдельных шланга соединены в единое целое узкой перемычкой. Из-за ясно видимой структуры отдельных элементов такие изделия иногда называются зипкордом (по аналогии с электрическим проводом), или сиамским кабелем. Реже используется наименование кабель UTP Figure 8 (израильская компания Svalim). Во втором варианте (тип 2×1061C фирмы Lucent Technologies и Uninet 1002 2×4P швейцарской компании Datwyler) два обычных горизонтальных кабеля объединены в интегральную конструкцию общей внешней оболочкой. При этом для обеспечения возможности однозначной идентификации внешние шланги отдельных элементов имеют различную окраску. Большинство конструкций спаренных кабелей содержат одинаковые по своим электрическим

характеристикам элементы категории 5, компания AMP выпускает кабели, у которых один элемент имеет характеристики категории 5, тогда как второй — категории 3 или 4. По своим электрическим и механическим характеристикам спаренные кабели не отличаются от обычных, однако их применение позволяет несколько снизить общую стоимость работ по реализации горизонтальной подсистемы СКС за счет того, что за один цикл выполняется протяжка до розетки сразу двух кабельных элементов вместо одного.

Кабели, у которых под общей оболочкой находятся три и более четырехпарных элемента, относятся к многопарным и рассмотрены в параграфе 3.1.3.1.

С целью снижения уровня затухания проводники горизонтального кабеля изготавливаются из монолитной (Solid) медной проволоки. Отдельные витые пары образуют кабельный сердечник, покрытый общей для всех пар внешней защитной изоляционной оболочкой толщиной примерно 0,5-0,6 мм. Для придания сердечнику определенной структуры в процессе производства и ее сохранения во время эксплуатации может применяться обмотка пар полимерными лентами или нитями. Облегчение разделки некоторых конструкций кабелей обеспечивается использованием разрывной нити (rip-cord), расположенной под оболочкой. При вытягивании эта нить делает на оболочке продольный разрез и открывает доступ к кабельному сердечнику.

По видам скрутки проводников горизонтального кабеля различают парную и четверочную (рис. 37). Отметим, что при реализации четверочной скрутки проводники одной пары всегда располагаются напротив друг друга. Четверочная скрутка в принципе позволяет добиться меньших внешних габаритов кабеля, большей стабильности его конструкции и лучших электрических характеристик, однако кабель с четверочной скруткой более сложен в производстве и разделке и поэтому достаточно мало распространен в технике СКС. Так, например, в Европе относительно большую популярность конструкции с такой скруткой получили только во Франции. Для уменьшения взаимного влияния пар друг на друга в кабелях с парной скруткой используют различные и некратные шаги скрутки проводников. Выбор конкретного значения шага скрутки определяется особенностями технологического оборудования предприятия-изготовителя и на практике отличается большим разнообразием (табл. 21). В кабелях с четверочной скруткой пары четверки прилегают друг к другу существенно плотнее, однако они электрически развязаны друг от друга за счет того, что их плоскости в любом месте ориентированы перпендикулярно друг другу.



а) парная; б) четверочная

Рис. 37. Виды скруток витых пар:

Таблица 21. Шаги скрутки (в миллиметрах) витых пар горизонтальных кабелей категории 5 различных производителей [30]

Фирма	Пара 1	Пара 2	Пара 3	Пара 4
General Cable	14	17	12	20
BICC	18	15	20	12
Belden	25	20	16	32
Lucent Technologies	15	13	20	24
Mohawk/CDT	25	17	28	20

3.1.2.2. Материалы изоляции проводников

В качестве материала изоляции проводников в кабелях категории 3 обычно используется поливинилхлорид, в кабелях категории 5 и выше широко используются другие материалы с улучшенными электрическими характеристиками, например полиэтилен и полипропилен (табл. 22). Применяются как сплошные (рис. 38а), так и вспененные материалы, причем последние за счет значительно меньших диэлектрических потерь позволяют получить несколько лучшие электрические характеристики, однако являются более дорогими и применяются преимущественно в кабелях с верхней граничной частотой свыше 100 МГц. Толщина изоляционного покрова составляет около 0,2 мм.

Таблица 22. Основные изоляционные материалы проводников симметричных кабелей КС

Материал	Латинское сокращение	Диэл. проницаемость, ϵ	Рабочий диапазон температур, °C
Поливинилхлорид	PVC	4,0 - 5,0	-40...+85
Полипропилен	PP	2,4	-10...+100
Полиэтилен	PE	2,3	-55...+85
Ячеистый полиэтилен	-	1,2	-55...+85
Ячеистый полиэтилен с оболочкой	Foam Skin PE	1,5	-55...+85
Тефлон	FEF, PTFO, PFA *	2,0	-190...+260

* В зависимости от варианта

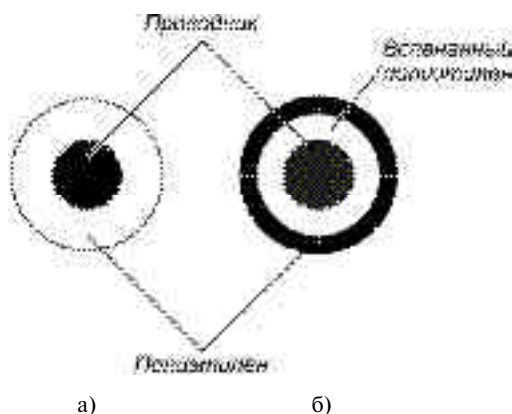


Рис. 38. Виды изоляционных покровов проводников витой пары:

а) сплошной; б) из вспененного материала

диэлектрической постоянной ϵ (см. табл. 22, где, в частности, приведены данные по обычному и вспененному полиэтилену), что снижает емкость витой пары и дополнительно улучшает ее частотные свойства.

3.1.2.3. Внешние оболочки

Для изготовления внешней оболочки наряду с обычным поливинилхлоридом достаточно часто применяется материал типа компаунда, который не содержит галогенов и не поддерживает горения, а также так называемые малодымные полимеры. Полному вытеснению поливинилхлорида из материалов оболочки препятствует тот факт, что переход на оболочку из негорючих материалов немедленно увеличивает цену готового продукта примерно

Коэффициент пористости, определяемый как отношение объема воздушных включений к общему объему образца, у пористого материала обычно выбирается равным не более 0,5. В противном случае изоляционный покров оказывается недостаточно прочным и при прокладке кабелей с небольшим радиусом изгиба сразу или со временем продавливается проводниками, что сопровождается коротком замыканием. Изоляция из вспененного материала, как правило, снабжается верхним слоем из обычного (так называемая foam skin-конструкция), рис. 38б. Кроме меньших диэлектрических потерь вспененный материал в принципе позволяет получить меньшую величину

на 20-30%, а не содержащие галогенов компаунды обладают низкой огнестойкостью. Более подробная информация по этой проблеме содержится в главе 7.

Необходимая в процессе разделки кабелей хрупкость внешней оболочки, что обеспечивает ей точный и надежный облом в месте надреза лезвием отрезного инструмента, достигается добавлением в исходное сырье определенного количества мела.

Внешняя оболочка окрашивается обычно в серый цвет различных оттенков, встречаются также другие стандартные для конкретного производителя цвета (синий, фиолетовый, белый, красный). Оранжевая окраска обычно указывает на то, что оболочка изготовлена из негорючего материала и кабель может быть использован для прокладки в так называемых Plenum-полостях (см. главу 7). Возможность заказа оболочек различных цветов может оказаться полезной в процессе создания СКС, так как позволяет отличать друг от друга кабели различных функциональных секций, разных розеток и категорий. Цветовая гамма может меняться в достаточно широких пределах даже на небольших партиях, так как это достигается добавлением красителя к исходным материалам перед процессом экструзии оболочки. При выпуске крупных партий кабеля для минимизации себестоимости готовой продукции заказывается исходное сырье определенного цвета.

Конструкции, предназначенные для внешней прокладки, снабжаются полиэтиленовой оболочкой, так как этот материал обладает существенно более высокой влажостойкостью по сравнению с поливинилхлоридом и огнестойким компаундом. При этом из соображений сохранения единства технологического процесса внешняя полиэтиленовая оболочка наносится на обычную вторым слоем. Известны также изделия фирмы Mohawk/CDT с гелевым заполнением внутренних пустот сердечника (M56871), для воздушной подвески (M57041) и с броней из гофрированной стальной ленты (M57042).

На внешнюю оболочку наносятся маркирующие надписи, в которых указывается тип кабеля, диаметр и тип проводников, характеристики оболочки, наименование производителя и фирменное обозначение кабеля, наименование стандарта и сертифицирующей лаборатории, а также футовые или метровые метки длины. По двум последним параметрам имеются определенные различия между американскими и европейскими кабельными компаниями. Так, основной сертифицирующей лабораторией для американских производителей кабельной продукции является Underwriters Laboratory UL, европейские обращаются в датскую испытательную организацию Delta Electronics Testing. Американские кабельные компании применяют в основном футовые метки длины, европейские изготовители используют метровый дискрет этого параметра.

3.1.2.4. Экранирование горизонтальных кабелей

В зависимости от наличия или отсутствия дополнительных экранирующих покрытий отдельных витых пар и/или сердечника в целом горизонтальные кабели из витых пар подразделяются на неэкранированные и экранированные. При такой классификации принципиально возможны четыре основных типа кабельных изделий, то есть кроме кабелей без экранов среди экранированных конструкций следует выделить кабели с общим внешним экраном, с экранами для каждой пары и с одновременным экранированием отдельных пар и сердечника в целом. Экранирование применяют в первую очередь для повышения переходного затухания на ближнем и дальнем концах, снижения уровня ЭМИ и для повышения помехозащищенности. Некоторые типы экранов придают кабелю дополнительную механическую прочность. Внешний вид различных вариантов кабелей изображен на рис. 39; на рис. 40 представлены их поперечные сечения.



Рис. 39. Конструкции горизонтальных кабелей

Наибольшее распространение для экранирования отдельных пар получили металлизированные алюминием тонкие полимерные пленки, причем известны конструкции с ориентацией стороны металлизации как внутрь, так и наружу. Края фольги экрана могут укладываться друг на друга с нахлестом или соединяться продольным швом типа кровельного.

Внешние экраны, окружающие кабельный сердечник, изготавливаются из такой же пленки или же выполняются в виде оплетки из оцинкованной медной проволоки. Пленочные экраны обычно выполняются одиночными. Компания Alcatel использовала в своем изделии GIGATEK двойной пленочный экран, причем для увеличения его механической прочности в сочетании с сохранением высокой гибкости направления намотки лент фольги выбраны различными. В состав конструкции пленочного экрана обычно вводится дополнительный тонкий неизолированный медный луженый или оцинкованный дренажный проводник диаметром около 0,5 мм. В функции последнего входит обеспечение электрической непрерывности экрана при случайных разрывах пленки во время прокладки и эксплуатации. Некоторые конструкции коммутационных розеток модульного типа используют дренажный проводник как основной элемент обеспечения надежной гальванической связи экранов кабеля и розетки. В тех случаях, когда используется двухслойная конструкция экрана, дренажный проводник укладывается между отдельными слоями. Экран из оплетки может иметь различную плотность. В тех случаях, когда изготовитель производит несколько вариантов кабелей с экранами различной плотности, ее величина указывается в его технических данных и задается в процентах.

На практике получили достаточно широкое распространение кабели с общим пленочным экраном, который дополняется оплеткой. Конструкцию такого типа иногда называют HIGH Screen. Массовому распространению двухслойных экранов способствует то обстоятельство, что оплетка имеет гораздо более высокую механическую прочность и при заделке в разъем обеспечивает полный надежный круговой

контакт с его экранирующим кожухом. Одновременно пленочные экраны хорошо защищают кабель от высокочастотных помех (RFI), а экраны в виде оплетки — от низкочастотных (EMI), то есть двухслойный экран рассматриваемого вида обеспечивает надежное экранирование кабельного сердечника во всем диапазоне частот. Отметим, что в случае применения двухслойных экранов использование дренажного проводника становится излишним. Однако он достаточно часто оставляется в конструкции, вероятно, из соображений сохранения единства технологического процесса.

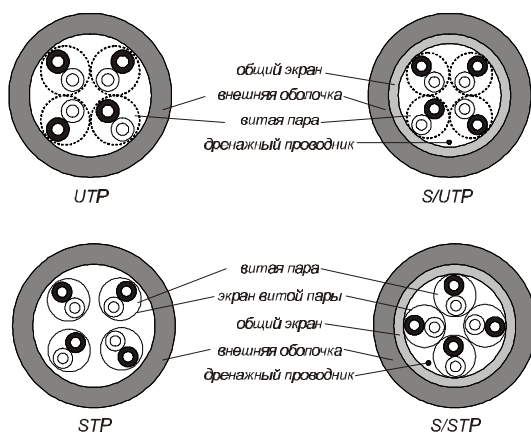


Рис. 40. Структура сердечников и оболочек кабелей различных видов

Дальнейшее улучшение характеристик кабеля по снижению уровня ЭМИ и повышению помехоустойчивости обеспечивается применением общих многослойных экранов типа «пленка-оплетка-пленка» или «пленка-оплетка-пленка-оплетка». Однако данное решение существенно увеличивает стоимость кабеля, его массу и внешний диаметр с одновременным снижением его гибкости, поэтому кабели с такими экранами не получили широкого распространения.

К сожалению, к моменту завершения работы над данной монографией отсутствовала общепринятая терминология по обозначению конструктивных разновидностей горизонтальных кабелей. Производители в своих каталогах и технической документации часто используют собственную систему обозначений. Тем не менее в этой области можно выделить некоторую систему. Кабели с пленочным экраном часто кодируются с использованием буквы F (от слова foiled — фольгированный), а наличие экрана в виде оплетки отмечается буквой S, сокращением Sc (screen — экран) или BS (Braided Screened). Дополнительно отметим, что конструкции с четверочной скруткой (см. параграф 3.1.2.1) обозначаются аббревиатурой STQ (от англ. star quad). Кроме того, среди производителей кабельной продукции для построения СКС достаточно распространено явное указание типов экранов как в полном, так и в сокращенном наименовании кабелей, особенно горизонтальных. Общие сведения об используемых далее по тексту обозначениях разновидностей кабелей, конструкции экрана и целях экранирования приводятся в табл. 23.

Таблица 23. Типовые механические характеристики различных типов горизонтальных четырехпарных кабелей

Условное обозначение		Экран	Цель экранирования
Основное	Альтернативное		
UTP	—	Отсутствует	—
STP	—	Экранирование каждой пары	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение уровня ЭМИ • Повышение защищенности от внешних помех • Повышение переходного затухания
—	PiMF или PMF (pair in metall foil)	Индивидуальный пленочный экран каждой пары	
S/UTP	ScTP, FTP	Общий экран для всех пар	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение уровня ЭМИ • Повышение защищенности от внешних помех
S/STP	STP, S-STP	Экранирование каждой пары, плюс внешний экран вокруг всех пар	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение уровня ЭМИ • Повышение защищенности от внешних помех • Повышение переходного затухания • Увеличение механической прочности

Областью применения кабелей S/UTP является построение горизонтальной подсистемы СКС при значительном уровне внешних наводок (производственные цеха и другие помещения с источниками сильных электромагнитных полей) или при повышенных требованиях к безопасности кабельной системы (защита от несанкционированного доступа). S/STP-кабели обладают в сравнении с кабелями STP еще лучшими характеристиками по защите от внешних помех и по уровню ЭМИ, однако основным их преимуществом перед другими конструктивными решениями является значительно более высокое (на 10-15 дБ и более при условии правильного монтажа) значение NEXT. На сегодняшний день считается, что обеспечить двухстороннюю передачу линейных сигналов с тактовой частотой свыше 250-300 МГц в дуплексном режиме на требуемое стандартами расстояние 90 м можно только с использованием конструкции S/STP.

STP- и S/STP-кабели следует применять во всех случаях, перечисленных для S/UTP-кабелей, в тех ситуациях, когда:

- требуется получение длин кабельных сегментов, превышающих 90 м;
- необходимо построение систем передачи данных, для которых электрические характеристики кабелей категории 5 являются недостаточными;
- должны выполняться повышенные требования по защите от несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Параметры кабелей с индивидуальной экранировкой каждой пары могут существенно превосходить требования категории 5 (особенно по параметру NEXT и, соответственно, по параметру ACR). Следует, однако, иметь в виду, что пока не существует официально признанных на международном уровне стандартов ни на увеличенные длины сегментов, ни на сети, для работы которых электрические характеристики неэкранированных витых пар категории 5, а также проекта категорий 5e и 6 являются недостаточными.

UTP-кабели в сравнении с экранированными обладают следующими преимуществами:

- меньшая стоимость;
- меньшая трудоемкость монтажа и эксплуатации;
- отсутствие повышенных требований к внутреннему заземляющему контуру здания;
- лучшие массогабаритные показатели;
- меньший радиус изгиба.

Основными преимуществами экранированных конструкций являются потенциально лучшая защита от внешних электромагнитных наводок, повышенная механическая прочность в случаях применения оплеточных экранов и более эффективная защита от несанкционированного доступа к передаваемой информации. Высокая теплопроводность металлических элементов некоторых типов экранов обеспечивает эффективный отвод тепла, которое возникает в проводниках в процессе передачи информации из-за протекания электрического тока. На основании этого некоторые производители гарантируют для производимых ими экранированных конструкций меньшее затухание по сравнению с неэкранированными.

Дополнительно отметим, что экранированные конструкции позволяют существенно снизить экологические нагрузки на окружающую среду при высокой концентрации телекоммуникационного и компьютерного оборудования [31], характерных для офисных помещений. Однако корректное обсуждение этой проблемы на данном этапе развития техники пока не представляется возможным в первую очередь из-за отсутствия хорошо апробированных на практике и общепризнанных медицинских норм на допустимый уровень воздействия высокочастотного электромагнитного излучения на организм человека и животных.

Сравнительная характеристика некоторых механических и эксплуатационных параметров основных вариантов конструкции четырехпарных горизонтальных кабелей приведена в табл. 24.

Таблица 24. Виды конструкций горизонтального кабеля

Тип кабеля	UTP		STP	S/UTP	S/STP	S/S/TP
	cat. 5	cat. 5		Плеточный экран	Комбинированный экран	
Масса, кг/км	33-35	34-37	42	49	65-85	82-88
Внешний диаметр, мм	4,9	5,2	5,8	6,3	7,5	8,0
Разброс диаметра: температур, °C	20 +60...70					
Радиус изгиба, мм	30-35		35-40		40-45	

3.1.2.5. Электрические характеристики

Основными электрическими параметрами горизонтального кабеля, которые нормируются действующими редакциями стандартов и представляют практический интерес, являются:

- затухание;
- переходное затухание, или NEXT;
- волновое сопротивление;
- сопротивление постоянному току;
- NVP.

В следующих редакциях стандартов этот список будет существенно расширен (табл. 10).

Требования стандарта TIA/EIA-568-A к максимальному затуханию любой пары горизонтальных кабелей категорий 3, 4 и 5 на длине 100 м при 20°C приведены в табл. 25. Значения затухания получены по формуле 8 с округлением до первого десятичного знака после запятой. Часто кабели поставляются в заводской упаковке (в коробках или на катушках) отрезками по 1000 футов (305 м). Для обеспечения возможности оперативного входного контроля таких поставок в этой же таблице приведены предельные значения затухания для сегментов длиной 305 м (по TIA/EIA TSB-36).

Таблица 25. Максимально допустимое затухание для горизонтальных кабелей категорий 3, 4 и 5 при 20°C

Частота, МГц	Затухание, дБ,					
	кат.3		кат.4		кат.5	
	100м	305м	100м	305м	100м	305м
0,772	2,2	6,8	1,9	5,7	1,8	5,5
1,00	2,6	7,8	2,2	6,5	2,0	6,3
4,00	5,6	17	4,3	13	4,1	13
10,00	9,7	30	6,9	22	6,5	20
16,00	13,1	40	8,9	27	8,2	25
20,00	-	-	10,0	31	9,3	28
31,25	-	-	-	-	11,7	36
62,50	-	-	-	-	17,0	52
100,00	-	-	-	-	22,0	67

Если тестирование проводится при температуре выше 20°C, то для кабелей категорий 4 и 5 значения в табл. 25 должны быть увеличены на 0,4% на каждый градус превышения, а для кабелей категории 3 — на 1,5%.

В табл. 26 представлены требования стандарта TIE/EIA-568-A к минимально

допустимому NEXT для любой комбинации витых пар горизонтальных кабелей категорий 3, 4 и 5. Они получены по формуле 9 с округлением до ближайшего целого. Из-за пренебрежимо малой зависимости NEXT достаточно длинных отрезков кабеля от длины (см. параграф 2.1.3.3) для проверки NEXT сегментов кабеля длиной по 305 м можно пользоваться теми же самыми значениями.

Стандарт ISO/IEC 11801 задает очень близкие к TIE/EIA-568-A требования по предельным значениям затухания и NEXT, однако в диапазоне частот 20-100 МГц он дает альтернативу для пар значений затухания и NEXT кабелей категории 5. Фактически в этом диапазоне фиксируется величина параметра ACR. Это сделано для того, чтобы предоставить некоторую свободу выбора производителям кабеля. Например, кабель с большим

Таблица 26. Минимальное значение NEXT для горизонтальных кабелей категорий 3, 4 и 5

Частота, МГц	NEXT, дБ		
	кат.3	кат.4	кат.5
0,772	43	58	64
1,00	41	56	62
4,00	32	47	53
10,00	26	41	47
16,00	23	38	44
20,00	-	36	42
31,25	-	-	40
62,50	-	-	35
100,00	-	-	32

сечением проводника может иметь несколько лучшие показатели по затуханию при слегка ухудшенном NEXT. Если при этом обеспечивается требуемое значение ACR, то такой кабель может быть сертифицирован на категорию 5.

Требования ISO/IEC 11801 к параметру NVP витых пар категорий 3, 4 и 5 приводятся в табл. 14.

Таблица 27. Минимальные значения параметра SRL для горизонтальных кабелей категорий 3, 4 и 5

Частота, МГц	SRL, дБ		
	кат.3	кат.4	кат.5
1-10	12	21	23
10-16	$12-10\lg(f/10)$	$21-10\lg(f/10)$	23
16-20	-	$21-10\lg(f/10)$	23
20-100	-	-	$23-10\lg(f/20)$

Минимально допустимые (по TIE/EIA-568-A) значения структурных возвратных потерь SRL, возникающих за счет отражений от неоднородностей, приведены в табл. 27. Частота f в формулах имеет размерность МГц.

Требования стандартов к остальным электрическим

характеристикам горизонтальных кабелей из витых пар представлены в табл. 29. Они одинаковы для изделий категорий 3, 4 и 5.

3.1.2.6. Механические характеристики

Механические характеристики горизонтальных кабелей определяются в основном материалами внешней оболочки и изоляции, а также внешним диаметром кабеля. Требования стандартов, конкретизирующие эти параметры, приведены в табл. 28. Первые три параметра определяют геометрические размеры конструктивных элементов кабеля. Несоблюдение их ведет к несовместимости с разъемами модульного типа и IDC-контактами для проводников витых пар.

Таблица 28. Требования к механическим характеристикам горизонтальных кабелей

Параметр	Значение
Диаметр проводников	0,5+0,65 мм (24 или 22 AWG 1)
Диаметр изоляции проводников	$\leq 1,22$ мм
Внешний диаметр кабеля	$\leq 6,35$ мм
Температурный диапазон без ухудшения механических свойств	монтаж: 0...+50°C эксплуатация: -20...+60°C
Минимальный радиус изгиба <ul style="list-style-type: none"> • прокладка; • эксплуатация; 	≤ 8 внешних диаметров ≤ 4 внешних диаметров
Допустимое усилие на растяжение во время монтажа	≤ 400 Н

Внешний диаметр кабеля является важной величиной при расчете емкости кабельных каналов, закладных и вертикальных стояков. Кроме того, он имеет прямую связь с минимально допустимым радиусом изгиба. При прочих равных условиях более тонкие кабели предпочтительнее при прокладке и монтаже.

Минимальный радиус изгиба определяет требования к условиям прокладки. Производители в технических условиях на кабели приводят два параметра: минимально допустимый радиус изгиба во время прокладки и после нее. Ограничение на минимальный радиус изгиба во время прокладки вызвано тем, что этот процесс обычно связан с протягиванием кабеля за один из концов. При наличии усилия растяжения на малом радиусе поворота кабель может быть поврежден или даже лопнуть. Минимальный радиус изгиба после прокладки ограничивает

¹² Перевод значений AWG в миллиметры см. в разделе 12.3.

ся потому, что резкие повороты кабеля могут привести к ухудшению его электрических характеристик. В зависимости от конструкции кабеля минимальный радиус изгиба во время прокладки может до двух раз превышать минимальный радиус изгиба после нее, что позволяет гарантировать отсутствие повреждений под действием динамических нагрузок. В целом кабели с меньшим допустимым радиусом изгиба являются более предпочтительными, потому что ими легче проходить повороты кабельных трасс.

Максимальное усилие на растяжение задает требования к условиям прокладки. Усилия при протяжке, превышающие заданные производителем в технических условиях, могут привести к разрывам оболочки и нарушениям скрутки отдельных пар. Максимальное усилие на растяжение указывается с учетом минимального радиуса изгиба во время прокладки. Для кабелей внутренней прокладки производители не всегда приводят в технических условиях максимальное усилие на растяжение. Это означает, что кабель выдерживает все усилия при прокладке ручным способом.

Рабочий температурный диапазон горизонтальных кабелей обычно составляет от $-40...-20$ до $+50...+60^{\circ}\text{C}$, прокладка основной массы конструкций разрешается при температурах выше 0°C .

3.1.2.7. Упаковка горизонтальных кабелей

Горизонтальные кабели поставляются в двух различных видах упаковки: в картонных коробках и на катушках. При поставке в картонной коробке используется длина 305 м (1000 футов), кабель наматывается на внутреннюю картонную или фанерную бобину (упаковка типа *reel-in-box*) или же формируется в виде самонесущей обмотки (упаковка типа *pull-box*). Внешний конец кабеля обмотки выводится наружу через узкую и достаточно длинную горизонтальную щель или пластмассовую втулку (в случае применения самонесущей обмотки). На поверхность картонной коробки наносится информация о предприятии-изготовителе, типе кабеля и значении метки длины внутреннего конца. Иногда она дополняется логотипом СКС, для применения в которой предназначен кабель. Кроме 305-метровых коробок достаточно редко предлагается также коробочная упаковка другой длины (например, фирма BICC поставляет 500-метровые коробки). Коробочная поставка очень популярна среди монтажников СКС, так как коробки довольно удобны при хранении и транспортировке, а также позволяют легко выполнять размотку без применения дополнительных приспособлений.

В корпусе коробки выполняется отверстие, которое образует ручку для переноски. Крышка коробки не имеет каких-либо дополнительных фиксаторов в виде металлических скобок, липкой полимерной или бумажной ленты. Это обеспечивает, в случае необходимости, легкий доступ к кабельной катушке.

Необычные решения в области упаковки 1000-футовых отрезков используются компанией AESP. Во-первых, коробки пакуются попарно в дополнительную картонную упаковку, что гарантирует дополнительную защиту при транспортировке. Во-вторых, внутренняя картонная бобина помещена на оси в две квадратные стержневые боковины из пластмассы, которые позволяют выполнять размотку без картонной коробки.

Кроме коробок с кабелем стандартной длины до 4% общего количества кабелей может поставляться некоторыми кабельными заводами в так называемых *short length*-коробках, то есть в стандартную картонную коробку укладывается обмотка кабеля меньшей длины. Неизбежность появления таких отрезков обусловлена технологическими особенностями производства (конечность длины заготовок, возможные обрывы, брак и т.д.). Упаковки делятся на 100- и 200-метровые, причем в 100-метровой упаковке может быть от 100 до 199 метров кабеля, а в 200-метро-

вой — от 200 до 304 м. Для стимуляции приобретения таких упаковок и компенсации заказчикам некоторых неудобств работы с ними их цена установлена на уровне стоимости 100 и 200 м независимо от фактического количества кабеля.

Кабель на катушках имеет стандартную длину 500 и 1000 м (компания ИТТ Cannon поставляет также 2500-футовые, то есть 763-метровые катушки). В принципе возможны и большие длины (компания Lucent Technologies поставляет некоторые варианты кабелей типа 1071 на катушках длиной 1200 и 1500 м), однако масса 1000-метровой катушки достигает 50 кг и более, что делает ее неудобной при работе на объекте. Основным преимуществом катушечной поставки является несколько меньшее количество отходов. Невысокая популярность этой упаковки объясняется неудобством транспортировки и складского хранения, а также заметными сложностями размотки без использования специальных приспособлений.

Катушки изготавливаются из пластмассы, дерева или фанеры.

3.1.2.8. Производство горизонтального кабеля

Выпуск четырехпарного горизонтального кабеля осуществляется на специализированных кабельных заводах с использованием соответствующего технологического оборудования. Производство относится к области высоких технологий и отличается высокой степенью автоматизации, за обслуживающим персоналом остаются в основном только функции зарядки станков расходными материалами и полуфабрикатами, съема готовой продукции, контроля параметров и переналадки. Для облегчения процедуры перехода с одного типа кабеля на другой, а также для обеспечения возможности выборочного или сплошного контроля качества технологический процесс разбивается на несколько этапов. Этапы выполняются последовательно на специализированных станках. В перечень основных технологических операций входит:

- нанесение диэлектрической оболочки на медную проволоку (этот процесс выполняется со скоростью примерно 20 м/мин);
- скрутка витой пары из двух проводов. Каждая пара скручивается на отдельном парокрутильном станке со своим шагом и может снабжаться индивидуальным экраном из металлизированной пленки (конструкции типа PiMF);
- формирование сердечника из четырех витых пар. В случае необходимости одновременно с формированием тела сердечника на него сверху наносится пленочный экран с дренажным проводником;
- нанесение экранирующей оплетки на сердечник кабеля S/STP является отдельной технологической операцией, которая выполняется на специально предназначенном для этой цели моточном станке. Из-за его невысокой производительности по сравнению с остальными станками оплетка в конструкциях класса HIGHT Screen наносится уже на пленочный экран сердечника;
- формирование внешней оболочки сердечника. Процесс выполняется с помощью экструдера со шнековой подачей гранулированного полуфабриката и его последовательным разогревом и совмещается с маркировкой и проверкой пробивной стойкости по электрическому напряжению. Из-за мягкости горячей оболочки на выходе экструдера применяется система водяного охлаждения из нескольких последовательных ванн с постепенно снижающейся температурой, а сам станок имеет наибольшие габариты из всего оборудования;
- резка кабеля на 305-метровые отрезки с формированием самонесущей обмотки или намоткой на несущую катушку и последующей укладкой ее в картонную коробку;
- выборочная или сплошная проверка продукции по параметрам NEXT и затухания.

Таблица 29. Требования к остальным электрическим характеристикам витых пар

Параметр	Значение
Волновое сопротивление на частотах более 1 МГц	$100 \pm 15\%$ Ом
Максимальное сопротивление постоянному току короткозамкнутой на дальнем конце пары длиной 100 м при 20°C	19,2 Ом
Несимметрия сопротивлений постоянному току проводников пары	5%
Максимальная емкость дисбаланса пары на землю (100 м, 1 кГц, 20°C)	330 пФ
Минимальное сопротивление изоляции проводник-проводник или проводник-экран по постоянному току	150 МОм \times км
Пробивная стойкость изоляции проводник-проводник или проводник-экран по постоянному напряжению	1 кВ, 1 мин или 2,5 кВ, 2 с
Пробивная стойкость изоляции проводник-проводник или проводник-экран по переменному напряжению	0,7 кВ, 1 мин или 1,7 кВ, 2 с

Из-за относительно невысокой производительности оборудования изготовления горизонтального кабеля ведется непрерывно и круглосуточно с остановкой станков только на профилактику и переналадку. Контроль процесса производства ведется в основном средствами автоматики, большинство рабочих зон доступно также для визуального контроля оператора.

3.1.3. Магистральный кабель

3.1.3.1. Конструктивные особенности

Магистральный кабель предназначен для использования в основном в магистральных подсистемах СКС для связи между собой помещений кроссовых. В подсистеме внешних магистралей обычно большая часть маршрута прокладывается горизонтально, в подсистеме внутренних магистралей — вертикально. В ограниченном объеме кабеля рассматриваемой разновидности применяются также в горизонтальной подсистеме, где они соединяют кроссовую с точкой перехода, консолидационной точкой или 12-портовой розеткой.

Основанием для отнесения кабеля к группе магистральных является наличие у него более четырех витых пар. В том случае, если все они помещаются под общую оболочку, кабель называется многопарным. Кроме многопарных некоторые фирмы предлагают так называемые многоэлементные (Multi Unit) кабели. Они отличаются тем, что кабельный сердечник образуют не отдельные витые пары, а двух- или четырехпарные элементы, аналогичные по конструкции горизонтальному кабелю и снабженные индивидуальной защитной оболочкой.

Конструкция многопарного кабеля зависит от его емкости. При числе пар до 25 каких-либо дополнительных элементов в составе кабельного сердечника не предусматривается. В случае емкости свыше 25 пар пары разбиваются на пучки по 25 пар в каждом, совокупность которых образует кабельный сердечник (рис. 41). Провода одного пучка скрепляются полиэтиленовыми ленточками. Для увеличения прочности и устойчивости к различным механическим воздействиям в качестве основы сердечника многоэлементного кабеля может применяться центральный стеклопластиковый прут. Снаружи сердечник защищается общей диэлектрической

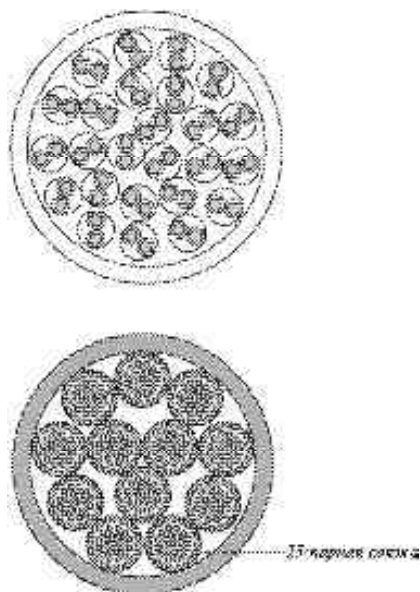


Рис. 41. Многопарные магистральные кабели:
а) 25-парный кабель категории 5,
б) 300-парный кабель категории 3

кой оболочкой. Кроме неэкранированных магистральных кабелей в ограниченном количестве производятся S/UTP-конструкции, у которых под внешней диэлектрической оболочкой находится экран.

Аналогично горизонтальным кабелям на оболочку магистрального кабеля наносится маркировка, включающая в себя тип, данные по диаметру проводников и их количеству, наименование тестирующей лаборатории, а также футовые или метровые метки длины.

С целью снижения коэффициента затухания проводники изготавливаются из монолитной медной проволоки. Аналогично горизонтальным кабелям они различаются по категориям от 3 до 5, причем магистральные конструкции категории 4 встречаются на практике очень редко. В табл. 30 приведены типовые емкости магистральных многопарных кабелей в парах в зависимости от категории. В некоторых случаях применяются изделия с емкостью, отличной от указанной в табл. 30. Так, например, в кабельной системе ISCS компании ITT Cannon не используются панели типа 110 (см. далее параграф

3.3.2.1), и многопарные кабели этой фирмы поэтому имеют емкость 24, 48 и 96 пар. Многоэлементные кабели в общем случае отличаются от многопарных аналогов меньшей емкостью. Так, например, известны конструкции, которые содержат до 24 двухпарных и до 16 четырехпарных элементов.

Таблица 30. Типовые емкости магистральных кабелей

Категория кабеля	Количество пар
3	25, 50, 75, 100, 200, 300, 600, 900, 1800
5	25, 50, 100

Погонная масса 25-парного кабеля категории 5 равна обычно 180–190 кг/км, рабочий диапазон температур составляет от –20 до +60°C.

Магистральные кабели подразделяются на кабели внутренней и внешней прокладки. Основным отличием кабеля внешней прокладки является применение специальных мер и конструктивных решений по защите кабельного сердечника от попадания в него влаги. Наиболее часто эта проблема решается использованием внешней полиэтиленовой оболочки. Некоторые типы телефонных кабелей имеют гелевое заполнение внутренних пустот сердечника. Дополнительная защита кабельного сердечника от попадания влаги и механических воздействий выполняется броней из алюминиевой или стальной гофрированной ленты. Примером могут служить кабели серий ARMM и ANMW компании Lucent Technologies. Однако подавляющее большинство производимых кабелей — кабели внутренней прокладки. Магистральные кабели внешней прокладки, удовлетворяющие требованиям категории 3 или выше, не получили широкого распространения.

3.1.3.2. Электрические характеристики

В целом требования к электрическим характеристикам магистральных кабелей соответствуют требованиям к электрическим характеристикам горизонтальных кабе-

лей. Необходимо только иметь в виду, что мощность наводок от соседних пар на ближнем конце в многопарном окружении может быть выше, потому что подобные наводки суммируются. Этим объясняется относительно больший по сравнению с горизонтальными кабелями удельный вес конструкций, характеристики переходного затухания которых изначально сертифицировались по критерию суммарной мощности (Power Sum).

Из природы возникновения переходных помех следует, что наибольший вклад в уровень наводок на ближнем конце вносят пары, находящиеся в самой непосредственной близости от цепи, подверженной влиянию. Пары, находящиеся в других связках, практически не могут изменить общий уровень наводок. Поэтому, если магистральный многопарный кабель обслуживает несколько приложений, рекомендуется разносить их сигналы по разным связкам. При использовании для организации магистральных трактов многоэлементных конструкций разнос приложений происходит автоматически.

Вероятность прокладки магистрального кабеля рядом с кабелями силовых электрических цепей выше, чем для горизонтальных кабелей. Поэтому стандарт TIE/EIA-568-A определяет для них повышенные требования к пробивному напряжению диэлектрика проводник-проводник или проводник-экран — 3 с для постоянного напряжения 5 кВ. Условия тестирования электрических характеристик магистральных и горизонтальных кабелей и используемые для этого измерительные приборы не отличаются друг от друга.

3.1.3.3. Механические характеристики

Требования стандартов к механическим характеристикам магистрального кабеля приведены в табл. 31. Первые два параметра определяют геометрические размеры проводов. Их несоблюдение ведет к несовместимости с IDC-разъемами коммутационного оборудования в кроссовых.

Внешний диаметр магистральных кабелей достигает 20 мм и более. Максимальное усилие на растяжение, которое выдерживают магистральные кабели, — весьма значительное и приводится производителем в паспортных данных.

Таблица 31. Требования к механическим характеристикам магистральных кабелей

Параметр	Значение
Диаметр проводников	0,5–0,61 мм (20–22 AWG) ¹³
Диаметр изоляции проводников	0,22 мм
Температурный диапазон без ухудшения механических свойств	минимум: 0–+50°C максимум: -20–+60°C
Минимальный радиус изгиба проводника	5 × номинальный диаметр
Минимальный радиус изгиба кабелю	5 × номинальный диаметр

3.1.4. Другие электрические кабельные изделия СК

3.1.4.1. Кабель для шнуров

Кабель для шнуров, как это следует из его названия, предназначен для изготовления из него коммутационных и оконечных шнуров. Он содержит в большинстве случаев четыре витые пары¹⁴, по конструкции очень похож на горизонтальный кабель. Основные отличия между этими разновидностями кабельных изделий состоят в том, что в кабеле для шнуров:

¹³ Перевод значений AWG в миллиметры см. в разделе 12.3.

¹⁴ На рынке в ограниченном объеме доступны также двух- и трехпарные варианты кабелей для шнуров, используемые главным образом для обеспечения функционирования телефонных приложений.

- для придания устойчивости к многократным изгибам и продления срока эксплуатации проводники изготавливаются из семи тонких перевитых медных проволок диаметром примерно по 0,2 мм каждая (Stranded)¹⁵; в отечественной технической литературе для обозначения такого вида проводников используется термин «многопроволочная конструкция»;
- изоляционная оболочка проводника имеет несколько большую по сравнению с горизонтальным кабелем толщину (около 0,25 мм);
- для изготовления внешней оболочки выбирается материал с повышенной гибкостью.

Отметим, что для использования в кабельной системе SMART израильской компании RiT Technologies предназначен кабель для шнуров с девятым дополнительным проводником. Этот проводник имеет диаметр 0,4 мм (26 AWG), располагается по оси кабеля, выполняя функции основы его сердечника, и применяется для передачи сигналов, используемых кабельным сканером системы PatchView для построения базы данных установленных соединений.

Электрические характеристики кабеля для шнуров и горизонтального кабеля практически совпадают, за исключением затухания, так как для первого оно является принципиально более высоким из-за конструкции токопроводящей жилы. Стандарт TIE/EIA-568-A определяет, что максимально допустимое погонное затухание кабеля для шнуров может быть на 20% выше, чем затухание горизонтального кабеля. Нормы ISO/IEC 11801 на затухание являются менее жесткими. Этот стандарт допускает увеличение коэффициента затухания кабеля для шнуров на 50% по сравнению с горизонтальным кабелем (табл. 32). Несмотря на то что длина соединительного шнура на практике не превышает 10 м, из соображений унификации с обычными горизонтальными кабелями характеристики затухания нормируются применительно к длине 100 м.

Таблица 32. Максимально допустимое затухание кабелей для шнуров категорий 3, 4 и 5 при 20°C по TIE/EIA-568-A и ISO/IEC 11801

Частота, МГц	Затухание, дБ/100 м		
	кат.3	кат.4	кат.5
0,125	2,75 ± 1	2,15 ± 1	2,25 ± 1
0,3125	3,15 ± 1	2,45 ± 1	2,45 ± 1
0,625	3,75 ± 1	2,75 ± 1	2,75 ± 1
1,25	4,75 ± 1	3,45 ± 1	3,45 ± 1
2,5	5,75 ± 1	4,15 ± 1	4,15 ± 1
5,0	6,75 ± 1	4,85 ± 1	4,85 ± 1
10,0	7,75 ± 1	5,55 ± 1	5,55 ± 1
20,0	8,75 ± 1	6,25 ± 1	6,25 ± 1
30,0	9,75 ± 1	6,95 ± 1	6,95 ± 1
40,0	10,75 ± 1	7,65 ± 1	7,65 ± 1
50,0	11,75 ± 1	8,35 ± 1	8,35 ± 1
60,0	12,75 ± 1	9,05 ± 1	9,05 ± 1
70,0	13,75 ± 1	9,75 ± 1	9,75 ± 1
80,0	14,75 ± 1	10,45 ± 1	10,45 ± 1
90,0	15,75 ± 1	11,15 ± 1	11,15 ± 1
100,0	16,75 ± 1	11,85 ± 1	11,85 ± 1

далее параграф 3.1.5) должна соответствовать цветовой маркировке горизонтального кабеля, хотя у американских производителей (например, Quabbin Wire & Cable) встречаются другие варианты кодировки. На внешнюю оболочку наносятся практически такие же маркирующие и идентифицирующие надписи, а также метки длины.

Следует подчеркнуть, что изготовленные из кабеля рассматриваемой группы шнуры используются в кроссовых и рабочих помещениях пользователей, которые не относятся к классу Plenum-полостей. На основании этого основная масса кабелей для шнуров не производится в вариантах с негорючей и малодымной оболочкой.

¹⁵ В некоторых зарубежных публикациях данный факт подчеркивается тем, что диаметр проводника указывается в следующей форме: AWG24/7 или AWG24/7×0,2.

3.1.4.2. Провод для перемишек

Провод для перемишек, или кроссировочный провод¹⁶, в большинстве случаев представляет собой одну неэкранированную витую пару категории 3 без внешней защитной оболочки. Проводники изготавливаются из монолитной медной проволоки диаметром 0,51 мм с изоляцией из поливинилхлорида. Один провод перемишки по стандарту TIA/EIA-568A должен быть белого цвета, второй окрашивается сплошным цветом, чаще всего синим или красным. Основным назначением провода является его использование на коммутационных панелях типа 66 с контактами типа IDC 66. В некоторых случаях с его помощью выполняется разводка панелей типа 110. Стандартная упаковка двухпарного кроссировочного провода длиной 305 м (1000 футов) или 201 м (660 футов) представляет собой катушку диаметром около 15 см.

Наряду с однопарным кроссировочным проводом существуют также двухпарный, трехпарный и четырехпарный его варианты. Формирование структуры такого провода производится скруткой его витых пар друг с другом. В последнее время некоторые производители начали изготавливать провод для перемишек с 2, 3 и 4 парами в общей защитной оболочке, который по своей конструкции фактически представляет собой классический горизонтальный кабель. По мнению разработчиков, такая оболочка помогает сохранить структуру витков пар между контактами коммутационной панели, и поэтому перемишка, изготовленная из такого провода, может обеспечивать характеристики категории 4 и даже 5.

Цветовая кодировка проводников многопарных проводов полностью соответствует принципам, используемым для маркировки проводников горизонтального кабеля, и рассмотрена далее в параграфе 3.1.5.

3.1.4.3. Кабель для прокладки под ковром

Основная масса горизонтальных кабелей прокладывается до информационных розеток в кабельных коробах, под фальшполом и за фальшпотолком с помощью соответствующих технических средств (в декоративных колоннах, напольных и подпольных коробах и т.д. — см. далее параграф 5.2.4). На практике иногда встречаются случаи, когда в силу каких-либо обстоятельств применение перечисленных выше решений невозможно или нецелесообразно. В данной ситуации единственной возможностью проведения кабеля до рабочего места является прокладка по полу.

Известны три основных способа решения данной задачи: использование подпольных каналов, напольных коробов и специальных кабелей. Подпольные каналы относятся к области строительных решений и предусматриваются еще на архитектурной стадии проектирования (см. раздел 8.2), напольные короба рассмотрены в разделе 5.2. Здесь остановимся только на специальных кабелях для напольной прокладки, которые прокладываются без использования дополнительных защитных технических средств.

Характерной чертой кабелей для напольной прокладки, или для прокладки под ковром (undercarpet cable), без использования дополнительных защитных элементов является плоская конструкция для максимального распределения давления по поверхности изделия. Это достигается за счет использования боковых «крыльев» трапецевидной в сечении формы, примыкающих своим большим основанием к внешней оболочке (рис. 42). Максимальная толщина этих крыльев выбрана равной внешнему диаметру кабеля. Наличие данного элемента конструкции облегчает также крепление кабеля к полу с помощью скобок или липкой ленты и устраняет закручивание в процессе прокладки.

¹⁶ Для широкого круга специалистов по телефонной связи это изделие известно под жаргонным наименованием «кроссировка».

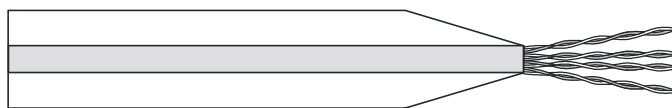


Рис. 42. Кабель для прокладки под ковром

Общие правила использования кабелей рассматриваемого вида соответствуют решениям, применяемым при прокладке

обычных горизонтальных кабелей. Некоторые дополнительные ограничения приведены в стандарте TIA/EIA-568A. Согласно этому нормативному документу, кабели для прокладки под ковром не должны использоваться во влажных помещениях, подвергаться воздействию агрессивных жидкостей и прокладываться параллельно силовой проводке на расстоянии ближе 152 мм (6 дюймов). При пересечении с силовым проводом информационный кабель должен проходить сверху.

Таблица 33. Кабели СКС для прокладки под ковром

Фирма-изготовитель	Наименование	Категория	Упаковка, м
Hubbell	DCTP04200	3	61
AMP	557874-1	5	76,2
	555318-1	3	76,2
PCnet	65504-98	5	61
	65304-98	3	61

Кабели для прокладки под ковром могут иметь категорию 3 и 5, краткий перечень некоторых их типов приведен в табл. 33.

В связи с небольшой длиной кабельных трасс под ковровым покрытием стандартная упаковка имеет существенно мень-

шую длину и содержит обычно 200-250 футов (61-76 м) такого кабеля.

3.1.4.4. Горизонтальные кабели с граничной частотой свыше 100 МГц

В настоящее время на рынке компонентов СКС предлагается ряд типов серийных горизонтальных кабелей, характеристики которых существенно превышают требования стандартов категории 5. Общими чертами неэкранированных конструкций рассматриваемой группы является то, что:

- все они обеспечивают получение величины параметра ACR порядка 10 дБ на частотах примерно 150-200 МГц и даже более, то есть соответствуют характеристикам кабеля перспективной категории 6 часто с определенным запасом;
- увеличение параметра ACR достигнуто главным образом за счет улучшения параметра NEXT (на 10 дБ и более), хотя определенная доля может быть обеспечена уменьшением погонного затухания. При этом ранее были распространены конструкции, которые имели затухание, равное затуханию кабелей категории 5. В последнее время все большее распространение получают кабели с заметно лучшими характеристиками по затуханию;
- характеристики кабелей нормируются до частот порядка 350-550 МГц из соображений использования их для передачи сигналов однонаправленных приложений, под которыми на практике в подавляющем большинстве случаев понимается многоканальное эфирное и кабельное телевидение.

При этом достаточно четко прослеживается деление рассматриваемых конструкций на два подкласса с граничными частотами нормировки параметров 350 и 550-600 МГц соответственно. Модели «младшего» подкласса часто отличаются от обычных кабелей категории 5 только несколькими лучшими значениями параметра NEXT и PS-NEXT, тогда как высокочастотные изделия имеют, наряду с улучшенными характеристиками переходного затухания, также заметно меньшее погонное затухание.

Краткий перечень типов кабелей UTP с улучшенными характеристиками приведен в табл. 34.

Таблица 34. Горизонтальные кабели UTP с граничной частотой свыше 100 МГц

Фирма-изготовитель	Тип	Граничная частота $f_{гр}$ по АСР, МГц	Величина затухания $\alpha_{гр}$ по АСР, дБ/100 м	Затухание $\alpha_{гр}$ по АСР, дБ/100 м	SNR, дБ	Итого, дБ
Полоса 150 МГц						
Alcatel	LANmark	210	350	37,6	11	33
AMP	FUTURELAN 330	140	350	44,9	16	33
Belden	1706A	160	350	37,7	16	34
Mohawk/CDT	Mega-LAN 400	150	350	48,1	14	35
Patch	DX1150-1	175	350	37	-	36
Platts	Category 5plus	100	350	44,3	-	37,5
Полоса 50-600 МГц						
Lucent Technologies	1071, 2071 и 3071	180	550	33,1	15,9	38
Mohawk/CDT	AdvancedNet 500	180	550	33,1	17,8	38,5
RFT Technologies	Cross 327 P	183	550	33	-	39
Belden	1872A	184	550	33,1	16	40

Примечание. Величины $f_{гр}$ всех представленных в таблице кабелей получены расчетным путем по характеристикам затухания и переходного затухания, приведенным в фирменных материалах.

Для уменьшения затухания применяется увеличение диаметра медной жилы проводника до 0,55 мм против типовых для витой пары категории 5 значений 0,51-0,53 мм и использование изоляционных покрытий с уменьшенными диэлектрическими потерями, в частности из вспененных материалов. Этим, кстати, объясняется несколько большие погонная масса и внешний диаметр по сравнению с кабелями категории 5 (см. табл. 24).

Работы по увеличению параметра NEXT ведутся в двух направлениях. Первое из них основано на сохранении структуры сердечника в процессе прокладки и эксплуатации за счет введения в состав кабельного сердечника дополнительного элемента, выполняющего функции его силовой основы. В качестве такого элемента может быть использован центральный пластиковый пруток (кабель типа 1711A фирмы Belden) или полиэтиленовый профилированный элемент (сепаратор) типа C³ (Central Crosstalk Cancellation) в форме четырехлучевой звезды в поперечном сечении (кабель LANMark концерна Alcatel и 7812A компании Belden), рис. 43. Последний за счет укладки каждой пары в индивидуальный паз дополнительно разносит их друг от друга, что сопровождается заметным увеличением параметра NEXT и, соответственно, АСР (это хорошо видно из данных табл. 34). Второе направление основано на поддержании высокой точности балансировки витых пар, то есть шага скрутки. В этой области известны следующие подходы. Компании Lucent Technologies и NEK/CDT используют тщательный контроль шага свивки проводников во время изготовления кабеля в сочетании с некоторым его уменьшением по сравнению с конструкциями категории 5. Компанией NEK/CDT дополнительно используется скрутка отдельных пар в сердечнике, что также способствует росту величины NEXT. Подход второго типа продвигает фирма Belden, которая применяет склейку проводников

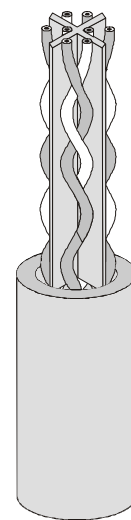


Рис. 43. Конструкция горизонтального кабеля с центральным сепаратором

пары. Это гарантирует очень высокую стойкость кабеля к различного рода изгибам с малым радиусом, однако в определенной степени усложняет его разделку в оконечных розетках и на кроссовой панели. Из соображений сохранения структуры сердечника во время прокладки поставка кабелей рассматриваемого вида выполняется в основном на катушках.

Определенный выигрыш по величине PS-NEXT обеспечивается за счет разноса отдельных витых пар друг от друга. Это достигается путем отказа от традиционной круглой внешней оболочки и применения оболочки с близкой к овальной формой поперечного сечения (так называемый плоский кабель), рис. 44. Примерами конструкций такого вида являются кабели MediaTwist компании Belden и 9C6R4 компании Siemon [46].

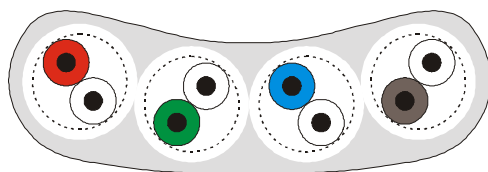


Рис. 44. Плоский кабель типа MediaTwist компании Belden

Структурные возвратные потери минимизируются ужесточением допусков на возможные флуктуации диаметра жилы, а также эксцентриситет жилы и изоляционной оболочки (до $\pm 1\%$ против типовых $\pm 3\%$ для конструкций категории 5).

Дальнейшее увеличение рабочих частот горизонтальных кабелей обычных

СКС без индивидуальной подборки параметров отдельных пар с возможностью их использования для сетей передачи данных (то есть по критерию ACR=10 дБ), по мнению многих специалистов, при современном уровне техники возможно только на экранированных конструкциях.

Применение экранированных кабелей S/STP позволяет существенно увеличить верхнюю граничную частоту. Так, многие кабельные заводы серийно выпускают кабели указанного вида, характеристики которых нормируются на частотах вплоть до 1,0 и даже до 1,2 ГГц. Основной областью их применения считаются системы SOHO, передача сигналов приложений класса F и построение обсуждаемых сей-час главным образом в академических кругах систем категории 8 [41].

Массовое применение кабелей рассматриваемого класса сдерживается двумя факторами:

- отсутствием официальных стандартов, нормирующих параметры линий связи на частотах свыше 100 МГц;
- отсутствием высококачественных широко распространенных высокочастотных разъемов, что не позволяет в полной мере использовать потенциальную пропускную способность кабеля как среды передачи сигнала (более подробно об этой проблеме см. параграф 3.2.6);
- существенно более жесткие требования к технологии производства вызывают заметный рост стоимости продукта (примерно на 30% для кабелей UTP с граничной частотой 350 МГц) по сравнению со стандартным кабелем категории 5.

Заметное увеличение объема выпуска и применения кабелей младшего под-класса следует ожидать не ранее 2000 года после официального принятия стандарта категории 6.

3.1.4.5. Комбинированные конструкции кабелей для горизонтальной подсистемы СКС

Кабели, содержащие одновременно несколько типов кабельных элементов, то есть оптические волокна, витую пару и коаксиальную трубку, называются комбинированными, или гибридными (hybrid). При построении СКС применяются

комбинированные конструкции, включающие в себя волоконные световоды и витую пару. Основанием для их использования служит тот факт, что в некоторых кабельных системах информационная розетка на рабочем месте оборудуется одним оптическим и одним электрическим портом. Основным преимуществом таких кабелей считаются меньшие габариты и меньшие затраты на прокладку по сравнению со случаем нескольких отдельных кабелей.

Известны комбинированные кабели, в состав которых входят четырехпарный элемент UTP, элемент типа 1 ИБМ и двух- или четырехволоконный оптический кабель (так называемые dual- и tri-media-кабели). При этом элементы могут иметь как общую оболочку, так и каждый индивидуальную, скрепленные узкими перемычками (рис. 45). Эти кабели не получили широкого распространения и применяются только для решения специфических задач связи. Подробное их рассмотрение выходит за рамки настоящего материала.

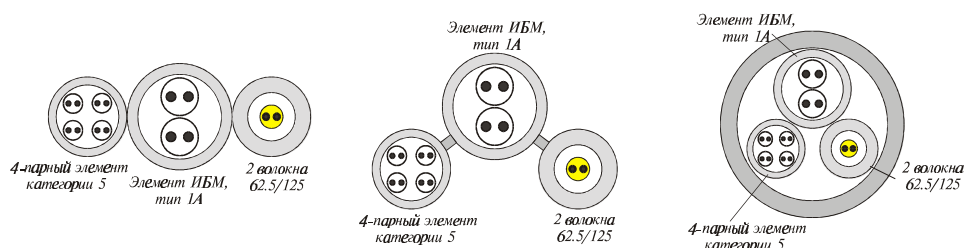


Рис. 45. Варианты конструктивной реализации комбинированных кабелей

Вторым вариантом комбинированной конструкции для создания горизонтальной подсистемы СКС является кабель blotwist системы Blolite. Более подробно это решение рассмотрено в разделе 4.7.

3.1.5. Цветовая маркировка электрических кабелей СКС

При монтаже кабелей СКС очень важно иметь эффективный механизм идентификации витых пар и их проводников в электрических кабелях и волоконных световодах в оптических. Из-за малых размеров этих элементов применение маркирующих надписей является неэффективным и используется кодировка, основанная на окраске изоляционных оболочек и других элементов кабельного сердечника в различные цвета. Маркировка буквенно-цифровым кодом, аббревиатурами, знаками и различными пиктограммами применяется исключительно на внешних оболочках.

Основными нормативными документами, определяющими правила цветовой кодировки и маркировки, являются стандарты IEC 708-1 и TIA/EIA-598. Они используют одинаковый принцип и задают двенадцать основных маркирующих цветов (табл. 35). В электрических симметричных кабелях первые пять цветов задействованы для маркировки пары в группе, остальными семью маркируются группы. При этом цветом группы отмечается первый проводник пары, а в цвета пары окрашивается второй проводник.

Таблица 35. Маркирующие цвета проводников и световодов кабелей СКС по IEC 708-1 и TIA/EIA-598

№	1	2	3	4	5	6
Цвет покрытия	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый	Белый
№	7	8	9	10	11	12
Цвет покрытия	Красный	Черный	Желтый	Фиолетовый	Розовый	Голубой

Так, в четырехпарных кабелях изоляция первого провода пары кабеля окрашивается в белый цвет (из-за широкого распространения этих кабелей их цветовая кодировка дополнительно выделена заливкой соответствующих ячеек в табл. 35). Принадлежность белого провода к той или иной паре в кабелях UTP и S/UTP категории 5 и 6 определяется плотной свивкой с основным проводом и его идентификация не вызывает больших сложностей.

В кабелях с шагом скрутки витых пар свыше 38 мм, то есть фактически в кабелях категории 3, по стандарту для идентификации второго провода пары используются кольцевые метки, расположенные на оболочке через 10-15 мм, причем цвет метки совпадает с цветом оболочки другого провода пары. Этот же принцип используется в некоторых конструкциях кабелей категории 5 (компания Belden, Plastic Insulated Cable и некоторые другие), вероятно, из-за нежелания производителей менять отлаженный технологический процесс. На практике встречается также маркировка белого провода пары цветной линией на оболочке, ориентированной вдоль его оси. Такое решение особенно удобно в кабелях для шнуров, так как облегчает идентификацию проводников в процессе установки вилки модульных разъемов.

Правила цветовой маркировки магистральных кабелей задаются документом IEC 708-1 и приведены в табл. 36. В пределах каждого 25-парного пучка отдельные витые пары разбиваются на пять групп по пять пар в каждой. Внутри группы в каждой паре один из проводников имеет один и тот же цвет, свой для каждой группы. Цветовая нумерация групп начинается с цвета 6 (белого) согласно табл. 35. Второй проводник пары имеет свой цвет по номеру пары внутри группы. Каждый пучок в кабеле емкостью свыше 25 пар дополнительно обмотан двумя цветными полиэтиленовыми ленточками или нитками, которые обеспечивают его цветовую маркировку, по принципам формирования идентичную маркировке номеров пар.

Таблица 36. Цветовая маркировка пар в пучке многопарного кабеля

Группа	Цвет первого провода пар в группе	Цвет второго провода				
		Пара 1	Пара 2	Пара 3	Пара 4	Пара 5
1	Белый	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый
2	Красный	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый
3	Черный	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый
4	Желтый	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый
5	Фиолетовый	Синий	Оранжевый	Зеленый	Коричневый	Серый

В некоторых случаях применяется цветовая кодировка, отличная от приведенной в табл. 35, что определяется национальными нормами или внутрифирменными стандартами. Достаточно полная подборка схем цветового кодирования различных производителей представлена в монографии [1].

Отметим, что, несмотря на внешнюю простоту, окраска оболочек отдельных проводников кабелей из витых пар является на практике достаточно нетривиальной задачей. При нанесении окраски приходится учитывать два обстоятельства. Во-первых, полиэтилен, используемый в подавляющем большинстве случаев в качестве материала изоляции отдельных жил, весьма плохо поддается окраске. Во-вторых, красящие составы обязательно содержат металлические частицы, которые оказывают отрицательное воздействие на электрические характеристики как отдельной витой пары, так и всего кабеля в целом. В частности, коричневая краска вызывает значительный рост емкостной взаимосвязи между проводниками и существенно увеличивает затухание витой пары.

3.2. Разъемы для электрических кабелей

Разъемы для витых пар предназначены для обеспечения разъемного соединения кабелей СКС с коммутационным оборудованием в кроссовых, информационных розетках рабочих мест и с сетевым оборудованием. Основные технические требования к этим элементам заключаются в следующем:

- минимальное затухание;
- высокое переходное затухание;
- минимальные структурные возвратные потери;
- небольшое сопротивление постоянному току;
- временная и температурная стабильность характеристик;
- простота установки на кабель;
- легкость подключения;
- хорошие массогабаритные показатели.

Для их обеспечения разработан ряд технических решений, которые более подробно обсуждаются ниже.

3.2.1. Механические и электрические параметры разъемов

3.2.1.1. Подключение проводников кабеля к контактам разъемов

Способ подключения проводников кабеля к контактам разъемов играет особую роль в обеспечении электрических, частотных и эксплуатационных характеристик разъемного соединения. Известно, что подключение проводников друг к другу может быть выполнено различными способами. Так, в частности, стандарт IEC-352 предусматривает соединение накруткой, обжатием, запрессовкой. Добавим сюда также соединение пайкой и под винт. В разъемах СКС для соединения используется метод IDC (Insulation Displacement Connection). В дальнейшем такое соединение называется IDC-контактом¹⁷. От всех прочих данная технология выгодно отличается простотой реализации, а также более высокой температурной и временной стабильностью в сочетании с вибрационной стойкостью, возможностью в некоторых случаях многократного подключения проводов и работы при высоком уровне загрязненности воздуха агрессивными промышленными выбросами.

Любая реализация метода IDC основана на использовании двойного пружинящего контакта с острыми режущими кромками, в зазор между которыми при установ-

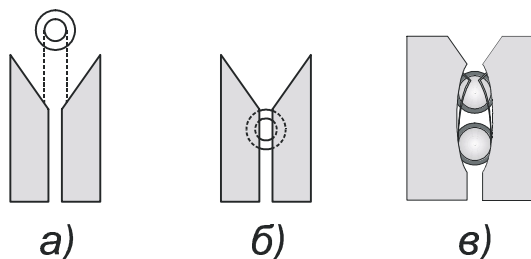


Рис. 46. Подключение проводника к разъему методом IDC:

- а) до установки;
- б) после установки;
- в) подключение двух проводников к контакту типа КАТТ

¹⁷ Название метода IDC до настоящего времени не имеет точного эквивалента в русскоязычной технической литературе. В различных журнальных публикациях, как переводных, так и написанных отечественными авторами, встречаются такие названия этого метода, как «врезной метод», «метод врезного контакта сквозь изоляцию», «метод замещения изоляции», «метод контакта сквозь изоляцию» и другие. Ни одно из таких названий, по мнению авторов данной работы, не является удачным, поэтому в дальнейшем употребляется термин IDC-контакт.

ке вводится проводник. Кромки прорезают в изоляционной оболочке узкую щель и создают электрический контакт с проводником (рис. 46). За счет того, что кромка рабочего элемента врежется в медь проводника, обеспечивается очень небольшая величина переходного сопротивления. С течением времени из-за диффузии происходит увеличение эффективной площади взаимодействующих элементов, что сопровождается даже некоторым улучшением электрических характеристик контакта. Одновременно за счет малой толщины ножей в сочетании с отсутствием механических напряжений достигается хорошая герметичность зоны соединения. На основании этого рассмотренный далее контакт КАТТ компании Molex иногда даже в явном виде называется в фирменной документации герметичным IDC-контактом. Кислород воздуха не попадает на контакт и не возникает проблемы окисления и электрохимической коррозии. В широкое практическое использование внедрено несколько основных разновидностей IDC-контактов, отличающихся друг от друга формой и взаимным расположением режущих кромок (рис. 47):

- типа 110;
- типа 66;
- типа Krone или LSA-Plus;
- типа КАТТ.

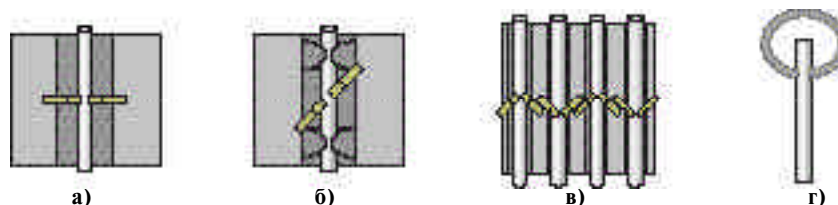


Рис. 47. Варианты расположения контактов в IDC-соединителях различных типов:

а) типа 110 и 66;
б) типа Krone;

в) типа КАТТ;
г) в трубчатом контакте

Таблица 37. Общие характеристики различных типов IDC-контактов

Тип контакта	Расположение режущих кромок	Возможность подключения более одного проводника	Категория
110	Прямое	Невозможно	3-5
66	Прямое	Возможно	3 *
Krone	Угловое	Возможно	3-5
КАТТ	Угловое	Возможно	3-5

* Категория 5 в варианте 66M1

Ограниченное применение находят также трубчатые варианты реализаций IDC-контактов. Общая характеристика основных вариантов контактов приведена в табл. 37, а способ подключения и расположение контактов — на рис. 46 и рис. 47 соответственно.

Конструкция всех рассматриваемых далее IDC-контактов рассчитывается таким образом, чтобы гарантированно сохранить электрические и механические характеристики при выполнении минимум 100 циклов включения-отключения.

Контакты 110 и 66 имеют прямое расположение режущих кромок, тогда как в контактах Krone и КАТТ использована угловая установка ножей. Контакты 110 не предназначены для подключения более одного проводника, контакты остальных типов позволяют реализовать (в некоторых случаях с определенными оговорками) параллельное соединение нескольких (обычно двух) проводников, что имеет важное значение в телефонии. Обеспечение возможности подключения

нескольких проводников к одному контакту обычно реализуется увеличением длины режущего элемента (меньшая расходимость кромок) или применением специальной формы режущей части ножа. Примером типичного изделия, реализующего первое направление, является контакт типа 66. В связи с тем что такой подход неизбежно ухудшает электрические характеристики контакта за счет большой собственной реактивности, он более не используется в современных разработках для высокоскоростных каналов передачи информации. Наиболее известным примером решения второго типа являются контакты КАТТ, в которых установлены ножи с рабочей зоной серповидной формы, оптимизированные для установки двух проводников (рис. 46в).

В контактах IDC 66 режущие кромки рабочих элементов расположены друг против друга и имеют достаточно большую длину (около 25 мм). Контакты типа IDC 66 оптимизированы для подключения перемычек и широко используются в СКС для обслуживания низкоскоростных приложений. Например, для УАТС они позволяют создать параллельные телефонные линии и т.д.

Контакты типа 110 отличаются от контактов 66 в основном меньшими геометрическими размерами и изначальной ориентированностью на применение в высокоскоростных цепях категории 5. При их разработке не ставилась цель создания параллельных соединений, поэтому они рассчитаны на подключение только одного проводника. Аналогично контакту 66 в контакте 110 использована параллельная установка ножей, которые в рабочем положении перпендикулярны оси проводника.

Контакты с угловой установкой ножей отличаются тем, что рабочая поверхность ножа врезается в медь проводника своей острой угловой кромкой, а не плоскостью, как в контактах типа 66 и 110. За счет этого в месте взаимодействия ножа с проводом не возникают узкие клиновидные щели, в области которых начинаются процессы коррозии [42]. Эти контакты известны в двух основных разновидностях.

В элементах Krone ножи располагаются параллельно друг другу и с разворотом под углом 45° к оси проводника¹⁸. За счет осевого разнесения точек врезания рабочих кромок ножей это обеспечивает весьма незначительное уменьшение площади поперечного сечения подключаемого проводника. Постоянно действующие распределенные вдоль проводника силы кручения, обеспечиваемые упругостью пластин ножей, позволяют получить несколько большую устойчивость к возможным механическим воздействиям. Эксплуатационная надежность контакта обеспечивается серебрением рабочих поверхностей его ножей.

Принципиальным недостатком контакта типа Krone считается то, что после прессовки в него провода из-за угловой установки ножей рабочих элементов происходит нарушение заданной ориентации проводника. Это вынудило разработчиков увеличить длину самого элемента введением в него длинной пластмассовой направляющей, что отрицательно сказывается на массогабаритных показателях изделия. Этот недостаток в контакте типа КАТТ¹⁹ (разработка компании Mod-Tap) за счет того, что в нем также использована угловая установка рабочих ножевидных элементов, однако, в отличие от контактов Krone, плоскости контактных элементов образуют друг с другом угол, близкий к прямому. Дополнительным отличием от аналогов является то, что в модуле КАТТ соседние контакты развернуты вершиной угла в противоположные стороны (рис. 46в). Это обеспечивает очень высокую стойкость к вырывающим осевым механическим воздействиям.

¹⁸ Чтобы подчеркнуть эту особенность, в некоторых публикациях для такого контакта даже используется наименование LSA-Plus 45° .

¹⁹ Контакт был разработан в 1992 году и изначально рассчитывался на работу на частотах до 350 МГц.

Идея введения дополнительных фиксирующих элементов для улучшения эксплуатационной надежности развита в контакте типа 110 компании Reichle & De-Massari. Аналогично контакту Krone в нем также использованы пластмассовые направляющие в длинном канале, однако, в отличие от него, они имеют несколько выступов, которые воздействуют непосредственно на оболочку проводника в нескольких точках. Это обеспечивает контакту типа 110 существенно более высокую стойкость к вибрационным нагрузкам.

Основным преимуществом трубчатого контакта является его потенциально меньшие габариты. Однако контакт данного типа очень критичен к точности обрезки проводника. В силу этого такой контакт не позволяет применять групповые инструменты для установки сразу нескольких проводников и не получил широкого распространения.

3.2.1.2. Электрические характеристики разъемов для витых пар

Величины параметра NEXT, нормируемые действующими редакциями основных стандартов СКС (TIA/EIA-568A, ISO/IEC 11801 и EN 50173), приведены в табл. 38. На рис. 48 сведены вместе и показаны в виде столбчатой диаграммы данные по величине переходного затухания NEXT кабелей и разъемов различных стандартных и перспективных категорий. Их сравнение показывает, что стандарты выдвигают к разъемам существенно более жесткие требования в отношении NEXT, чем

Таблица 38. Максимально допустимое затухание и NEXT, дБ, для разъемов

Частота, МГц	Категория 3		Категория 4		Категория 5	
	Затухание	NEXT	Затухание	NEXT	Затухание	NEXT
1,00	0,40	58	0,1	>65	0,1	>65
4,00	0,40	46	0,1	58	0,1	>65
10,00	0,40	38	0,1	50	0,1	60
16,00	0,40	34	0,2	46	0,2	56
20,00	-	-	0,2	44	0,2	54
31,25	-	-	-	-	0,2	50
62,50	-	-	-	-	0,3	44
100,00	-	-	-	-	0,4	40

к кабелям. Это объясняется, по-видимому, стремлением к созданию определенного запаса по величине переходной помехи, так как на ее значение очень сильное влияние оказывает качество монтажа, которое, естественно, не может контролироваться изготовителем разъема.

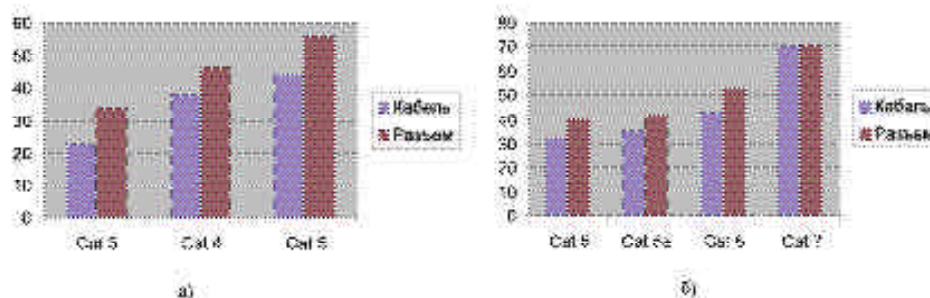


Рис. 48. Требования действующих и перспективных стандартов к параметру NEXT кабеля и разъемов различных категорий:
а) на частоте 16 МГц; б) на частоте 100 МГц

Из-за линейного расположения отдельных контактов величины NEXT для различных комбинаций пар оказываются разными (пример приведен в табл. 39). Стан-

дарты нормируют только наихудшее значение переходного затухания, аналогичным образом поступает и большинство изготовителей. Для оценки величины фактического значения NEXT удобно пользоваться так называемой шестиугольной диаграммой (рис. 49). Каждая ось этой диаграммы соответствует одной из комбинаций пар и на ней откладываются значения нормы и фактическая величина NEXT на какой-либо фиксированной частоте (чаще всего на верхней граничной). Отложенные точки соединяются отрезками прямых линий, пространство между ними (отмечено заливкой) показывает фактическую величину гарантированного запаса по уровню переходной помехи. Шестиугольная диаграмма очень наглядно демонстрирует качество конкретного разъема и при необходимости получения дополнительного запаса по помехозащищенности для какого-либо приложения позволяет сразу же выбрать соответствующие пары.

Кроме табличного и графического задания частотных зависимостей параметров переходного затухания иногда практикуется их аналитическое определение с использованием аппроксимирующих формул, аналогичных используемым для описания кабелей. Так, например, для высокочастотного разъема GG-45 концерна Alcatel частотная характеристика параметра NEXT определяется как:

$NEXT > 80$ дБ при $f < 31,25$ МГц и $NEXT = 80 - 20 \lg(f/31,25)$ дБ при $31,25 < f < 600$ МГц,

где f — частота сигнала (задается в МГц).

Свойство зависимости величины переходной помехи от номеров влияющих друг на друга пар учитывают разработчики активного сетевого оборудования. Так, например, в системе АТМ передача сигналов производится по максимально разнесенным между собой в разъеме парам (для схемы разводки 568В это соответствует парам 1 и 4).

Величины затуханий, вносимых разъемами различных категорий, нормируются стандартами в их рабочей полосе частот и указаны в табл. 38. Для разъемов категории 3 стандарт ISO/IEC 11801 дополнительно нормирует в рабочей полосе частот (до 16 МГц) значения как максимального, так и среднего после монтажа затухания, которые равняются соответственно 0,4 и 0,2 дБ независимо от частоты.

Величины структурных возвратных потерь действующими редакциями стандартов задаются только для разъемов категорий 4 и 5 и указаны в табл. 40.

Таблица 39. Величина параметра NEXT для различных комбинаций пар модульных разъемов панелей серии SMART 24 компании RiT

Контакты	1-2	3-6	4-5	7-8
1-2		42,4	54,0	54,0
3-6	42,4		42,1	42,0
4-5	54,0	42,1		46,7
7-8	54,0	42,0	46,7	

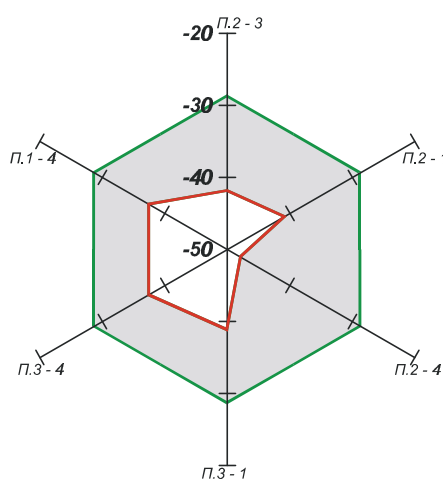


Рис. 49. Шестиугольная диаграмма параметра NEXT

Таблица 40. Минимально допустимый уровень возвратных потерь разъема для витых пар, дБ

Частота, МГц	Категория 3	Категория 4	Категория 5
1 - 20	-	23	23
20 - 100	-	-	14

Сопротивление постоянному току разъемов для витых пар СКС не должно быть более 0,3 Ом. Превышение этого значения обычно свидетель-

ствует о плохой заделке проводников и является косвенным признаком ухудшения остальных электрических параметров.

Некоторые компании гарантируют для производимой ими продукции существенно лучшие значения электрических параметров по сравнению со стандартными величинами. Так, например, немецкая фирма Telegartner указывает для своих разъемов MJ-45LFS категории 5 максимальное затухание 0,14 дБ на частоте

Таблица 41. Требования перспективных редакций стандартов к величинам переходного затухания на частоте 100 МГц электрических разъемов различных категорий

Категория	NEXT	FEXT
5	40	Не специфицировано
5E	43	35
6	54	43

100 МГц (стандартное значение 0,4 дБ). Величина гарантированного переходного затухания NEXT у серийных разъемов основной массы производителей обычно задается на 1-3 (реже 5) дБ выше по сравнению с требованиями стандартов для создания дополнительного запаса по величине переходной помехи.

Новые редакции стандартов предположительно расширят список нормируемых параметров электрических разъемов. В качестве примера в табл. 41 приведены требования к величинам переходного затухания на ближнем и дальнем концах для разъемов различных категорий [43].

3.2.2. Модульные разъемы

3.2.2.1. Общие положения

Модульный разъем в своей исходной форме был разработан для применения в телефонных системах. Простота его подключения и отключения (всего одно движение без применения специальных инструментов) привела к широкому распространению в области передачи данных, и в 1987 году он был сертифицирован для использования в системах ISDN. В настоящее время разъем этого типа является наиболее часто применяемым в практике создания СКС и широко используется во всех трех подсистемах СКС как для коммутации кроссового оборудования, так и для подключения активных сетевых устройств различного назначения.

Разъем состоит из двух частей: вилки и розетки и реализует принцип «контактной шины». Согласно этому принципу, контакты вилки в момент подключения скользят по контактам розетки и, обеспечивая надежную гальваническую связь друг с другом за счет плоской конструкции большой длины, дополнительно сдвигают назад частицы загрязнений, готовя контакт для следующего подключения. Тем не менее нижнее расположение контактов розетки вызывает повышенную интенсивность их загрязнения в процессе эксплуатации, и поэтому гнездо розетки дополнительно защищается различными способами, подробно рассмотренными ниже.

Корпуса вилки и розетки изготавливаются из термостойкого пластика. Материалом контактов вилки и розетки, взаимодействующих между собой в собранном состоянии разъема, служит обычно легированная бериллием медь (бериллиевая бронза). Рабочая поверхность контактов может быть покрыта методом напыления тонким слоем золота, что обеспечивает стабильное высококачественное соединение. Некоторые компании предлагают несколько разновидностей мо-

дульных разъемов с золотым покрытием различной толщины с разной стоимостью и, соответственно, различной долговечностью. Контактные части вилки и розетки модульных разъемов производства Lucent Technologies и Mod-Tap имеют двухслойное покрытие рабочих поверхностей: слой золота толщиной 1,27 мкм на подложке из никеля толщиной 2,540 мкм (50 и 100 микродюймов соответственно). Кроме никеля в качестве материала подложки в двухслойных покрытиях в некоторых случаях используется также латунь (немецкая фирма DeltaCom).

При разработке контактов наряду с подбором материалов особое внимание уделяется также выбору их формы, так как именно эти параметры обеспечивают необходимый уровень упругости и долговечности. Высококачественный контакт выдерживает несколько сотен и более циклов включения-отключения без ухудшения электрических характеристик. Большинство ведущих изготовителей указывают для этого параметра значение 2500, что соответствует действующим редакциям стандартов, компания Panduit в изделиях серии MBX гарантирует 10 000 циклов включения-отключения.

Отметим, что модульные разъемы в своей исходной форме были определены международным стандартом IEC 603-7 [44] и специфицированы до частот только 3 МГц. Однако их конструкция оказалась настолько удачной, что путем последовательной модернизации верхнюю граничную частоту удалось увеличить почти на два порядка и довести этот параметр у лучших образцов до 200-250 МГц.

Конструкция модульного разъема допускает его изготовление в экранированном варианте для монтажа на экранированных витых парах. Для этого корпус вилки металлизирован тем или иным способом (напылением металла или вставкой) для обеспечения электрического контакта с экраном кабеля после обжима. Надежность гальванической связи экранов кабеля и вилки обеспечивается специальными конструктивными мероприятиями, которые позволяют получить полный круговой охват экрана кабеля корпусом установленной вилки. Гнездо розетки, а также IDC-контакты для подключения проводников кабеля экранируются металлическими кожухами. При подключении вилки к розетке их металлические элементы входят в непосредственный контакт друг с другом, что позволяет получить электрическую непрерывность экрана.

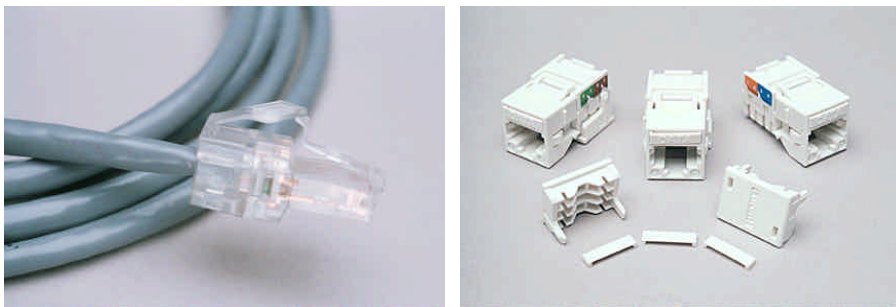


Рис. 50. Вилка и розетка восьмиконтактного модульного разъема

Восьмиконтактные модульные разъемы аналогично кабелям обеспечивают характеристики категории 3, 4 и 5. На рынке предлагается также обширная номенклатура разъемов модульного типа, характеристики которых соответствуют проектам стандартов категории 5е и 6. При заделке кабеля в вилку и розетку особое внимание уделяется сохранению фабричной завивки витых пар, которая может нарушаться не более чем на 13 мм для элементов категории 5 и 25 мм для элементов категории 3 и 4. Нарушение этого правила приводит к резкому уменьшению переходного затухания.

3.2.2.2. Вилки модульных разъемов

Вилка модульного разъема предназначена в первую очередь для установки на кабеле для шнуров, хотя может монтироваться также на обычном горизонтальном кабеле. Геометрические параметры этих кабелей приведены в табл. 42.

Таблица 42. Геометрические параметры кабелей для монтажа вилки восьмиконтактного модульного разъема

Диаметр проводников пар, мм	0,5-0,65
Внешний диаметр изоляции проводников, мм	0,8-1,0
Внешний диаметр оболочки, мм	4-6

К контактам вилки проводники витых пар кабеля подключаются согласно способу IDC. Пластина контакта имеет острые выступы, которые при обжиме надрезают

изоляционную оболочку и обеспечивают электрический контакт с медной жилой проводника. По своей конструкции лезвия пластин контактов вилок модульных разъемов различны для кабелей с монолитными и витыми проводниками. Лезвие пластины для монолитного проводника имеет полукруглую форму с двумя зубцами на концах. При обжиме оно прорезает изоляцию и плотно охватывает проводник сверху и с боков, прижимая его к основанию вилки. Лезвие пластины для многопроводочного проводника имеет острый выступ посередине, причем при обжиме вилки пластина прижимает проводник с основанием, а выступ входит между его проволоками. Установка вилки на кабель с несоответствующим ей типом проводников грозит потерей надежности контактов в процессе эксплуатации. Имеются также вилки с универсальной конструкцией лезвий контактов (рис. 51).



Рис. 51. Форма лезвий пластин контактов вилок модульных разъемов

Корпус подавляющего большинства конструкций вилок изготавливается из прозрачного пластика, что позволяет выполнять визуальный контроль правильности расположения проводников и качества их укладки.

Для установки вилки на кабель в полевых условиях обычно применяется специальный ручной обжимной инструмент. Компаниями ITT Datakom, Panduit, AMP, Lucent Technologies, Reichle & De-Massari и некоторыми другими разработаны конструкции вилок, позволяющие выполнять их сборку без использования такого инструмента (решения группы «no tool termination»). Функции нажимного элемента, под воздействием которого обеспечивается гальваническая связь провода и контакта, выполняет съемная крышка вилки. IDC-контакты таких вилок могут располагаться как в один, так и в два ряда. Большая часть таких конструкций имеет электрические характеристики категории 3, некоторые фирмы гарантируют получение характеристик категории 5 или даже выше.

Ровный правильный ввод проводников кабеля в вилку обеспечивается применением направляющих каналов в области расположения пластин контактов. Их формирование производится двумя различными способами. Первый из них получил

обычно применяется специальный ручной обжимной инструмент. Компаниями ITT Datakom, Panduit, AMP, Lucent Technologies, Reichle & De-Massari и некоторыми другими разработаны конструкции вилок, позволяющие выполнять их сборку без использования такого инструмента (решения группы «no tool termination»). Функции нажимного элемента, под воздействием которого обеспечивается гальваническая связь провода и контакта, выполняет съемная крышка вилки. IDC-контакты таких вилок могут располагаться как в один, так и в два ряда. Большая часть таких конструкций имеет электрические характеристики категории 3, некоторые фирмы гарантируют получение характеристик категории 5 или даже выше.

Ровный правильный ввод проводников кабеля в вилку обеспечивается применением направляющих каналов в области расположения пластин контактов. Их формирование производится двумя различными способами. Первый из них получил

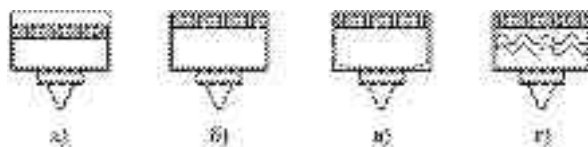


Рис. 52. Форма гнезда для ввода кабеля вилок модульных разъемов:

а) для плоского кабеля; б) для круглого кабеля; в) для кабелей категории 5е и 6

наибольшее распространение на практике и основан на использовании узких параллельных выступов длиной около 5 мм, сформированных непосредственно в установочном гнезде корпуса вилки. Согласно второму способу проводники предварительно вводятся в специальную оправку с такими же выступами во внутренней части, которая затем вставляется в корпус вилки.

Схема и порядок разделки кабеля при установке на него вилки модульного разъема, производимой с креплением по обжимной технологии, определены в стандарте ТИА/EIA-568-А. Схема разделки изображена на рис. 53. Оболочка кабеля срезается на расстоянии около 20 мм от конца, концу кабеля придается плоская форма, пары развиваются до края оболочки и раскладываются в порядке, который зависит от выбранной схемы разводки. Место пересечения проводником 6 проводников 4 и 5 должно находиться на расстоянии максимум 4 мм от края оболочки. После этого проводники отрезаются на расстоянии 14 мм от края оболочки. Ввод подготовленного к терминированию кабеля в вилку должен быть выполнен таким образом, чтобы оболочка заходила в нее минимум на 6 мм. Последнее требование выдвинуто исходя из соображений обеспечения надежного захвата оболочки кабеля одноразовым пластиковым фиксатором вилки.

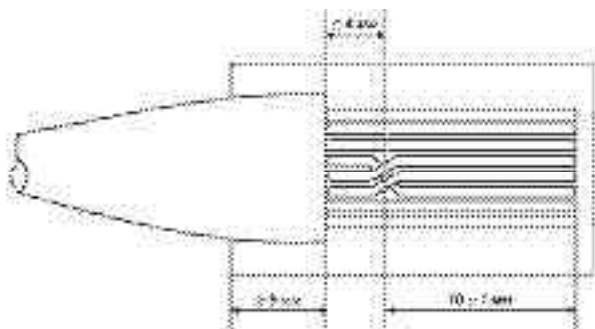


Рис. 53. Схема разделки кабеля для установки в вилку модульного разъема

Рассмотренная процедура установки требует достаточно высокой точности отрезки и выравнивания проводников перед их вводом в вилку. Существенную помощь в предварительной подготовке кабеля оказывает инструмент WPT-8 компании Panduit. Он представляет собой шаблон, куда вводятся, а затем ровно отрезаются обычными бокорезами или ножницами отдельные проводники. Обработанный в инструменте кабель легко вводится в вилку с гнездом, показанные на рис. 52г.

Для улучшения электрических характеристик разъема за счет максимально полного сохранения фабричной свивки проводников отдельных витых пар в некоторых современных конструкциях в зоне врезки лезвий пластин контактов применяется двухрядное расположение проводов в двух разных плоскостях со смещением этих рядов на половину расстояния между проводниками. При этом для четкого задания направления ввода проводов используется специальная форма конечной части установочного гнезда для ввода кабеля (рис. 52г). Подобное решение применяется, например, компаниями Lucent Technologies и Panduit. Для дополнительного улучшения характеристик по величине переходного затухания в вилках шнуров D8GS компании Lucent Technologies использован следующий комплекс мероприятий:

- длина расплетения пар кабеля уменьшена приблизительно до 6 мм;
- проводники кабеля разводятся с поворотом на 90° на две группы IDC-контактов, расположенных в задней части корпуса вилки (аналог разрезного оконцевателя розетки, рассмотренного далее в параграфе 3.2.2.3.1);
- ленточные проводники, соединяющие IDC-контакты с контактами вилки, расположены в двух плоскостях с увеличенным за счет этого пространственным разнесом друг от друга;

Все эти нововведения потребовали значительных изменений хвостовой части корпуса, в частности увеличения ее длины и высоты, что делает невозможной установку вилки на кабель в полевых условиях.

Механическая прочность соединения вилки и кабеля шнура может быть обеспечена двумя различными способами. Первый из них применяется в вилках с так называемым длинным корпусом (long body) и основан на использовании одноразового зажима, который является интегральной составной частью конструкции вилки. Зажим срабатывает под воздействием рабочего органа ручного обжимного инструмента или пресса штамповочного автомата. Конструкция вилок с длинным корпусом разрабатывается таким образом, чтобы внутрь корпуса заходило минимум 6 мм оболочки кабеля. Некоторые фирмы выпускают несколько разновидностей вилок с длинным корпусом, которые отличаются формой гнезда хвостовой части. Ее геометрия подбирается с учетом типа кабеля, на который выполняется установка. Так, например, известны вилки для круглого, овального и плоского кабелей (рис. 52).

Второй способ применяется в вилках с коротким корпусом (short body) и основан на заливке места соединения размягченной пластмассой с последующей штамповкой. Как следует из описанного принципа, этот способ используется при изготовлении шнуров в производственных условиях.

Вилка фиксируется в розетке упругой защелкой рычажного типа, которая располагается на стороне, противоположной стороне размещения контактов. На заднюю часть вилки достаточно часто одевается упругий резиновый колпачок с хвостовиком, который своей задней частью закрывает примерно 10-15 мм кабеля. Основным назначением данного колпачка является задание определенного радиуса изгиба кабеля в месте входа его в корпус. Это влечет за собой улучшение электрических характеристик. Для увеличения гибкости задняя часть хвостовика достаточно часто выполняется с рифленой поверхностью или снабжается системой прорезей.

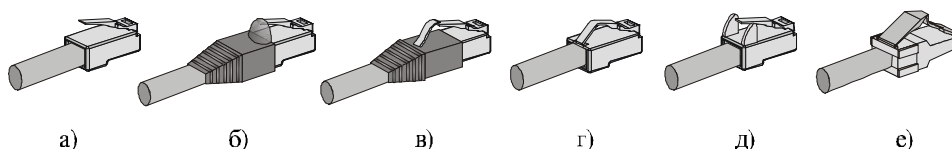


Рис. 54. Разновидности конструктивного оформления вилок модульных разъемов:

- а) традиционная конструкция; б) с хвостовиком с куполообразной крышкой;
в) с хвостовиком с лапкой; г) с рычагом U-образной формы; д) с защитными выступами;
е) с защитной лапкой на корпусе

Рычаг защелки вилки традиционной конструкции (рис. 54а) достаточно сильно выступает над ее корпусом и легко цепляется за другие провода и остальные предметы, что создает определенные неудобства при эксплуатации СКС. Для устранения этого недостатка предложен ряд технических решений, которые могут быть разбиты на две основные группы. Первая из них основана на применении защитных хвостовиков специальной формы. В этой области известны следующие разработки:

- наиболее часто на практике применяются хвостовики, передняя часть которых снабжается мягкой куполообразной крышкой, которая закрывает конец рычага защелки (решение типа snag-free cap, рис. 54б);
- в так называемом идентификаторе порта (port identifier) серии OR-20300082 компании Ortronics хвостовик снабжен не крышкой, а выступающей дугообразной лапкой, которая перекрывает конец рычага защелки (рис. 54в).

В основу решений второй группы положено изменение формы хвостовой части корпуса вилки с сохранением принципа совместимости классических и модернизированных вилок в смысле возможности установки в розетку стандартных модульных разъемов. Здесь применяются следующие конструкции:

- в вилке типа PAN-PLUG компании Panduit рычаг защелки выполнен из упругой пластмассы, толщина которой уменьшена по сравнению с традиционными конструкциями, а сам рычаг имеет U-образную форму (рис. 54г);
- в вилке шнуров серии Tangle Free этой же компании использовано два небольших выступа треугольной формы типа «рысьи уши» в задней части корпуса (рис. 54д); это позволяет не менять форму рычага защелки.
- в вилке шнура типа D8GS компании Lucent Technologies на задней части корпуса выполнена гибкая прямая планка, установленная под углом около 30° к продольной оси вилки и перекрывающая своим концом конец рычага защелки (рис. 54е).

3.2.2.3. Розетки модульных разъемов

3.2.2.3.1. Подключение кабелей к розеткам

Розетка с элементами подключения проводников кабеля изготавливается в виде розеточного модуля, который состоит из двух основных функциональных частей: контактного гнезда и так называемого оконцевателя, основным назначением которого является подключение проводников. Оконцеватель в подавляющем большинстве известных конструкций реализован в виде набора IDC-контактов; само подключение проводников к розеточному модулю может выполняться следующими способами:

- линейкой контактов IDC 110 (достаточно часто эти контакты для уменьшения общей длины модуля собираются в две группы по четыре контакта в каждой. Подобное решение получило название разрезного оконцевателя);
- отдельными IDC-контактами под однопроводный ударный инструмент или нажимную крышку²⁰;
- поворотными на 1/4 оборота зажимами под одиночный провод или пару проводов (решение компании Legrand);
- линейкой контактов Krone (розетки типа RJ-K фирмы Krone);
- одиночными трубчатыми IDC-контактами;
- винтовыми зажимами для зачищенного проводника.

Последний способ использовался в системах передачи данных только в ранее выпускавшихся розетках категории 3. В настоящее время он считается устаревшим, неудобен из-за высокой ломкости и относительно малой гибкости монолитного проводника со снятой изоляцией, не позволяет получить хорошие частотные свойства и применяется исключительно в телефонных розетках.

Для установки проводников в оконцеватели на основе обычной или разрезной линейки IDC-контактов в большинстве конструкций применяется однопроводный ударный инструмент.

Поворотный зажим розеток компании Legrand с установленным в него одним проводом или парой проводов переводится в рабочее положение обычной шлицевой отверткой.

Для установки проводников в одиночные IDC-контакты достаточно часто используется вставка-толкатель, которая может быть интегрирована в единое целое с

²⁰ Крышка чаще всего выполняется общей для всех проводников. В розетках Outlet Connection Module компании Reichle & De-Massari применяются две крышки, каждая из которых закрывает две пары проводов.

защитной крышкой. После укладки проводников кабеля в направляющие контактов дальнейшая их установка может производиться с помощью специального нажимного инструмента типа клещей. В розетках Pan-JACK и Mini-JACK компании Panduit применяются инструменты PJT-X и CJT-X соответственно, которые представляют собой небольшой рычаг, вводимый своим выступом в специальный паз на корпусе розетки. Эта же компания при сборке своих розеток типа Mini-Jack предложила использовать инструмент CGST рычажного типа, который по принципу действия является функциональным аналогом обжимных клещей, однако существенно превосходит их по массогабаритным показателям.

Большинство конструкций розеточных модулей предусматривает размещение оконцевателя в верхней или нижней части корпуса. При этом подвод витых пар кабеля наиболее просто выполняется сзади модуля. Подвод с других направлений, что часто имеет место на практике при монтаже в ограниченном по объему пространстве коробов и настенных розеток, неизбежно сопровождается резким поворотом отдельных витых пар под углом около 90° и определенным, часто весьма заметным ухудшением за счет изгиба электрических характеристик разъема, главным образом по параметру NEXT. Для устранения этого недостатка используется два конструктивных решения, основанных на развороте гнезда или оконцевателя на 90° относительно традиционного положения. Первое из них реализовано фирмой Krone в виде размещения оконцевателя в задней части корпуса с ориентацией плоскости перпендикулярно его оси. Второй вариант предложен компанией BICC в так называемом slime-line-модуле типа CAT5C-WDO-SL450-001 и предполагает установку гнезда розетки перпендикулярно плоскости расположения контактов оконцевателя. И наконец, частичное устранение проблемы резкого изгиба кабеля в традиционных конструкциях обеспечивается наличием небольшой выемки полукруглой формы в задней части разрезного оконцевателя между линейками контактов.

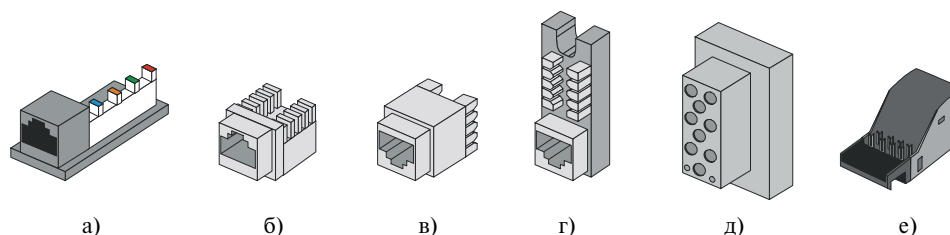


Рис. 55. Варианты конструктивного оформления розеточных модулей

а) с линейкой контактов IDC 110; б) с разрезным оконцевателем; в) с задним расположением разрезного оконцевателя; г) с перпендикулярной ориентацией контактного гнезда; д) с поворотными зажимами; е) с отдельными IDC-контактами

Необходимость уменьшения монтажной высоты розеточного модуля возникает в основном при использовании прокладки кабелей СКС под ковром. Для решения этой задачи компанией AMP выпускаются модули 558053 категории 5, у которых разрезной оконцеватель повернут также на 90°, однако, в отличие от рассмотренных выше вариантов, этот поворот выполнен вбок.

Оболочка кабеля, разделяемого в розетке, должна удаляться вплотную к контактам оконцевателя, то есть длина витых пар без оболочки должна быть минимальной. Нарушение этого правила допускается только некоторыми производителями СКС и только в том случае, если кабель в оболочке не может быть изогнут с минимально допустимым радиусом в тесном пространстве короба или некоторых видов розеток.

Розеточные модули различных категорий одного производителя достаточно часто имеют одинаковые внешний вид и габариты. Для решения проблемы их визуальной идентификации на лицевой части модулей серии M100 компании Lucent Technologies выполнена маркировка CAT5. Компания AMP использует в своей СКС NetConnect модульные вставки с розеткой модульного разъема. Достаточно большие габариты декоративной крышки этой вставки позволяют выполнить на ней достаточно эффективную текстовую маркировку. На вставках указываются ее тип, категория и номера задействованных контактов. Аналогичная идея использована компанией Siemon, на некоторых модификациях вставок серии СТ выполнено традиционное для этой фирмы указание категории в виде цифры внутри ромба.

Одним из основных параметров модульного разъема является параметр NEXT. Для обеспечения требуемого уровня величины переходных помех необходимо в первую очередь минимизировать длину расплетения отдельных проводников и не допускать резких изгибов проводников. Это достигается рядом конструктивных мероприятий, в перечень которых входит:

- предельное уменьшение габаритов всех деталей, в том числе токопроводящих элементов для снижения собственной реактивности; например, в розеточном модуле типа 808 компании ITT Cannon за счет этого длина расплетения пар проводников составляет всего 9-10 мм вместо обычных 13 мм;
- отказ от использования ударного инструмента для установки проводников в IDC-контакты. Монтаж выполняется с помощью нажимной крышки, которая устанавливается на место пальцами или инструментами типа клещей, рычага или толкателя;
- двухрядное расположение IDC-контактов оконцевателя, причем эти контакты часто имеют различную высоту и могут быть разделены диэлектрическими пластинками для симметризации и компенсации переходных помех;
- использование конструкций, допускающих только однократную установку. Примером такого решения могут служить уже упомянутые выше модули типа 808 компании ITT Cannon и S100 концерна Siemens;
- применение заделки края оболочки кабеля в корпус розетки для сохранения структуры сердечника;
- применение крышек с укладочными пазами для отдельных проводников;
- подвод кабеля к розетке параллельно ее оси в случае заднего расположения оконцевателя или перпендикулярно ее оси для традиционных конструкций;
- использование поворотного зажима на два провода одной пары для минимизации длины расплетения (решение компании Legrand).

3.2.2.3.2. Конструктивные особенности корпусов розеток

Согласно действующим нормам в восьмиконтактном модульном разъеме должны быть разведены все восемь проводников горизонтального кабеля или шнура.

Правильность подключения проводников витых пар к контактам розетки обеспечивается применением цветных наклеек и/или цифровой маркировкой отдельных контактных элементов. Некоторые типы розеток снабжены двойной цветовой маркировкой гнезд, обозначенных буквами А и В или аббревиатурами 568А и 568В для выполнения разводок по схемам 568А и 568В соответственно. Маркирующие наклейки размещаются рядом с пазами оконцевателя и могут располагаться как между гребенками IDC-контактов, так и на внешней боковой поверхности корпуса.

Соединения IDC-контактов оконцевателя с контактами гнезда могут выполняться по трем различным схемам. Первые два варианта широко применяются в традиционных конструкциях, в которых используется прямое соединение или соединение через печатную плату. При прямом соединении эти контакты изготавливаются

методом штамповки из одного листа медного сплава. Для улучшения характеристик разъема по уровню переходных помех средняя часть таких контактов может располагаться в разных плоскостях с разделением их диэлектрическими пластинками. При соединении через печатную плату контакт фактически состоит из двух частей, которые связаны между собой токоведущей дорожкой из медной фольги.

Третий вариант, реализованный по схеме применения модульной вставки, неизбежно означает введение в тракт дополнительного разъемного соединителя и некоторое ухудшение его параметров. Данное решение по этой причине поддерживается ограниченным кругом производителей техники СКС. Известны две основные разновидности его реализации (рис. 56). В первой из них, продвигаемой

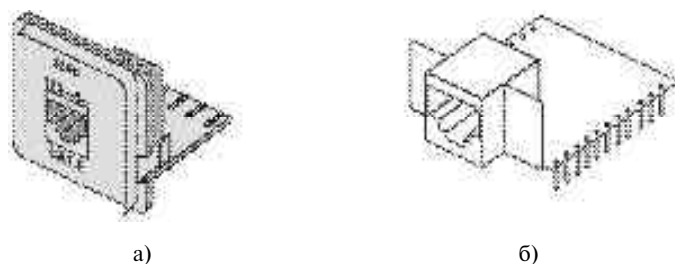


Рис. 56. Варианты конструктивной реализации розеточных модулей на основе модульных вставок:

- а) решение компании AMP;
- б) решение компании Datwyler

компанией AMP, на печатной плате модульной вставки выполнены печатные проводники, которые вставляются в разъем соединителя (так называемый Edge Connector). Во второй, реализованной швейцарской компанией Datwyler, на плате розеток использованы штыревые проводники,

вставляемые в соответствующие гнезда. За счет меньшей реактивности штыревого контакта можно существенно увеличить верхнюю граничную частоту разъема. Отметим также, что наличие монтажной платы достаточно большой площади в модульной вставке компании Datwyler позволяет довольно оригинально реализовать принцип cable sharing (см. раздел 1.5). В некоторых вариантах этих вставок с двумя розетками модульных разъемов контакты розеточных модулей соединяются со штыревыми контактами не напрямую, а через коммутационную колодку. Конкретный вид разводки проводников кабеля задается коммутационным элементом, вставляемым в эту колодку.

Увеличение эксплуатационной надежности и устойчивости контактов розетки к возможным рывкам за кабель достигается применением крышек, одеваемых на IDC-контакты после монтажа в них проводников и дополнительно фиксирующих проводники за изоляционную оболочку. Известны варианты этих крышек на одну, две и четыре пары проводов. Крышка, как правило, выполнена в виде отдельной детали, в розетках серии FTJ компании Hubbell функции крышки выполняет поворотная на боковой оси пластинка. В розетках компании Reichle & De-Massari ось поворотной крышки расположена в передней части модуля и ориентирована перпендикулярно его продольной оси. Крышки на восемь проводов достаточно часто снабжаются боковыми защелками, увеличивающими прочность и надежность их фиксации. В розетках серии M100 компании Lucent Technologies с оконцевателем разрезного типа крышка имеет вид П-образной детали, фиксирует две пары проводов на различных частях оконцевателя и дополнительно выполняет функции ключа фиксатора розеточного модуля в случае его установки в лицевую пластину декоративного корпуса. В отличие от этого крышка розеток серии HD58 упомянутой выше компании Hubbell закрывает также две пары проводов, однако на одной стороне оконцевателя.

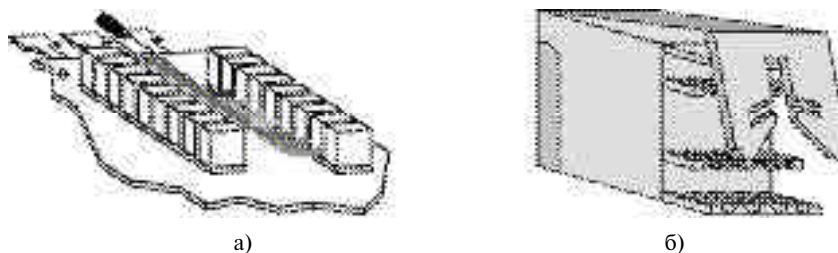


Рис. 57. Технические решения по обеспечению дополнительной фиксации кабеля в розетке модульного разъема:
а) с помощью пластикового хомута и Т-образной лапки;
б) врезными элементами розетки S100 фирмы Siemens

Описанные выше решения обеспечивают хорошую защиту от потери гальванической связи между проводниками кабеля и ножами IDC-контакта при различных тянущих и изгибающих усилиях, однако не гарантируют сохранения структуры витков при рывках. Для устранения этого недостатка в инженерной практике используются следующие мероприятия:

- дополнительная фиксация кабеля пластиковой стяжкой, выполняемая обычно за Т-образную лапку розетки (рис. 57а);
- дополнительная фиксация кабеля клином, вставляемым в специальное гнездо корпуса экранированной розетки (решение немецкой компании Datwyler);
- применение небольших острых выступов, которые врезаются в оболочку кабеля и обеспечивают ее фиксацию от перемещений в осевом направлении (решение компании Siemens, примененное в модулях типа S100), рис. 57б;
- в панелях компании Elgaphon фиксатор выполнен в виде разрезного трубчатого пружинного зажима, который в рабочем положении плотно охватывает кабель;
- использование металлических фиксирующих хомутов или съемных U-образных держателей. Одна из таких деталей является фактически обязательным аксессуаром любой экранированной конструкции и выполняет функции заземляющего элемента.

Розетки могут иметь различную схему разводок, для обеспечения которой применяется различная раскладка проводников по отдельным контактам. Для улучшения параметров влияния в современных конструкциях часто используется прямое подключение к отдельным контактам без разводки отдельных пар кабеля, а требуемая схема разводки обеспечивается внутренним перекрещиванием проводников. При этом диэлектрические пластинки, разделяющие отдельные проводники, выполняются из специально подобранных материалов и имеют определенную толщину. Такое решение позволяет наряду с обеспечением гальванической развязки получить между отдельными проводниками заранее заданную емкость и выполнить симметризацию внутренних цепей розеточного модуля. Ранее для достижения такого эффекта практиковалась установка дискретных конденсаторов в виде навесных элементов, однако это не позволяет получить высокую пробивную стойкость конструкции и не разрешается действующими редакциями стандартов.

Розетки для подключения к экранированным кабелям из соображений унификации выполняются в едином конструктивном стиле с розетками для кабеля UTP. Основным их отличием является наличие экранирующих кожухов и других элементов обеспечения гальванической связи экранов вилки и розетки. Экранирующий кожух чаще всего выполняется в виде крышки, которая одевается на оконцеватель розетки после разводки на ней отдельных проводников кабеля. Фирма Panduit

применяет для своих розеток серии MUSJC588 экранирующий корпус из тонкого листового металла, который после разделки кабеля одевается на розетку и закрывает ее со всех сторон. В модулях типа S100 компании Siemens экран выполнен составным: его первая деталь обеспечивает контакт с экраном кабеля, вторая выполняет роль силовой основы и создает полный круговой охват остальных деталей гнезда. В зависимости от объема элементов розетки, охватываемых экраном после его установки, в розетках корпорации Alcatel различают собственно экранированные модули (экранируется только гнездо для подключения вилки) и модули типа ЕМС²¹ (полная экранировка гнезда и оконцевателя).

Элемент обеспечения гальванической связи экранов кабеля и соединительного шнура представляет собой металлическую вставку в гнездо розетки. Для уменьшения величины переходного сопротивления вставка снабжается пружинящимися самоочищающимися контактами в виде отогнутых лапок. При этом в большинстве конструкций устанавливается два таких контакта, у упомянутых выше модулей S100 применяется три лапки, а у розеток системы ЕМТ компании АМР предусмотрено четыре контакта. Необходимость последнего нововведения обусловлена слишком большими допусками на геометрические размеры элементов разъема, задаваемыми действующей редакцией стандарта ИЕС 603-7. Увеличение количества контактов позволяет компенсировать возможные люфты при установке по всем трем осям и обеспечить надежный круговой контакт экранов на протяжении всего срока эксплуатации.

Конструкция корпуса розетки модульного разъема достаточно сильно зависит от его назначения и может быть выполнена в двух основных вариантах. Первым из них является универсальный розеточный модуль, который устанавливается на свое рабочее место с использованием защелок. Такие модули выполняются в трех видах: угловой, плоский и в стиле keystone (рис. 58). Для монтажа в декоративный короб при таком исполнении требуется лицевая панель-адаптер, в корпусе информационной розетки установка выполняется напрямую без каких-либо дополнительных элементов. Розеточный модуль с лицевой панелью является примером специализированной конструкции и ориентирован на установку в декоративных коробах, а также в розетках мультимедиа. Некоторые конструкции модулей с лицевой панелью предусматривают откидную или сдвижную подпружиненную заслонку гнезда, защищающую ее контакты от загрязнения при неподключенной вилке. Для монтажа защитных крышек на универсальный модуль иногда применяется адаптер, одеваемый на его лицевую часть. Отдельные конструкции таких адаптеров могут иметь специальную форму, которая при условии наличия аналогичного ответного элемента, одеваемого на вилку, позволяет закодировать последнюю на возможность подключения только к определенному гнезду.

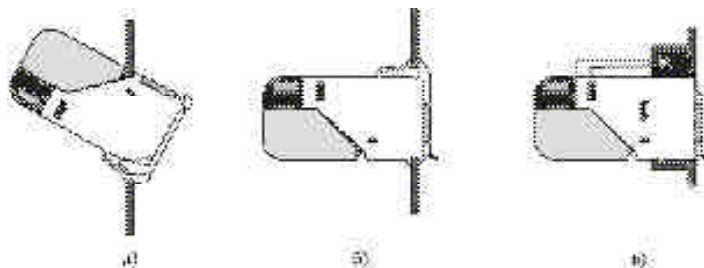


Рис. 58. Установка розеточных модулей в короб или розетку:
а) углового в варианте с выступом; б) плоского; в) в стиле keystone

²¹ Эта аббревиатура расшифровывается как Electro-Magnetic Control.

3.2.2.3.3. Разновидности розеток

Контакты разъемов нумеруются последовательно слева направо от 1 до 8, если смотреть на гнездо розетки так, как показано на рис. 59. На этом рисунке изображено несколько разновидностей конструкций разъемов.



Рис. 59. Разновидности розеток модульных разъемов: а) восьмиконтактная; б) восьмиконтактная с ключом; в) шестиконтактная; г) шестиконтактная модифицированная

Традиционный восьмиконтактный разъем, который носит название Western Plug, 8PMJ (8-position modular jack) или 8P8C (8 position 8 conductor), рис. 59а, на практике часто не совсем корректно называемый RJ-45²², получил самое широкое применение в СКС. Он устанавливается в информационных розетках рабочих мест и в коммутационном оборудовании в кроссовых. Кроме того, на основе модульного разъема в большинстве случаев реализуется интерфейс сетевого оборудования, через который осуществляется ее подключение к СКС.

Восьмиконтактный разъем с ключом (рис. 59б) был разработан фирмой DEC для того, чтобы его вилки по ошибке нельзя было подключать к розетке обычного восьмиконтактного разъема. Эти разъемы, как, впрочем, и шестиконтактные модифицированные, называемые иногда также MMJ-разъемами (от англ. Modified Modular Jack), рис. 59г, не получили широкого распространения и их не рекомендуется использовать в СКС.

Шестиконтактные разъемы (рис. 59в), которые аналогично восьмиконтактным гнездам часто не вполне корректно называют RJ-11 или RJ-12, широко используются в неструктурированных кабельных системах для подключения телефонов на рабочих местах. В целях достижения свойства универсальности в СКС информационные розетки должны быть оборудованы только розетками восьмиконтактных модульных разъемов. Модульные разъемы имеют такую конструкцию, что вилка шестиконтактного разъема оконечного шнура для подключения телефона может быть подключена к восьмиконтактной информационной розетке, при этом ее контакты 1 и 8 остаются незадействованными.

В кабельной системе SMART израильской компании RiT Technologies применяется специальный 10-контактный модульный разъем. Наличие двух дополнительных проводников (в настоящее время используется только один из них) позволяет так называемому сканеру контролировать соединение двух портов панели коммутационным шнуром и обеспечить двухстороннюю передачу управляющей и диагностической информации по несимметричной схеме. Универсальность кабельной системы SMART и ее совместимость с оборудованием других типов достигается

²² Аббревиатура RJ расшифровывается как Registered Jack и обозначает конкретную схему разводки отдельных проводников кабеля по каналам розетки. Например, шестиконтактная розетка может быть разведена по схеме RJ-11C (одна пара), RJ-14C (две пары) или RJ-25C (три пары). Восьмиконтактное гнездо разводится по схемам RJ-61C и RJ-48C, для восьмиконтактного гнезда с ключом известны схемы разводки RJ-45S, RJ-46S, RJ-48C и т.д. При наличии в каталоге или иной технической документации записи RJ-45 следует понимать, что речь идет об обычном восьмиконтактном модульном разъеме.

ется за счет конструкции гнезда разъема таким образом, чтобы в него можно было вставить стандартную вилку восьмиконтактного модульного разъема. Естественно, что в случае применения шнуров с такими вилками обмен служебной управляющей информацией становится невозможным. Более подробные сведения об этом техническом решении содержатся в параграфе 11.1.3.1.

3.2.2.4. Схемы разводки модульных разъемов

Проводники симметричного кабеля могут разводиться в розетке модульного разъема различными способами. Из-за плоской конструкции вилки абсолютно лучшей схемы разводки не существует, и выбор любой из них представляет собой компромиссное решение, обеспечивающее улучшение каких-либо одних параметров за счет других.

На практике получили наибольшее распространение три основные схемы разводки витых пар на контакты модульного разъема (рис. 60): T568A, T568B и USOC²³. В СКК используется две первые из них, однако встречаются приложения, использующие схему USOC²⁴, поэтому некоторые фирмы производят коммутационные и оконечные шнуры с модульными разъемами, скроссированными по схеме USOC.

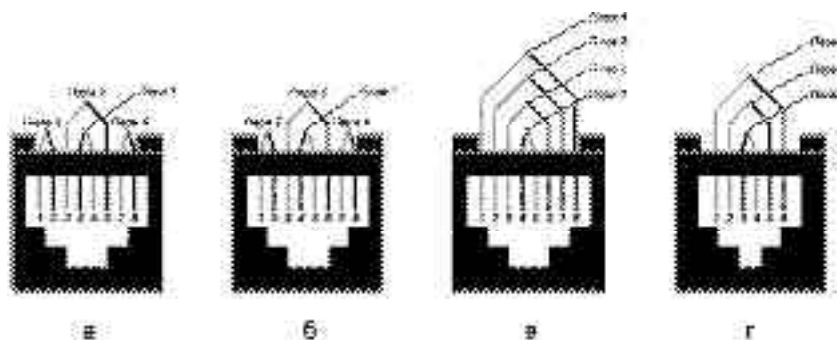


Рис. 60. Схемы разводки витых пар по контактам модульного разъема: а) T568A; б) T568B; в) USOC восьмиконтактный; г) USOC шестиконтактный

Таблица 43. Разводка витых пар по контактам модульного разъема для различных схем кроссировки

Контакт	T568A		T568B		USOC	
	Пара	Сигнал	Пара	Сигнал	Пара	Сигнал
1	3	T3	2	T2	4	T4
2	3	R3	2	R2	3	T3
3	2	T2	3	T3	2	T2
4	1	R1	1	R1	1	R1
5	1	T1	1	T1	1	T1
6	2	R2	3	R3	2	R2
7	4	T4	4	T4	3	R3
8	4	R4	4	R4	4	R4

Т — передача сигнала, R — прием сигнала

Информация о разводке по контактам вилки и розетки модульного разъема проводов в соответствии с их цветовой маркировкой согласно схемам T568A, T568B и USOC приведена в табл. 43, а также показана на рис. 60.

Достоинством схемы USOC является то, что при подключении к вось-

²³ Эта аббревиатура означает Universal Service Ordering Code.

²⁴ Данный факт объясняется тем, что большинство СКК разработано американскими компаниями, а схема USOC широко применяется в телефонных сетях общего пользования США.

миконтактной розетке шестиконтактной вилки обеспечивается подключение пар 1, 2 и 3. Основным недостатком считается то, что в сравнении со схемами T568A и T568B она обеспечивает худшую балансировку пар 3 и 4 ввиду значительного разнесения их контактов.

Разводки T568A и T568B во многом совпадают друг с другом и отличаются только цветом пар 2 и 3 оранжевого и зеленого цветов, которые поменяны местами. Дополнительное преимущество схемы T568A состоит в том, что она совместима по парам 1 и 2 со схемой USOC. Однако схема T568B (AT&T 258) получила в нашей стране значительно более широкое распространение. Это объясняется, по-видимому, тем, что она применяется в СКС Systimax компании Lucent Technologies, которая занимала доминирующее положение в этом сегменте нашего национального рынка на первом этапе его развития. Поэтому для построения СКС рекомендуется использовать разводку 568B. Стандарты СКС не предписывают строгого использования той или иной схемы разводки, выбор полностью оставляется на усмотрение пользователя. Единственным ограничением является норма TIA/EIA-568A, запрещающая одновременное применение в одной СКС двух различных схем разводки.

Помимо схем T568A и T568B существует несколько других схем подключений, определенных в различных документах. Часть из них совместима со схемами T568A и T568B (например, Token Ring (802.5)), некоторые совместимы со схемами T568A и T568B с точностью до обозначений пар проводников

(10Base-T (802.3), TP-PMD (X3T9.5)). В табл. 44 приведены примеры использования схем T568A и T568B некоторыми из современных систем передачи данных.

Таблица 44. Использование схем T568A и T568B некоторыми типами систем передачи данных

Система	Контакты			
	1-2	3-6	4-5	7-8
Аналоговые телефонные аппараты	-	-	T/R	-
ISDN	Питание	T	R	Питание
10Base-T	T	R	-	-
8802-5 (Token Ring)	-	T	R	-
FDDI (TP-PMD)	T	*	*	R
ATM (групповое оборудование)	T	*	*	R
ATM (связующее оборудование)	R	*	*	T
100VGAnyLAN	Bi	Bi	Bi	Bi
100BaseT-4 (802.3u)	T	R	Bi	Bi
100Base-TX (802.3u)	T	R	-	-

T — передача сигнала; R — прием сигнала; Bi — двунаправленная передача сигнала; * — могут быть использованы при применении активного оборудования некоторых производителей

3.2.3. Разъемы типа 110

Разъемы типа 110 разработаны в 1972 году в Bell Laboratories и являются типичным «панельным» элементом, то есть ориентированы на установку в коммутационном оборудовании кроссовых и аппаратных. Кроме того, отдельные детали этого разъема в тех или иных вариантах широко применяются в некоторых конструкциях информационных розеток для подключения горизонтального кабеля, разъемов консолидационных точек и других аналогичных элементов. Как элемент интерфейса активного оборудования разъем типа 110, в отличие от розетки модульного разъема, практически не используется, что объясняется, вероятно, его большими линейными размерами в трех- и четырехпарном вариантах.

До появления коммутационных элементов типа 110 коммутация в основном осуществлялась переключками, которые не позволяли добиться плотной завивки проводников. Это повышало затухание и ухудшало значение параметра NEXT до

значений, которые обеспечивали характеристики системы не выше категории 3. Создание разъемов типа 110 позволило использовать для коммутации каналов передачи сигнала коммутационные шнуры с вилками. В шнуре за счет наличия внешней оболочки кабеля обеспечивается стабильно плотная завивка проводников пар и потенциально более высокие электрические характеристики. Кроме того, коммутационные шнуры существенно удобнее в эксплуатации по сравнению с перемычками при необходимости выполнения достаточно частых переключений.

Разъем типа 110 состоит из двух частей: вилки и линейки, которая после установки на нее так называемого соединительного блока 110С выполняет функции розетки (рис. 61). Контакты вилки представляют собой перпендикулярные плоскости корпуса металлические пластины, входящие в зазор между контактами на линейке. При разработке конструкции разъема наряду с обеспечением частотных характеристик категории 5 особое внимание уделялось тому, чтобы токопроводящие элементы вилки и розетки были хорошо защищены от внешних механических воздействий пластмассовыми деталями корпуса для существенного увеличения эксплуатационной надежности. Взаимодействующие между собой контакты вилки и соединительного блока могут быть покрыты слоем золота толщиной несколько микрон, что препятствует окислению рабочих поверхностей и существенно улучшает надежность контакта между ними.

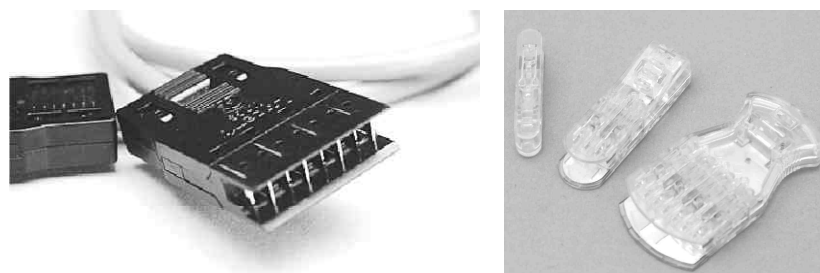


Рис. 61. Вилка разъема типа 110

Корпус вилки имеет предохранительные выступы, блокирующие ее подключение к линейке в неправильном положении. Для визуальной индикации правильности установки подключаемой вилки на ее верхней стороне обычно выполняется изображение стрелки. Известна также разработанная компанией Siemon реализация разъема 110 с явно выраженной несимметричной формой корпуса, который подключается к линейке таким образом, чтобы его козырек находился сверху. Отметим также, что на корпусе четырехпарных вилок этой фирмы предусмотрены впадины с насечкой, увеличивающие прочность захвата рукой и делающие процесс коммутации несколько более удобным.

Вилки типа 110 изготавливаются на 1, 2, 3 и 4 пары, что позволяет выполнять подключение коммутационного шнура к каналам передачи сигнала различной емкости. Например, для подключения к аналоговому телефонному каналу достаточно однопарной вилки. Для подключения к каналам передачи данных ЛВС рекомендуется использовать четырехпарные вилки.

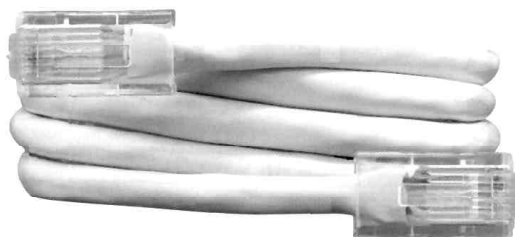


Рис. 62. Коммутационный шнур

Корпус вилки типа 110 собирается из двух половин, соединяющихся пластмассовыми защелками. Проводники коммутационного кабеля подключаются к контактам IDC 110, установленным в одной из половин с помощью обычного однопроводного ударного инструмента.

В вилке контакты нумеруются слева направо при ее ориентации в положении для подключения к кроссовому блоку. Между номерами контактов и проводниками пар кабеля для шнуров имеется прямое соответствие, то есть первая пара проводников подключается к первой паре контактов, вторая пара — ко второй и т.д. Данное свойство упрощает процесс установки вилки на кабель и позволяет минимизировать величину переходной помехи за счет практического устранения расплетения проводников отдельных пар.

Корпус вилки разъема для фабричной установки на шнуры основной массы производителей изготавливается из непрозрачной пластмассы. В вилках, предназначенных для установки на кабель в полевых условиях, достаточно часто используется прозрачный пластик. Это облегчает визуальный контроль правильности выполнения разводки отдельных проводников. Прозрачными выполняются как обе половины корпуса (изделия серии SD110P компании Siemon и ICMP110XPR фирмы ICC), так и только одна верхняя крышка (P110PC-4 компании Panduit). В последнем случае обеспечивается дополнительный визуальный контроль правильного положения вилки в момент ее подключения к коммутационному блоку.

Крупный пластмассовый корпус вилки разъема 110 (особенно в четырехпарном варианте) в принципе не создает особых проблем при маркировке различными самоклеящимися этикетками. Для выполнения индивидуальной маркировки вилок типа 110 производства компании Siemon могут быть использованы овальные пластмассовые иконки десяти различных цветов.

Соединительные блоки типа 110С устанавливаются на контактную полосу после разводки на ней пар горизонтального или магистрального кабеля. В конструкции блока предусматриваются металлические X-образные элементы с IDC-контактами на одной из сторон, количество которых совпадает с числом обслуживаемых проводников. Лезвия со стороны блока, обращенной к контактной полосе, под воздействием пятипарного ударного инструмента врезаются в проводник кабеля, сам блок при этом с помощью восьми достаточно тугих защелок надежно закрепляется на контактной полосе, прижимая к ней проводники. При необходимости выполнения перекоммутации соединительный блок с линейки можно снять только пассатижами. Вторая сторона блока имеет разъемы типа 110 для подключения коммутационных шнуров или перемычек. Наличие блоков различной емкости позволяет очень гибко администрировать СКС.

В 1999 году компанией Lucent Technologies предложена система VisiPatch, в которой для улучшения удобства эксплуатационного обслуживания используется оригинальная конструкция вилок. В этих вилках плоскость расположения контактов развернута на 180° относительно традиционного положения (решение типа Reverse Patch Cord), а сами контакты подняты над плоскостью корпуса. В результате при подключенной вилке кабель шнура не отходит от панели, а



Рис. 63. Вилка шнура системы VisiPatch

направлен в нее (рис. 63). Надежность установки вилки на линейке обеспечена наличием защелки, устраняющей опасность случайного отключения. Торцевая часть корпуса вилки при выбранной конструктивной схеме остается свободной и предназначена для выполнения индивидуальной маркировки самоклеящимися этикетками. Визуально данное изделие отличается от предыдущих конструкций примерно вдвое большей толщиной. Удобство процесса перекоммутации шнура улучшает дополнительная крышка, которая при неподключенном шнуре закрывает контакты и устраняет, в частности, эффект цепляния за другие провода при удалении шнура с коммутационной панели.

Разъемы типа 110 принципиально не могут обеспечить непрерывность экрана экранированных кабелей. Для уменьшения электромагнитных влияний в разьеме фирмы Siemon предусмотрен внутренний экран, разделяющий отдельные витые пары контактов друг от друга вплоть до места подключения проводников к IDC-контактам и обеспечивающий в собранном состоянии гальванический контакт с экраном кабеля типа S/UTP и S/STP.

3.2.4. Разъемы типа 210

Разъемы типа 210 разработаны компанией Siemon специально для поддержки функционирования высокоскоростных приложений. Этот разъем является основным элементом SKC System 6 компании Siemon и обеспечивает со значительным запасом все характеристики существующих на середину 1999 года проектов категории 6 и класса E. Наибольшие запасы достигнуты по величине параметра NEXT: 25 дБ по сравнению с категорией 5 и 11 дБ по сравнению с проектом категории 6. Столь существенный выигрыш достигнут главным образом за счет использования нового конструктивного оформления контактов, которые для уменьшения величины развязки пар сгруппированы по два и разделены друг от друга специальными экранами. Аналогично разъему типа 110 разъем типа 210 состоит из двух половин: вилки и линейки с коммутационным блоком. В отличие от своего прототипа проводники пары в момент установки на линейку не обводятся вокруг направляющего выступа, а укладываются в пару пазов левее этого выступа. В остальном конструкция отдельных элементов, а также процесс монтажа разъема повторяют решения, применяемые в разъеме типа 110. За счет использования дополнительного разнеса разделяемых пар и установки разделительных экранов с целью увеличения переходного затухания NEXT, вилка и соединительный блок разъема имеют несколько большую длину. Это приводит к тому, что на стандартной линейке размещается только четыре разъема вместо обычных для типа 110 шести. Во всем остальном, то есть в установочных и маркирующих элементах обеспечена полная идентичность решениям типа 110.

Вилка типа 210 может быть установлена на кабель для шнуров как в заводских, так и в полевых условиях непосредственно на объекте монтажником или пользователем.

3.2.5. Другие типы разъемов для передачи сигналов приложений класса C и D

Кроме рассмотренных выше разъемов основных типов на практике ограниченное применение (главным образом в SKC европейских производителей) находят другие типы разъемов для витых пар.

Четырехконтактные разъемы типа MIC (номер 8310574 IBM) были разработаны для использования в кабельной системе IBM и рассчитаны на подключение к кабелям с волновым сопротивлением 150 Ом. От других типов разъемов отличаются тем, что имеют так называемую гермафродитную конструкцию. Последнее

означает, что в этом разъеме отсутствует деление элементов на вилку и розетку и применяются только вилки. Вилка имеет несимметричную форму и во время соединения подключается непосредственно к другой вилке. Этот разъем не получил широкого распространения из-за сложности монтажа, больших габаритов (по достижимой плотности монтажа он уступает обычным модульным разъемам примерно в два раза) и невозможности подключения к четырехпарным кабелям.

Разъемы серии DB предназначены для поддержки функционирования в первую очередь приложений ЛВС и ориентированы на работу со 100-омными кабелями. Выпускаются в вариантах на 9, 16 и 25 контактов, из них наибольшей популярностью пользуется девятиконтактный разъем (тип D-Sub). Розетки этих разъемов практически не уступают розеткам модульных разъемов по габаритам, однако сам разъем существенно проигрывает им по удобству обслуживания. Последнее объясняется тем, что процесс установки и демонтажа вилки связан, соответственно, с закручиванием и выкручиванием двух невыпадающих винтов. Конструкция разъема обеспечивает очень эффективную связь экранов сращиваемых кабелей, что позволяет существенно расширить в некоторых случаях рабочий частотный диапазон (вплоть до 300 МГц).

Разъемы серии DB могут устанавливаться как в коммутационном оборудовании кроссовых, так и в информационных розетках. В качестве примера отметим полки серии 12443 XX (емкость 16 и 24 порта) и одно- и двухпортовые розетки серии 27689 XX немецкой фирмы Askermann. Для упрощения процесса подключения проводников к контактам розеток разъема наряду с обжимным решением применяется также разводка на IDC-контакты типа Krone.

В составе оборудования, выпускаемого упомянутой выше компанией Askermann, находятся также разъемы G4 (четыреполюсный разъем) и CAG 8 (восьмиконтактный соединитель). Данные изделия ориентированы на работу с кабелем, имеющим волновое сопротивление 150 Ом. Особенностью некоторых вариантов розеток этих разъемов является наличие в них нормальнозамкнутых контактов. Это позволяет формировать кольцевые структуры без выполнения соответствующих коммутаций в кроссовых и поддерживать работу систем ISDN.

3.2.6. Высокочастотные разъемы для решений проекта категории 7

3.2.6.1. Состояние разработок и применяемые схемы

Стандартный восьмиконтактный модульный разъем получил самое широкое распространение в практике построения различных подсистем СКС. Этому способствуют такие его свойства, как стандартизованный интерфейс, хорошо отработанная конструкция, наличие большого числа производящих компаний и массовое применение в активном сетевом оборудовании. Основным недостатком данного изделия считается применение в нем параллельного и близкого друг к другу расположения контактов с формой, неоптимальной для работы на частотах в несколько сотен мегагерц. Электрические характеристики в существующих вариантах не удовлетворяют требованиям категории 7 и приложений класса F по большинству комбинаций пар. Так, например, известные разработки компании AMP и Telegartner позволяют передавать 600-мегагерцевые сигналы только по максимально разнесенным парам контактов 1-2 и 7-8, которые обеспечивают минимизацию переходной помехи. При этом требуемые характеристики по параметру NEXT зачастую могут быть достигнуты только при условии соединения проводников нерабочих пар с массой, что сопровождается нарушением принципа универсальности кабельной системы.

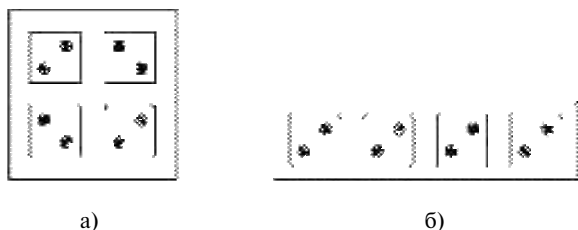


Рис. 64. Варианты расположения контактов отдельных пар в высокочастотных разъемах:
а) двухрядный; б) однорядный

чаще используется двухрядная схема, которая обеспечивает несколько больший разнос отдельных пар контактов при сохранении форм-фактора традиционного модульного разъема.

3.2.6.2. Решения модульного типа

Основным свойством решений модульного типа является обеспечение так называемой прямой и обратной совместимости с традиционными модульными разъемами. В этой области по состоянию на середину 1999 года известно два основных решения.

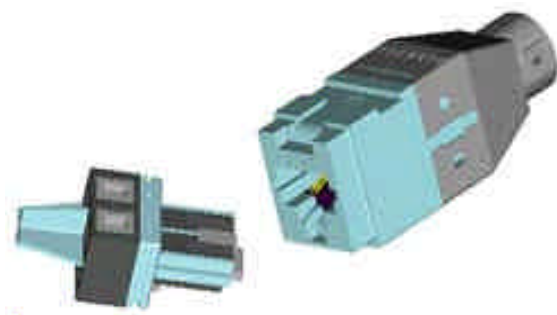


Рис. 65. Розетка разъема типа GG-45 компании Alcatel

Далее рассмотрены некоторые разработки высокочастотных разъемов, доведенные до уровня серийного производства и в большем или меньшем масштабе внедренные в широкую инженерную практику. При этом будем различать однорядную и двухрядную схемы расположения контактов (рис. 64).

Отметим, что на практике

Корпорацией Alcatel предложен разъем типа GG-45²⁵. Формы корпуса вилки и розетки этого изделия практически копируют конструктивные решения прототипа (рис. 65). Основные различия состоят в наличии двух пар дополнительных полосковых контактов, которые располагаются в углах в нижней торцевой части корпуса, и движкового переключателя с торцевым рабочим элементом.

Основная идея, заложенная в рассматриваемую конструкцию, состояла в том, чтобы при работе на высоких частотах разнести пары контактов на максимально возможное расстояние с использованием двухрядной схемы их расположения. Соблюдение принципа обратной совместимости потребовало введения механического переключателя, что является основным недостатком данной конструкции [45]. Развязка отдельных пар внутри корпуса вилки и розетки разъема достигнута за счет применения сепаратора крестообразной формы.

Второе решение разработано фирмой AMP и в настоящее время известно как Category 7 Modular Plug & Jack Connector System. Оно основано на применении внутренних проводников печатного типа. Сама конструкция печатной платы построена таким образом, чтобы обеспечить эффективную развязку отдельных про-

²⁵ 29 июля 1999 года на заседании рабочей группы WG3 комитетов ISO/IEC разъем GG-45 был выбран в качестве базового разъема категории 7. Он должен использоваться в случаях необходимости получения совместимости со стандартными модульными разъемами категорий 5 и 6.

водников за счет формирования окружающих их заземленных проводящих оболочек. Данная оболочка играет роль экрана, а сам проводник фактически выполнен в форме миниатюрного коаксиального кабеля. Для достижения эффективной связи экранирующих покрытий вилки и розетки на этих элементах дополнительно к восьми информационным проводникам предусмотрены два крайних заземляющих (контакты 0 и 9). От традиционных модульных конструкций рассматриваемое решение визуально отличается заметно большей длиной корпуса (рис. 66), что объясняется необходимостью установки в нем печатной платы с проводниками.

Большим преимуществом решения фирмы AMP является наличие широкой номенклатуры Y-адаптеров, обеспечивающих возможность передачи по одному кабелю сигналов нескольких приложений. Главным недостатком является сложность производства, обусловленная понятными технологическими причинами.

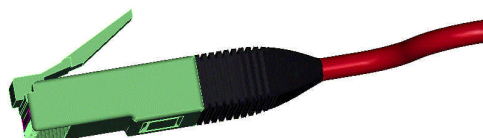


Рис. 66. Вилка разъема системы Category 7 Modular Plug & Jack Connector System компании AMP

3.2.6.3. Решения нетрадиционных схем

Решения рассматриваемой группы, в отличие от двух предыдущих, не обеспечивают свойство совместимости с традиционными модульными разъемами.

Вилки и розетки этих разъемов реализуются по двухрядной схеме, ориентированы на кабели типа S/STP и в большинстве случаев имеют индивидуальный экран для каждой пары, причем этот экран обеспечивает полный круговой охват проводников пары на всем его протяжении. В тех ситуациях, когда не предъявляются высокие требования по верхней граничной частоте, круговой экран может быть заменен на обычную металлическую разделительную стенку. Примером такого решения может служить разъем ALL-LAN компании Montrose/CDT, обеспечивающий, в частности, величину параметра ACR не ниже 24 дБ на частоте 300 МГц.

Контакты вилок и розеток могут выполняться как плоскими (разъем TERA фирмы Siemon), так и штыревыми (разъем CMG фирмы Telesafe), причем в последнем случае их характеристики часто превышают требования проекта стандарта категории 7 с существенным запасом и нормируются до частот 850-1000 МГц.

Еще одним свойством разъемов рассматриваемого подкласса является весьма широкое распространение наряду с четырехпарными двухпарных их вариантов. При этом в случае необходимости две двухпарные вилки могут быть без каких-либо проблем установлены в гнездо одной розетки рядом друг с другом. Это обусловлено тем, что тракты, отвечающие требованиям проекта категории 7, часто используются в режиме cable sharing.

Сам процесс установки вилки и розетки разъема на кабель S/STP является достаточно трудоемкой операцией. Для его упрощения фирмой Siemon предложен универсальный инструмент, позволяющий не выполнять дополнительное кримпирование и пригодный для работы как с вилкой, так и с розеткой.

3.3. Коммутационное оборудование

3.3.1. Коммутационные шнуры

Назначением коммутационных шнуров является ручная коммутация различных кабельных сегментов СКС друг с другом. Коммутационный шнур изготавливает-

ся из отрезка кабеля с многопроволочными проводниками, на концах которого устанавливаются два разъема (рис. 62). В зависимости от вида коммутационного оборудования шнуры могут быть армированы двумя вилками модульных разъемов, двумя вилками разъемов типа 110 или выполнены комбинированными с вилками модульного разъема и типа 110 на разных концах. Назначение различных видов коммутационных шнуров приводится в табл. 45. Кроме указанных там изделий имеются также комбинированные шнуры с вилкой модульного разъема на одном конце и вилкой электрического разъема MIC системы Token Ring на втором, применяемые при передаче по СКС сигналов одноименного сетевого оборудования. В ограниченном количестве выпускаются также шнуры с вилкой модульного разъема на одном конце и двух- или однопарной вилкой разъема типа 110 на втором. Эти шнуры используются для передачи сигналов высокоскоростных приложений, аппаратура которых функционирует по двухпарной схеме.

Таблица 45. Основные типы коммутационных шнуров СКС

Тип разъема на		Число пар	Назначение
первом конце	втором конце		
110	110	1-4	Подключение по одной или нескольким парам коммутационного оборудования типа 110
110	Модульный	2 или 4	Подключение по 2 или 4 парам коммутационного оборудования типа 110 к модульным или розеточным панелям
Модульный	Модульный	4	Подключение по 4 парам модульных или розеточных панелей

Коммутационные шнуры классифицируются по категориям от 3 до 5. Краткая сводка типов шнуров категории 5 различных фирм-производителей приведена в табл. 46. Следует отметить, что стандарт TIA/EIA-568-A не рекомендует использовать коммутационные шнуры длиной свыше 6,1 м (20 футов).

Малая допустимая величина радиуса изгиба имеет существенное значение для коммутационных шнуров, которые часто применяются в ограниченном пространстве 19-дюймовых монтажных шкафов. Большинство из них имеют значение этого параметра в пределах 20-25 мм.

Таблица 46. Неэкранированные коммутационные шнуры категории 5

Фирма-изготовитель	Тип шнура	Типы разъемов на концах		Длины, м	
		первом	втором	Мин.	Макс.
Homaco	MA5-84T-XX-S	Модульный	Модульный	0,31	10,0
Lucent Technologies	D8AU2-2	Модульный	Модульный	0,61	3,1
	110P8CAT52X	110	110	0,61	4,6
	119P8CAT5-2X	110	Модульный	0,61	4,6
Ortronics	OR-827DTP80XXDE	Модульный	Модульный	0,31	5,49
Panduit	UTPCX	Модульный	Модульный	0,61	6,1
Siemon	MC5-8T-(XX)-B(XX)	Модульный	Модульный	0,91	7,62
	S110P1-P1-(XX)	110	110	0,91	7,62
	S110P4A4-(XX)-(XX)	Модульный	Модульный	0,91	7,62
Hubbell	C504P24JXXDESN	Модульный	Модульный	0,61	7,62
ITT Cannon	195500-XXXX	Модульный	Модульный	0,3	10,0
ICC	ICPC9XXBL	Модульный	Модульный	0,91	7,62
	ICPC5XXBL	110	Модульный	0,91	3,05
	ICPCSBXXBL	110	110	0,91	3,05

Примечания:

1. Шнуры с модульными разъемами, указанные в таблице, имеют разводку по схеме 568B.
2. Через X обозначен переменный числовой индекс.

Название шнура представляет собой буквенно-цифровой индекс (часто достаточно сложный, см. табл. 46), в котором тем или иным способом зашифрованы тип вилки разъемов на концах, длина шнура и цвет элементов кодировки, а иногда и название фирмы-производителя. Отметим, что цветовая гамма отдельных элементов может задаваться как цифровым (например, фирма Siemon), так и двухпозиционным буквенным индексом (например, BL — синий, BK — черный и т.д.).

В СКС рекомендуется использовать коммутационные шнуры с модульными разъемами, разведенными по схеме T568B. Число пар в шнурах с двумя разъемами типа 110 определяется конкретным приложением, для обслуживания которого предназначена СКС. Экранированный вариант возможен только в коммутационных шнурах с двумя модульными разъемами.

Для упрощения процесса администрирования кабельной системы производители предлагают шнуры различной длины. Обычно используется ряд дискретных значений с некоторым футовым или метровым шагом, который зависит от производителя.

После соединения коммутируемых портов избыток длины кабеля коммутационного шнура укладывается в штатный или дополнительный организатор коммутационной панели. Одной из проблем, возникающих при выполнении данной операции, является то, что из соображений обеспечения удобства на практике для коммутации используются, как правило, шнуры с длиной, существенно превышающей требуемую. Это затрудняет укладку кабеля шнура в организатор и приводит к образованию многочисленных петель. Для устранения этого недостатка фирмой Perfect Patch предложено устройство с аналогичным названием (рис. 67), которое выполнено в виде мягкого зажима, полностью соответствует требованиям стандарта TIA/EIA-568-A и работает следующим образом: после подключения вилок разъемов избыток длины кабеля шнура складывается несколько раз и на концы сложенного участка устанавливается зажим. Таким образом, устройство Perfect Patch эффективно выполняет функции плавного регулятора длины шнура.

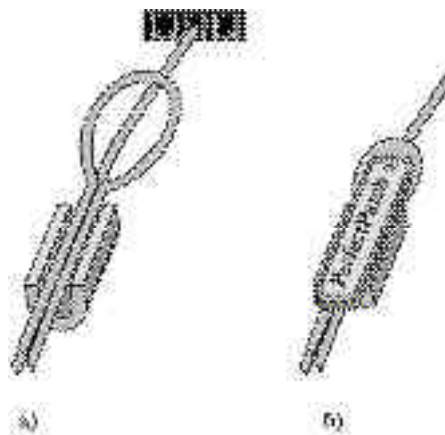


Рис. 67. Устройство Perfect Patch

Коммутационные шнуры могут быть изготовлены в производственных условиях или непосредственно на объекте в процессе монтажа СКС. Рекомендуется использовать фабричные шнуры с потенциально более высокими электрическими характеристиками и эксплуатационной надежностью.

Для выполнения цветовой маркировки шнуров используется два различных подхода. Первый из них основан на применении для изготовления шнуров кабелей и/или хвостовиков вилок с различной окраской. При этом не исключается, хотя и встречается на практике достаточно редко (например, в некоторых шнурах серии MC5 компании Siemon) дополнительная маркировка вилок разъемов небольшими цветными иконками овальной формы. Подход второго вида продвигается компанией ITT Cannon, которая предполагает применение цветной манжеты в виде защелки, одеваемой на заднюю часть корпуса вилки модульного разъема на заводе-изготовителе или непосредственно на объекте в процессе мон-

тажа. В настоящее время стандартизовано шесть типов манжет, которые поставляются упаковками по 50 штук. Аналогичное решение используется компанией IBM, однако для увеличения надежности крепления манжеты на предусматривается дополнительный фиксирующий ремешок. Подобные решения допускают также маркировку сменными надписями, для чего в манжете шнуров серии OR-827DTP800(X)DE фирмы Ortronics дополнительно предусматривается площадка для этикетки, закрываемая прозрачной крышкой.

3.3.2. Коммутационные панели

Коммутационные панели монтируются в кроссовых и аппаратных, предназначены для разделки на них кабелей различных подсистем СКС и для ручного подключения отдельных сегментов кабельной системы друг к другу коммутационными шнурами или перемычками. Коммутационная панель любого типа как элемент СКС должна отвечать следующим основным требованиям:

- обладать максимально высокой плотностью портов, то есть числом розеток модульных разъемов, линеек типа 110 и т.д. на единицу высоты;
- обеспечивать простоту коммутации коммутационными шнурами и/или перемычками;
- обеспечивать возможность применения эффективной символьной и цветовой маркировки как отдельных портов, так и всей панели в целом;
- давать возможность ввода кабелей с соблюдением действующих норм по величине изгиба, растягивающим усилиям и т.д.;
- иметь средства крепления в 19-дюймовом конструктиве;
- обеспечить простоту монтажа как отдельного порта, так и панели в целом.

На панели для подключения экранированных кабелей дополнительно накладываются требования обеспечения полного кругового охвата экрана кабелей и низкого переходного сопротивления.

Подключение кабелей к панели выполняется с помощью IDC-контактов. Для подключения коммутационных шнуров могут быть использованы разъемы типа 110 или модульные разъемы, коммутация перемычками выполняется на разъемах типа 110 или на панелях типа 66.

В процессе разработки коммутационных панелей наряду с конструктивными решениями, принятыми в сетевой компьютерной технике, широко применялись наработки из области телефонии. Результатом явилось появление большого числа разнообразных конструкций. Вся совокупность этих изделий может быть разбита на три основные группы:

- коммутационные панели типа 110;
- коммутационные панели типа 66;
- коммутационные панели с модульными разъемами.

Коммутационные панели с разъемами Krone применяются в основном при построении телефонных кроссов в неструктурированных кабельных сетях, пока не получили широкого распространения в СКС и поэтому здесь не рассматриваются. После принятия новых редакций стандартов и официального признания категории 6 следует ожидать появления других типов панелей, в частности, с упомянутыми в параграфе 3.2.4 разъемами типа 210.

Имеются также отдельные образцы коммутационных панелей, которые изготавливаются только одним или ограниченной группой производителей и не получили широкого распространения по крайней мере в нашей стране. В качестве примера укажем на описанную в монографии [1] коммутационную панель ВХ компании NORDX/CDT, а также панели с розетками разъемов серии DB, популярные в некоторых европейских странах.

3.3.2.1. Коммутационные панели типа 110

Коммутационная панель типа 110 разработана в середине 70-х годов и образована совокупностью одноименных разъемов, рассмотренных в параграфе 3.2.3. Основным преимуществом этого изделия как элемента коммутации является возможность переключения каждой отдельно взятой пары, что обеспечивает очень высокую гибкость СКС. Недостатками коммутационных панелей классической конструкции считаются необходимость более глубоких знаний администратора СКС в области принципов ее организации и менее эстетичный внешний вид.

Большинство панелей типа 110 обеспечивает характеристики категории 5. В качестве примера изделий с более высокой производительностью укажем панели PAN-PUNCH компании Panduit (категория 5e) и 110 Patch Panels компании Lucent Technologies.

Основными элементами панели типа 110 являются

- коммутационный блок;
- соединительные блоки;
- маркировочные полосы;
- организаторы кроссовых шнуров;
- элементы крепления.

Коммутационный блок является базовым конструктивным элементом коммутационной панели типа 110. Он представляет собой пластиковое основание, на котором сформированы выступающие вперед контактные полосы. На каждой контактной полосе сформированы 50 пазов под IDC-контакты соединительных блоков разъемов типа 110. Емкость линейки выбрана из расчета разделки на ней одного 25-парного пучка магистрального кабеля или шести горизонтальных кабелей. Из этих же соображений выбраны ширина паза, разделяющего две соседние контактные полосы, и высота контактных полос. Ввод многопарного кабеля в разделительный паз между линейками выполняется обычно через пару продолговатых отверстий с формой, близкой к овальной, которые выполнены в левой и правой частях паза. Некоторые разновидности панелей типа 110 имеют дополнительные отверстия в центре паза, наличие которых облегчает ввод и разделку горизонтальных кабелей. В большинстве конструкций предполагается, что оболочка разделяемого кабеля удаляется на такую длину, чтобы в пазу проходили только отдельные витые пары. Наиболее известными в нашей стране исключениями из этого правила являются панели компаний Panduit и ICC, в которых оболочка четырехпарных кабелей удаляется только с части, которая непосредственно разводится на контактной полосе.

Для облегчения работы монтажника контактные пары линейки дополнительно группируются по три, четыре или пять, причем торцевая часть выступа, разделяющего пазы одной пары, маркируется цветом второго провода витой пары. Наибольшее распространение получили 100-парные коммутационные блоки с четырьмя контактными полосами, имеются также 50-парные конструкции половинной высоты с двумя контактными полосами.

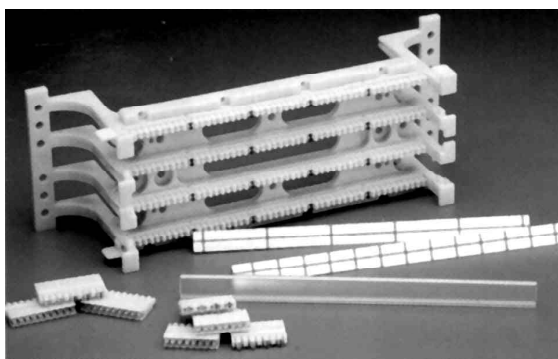


Рис. 68. Коммутационная панель типа 110 для настенного монтажа

Обязательным элементом коммутационного блока являются пластмассовые выступы с квадратной площадкой на конце, которые расположены по обоим краям каждой контактной полосы. Площадка служит для маркировки, причем маркировка может быть как выполнена фабричным способом в виде цифр от 1 до 12, так и произведена непосредственно на объекте в процессе монтажа СКС с помощью различных наклеек или маркера.

В 1999 году компанией Lucent Technologies предложена панель типа VisiPatch, в которой эти площадки отсутствуют. Такое решение позволило увеличить емкость линейки до 56 пазов (на одной линейке размещается семь четырехпарных соединительных блоков вместо обычных шести). Потеря удобства идентификации линеек панели не происходит, так как для размещения различного рода идентифицирующих надписей используется специальная панель крышки блока разводки (wiring block).

Соединительные блоки подробно рассмотрены в параграфе 3.2.3. Дополнительно отметим, что они изготавливаются в вариантах на две (110С-2), три (110С-3), четыре (110С-4) и пять (110С-5) пар.

Одно из требований, которое предъявляется к коммутационным панелям типа 110, состоит в том, чтобы даже в случае частичного заполнения 25-контактной полосы все ее пазы были закрыты соединительными блоками. Это означает, что при работе с 25-парной контактной полосой слева устанавливается, например, пять блоков 110С-4, а самым правым будет блок 110С-5.

Маркировочные полосы реализуют на практике маркировку сменными надписями (см. параграф 11.1.4) и представляют собой полосы бумаги, которые с помощью прозрачной крышки закрепляются между контактными полосами коммутационного блока и служат для идентификации канала передачи сигнала.

Организаторы предназначены для укладки избытка длины коммутационных шнуров, что позволяет избежать путаницы и образования петель, а также обеспечивает хорошую видимость маркировочных полос. Организаторы дополнительно предохраняют коммутационные шнуры от провисания под действием собственной тяжести, что грозит ухудшением электрических характеристик контактов в разъеме. Для построения кабельных линий категории 5 применение организаторов кабелей является обязательным условием. Эти элементы имеют разную емкость и ориентацию в рабочем положении. Организаторы большой емкости для панелей типа 110 имеют рабочее вертикальное положение, в известных СКС представляют собой отдельную позицию в списке оборудования и более подробно рассмотрены в параграфе 5.1.4.4. Горизонтальными организаторами малой емкости разделяются между собой 100-парные блоки кроссовых башен, а сами они являются штатными элементами их конструкции. Емкость штатного организатора коммутационных панелей типа 110 рассчитывается на укладку в него всех коммутационных шнуров, которые включаются в соседние коммутационные блоки (то есть четыре линейки). Для увеличения надежности фиксации шнуров и придания панели более эстетичного внешнего вида некоторые типы этих элементов снабжаются съемными декоративными пластиковыми кожухами.

Элементы крепления панели предназначены для монтажа коммутационного блока на стене или в 19-дюймовом конструктиве.

Для крепления в 19-дюймовом конструктиве чаще всего применяются металлические пластины различной высоты с отверстиями под 19-дюймовый растр, на которых с помощью фиксаторов цангового типа в две вертикальные колонны монтируются отдельные 100-парные коммутационные блоки и организаторы.

Универсальным монтажным конструктивным элементом являются металлические рамы-основания П-образной формы из анодированной стали черного цвета с

отверстиями для крепежных винтов, выштамповками под стяжки для фиксации отдельных кабелей и их связок и другими вспомогательными элементами. В системе VisiPatch компании Lucent Technologies вместо металлической использована пластмассовая рама, которая собирается из двух отдельных деталей. Данное решение позволяет получить значительно большее удобство транспортировки. Необходимый уровень прочности такого изделия обеспечивается заметным увеличением толщины пластмассы по сравнению со сталью. Кроме обеспечения гальванической развязки в рассматриваемой конструкции гарантирована также легкость наращивания высоты основания, к которому просто пристыковываются новые секции.

Конструкция, при которой коммутационные блоки с разделяющими организаторами установлены на таком основании достаточно часто, называется кроссовой башней. Основание может быть смонтировано на стене, для установки в 19-дюймовый монтажный конструктив используются монтажные скобы с близкой к П-образной формой. Обычно одна пара таких скоб позволяет смонтировать рядом друг с другом две кроссовые башни.

Емкость панелей с монтажным основанием может достигать 900 пар (типовые значения 300 и 900 пар), табл. 47.

Панели для настенного монтажа отличаются наличием установочных пластмассовых ножек с отверстиями под шурупы и имеют типовую емкость 100 и 300 пар, хотя иногда встречаются и другие значения этого параметра (табл. 48). Установочные ножки могут быть как интегральной составной частью конструкции панели, так и отдельным элементом, который устанавливается на коммутационный блок в случае необходимости.

Таблица 47. Кроссовые башни типа 110 с четырехпарной разводкой

Компания	Тип панели	Количество пар
Lucent Technologies	110PB2-300FT	300
	110PB2-900FT	900
Ortronics	OR-806003522	300
	OR-806003525	900
Panduit	P110KT3004	300
	P110KT9004	900
Siemon	S110MB2-300FT	300
	S110MB2-400FT	400
	S110MB2-500FT	500

Таблица 48. Коммутационные панели типа 110 с четырехпарной разводкой для настенной установки

Компания	Тип панели	Количество пар
Panduit	P110KB1004	100
	P110KB3004	300
Ortronics	OR-30200006	100
	OR-30200007	300
Lucent Technologies	110AB2-100FT	100
	110AB2-300FT	300
AMP	588841-1	50
	588842-1	100
	588843-1	300
Siemon	S110AW1-50	50
	S110AW1-100	100
	S110AW1-200	200
	S110AW1-300	300
BICC	CAT5-S110-AW1-50	50
	CAT5-S110-AW1-100	100
	CAT5-S110-AW1-300	300
ICC	IC110WF050	50
	IC110WF100	100
	IC110WF300	300

В качестве разновидностей элементов настенного крепления отметим следующие два решения. Компанией Mod-Tap выпускается рамка типа 36.C0010 емкостью семь блоков, которая является функциональным аналогом металлической пластины в случае настенного монтажа, отличается от нее только монтажом коммутационных блоков и организаторов в одну колонну. Компанией Lucent Technologies предлагается монтажный элемент типа 110A1 Hanger Bracket, представляющий собой планку длиной 110,5 см с отверстиями под крепежные винты и фиксирующими отгибными лапками. Пара таких

планок после монтажа на стене на соответствующем расстоянии друг от друга по вертикали позволяет навешивать на них до пяти кроссовых башен типа 110 в 300- и 900-парном вариантах.

Основная масса панелей типа 110 предназначена для монтажа в горизонтальном положении. Известны также единичные образцы панелей с вертикальным расположением контактных полос главным образом для настенного монтажа. При этом используется настенная рамка панелей типа 66 (см. параграф 3.3.2.2), а емкость панелей ограничена 50 парами.

Большинство панелей типа 110 в варианте кроссовых башен снабжаются кроссовыми блоками одного типа. Ограниченное распространение получили также кроссовые башни, которые собраны из кроссовых блоков, рассчитанных на различное число пар, чаще всего на три или четыре. Данный вариант панели удобен для использования в тех сетях, в которых существует заранее известное и жесткое разделение функциональных секций кроссового оборудования на компьютерное и телефонное.

В случае необходимости защиты от несанкционированного доступа, а также от воздействия огня, влаги, солнечных лучей и других вредных факторов кроссовое оборудование типа 110 может быть закрыто в металлическом защитном шкафу. Достаточно широкая номенклатура изделий этого типа выпускается заводами по производству телекоммуникационного оборудования, в том числе и российскими. В качестве примера импортного оборудования отметим 3A Cable Terminal Section компании Lucent Technologies.

Классическая конструкция панелей 110 рассчитана на коммутацию шнурами с вилками разъемов 110. Это обстоятельство создает некоторые неудобства в небольших сетях, так как неизбежно приводит к расширению номенклатуры шнуров. Для устранения данного недостатка разработаны комбинированные панели, в которых контакты линейки включены параллельно с соответствующими контактами гнезда модульного разъема. Это позволяет обойтись только шнурами с вилками модульных разъемов. Такое решение несколько снижает плотность портов коммутационного устройства, что однако не играет существенной роли в сетях с малым количеством рабочих мест (не свыше 100). Розетки модульных разъемов в подобных комбинированных панелях могут как располагаться в соседнем ряду с линейками разъемов 110 (S100DB1-24RJPA фирмы Siemon), так и быть сгруппированы в отдельный блок, который находится сбоку от линейек (MJWC5-8-39TV компании Номасо). В последнем случае линейки разъемов 110 закрываются декоративной защитной крышкой.

Существует также ограниченная номенклатура панелей типа 110, в которых по внутренним токоведущим дорожкам печатной платы запараллеливаются одноименные контакты линейек двух разъемов. На дорожке предусматривается также нормальнозамкнутый контакт. Контакт может быть разомкнут с помощью специального адаптера, что бывает необходимо при подключении к линии тестирующего оборудования. Наличие подобного интерфейса особенно важно в случае использования панели для передачи телефонных сигналов. Панель рассматриваемого типа весьма удобна также для организации точек перехода. Примером данного оборудования может служить изделие типа S110T(X)1 производства компании Siemon.

Как уже было отмечено выше, одним из недостатков панели типа 110 являются плохие эстетические характеристики. Эти показатели заметно улучшаются в том случае, если штатные горизонтальные организаторы панели закрываются съемными крышками (решение компании Siemon). Еще лучшими эстетическими показателями обладает панель серии VisiPatch компании Lucent Technologies. Это дости-

гается за счет применения пластмассовых блоков для разводки (wiring block), которые в собранном состоянии закрываются крышками, а также вилки шнуров специального вида с обратной ориентацией контактных пластин.

3.3.2.2. Коммутационные панели типа 66

Коммутационные панели типа 66 известны уже в течение нескольких десятилетий и отличаются от рассмотренных выше изделий аналогичного назначения тем, что в них не используются коммутационные шнуры. Коммутация каналов в этих панелях осуществляется с помощью перемычек, для подключения кабелей и перемычек применяются IDC-контакты S66. Из-за отсутствия разъемного соединителя панели типа 66 ориентированы в первую очередь для работы с такими приложениями, которые не требуют частой перекоммутации. Потому основной областью их применения считаются телефонные системы.

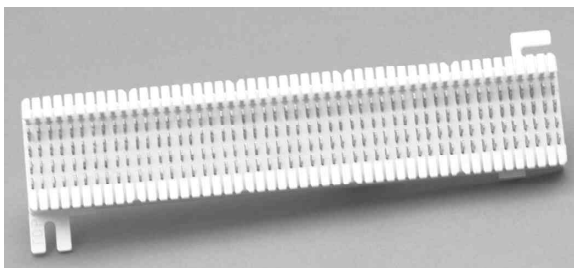


Рис. 69. Коммутационная панель типа 66

Типовая конструкция панели типа 66 включает в себя следующие компоненты:

- коммутационный блок;
- маркировочные элементы;
- организаторы;
- элементы крепления.

Коммутационный блок является базовым конструктивным элементом коммутационной панели типа 66. Он образован пластиковым основанием, которое может иметь различную высоту, и установленными на нем линейками IDC-контактов типа 66 с разной емкостью. Последние ориентированы в первую очередь на разводку проводов 25-парного пучка магистрального кабеля. Вполне возможна разводка кабелей другой емкости с монолитными проводниками. Использование кабелей с многожильными проводниками не рекомендуется. Известны также коммутационные блоки с меньшим количеством контактов в линейке. Сами контакты бывают одно-, двух-, четырех- и восьмисекционными и иногда снабжаются лапкой для пайки или накрутки проводника внутреннего межсоединения (рис. 70). Для облегчения процесса разводки некоторые типы контактов имеют перед режущими кромками направляющую щель. Верхняя часть одного из рабочих элементов снабжается выступом в виде носика, который препятствует выскакиванию провода во время установки.

Некоторые конструкции коммутационных блоков предусматривают штатную защитную крышку, которая устанавливается после завершения процесса разводки проводников кабелей и перемычек. Крышка может просто одеваться на корпус блока или снабжаться петлями. Последние монтируются на пазы организатора перемычек. При этом для

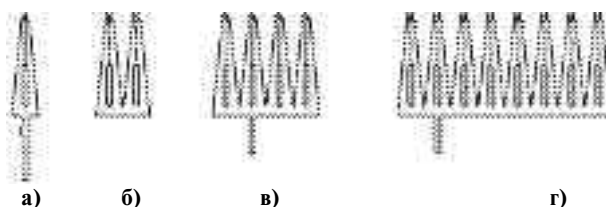


Рис. 70. Контакты панелей типа 66: а) 1-секционный; б) 2-секционный; в) 4-секционный; г) 8-секционный

обозначения функциональных секций различного назначения вполне возможна окраска крышек в различные цвета. Так, например, компания Siemon предлагает для производимых ею панелей крышки девяти различных цветов.

Функции **маркировочных элементов** выполняет полоса бумаги, которая обычно укладывается под прозрачную часть защитной крышки панели. Служит для идентификации канала передачи сигнала.

Организаторы обеспечивают аккуратную укладку перемычек в процессе соединения контактов коммутационного блока и в большинстве известных конструкций выполнены в виде пазов в планках, обрамляющих длинную сторону коммутационного поля. Эти пазы обеспечивают только позиционирование перемычек и не создают фиксирующего или ослабляющего натяжения действия.

Элементы крепления панели предназначены для ее монтажа на стене или в 19-дюймовом конструктиве.

Для установки на стену блок монтируется на защелках в пластиковую рамку, которая является штатным крепежным элементом панелей рассматриваемого типа. Правильная ориентация в рабочем положении задается маркирующей надписью «Тор» (верх), иногда дополняемой стрелкой. Эти же рамки выполняют функции основания при монтаже нескольких панелей рядом друг с другом на металлическую настенную раму большого размера. При необходимости установки в помещениях с доступом посторонних лиц используются специальные металлические шкафчики. Имеются также шкафчики из пластмассы с прозрачной крышкой, предназначенные для организации консолидационных точек. Монтаж в 19-дюймовых конструктивах используется на практике достаточно редко.

Основными преимуществами коммутационных панелей типа 66 считаются:

- высокая плотность контактов и хорошие массогабаритные показатели перемычек как элементов коммутации;
- возможность подключения к каждому контакту более одной пары кабелей и более одной перемычки, что позволяет получить очень гибкую конфигурацию СКС;
- отсутствие пучков коммутационных шнуров обеспечивает эстетичный внешний вид панели.

К их недостаткам в сравнении с другими видами коммутационного оборудования можно отнести требование к более глубокому знакомству администратора со структурой СКС и не вполне удобный процесс самой коммутации с помощью перемычек. Большая длина развития пары перед подключением к контакту типа 66, а также большие габариты самих контактов не позволяют получить в большинстве случаев электрические характеристики коммутационной панели типа 66 выше категории 3, поэтому наибольшее применение они нашли для телефонных систем. Имеется также ограниченная номенклатура панелей типа 66, частотные характеристики которых улучшены главным образом по параметру NEXT за счет уменьшения габаритных размеров контактных элементов S66M1-50 и увеличения расстояния между ними. Так, в частности, высота контактного элемента уменьшена с 25,7 мм (1,01 дюйма) до 19,7 мм (0,775 дюйма). Это позволяет использовать их в системах категории 4, 5 и даже 5e [46].

3.3.2.3. Коммутационные панели с розетками модульных разъемов

3.3.2.3.1. Основные элементы конструкции

Коммутационные панели рассматриваемого класса (patch panels) имеют на лицевой стороне розетки восьмиконтактных модульных разъемов для соответствующих коммутационных шнуров (рис. 71).

Коммутационная панель состоит из:

- коммутационного блока;
- элементов маркировки;
- организаторов кабеля;
- элементов крепления.

Коммутационный блок является базовым конструктивным элементом коммутационной панели с модульными розетками. Он представляет собой пластинчатое основание с установленными на нем розетками модульных разъемов, которые могут быть категории 3, 4 или 5. Основным материалом основания является анодированный алюминий. Пластина основания дополнительно выполняет функции лицевой панели, поэтому имеет соответствующий дизайн и эстетические характеристики. В частности, большинство производителей оборудования для СКС располагают в левой части панели свой фирменный логотип.



Рис. 71. Коммутационная панель с модульными розетками

Основная масса коммутационных панелей предполагает горизонтальное расположение розеток модульных разъемов в один (до 24 портов включительно) или несколько (максимум пять в известных конструкциях) рядов. При этом рекомендуемая минимальная плотность портов составляет 16 на 1U высоты и 48 на 3U высоты [47]. Имеется также достаточное, но ограниченное количество типов панелей с вертикальной ориентацией линейных сборок розеточных модулей. Такие сборки имеют по четыре или пять розеток, а решения на их основе предлагаются, например, фирмами Reichle & De-Massari и Ackermann.

Лицевая поверхность панели обычно окрашивается в черный цвет. Не исключается возможность применения цветовой кодировки, облегчающей отнесение панели к той или иной функциональной секции. Так, например, компания ITT Cannon предлагает панели категории 3 черного, красного и зеленого цветов.

Коммутационные блоки делятся на неразборные и разборные²⁶.

Неразборные блоки (рис. 71) имеют модульные розетки, установленные в заводских условиях. Такое решение обеспечивает очень высокую плотность размещения розеток и, соответственно, возможность разводки на одной панели большого количества кабелей. Передача сигналов от IDC-контактов к информационным розеткам осуществляется по проводникам печатной платы. Из-за использования метода печатного монтажа разводка панелей рассматриваемого типа производства некоторых фирм осуществляется только однопроводным ударным инструментом. Применение 5-парного инструмента запрещается из-за опасности повреждения платы при сильном ударе во время установки проводника в IDC-контакт.

Обычно на задней поверхности панели располагаются только IDC-контакты различной модификации. В некоторых панелях серии SMART израильской компании RiT Technologies и панелей фирмы Elgadphon IDC-контакты нижнего ряда модульных розеток передней панели заменены на гнезда модульных разъемов. Такое техническое решение позволяет использовать обычные коммутационные шнуры с вилками модульных разъемов как функциональный аналог монтажных шнуров (рис. 76). За счет подключения вилки с задней стороны панели происходит существенная «разгрузка» лицевой поверхности от кабелей шнуров, что улучшает эстетические характеристики и удобство чтения маркировки. В так называемых интеллектуальных панелях этой компании сзади находится дополнительный разъем для подключения ленточным кабелем к сканеру системы PatchView (более подробно — см. параграф 11.1.3.1).

²⁶ Иногда их называют розеточными коммутационными панелями.

Разборные блоки позволяют монтировать на них розеточные модули непосредственно на объекте монтажа. Монтаж осуществляется напрямую или через адаптер в зависимости от конструкции. Это резко увеличивает функциональную гибкость устройства за счет возможности установки в нее тех модулей и в том количестве, которые необходимы в данном конкретном месте и в данный конкретный момент. Разработчики подобных панелей в качестве еще одного их достоинства отмечают легкость перехода от электрических решений к оптическим, в том числе и в процессе текущей эксплуатации и развития системы. Оставшиеся свободными проемы закрываются съемными заглушками для улучшения внешнего вида и могут быть использованы при необходимости расширения сети. Поставка разборных блоков может производиться в двух вариантах. Наиболее часто панель и розеточные модули поставляются отдельно и собираются только на объекте монтажа, иногда панель приходит с завода-изготовителя с уже установленными в проемы розеточными модулями.

Из-за особенностей конструктивного исполнения массовое применение коммутационных панелей с разборными блоками в крупных сетях оказывается обычно не слишком целесообразным, так как они проигрывают неразборным вариантам как по стоимости, так и по плотности портов (неизбежное следствие универсальности и высокой функциональной гибкости). Так, например, 96-портовые панели HD5-96 (неразборный вариант) и CT-PLN-96-ID (разборный вариант) производства компании Siemon имеют высоту 4 U и 7 U соответственно. Считается, что их преимущества проявляются при построении кабельных систем небольшого размера или же при потребности постоянного внесения изменений в кабельную проводку СКС.

Известны две основные модификации конструктивного исполнения разборных блоков. В первой из них, которая получила наибольшее распространение на практике, розеточный модуль представляет собой интегральную конструкцию, и кабель тем или иным способом подключается к нему перед установкой в панель. Компания AMP в своих панелях системы NetConnect использовала другой подход. В них кабель разделяется на контактах панели, а модуль снабжен коммутационной вставкой с печатными проводниками. Применение подобного решения, получившего название Edge Connector, обеспечивает возможность очень гибкого изменения типа интерфейса (гнезда восьми- и шестиконтактных модульных разъемов, розетки электрических разъемов MLC системы Token Ring и т.д.) в зависимости от конкретной ситуации, хотя и сопровождается, как и любое модульное решение, заметным увеличением стоимости готового изделия.

Разборные блоки выполняются как для индивидуальной установки розеточных модулей, так и для монтажа их группами по несколько штук. Последнее решение, использованное, например, в панелях CRR компании Panduit, достаточно редко встречается на практике и по своим свойствам занимает промежуточное положение между разборным и неразборным вариантами, во многом объединяя в себе их основные достоинства и недостатки.

Отметим также, что в отличие от информационных розеток (см. параграф 3.3.3) подавляющее большинство панелей рассматриваемого вида имеют прямую установку розеточных модулей. Известны лишь единичные образцы панелей с угловой установкой розеток, например изделия серии 4224 норвежской компании Telesafe. В обоснование такого решения приводятся соображения несколько большего удобства коммутации и чтения маркировки при большей площади последней.

Рассматриваемые в данном параграфе панели имеют наиболее развитую среди функциональных аналогов номенклатуру **маркирующих элементов**. Для маркировки отдельных розеток коммутационных панелей кроме их нумерации обычно снизу предусматриваются маркировочные поля прямоугольной формы для записи условных обозначений. Поля могут быть как индивидуальными для каждой розет-

ки, так и непрерывными на целую группу розеток. Запись производится мягким карандашом или специальным маркером типа фломастера. Достаточно редко применяется маркировка сменными надписями, когда на лицевой панели модульной розетки предусматривается окошко для этикетки со съемной прозрачной крышкой, фиксируемой на защелках. Не исключается возможность использования двойной маркировки портов, когда в дополнение к маркирующему полю предусматривается гнездо для установки цветной вставки с кодирующей иконкой. Это решение реализовано в некоторых типах панелей, выпускаемых компанией Ortronics.

Организаторы кабеля предназначены для обеспечения возможности аккуратной укладки горизонтальных и магистральных кабелей, а также коммутационных шнуров. В подавляющем большинстве случаев организаторы коммутационных шнуров выполняются в виде отдельного элемента и более подробно рассматриваются в параграфе 5.1.4.4. Имеются варианты панелей рассматриваемого класса с интегральными элементами этого типа в основном в виде нескольких разрезных колец, установленных на лицевой панели под розетками модульных разъемов. Организаторы кабелей, которые разделяются на панели, в большинстве случаев для уменьшения габаритов упаковки во время хранения и транспортировки выполняются в форме съемной скобы. Данная скоба крепится к корпусу полки установкой в специальные пазы или на винтах.

Элементы крепления панели используются для ее монтажа на стене или в 19-дюймовом конструктиве. В большинстве случаев применяется второй вариант. Для обеспечения возможности монтажа в 23-дюймовый конструктив некоторые изготовители включают в состав панели штатные адаптеры.

При монтаже на стене панель, как правило, устанавливается в горизонтальном положении. Достаточно широкое распространение получили также конструкции на небольшое число портов (как правило, 12), которые монтируются вертикально (например, 558260 компании AMP, HD5-89D-12 фирмы Siemon). Эти изделия иногда называются мини-панелями (mini patch panels). Их установка выполняется с использованием пластиковой рамки, аналогичной панелям типа 66.

3.3.2.3.2. Области применения и варианты исполнения

Коммутационные панели с модульными розетками наиболее эффективны в той части СКС, которая используется для обслуживания приложений ЛВС. В этом случае вполне достаточно администрировать полными четырехпарными каналами передачи данных. Смонтированные панели, по мнению авторов, обладают наилучшими среди изделий аналогичного назначения эстетическими характеристиками и отличаются простотой и легкостью процесса коммутации. В то же время, при необходимости администрирования каждой отдельно взятой парой, они заметно повышают стоимость СКС, что в наибольшей степени сказывается в магистральных подсистемах. Поэтому основной областью применения коммутационных панелей с модульными разъемами считается горизонтальная подсистема.

Типовые значения емкости коммутационной панели составляют 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96 и 120 розеток (портов). В зависимости от конкретного производителя те или иные значения из этого ряда пропускаются. Применение панелей с большим количеством портов нецелесообразно, так как это затрудняет управление коммутационными шнурами. Максимальная емкость панели высотой 1U в подавляющем большинстве случаев не превышает 24 порта, известны также единичные образцы одноюнитовых панелей с 48 портами (компания Krone). Панели с большим количеством портов имеют увеличенную высоту.

Большинство производителей панелей рассматриваемого класса выпускает их в двух вариантах с разводкой 568А и 568В. При монтаже панели рекомендуется пользоваться схемой T568В подключения горизонтальных кабелей к модульным розеткам.

Общие сведения о панелях некоторых изготовителей оборудования для СКС приводятся в табл. 49.

Таблица 49. Коммутационные панели с модульными розетками категории 5 и разводкой 568В

Компания	Тип панели	Число портов	Высота
Siemon	HD5-XXA4	16	1U
	HD5-24A4	24	1U
	HD5-32A4	32	2U
	HD5-48A4	48	2U
Lucent Technologies	1100AA1-24	24	1U
	1100AA11-48	48	2U
Alcatel	ACS-503.124	48	3U
MOD-TAP	IDC-KATT1U-24xRJ45 Cat 5	24	1U
	IDC-KATT1U-48xRJ45 Cat 5	48	2U
Homaco	MJPC5-8-37TB	24	1U
	MJPC5-8-35TB	48	2U
Hubbell	MCC5802110A19	16	1U
	MCC5806110A19	48	2U
	MCC5812110A19	96	4U
	MCC5815110A19	120	5U
ICC	ICMPPOXX5B	24	1U

В коммутационных панелях серии SMART израильской компании RiT каждое гнездо розетки дополнительно снабжается красным индикаторным светодиодом, наличие которого существенно увеличивает удобство текущей эксплуатации кабельной системы. Так как такое решение требует передачи управляющих сигналов, то для коммутации применяются специальные девятипроводные шнуры. Более подробно эти панели рассмотрены в параграфе 11.1.3.1.2.

3.3.2.3.3. Подключение кабелей к коммутационным панелям

IDC-контакты розеток модульных разъемов коммутационных панелей рассматриваемого вида выполняются в вариантах 110 или Krone. При этом американские производители тяготеют к применению контактов типа 110, в Европе относительно большей популярностью пользуются контакты типа LSA+ фирмы Krone. Иногда некоторые фирмы предлагают на выбор два варианта панелей с различными типами контактов разъемов. Обычно контакты располагаются с задней стороны панели в один или два ряда, что вызывает определенные неудобства в процессе выполнения разводки. Для устранения этого недостатка разработаны следующие конструктивные решения:

- Применяются реализации 19-дюймового конструктива, которые позволяют тем или иным способом с помощью различных петель или шарниров откинуть монтируемую панель вбок или вперед под углом, близким к 180°. Это обеспечивает удобный доступ к IDC-контактам на ее задней поверхности (рис. 72а).

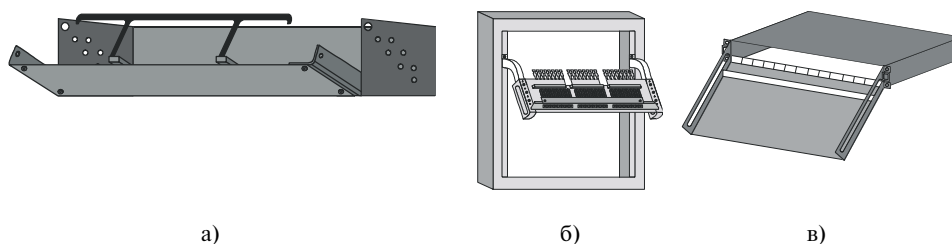


Рис. 72. Технические решения по облегчению процесса разводки панелей с модульными разъемами:
а) откидная панель; б) монтажные кронштейны; в) выдвижной корпус

- Компанией RiT Technologies предложены монтажные кронштейны, которые навешиваются на рельсы 19-дюймового конструктива и служат для установки на них панели с поворотом примерно на 135° относительно нормального рабочего положения. После подключения всех кабелей панель снимается с кронштейнов, сами кронштейны удаляются, и на их место в рабочем положении устанавливается панель (рис. 72б).
- Модульная панель типа PATCHMAX компании Lucent Technologies содержит четыре или восемь (в зависимости от варианта) шестипортовых так называемых распределительных модуля DM2150. Эти модули вставляются в корпус панели на защелках и при необходимости выполнения монтажа кабелей поворачиваются вокруг горизонтальной оси почти на 180°. При этом открывается удобный доступ к IDC-контактам 110 на задней поверхности печатной платы модуля.
- Известны конструкции с развернутыми на 180° и выведенными на переднюю панель линейками IDC-контактов, которые располагаются рядом с розетками модульных разъемов. После разделки кабелей контакты закрываются откидной или накладной декоративной заслонкой. Удобство монтажа таких панелей имеет своим следствием некоторое снижение плотности портов, так как линейки IDC-контактов в конструкциях рассматриваемого вида занимают примерно 0,5U высоты на каждый ряд розеток модульных разъемов. В панелях компании Reichle & De-Massari уменьшения плотности портов по сравнению с традиционными конструкциями практически не происходит за счет того, что IDC-контакты после разводки закрываются откидными крышками с маркировочными полями.
- В так называемых Front Access Modular to 110 панелях компании Ortronics, которые могут рассматриваться как разновидность предшествующего решения, установка розеток модульных разъемов выполнена на выступающем из лицевой панели основании. За счет этого кабели к гребенкам типа 110 можно подводить без доступа к задней поверхности. Такое решение не позволяет получить высокие эстетические характеристики, однако незаменимо в случае установки дополнительных панелей в сильно загруженный другим оборудованием монтажный шкаф.
- Достаточно редко применяется конструкция панели в виде выдвижной полки, которая в переднем положении дополнительно отклоняется вниз на угол примерно 30° (решение компаний Alcatel, Ackermann и некоторых других, рис. 72в).

В некоторых конструкциях для подключения многопарных кабелей к модульным панелям применяют разъемы Telco (табл. 50), причем часто одновременно выпускается два варианта этой панели с вилкой и розеткой разъема Telco. Для обозначения рассмотренных вариантов панелей в англоязычной технической литературе достаточно широко распространены термины «патч-панель типа 110» и «патч-панель типа Telco».

Таблица 50. Коммутационные панели с разъемами Telco и розетками модульных разъемов

Компания	Тип панели	Число портов	Категория
Lucent Technologies	2500Cat5 Modular Jack Panel	24, 48	5
	Mod-Tap	24	-
Ortronics	27.6E.241.B004G	24	3
	OR-808004926 OR-808004927	24	3
Siemon	CT-PNL-XX-XX-01	16-96	3
Telesafe	4145-0000	24	5
	4143-0000	24	3

3.3.2.3.4. Особенности коммутационных панелей для экранированных кабелей

Коммутационные панели для экранированного кабеля S-STP отличаются от неэкранированного варианта применением экранированных розеточных модулей и наличием средств заземления кабельного экрана. Панели для кабелей S-UTP имеют только общий экранирующий кожух, который полностью закрывает розеточные модули. Крепление такого кожуха может выполняться как на винтах, так и на защелках, причем последний вариант считается более предпочтительным. Заземление в большинстве конструкций с фиксированной конфигурацией выполняется с помощью съемной или интегральной П-образной скобы с зажимами (grounding bracket), которые монтируются в задней части панели. Иногда встречается установка зажимов на отогнутой назад полке корпуса панели. Скоба попутно выполняет функции организатора кабелей. В конструкциях с разборными блоками низкое переходное сопротивление с шиной заземления иногда обеспечивается только за счет прямого контакта экранирующего кожуха розеточного модуля с установочным гнездом панели.

Низкое переходное сопротивление между корпусом коммутационного блока и контуром защитного или телекоммуникационного заземления обеспечивается при установке панели в 19-дюймовый конструктив при затяжке крепежных винтов. Наличие остатков краски и лака иногда не позволяет получить требуемое значение этого параметра. Поэтому в комплектацию экранированной панели обязательно входит заземляющий кабель.

Из-за необходимости применения средств экранирования и заземления плотность портов в экранированной панели обычно оказывается ниже по сравнению с неэкранированным аналогом такой же емкости. Как правило, на 1U высоты устанавливается 16 розеток вместо обычных 24 для неэкранированных панелей. Исключений из этого правила среди серийных моделей известно достаточно немного. 24 экранированных порта на 1U высоты имеет, например, панель типа 502 компании «АйТи».

3.3.2.4. Претерминированные и бесшнуровые панели

Процесс разводки коммутационной панели является сравнительно сложной и утомительной процедурой и выполняется персоналом достаточно высокой квалификации с использованием специального инструмента и дорогостоящего контрольного оборудования. Стремление избавить конечного пользователя от решения связанных с этим проблем привело к появлению ряда технических решений, которые могут быть разбиты на две группы. В изделиях первой группы разводка уже выполнена на предприятии-изготовителе, решения второй группы не требуют разводки вообще.

Подход первого типа реализуют так называемые претерминированные, или предразведенные, панели, которые предназначены главным образом для облегчения процесса подключения к СКС телефонных станций. Это изделие в большинстве случаев представляет собой один или несколько блоков 110 или 66, на которых уже разделано соответствующее количество многопарных кабелей. Конструкции рассматриваемого вида с розетками модульных разъемов распространены существенно меньше. На втором конце кабель снабжается вилкой или розеткой разъема Telco. Максимальная емкость претерминированных панелей типа 110 может достигать 900 пар. Разводка некоторых вариантов панелей типа 66 осуществляется кроссировочным проводом. В этом случае наряду с розетками Telco применяются также розетки модульных разъемов, причем оба этих варианта розеток монтируются непосредственно на корпусе панели на ее задней или боковой поверхности и применяют на одной панели как по отдельности, так и вместе. К претерминированным панелям можно условно отнести также панели с модульными разъемами, выходы которых соединены с соответствующими контактами разъемов Telco.

подавляющее большинство претерминированных панелей предназначено для установки в кроссовых и используется для подключения сетевого оборудования коллективного пользования. Известны также единичные образцы изделий этого класса, которые ориентированы на применение в качестве многопользовательских розеток MUTO в открытых офисах. В качестве примера отметим панели OR-60950092 и OR-854044831 компании Ortronics.

Принцип устранения разводки использован в так называемых бесшнуровых панелях, которые содержат большее или меньшее количество пар модульных разъемов с короткими внутренними соединениями между ними по токоведущим дорожкам печатной платы. Разводка розеток может быть выполнена по различной схеме и требует обязательного согласования с типом подключаемого к ним шнура. Как пример укажем изделие Cordless patch компании Siemon.

Развитие принципа бесшнуровой разводки может быть реализовано на основе широко применяемого в телефонных системах различного назначения принципа разъемного соединения двух заводимых в одну ячейку проводников и используется в панелях серии SMART израильской компании RiT Technologies. Некоторые модели этой серии снабжены модульными разъемами, которые попарно соединены между собой по токоведущим дорожкам внутренней печатной платы. Такое же решение применено в панелях компании Elgadphon. Основным отличием данных изделий от аналогов является наличие дополнительного перекидного переключателя, который позволяет разорвать это соединение. В данном случае разработчики воспользовались запретом стандартов СКС на параллельное подключение какого-либо оборудования к тракту передачи сигнала. Это делает ненужным наличие на замыкающем пары элементе доступных с лицевой панели электрических контактов и позволяет отказаться от обычной в телефонии вставки с розеткой для параллельного подключения в пользу более удобного на практике переключателя. За счет применения этого технического решения в случае тщательного планирования кабельной разводки на этапе проектирования можно обойтись вообще без коммутационных шнуров (по крайней мере на первом этапе эксплуатации).

3.3.2.5. Прочие разновидности коммутационных панелей

Кроме рассмотренных выше основных видов коммутационных панелей на практике ограниченное применение находят другие изделия функционально аналогичного им назначения.

Панели с балунами предназначены для использования в технических помещениях в случае обслуживания больших объемов сетевого оборудования с коаксиальным и триаксиальным интерфейсами. Обычно они выпускаются в 16-портовом варианте, 32-портовые модели распространены существенно меньше. В зависимости от вида исполнения на лицевую сторону может быть выведена как розетка модульного разъема, так и коаксиальная или триаксиальная розетка. Оборудование данного класса производится, например, компаниями Hubbell и AMP.

Панели с элементами активного оборудования не относятся к стандартным изделиям СКС и получили ограниченное распространение в конце 90-х годов. Работы в этой области проводятся в двух основных направлениях.

Первое направление поддерживается израильской компанией RiT Technologies и основано на применении в каждом порту панели датчика с индикаторным элементом, предназначенным для мониторинга состояния отдельных портов. Подробно данное решение рассмотрено в параграфе 11.1.3.1.

Второе направление развивается компанией AMP, которой предложена так называемая распределительная мультимедийная система (Multimedia Distribution System). В числе элементов этой системы присутствует панель BUD. Благодаря

наличию розеток модульных разъемов, а также внутреннего широкополосного усилителя с интерфейсом под коаксиальный кабель применение этой панели позволяет обеспечить рабочие места сотрудников телефонной связью, подавать на них телевизионные программы, устраивать видеоконференции и предоставлять другие виды сервиса, связанные с передачей видеосигналов.

3.3.3. Информационные розетки

3.3.3.1. Традиционные конструкции

Информационные розетки устанавливаются на рабочих местах и предназначены для подключения горизонтального кабеля. Электрический модуль розетки является составной частью горизонтальной подсистемы, сама розетка конструктивно состоит из корпуса и одного или нескольких (максимум 12) розеточных модулей восьмиконтактных модульных разъемов. Согласно стандарту ISO/IEC 11801, одна информационная розетка должна обслуживать примерно 10 м² рабочей площади и обеспечить следующую минимальную конфигурацию розеточных модулей:

- один модуль категории 3 или выше;
- один модуль категории 5 или оптический разъем.

В случае применения двухпарных кабелей их розеточные модули должны быть соответствующим образом промаркированы.

Корпус информационной розетки обычно изготавливается из пластмассы и в зависимости от способа своего крепления может иметь различную конструкцию. Наиболее широкое применение находят корпуса для крепления на стене и на декоративном коробе, проложенном по стене офисного помещения, а также в напольной коробке. Общая классификация корпусов информационных розеток представлена на рис. 73. По аналогии с обычными бытовыми электрическими розетками такие корпуса в дальнейшем будем называть внешними (рис. 74а) и внутренними (рис. 74б-г) соответственно.



Рис. 73. Варианты конструктивной реализации информационных розеток

Внутренний и внешний корпуса имеют весьма близкую конструкцию и отличаются только тем, что внешний корпус закрывает розеточный модуль со всех сторон, тогда как внутренний корпус выполнен в виде декоративной лицевой панели и оставляет открытым остальную часть розеточного модуля. Дизайн и элементы крепления панели разрабатываются с учетом национального и регионального использования. Так, например, известны панели итальянского, французского, немецкого, скандинавского и других стилей. Панель оставляет открытой остальную часть розеточного модуля, которая защищается от механических воздействий и попадания пыли другими конструктивными элементами.

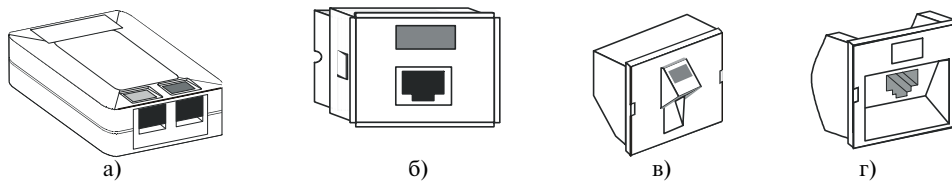


Рис. 74. Различные виды информационных розеток:

- а) внешняя с прямой установкой; б) внутренняя с прямой установкой; в) внутренняя с угловой установкой и выступом; г) внутренняя с угловой установкой и выемкой

Перечень основных требований, которым должен удовлетворять корпус, включает в себя:

- эстетичный внешний вид;
- наличие места для нанесения маркировки;
- устойчивость к механическим воздействиям при неумышленном задевании частями тела, оборудованием или другими посторонними предметами (для обеспечения продолжительной службы все открытые элементы со свободным доступом должны обладать повышенной прочностью);
- желательно, чтобы разборка розеток без использования отвертки или другого аналогичного инструмента была невозможной или по крайней мере вызывала определенные сложности (защита от любопытных).

Для крепления корпуса внешней розетки применяют:

- шурупы с дюбелем или другие аналогичные элементы;
- двухстороннюю липкую ленту;
- компанией Mod-Tap по специальному заказу поставляются корпуса внешних информационных розеток с магнитными фиксаторами для крепления на стальных перегородках и столах. Аналогичное решение используется Lucent Technologies для корпусов емкостью не менее четырех модулей. В отличие от предыдущего варианта магнитный фиксатор выполнен съемным, причем для крепления корпусов на четыре модуля используется один фиксатор, тогда как для корпусов на шесть и двенадцать модулей — четыре.

Корпуса внутренней розетки устанавливаются на свое штатное место в основном с помощью защелок. Крепление на винтах встречается значительно реже и главным образом в экранированных конструкциях со значительно большей массой.

Для защиты контактного гнезда розеток от попадания в нее пыли и посторонних предметов при неподключенной вилке оконечного шнура достаточно часто применяют сдвижные или откидные подпружиненные крышки, причем последние могут откидываться как вверх, так и вниз. Сдвижная крышка является элементом корпуса розетки, тогда как откидная крышка нередко представляет собой деталь розеточной части модульного разъема и иногда выполняется в виде съемного адаптера. Для облегчения открывания крышки они часто снабжаются несколькими выступающими за габарит корпуса лапкой в откидном варианте или выступом — в сдвижном исполнении. Подавляющее большинство розеточных модулей имеет индивидуальные защитные крышки. На практике иногда встречаются защитные крышки, закрывающие одновременно пару розеток сдвоенного розеточного модуля (некоторые типы розеток кабельной системы ICCS фирмы Siemens).

Конструкции розеточных модулей различаются по способу крепления к ним корпусов информационной розетки и по способу крепления горизонтального кабеля. Контактное гнездо модульной розетки обычно крепится с использованием пластмассовых защелок, изредка встречается также крепление на винтах через лицевую металлическую панель или просто фиксация за счет усилия прижатия

лицевой декоративной пластмассовой накладкой. Во всех случаях, перечисленных выше, гнездо располагается перпендикулярно корпусу (рис. 74а и рис. 74б) или под углом вниз (рис. 74в и рис. 74г), причем для обеспечения угловой установки гнезда применяют корпуса как с угловым выступом, так и с выемкой. Угол установки в подавляющем большинстве случаев составляет 45°, иногда встречаются другие значения этого параметра (15°, 75° и т.д.). Система с выемкой (рис. 74г) имеет меньшие внешние габариты, вариант с выступом (рис. 74в) естественным образом обеспечивает большее удобство чтения маркировки. Основные технические преимущества угловой установки заключаются в следующем:

- обеспечивается больший радиус изгиба оконечного шнура в месте подключения к розетке (шнур будет провисать практически вертикально). Это снижает вероятность его повреждения пользователем и улучшает электрические характеристики. Аналогичное положение справедливо и в отношении горизонтального кабеля в случае разводки его по коробам;
- при случайных рывках за соединительный шнур за счет меньшего плеча рычага розеточный модуль подвергается меньшим механическим нагрузкам;
- достигается более эффективная защита гнезда розеточного модуля от попадания в него пыли и посторонних предметов при неподключенном шнуре.

В тех случаях, когда требуется получение информационных розеток с угловой установкой с выступом, на практике используются два подхода. Первый из них основан на применении специализированного модуля для угловой установки (рис. 59а), который монтируется в плоскую декоративную лицевую панель. Во втором случае применяется модуль для плоской установки, а выступ формируется на панели.

Дополнительно отметим, что информационная розетка или функционально аналогичный ей элемент с угловой установкой розеточных модулей являются единственно возможными для применения в некоторых типах подпольных коробок.

Основная масса внутренних информационных розеток имеет один или два розеточных модуля, исполнения с тремя модулями встречаются по состоянию на середину 1999 года достаточно редко. При этом данные модули могут располагаться как в виде треугольника (розетки серии 4671 норвежской компании Telesafe), так и в один ряд (изделия серии MINI-COM компании Panduit) в вариантах с прямой и угловой с выступом установкой.

Решения, позволяющие выполнить адаптацию к конкретным условиям установки, распространены сравнительно мало и представлены двумя вариантами. В первом из них, продвигаемом на рынке рядом немецких фирм, верхняя часть розетки для монтажа в короб выполнена подвижной в вертикальном направлении в пределах 5,4 мм. Второе решение предлагает компания Lucent Technologies, некоторые розетки модульных разъемов которой имеют двойную защелку и, в зависимости от конкретной ситуации, могут быть установлены в лицевую пластину прямо или под углом 45°.

Известны конструкции информационных розеток, в которых предусматриваются элементы защиты сетевого оборудования от высокого напряжения и импульсных помех. Для реализации этой функции применяют газовые разрядники и различные диодные цепочки, а также соединение отдельных проводников с землей через RC-цепочки. Некоторые виды сетевого оборудования для нормального функционирования требуют применения нагрузочных резисторов, заземляющих отдельные проводники или соединяющих их между собой. Установка таких резисторов как штатных элементов информационной розетки предусмотрена, к примеру, в некоторых типах модульных вставок системы NETConnect компании AMP.

Горизонтальный кабель может разводиться на розеточном модуле на линейке разъема типа 110 или на отдельных IDC-контактах различной модификации. В последнем случае контакты часто закрываются пластмассовой крышечкой, которая

в некоторых конструкциях выполняет роль установочного элемента для проводов. Для увеличения эксплуатационной надежности достаточно часто применяется дополнительная фиксация установленного в модуль кабеля пластиковой стяжкой, которая входит в комплект поставки и уже продета в соответствующие отверстия. Немецкой компанией Datwyleg применяется фиксатор на основе клина, который вставляется в специально предназначенное для этого гнездо на корпусе.

Ввод кабеля в корпус внешней информационной розетки может производиться сзади, сбоку или снизу, для чего предусматриваются соответствующие отверстия. Для улучшения эстетических показателей просвет отверстия обычно закрывает тонкая пластмассовая перегородка, которая выламывается при протяжке кабеля.

Розеточные модули для экранированных кабелей отличаются от неэкранированного варианта в основном наличием экранирующего кожуха и проводящей вставки в гнездо розетки для обеспечения электрической непрерывности экрана. Кабельный экран в ранних конструкциях достаточно часто крепился к специальному лепестку кожуха обычной накруткой. Так как такой вариант не обеспечивал полного кругового контакта экранов розетки и кабеля, то в последнее время элементы крепления выполняются в основном по схеме хомута или зажима, которые охватывают кабель и обеспечивают полный круговой контакт. Конструкция кожуха зависит от вида кабеля, который заводится на розетку. При использовании кабелей S/UTP часто устанавливается общий экранирующий кожух для всех розеточных модулей. В розетках, рассчитанных в основном на кабели S/STP, экранирующим кожухом обязательно снабжается каждый модуль. Мероприятия по обеспечению надежного электрического контакта с металлизацией корпуса вилки при установленном коммутационном шнуре подробно рассмотрены в параграфе 3.2.2.3.

По своим электрическим характеристикам розеточные модули делятся на категории 3, 4, 5, 5e и 6. Перечень нормируемых параметров совпадает со списком характеристик электрических разъемов, регламентируемых стандартами. Изготовители некоторых типов розеток с двумя розеточными модулями дополнительно указывают в их технических данных значения переходного затухания между отдельными парами соседних модулей.

Для маркировки розеток используют:

- цветные вставки с иконкой (изображения телефонной трубки и монитора) или надписями DATA, PHONE, LAN, Voice и т.д. Такие вставки могут устанавливаться в гнезда на корпусе розетки или розеточного модуля, а также на защитной крышке модуля;
- защитные адаптеры и съемные откидные крышки различного цвета;
- розеточные модули с различной окраской лицевой поверхности (типовые цвета: белый, серый, черный, синий, красный и желтый);
- окошки на корпусе для нанесения маркирующих знаков и условных изображений как с помощью клеевых этикеток, так и сменных надписей;
- в корпусах с большим количеством портов (6 и 12) розетки нумеруются цифрами, сформированными в процессе изготовления;
- специальные маркеры с липкой подложкой и соответствующими надписями или изображениями, наклеиваемые на корпус розетки.

Некоторые компании предлагают для своих информационных розеток вставки, которые после установки формируют гнездо шестиконтактного модульного разъема. Данная вставка наряду с обеспечением большего удобства подключения телефонного шнура может считаться также средством маркировки розеток.

Обычно фирмы-производители предлагают несколько возможных цветов корпуса информационной розетки, хотя наибольшее распространение получили корпуса белого цвета различных оттенков.

3.3.3.2. Решения для открытых офисов

3.3.3.2.1. Розетки для монтажа в подпольных коробках

Для подключения к СКС рабочих мест, расположенных в больших залах на значительном удалении от стен, широко применяются подпольные коробки (подробнее — см. параграф 5.2.4.1). Конструкция корпусов таких коробок в большинстве случаев рассчитана на установку в них обычных внутренних информационных розеток. В некоторых случаях фирма — производитель коробок выпускает только корпус, который адаптируется под конкретное применение в зависимости от местных условий с использованием своих технических средств. Применительно к информационным розеткам функции такого технического средства выполняют так называемые напольные модули (от нем. bodentank). Последние представляют собой корпус — адаптер под коробку конкретного производителя, в которую в заводских условиях уже установлены внутренние розетки [48].

3.3.3.2.2. Розетки MUTO и консолидационных точек

На практике функции розеток MUTO наиболее часто выполняют информационные розетки с шестью или 12 розеточными модулями. Конструкция корпусов таких розеток рассчитана на ввод в них наряду с обычными горизонтальными также 25-парных магистральных кабелей. Большинство изделий рассматриваемой группы рассчитаны на открытую установку в офисном помещении и имеют соответствующие эстетические характеристики и дизайн. Имеются также варианты для монтажа под фальшполом с упрощенным дизайном и, соответственно, меньшей стоимостью.

Известны также специализированные изделия для использования в качестве розеток MUTO. Так, например, компанией AMP выпускаются шестипортовые розетки Modular Distribution Box. Их отличительной особенностью является наличие вариантов на схему разводки 568A и 568B, применение для подключения горизонтального кабеля разъема Telco и наличие мест под пластиковые иконки для маркировки портов.

Компанией Lucent Technologies выпускаются так называемые зонные распределительные коробки (zone wiring boxes), рассчитанные на ввод в них шести четырехпарных или одного 25-парного кабеля с разделкой на контактах 110. В качестве выходных разъемов в зависимости от варианта используется шесть розеток модульных разъемов или типа 110. Штатные элементы крепления этого изделия предусматривают его настенную установку. В корпусе типа ANB1 этой же компании подключение 25-парного кабеля осуществляется с помощью разъема типа Telco, выходными портами служат шесть розеток модульных разъемов.

Кроме чисто электрических на рынке начинают предлагаться также оптические (см. параграф 4.3.5) и комбинированные розетки консолидационных точек. В последнем случае применяется модульный принцип построения, позволяющий адаптировать конфигурацию изделия под конкретные потребности данного офиса или его части.

3.3.3.3. Розетки для настенных телефонных аппаратов

Специализированные розетки для установки настенных телефонных аппаратов выполняются с прямой установкой одного розеточного модуля (плоская и keystone-схема монтажа) и отличаются наличием на лицевой панели двух круглых пластмассовых выступов со шляпками, на которые за штатные крепежные отверстия навешивается телефонный аппарат. Обычно такие розетки собираются на основе лицевой пластины-адаптера, куда вставляется обычный розеточный модуль. Наряду с восьмиконтактными универсальными модулями в этом случае могут использоваться также шестиконтактные. Примером таких изделий служат стальные адаптеры MX-WP-SS и MX-WP-(XX)-SS для модулей серии MAX компании Siemon.

3.4. Оконечные шнуры, адаптеры и удлинители

Рассматриваемые в этом разделе элементы применяются при подключении к СКС сетевого оборудования и формально не входят в сферу действия стандартов СКС. В силу этого действующие нормативные документы подробно их не специфицируют и дают только самые общие рекомендации по их построению и применению. Необходимость более детального ознакомления с конструктивными особенностями и функциональными возможностями этих элементов возникает по двум причинам:

- во-первых, оконечные шнуры, адаптеры и удлинители достаточно часто входят в список оборудования, поставляемого компанией — системным интегратором, которая реализует СКС;
- во-вторых, удачный выбор этих элементов позволяет существенным образом расширить список приложений, которые могут использовать СКС в качестве среды передачи своих сигналов, то есть напрямую определяют технико-экономическую эффективность создаваемой кабельной системы.

3.4.1. Оконечные шнуры

3.4.1.1. Конструктивные особенности

Оконечные шнуры предназначены для подключения к СКС различных видов сетевого оборудования на рабочих местах и в кроссовых. Это устройство детально не специфицируется действующими редакциями стандартов СКС, которые фактически задают только тип их разъема и определяют некоторые общие ограничения по длине. В большинстве случаев оконечный и коммутационный шнуры с вилками модульных разъемов имеют одинаковую конструкцию и, в случае совпадения длин, являются взаимозаменяемыми. Для изготовления этого элемента используется отрезок кабеля для шнуров, по концам которого устанавливаются восьми-контактные вилки модульных разъемов. Такие шнуры согласно стандартам классифицируются по категориям от 3 до 5, на рынке доступны также шнуры категорий 5е, 6 и 7. Шнуры могут быть неэкранированными и экранированными. Последние изготавливаются из экранированного кабеля для шнуров (STP, S/UTP или S/STP) и вилок для экранированных витых пар, описанных выше.

В некоторых ситуациях экранированные системы строятся по схеме с односторонним заземлением, согласно которой экран элементов, образующих горизонтальную подсистему, соединяется с контуром рабочего (телекоммуникационного) заземления в кроссовой. Для реализации такой схемы предназначены экранированные шнуры, у которых экран одной из вилок гальванически развязан от экрана кабеля. Сама развязка может быть выполнена по двум схемам. Согласно первой из них экран кабеля имеет разрыв в непосредственной близости от одной из вилок. Для обеспечения правильного подключения такого шнура предусматривается специальная маркировка этой вилки. Недостатком такого подхода является возможность неправильного подключения в процессе эксплуатации, что приводит к резкому снижению эффективности экранирования. Для его устранения норвежской компанией Telesafe предложен шнур типа SAFEGROUND, у которого разрыв экрана выполнен примерно в середине кабеля, причем обе части экрана соединены конденсатором емкостью 150 нФ и пробивной стойкостью не менее 230 В. Такое решение гарантирует электрическую непрерывность экрана по переменному току одновременно с обеспечением гальванической развязки.

Оконечные шнуры могут быть изготовлены в производственных условиях на специальном автоматическом или полуавтоматическом технологическом оборудовании, а также непосредственно на объекте в процессе монтажа СКС. Для изготовления шнура в полевых условиях используется два подхода. В большинстве случаев применяется ручной обжимной инструмент. Подход второго типа реализован, например, компанией Lucent Technologies, которая предложила вилку типа 700A8. Этот элемент по конструкции похож на обычную бытовую электрическую вилку. Ее корпус состоит из двух половин и фиксируется в собранном состоянии винтом-саморезом. Внутри одной из половин корпуса в один ряд установлено восемь IDC-контактов. Вторая половина наряду с функциями защитной крышки выполняет роль установочного рабочего элемента. Простота конструкции и сборки получена за счет довольно значительного ухудшения электрических характеристик: согласно ТУ максимальная скорость передаваемого сигнала по этой вилке не должна превышать 10 Мбит/с.

Многие производители СКС запрещают применение в сертифицируемых системах шнуров, изготовленных не в заводских условиях. Это объясняется как меньшей надежностью последних, так и трудностями обеспечения в них параметров категории 5 и выше (особенно по величине NEXT). Производители предлагают простейшие оконечные шнуры различной длины. Обычно используется ряд дискретных значений с некоторым шагом, который зависит от производителя. Американские компании больше тяготеют к целочисленным футовым значениям этого параметра, в случае значительных объемов поставок на европейский рынок или при нахождении производства в Европе чаще используется метровый дискрет.

Как было отмечено выше, оконечные шнуры с вилками модульных разъемов конструктивно не отличаются от коммутационных шнуров и часто вводятся в спецификации СКС как элемент подключения рабочих станций и другого аналогичного сетевого компьютерного оборудования. Шнуры с четырехпозиционными вилками для подключения телефонных аппаратов обычно входят в комплект их поставки и поэтому в спецификации не отражаются.

В кроссовых и аппаратных оконечными шнурами соединяются порты сетевого оборудования и коммутационной панели, причем в большинстве конструкций соединение на панели выполняется на лицевой стороне (рис. 76а). На рис. 76в представлено решение, которое может быть выполнено на некоторых панелях серии SMART компании RiT Technologies. Его основным преимуществом считается «разгрузка» передней части коммутационного поля от кабелей соединительных шнуров и улучшение за счет этого эстетических характеристик панели и удобства чтения маркировки. Эти же преимущества достигаются также в случае использования так называемых монтажных шнуров (рис. 76б).

Аналогично коммутационным шнурам для «регулировки» длины коммутационных шнуров в кроссовых и аппаратных может быть использовано устройство Perfect Patch (см. параграф 3.3.1).

3.4.1.2. Разновидности четырехпарных оконечных шнуров

Оконечные шнуры подразделяются на прямые, обращенные и специальные. В *прямом* оконечном шнуре подключение проводников кабеля к контактам вилок выполняется таким образом, чтобы проводники соединяли контакты вилки с одинаковыми номерами (рис. 75а). Для подключения к СКС некоторых видов сетевого оборудования могут потребоваться *обращенные* шнуры. В них подключение проводников во второй вилке производится в порядке, обратном порядку в первой вилке, то есть провод с контакта 1 первой вилки соединяется с контактом 3 второй вилки, провод с контакта 2 первой вилки соединяется с контактом

6 второй вилки и т.д. (рис. 75б). Необходимость применения обращенных оконечных шнуров возникает достаточно редко, главным образом при непосредственном соединении двух рабочих станций и других устройств одноранговой локальной сети, построенной без использования концентратора.

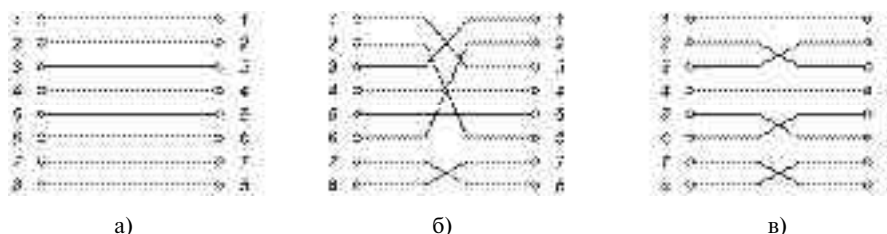


Рис. 75. Схема соединения контактов вилок модульных разъемов различных видов шнуров:
а) прямой шнур; б) обращенный шнур; в) нуль-модемный шнур

Наиболее часто потребность в применении *специальных* шнуров возникает в случае использования для формирования горизонтальной разводки кабелей S-STP с верхней рабочей частотой 600 МГц и выше. Известно, что для получения требуемых характеристик NEXT в линиях связи на таких кабелях используются крайние пары контактов вилок модульного разъема, а провода остальных пар для увеличения помехозащищенности соединяются с землей, то есть их нельзя использовать для передачи данных. Для подключения к таким линиям аппаратуры Ethernet, Fast Ethernet и Token Ring могут быть использованы рассмотренные далее адаптеры. Несколько более удобное в эксплуатации решение позволяют получить специальные шнуры, которые за счет внутреннего перекрещивания отдельных проводников обеспечивают подключение к парам 1-й и 4-й розетки рабочих пар интерфейсов сетевого оборудования (табл. 44). В качестве примера на рис. 75в изображена разводка так называемого нуль-модемного шнура, применяемого при непосредственной связи двух компьютеров через последовательный порт. Для более четкой идентификации типов таких шнуров наряду с маркирующими надписями применяется окраска оболочек их кабелей в различные цвета.

В волоконно-оптических подсистемах СКС широко используются так называемые комбинированные, или гибридные, шнуры, которые на разных концах снабжены вилками оптических разъемов различных типов. Их применение позволяет легко согласовать тип порта сетевого оборудования и розетки на коммутационном устройстве. Из-за существенно меньшего разнообразия типов электрических разъемов по сравнению с оптическими комбинированные шнуры в электрических подсистемах СКС распространены существенно меньше. Так, в кроссовых и аппаратных используются упомянутые в параграфе 3.3.1 шнуры с вилками разъема 110 и модульного разъема, которые на практике иногда применяются в качестве оконечных.

В группу специальных шнуров входят также так называемые модульные соединительные шнуры, выпускаемые, например, немецкой компанией Telegartner. Эти изделия позволяют реализовать принцип cable sharing. Шнуры отличаются от обычных соответствующим скрещиванием пар и, в различных вариантах, рассчитаны на одновременную передачу сигналов 10Base-T (оболочка желтого цвета) и 100Base-T (оболочка зеленого цвета).

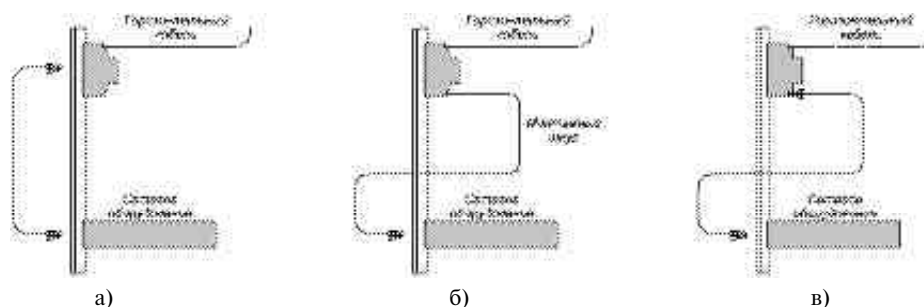
Кроме сетевого оборудования к СКС приходится подключать различные контрольные и измерительные приборы. Достаточно часто применяемые для выполнения

этой операции шнуры также относятся к подклассу специальных. Первый конец снабжается вилкой модульного разъема или разъема типа 110, на втором конце такого шнура могут находиться обычные клеммы «под винт» или зажимы типа «крокодил».

Шнуры для подключения телефонных аппаратов к СКС иногда могут быть заказаны отдельной строкой. Для придания большого удобства пользователю в процессе эксплуатации они часто выполняются в виде упругой спирали с диаметром витков около 1,5 см. Такой шнур не позволяет получить электрические характеристики, необходимые для высокоскоростных систем передачи данных, однако, очень удобен в эксплуатации, так как без растягивающей нагрузки его витки сжимаются, и шнур занимает очень мало места на рабочем столе.

3.4.1.3. Монтажные шнуры и оконцованные кабели

Электрические *монтажные шнуры*, в отличие от оптических, являются в основном коммутационными изделиями специального вида и представляют собой отрезок кабеля для шнуров с вилкой модульного разъема, которая установлена только на одном из его концов. Витые пары второго неоконцованного конца разводятся на контактах разъема типа 110 или модульного разъема коммутационной панели. В последнем случае за счет разводки с обратной стороны панели можно вдвое уменьшить количество кабелей в передней рабочей части коммутационного поля, что улучшает как эстетические характеристики панелей, так и удобство чтения маркировки портов (рис. 76б). Еще одной областью применения монтажных шнуров, популярность которой быстро растет в последнее время, является соединение коммутационных панелей консолидационных точек открытого офиса с информационными розетками.



Известные образцы монтажных шнуров выпускаются в основном в неэкранированном варианте, электрические характеристики позволяют использовать их в составе линий категории 5. Монтажные шнуры на основе экранированного кабеля распространены существенно меньше (в качестве примера укажем изделия серии 9KE020XX немецкой компании Keypen), однако за счет экранирования могут работать на частотах, существенно превышающих 100 МГц.

Монтажные шнуры имеют несколько меньшую стоимость по сравнению с коммутационными, однако их применение достаточно жестко задает конфигурацию оборудования, монтируемого в кроссовой. Замена одного монтажного шнура на другой с отличной от первого длиной требует доступа к задней поверхности панели с модульными разъемами, что не всегда удобно или даже возможно. Указанные

обстоятельства приводят к тому, что монтажные шнуры выпускает достаточно ограниченная группа фирм — производителей оборудования для СКС (например, Lucent Technologies и RiT Technologies), а само техническое решение, основанное на их применении, не получило широкого распространения. Кроме монтажных шнуров с вилкой модульного разъема компанией Lucent Technologies предлагается также монтажный шнур с вилкой разъема МКС системы Token Ring.

Еще одной областью применения монтажных шнуров является изготовление из них комбинированных соединительных шнуров требуемого вида. Необходимость в этом возникает в том случае, если основой определенной СКС служит разъем отличного от модульного типа.

Применение монтажного шнура непосредственно для оконцевания горизонтальных кабелей в электрических подсистемах сопровождается появлением в тракте передачи сигнала дополнительного соединения, что не допускается действующими редакциями стандартов. Кроме того, установка разъема на электрический кабель является технически существенно более простой процедурой по сравнению с оптическими кабелями. Поэтому монтажные шнуры в своем классическом варианте используются на практике очень редко и в основном для решения специфических задач. Так, например, фирма Telesafe выпускает так называемый WTP pig-tail. Данный продукт представляет собой короткий разветвительный шнур, устанавливаемый внутри настенной розетки и предназначенный для реализации принципа cable sharing. Он работает на частотах до 862 МГц и имеет встроенный балун для перехода на коаксиальный разъем. Подключение к горизонтальному кабелю S/STP выполняется через разъем типа CMG.

В системах оптической связи достаточно широкое распространение получили так называемые претерминированные сборки (см. параграф 4.4.2), которые представляют собой отрезок кабеля большей или меньшей длины с установленными на его концах вилками разъемов. Функциональными аналогами такой сборки для построения электрических подсистем СКС являются так называемые *оконцованные кабели* (connectorized cables). Это изделие чаще всего представляет собой 25-парный кабель категории 5, на концах которого установлены разъемы Telco. В качестве примера подобного кабеля укажем изделия серии CC525PP компании Lucent Technologies. Оконцованные четырехпарные кабели встречаются значительно реже и только в тех случаях, когда в качестве основы для данной конкретной реализации СКС служит коммутационная панель модульного типа. В данной ситуации производитель СКС предлагает пользователям определенный набор строительных длин кабелей вплоть до 90-метрового. Примером подхода подобного типа может служить кабельная система ICCS компании Siemens.

3.4.1.4. Комбинированные и многопарные оконечные шнуры

В процессе эксплуатации СКС достаточно широко применяются комбинированные и многопарные оконечные шнуры. В комбинированном шнуре в зависимости от приложения на втором конце шнура может быть установлен, например, 15-контактный разъем DB-15, 25-контактный DB-25 или несколько разъемов штырькового типа. Схемы разводки проводников на втором конце оконечного шнура также зависят от конкретного приложения.

Наиболее часто встречающийся на практике многопарный шнур имеет стандартную длину до 3,05 м (10 футов) и разъемы Telco (RJ-71). Коммутационная часть этого соединителя реализована на основе двух полос по 25 контактов на каждой. Вилка и розетка разъема имеют практически одинаковые конструкции и массогабаритные показатели и могут быть без особых затруднений смонтированы на многопарном кабеле. Ранее эти разъемы имели категорию не выше третьей. В

последнее время ряд производителей, например Lucent Technologies и AMP, наладили выпуск разъемов Telco, отвечающих по своим параметрам категории 5. Разъем Telco устанавливается на одном или обоих концах кабеля. Кабель с одним разъемом вторым своим концом разводится на IDC-контактах коммутационного оборудования в кроссовых. Оконечный шнур с вилкой или розеткой разъема Telco на обоих концах часто используется для подключения УАТС к СКС.

Интересной особенностью шнуров рассматриваемого вида являются то, что на сегодняшний день они являются единственным электрическим коммутационным изделием массового применения, контактные элементы разъема которого в нерабочем состоянии должны обязательно закрываться защитными колпачками (обычно синий для розетки и красный для вилки).

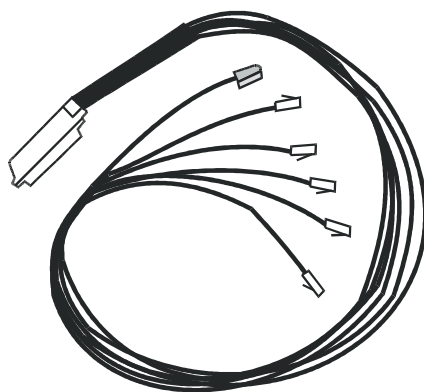


Рис. 77. Шнур типа «гидра»

Разветвительный шнур, или шнур типа «гидра» (hydra) (рис. 77) применяется при необходимости подключения многопортового оборудования к модульным панелям. Представляет собой 50-контактную вилку или розетку разъема Telco, на которую заведено шесть четырехпарных кабелей с вилками модульных разъемов на другом конце. Известны также шнуры рассматриваемого вида с восьмью, 12 и даже с 24 шестиконтактными вилками модульных разъемов, что позволяет в пределах выполнять требуемые подключения каждой отдельно взятой пары многопарного кабеля. Выпускаемые промышленностью образцы изделий этого типа обеспечивают электрические характеристики категории 3. Они

могут изготавливаться из кабелей UTP и S/UTP. Основная масса разветвительных шнуров выпускается на базе неэкранированного кабеля. В кабельную систему Mod-Tар входят разветвительные шнуры 23А-212-816 и 23А-208-811, предназначенные для подключения к экранированному 25-парному кабелю.

3.4.2. Адаптеры

Адаптеры, как и оконечные шнуры, не являются составной частью СКС и используются для подключения сетевого оборудования. Согласно стандарту TIA/EIA-568-A, в эту группу объединяются элементы, выполняющие по меньшей мере одну из перечисленных ниже функций:

- подключают друг к другу разъемы несовместимых размеров или типов (переходник);
- изменяют схему разводки проводников;
- распределяют один многопарный кабель на несколько кабелей с меньшим числом пар (разветвитель);
- соединяют кабели друг с другом.

3.4.2.1. Переходники

Т-переходники предназначены для изменения схемы подключения модульного разъема, например с T568A на USOC. Этот элемент обычно состоит из короткого отрезка кабеля с установленной на нем восьмиконтактной вилкой модульного разъема и корпуса с одной модульной розеткой. Известны также «жесткие» варианты в виде вставки типа «вилка-розетка». Внутри корпуса выполнены требу-

емые взаимные подключения контактов вилки и розетки. Т-переходники обеспечивают пропускную способность системы не выше 10 Мбит/с. В качестве примера устройств этого типа отметим изделия серии 950 компании Hubbell.

Переходники с модульных разъемов на интерфейс RS-232 и RS/6000 (иногда называемые модульными адаптерами) используются в случае необходимости подключения к информационным розеткам СКС устройств, имеющих разъемы DB09, DB15 или DB25 интерфейса RS-232 (V.24). Они представляют собой корпус, на котором смонтированы вилка или розетка одного из перечисленных выше разъемов серии DB и информационная модульная розетка. Выпускаются как экранированный, так и неэкранированный варианты этого устройства.

Достаточно часто переходник рассматриваемого вида может быть сконфигурирован пользователем самостоятельно под свои конкретные потребности непосредственно на объекте монтажа. Для выполнения этой операции штыревые контакты для разъемов DB соединены с контактами розетки модульного разъема короткими проводниками, позволяющими переносить эти контакты из одного гнезда разъема DB в другое. Для нумерации контактов использована цветовая кодировка оболочек соединительных проводников. Процесс установки и переключения несколько облегчается в случае применения специального инструмента в виде толкателя.

Переходники с модульных разъемов на интерфейс Token Ring конструктивно выполнены в виде корпуса, на одной из сторон которого установлен разъем MIC системы Token Ring, а на другой — розетка модульного разъема. Выпускаются в экранированном и неэкранированном вариантах. Их применение позволяет выполнить переход от стандартного интерфейса сетевой аппаратуры Ethernet, Fast Ethernet, CDDI и ATM, выполненного на розетке модульного разъема, на интерфейс системы Token Ring и передавать их сигналы по 150-омным кабелям STP, применяемым в кабельной системе IBM. В связи с малой популярностью СКС на 150-омных кабелях такие переходники в нашей стране практически не встречаются в инженерной практике.

3.4.2.2. Разветвители

Y-адаптеры, двойники, сплиттеры (splitters), или duplex couplers применяются для разветвления пар кабеля, подключенных к контактам одной вилки модульного разъема, на две (реже три или четыре) информационных розетки. Основная масса Y-адаптеров содержит восьмиконтактную вилку модульного разъема и корпус с двумя модульными розетками (рис. 78). Вилка может быть жестко зафиксирована на корпусе (адаптеры 400B2 и 400K фирмы Lucent Technologies) или соединяться с ним коротким отрезком кабеля (модульный адаптер фирмы Siemon). Выходные гнезда модульных разъемов могут размещаться как рядом друг с другом, так и друг над другом. Основным преимуществом последнего решения является то, что в случае двойной розетки корпус адаптера не перекрывает второе гнездо модульного разъема в наиболее популярных конфигурациях с горизонтальной их ориентацией. В так называемом easy flex-адаптере компании Reichle & De-Massari вилка модульного разъема установлена на шарнире и допускает поворот в пределах 60°. Это позволяет легко подключать адаптер к розеткам с угловой установкой разъема.

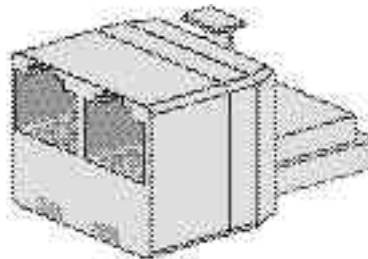


Рис. 78. Y-адаптер

Как было отмечено выше, имеются также единичные образцы изделий этого класса с большим количеством розеток модульных разъемов. Например, так на-

зываемый female duplex coupler компании ICC имеет три розетки. Отличие между этими вариантами адаптеров состоит в том, что первый из них включается в розетку и используется для работы с горизонтальным кабелем, тогда как второй предназначен для ветвления соединительных шнуров. В качестве Y-адаптера с четырьмя розетками отметим так называемый однопарный модульный адаптер (adapter for one pair modularity), обеспечивающий подключение четырех шестипозиционных модульных вилок к гнезду высокочастотного разъема фирмы AMP (подробнее см. параграф 3.2.6.2). Фактически данное изделие выполняет функции разветвителя (см. далее параграф 3.4.3) и отличается от него наличием интегрированного шнура с вилкой.

Внутри корпуса адаптера выполнены требуемые взаимные подключения контактов вилки и розеток. На практике Y-адаптер наиболее часто используется для разветвления четырехпарного горизонтального кабеля на две группы по две пары. Это обеспечивает возможность подключения к одному горизонтальному кабелю двух телефонных аппаратов или одного телефонного аппарата и компьютера с сетевым адаптером Ethernet.

Y-адаптеры поддерживают скорость передачи информации не свыше 10 Мбит/с.

В некоторых случаях функции Y-адаптеров могут выполнять оконечные розетки. Так, например, в dualport modular jack серии BRWP компании Hubbell предусматривается два шестипозиционных модульных гнезда на передней панели, тогда как в задней части расположено восемь IDC-контактов для разделки на них проводов горизонтального кабеля. Подобное решение нарушает принцип универсальности разводки и не может быть рекомендовано для широкого применения. Более удачным представляется применение модульных вставок системы NetConnect компании AMP, так как они выполнены сменными и, в случае необходимости, легко можно восстановить требуемую стандартами разводку.

Гармонику (Harmonica), или multi-line-адаптер, можно рассматривать как обобщение Y-адаптера на случай многопарного кабеля. Свое название этот элемент получил из-за внешнего сходства с губной гармоникой. Его назначение состоит в разветвлении 25-парного кабеля на несколько групп проводников емкостью по две, три или четыре пары.

Известны два основных варианта конструктивного исполнения гармоник. В первом, более распространенном из них выходы восьмиконтактных модульных разъемов выведены на вилку или розетку 25-парного разъема Telco, во втором варианте использовано шесть четырехпарных линеек типа 110. Количество выходных модульных розеток зависит от принятой схемы ветвления. В случае раз-

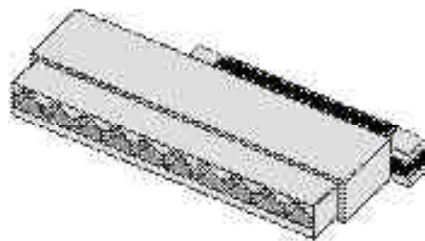


Рис. 79. Гармоника

водки по двум парам число модульных розеток достигает 12. Для увеличения удобства эксплуатационного обслуживания иногда на выбор одним производителем предлагаются варианты гармоник с параллельной и перпендикулярной плоскостью монтажа модульных разъемов Telco. В качестве примера такого решения укажем адаптеры серии 258 компании Lucent Technologies.

Гармоники могут быть выполнены в виде отдельного устройства (рис. 79) или же как модуль для установки в различные коробки, корпуса и другие аналогичные элементы.

Как правило, гармоники обеспечивают пропускную способность не более 10 Мбит/с.

3.4.2.3. Балуны

Балун (от англ. BALance — UNbalance — балансный-небалансный, точнее — симметричный-несимметричный) представляет собой устройство, предназначенное для обеспечения соединения витой пары и коаксиального или твинаксиального кабеля. Кроме собственно физического подключения он осуществляет переход от несимметричной схемы передачи к симметричной и согласование волновых сопротивлений различных сред передачи сигналов.

Известны две основные разновидности балунов: коаксиальный и твинаксиальный. Коаксиальные балуны наиболее часто применяются при использовании кабельной разводки СКС для передачи телевизионных сигналов и в этом случае обеспечивает высокий уровень передаточных характеристик в весьма широком частотном диапазоне. Например, балун норвежской компании Telesafe в рабочем диапазоне частот от 47 до 862 МГц имеет потери не более 2 дБ при уровне обратного отражения не хуже –10 дБ. Наиболее массовой областью использования твинаксиальных балунов является соединение с их помощью через СКС терминального оборудования с большим компьютером, электрический интерфейс которого достаточно часто реализован на твинаксиальном разъеме.

Коаксиальные и твинаксиальные балуны часто имеют одинаковое конструктивное исполнение корпуса. Для их быстрой визуальной идентификации в этих случаях используют цветовую кодировку корпуса. Так, например, балуны для подключения терминалов типа 3270 имеют корпус красного цвета (отсюда название красный балун), тогда как корпус твинаксиальных компонентов для обслуживания системы AS/400 окрашивается в зеленый цвет (зеленый балун).

Балуны для твинаксиальных кабелей типа 365A компании Lucent Technologies состоят из двух элементов. 365 Balun Adapter предназначен собственно для перехода от твинаксиального кабеля к симметричному, тогда как устройство 365A Terminating Adapter обеспечивает минимизацию коэффициента обратного отражения при отключенной рабочей станции. Конструктивно прибор рассматриваемой группы может быть оформлен в виде корпуса с интегрированными в него деталями модульного и коаксиального разъемов (так называемый миниатюрный балун). Во втором классическом варианте один или оба этих элемента монтируются на отрезках соответствующего кабеля большей или меньшей длины (например, в балуне типа 384A компании Lucent Technologies длина симметричного кабеля составляет 3,6 м).

подавляющее большинство реализаций балунов выполнено в виде отдельного навесного устройства. Компанией AMP производится серия балунов для системы NetConnect, которые оформлены как модульная вставка для установки в универсальную розетку или панель. Основным преимуществом подобного решения считается резкое уменьшение вероятности механического повреждения устройства в процессе текущей эксплуатации. Этой же компанией предлагается многопарный шнур 555540 типа «гидра» с 16 вилками или розетками BNC и встроенными в них согласующими трансформаторами.

Стандартный горизонтальный кабель содержит четыре витые пары с очень хорошими передаточными характеристиками. Этим фактом часто пользуются многие разработчики балунов, предназначенных для подключения к СКС различных телевизионных устройств. Так, например, известны балуны с двумя и тремя коаксиальными разъемами. В первом случае передается обычный телевизионный сигнал и сигнал звукового сопровождения, во втором — сигналы основных цветов.

Балуны, обеспечивающие передачу телевизионного сигнала в базовой полосе, иногда называются видеоадаптерами (baseband video adapter), тогда как приборы, предназначенные для работы с многопрограммным телевизионным сигналом — широкополосными видеоадаптерами (broadband video adapter).

Выход балуна на витую пару может быть оформлен как в виде розетки на корпусе, так и в виде вилки. Во втором варианте из соображений обеспечения удобства эксплуатационного обслуживания в подавляющем большинстве случаев вилка устанавливается на отрезке обычного горизонтального кабеля большей или меньшей длины.

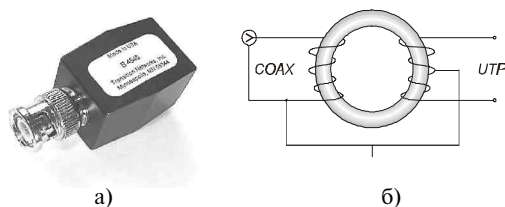


Рис. 80. Балун:
а) внешний вид; б) принципиальная схема

Компания Hubbell выпускает 16- и 32-портовые панели с установленными на них балунами. В зависимости от варианта на лицевую панель может быть выведена розетка как восьмиконтактного модульного разъема, так и коаксиального разъема типа BNC.

Элементы модульного разъема балуна имеют экранированное или неэкранированное исполнение. В экранированном варианте экран электрически соединяется с внешним проводником разъема BNC. Выходные проводники согласующего трансформатора в розетке модульного разъема могут подключаться к различным контактам, наиболее часто к парам 1-2 и 4-5.

Внешний вид и принципиальная схема одной из возможных реализаций балуна изображены на рис. 80.

3.4.2.4. Другие виды адаптеров

Модульный адаптер обеспечивает «дружественный» для пользователя интерфейс при необходимости подключения к панели типа 66 и 110. Конструктивно он представляет собой корпус, на одной из сторон которого предусмотрено гнездо модульного разъема, а на второй — элементы для непосредственного подключения к контактам этой панели. В случае подключения к панели типа 110 может рассматриваться как альтернатива комбинированному шнуру. Иногда одной фирмой предлагается два варианта адаптера — на три или четыре пары со стороны разъема типа 110 (изделия 1110A1-3 и 1110A1-4 компании Lucent Technologies). Основной областью применения является подключение различного измерительного оборудования к базовым линиям. Подавляющее большинство адаптеров рассматриваемого вида рассчитано на подключение максимум к четырем парам. Компанией Siemon предлагается устройство типа TAP-50, предназначенное для одновременного подключения к 25 парам блока типа 66. На второй стороне может устанавливаться вилка или розетка разъема Telco.

Измерительный адаптер очень схож с модульным адаптером по внешнему виду, конструктивному исполнению и функциональным возможностям. Он отличается от своего аналога тем, что устанавливается не на контакты типа 110 или 66, а на размыкающие перемычки специальных видов панелей. Может снабжаться согласующими нагрузочными резисторами. В случае размыкания контролируемого тракта варианты этого адаптера различаются направлением тестирования (исполнения А и В), возможно также параллельное подключение измерительного оборудования к линии (рис. 81в). В последнем случае такой адаптер называется мониторным. Наиболее предпочтительной областью использования оборудования рассматриваемых типов являются консолидационные точки [46].

I-адаптер. Этот элемент также широко известен под названием проходного (in-line) адаптера и используется для увеличения длины коммутационных и оконечных шнуров с вилками модульных разъемов. Его применение неизбежно вы-

зывает заметный рост переходных помех и отраженного сигнала (уменьшение параметров NEXT и SRL) и поэтому возможно только в СКС, в которых имеются достаточно большие запасы по этим параметрам.

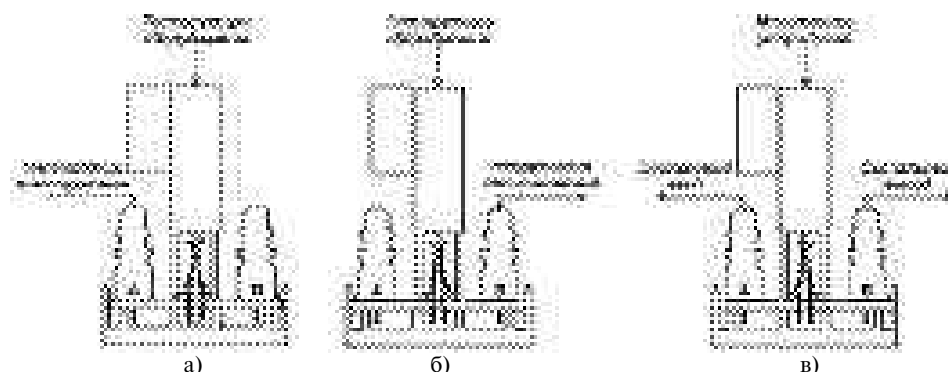


Рис. 81. Варианты исполнения измерительных адаптеров:
а) с размыканием, вариант А; б) с размыканием, вариант В; в) измерительный адаптер мониторингового типа

Корпус адаптера изготавливается из пластмассы. Для облегчения обслуживания линий достаточно широкое распространение получила цветовая кодировка корпуса. Гнезда модульных разъемов могут располагаться как на противоположных торцевых поверхностях корпуса (прямой адаптер), так и на смежных боковых (угловой адаптер). Последнее решение облегчает прохождение поворотов.

Краткий перечень адаптеров рассматриваемого вида приводится в табл. 51.

Большинство приборов рассматриваемого класса рассчитано на одиночное применение. Канадская компания UNICOM выпускает панель типа PATU5-816D-RA, которая рассчитана на установку в 19-дюймовый конструктив и имеет 16 гнезд для монтажа в них переходных адаптеров.

Таблица 51. I-адаптеры

Фирма-изготовитель	Наименование	Тип	Макс. скорость передачи, Мбит/с
Lucent Technologies	451A-50	Прямой	10
	451A-60		
AMP	555052-1	Прямой	16
	555051-1	Угловой	16
UNICOM	ILC-U508A-XX	Прямой	100
Hubbell	BR1A4P	Прямой	16
	BR1AJF8	С фланцем	16
ICC	ICMMA3508DR	Прямой	-
Panduit	MMC	Прямой	-

Компания Hubbell для облегчения монтажа своих адаптеров в платах, панелях и других аналогичных конструкциях предусматривает на корпусе фланец и специальную отдельную клипсу.

Мостовой адаптер (bridging adapter) применяются в тех случаях, если несколько рабочих станций или иных устройств использует для своей работы схему многоточки. Этот прибор содержит несколько розеток модульных разъемов с запараллеленными одноименными контактами. В тех случаях, когда количество выходных розеток равно двум, адаптер называется Y-мостовым (Y-Bridge). В качестве примера классического мостового адаптера отметим устройство типа 367A компании Lucent Technologies, ориентированный на поддержку подключения семи рабочих станций к хост-компьютеру IBM System 36/38 или AS/400 через балун 365A (рис. 82). Из-за особенностей применения эта разновидность адаптера практически не выполняется

в виде отдельного устройства, хотя это не рекомендуется действующими редакциями стандартов. На практике наиболее часто конструктивно реализуется в виде вставки в розетку или декоративный короб, снабженные соответствующей маркировкой. В тех случаях, когда адаптер выполняется в виде внешнего устройства, входной порт, через который производится подключение к кабелям СКС, может быть выполнен в виде как вилки, так и розетки.

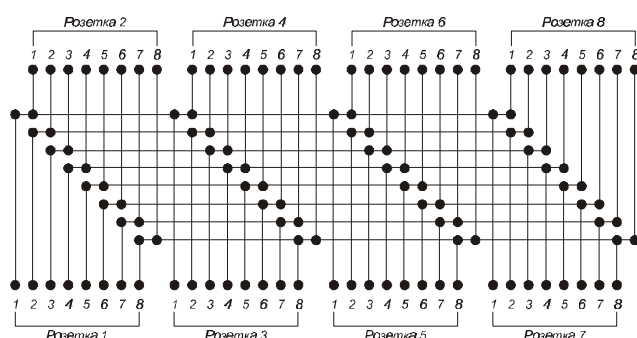


Рис. 82. Схема внутренних соединений в мостовом адаптере типа 367А

Функции мостового адаптера выполняет также так называемая ADS-планка немецкой компании CNZ Neubauer. Это изделие представляет собой 19-дюймовую панель с двумя независимыми группами по девять розеток модульных разъемов в каждой. Один из разъемов выполняет функции порта входа-выхода, остальные объединены в кольцевую структуру. Особенно noteworthy конструкцией розеток

модульных разъемов данного изделия является то, что при отключенной вилке выполняется замыкание внутренних проводников для сохранения структуры кольца.

Телефонные адаптеры. В некоторых странах производятся телефонные аппараты, соединительные шнуры которых имеют вилку с отличной от вилки 6-контактного модульного разъема конструкцией. Для обеспечения возможности подключения таких аппаратов к СКС предназначены телефонные адаптеры. Это изделие представляет собой корпус с вилкой модульного разъема на коротком отрезке кабеля и гнездом соответствующей формы для подключения вилки шнура телефонного аппарата. Достаточно широкая номенклатура адаптеров рассматриваемого вида выпускается компанией ITT Cannon.

Фильтры среды. Фильтр среды (Media filter) представляет собой фильтр нижних частот с типовым значением граничной частоты 25 МГц и крутизной частотной характеристики 60 дБ на декаду. Применение этого прибора позволяет существенно увеличить значение NEXT за счет эффективного подавления высокочастотного сигнала вне рабочей полосы сетевой аппаратуры. Его рекомендуется использовать в случае передачи по СКС сигналов сетей Token Ring. Строго говоря, фильтр не является адаптером, однако имеет очень схожую с ним конструкцию, принципы подключения и выполняемые функции. Он обеспечивает, в частности, эффективный интерфейс между 100-омным кабелем UTP и 150-омным разъемом системы Token Ring. Исходные спецификации оборудования Token Ring предполагали применение в качестве среды передачи экранированных витых пар типа 1 и 2 с достаточно эффективной защитой от внешнего мешающего электромагнитного излучения и высокой степенью подавления собственных помех. Применение фильтра среды позволяет существенно уменьшить уровень паразитного излучения при передаче сигналов Token Ring по обычному кабелю UTP за счет дополнительной симметризации сигнала на его выходе. Устройство обеспечивает наибольшую эффективность для 4-мегабитного варианта сети Token Ring, в случае скорости передачи 16 Мбит/с его положительный эффект проявляется существенно слабее [49]. Еще одним положительным эффектом от при-

менения рассматриваемого устройства является уменьшение уровня помехи на входе приемника, так как обмотка фильтра выполняет функции запирающей катушки.

Устройство конструктивно выполняется в виде пластмассового корпуса (с внешним металлическим кожухом в экранированном варианте). На одной из торцевых поверхностей корпуса установлена розетка DB9, а на противоположной могут располагаться гнездо восьмипозиционного (иногда шестипозиционного) модульного разъема или ввод шнура длиной до 8,6 м также с шести- или восьмипозиционной вилкой модульного разъема. В качестве примера последнего решения отметим изделия 558280 и 558281 компании AMP.

3.4.3. Удлинители

Удлинители (Line Extension) выполняют в СКС те же самые функции, что и обычные бытовые удлинители в сети силового электропитания. Применяются в тех случаях, когда отсутствуют оконечные шнуры необходимой длины, а подключаемое к кабельной системе сетевое оборудование не предъявляет высоких требований к ширине полосы пропускания тракта передачи сигнала.

Практически аналогично бытовым аналогам удлинители СКС конструктивно могут оформляться по двум различным вариантам. В первом из них соединительный шнур с вилкой модульного разъема является составной частью прибора. На втором конце шнура устанавливается корпус с розеткой. Оборудование данного вида выпускается немецкой компанией Deutsche Electraplan (изделие типа 687521860 с восьмипозиционной розеткой и 687602810 с шестипозиционной розеткой).

Второй вариант удлинителя иногда называется распределителем (distributor) и предполагает применение для подключения к розетке СКС обычного оконечного шнура. Конструктивно это устройство представляет собой корпус с пятью розетками модульных разъемов, одна из которых используется для соединения с розеткой СКС. Таким образом, распределитель в отличие от классического удлинителя представляет собой многопортовое устройство. Распределитель может быть выполнен для обслуживания как одинаковых, так и различных устройств. Примером изделия первого вида может служить distributor швейцарской компании Reichle & De-Massari, которое предназначено для подключения четырех аналоговых телефонных аппаратов. В отличие от него устройство MCS, предлагаемое швейцарской компанией Telena, в зависимости от его конструктивного исполнения позволяет подключать как аналоговые телефонные аппараты, так и рабочие станции и другие аналогичные устройства сети Ethernet.

Отметим, что функции однопортового удлинителя может выполнять также обычный оконечный шнур с одетым на него I-адаптером (см. параграф 3.4.2.4).

3.5. Дополнительное оборудование для построения трактов передачи информации СКС

Ниже рассматриваются некоторые технические решения, не получившие широкого распространения в практике создания СКС и выпускаемые ограниченным кругом компаний. Большинство из этих изделий формально выходит по тем или иным признакам за область действия стандартов, однако их применение позволяет в определенных пределах (часто весьма значительных) расширить функциональные возможности кабельной системы.

3.5.1. Комплекты для установки кабельной системы

Для быстрого развертывания небольших кабельных систем ряд компаний (Mod-Tap, Lucent Technologies, Alcatel и другие) выпускает специальные комплекты компонентов и расходных материалов (табл. 52). Комплект включает в себя более или менее полный набор элементов, с помощью которых можно создать небольшую СКС, ориентированную в первую очередь на поддержку функционирования ЛВС. Обязательными элементами комплектации наборов являются абонентские розетки, коммутационные и оконечные шнуры заводского изготовления и коммутационные панели. Эти элементы могут дополняться кабелем, монтажным шкафом, тестирующим оборудованием, инструментом для монтажа и т.д. Помощь пользователю при установке оказывает подробная инструкция по монтажу и даже видеокассета (Mod-Tap). При необходимости увеличения числа портов можно использовать несколько комплектов или же специальный комплект расширения (решение Mod-Tap). Создаваемая кабельная система достаточно часто обеспечивает характеристики не выше категории 3.

Таблица 52. Комплекты для установки кабельной системы

Фирма	Название набора	Кабель	Коммутационная панель	Информационные розетки	Коммутационные шнуры	Шкаф	Категория
Alcatel	OptiSys	UTP, 100 м	2 × 16	16-типортовые	20	5.1	3
Lucent Technologies	SyncPack	UTP, 100 м	12-портовая розетка	12-типортовые	24		1
Askermann	Net-System 12/24/48	англ.	14 × 24 порта	12, 24 или 48-типортовые	24 × 96	5 или 5.1	1
Mod-Tap	28 D6036	UTP, 100 м	8-портовая коробка	8-типортовые	8		1

Для расширения функциональных возможностей в состав комплекта немецкой компании Askermann введены также настенный шкаф и концентратор Ethernet. Эти комплекты, называемые по фирменной терминологии бандлами (bundle), выпускаются в вариантах на 12, 24 и 48 портов и ориентированы в первую очередь на создание инфраструктуры, обеспечивающей подключение отдельных рабочих групп к серверу, а также на обеспечение этих мест телефонной связью. Последнее гарантируется наличием в составе комплекта двухпортовых абонентских розеток [50].

3.5.2. Соединительные модули

Соединительные модули предназначены для сращивания двух концов горизонтальных кабелей. Их применение позволяет удлинить четырехпарный кабель или срастить концы поврежденного кабеля без прокладки нового сегмента, то есть модуль играет роль неразъемного соединителя. Это устройство может использоваться при ремонтных работах для быстрого восстановления связи и в качестве элемента для организации точки перехода. Содержит корпус с фиксаторами для крепления срачиваемых кабелей и два набора врезных контактов, которые соединены между собой по токоведущим дорожкам печатной платы и на которых осуществляется разделка проводников кабелей. Для защиты от внешнего электромагнитного излучения корпус может иметь внутренний экранирующий кожух.

Технической основой для применения соединительных модулей является возможность введения в состав горизонтальной проводки дополнительного неразъемного соединителя точки перехода или ее аналога. На основании этого появление в тракте передачи соединительного модуля не приводит к снижению его качественных характеристик в смысле уменьшения категории. Однако действующими редакциями стандартов СКС запрещается применение каких-либо элементов сращива-

ния горизонтальных кабелей. Поэтому изделия рассматриваемого вида выпускаются в ограниченном количестве небольшим числом фирм и не получили широкого распространения. В качестве примера подобного прибора укажем модуль VM 8-8 немецкой компании Telegartner, который позволяет сращивать кабели с внешним диаметром до 10 мм, реализован на основе IDC-контактов LSA-Plus фирмы Krone и сертифицирован для работы на частотах до 600 МГц. Аналогичными характеристиками обладает соединительный модуль типа 4732-100 норвежской компании Telesafe.

3.5.3. Автоматические кроссы

Автоматические кроссы (automatic distributors) представляют собой устройство с несколькими входами и выходами, соединение между которыми устанавливается при подаче задающего сигнала на управляющий вход. Применение такого кросса позволяет выполнять [42]:

- разъединение цепей;
- транзитное включение цепей;
- подключение дополнительной аппаратуры;
- измерение параметров линий;
- изменение конфигурации сети.

Все переключения производятся на физическом уровне, то есть обеспечивается независимость от приложений, в частности, возможна коммутация сигналов аналоговых телефонных станций, отличающихся высокими напряжениями вызывных токов.

Емкость кроссов может достигать 49×98 портов, время переключения составляет 4,5 мс, электрические характеристики соответствуют требованиям категории 3. Независимость от состояния электропитающей сети обеспечивается применением в конструкции устройства бистабильных электромеханических реле.

Автоматические кроссы находят ограниченное применение при построении СКС с большим количеством телефонных линий. Достаточно широкую номенклатуру устройств этого типа серии FSA-Plus предлагает немецкая компания Krone.

3.5.4. Специализированное волоконно-оптическое активное оборудование для СКС

Оптические тракты различных подсистем СКС широко используются для передачи сигналов различных видов волоконно-оптического оборудования ЛВС различного назначения [4]. В данном параграфе остановимся только на тех видах такого оборудования, которое создавалось для применения в основном в составе СКС. Общими характерными чертами данной разновидности активных устройств являются:

- поддержка принципа fibre to the room, согласно которому волоконно-оптический кабель доводится не до каждой рабочей станции, а только до комнаты;
- ориентация на монтаж в декоративных коробах;
- применение специальных схемных и конструктивных решений, учитывающих специфику установки и функционирования.

В настоящее время существует достаточно обширная номенклатура приборов рассматриваемого класса. В основном они рассчитываются на работу в составе сети Ethernet, решения для сетей Fast Ethernet распространены пока достаточно мало, однако их доля растет очень быстрыми темпами. Номенклатура предлагаемых устройств совпадает с номенклатурой обычных «полноразмерных» приборов и включает в себя трансиверы, репитеры, преобразователи среды и микроконцентраторы, причем наибольшую популярность получила именно последняя разновидность устройств.

Микроконцентраторы рассматриваемого вида имеют четыре обычных электрических порта 10Base-T или 100Base-TX с розетками модульных разъемов и оптический порт для связи с коммутатором или концентратором более высокого уровня. Розетки электрических портов в известных конструкциях устанавливаются с наклоном в 45°, достаточно часто группируются попарно и размещаются друг над другом (так называемый вертикальный вариант) или рядом друг с другом (горизонтальный вариант). Концентратор снабжается обычными цветными индикаторными светодиодами, наличие которых позволяет судить о текущем состоянии сети, причем данные светодиоды располагаются между группами розеток модульных разъемов (рис. 83).



Рис. 83. Четырехпортовые микроконцентраты для установки в декоративных коробах: слева — горизонтальный вариант, справа — вертикальный

Питание микроконцентраторов может производиться как от встроенного, так и от внешнего сетевого источника, причем последний может монтироваться в соседней розетке. Оптический порт прибора расположен в нижней части его корпуса, недоступен в режиме нормальной эксплуатации для пользователя и очень часто выполняется в виде съемного модуля. Данный модуль может быть установлен на штыревых контактах в одном из двух или четырех (в зависимости от производителя) положений с угловым смещением 180 или 90 градусов соответственно. Послед-

нее свойство облегчает получение заданного радиуса изгиба световодов в ограниченном пространстве декоративных коробов.

Из других технических решений, применяемых в приборах рассматриваемого класса, отметим наличие миниатюрного вентилятора системы принудительного охлаждения и реализацию функции покоя при отключенных рабочих станциях для минимизации энергопотребления. Известно также решение дополнения внутреннего оптического порта двумя электрическими со стандартной дальностью действия 100 м (решение немецкой компании UBF, использованное в устройстве 6+2 Port Ethernet Installation Hub).

Массовое внедрение устройств рассматриваемого вида сдерживается в основном двумя факторами. Во-первых, они требуют источника электропитания, что при отказе силовой сети приводит к прекращению связи. Во-вторых, создаваемые ими порты обслуживают только ЛВС одного типа, то есть не обладают свойством универсальности. Последний недостаток в значительной степени сглаживается наличием достаточно широкой гаммы концентраторов различных систем, выполненных в едином конструктивном стиле.

3.5.5. Системы радиосвязи для СКС

Системы радиосвязи применяются в СКС в основном для подключения к ЛВС небольшой выделенной рабочей группы пользователей. Системы радиосвязи используются в тех ситуациях, когда применение проводных решений физически невозможно из-за определенных местных условий или же когда это подключение следует выполнить в предельно сжатые сроки. Оборудование, выпускаемое для

реализации такого подключения, в настоящее время обеспечивает скорости передачи информации, достаточные для работы только системы Ethernet и Token Ring (скорость информационного обмена от 2 до 10 Мбит/с). В состав этого оборудования входит сетевая плата на шину ISA (для настольных рабочих станций) или PCMCIA (для переносных компьютеров) с соответствующими антеннами и радиомост. Проводной интерфейс моста реализован на основе обычной розетки модульного разъема, через него осуществляется подключение оборудования к СКС.

Рабочая частота приемопередатчиков выбирается в диапазоне 2,4 ГГц, мощность излучения и чувствительность приемников достаточна для организации связи в пределах офисного помещения на расстоянии до 150 м, то есть примерно соответствует типовым длинам горизонтальной подсистемы обычной СКС. При необходимости увеличения дальности связи могут использоваться передатчики увеличенной мощности и направленные антенны с большим коэффициентом усиления.

По состоянию на середину 1999 года оборудование рассматриваемого вида в составе своих СКС предлагали фирмы AMP, Krone и Lucent Technologies.

3.6. Выводы

Наличие широкой гаммы серийных электрических кабельных и коммутационных изделий различного назначения, а также соответствующих аксессуаров для них позволяет стандартными средствами и с использованием типовых решений выполнять все виды задач, возникающих при создании СКС емкостью до нескольких десятков тысяч портов.

Основная масса кабельных и коммутационных изделий СКС имеет волновое сопротивление 100 Ом и поэтому именно их рекомендуется применять для построения кабельных систем. Несмотря на заметно лучшие передаточные параметры, кабели с волновым сопротивлением 120 Ом являются менее предпочтительными из-за заметно меньшего предложения на отечественном рынке.

Характеристики неэкранированных кабелей СКС обеспечивают выполнение требуемых стандартами параметров со значительными запасами. Экранированные конструкции из-за сложности монтажа и повышенной стоимости эффективны для построения СКС только в случаях значительного уровня помех или при наличии особых требований по защищенности от несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Горизонтальные четырехпарные кабели образуют основную массу кабельных изделий СКС. Наличие ряда конструктивных разновидностей и вариантов исполнения этой продукции позволяет существенно улучшить технико-экономические параметры и увеличить эксплуатационную гибкость кабельной системы в условиях многообразия архитектурно-планировочных решений современных офисных зданий.

Наиболее совершенные серийные образцы экранированных кабелей имеют параметры, нормируемые на частотах вплоть до 1,2 ГГц. Нормировка параметров высокочастотных неэкранированных кабелей выполняется до частот 600 МГц. Наличие такого задела открывает перспективы создания высокопроизводительных перспективных кабельных систем категории 6 и выше.

Основным видом разъема в СКС (до проекта категории 6 включительно) является модульный, при необходимости администрирования отдельными парами эффективно применение разъемов типа 110. Разъемы перспективной категории 7 могут реализовываться по схеме модульного разъема или же иметь несовместимый с ними интерфейс.

Коммутационное оборудование СКС строится по модульной или фиксированной схеме и имеет типовую емкость от 100 до 900 пар в одном блоке. Штатные технические средства позволяют одинаково легко устанавливать коммутационные панели как в 19-дюймовом конструктиве, так и на стене помещения. Это дает возможность создавать все виды коммутационных узлов как в технических помещениях, так и в помещениях открытых офисов.

Наличие развитой номенклатуры переходников и адаптеров позволяет использовать инфраструктуру СКС для поддержки нормального функционирования сетевой аппаратуры с коаксиальным и триаксиальным интерфейсом, а также для выполнения необходимых измерений различных видов. Функциональная гибкость и удобство эксплуатационного обслуживания СКС в некоторых случаях заметно возрастает при применении дополнительного оборудования типа автоматических кроссов и микроконцентраторов для монтажа в декоративные кабельные короба.