

## Приложения

### 12.1. Кабельные системы различных производителей

Далее приведены общие сведения технического характера о некоторых известных авторах данной монографии СКС различных производителей, в большем или меньшем объеме представленных на российском рынке. Критерием включения в перечень являлось, во-первых, наличие у продукции основных и дополнительных признаков, рассмотренных во введении и позволяющих отнести продукт к СКС и, во-вторых, наличие в России постоянного представительства или по меньшей мере партнера, продвигающего данное конкретное решение на отечественном рынке. Перечень не претендует на абсолютную полноту хотя бы потому, что число этих систем растет достаточно быстро. Так, судя по специализированным выставкам, вполне возможно появление в России во второй половине 1999 года нескольких новых «игроков» из Италии, США и Израиля.

Определенные дополнительные данные маркетингового характера по состоянию на конец 1998 года приводятся в обзоре [100].

#### 12.1.1. Система **SignalMax** компании **Advanced Electronic Support Products**

Структурированная система **SignalMax** относится к одной из самых молодых СКС, продвигаемых на российском рынке. Система создана в 1997 году, в ее разработке активно участвовал московский офис компании **AESP**.

Электрическая подсистема **SignalMax** входит в состав системы **HiLink**. Элементная база **HiLink** позволяет создавать кабельную систему с производительностью вплоть до проекта категории 7. В состав **HiLink** введен также экранированный сетевой кабель для подачи напряжения на силовые розетки, что дополнительно расширяет функциональные возможности СКС.

Горизонтальная подсистема может строиться на неэкранированных кабелях категорий 3, 5 и 5e, применение экранированных конструкций с граничной частотой нормировки параметров 300 и 600 МГц позволяет создавать системы, характеристики которых соответствуют требованиям категорий 5, 6 и 7 [101]. **HiLink** является одной из немногих СКС, в составе которой предлагается двухпарный кабель категории 5<sup>52</sup>. При необходимости работы в жестких условиях может применяться кабель с тефлоновой изоляцией, которая гарантирует рабочий диапазон температур от -70 до +200°C. Поставка всех видов горизонтального кабеля выполняется в коробках. Коробки попарно помещаются в общую картонную упаковку, что гарантирует большую сохранность при длительной транспортировке.

<sup>52</sup> В случае применения такого кабеля гарантия производительности выдается только на двухпарные приложения типа Fast Ethernet.

Вертикальные подсистемы строятся с использованием 25-парного кабеля категории 5 (варианты UTP и S/UTP), для передачи телефонных сигналов предназначен кабель категории 3 с максимальной емкостью 100 пар.

Коммутационное оборудование представлено панелями с модульными разъемами в экранированном и неэкранированном вариантах максимальной емкостью 120 портов, разделка кабелей выполняется на контактах типа 110 или Krone. Основная масса этих изделий предназначена для монтажа в 19-дюймовом конструктиве, имеются также конструкции для настенной установки. В случае необходимости могут применяться также панели модульной конструкции, вставки комплектов розетками модульных разъемов, розетками BNC и ST-розетками для формирования оптических портов.

Панели типа 110 категории 5 доступны в вариантах на 100 и 200 пар, в зависимости от модификации могут устанавливаться на стене или в 19-дюймовом конструктиве. Специально для поддержки функционирования телефонных подсистем предлагаются панели с шестипозиционными розетками максимальной емкостью 120 портов.

Для установки на рабочих местах предназначены неэкранированные и экранированные одно- и двухпортовые розетки. Коммутационные и оконечные шнуры также доступны в экранированном и неэкранированном вариантах и имеют максимальную длину 10 м.

При необходимости создания волоконно-оптической подсистемы используется оборудование, выпускаемое компанией ВСС.

Функциональные возможности и гибкость СКС SignaMax обеспечиваются включением в ее состав достаточно развитой номенклатуры 19-дюймового монтажного оборудования (напольные и настенные шкафы, открытые стойки) и кабельных коробов (металлические и пластмассовые) английского производства.

На СКС SignaMax предоставляется стандартная системная гарантия продолжительностью 25 лет.

Еще одной особенностью системы SignaMax является включение в ее состав сетевого оборудования FOCUS. При этом, в отличие от остальных решений, в случае комплексной реализации проекта (СКС плюс LAN) заказчик получает на пассивное оборудование СКС и активное оборудование FOCUS общую 20-летнюю гарантию.

#### **12.1.2. Кабельная система Alcatel Cabling System компании Alcatel**

Кабельная система Alcatel Cabling System отвечает основным международным стандартам на СКС. Изготовление всех компонентов рассматриваемой СКС выполняется на собственных предприятиях компании.

Кабельная продукция для построения горизонтальной подсистемы представлена четырехпарными кабелями в вариантах UTP, S-UTP (используются в основном двойные пленочные экраны) и S-STP. Кабели имеют волновое сопротивление 100 и 120 Ом при диаметре жил 0,5 и 0,6 мм соответственно. Параметры кабелей серии GIGATEK и SYMTEK сертифицируются до частот 600 МГц. Для передачи телефонных сигналов на вертикальных участках трасс внутри зданий используются многопарные кабели категории 3 с волновым сопротивлением 100 и 120 Ом и числом пар 10, 25, 50, 100 и 150.

Оптические кабели могут применяться на всех трех подсистемах СКС и снабжаются световодами трех основных типов: 9/125, 50/125 и 62,6/125. Кабели без гелевого заполнения имеют 900-микронную оболочку tight buffer, число волокон 24 и предназначены для создания подсистемы внутренних магистралей. Кабели внешней прокладки могут иметь как модульную, так и однотрубчатую конструкцию, максимальное количество волокон может достигать 60. Для организации двухпортовых рабочих мест предназначены комбинированные кабели серии Twintek с двумя трубчатыми

элементами. Первый из этих элементов представляет собой обычный или экранированный четырехпарный электрический кабель, второй волоконно-оптический элемент может содержать 2, 4 или 6 световодов в буферном покрытии 0,9 мм.

Электрические коммутационные шнуры имеют длину от 1,5 до 20 м и выпускаются в обычном и экранированном вариантах. Для подключения телефонных станций и аппаратуры низкоскоростных приложений с большим числом портов предназначены трехметровые соединительные шнуры с разъемами Telco. Функции элементов разветвления в процессе реализации принципа cable sharing реализуют так называемые адаптерные шнуры длиной 3, 5 и 8 м с четырьмя шестью или восьмипозиционными вилками модульных разъемов на втором конце.

Стандартная длина оптических коммутационных шнуров составляет 2, 5 и 10 м. Шнуры снабжаются вилками разъемов ST, SC, SMA и MIC.

Для установки на рабочих местах разработана большая номенклатура внутренних в внешних розеток с прямой и угловой установкой розеточных модулей электрических и оптических разъемов. Оптические розетки выполняются как в виде одиночных вставок, так и в варианте дуплексных изделий (в том числе и для розеток ST). На лицевых панелях некоторых розеточных модулей предусмотрены встроенные элементы для выполнения маркировки сменными надписями.

Электрические модули серии EPSILON выпускаются в трех вариантах: неэкранированном, экранированном и так называемом EMC. Последние две разновидности отличаются тем, что у EMC экранирующим кожухом закрыт весь корпус модуля, тогда как у экранированной розетки экранирующее покрытие охватывает только гнездо для установки вилки. Разделка модулей производится обычным однопарным ударным инструментом. Процедура разделки существенно облегчается в случае применения ручной подставки под разделяемый модуль.

Процесс установки модулей во внешние розетки (корпуса емкостью 2, 3, 6 и 12 розеток серии LAMBDA 40) облегчается применением одно-, двух- и трехрозеточных вставок. Панели с модульными разъемами для применения в кроссовых и аппаратных также набираются по модульному принципу. Основным конструктивным элементом такой панели является 12-портовая электрическая вставка в экранированном и неэкранированном исполнениях. Кроме розеток для системы Ethernet имеются также розетки для системы Token Ring.

Оптические панели набираются по тому же принципу и имеют типовую емкость 36 или 60 оптических портов.

Процесс монтажа оптических и электрических панелей серии OMEGA облегчается возможностью выдвижения корпуса полки в переднее положение и отклонения вниз примерно на 30 градусов.

Удобство подключения к телефонной станции обеспечивается наличием в составе Alcatel Cabling System обычных телефонных плинтов и соответствующих комбинированных шнуров с вилкой модульного разъема на одном конце и с так называемой IDC-вилкой на втором. Длина таких шнуров составляет от 1,5 до 8 м.

Монтаж оборудования рассматриваемой СКС рекомендуется выполнять в 19-дюймовых конструктивах серии AC и TC со стеклянной передней дверью. Имеются также шкафы модульного типа для настенного монтажа и корпуса для размещения в них телефонных плинтов промежуточных межсоединений. В случае необходимости в технических помещениях могут устанавливаться открытые рамы.

Подключение оборудования, не имеющего стандартного интерфейса на основе модульного разъема, выполняется с помощью балунов, адаптеров и фильтров среды.

В номенклатуре компонентов Alcatel Cabling System присутствуют также микроконцентраторы Ethernet и Token Ring. Эти четырехпортовые устройства могут как монтироваться в декоративные короба, так и использоваться в настольном

варианте. Для связи с концентратором более высокого уровня предназначен пятый волоконно-оптический или электрический порт. Микроконцентраторы выпускаются в горизонтальном (все четыре розетки в один ряд горизонтально), либо в вертикальном варианте (розетки попарно друг над другом).

Процесс проектирования и текущей эксплуатации системы облегчает специализированное программное обеспечение Cabling Management Software. Этот продукт функционально делится на модули визуального администратора и проектировщика и, в зависимости от емкости сети, предлагается в вариантах от 250 до 5000 портов.

### **12.1.3. Системы NETConnect и Communication Outlet компании AMP**

Система NETConnect американской корпорации AMP построена в соответствии со стандартами TIA/EIA-568A и ISO/IEC 11801 и включает в себя полный набор компонентов, необходимый для реализации всех трех подсистем СКС на основе неэкранированной и экранированной витой пары, а также волоконно-оптического кабеля.

Электрическая кабельная система строится на основе горизонтальных, многопарных и многоэлементных кабелей категории 3, обычной и расширенной категории 5, а также категории 6 в обычном и пожаробезопасном (с оболочкой из фтористого полимера) исполнениях. При этом неэкранированные кабели «Category 6» обеспечивают  $ACR=4,5$  дБ на частоте 250 МГц. Для облегчения создания двухпортовых рабочих мест предлагается широкая гамма спаренных кабелей, причем отдельные элементы такого кабеля могут быть как одинаковыми, так и разными, в том числе и с различным волновым сопротивлением.

Оптические кабели поставляются с основными типами многомодовых (50/125 и 62,5/125 мкм) и одномодовых световодов в вариантах внутренней и внешней прокладки. Кабели внутренней прокладки имеют максимальную емкость 72 световода (16 с оболочкой LSZH), кабели внешней прокладки также имеют максимальную емкость 72 волокна и могут снабжаться металлическими упрочняющими элементами или же быть полностью диэлектрическими.

Для построения коммутационного оборудования предлагается два различных конструктивных решения. В основу так называемой системы AMP Communication Outlet System, характеристики отдельных элементов которой отвечают требованиям проекта категории 6, положена конструкция, которая устанавливается в стандартную электрическую коробку и содержит электрический соединитель, на котором разводится четырехпарный горизонтальный кабель. Функциональная гибкость системы обеспечивается наличием широкого набора экранированных и неэкранированных одиночных и двойных вставок с различными типами электрического интерфейса (модульный разъем, BNC, разъем IBM и т.д.). Применение двойных вставок позволяет очень эффективно реализовать принцип cable sharing. В случае необходимости на вставке предусматриваются встроенные балуны и элементы защиты от высокого напряжения.

При потребности получения улучшенных характеристик по электромагнитной совместимости возможно применение разъемов серии EMT (Electro Magnetic Technology). От аналогов они отличаются наличием экранированного кругового контакта для установки на экран круглого или овального в сечении кабеля в розетке, а также низким переходным сопротивлением вилки и розетки [102].

Обычные коммутационные панели с модульными разъемами обеспечивают характеристики категории 5, входят в состав системы 110 Connect System и имеют емкость от 12 до 96 портов. Этот вид панелей выпускается как в обычном, так и в модульном исполнениях. Панели типа 110 для настенной установки и в вариантах кроссовых башен емкостью 50, 100 и 300 пар объединены в систему XC Cross Connect System. Для установки в рабочих помещениях предусмотрен большой набор внутренних и внешних розеток, а также напольных коробок и розеток мультимедиа.

Коммутационное волоконно-оптическое оборудование представлено многочисленными моделями настенных муфт емкостью 6, 12, 24 и 48 розеток типа ST, SC, MISC и ESCON. Муфты могут оборудоваться дополнительной крышкой, защищающей вилки оптических соединителей от случайных механических воздействий. Функциональная гибкость муфт обеспечивается применением модульных вставок с розетками разъемов указанных типов со стандартной емкостью шесть одиночных или три двойных розетки. Розетки могут быть как обычными, так и комбинированными. В случае создания развитых волоконно-оптических подсистем применяются полки максимальной емкостью 128 розеток. Полки большой емкости должны применяться с полками для хранения защитных гильз сварных соединителей или корпусов механических сплайсов. Оконцевание оптических кабелей рекомендуется проводить с помощью монтажных шнуров и механических сплайсов Corelink.

В 1998 году в состав системы NETConnect введена волоконно-оптическая кабельная система solarium. Основу данной системы составляют многомодовый кабель с волокном типа 50/125 и оптический разъем MT-RJ, использование необычного для СКС американского производителя 50-микронного волокна с улучшенными частотными свойствами обеспечивает возможность передачи сигналов системы Gigabit Ethernet на расстояние до 550 м в обоих окнах прозрачности. Применение оптического разъема MT-RJ позволяет получить плотность портов, равную плотности портов электрических модульных разъемов.

Электрические коммутационные шнуры в обычном и экранированном исполнении имеют длину от 2 до 20 футов (от 0,61 до 6,1 м). Цветовая маркировка шнуров обеспечивается наличием хвостовиков девяти различных цветов. Оптические коммутационные шнуры в обычном и комбинированном вариантах стандартной длиной 1, 2, 3 и 5 м поставляются в одиночном и дуплексном вариантах.

В состав AMP Undercarpet cabling system входит полный набор кабельных изделий, аксессуаров и технологических инструментов, который позволяет организовать информационную и силовую кабельную систему для прокладки под ковром.

Подключение к ЛВС типа Ethernet удаленных рабочих станций, которые простыми средствами не могут быть подключены к проводному каналу, выполняется с помощью сетевых радиоадаптеров. Центральный модуль беспроводной подсистемы выполнен в виде так называемого Utility Center и подключается к СКС с помощью 25-парного кабеля категории 5. В состав системы введено программное обеспечение NETConnect D/S для проектирования кабельной системы, а также развитый набор клеевых этикеток для финишной маркировки кабелей, шнуров, коробов и других элементов СКС. Машинное изготовление маркирующих надписей облегчается в случае применения специализированного программного обеспечения, рассчитанного на PC-совместимые компьютеры и принтеры основных производителей оборудования этого типа.

#### **12.1.4. СКС Millennium компании BICC Brand-Rex**

СКС Millennium разработана английской компанией BICC Brand-Rex, которая является подразделением компании BICC Cables, широко известной своими связными и силовыми кабелями различного назначения. СКС включает в себя ряд самостоятельных продуктов, распространяемых под собственными торговыми марками [103].

Элементы электрической подсистемы СКС включены в состав системы CAT5Plus. Основой подсистемы являются четырехпарные кабели в вариантах UTP, STP и S-STP в обычном и пожаробезопасном исполнении. При этом входящий в состав системы UTP-кабель GigaPlus обеспечивает защищенность  $ACR = 3$  дБ на частоте 350 МГц, а на частоте 100 МГц величина этого параметра составляет 25 дБ, что на 15 дБ выше стандартного значения. Многопарные кабели категории 5 имеют емкость 25 пар, кабели категории 3 содержат 25, 50 и 100 пар.

Коммутационное оборудование системы CAT5Plus представлено коммутационными панелями с модульными разъемами емкостью 16 и 24 порта (высота 1 U), а также 32 и 48 портов (высота 2 U), подключение жил кабелей выполняется на контакты типа 100 или LSA-Plus. В состав системы включены также экранированные панели емкостью 16 и 24 порта, а также модульная конструкция серии Combi. Для установки в последнее изделие предназначены шестипортовые экранированные и неэкранированные модули.

Коммутационные панели типа 110 объединены в систему S110 Cross Connect и включают в себя 50- и 100-парные модули для монтажа на основании (высота 17, 22 и 42 U), а также 50-, 100- и 300-парные настенные модули с установочными ножками.

Телекоммуникационные розетки рабочих мест выпускаются в одно- и двухпортовом вариантах с прямой и угловой установкой розеточных модулей. Имеются разновидности различного стиля внешнего оформления для экранированных и неэкранированных розеток. Кодировка модулей в розетках выполняется сменными надписями различных цветов.

Для коммутации и подключения сетевого оборудования в кроссовых помещениях и на рабочих местах предназначена достаточно большая номенклатура обычных и комбинированных шнуров с вилками модульных разъемов и разъемов типа 110, а также 25-парные шнуры с вилками и розетками разъемов Telco. Отметим, что шнуры типа 110 могут быть изготовлены в полевых условиях.

Балуны и фильтры среды представлены многочисленными элементами, обеспечивающими подключение к СКС оборудования Token Ring, устройств IBM 3270 и телевизионных приборов различного назначения. Кроме навесного исполнения предлагается также несколько моделей стоечного оформления указанных приборов в виде панелей в 19-дюймовый конструктив.

Оптическая подсистема СКС Millennium может быть построена на основе широкой номенклатуры кабелей различной емкости и уровня защиты от внешних воздействий с одномодовыми и многомодовыми волокнами основных типов. В тяжелых условиях могут применяться кабели с защитным покрытием из оплетки, гофрированной стальной ленты и проволоки различного диаметра.

Коммутационное оборудование для построения оптических подсистем СКС объединено в рамках системы Helios. В помещениях кроссовых устанавливаются 19-дюймовые полки с тремя посадочными местами под модульные вставки. Вставки могут снабжаться четырьмя, шестью или восемью розетками разъемов основных типов. Муфты для настенного монтажа выполнены со стальным корпусом и имеют посадочные места под аналогичные вставки. В помещениях пользователей могут устанавливаться розетки мультимедиа максимум с восемью розетками оптических разъемов. Оконцевание оптических кабелей в полевых условиях выполняется клеевым методом (на выбор предлагается двухкомпонентный анаэробный клей или технология Hot Melt) или с помощью сварки.

Для ускорения процесса создания оптической подсистемы предназначена система MTConnect. Основным элементом системы являются претерминированные сборки с кабелем максимальной длиной 500 м. Уменьшение габаритов защитного наконечника достигается за счет установки на кабельную часть сборки группового оптического разъема типа MT.

Еще одним уникальным элементом, применяемым в системе Millennium, является технология Blolite. Более подробное описание ее возможностей и элементной базы приводится в разделе 4.7.

На спроектированную и смонтированную сертифицированными специалистами СКС Millennium предоставляется обычная 15-летняя системная гарантия.

### 12.1.5. Система OPEN DECconnect компании Digital

СКС OPEN DECconnect компании Digital представляет собой классическую СКС и включает в себя основной набор оптических и электрических компонентов, позволяющий выполнить построение системы в соответствии со стандартом TIA/EIA-568-A [104]. Система поддерживает функционирование ЛВС FDDI, 10Base-T, 10Base-2, 10Base-5, 10Base-F, Token Ring 4 и 16 Мбит/с, плоттеров, факсов, телефонов, систем передачи телевизионного изображения, системы ATM 155 Мбит/с и другого оборудования. Фирма также гарантирует соответствие характеристик рассматриваемой системы требованиям международного стандарта ISO/IEC 11801.

Входящие в состав OPEN DECconnect технические средства позволяют легко реализовать шинную и кольцевую топологии, соединение типа «точка-точка», а также конфигурации типа обычной и иерархической звезды. В качестве среды передачи допускается использование кабелей из экранированной и неэкранированной витой пары, волоконно-оптического и коаксиального кабеля.

На рабочих местах пользователей устанавливаются розетки с модульными разъемами, коаксиальные розетки разъема BNC и телевизионного типа, а также оптические розетки разъемов SC и SN. При этом в зависимости от конкретной ситуации может быть использован развитый набор монтажных рамок и коробок универсального назначения, а также соответствующих адаптеров. Сборка розеток модульных разъемов выполняется с помощью обычного ударного инструмента, оконцевание оптических кабелей рекомендуется выполнять с помощью монтажных шнуров и механических сплайсов. В случае необходимости может быть использована обычная клеевая технология на основе эпоксидного клея.

Горизонтальная кабельная проводка строится с использованием кабелей четырехпарных UTP и S/UTP, для ускорения процесса прокладки могут применяться сдвоенные горизонтальные кабели.

Основная масса коммутационных панелей представляет собой модульную конструкцию с шестью посадочными местами под вставки. Вставка, в зависимости от варианта, содержит восемь розеток модульных разъемов в обычном и экранированном вариантах, четыре дуплексные оптические розетки SC, восемь розеток коаксиального разъема.

Симметричные кабели в помещениях кроссовых могут разводиться на панелях типа 110. Стандартные 100-парные кроссовые блоки могут как монтироваться в виде кроссовой башни с использованием монтажной рамы, так и устанавливаться непосредственно на стену. Для выполнения последней операции предназначены варианты с интегральными и съемными монтажными ножками.

Волоконно-оптическое оборудование представлено 19-дюймовыми полками емкостью до 72 розеток ST и SC, а также настенными муфтами на 12 оптических розеток. Функциональная гибкость муфты несколько увеличена ее модульной конструкцией: для монтажа розеток в муфту используются две вставки на шесть розеток каждая.

В состав рассматриваемой системы включены также некоторые дополнительные компоненты:

- достаточно развитая система 19-дюймовых монтажных конструктивов в виде шкафов и монтажных рам с соответствующими кабельными организаторами;
- большой набор шнуров типа «гидра», шнуров с контактами Telco, шнуров с разъемами серии D и т.д.;
- обширный набор адаптеров и балунов.

Отличительной особенностью СКС OPEN DECconnect является возможность быстрого создания на ее основе информационно-вычислительной системы с применением сетевого оборудования этой же компании, то есть возможность получения заказчиком полного решения из одних рук.

На систему предоставляется обычная 15-летняя системная гарантия.

#### 12.1.6. ACS компании IBM

СКС Advanced Connectivity System (ACS) компании IBM [105] представляет собой дальнейшее развитие первой кабельной системы, созданной в основном для поддержки функционирования локальной сети Token Ring. Функциональными элементами ACS являются подсистемы внешних магистралей (campus cabling subsystem), внутренних магистралей (building backbone subsystem), горизонтальная (horizontal cabling subsystem) и рабочих помещений (work area cabling).

В состав ACS входят все основные виды четырехпарных кабелей категории 5: UTP, STP, S-UTP и S-STP. Кабели могут иметь волновое сопротивление 100 и 120 Ом, снабжаться как поливинилхлоридной, так и LSOH-оболочками, поставка производится на катушках длиной 500 и 305 м. Для облегчения организации двухпортовых рабочих мест предлагаются сдвоенные (сиамские — по фирменной классификации) изделия. Широкополосные горизонтальные кабели представлены в варианте S-STP и имеют граничную частоту 600 МГц (затухание на этой частоте не более 50 дБ при переходном затухании не хуже 60 дБ).

Основная масса многопарных кабелей имеет категорию 3 и емкость 20, 25, 40, 50, 100, 200 и 300 пар в вариантах UTP и 25, 50, 100, 200 и 300 пар в варианте S-UTP. Конструкции категории 5 изготавливаются в многоэлементном 20-парном варианте (пять отдельных четырехпарных элементов под общей оболочкой).

Коммутационные панели в экранированном и неэкранированном исполнении построены по модульному принципу. Основным элементом является сборка из четырех или пяти розеток модульных разъемов, причем данные сборки могут устанавливаться как горизонтально (полная емкость панели 16 портов, высота 1 U), так и в вертикальном положении (48 или 60 портов, высота 3 U). Для облегчения процедуры монтажа розеток предложена система easy lock, позволяющая выполнять терминирование кабеля без использования специального ударного инструмента. Панели типа 110 в системе ACS не применяются.

Отметим, что по состоянию на конец 1998 года многие технические решения СКС ACS в области коммутационного оборудования электрической подсистемы унифицированы с решениями СКС freenet компании Reichle & De-Massari.

Коммутационные шнуры имеют длину от 0,5 до 10 м с дискретным метрическим шагом и снабжаются вилками модульных разъемов. Для индивидуальной кодировки предназначены съемные пластиковые хвостовики восьми различных цветов. В случае необходимости на вилки и розетки модульных разъемов одеваются специальные дополнительные адаптеры, применение которых разрешает подключение вилки только к определенным розеткам.

В составе рассматриваемой системы предусмотрено большое количество различных типов розеток максимальной емкостью шесть портов для настенной установки и монтажа в короб. Розетки имеют прямую и угловую ориентацию установочных гнезд для монтажа розеточной части модульных разъемов. В системе ACS имеется развитый набор адаптеров и балунов, ориентированный в первую очередь на подключение оборудования IBM 3270, System/36, System/38 и RS/6000.

#### 12.1.7. «АйТи-СКС» компании «АйТи»

«АйТи-СКС» компании «АйТи» [106] является первой российской структурированной кабельной системой. Создана в середине 1996 года и к концу 1998 года выдвинулась в число лидеров этого сегмента отечественного рынка информационных технологий. Коммерческий успех системы обеспечен, наряду с высоким качеством входящих в нее компонентов, также хорошей адаптацией к российским условиям.





Система построена в полном соответствии с международным стандартом ISO/IEC 11801. «АйТи-СКС» образуется внешней и внутренней магистральями, а также горизонтальной подсистемой. Кроссовое и сетевое оборудование монтируется в кроссовых различного уровня и в аппаратной. Электрические характеристики «АйТи-СКС» полностью соответствуют требованиям категории 5. В августе 1998 года создана «Гигасистема АйТи-СКС», которая обеспечивает характеристики проекта категории 6.

Электрические подсистемы «АйТи-СКС» могут быть реализованы на экранированном и неэкранированном кабелях. В состав системы включены четырехпарные кабели с нормируемой граничной частотой до 550 МГц, а также многопарные кабели внутренней и внешней прокладки категорий 3 и 5. Магистральные подсистемы строятся в основном на базе волоконно-оптической техники. Для их реализации в состав «АйТи-СКС» введена широкая гамма многомодовых и одномодовых оптических кабелей с металлической броней и в полностью диэлектрическом исполнении.

В качестве коммутационного оборудования в электрических подсистемах применяются панели типа 110 в варианте кроссовых башен и для настенного монтажа. Панели с модульными разъемами емкостью от 12 до 48 портов в экранированном и неэкранированном исполнениях рекомендуется использовать для реализации горизонтальной подсистемы. Разводка входных телефонных линий осуществляется на коммутационных панелях типа 66. Модульные коммутационные панели серии СТ-PNL емкостью от 16 до 48 портов предназначены в основном для реализации небольших сетей и позволяют одинаково легко монтировать розетки как электрических, так и оптических разъемов.

Функции специализированного оптического коммутационного оборудования выполняют настенные муфты емкостью до 12 розеток и 19-дюймовые полки емкостью 16, 32 и 48 портов с уже установленными в них одномодовыми или многомодовыми розетками основных типов оптических разъемов (ST, SC и FC). Установка вилок оптических разъемов на световоды оптических кабелей производится с помощью клеевой технологии (рекомендуется анаэробный двухкомпонентный клей) и с помощью распределенной механической фиксации. По заказу возможна поставка претерминированных сборок.

Электрические коммутационные шнуры с вилками модульных разъемов и разъемов типа 110 в обычном и комбинированном вариантах имеют длину от 0,91 до 7,6 м, шнуры с разъемами типа 110 доступны в вариантах на 1, 2, 3 и 4 пары. Для коммутации сетевого оборудования с портами Telco предназначены 25-парные шнуры длиной до 3 м. В оптических подсистемах используется широкий набор обычных и комбинированных многомодовых и одномодовых шнуров с вилками разъемов основных типов стандартной длиной 3, 5 и 10 м. Для применения в кабельных системах нового поколения предназначено оборудование «Гигасистема», включающее в себя кабель и розетки модульных разъемов. Характеристики тракта, собранного на этом оборудовании, соответствуют требованиям проекта категории 6.

Отличительной особенностью «АйТи-СКС» является включение в ее состав развитого набора 19-дюймового монтажного оборудования и декоративных кабельных каналов, а также элементов технологической и финишной маркировки кабельных и коммутационных изделий. Функциональные возможности системы расширены введением элементов силовой кабельной проводки для питания компьютерной аппаратуры. При выполнении работ по созданию электрических и оптических подсистем используется развитый набор технологического и измерительного оборудования вплоть до сварочных аппаратов и оптических рефлектометров.

На смонтированное оборудование «АйТи-СКС» предоставляется 15-летняя системная гарантия, в случае установки «Гигасистемы» продолжительность гарантии увеличивается до 20 лет.

Подготовка сертифицированных специалистов ведется «Академией АйТи» на авторизованных курсах. Общая продолжительность обучения составляет пять рабочих дней и состоит из двух частей по электрической (два дня) и оптической (три дня) подсистемам.

Кроме компании «АйТи» установку «АйТи-СКС» производят порядка 40 авторизованных партнеров по всей территории Российской Федерации.

#### 12.1.1.8. СКС компании ИТТ Cannon

Фирма ИТТ Cannon предлагает на рынке четыре типа СКС, в число которых входят экранированные GIGAPATH и ISCS и неэкранированные LAN Connect 5 и LAN Connect 200 (табл. 134) [107].

Основным оригинальным элементом всех неэкранированных систем является малогабаритная розетка модульного

Таблица 134. СКС компании ИТТ Cannon

	Категория 5	Категория 6
Неэкранированное решение	LAN Connect 5	LAN Connect 200
Экранированное решение	ISCS	GIGAPATH

разъема типа 808. В системах ISCS и GIGAPATH используется экранированный вариант гнезда модульного разъема, обозначаемый как модуль типа 808 Mk 2. Для облегчения процесса идентификации лицевая панель неэкранированного модуля изготавливается из пластмассы семи различных цветов.

В кроссовых эти модули могут монтироваться в распределительных панелях серий 300 и 500 максимальной емкостью 96 портов. Корпуса настенных розеток выпускаются во внешнем и внутреннем вариантах и имеют емкость 1, 2 и 4 порта, конструктивное оформление внутренних розеток соответствует британскому, французскому и другим стилям.

Горизонтальная проводка выполняется четырехпарным кабелем с обычной и LSZH-оболочкой. Подключение к розеткам производится соединительными шнурами длиной от 0,5 до 10 м, оболочка кабеля шнура может иметь пять различных стандартных цветов. Оригинальной особенностью СКС ISCS является то, что в ее канале может присутствовать семь разъемных соединителей на канал вместо допускаемых стандартами четырех. При этом гарантируются следующие увеличенные по сравнению со стандартными длины каналов для различных приложений [108]:

Приложение	Длина тракта, м	Приложение	Длина тракта, м
RS232	> 1200	100VG AnyLAN	160
DEC423	>1200	TP-PMD (CDDI)	140
IBM 3270	820	ATM OC-3	145
Token Ring 4 Мбит/с	480	Apple Talk	800
Token Ring 16 Мбит/с	250	Телефон	1000
10Base-T	177	Видеоконференция	350
100Base-TX	140	AS400/System 3X 800	800
100Base-T4	160	ISDN	500

В случае практической реализации линия увеличенной длины разбивается на две части. Горизонтальный участок такой линии имеет максимальную длину 90 м, оставшаяся часть приходится на вертикальный участок. Такой искусственный

прием позволяет формально соблюсти требования стандартов и в то же самое время придать СКС новые свойства. Так, в частности, увеличенные длины кабельных трактов позволяют строить СКС по централизованной схеме.

Из-за высоких требований к качеству электрических трактов передачи сигналов в сертифицированной системе допускается применение шнуров только заводского изготовления.

Обучение специалистов проводится в два этапа продолжительностью по два рабочих дня каждый. На первой части курса производится подготовка монтажников, на второй слушатели изучают правила и приемы выполнения проектирования.

Установленная система обязательно тестируется кабельным тестером компании WireScore, причем для тестирования применяется специально разработанное для компании ИТТ Cannon программное обеспечение.

На смонтированные системы в зависимости от их типа предоставляется 16- или 20-летняя системная гарантия. Так, например, на систему LAN Connect 5 предоставляется 16-летняя гарантия при выполнении условий, перечисленных в разделе 1.6. Дополнительно требуется тестирование каналов измерительными приборами, рекомендованными ИТТ Cannon и прошедшими ежегодную калибровку.

Работу проектировщика, монтажника и администратора СКС облегчает программное обеспечение графической базы данных Crimp for Windows.

На конец 1998 года компания ИТТ Cannon имеет в России свыше 33 прямых (системных — по фирменной классификации) партнеров. Кроме того, имеется порядка 50 компаний со статусом партнера, которые отличаются от системного партнера тем, что не имеют права ставить экранированные системы и системы категории 6.

#### 12.1.9. Система Krone Link и HIGHBAND компании Krone

Концерн Krone, основанный в 1928 году, широко известен во всем мире как производитель высококачественного оборудования для систем телефонной связи общего пользования. Оборудование для построения СКС концерн начал производить сравнительно недавно в полном соответствии со стандартами EN 50173, ISO/IEC 11801 и TIA/EIA 568-A [109, 110].

Преимуществом решений фирмы Krone является легкость сопряжения СКС с сетями общего пользования, которое выполняется на традиционно производимом этой компанией коммутационном оборудовании. Главный недостаток является продолжением достоинств и состоит в некоторой узости ассортимента предлагаемой продукции СКС, обусловленной «телефонными» корнями и направленностью деятельности компании.

Оборудование для СКС включает в себя так называемое устройство окончания линий APL, распределительное устройство передачи данных, этажное распределительное устройство и соединительные розетки (рис. 218). Сразу же отметим, что предлагаемая структура СКС с точностью до обозначений совпадает с классической. Оборудование распределительных устройств и устройства окончаний линий монтируется на стене, в открытых стойках типа телефонных и в 19-дюймовых настенных и напольных шкафах.

На рынок поставляется два

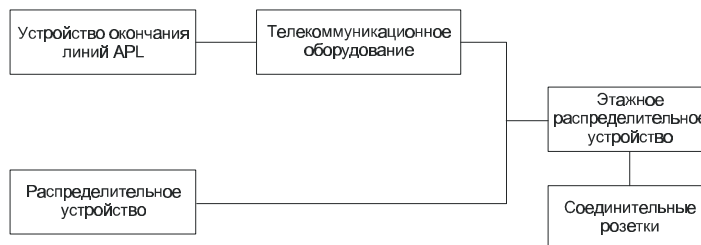


Рис. 218. Структура СКС компании Krone

технических решения. Система Krone Link обеспечивает характеристики категории 5, тогда как параметры, гарантируемые Krone Highband, с существенным запасом превосходят требования проекта категории 6. Все коммутационные изделия оборудуются только фирменным IDC-контактом типа LSA.

В рассматриваемых СКС допускается применение как электрических, так и оптических кабелей. При этом оптические решения считаются предпочтительными для организации магистральных (первичной и вторичной) подсистем, тогда как решения на основе симметричного электрического кабеля применяются в основном в горизонтальной, или третичной, подсистеме<sup>53</sup>. Кабельные изделия в состав рассматриваемой СКС не входят, и для ее построения могут использоваться любые кабели из списка разрешенных к применению (например, производства фирм Alcatel, Belden и др.).

В технических помещениях при реализации СКС Krone Link могут устанавливаться как открытые каркасы, так и 19-дюймовые конструктивы (шкафы и открытые стойки) максимальной высотой до 2500 мм. При реализации СКС возможно использование 16- и 24-портовых коммутационных панелей для экранированных и неэкранированных розеточных модулей. Для коммутации используются экранированные и неэкранированные шнуры с вилками модульных разъемов и длиной 2, 3 и 5 м. Для минимизации стоимости СКС при передаче сигналов ATM и TP-PMD, а также сигналов телефонных станций доступны двухпарные варианты шнуров. Шнуры могут кодироваться гибкими хвостовиками пяти различных цветов.

На рабочих местах монтируются одно- и двухпостовые розетки с прямой и угловой установкой шести- и восьмипозиционных розеточных модулей. Розетки имеют различные стили оформления (немецкий, английский и др.) и в случае прямой установки модулей могут снабжаться защитной шторкой.

Для применения в оптической подсистеме предлагаются коммутационные изделия системы Krone FiberPLUS в виде 19-дюймовых полок и панелей для монтажа в открытых распределительных каркасах. Эти изделия снабжаются розетками основных типов оптических разъемов (ST, SC в обычном и дуплексном вариантах, MIC, DIN, FC и E-2000). Соединительные шнуры в одиночном и дуплексном исполнении имеют длину от 1 до 20 м с метровым дискретом шага. Дополнительно при реализации оптической подсистемы могут использоваться оптические разветвители, переключатели и спектральные мультиплексоры.

Krone Highband в плане построения представляет собой классическую кабельную систему, которая реализуется в экранированном и неэкранированном вариантах по принципам структурированного каблирования и рассчитана на частотный диапазон от 100 до 600 МГц. При необходимости использования коммутационной техники на основе модульного разъема применяется оригинальная разработка типа RJ-K компании Krone. Это полностью экранированное устройство функционально аналогично обычному модульному разъему, сертифицировано до частот 300 МГц и заметно превосходит по своим параметрам нормы категории 5 и проекта категории 6 [111]. В технических помещениях розетки этих разъемов монтируются в коммутационных панелях емкостью 16 и 24 порта. Кроме модульных решений могут быть использованы также решения на основе плинтов Highband-S. Для их коммутации используются специальные шнуры с вилками разъемов, похожих на вилки типа 110. Шнуры этого типа также имеют одно-, двух-, трех- и четырехпарные варианты и доступны в экранированном и неэкранированном исполнении.

На смонтированную СКС предоставляется стандартная 15-летняя системная гарантия.

<sup>53</sup> В технической литературе СКС компании Krone используется немецкая терминология обозначения СКС: подсистема внешних магистралей называется первичной, подсистема внутренних магистралей — вторичной, горизонтальная подсистема — третичной.

#### **12.1.10. SYSTIMAX компании Lucent Technologies**

Электрическая часть СКС SYSTIMAX компании Lucent Technologies образована двумя продуктами: PowerSun и GigaSpeed. Обе системы построены в соответствии со стандартом TIA/EIA-568A, характеристики GigaSpeed отвечают требованиям проекта стандарта категории 6. Используемые в указанных продуктах технические решения обеспечивают их обратную совместимость.

Электрическая подсистема SYSTIMAX строится только на неэкранированных кабелях из витых пар. 90% всего объема поставляемых кабелей категории 5 имеет запасы по параметру NEXT относительно стандартов на 6 дБ. Кабели серии GigaSpeed сертифицированы до частоты 550 МГц и предназначены для построения систем категории 6. Для обеспечения работы телефонных станций возможно применение бронированных кабелей для передачи телефонных сигналов серии ANMW емкостью 25, 50 и 100 пар. Поставки кабельной продукции производятся как в картонных коробках, так и на катушках.

Коммутационное оборудование электрической подсистемы может быть построено на панелях типа 110 (вариант кроссовых башен на 300 и 900 пар и в настенном исполнении с ножками емкостью 100 и 300 пар), а также на панелях с модульными разъемами емкостью до 64 портов. Для коммутации электрических портов предусмотрен развитый набор шнуров с вилками модульных разъемов, разъемов типа 110, а также комбинированные шнуры. Длина шнуров всех типов составляет от 0,6 до 4,6 м. Шаг изменения длины соответствует футовому дискрету.

Волоконно-оптическое оборудование, используемое для построения оптической подсистемы СКС SYSTIMAX, объединено в рамках системы Optispeed. Оптические кабели имеют одномодовые волокна и многомодовые световоды типа 62,5/125. Кабели внутренней прокладки серии ACCUMAX максимальной емкостью 36 волокон поставляются в вариантах Plenum, кабели внешней прокладки имеют как модульную конструкцию, так и исполнение на основе центральной трубки. Конструкции внешней прокладки производятся как с металлической броней, так и в полностью диэлектрическом варианте.

Наиболее часто применяемое на практике волоконно-оптическое коммутационное оборудование представлено настенными муфтами типов 110A3 и 200A емкостью до 24 розеток, а также полками серии 600 и LST емкостью до 72 портов. Коммутация выполняется шнурами длиной от 1,5 до 9 м с разъемами типов ST, SC, LC, MIC, в том числе в комбинированном варианте.

Для использования в небольших сетях предназначены модульные панели MULTIMAX с 24 посадочными местами под электрические и оптические розетки различных типов.

На рабочих местах монтируются внутренние и внешние розетки, имеются варианты как с прямой, так и с угловой установкой электрических розеточных модулей (розетки оптических разъемов всегда устанавливаются под прямым углом). В сетях, построенных по принципу fiber to the desk, на рабочих местах могут устанавливаться розетки мультимедиа типа 40A1.

В состав СКС SYSTIMAX включен развитый набор адаптеров и балунов, позволяющих очень гибко использовать возможности электрической кабельной проводки для передачи сигналов различной сетевой аппаратуры с нестандартным для СКС интерфейсным разъемом.

При монтаже электрических трактов используются классические однопроводный и пятипарный ударные инструменты. Установка вилок оптических разъемов выполняется методом наклейки с помощью набора инструментов 1032. Сращивание волокон производится методом установки механических сплайсов CSL. Они же используются для установки монтажных шнуров серии STP с вилкой ST-разъема.

Отличительной особенностью рассматриваемой системы является отсутствие инструментального тестирования характеристик электрических трактов после их монтажа. Правильность разводки контролируется только визуальным осмотром, достижение требуемых для нормального функционирования сетевой аппаратуры параметров гарантируется качеством используемого оборудования и высоким уровнем подготовки проектировщиков и монтажников. Для проверки величин затухания оптических трактов рекомендуется применять оптический тестер 938A1.

В состав системы SYSTIMAX введена система беспроводной связи WaveLAN, позволяющей подключить к локальной сети выделенные сегменты и отдельные рабочие станции Ethernet и Token Ring.

Полный цикл обучения специалистов составляет три недельных курса: проектирование, монтаж электрической и оптической подсистем. Программа занятий разбивается на два этапа. На первом из них, который продолжается два дня и одинаков по всем курсам, даются базовые сведения о СКС, остальные три дня посвящены собственно специальной подготовке.

На смонтированную СКС SYSTIMAX PowerSum дается 15-летняя системная гарантия, в случае монтажа GigaSPEED продолжительность гарантии увеличивается до 20 лет. Одновременно компания Lucent Technologies дает также гарантии на приложения.

По данным московского офиса компании Lucent Technologies установку СКС SYSTIMAX на территории Российской Федерации по состоянию на середину 1999 года производят свыше 50 авторизованных партнеров.

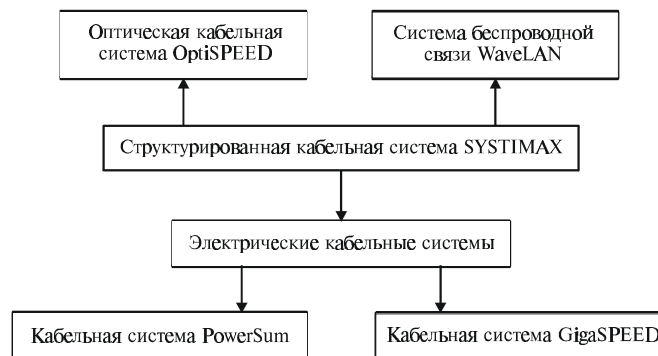


Рис. 219. Структура СКС SYSTIMAX компании Lucent Technologies

#### 12.1.11. Система Mod-Tap компании Molex

Система Mod-Tap относится к классическим СКС и построена в соответствии с американским стандартом TIA/EIA 568-A. Включает в себя магистральную и горизонтальную подсистемы, а также систему распределительных пунктов. Могут использоваться электрические и оптические решения. В области электрических решений допускается применение кабелей типов UTP и STP.

Основой электрических модулей является контакт типа KATT, рассмотренный в параграфе 3.2.1.1. Имеющиеся технические средства позволяют создавать каналы для оборудования следующих типов: CDDI, FDDI, 10Base-T, Token Ring, IBM 3X/AS400, IBM 3270, Apple Talk, ATM. Для подключения сетевого оборудования, не имеющего стандартного интерфейса на основе розетки модульного разъема, предлагается развитая система адаптеров различного назначения.

Электрические кабельные изделия для СКС Mod-Tap представлены одно- и двухпарным кроссировочным проводом категории 3, горизонтальными кабелями категории 3 (2, 3, 25, 100, 200 и 400 пар), шести- и восьмижильными плоскими кабелями для подключения телефонных аппаратов и низкоскоростного (до 1 Мбит/с) сетевого оборудования, а также одно-, двух- и четырехпарными горизонтальными кабелями категории 5.

Основой внутренних информационных розеток на рабочих местах являются одно- и двухпостовые модули серии Euromod. Модули поставляются в вариантах с прямой и угловой установкой розеточных модулей и могут снабжаться защитной шторкой. Для внешней установки предназначены также одно- и двухпостовые блоки, которые в случае крепления на металлической мебели могут оборудоваться магнитным фиксатором. Монтаж модулей существенно облегчается наличием обширного набора коробок, рамок и адаптеров различных стилей и размеров.

Электрические коммутационные панели представлены как разборными, так и неразборными вариантами. Разборный вариант имеет 12 и 24 посадочных гнезда под модули различных типов. Емкость неразборных панелей составляет 24 и 48 портов. Для применения в телефонных приложениях предназначена специальная панель с 24 шестипозиционными гнездами категории 3 с разводкой USOC. Для облегчения разводки многопарных кабелей предназначены так называемые распределительные панели MOD с разъемами Telco на задней стороне панели.

Панели типа 110 с типовой емкостью 100 пар выпускаются в вариантах для настенного монтажа и для монтажа на панели с установкой в 19-дюймовый конструктив. Удобство установки на стену 100-парного блока без монтажных ножек обеспечивается применением специальной монтажной рамки KATT PDS Wall Mount Frame.

Конструктивные элементы для создания экранированной кабельной разводки в основном повторяют решения для неэкранированной подсистемы и отличаются только наличием элементов экранировки и обеспечения непрерывности экранов в коммутационных изделиях.

Коммутация электрических панелей выполняется шнурами типа 110-110, 110-RJ-45 (длина от 1 до 5 м), шнурами с разъемами Telco (длина от 1 до 30 м), а также шнурами с модульными разъемами длиной от 0,5 до 15 м. В последнем случае оболочка кабеля может окрашиваться в пять различных цветов.

В системе Mod-Tар представлены все основные элементы для создания оптической подсистемы: телекоммуникационные розетки и розетки мультимедиа, настенные муфты и полки в 19-дюймовый конструктив, в том числе и в модульном варианте. Оптические кабели внутренней прокладки с волокном типа 62,5/125 имеют емкость от четырех до 24 световодов, кабели внешней прокладки могут использоваться для укладки в кабельной канализации и для воздушной подвески. Стандартная длина соединительных шнуров составляет 1,5, 2, 3 и 10 м, шнуры армируются вилками разъемов ST, SC и MIC. Установка разъемов производится с использованием способа Hot-Melt и двухкомпонентного клея, а также с помощью монтажных шнуров. В последнем случае применяются механические сплайсы типа Ultrasplice. Количество и номенклатура оптических компонентов системы Mod-Tар значительно расширились после ее объединения с компанией Molex [112]. Процесс сборки и эксплуатационного обслуживания системы Mod-Tар существенно облегчается наличием обширного набора рекомендованных для применения технологических и измерительных инструментов. Монтаж оборудования в технических помещениях выполняется в 19-дюймовых напольных и настенных шкафах. Для шкафов предназначены полки, вентиляторные модули, вертикальные и горизонтальные розеточные модули системы электропитания с встроенными сетевыми фильтрами и другие вспомогательные элементы.

На смонтированную систему предоставляется 15-летняя системная гарантия с выдачей номерного сертификата. Подлинность сертификата подтверждается голограммой с логотипом компании.

#### **12.1.12. Системы GIGAMo компании Ortronics**

Структурированные кабельные системы GIGAMo компании Ortronics начали продвигаться в России в 1999 году. Рассматриваемые системы известны в двух вари-

антах: GIGAMo и GIGAMo+. Первая из них обеспечивает характеристики проекта категории 5e, тогда как вторая — категории 6 и гарантирует, в частности, передачу с заданным качеством сигналов сетевого интерфейса Gigabit Ethernet [113].

В состав перечисленных систем включаются все виды изделий, необходимых для создания полного канала, за исключением кабеля, который должен приобретаться у сертифицированного производителя. Кроме того, на заводах компании производится широкий набор оборудования для применения в кабельных системах категории 5.

Электрические коммутационные изделия представлены панелями с розетками модульного типа в экранированном и неэкранированном вариантах с максимальной емкостью 48 портов. В случае необходимости могут быть использованы также модульные решения. Панели типа 110 известны в вариантах кроссовых башен на 300 и 900 пар, а также 100- и 300-парных блоков с ножками для настенного монтажа [114].

Абонентские розетки предлагаются в вариантах для внутреннего и внешнего монтажа и имеют различный конструктивный стиль исполнения. Электрические розеточные модули могут иметь как прямую, так и угловую с выступом установку.

Электрические шнуры различного назначения выпускаются с вилками модульных разъемов и разъемов 110, а также в комбинированном варианте. Длина шнуров составляет от 0,9 до 5,5 м.

Оптические коммутационные устройства представлены 19-дюймовыми полками и настенными муфтами. Полки серии ORMMAC могут иметь емкость 36, 72 и 108 портов и выполняются в этом случае в модульном исполнении. Так называемый Low Profile High Density Rack Mount Fibre Cabinet представляет собой полку высотой 1 U с 24 розетками ST или SC. Настенные шести- и 12-портовые муфты снабжаются верхним и нижним уплотнителями для прохода кабелей и шнуров и имеют два посадочных места под пластинки с шестью оптическими розетками ST или SC. Оконцевание оптических кабелей вилками разъемов рекомендуется проводить с помощью монтажных шнуров механическими сплайсами типа Ultra Sleeve.

Удобство монтажа рассматриваемого оборудования в кроссовых и аппаратных обеспечивается путем применения открытых стоек серии Mighty Mo II и монтажных шкафов, как универсальных, так и рассчитанных под оборудование конкретных производителей. Удобство обслуживания смонтированных панелей и сетевого оборудования повышается применением разнообразных оригинальных моделей организаторов шнуров и кабелей.

В номенклатуру поставляемого оборудования входит также широкий перечень различных адаптеров и элементов для организации многопользовательских розеток MUTO и консолидационных точек.

Отличительной особенностью всего оборудования компании Ortronics является наличие развитой системы различных цветовых идентификаторов шнуров и розеток портов различного вида.

В состав СКС GIGAMo включены оригинальные волоконно-оптические преобразователи среды серии Transoptix. Эти изделия поддерживают стандарты Ethernet и Fast Ethernet и конструктивно выполнены в виде бескорпусной платы, которая вставляется в свободный слот рабочей станции или шасси концентратора.

На СКС компании Ortronics предоставляется 25-летняя расширенная системная гарантия.

#### **12.1.13. Система PAN-NET компании Panduit**

Система PAN-NET компании Panduit образована совокупностью отдельных самостоятельных подсистем, каждая из которых распространяется под отдельной торговой маркой. Системы MOD-COM и MINI-COM объединяют в себе решения, основанные на модульном разъеме. Разница между ними состоит в том, что оборудование для



системы MINI-COM требует для своего монтажа в среднем на 20% меньше места. Кроме того, это оборудование изначально разрабатывалось для применения в офисе и имеет соответствующие эстетические характеристики и дизайн. Система PAN-PUNCH включает в себя коммутационные панели типа 110 и их аксессуары и применяется в основном в технических помещениях. В систему OPTI-COM входят элементы, которые позволяют создать волоконно-оптическую подсистему СКС.

В состав систем MOD-COM и MINI-COM входит развитый набор розеточных модулей категории 3 и 5 для внешнего и внутреннего (в профиль и во внутреннее пространство) монтажа. При этом модули внутреннего монтажа поставляются в вариантах немецкого, английского, европейского и других стилей. Допускается как прямая, так и угловая установка розеток.

Розетки модульных разъемов системы PAN-NET выпускаются в обычном и экранированном исполнении в двух несколько отличающихся вариантах MINI-JACK и MOD-JACK. Розеточные модули имеют различный цвет лицевой поверхности корпуса и могут иметь различную

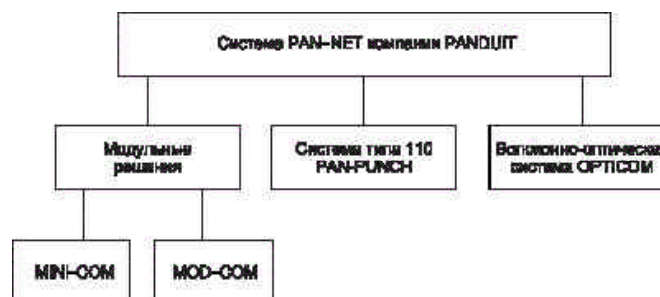


Рис. 220. Структура системы PAN-NET компании Panduit

схему разводки. Кроме восьмипозиционных возможно использование шестипозиционных модулей с шестью и четырьмя проводниками. Подключение кабеля к розетке производится без применения ударного инструмента.

Оборудование типа 110 входит в состав системы PAN-PUNCH и выпускается в виде кроссовых башен на 300 и 900 пар и панелей для настенного монтажа на 100 и 300 пар. Доступны трех-, четырех- и пятипарные варианты линеек, монтаж производится с помощью обычных одно- и пятипарного ударных инструментов. В случае обслуживания телефонных приложений существенную помощь может оказать применение 100- и 300-парных настенных предразведенных панелей с выводом второго конца многопарного кабеля на разъем Telco. Вилки разъемов типа 110 системы PAN-PUNCH допускают сборку непосредственно на объекте монтажа.

Основой волоконно-оптической подсистемы, которая реализуется на оборудовании OPTI-COM, являются полки максимальной емкостью 72 розетки, настенные муфты емкостью 12 и 24 розетки и розетки мультимедиа, в корпус которых можно установить до 12 оптических розеток. В качестве разъемов применяются ST, SC в обычном и дуплексном вариантах и MIC системы FDDI. Для коммутации предназначены шнуры длиной от 1 до 3 м, в том числе и в комбинированном варианте с вилками разъемов различных типов на разных концах.

Для организации прокладки внутренних оптических кабелей рекомендуется использование системы кабельных каналов FIBER-DUCT и PAN-DUCT. От обычных декоративных коробов они отличаются главным образом наличием развитого набора углов, облегчающих прохождение поворотов с заданным радиусом. Монтаж каналов производится с применением специальных кронштейнов.

Прокладка кабелей и монтаж розеток в офисных помещениях выполняется с помощью системы декоративных коробов PAN-WAY. В состав системы входят цельные и составные короба, а также большое количество комплектующих элементов (углы, заглушки и т.д.).

Из дополнительных аксессуаров системы PAN-NET отметим обширный набор самоламинирующихся маркеров, бирок и клеевых этикеток, маркировка которых возможна с использованием компьютерной печати. Аккуратная укладка кабельных пучков и их дополнительная маркировка обеспечиваются применением ремешков-липучек VELCRO, пластиковых стяжек с маркирующими площадками серии PAN-TY и стяжек PAN-STEEL из стальной ленты.

#### **12.1.14. Система Freenet компании Reichle & De-Massari**

Швейцарская компания Reichle & De-Massari известна своим кабельным и коммутационным оборудованием для построения телефонных сетей. Кабельная система Freenet [115] относится к сравнительно новым продуктам этой фирмы и пока еще не получила широкого распространения.

СКС Freenet построена в соответствии с международным стандартом ISO/IEC 11801. В настоящее время в составе электрической части этой системы имеются технические средства, характеристики которых соответствуют требованиям категории 5, а также проектов категорий 6 и 7.

Построение горизонтальной подсистемы ведется преимущественно на четырехпарных электрических кабелях в вариантах UTP, STP и S/STP. Верхняя граничная частота некоторых конструкций достигает 600 МГц. Для облегчения прокладки в случае двухпортовых рабочих мест могут использоваться двоянные (по фирменной терминологии — сиаемские) кабели.

Отличительной особенностью коммутационного оборудования электрической подсистемы является применение в нем специально разработанного модульного разъема. При монтаже кабеля в розетке такого разъема не требуется применение отдельного обжимного или ударного инструмента, так как функции его выполняют две защитные крышки, имеющие форму рычага и являющиеся интегральной составной частью розетки.

Коммутационные панели имеют емкость от 16 до 84 портов и отличаются редко встречающимся на практике вертикальным расположением линеек с розетками модульных разъемов. Для улучшения удобства монтажа IDC-контакты фирменной разработки компании Reichle & De-Massari выведены на переднюю панель и после монтажа закрываются откидной крышкой с элементами маркировки отдельных портов. При этом на одной линейке может размещаться от четырех до шести таких розеток. Кроме вертикальных вариантов применяются также горизонтальные 16- и 30-портовые панели. Емкость панели может меняться в широких пределах и достаточно гибко за счет применения специальной четырех- или пятипортовой модульной вставки с экранированными и неэкранированными розетками на ней.

Отличительной особенностью системы Freenet является применение в ее составе развитой системы кодировки электрических разъемов, существенно увеличивающих удобство обслуживания кабельной системы в процессе ее текущей эксплуатации. Технические средства для реализации кодировки представляют собой набор адаптеров, одеваемых на вилку и розетку модульного разъема и обеспечивающих механическую блокировку для защиты от неправильного соединения. Для визуальной индикации закодированных разъемов применяется цветовая маркировка.

Коммутационные панели типа 110 в системе Freenet не применяются.

Волоконно-оптическое оборудование применяется при организации магистральных подсистем СКС. Для прокладки внутри зданий могут использоваться кабели с ленточными проводниками, что весьма редко встречается в современных СКС. Увеличение плотности оптических портов на коммутационных устройствах обеспечивается применением двух фирменных разъемов: SC-Compact (рассчитан на обычные кабели) и Mini-MPO (эффективен в случае установки на ленточные кабели).

Для установки на рабочих местах предназначен развитый набор внутренних и наружных телекоммуникационных розеток различных стилей с прямой и угловой установкой розеточных модулей разъемов.

В составе системы, которая достаточно широко используется на рынке немецкоязычных стран, включено большое количество элементов для обеспечения работы системы ISDN.

Расширение эксплуатационной гибкости системы обеспечивается включением в ее состав развитого набора переходников, адаптеров и балунов различного назначения.

На спроектированную и смонтированную сертифицированными специалистами систему Freenet выдается 20-летняя системная гарантия, продолжительность гарантии на приложения временными рамками не ограничивается.

#### **12.1.15. Структурированные кабельные системы компании RiT Technologies**

Компания RiT Technologies поставляет на рынок четыре различных типа кабельных систем: SMART Cabling System, SMART Giga Cabling System, STP 600 MHz и STP 400 MHz [39] (табл. 135). Наибольшую известность в нашей стране получили первые две. Отличия между ними состоят в том, что параметры СКС SMART соответствуют категории 5, тогда как SMART Giga имеет характеристики, сертифицированные до частоты 200 МГц и отвечающие характеристикам проекта категории 6.

**Таблица 135.** СКС компании RiT Technologies

Неэкранированные решения	SMART (категория 5)	SMART-Giga (категория 6)
Экранированные решения	STP 400 MHz	STP 600 MHz

Компания RiT Technologies производит для своих СКС полный спектр продукции.

Коммутационные панели с розетками модульных разъемов в фиксированной конфигурации имеют от 24 до 96 портов (высота от 1 до 4 U) и выпускаются как в экранированном, так и в неэкранированном вариантах. Для подключения проводников кабелей могут использоваться как контакты типа 110, так и контакты Krone. Модульные решения представлены панелями серии Double5 с 10 посадочными местами, в каждое из которых может быть установлен двухпортовый модуль с розетками UTP и STP. Кроме панелей со 100-омными разъемами существует достаточно большая номенклатура панелей серии SMART ICS 32, предназначенных для подключения кабелей с волновым сопротивлением 150 Ом. Отличительной особенностью коммутационных панелей фирмы RiT Technologies является широкая номенклатура изделий с переключателем, который дает возможность соединить две расположенные друг над другом розетки. Такое решение при правильно выполненном проекте позволяет по крайней мере на первом этапе эксплуатации системы согласнo фирменным данным уменьшить количество коммутационных шнуров на 80%.

Панели типов 100 и 66 в рассматриваемых СКС не применяются.

Для установки на рабочих местах предназначен большой набор внутренних и внешних розеток. Максимальная емкость внешней розетки Giga-Flash составляет шесть портов. Внутренние розетки немецкого, американского и других стилей доступны как с прямой, так и с угловой установкой розеточных модулей. В последнем случае имеются конструкции как с выступом, так и с утопленной установкой. Розеточные модули применяются как в обычном, так и в экранированном вариантах.

В состав СКС компании RiT Technologies включен развитый набор переходников, балунов и адаптеров различного назначения, а также специальные средства для поддержки работы сетевой аппаратуры Token Ring.

Горизонтальные кабели в обычном и экранированном исполнении имеют граничную частоту от 100 до 600 МГц. Для изготовления соединительных шнуров предназначены их разновидности с витыми проводниками и повышенной устойчивостью к изгибам. Организация магистральных подсистем выполняется на 25-парных кабелях категории 5.

Коммутация панелей с модульными разъемами производится экранированными и неэкранированными шнурами длиной от 0,3 до 7,5 м. Кроме фабричных шнуров допускается применение шнуров, изготовленных на объекте.

Волоконно-оптические компоненты представлены 19-дюймовыми полками емкостью 96 и 12 розеток, настенными розетками и розеточными модулями для установки в декоративные короба. Волоконно-оптические кабели систем SMART могут применяться для организации всех трех подсистем. Поставляются кабели внешней прокладки в бронированном (corrugate) и небронированном вариантах, а также с интегрированным тросом для воздушной подвески. Максимальное количество волокон в стандартных вариантах составляет 24. Кабели внутренней прокладки также имеют максимальную емкость 24 волокна. Соединительные шнуры в симплексном и дуплексном вариантах длиной от 1 до 5 м снабжаются вилками оптических разъемов ST и SC. Для установки вилок оптических разъемов в полевых условиях используется клеевая эпоксидная технология.

Отличительной особенностью СКС SMART является применение в них системы мониторинга состояния кабельной системы PatchView. Принцип работы системы и применяемые для этого технические и программные средства подробно рассмотрены в параграфе 11.1.3.1.

На СКС компании RiT Technologies предоставляются системные гарантии продолжительностью 15 лет (SMART) и 20 лет (SMART-Giga).

Обычный курс обучения проектировщика и монтажника составляет два дня. Для получения права на шеф-монтаж системы PatchView слушатель проходит четырехдневный курс обучения (так называемый курс PatchView-консалтинга).

#### 12.1.16. Системы ICCS и FutureLink компании Siemens

Системы ICCS (Integrated Communication Cabling System) и FutureLink немецкого концерна Siemens [116] (рис. 222) включают в себя весь набор пассивных компонентов, аксессуаров и дополнительного оборудования, необходимый для построения СКС. ICCS охватывает электрическую часть СКС и использует в основном экранированный кабель и соединительную технику SSL (Siemens Standard Link) и SML (Siemens Modular Link). FutureLink представляет собой оборудование для построения волоконно-оптической подсистемы СКС. Коммутационные изделия ICCS и FutureLink выполнены в едином дизайне и могут комбинироваться в любых сочетаниях.

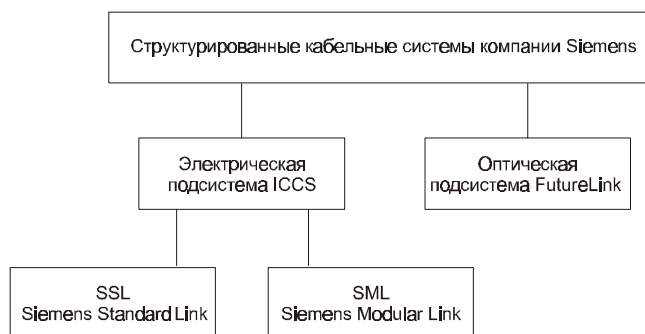


Рис. 222. СКС концерна Siemens

Все компоненты систем ICCS и FutureLink построены в полном соответствии с нормами и положениями стандарта ISO/IEC 11801 и немецкоязычной версии стандарта EN50173, а их технические характеристики в большинстве случаев превышают требования этих нормативных документов, зачастую с весьма значительным запасом.

СКС на рассматриваемом оборудовании общем случае содержит четыре подсистемы. Первичная подсистема, или подсистема кампуса, предназначена для объединения в единое целое нескольких зданий. Основным назначением вторичной подсистемы является объединение этажей одного здания. Третичная, или горизонтальная, подсистема используется для подключения абонентских розеток к кроссовой этажа. Подсистема рабочего места обеспечивает подключение сетевого оборудования к розеткам. Внутри здания допускается на равных использование электрических и оптических кабелей, первичная подсистема строится исключительно на базе волоконно-оптических кабелей.

В состав ICCS входят как неэкранированные, так и экранированные кабели в обычном и пожаробезопасном исполнении. UTP-кабель категории 5 используется для обеспечения работы систем аналоговой телефонной связи, а также JVC Ethernet и Token Ring. Кабели S/UTP и S/STP рекомендуется применять при сложной помеховой обстановке на объекте монтажа и для обеспечения работы приложений, требующих более широкой полосы частот. Некоторые образцы кабелей имеют параметры, нормируемые на частотах до 300 и даже до 600 МГц. Отличительной особенностью системы ICCS является наличие в ее составе кабелей с четверочной скруткой.

Соединительные шнуры изготавливаются в основном в экранированном варианте и имеют стандартную длину 2, 3 и 6 м. Кроме четырехпарных шнуров в состав ICCS введены и более дешевые двухпарные, используемые для поддержки функционирования систем ISDN, CDDI и ATM.

Коммутационные панели и информационные розетки с розетками модульных разъемов входят в состав систем SSL и SML. Выпускаются только в экранированном варианте. Панель системы SSL имеет 16 портов и высоту 1 U, панель системы SML содержит 16 посадочных мест под сменные вставки и имеет высоту 2 U. Кроме одинарных вставок в последнем случае один кабель может разводиться и на двойные, применение которых позволяет реализовать принцип cable sharing.

Для применения на рабочих местах предназначена достаточно широкая номенклатура внутренних и внешних розеток. Внутренние розетки выпускаются в одно-, двух- и трехпортовом вариантах и содержат развитый набор адаптеров для монтажа в коробах, напольных коробках и других аналогичных изделиях.

Волоконно-оптические компоненты объединены в рамках системы FutureLink и используются для построения как магистральных подсистем СКС, так и горизонтальной разводки при реализации решений fiber to the desk. Наряду с кабельными и коммутационными изделиями в состав FutureLink включено также измерительное и технологическое оборудование вплоть до сварочных аппаратов и оптических рефлектометров.

Кабели внешней прокладки имеют до 60 волокон и могут снабжаться упрочняющим покрытием из стальной ленты для улучшения механических характеристик и защиты от грызунов. Типовая емкость кабелей внутренней прокладки составляет до 24 волокон, на выбор предлагается несколько вариантов с различными механическими характеристиками и пожарной стойкостью.

Волоконно-оптические соединительные шнуры производятся с основными типами волокна 9/125, 50/125 и 62,5/125 мкм и имеют максимальную длину 30 м. Шаг изменения длин стандартных шнуров составляет 0,5, 2 и 5 м в зависимости от диапазона. Шнуры с волокном 62,5/125 армируются следующими типами волокон: ST, SC в обычном и дуплексном вариантах, E-2000, ESCON.

Коммутационные изделия представлены полками высотой 1 U и 2 U, плотность монтажа достигает 48 волокон на каждый юнит высоты. Имеется также настенная муфта с возможностью установки в ней максимум 12 розеток разъемов ST, SC и SMA, а также четырехволоконные настенные розетки типа FO4-W.

Для армирования световодов в полевых условиях предназначены так называемые мини-пигтейлы типа FuseLite и вилки UniCam с применением механической распределенной фиксации. Использование клеевой технологии не рекомендуется. Сращивание двух волокон выполняется сваркой или с помощью механических сплайсов CamSplice.

Для монтажа коммутационного оборудования системы FutureLink предназначены 19-дюймовые монтажные шкафы FDF-19 высотой 42 U и глубиной 800 мм.

На смонтированную систему предоставляется 15-летняя системная гарантия.

#### **12.1.17. Siemon Cabling System компании Siemon**

Компания Siemon поставляет полный спектр оборудования СКС, за исключением кабелей. Рассматриваемая система строится в соответствии с американским стандартом TIA/EIA-568-A. В Siemon Cabling System допускается использование кабелей семи ведущих производителей этого вида продукции, входящих в перечень разрешенных.

Оборудование, устанавливаемое непосредственно в рабочих помещениях (work area), представлено различными видами розеток. Внутренние розетки серии СТ выпускаются в одно- и двухпортовом вариантах с прямой и угловой установкой розеточных модулей, которые могут снабжаться откидной или сдвижной защитной крышкой. В случае необходимости получения высокой плотности портов применяются розетки модульных разъемов серии MAX. Для настенного монтажа используются одно-, двух-, четырех- и шестипортовые внешние розетки серии SM. В случае необходимости модульные разъемы во всех видах розеток могут быть заменены на оптические и коаксиальные различных типов.

В кроссовых монтируются модульные коммутационные панели емкостью от 16 до 96 портов, которые предлагаются в разборном и неразборном вариантах. Для установки в разборные панели используются модули серии СТ. Разводка панелей выполняется на линейки типа 110, имеются панели категории 3 с разъемами Telco. Кроме обычных панелей предлагаются также 24-портовые так называемые модульные патч-блоки (modular patch blocks) с одно-, двух-, трех- и четырехпарной разводкой и разъемом Telco для подключения многопарного кабеля. Установка панелей и другого оборудования облегчается наличием нескольких типов открытых стоек и настенных монтажных панелей. В состав Siemon rack system введена также обширная номенклатура кабельных организаторов различного вида.

Коммутационные панели типа 110 в варианте кроссовых башен имеют емкость 300, 400 и 500 пар, емкость варианта для настенного монтажа составляет 100, 200 и 300 пар. В крупных сетях возможно применение напольных рам серии XLBET максимальной емкостью 10 800 пар, конструктивно выполненных в виде открытых стоек.

Для поддержки работы телефонных систем и систем передачи данных со скоростью не более 10 Мбит/с предназначены коммутационные панели типа 66 максимальной емкостью 125 пар. Процесс коммутации таких панелей несколько облегчается наличием широкой номенклатуры предразведенных панелей.

Коммутационные шнуры с вилками модульных разъемов в экранированном и неэкранированном вариантах имеют длину от 0,9 до 7,6 м и в случае необходимости могут снабжаться цветными идентифицирующими хвостовиками. Шнуры с разъемами 110 имеют такую же длину и выпускаются в одно-, двух-, трех- и четырехпарном исполнении.

В середине 1998 года в продажу поступили электрические элементы с улучшенными характеристиками System 6 Cabling System, совокупность которых позволяет создавать кабельные тракты с верхней граничной частотой 200 МГц и параметрами, соответствующими проекту категории 6.

Волоконно-оптическое оборудование представлено 19-дюймовыми полками высотой 4 U емкостью 72 и 144 порта. Функциональная гибкость полок увеличивается применением адаптерных вставок под розетки ST и SC, а также полки высотой 3 U для укладки коммутационных шнуров. Настенные муфты классической конструкции емкостью 12, 24 и 48 портов также построены по принципу установки модульных вставок и имеют откидную крышку, закрывающую внешнюю сторону розеток с подключенными к ним шнурами. Оптические коммутационные шнуры в одиночном и двойном варианте с вилками оптических разъемов ST и SC в одномодовом и многомодовом исполнениях имеют длину от 1 до 5 м. Установка вилок на кабели в полевых условиях производится клеевым способом с использованием двухкомпонентного анаэробного клея.

Процесс построения и последующего эксплуатационного обслуживания СКС облегчается наличием развитой системы технологического инструмента для электрической и оптической подсистем, диагностического оборудования для электрической подсистемы и большого числа адаптеров для подключения к СКС различных контрольных приборов и сетевой аппаратуры.

## 12.2. Единица децибел, понятия уровня сигнала, усиления и затухания

При передаче информации по кабелям мощность электрического сигнала по мере распространения меняется экспоненциально, поэтому использование широко распространенного понятия «коэффициент передачи» оказывается неудобным для выполнения инженерных расчетов. Для упрощения вычисления целесообразно перейти к логарифмическим единицам, так как в этом случае операции умножения и деления, выполняемые при использовании понятия «коэффициент передачи», заменяются операциями сложения и вычитания соответственно, а вместо понятия «мощность сигнала» и «помехи» оперируют понятиями «уровни сигнальных и шумовых составляющих». Согласно ГОСТ 24204-80 [117], под уровнем сигнала понимают логарифм отношений значений мощности или напряжения в рассматриваемой точке к значениям мощности ( $P_0$ ) или напряжения ( $U_0$ ) в точке цепи, выбранной для сравнения. В технике проводной связи принято, что нулевым уровнем обладает сигнал мощностью 1 мВт, выделяемый на нагрузке 600 Ом. Указанные значения выбраны из исторических соображений: мощностью 1 мВт обладает обычный телефонный сигнал, сопротивление 600 Ом имеет телефонная линия и, соответственно, ее нагрузка в виде телефонного капсюля. Уровень сигнала, измеренный относительно этого значения, называется абсолютным.

Несложные расчеты показывают, что сигнал с нулевым уровнем при нагрузке 600 Ом имеет напряжение  $U_0 = 0,7746$  В и ток 1,291 мА. Сигнал с любой другой мощностью по определению имеет абсолютный уровень

$$P_c = 10 \lg \frac{P_c}{1 \text{ мВт}} = 20 \lg \frac{U_c}{0,775 \text{ В}} + 10 \lg \frac{600}{R_n} \quad (21)$$

Анализ формулы 21 показывает, что:

- сигналы с положительным уровнем имеют мощность выше 1 мВт, при мощностях менее 1 мВт уровень сигнала всегда отрицателен;
- увеличение или уменьшение мощности сигнала в два раза соответствует увеличению или уменьшению его уровня на 3 дБ;
- изменение напряжения сигнала в два раза соответствует изменению уровня на 6 дБ, при изменении мощности на 3 дБ, или в два раза, напряжение меняется в 1,41 раза;
- сигналы с одинаковым напряжением могут иметь самый различный уровень, который полностью определяется нагрузочным сопротивлением в измеряемой точке.



Рис. 223. К определению понятий усиления и затухания

Рассмотрим теперь рис. 223, на котором в виде четырехполюсника изображена некоторая анализируемая цепь. Согласно упомянутому выше ГОСТ 24204-80, этот четырехполюсник имеет усиление

$$S = p_{\text{ВЫХ}} - p_{\text{ВХ}} \text{ и затухание } A = p_{\text{ВХ}} - p_{\text{ВЫХ}}, \quad (22)$$

где  $p_{\text{ВХ}}$ ,  $p_{\text{ВЫХ}}$  — уровни входного и выходного сигнала соответственно.

Обычно понятие усиления применяется к сигнальным составляющим, а затухания — к помеховым, так как последние для обеспечения нормального качества связи должны быть обязательно существенно меньше мощности сигнала. Введение понятий усиления и затухания позволяет всегда оперировать положительными величинами коэффициентов передачи, выраженными в децибелах.

## 12.3. Перевод значений AWG в миллиметры и погонное сопротивление медного провода

Диаметр проводников кабеля фирмы-производители часто указывают в единицах AWG (American Wire Gauge — Американская калибровка проводов). Последнее обозначение связано с технологией производства медной проволоки путем последовательной прокатки через валки. Каждые последующие валки имеют меньшее расстояние между собой относительно предыдущих, поэтому чем большее количество валков прошла проволока, тем тоньше она будет. Двухзначное число после обозначения AWG показывает, через сколько валков была прокатана проволока в процессе производства. Ниже дается перевод значений AWG в миллиметры. Там же даются соответствующие площадь сечения и погонное активное сопротивление постоянно-му току медной проволоки.

AWG	Диаметр, мм	Сечение, мм <sup>2</sup>	Погонное сопротивление при 20°C, Ом/км
16	1,290	1,307	13,6
18	1,024	0,824	21,6
20	0,813	0,519	33,2
21	0,724	0,411	41,9
22	0,643	0,324	53,2
23	0,575	0,259	66,6
24	0,511	0,205	84,2
25	0,455	0,162	106
26	0,404	0,128	135
27	0,361	0,102	169
28	0,320	0,081	221
30	0,254	0,051	357
32	0,203	0,033	559
34	0,160	0,020	857
35	0,142	0,016	1080



## 12.4. Уровни IP-защиты

Уровни защиты человека для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты самого оборудования от попадания внутрь посторонних предметов, грязи, пыли и воды определены в стандартах DIN 40 050 и IEC 529. Стандарты

**Таблица 136.** Уровни защиты от прикосновения и попадания внутрь оборудования посторонних предметов и пыли

Первая цифра	Защита	Примечание
0	Нет защиты	Не предусмотрена защита от случайного прикосновения к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования  Не предусмотрена защита оборудования от проникновения посторонних предметов
1	Защита от проникновения посторонних предметов больших размеров	Защита от случайного прикосновения туловищем или частями тела (например, рукой) к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования. Однако отсутствует защита от преднамеренного прикосновения к этим частям  Защита оборудования от проникновения посторонних предметов диаметром больше 50 мм
2	Защита от проникновения посторонних предметов средних размеров	Защита от прикосновения пальцами к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования  Защита оборудования от проникновения посторонних предметов диаметром больше 12 мм
3	Защита от проникновения посторонних предметов малых размеров	Защита от прикосновения к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования любыми предметами диаметром больше 2,5 мм (например, инструментом)  Защита оборудования от проникновения посторонних предметов диаметром больше 2,5 мм
4	Защита от проникновения посторонних тел размером с крупинку	Защита от прикосновения к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования любыми предметами диаметром больше 1 мм  Защита оборудования от проникновения посторонних предметов диаметром больше 1 мм
5	Защита от отложений (наслоений) пыли	Полная защита от прикосновения к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования частями тела или любыми предметами  Не обеспечивается полная защита от проникновения пыли, однако проникающая пыль не может образовать наслоений, которые могут сказаться на работоспособности оборудования
6	Защита от проникновения пыли	Полная защита от прикосновения к находящимся под напряжением или подвижным частям оборудования частями тела или любыми предметами  Полная защита от проникновения пыли

обозначают уровни защиты двумя символами IP (от англ. Index of Protection — защитный коэффициент) и двумя цифрами — от 0 до 6, например: IP 65. Допускается расширение индекса дополнительными и вспомогательными знаками.

Первая цифра обозначает уровень защиты человека от прикосновения частями тела, инструментом или любыми другими предметами к находящимся под напряжением или подвижным механическим частям оборудования и уровень защиты самого оборудования от попадания внутрь посторонних предметов и пыли. Требования каждого уровня такой защиты приведены в табл. 136.

Вторая цифра обозначает уровень защиты установленного оборудования от попадания воды. Требования по защите от воды приводятся в табл. 137. Какой-либо дополнительной защиты от воздействия агрессивных жидкостей и паров при этом не предусматривается.

**Таблица 137.** Уровни защиты от попадания воды внутрь оборудования

Вторая цифра	Защита	Примечание
0	Нет защиты	Не предусмотрена защита от проникновения воды
1	Защита от вертикально падающих капель воды	Вертикально падающие капли воды не могут оказать вредного воздействия на оборудование
2	Защита от «косых» капель воды	Капли воды, падающие с отклонением не более 15° от вертикали, не могут оказать вредного воздействия на оборудование
3	Защита от мелких брызг воды	Брызги воды, падающие под любым углом до 60° к вертикали, не могут оказать вредного воздействия на оборудование
4	Защита от брызг воды	Брызги воды, падающие под любым углом, не могут оказать вредного воздействия на оборудование
5	Защита от струй воды	Направленные под любым углом струи воды (например, из шланга) не могут оказать вредного воздействия на оборудование
6	Защита от сильных струй воды	Направленные под любым углом струи воды под большим давлением не могут оказать вредного воздействия на оборудование
7	Защита от кратковременного пребывания под водой	Временное погружение шкафа в воду не может оказать на размещенное в него оборудование вредного воздействия
8	Защита от длительного пребывания под водой	Длительное погружение шкафа в воду не может оказать на размещенное в него оборудование вредного воздействия

Дополнительный знак, представляющий собой цифру, определяет уровень защиты от доступа к опасным для жизни и здоровья электрическим и механическим частям оборудования. Указывается только в тех случаях, когда фактическая защита превышает уровень, задаваемый первой цифрой.

Вспомогательный знак дает иную информацию об уровне защиты, например по особым погодным-климатическим условиям.