

Перспективы кабелей с биметаллическими проводниками

Горизонтальные кабели с биметаллическими проводниками потенциально могут стать конкурентом традиционному кабелю с монометаллическими медными жилами. В качестве основы для провода в этом случае целесообразно использовать алюминий. Наличие проводов с подобной конструкцией, известных как Copper Clad Aluminium, придает изделию ряд преимуществ.

Андрей Семенов

Отечественный рынок СКС, крупнейший в СНГ, пока не занял лидирующих позиций даже в Европе, не говоря уже о мире в целом, хотя по объемам он сопоставим с немецким и особенно с французским. Тем не менее для большинства ведущих мировых производителей наша страна приобрела стратегически важное значение: общий годового оборот в области СКС, по оценке автора, превышает 500 млн долларов — с учетом всего пассивного оборудования и услуг, то есть элементной базы, сопутствующих продуктов (шкафов, коробов, крепежа и т. д.), а также работ по проектированию и установке.

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА СКС

Производство СКС представляет собой специальную область деятельности со своими принципами, подходами и законами (главные из них были проанализированы в статье автора, опубликованной в мартовском номере «Журнала сетевых решений/LAN» за 2001 год). Однако текущие условия деятельности в этом сегменте ИТ-рынка радикально отличаются от тех, которые имели место во времена его формирования, бурного роста и появления первых стандартов на информационную кабельную проводку.

Возможности экстенсивного расширения путем освоения новых областей уже во многом исчерпаны.

Сколько-нибудь значимый рост за счет расширения области использования тоже крайне затруднен. Техника структурированного каблирования применяется далеко за пределами объектов недвижимости, где ее предполагалось изначально использовать. СКС массово устанавливаются как в офисных зданиях и комплексах, так и на промышленных предприятиях, в медицинских учреждениях и жилом секторе.

Реалии современного рынка СКС таковы, что ведущие мировые производители могут извлечь весомые

преимущества из своего технологического лидерства только на одном конкретно взятом направлении. Речь идет о центрах обработки данных. Этот сегмент остался единственной областью применения СКС, где до сих пор продолжается «гонка скоростей». Фактически именно потребности аппаратного зала ЦОД в скоростных каналах связи стимулируют технический прогресс в области внутриобъектовых информационных кабельных систем.

При всем их передовом технологическом характере и, соответственно, более высоких ценах (например, стоимость неэкранированных розеточных модулей RJ45 Категорий 5е и 6А различается более чем в три раза) СКС для ЦОД оказывают довольно ограниченное влияние на экономику отрасли в целом. По оценкам автора, объем выделяемых на них финансовых средств не превышает 1/3 тех инвестиций, которые предназначаются для систем офисного назначения. Иначе говоря, именно последние пока с большим отрывом удерживают за собой лидирующие позиции и в значительной степени определяют общий объем рынка СКС, то есть во многом формируют его коммерческую привлекательность.

НЕОБХОДИМОСТЬ ЦЕНОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Ценавая составляющая проекта построения СКС является одним из основных критериев, от которого зависит выбор заказчика в пользу одного из поступающих в его адрес многочисленных предложений.

Любая СКС, независимо от ее масштаба, строится на основе индиви-



Иллюстрация Натальи Левшиной



Рисунок 1. Структура затрат на аппаратную часть типовой офисной СКС.

дуального проекта, где должны учитываться конкретные условия объекта недвижимости. По этой причине построение кабельной системы всегда осуществляется системным интегратором, который в процессе выполнения своей части работы создает большую добавленную стоимость. Цена его предложения складывается преимущественно из стоимости элементной базы и расходов на ее установку, причем обе статьи расходов сопоставимы по объемам. В дальнейшем мы сосредоточим свое внимание исключительно на первой составляющей.

Серийное производство компонентов СКС, из которых формируется тракт передачи сигнала, представляет собой высокотехнологичный процесс, характеризующийся небольшой долей расходов на содержание инфраструктуры, зарплату персонала и аналогичные им статьи. В качестве сырья и исходных компонентов используются самые обычные материалы. Как следствие, заводская себестоимость элементной базы прямо пропорциональна стоимости таких широко распространенных сырьевых компонентов, как медь, нефть и отчасти листового металла (преимущественно сталь, в меньшей степени алюминий), и во многом определяется именно ими. Эти материалы идут на изготовление корпусов, оболочек, изолирующих покрытий и проводящих компонентов элементов тракта передачи медно-жильной подсистемы.

Возможности ценового маневра за счет исключения из отпускной стоимости наценки на имя, оптимизации маркетинговых затрат и аналогичных мер были во многом исчерпаны ранее. Свою роль сыграл мощный натиск со стороны многочисленных компаний из стран Юго-Восточной Азии: подавляющее большинство из них не обременено расходами на выполнение НИОКР и зачастую использует бывшее в употреблении технологическое оборудование прошлых поколений. Все это в соче-

тании с традиционно невысокой стоимостью рабочей силы и небольшими затратами на содержание инфраструктуры (благодаря теплоте климата) позволяет удерживать накладные расходы предприятия на предельно низком уровне даже при условии достижения сопоставимого качества, о чем, кстати, часто забывают.

Стоимость порта активного сетевого оборудования — в отличие от порта СКС, к которой он подключается, — неуклонно падает. Одновременно замедлились темпы обновления ПО. В результате развития данных тенденций относительная доля стоимости СКС в затратах на создание и эксплуатацию всей информационной инфраструктуры предприятия выросла многократно (по сравнению с началом 90-х годов прошлого столетия).

В сложившихся условиях производители СКС вынуждены искать новые способы повышения конкурентоспособности. Одним из магистральных путей становится минимизация стоимости типового предложения. СКС строится для обеспечения линиями проводной связи различной сетевой аппаратуры. Типовой тракт передачи образуется последовательным соединением ряда компонентов — линейного кабеля и коммутационных шнуров, для чего используются различные типы соединителей, преимущественно разъемы. Типовая раскладка соотношений затрат на эти компоненты представлена на Рисунке 1: как видим, в первую очередь следует оптимизировать стоимость линейного кабеля, поскольку ее снижение способно дать наибольший результирующий экономический эффект.

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРОВОДА В КАБЕЛЯХ СВЯЗИ

Уменьшение отпускной цены горизонтального кабеля потенциально может быть достигнуто целым рядом приемов. Одним из них является применение токопроводящих жил нетрадиционной конструкции.

Ранее мы уже обсуждали один из вариантов подобной оптимизации конструкции кабельных изделий (см. статью автора «Симметричные кабели малого диаметра для СКС в ЦОД» в мартовском номере «Журнала сетевых решений/LAN» за 2013 год). Рассмотренные нами горизонтальные кабели ЦОД с жилами уменьшенного диаметра имеют ряд преимуществ перед традиционными изделиями, в число которых входит, кроме прочего, невысокая отпускная цена, достигаемая благодаря малой материалоемкости.

Далее речь пойдет об ином варианте практического воплощения этой идеи — применительно к биметаллическим проводам. В данном случае общая материалоемкость не меняется, но в конструкции частично используются более дешевые исходные компоненты.

В области техники связи биметаллическим называется провод с композитной двухкомпонентной структурой: слой второго металла наносится — без зазора и с прямым гальваническим контактом — на внешнюю поверхность сердцевины, которая попутно выполняет функции несущей основы. Способы реализации этой процедуры довольно разнообразны. Конструкция изолирующего покрытия (при его наличии) не меняется.

Основная идея применения биметаллического провода заключается в попытке оптимизации конструкции горизонтального кабеля за счет максимально полного учета поверхностного эффекта. Суть последнего состоит в том, что по мере роста частоты происходит перераспределение плотности тока по сечению проводника: из осевой части ток вытесняется в периферийные области, причем интенсивность этого процесса увеличивается по мере нарастания частоты. Поэтому на высоких частотах те характеристики линии, которые непосредственно определяют качество передачи сигнала, обеспечиваются именно приповерхностным слоем. Таким образом, при соответствующем выборе конструкции проводника эти характеристики не отличаются (по крайней мере в первом приближении), от тех, что обеспечиваются традиционными монометаллическими проводниками, а возможно, даже оказываются лучше.

ПРИМЕРЫ КАБЕЛЕЙ С БИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНИКАМИ

Возможность варьировать материал центральной части провода открывает перспективы для существенного улучшения характеристик кабельного изделия. По этой причине биметаллические провода довольно широко распространены в технике связи. Выбор конкретных металлов основы и покрытия определяется целью, которую ставит перед собой разработчик. Естественно, дополнительно контролируются технологические ограничения, совместимость металлов и другие факторы.

Поверхностный эффект заметен уже на частотах в десятки килогерц. Поэтому биметаллические провода в варианте «сталь с медным покрытием»

ем» использовались еще на ранних этапах развития телекоммуникаций при построении воздушных линий междугородной связи, когда для уплотнения применялась аналоговая телефонная аппаратура с частотным разделением каналов. Стальная сердцевина придавала проводу необходимую механическую прочность на разрыв, что позволяло увеличить расстояние между опорами, уменьшить стрелу провиса при гололедных явлениях и т. д. Таким образом, по сравнению со своим монометаллическим прототипом, изготовленным из сравнительно мягкой и пластичной меди, кроме чисто экономической выгоды, биметаллические провода имеют ряд весомых практических преимуществ.

При конструировании высококачественной быстродействующей электронной аппаратуры для внутриблочного монтажа широко использовался посеребренный провод. Токопроводящая жила этого изделия имеет медную основу и покрытие из серебра, удельное сопротивление которого, как известно, меньше, чем у меди. В результате значительно улучшаются характеристики электронных устройств на высоких частотах, где обеспечивается существенно меньшее затухание.

Идея нанесения слоя серебра на внешнюю поверхность центрального провода была реализована и в некоторых типах высококачественных коаксиальных кабелей. В качестве примеров изделий младшего класса в этой области (кабелей, в конструкции которых присутствуют металлы с худшими проводящими свойствами) можно привести продукцию компании CommScore. Этот известный производитель в 70-х годах прошлого столетия серийно выпускал довольно большие объемы коаксиальных кабелей с центральным проводом, внутренняя часть которого состояла из алюминия, а оболочка выполнялась из меди. Данная продукция была неплохо востребована для построения сетей кабельного телевидения.

В отдельных частных случаях свойства материала внешнего слоя провода — с точки зрения прямой передачи информации — могут быть хуже, чем у несущей основы. Так называемая пупинизация позволяет заметно уменьшить затухание в низкочастотной части спектра (до частот примерно 200–300 кГц), она широко использовалась на ранних этапах развития техники электросвязи для увеличения расстояния между усилительными пунктами междугородных линий. Этот прием базируется

на контролируемом искусственном увеличении индуктивности проводов. Известен ряд способов решения данной задачи, один из которых заключается в нанесении тонкого слоя железа на поверхность медной жилы. Таким образом, в пупинизированных кабелях с подобной конструкцией применяются биметаллические провода специального вида.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОВОДА ССА

Для ценовой оптимизации симметричного кабеля стоимость металла внутренней основы композитного провода должна быть намного меньше стоимости чистой 99-процентной электротехнической меди. В противном случае компенсировать затраты на более сложную технологию формирования токопроводящей жилы и тем более получить значимый ценовой выигрыш невозможно.

В качестве основы для биметаллического провода горизонтального кабеля, который потенциально может стать конкурентом традиционному кабелю с монометаллическими медными жилами, целесообразно использовать алюминий. Наличие проводов с подобной конструкцией, известных как Copper Clad Aluminium (ССА), придает изделию ряд преимуществ.

В первую очередь достигается существенный ценовой выигрыш. Оптовая цена алюминия почти в четыре раза ниже, чем меди. Толщина слоя меди составляет не более 0,05 мм (превышать этот предел затруднительно из-за технологических ограничений). Таким образом, около 80% сечения сердцевины занимает более дешевый материал. Алюминий, а точнее один из его твердосплавных вариантов, которым является дюралюминий, недаром неофициально называется крылатым металлом. Его удельный вес ниже аналогичного параметра у меди более чем в три раза (2,7 г/см³ против 8,96 г/см³).

С учетом того, что отпускная цена горизонтального кабеля наиболее распространенной в настоящее время Категории 5е на 70% определяется медью, стоимость готовой продукции оказывается ниже примерно вдвое.

Меньший удельный вес алюминия обеспечивает кабелю с биметаллическими проводами еще одно полезное практическое свойство: эти изделия обладают существенно меньшей погонной массой, а значит, трудоемкость выполнения инсталляционных работ заметно снижается.

Модули Юнга упомянутых выше металлов (характеристика допустимых растягивающих усилий) пример-

но одинаковы (110 ГПа против 70 ГПа в пользу меди). Таким образом, по данному параметру прочностные характеристики сравниваемых вариантов кабелей соизмеримы, поэтому технология прокладки может быть оставлена без изменений.

Изготовление кабеля с биметаллическими жилами отличается только формированием заготовки самого провода. При современном уровне развития техники данная процедура не относится к технологически сложным задачам и хорошо отработана. Это заметно упрощает внедрение подобных изделий в серийное производство.

Провода с биметаллическими жилами легко скручиваются в пару. Величина переходного затухания подобных изделий не отличается от аналогичного параметра для пар монометаллических проводников.

Наличие столь многочисленных технических и экономических достоинств делает весьма заманчивым использование биметаллических проводов при конструировании кабелей СКС. Очевидные недостатки в виде несколько меньшей гибкости и повышенной ломкости могут считаться на этом фоне несущественными.

В настоящее время на рынке имеется множество предложений горизонтальных кабелей с биметаллическими проводниками. Они рассматриваются как замена традиционным конструкциям при построении СКС. Большая популярность таких изделий подтверждается даже терминологией: с учетом доминирования в информационных системах сетевых интерфейсов Ethernet технология в ее комплексном виде даже получила название Copper Clad Ethernet (ССЕ).

Иногда предлагаются проводники Copper Clad Steel (ССS) из омедненной стали, исходная посылка применения которых та же, что и в случае омедненного алюминия. Однако они не получили заметного распространения, так как кабели на их основе обладают крайне неудовлетворительными изгибными свойствами, а ценовой выигрыш — по сравнению с проводами ССА — получается относительно небольшим.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИММЕТРИЧНОГО КАБЕЛЯ

При конструировании сетевого интерфейса разработчики стремятся к улучшению потребительских качеств тех линий, для которых предназначается изделие. Одним из путей решения данной задачи является взаимное согласование характеристик выходно-

Категория	3	5е	6 и 6а	7 и 7а	Биметаллический провод
α , дБ/100 м	3,23	1,91	1,82	1,81	3,2

Таблица 1. Величины коэффициента α для электропроводных кабелей СКС различных категорий.

го сигнала с параметрами линейного тракта, и в первую очередь кабеля как его основного компонента.

Предельная пропускная способность W канала связи при выполнении некоторых достаточно мягких дополнительных условий полностью определяется известным соотношением Шеннона. С учетом необходимых эксплуатационных запасов, ограничений по критерию разумной конструктивной сложности оборудования и иных аналогичных факторов она примерно на две трети может быть задействована в эксплуатируемых системах.

Анализ формулы Шеннона применительно к симметричным кабелям показывает, что фактическая величина пропускной способности максимально приближается к W в тех ситуациях, когда спектр линейного сигнала имеет свойства белого шума. Выигрыш, достигаемый за счет целенаправленного выполнения процедуры такого приближения, оказывается достаточно большим.

Обеспечение шумоподобных свойств линейного сигнала не относится к числу сверхсложных задач и легко реализуется при современном уровне развития микроэлектроники. Результаты измерений свидетельствуют о том, что при тактовых частотах линейного сигнала 125 МГц (интерфейс Fast Ethernet) сигналы оборудования Fast Ethernet отличаются от белого шума не более чем на 10–15%. Именно этим фактом во многом объясняется то, что по 100-мегагерцовым кабелям Категории 5е, обладающим необходимыми эксплуатационными запасами, темп передачи составляет 250 Мбит/с на пару (1 Гбит/с на весь кабель) с заданным качеством. Таким образом, по сравнению со случаем несогласованной передачи скорость информационного обмена увеличивается более чем вдвое. Отдельно следует указать, что это происходит в условиях заметно более худшей помеховой обстановки, возникающей из-за трехкратного увеличения количества влияющих цепей.

Еще одной характеристикой, критически важной для предельной пропускной способности канала связи, является отношение сигнала к шуму на входе приемника. Для симметричных кабе-

лей численной мерой этой величины является параметр ACR в различных модификациях (подробнее см. статью автора «Защищенность и ее значение для техники СКС» в декабрьском номере «Журнала сетевых решений/LAN» за 2010 год). Независимо от варианта их исполнения сетевые интерфейсы Ethernet используют метод передачи в так называемой базовой полосе, что прямо отражено в их обозначении — BaseT. Поэтому ACR необходимо контролировать не на конкретной частоте или в узком спектральном диапазоне, а во всем спектре с высокой относительной шириной. Данным обстоятельством объясняется радикальное отличие передачи по симметричному кабелю СКС от передачи по коаксиальному кабелю, где используется относительно узкополосный сигнал.

Поскольку выше уже отмечалось совпадение NEXT обычных и биметаллических витых пар, далее мы сосредоточим свое внимание только на затухании, которое полностью определяет пропускную способность витой пары. Частотная характеристика затухания симметричных кабелей из витых пар в пределах рабочей полосы частот в первом приближении может быть описана выражением вида

$$|L = \alpha \sqrt{f} \frac{L}{100},$$

где L — длина кабеля, а α — коэффициент затухания. Величина последнего для стандартных изделий разных категорий и биметаллического кабеля приведена в Таблице 1.

В упомянутой выше публикации от 2010 года было показано, что величина W пропорциональна площади криволинейного треугольника, определяемого нижней граничной частотой (близка к нулю), а также характеристиками частотной зависимости затухания и переходного затухания вплоть до частоты их пересечения. Отсюда следует пара-

доксальный, на первый взгляд, вывод о том, что пропускная способность тракта определяется преимущественно низкочастотной составляющей рабочего частотного диапазона. Однако именно в этой области параметры кабеля с биметаллическими жилами резко отличаются не в лучшую сторону от характеристик изделий, нормированных действующими стандартами.

Ранее мы уже отмечали, что максимальная толщина медного покрытия биметаллического провода ограничена технологическими причинами и составляет примерно 0,05 мм. Это меньше, чем глубина проникновения тока на частоте даже 100 МГц. В результате характеристики затухания обычного и биметаллического провода начинают совпадать на частотах свыше 100 МГц, то есть вне рабочего частотного диапазона сетевых интерфейсов 100BaseT и 1GBaseT (см. Рисунок 2). По имеющимся в распоряжении автора результатам измерений некоторых образцов биметаллических кабелей, величина погонного затухания α равна примерно 3,2 дБ/√Гц. Таким образом, по характеристикам пропускной способности на скоростях 10 Мбит/с – 1 Гбит/с анализируемые изделия фактически эквивалентны стандартным кабелям Категории 3 (см. Таблицу 1). В лучшую сторону они отличаются только расширенным частотным диапазоном.

ВОЗВРАТНЫЕ ПОТЕРИ

Шумовые параметры кабельного тракта СКС определяются преимущественно переходной помехой на ближнем и дальнем концах линии. При двунаправленной передаче по одной витой паре, которая используется с целью улучшения технико-эко-

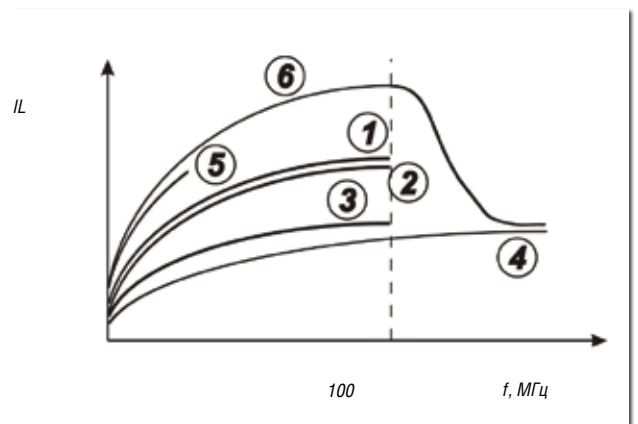


Рисунок 2. Частотные характеристики затухания горизонтальных кабелей СКС: 1 — норма стандарта на Категорию 5е; 2 — горизонтальный кабель Категории 5е при температуре 60°C; 3 — горизонтальный кабель Категории 5е при температуре 20°C; 4 — горизонтальный кабель Категории 6; 5 — горизонтальный кабель Категории 3; 6 — кабель с биметаллическими проводниками.

Параметр	NEXT	FEXT	RL
Эффективность подавления помехи, дБ	40	25	70

Таблица 2. Типовые значения, на которые улучшаются величины некоторых ключевых характеристик линии за счет подавления помеховых составляющих сетевыми интерфейсами Ethernet.

номических характеристик сетевых интерфейсов Gigabit Ethernet и его более скоростных вариантов, велико влияние шумов обратных отражений. Причина их возникновения заключается в наличии у реальной витой пары различных небольших неоднородностей, приводящих к флуктуациям волнового сопротивления. Этот эффект сопровождается нарушением условий согласования и появлением обратного потока энергии. Для кабеля численной мерой последнего является параметр структурных возвратных потерь SRL. На уровне тракта или стационарной линии для количественной оценки интенсивности этого процесса применяется очень сходная по своей сути характеристика возвратных потерь RL. Она носит более общий характер, так как дополнительно учитывает сосредоточенные неоднородности в месте установки разъемных соединителей.

Требования к возвратным потерям заметно мягче, чем к NEXT и FEXT (в последнем случае нормы фиксируются косвенно путем задания ACR-F). В области низких частот, которая, как уже было отмечено выше, имеет решающее значение для пропускной способности кабеля, разница может достигать десятков децибел. Тем не менее в традиционных линиях шумы обратных отражений рассматриваются как второстепенные, а их наличие не вызывает серьезных проблем с качеством связи.

Складывающаяся ситуация является парадоксальной только на первый взгляд и объясняется достаточно просто. Сетевой интерфейс Ethernet в момент подключения к линии выполняет процедуру тест-преамбулы и осуществляет подстройку своих внутренних компенсационных цепей — только после этого начинается передача данных. Процедура настройки позволяет выполнить подавление отдельных помеховых составляющих и добиться такой величины вероятности ошибки, которая нормируется действующими спецификациями. Типовые величины ее эффективности приведены в Таблице 2.

Биметаллический провод обладает значительно более сильными обратными отражениями. Причина в

том, что граница раздела меди и алюминия отличается сильной пространственной неоднородностью. Свести ее к требуемому значению при существующем уровне технологии не удастся. Кроме того, алгоритмы компенсации шумов возвратного отражения, реализуемые схемой управления сетевого интерфейса, изначально не рассчитаны на такой большой уровень флуктуаций и не во всех случаях обеспечивают нужную степень сходимости.

КОРРЕКТНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ПИТАНИЯ

Кабельные тракты СКС, кроме своего основного назначения, широко используются для подачи напряжения дистанционного питания на различные оконечные устройства. В настоящее время нормированы два варианта исполнения подобной аппаратуры. Первый отвечает стандарту PoE (IEEE 802.3af) с максимальной мощностью потребления 12,95 Вт. Второй известен как стандарт PoE+ (IEEE 802.3at) — для него мощность оконечной нагрузки не должна превышать 25,5 Вт. Подобная нагрузка создается большой группой весьма разнообразных устройств (малопортные коммутаторы локальной сети, точки радиодоступа Wi-Fi, Web-камеры дистанционного наблюдения, в том числе управляемые, и т. д.), то есть мощность указанного диапазона вполне достаточна для обеспечения работоспособности перечисленного оборудования.

Удельное сопротивление алюминия составляет 0,028 Ом×мм²/м против 0,0175 Ом×мм²/м у меди. Несложный расчет показывает, что при толщине слоя меди 0,05 мм значение шлейфового сопротивления R_s стандартного кабеля чуть меньше 33 Ом. Этого вполне достаточно для корректной работы аппаратуры PoE, рассчитанной, как известно, на величину R_s 40 Ом с учетом применения кабеля Категории 3. Однако новейшая аппаратура PoE+, не говоря уже о PoE++, изначально рассчитанная на кабельные тракты Категории 5е и выше со шлейфовым сопротивлением не более 25 Ом, может функционировать только на линиях протяженностью не более примерно 70 м.

Сложившееся положение дел можно несколько поправить увеличением диаметра проволоки. Это

решение, однако, неизбежно приводит к нежелательному росту площади поперечного сечения пакетов кабелей и во многом сводит на нет ценовое преимущество изделий с биметаллическими проводниками.

При большом количестве кабелей в жгуте в случае их большой протяженности (при отключении опции энергоэффективного Ethernet) и/или наличии питаемой по стандартам серии PoE большой оконечной нагрузки кабели заметно нагреваются. Кроме того, не в пользу алюминия говорит и более высокий температурный коэффициент сопротивления (4,3 × 10⁻³ 1/К), который почти на 15% превышает аналогичный параметр у меди (3,8 × 10⁻³ 1/К).

ВЫВОДЫ

1. Заметное снижение стоимости горизонтального кабеля за счет использования в его конструкции омедненных металлических проводников технически возможно, но достигается за счет существенного ухудшения потребительских качеств этого обязательного компонента тракта передачи, поэтому не может быть рекомендовано для массовой реализации проектов.

2. Симметричные горизонтальные кабели с биметаллическими жилами витых пар не соответствуют требованиям международных стандартов к большинству ключевых параметров, контролируемых в процессе сертификационных испытаний на выдачу гарантии производителя.

3. Характеристики пропускной способности кабеля с биметаллическими проводниками примерно соответствуют продукции стандартной Категории 3, что в общем случае не позволяет гарантировать нормальное функционирование современных сетевых интерфейсов Ethernet даже на скорости 100 Мбит/с.

4. Обеспечение нормальной работы сетевых интерфейсов Fast Ethernet (скорость передачи информации 100 Мбит/с) возможно, если протяженность тракта не превышает 65–70 м.

5. Четырехпарные симметричные кабели с алюминиевыми омедненными проводниками недопустимо использовать в составе СКС из-за прямого нарушения соответствующих положений отечественного ГОСТ Р 54429-2011 и можно применять в узких нишевых областях при гарантированных скоростях не выше 10 Мбит/с. LAN

Андрей Семенов — директор по развитию RDM Distribution.