

Широкополосное многомодовое волокно: что это такое и для чего нужно

Март 2015 г.

Содержание

Резюме	3
Краткая история ММВ	3
Развитие соединителей	4
Представляем ШП-ММВ	5

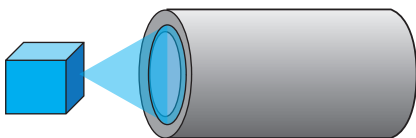
Резюме

Кабель на основе многомодового волокна (ММВ) – это «рабочая лошадка» магистралей ЛВС и сетей центров обработки данных, поскольку он обеспечивает самую низкую стоимость высокоскоростной передачи данных на характерные для таких инфраструктур расстояния. В своем развитии ММВ прошло путь от среды для передачи данных на мегабитных скоростях с помощью светодиодов (LED) до мультигигабитного транспорта, использующего 850-нм лазеры поверхностного излучения с вертикальным объемным резонатором (VCSEL). Пропускная способность канала увеличивалась также путем параллельной передачи по нескольким волокнам. Эти и другие технологические инновации позволили увеличить пропускную способность ММВ-кабелей в 40 тыс. раз: от 10 Мбит/с в конце 1980-х годов до 100 Гбит/с в 2010 г., а в текущем году в разработке находятся уже решения 400 Гбит/с. Такие высочайшие скорости сегодня обеспечиваются мультипликацией 25-Гбит/с потоков, передаваемым по 4 или 16 волокнам в каждом направлении.

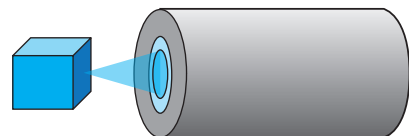
Хотя концепция параллельной передачи выглядит простой и эффективной, дальнейшее увеличение числа волокон в одном канале ведет к росту затрат на кабельную систему. Широкополосные многомодовые волокна (ШП-ММВ) позволяют повысить скорость передачи путем мультипликации нескольких потоков, передаваемых в одном волокне – на разных длинах волн. Таким образом, пропускную способность каждого волокна можно увеличить, по меньшей мере, в четыре раза. Это дает возможность, как минимум, в четыре раза поднять скорость передачи данных для заданного числа волокон (например, реализовать канал 1600 Гбит/с) или во столько же раз сократить число волокон, необходимых для определенной скорости (например, получить 100 Гбит/с на одном волокне). Оптимизированное для волн в диапазоне от 850 до 950 нм, ШП-ММВ обеспечит не только более эффективную поддержку будущих приложений, но также полную совместимость с унаследованными системами, что делает его идеальной универсальной транспортной средой для сегодняшних и завтрашних задач.

Краткая история ММВ

ММВ – это первый тип волокна, который начал использоваться в телекоммуникационных сетях в начале 80-х годов прошлого века. В этом волокне сердечник, по которому передается свет, имеет диаметр примерно в шесть раз больше, чем у одномодового волокна. Это обстоятельство облегчило решение задач по выравниванию и центровке волокон, которые встали перед разработчиками соединителей, а также источников и приемников световых сигналов.



Засветка светодиодом LED волокна с сердцевинной 62,5 мкм



Засветка лазером VCSEL волокна с сердцевинной 50 мкм

Рисунок 1. Засветка волокна с переполнением (overfilling) светодиодом LED и с частичным заполнением (underfilling) лазером VCSEL

В конце 80-х, когда стало возможным обеспечить центровку с точностью порядка микрона и появились лазерные диоды, в сетях связи общего пользования стало широко применяться одномодовое волокно. Но благодаря ценовому преимуществу, связанному с более простой центровкой волокон и широкой доступностью недорогих светодиодных (LED) источников, ММВ осталось основным типом волокна для корпоративных сетей, в которых оно применялось и применяется для самых разных задач, например для подключения УАТС, мультиплексоров передачи данных, построения ЛВС и т.д.

В 90-е годы, по мере того как Ethernet и Fibre Channel превратились в доминирующие технологии для ЛВС и сетей хранения данных (SAN) соответственно, ММВ стало основной средой передачи для магистралей и других участков сетей, на которых требовалась дальность, превышающая возможности медной витой пары. Как только скорости передачи данных превысили 100 Мбит/с, светодиоды начали уступать место новым недорогим источникам — 850-нм лазерам VCSEL, которые способны гораздо быстрее модулировать сигнал. Это, в свою очередь, привело к переходу от ММВ с диаметром сердечника 62,5 мкм (кабельные системы класса OM1) к волокнам с сердечником 50 мкм (OM2). Связано это было с двумя причинами:

1. Большая сердцевина 62,5 мкм больше не являлась важным преимуществом, поскольку лазеры VCSEL выдавали более узконаправленный световой поток, который эффективно «помещался» в жиле 50 мкм, как показано на рисунке 1.
2. Волокно с сердечником 50 мкм обеспечивает более широкую полосу пропускания и лучше подходит для передачи сотен мегабит в секунду.

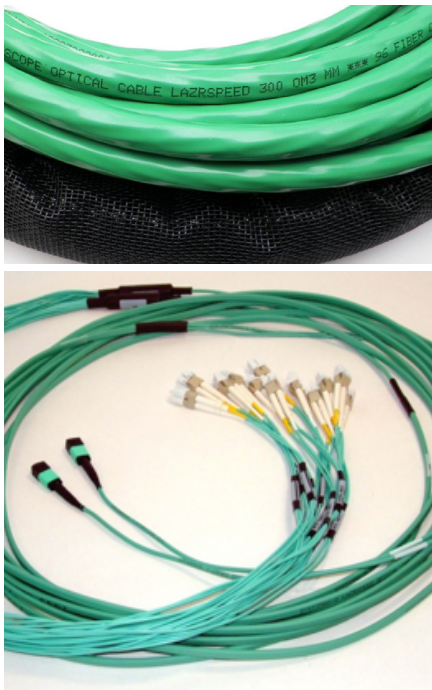


Рисунок 2. Оптимизированное для лазерной передачи MMB LazrSPEED

Как только в конце 90-х наступила гигабитная эра, сразу стали очевидны проблемы методов определения полосы пропускания. Изначально разработанные для оценки полосы пропускания волокна, засвечиваемого светодиодом LED с переполнением сердцевинки (overfilling), они не годились при концентрированной засветке лазером VCSEL с частичным заполнением сердцевинки (underfilling). Выяснилось, что в новых условиях чрезвычайно важной (для обеспечения необходимой пропускной способности) является величина дифференциальной модовой задержки (Differential Mode Delay, DMD). Волокна, которые успешно проходили тесты на величину DMD, стали называть оптимизированными для лазерной передачи MMB (Laser-Optimized Multimode Fiber, LOMMF).

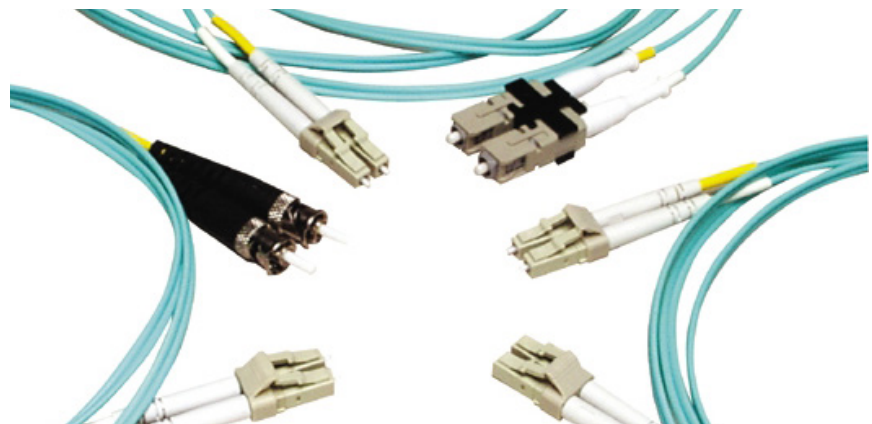
Первое стандартное волокно LOMMF обеспечило полосу пропускания (коэффициент широкополосности) не менее 2000 МГц*км на длине волны 850 нм, что в четыре раза больше, чем у волокон OM2. Это волокно стали относить к новому классу OM3 (см. рисунок 2), который «открыл дверь» скоростям 10 Гбит/с в начале 2000-х годов. К концу десятилетия было разработано волокно OM4, гарантирующее коэффициент широкополосности не менее 4700 МГц*км, – оно было нацелено на обеспечение скоростей 25 Гбит/с для разрабатываемых или уже поставляемых в настоящее время на рынок систем 25G Ethernet (25GBASE-SR), 100G Ethernet (100GBASE-SR4) и 400G Ethernet (400GBASE-SR16). В сетях SAN преимущества нового волокна были востребованы технологиями 8GFC, 16GFC, 32GFC и 128GFC (4x32GFC). Сегодня волокна OM3 и OM4 являются основными оптическими средами для сетей Ethernet и Fibre Channel.

Развитие соединителей

Первым широко используемым соединителем для кабельных систем на базе MMB стал коннектор ST – с 2,5-мм цилиндрическим наконечником и механизмом крепления с байонетным замком, – в одноволоконном (симплексном) форм-факторе. Соединитель SC, с его механизмом подключения/отключения push-pull и возможностью сдваивания для двухволоконного (дуплексного) соединения, пришел на смену ST в 1990-е годы. Затем был разработан ряд компактных дуплексных соединителей, которые позволили удвоить плотность портов. Из них в начале 2000-х годов наибольшее распространение получил дуплексный разъем LC. Имеющий цилиндрический наконечник 1,25 мм и хорошо знакомый по «медным» разъемам RJ-45 тип фиксации, LC и сегодня остается преобладающим соединителем. Все эти типы соединителей показаны на рисунке 3.

Еще в ходе эволюции дуплексных соединителей стали появляться групповые коннекторы, рассчитанные на большее число волокон. Первые такие коннекторы стали использоваться в сетях связи общего пользования для соединения ленточных кабелей, содержащих от 8 до 12 волокон. За последнее десятилетие групповые разъемы типа MPO (см. рисунок 4) стали широко применяться в качестве средства для быстрого развертывания кабельных систем в ЦОДах. Компактная конструкция MPO позволяет терминировать десяток и большее число волокон в пространстве, сопоставимым с тем, что занимает дуплексный коннектор LC. Благодаря высокой плотности MPO можно легко установить претерминированную кабельную систему с большим числом волокон, исключив при этом занимающую обычно много времени процедуру установки соединителей в полевых условиях. Коннектор MPO обычно подключали к задней части распределительной (fan-out) кассеты, обеспечивающей разводку волокон на разъемы LC во фронтальной части, а сегодня он все чаще применяется и спереди коммутационных панелей для систем, использующих параллельную передачу, например 40GBASE-SR4.

Рисунок 3. Соединители ST, дуплексные SC и LC



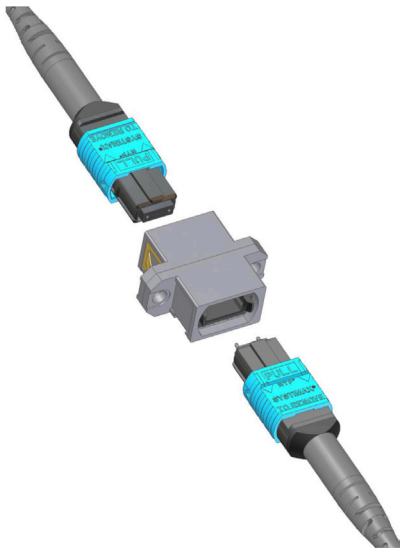


Рисунок 4. Коннекторы и адаптер MPO

В рамках подготовки к внедрению технологии 400GBASE-SR16 сейчас в процессе стандартизации находится новый соединитель MPO-16. Как следует из названия, в нем количество волокон в каждом ряду увеличено с 12 до 16. Это не только идеальный вариант для систем «SR16», он также обеспечит простую и более эффективную поддержку технологий, которые используют параллельную передачу по четырем линиям в каждую сторону: 40GE, 100GE и 128GFC. Этот соединитель будет играть важную роль в эволюции претерминированных кабельных систем в ближайшее десятилетие.

Представляем ШП-ММВ

Волокна OM3 и OM4 обеспечивают очень высокую, оптимизированную под лазерную передачу модовую полосу пропускания (коэффициент широкополосности) для 850 нм – преобладающей длины волны в многомодовых системах. Но при отходе от 850 нм она резко уменьшается, что делает такие волокна плохо подходящими для передачи нескольких скоростных (более 10 Гбит/с) потоков в режиме спектрального уплотнения WDM (Wavelength Division Multiplexing). Поэтому для реализации недорогой передачи в режиме WDM необходима разработка и спецификация нового волокна. Учитывая тот факт, что хроматическая полоса пропускания волокна растет при увеличении длины волны (выше 850 нм), а также то, что проприетарные технологии, такие, как Cisco 40G-SR-BD (40 Гбит/с с двунаправленной передачей по волокну), используют лазеры VCSEL 850 нм и 900 нм, логично разрабатывать спецификацию волокна на 850 нм и большие длины волн.



Рисунок 5. Система WDM с мультиплексированием четырех спектральных каналов

Для обеспечения низкой стоимости системы WDM необходимо номинальное разделение между спектральными каналами около 30 нм. Соответственно, для поддержки, по меньшей мере, четырех спектральных потоков, как показано на рисунке 5, необходим диапазон (с учетом защитной полосы) 100 нм, от 850 нм до 950 нм.

В октябре 2014 года компания CommScope совместно с несколькими производителями волокна, приемопередатчиков и поставщиками системных решений инициировала в Ассоциации TIA (Telecommunications Industry Association) проект по разработке стандарта на волокно, которое бы обеспечивало полосу пропускания OM4 во всем указанном выше диапазоне. Поскольку новое широкополосное волокно сохранит производительность OM4 на длине волны 850 нм, то оно будет совместимо со всеми существующими приложениями, при этом обеспечит передачу данных в режиме WDM с использованием недорогих лазеров VCSEL в будущем. Кроме того, гарантируя широкую полосу на больших длинах волн, это волокно позволит использовать более быстрые лазеры VCSEL для перехода к 50-Гбит/с потокам. Очевидно, эти волокна не только помогут уменьшить количество волокон, используемых для параллельных систем передачи, как показано на рисунке 6, но и в сочетании с такими системами позволят достичь более высоких скоростей, таких, как 800 и 1600 Гбит/с Ethernet.











Скорость передачи	Параллельная передача потоков 10G		Параллельная передача потоков 25G		Параллельная передача потоков 25G с использованием технологии WDM TX RX
	TX	RX	TX	RX	
40G			N/A	N/A	N/A
100G					
400G	N/A	N/A			

Рисунок 6. Использование систем параллельной передачи, в том числе с применением WDM

Технологический прогресс, благодаря которому пропускная способность многомодового волокна может увеличиться в 160 000 раз, с 10 Мбит/с до потенциально 1600 Гбит/с, при сохранении парадигмы решения с невысокой стоимостью – это замечательно!

Компания CommScope играет ключевую роль в этом процессе, выходя за пределы нынешних ограничений и разрабатывая многомодовые решения будущего: от оптимизированных для лазерной передачи волокон OM3 и OM4 до широкополосных MMB. Дополняя наш портфель с продуктами LazrSPEED 300 (OM3) и LazrSPEED 550 (OM4), мы представляем решение LazrSPEED 550 WideBand с пропускной способностью, которая позволит вашей сети стать сетью будущего.

CommScope (NASDAQ: COMM) помогает компаниям и организациям по всему миру проектировать и строить проводные и беспроводные сети, а также управлять ими. Наши решения для сетевых инфраструктур позволяют нашим клиентам повысить их пропускную способность; максимально эффективно использовать существующие ресурсы; повысить производительность и доступность сети; энергоэффективность систем; а также упрощают миграцию к новым технологиям. Наши решения успешно эксплуатируются в самых больших объектах и на открытых площадках; в центрах обработки данных и в зданиях всех форм, размеров и уровней сложности; в местах установки беспроводных базовых станций и в сетях кабельного ТВ, в аэропортах, туннелях, на поездах и т.д. В жизненно важных сетях по всему миру используются решения CommScope.



www.commscope.com

Посетите наш веб-сайт или обратитесь к представителю CommScope для получения более подробной информации

© 2015 CommScope, Inc. Все права сохранены.

Все торговые марки, помеченные знаком ® или ™, являются соответственно зарегистрированными торговыми марками или торговыми марками CommScope, Inc.

Этот документ служит информационным целям и не предназначен для того, чтобы изменить или дополнить какие-либо технические спецификации или гарантии, связанные с продуктами или услугами CommScope. CommScope сертифицирован по ISO 9001, TL 9000 и ISO 14001.

WP-109042.1-EN (06/15)