

квадриКОМ-ЮГ

Бескровный Андрей
Директор по развитию



квадриКОМ-Юг



О компании...

ООО “квадриКОМ-Юг” имеет 10-ти летнюю историю, которая всецело связана с инжиниринговой, консультационной и строительной деятельностью в области сетей связи:

- Структурированные кабельные системы (СКС) и локальные сети (LAN) – историческое направление деятельности компании;
- Распределительные и магистральные сегменты (GPON, P2P Ethernet) городских сетей (MAN)
- Корпоративные центры обработки данных (ЦОД)
- Проведение сертификационных тренингов и консалтинговая деятельность в области сетей связи
- Разработка и производство пассивных компонентов волоконно-оптических сетей связи (новое направление)

Предмет обсуждения



квадриКОМ-Юг

- ⓐ Почему отрасль требует постоянного повышения пропускной способности каналов связи и в каких сегментах это повышение наиболее затребовано?
- ⓐ Есть ли шансы у классических витопарных сред передачи перед волоконно-оптическими?
- ⓐ Какие проблемы подстерегают нас с волоконно-оптическими линиями связи на высоких скоростях?
- ⓐ Наши продукты



Причины роста пропускной способности каналов связи

- ◉ Рост конвергентности современных сетей передачи данных, как общая тенденция давления на пропускную способность
- ◉ Центральный фактор роста пропускной способности каналов передачи данных
- ◉ Периферийный фактор пропускной способности каналов передачи данных

Конвергентный фактор



квадриКОМ-Юг

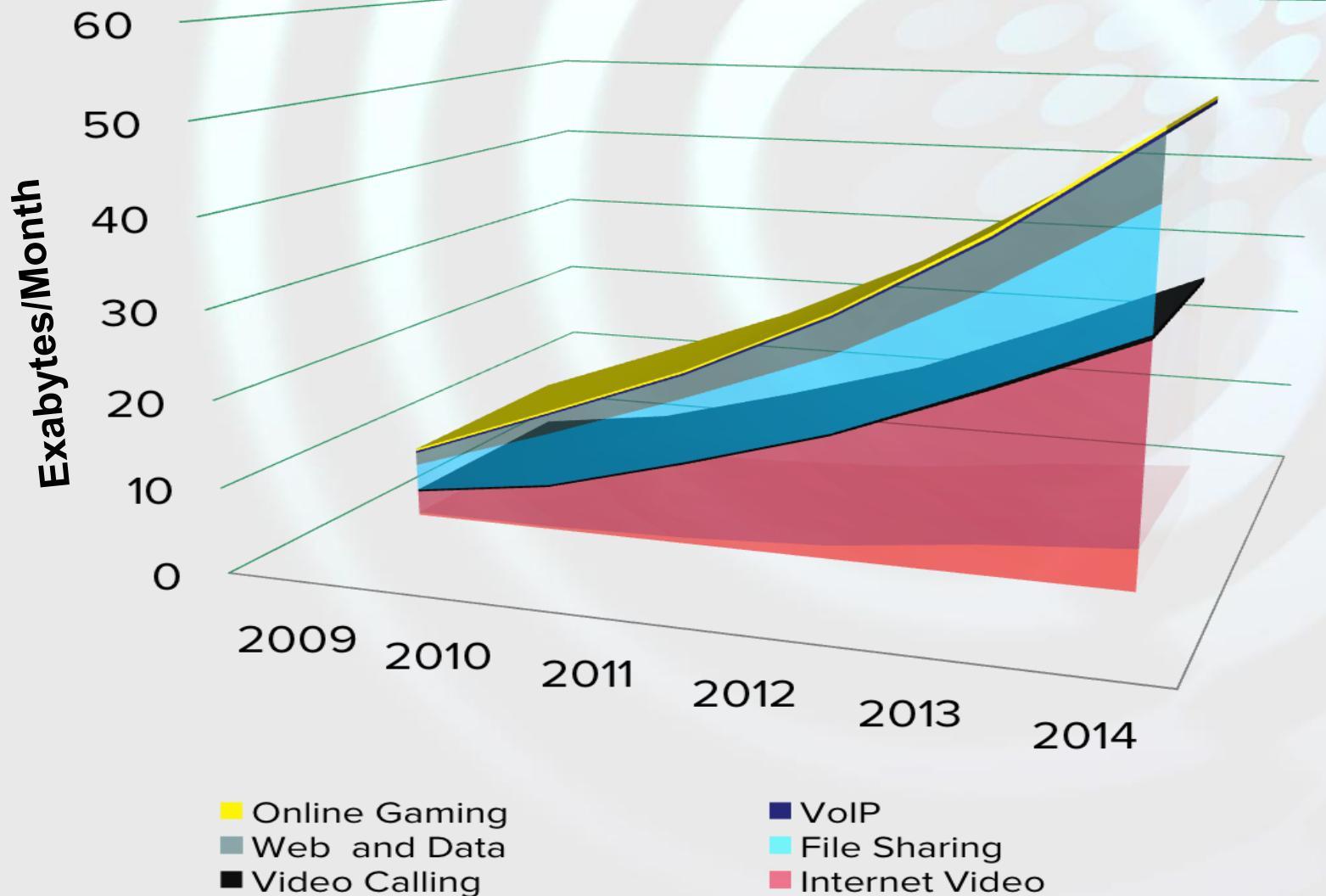
- ⓐ Конвергентный фактор заложен в само понятие “структурированной кабельной системы”(СКС)
- ⓐ Редакции стандартов 2002 года (ISO11801:2002 и EIA/TIA-568B. Ed.2002), изменили соотношение сил в пользу технологии IEEE 802.3 Ethernet, что освободило дорогу технологиям All-over-Ethernet (например, Fiber Channel over Ethernet - FCoE)
- ⓐ В последние годы происходит рост мультимедийной составляющей трафика в бизнес-среде
- ⓐ Развитие технологий интерактивного телевидения IPTV

Конвергентный фактор



квадриКОМ-Юг

структура трафика



“Центральный” фактор



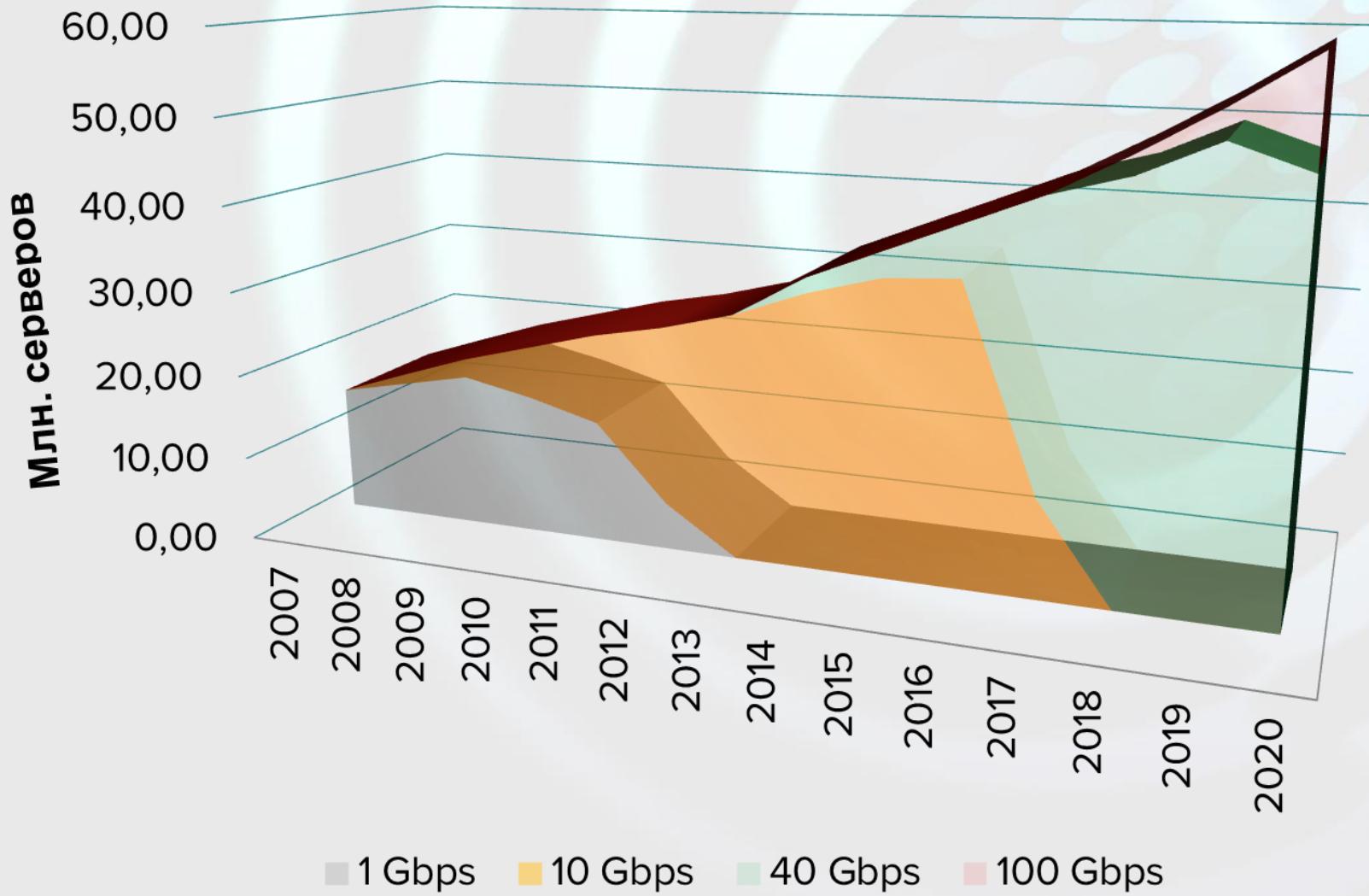
квадриКОМ-Юг

- Ⓐ Распространение носимых гаджетов и других “тонких” клиентов требует смещения вычислительной мощности в сторону серверного парка и использования клиент-серверной архитектуры
- Ⓐ Развитие технологий виртуализации нуждается в расширении канала “хостов”, как агрегаторов виртуальных машин-клеток
- Ⓐ Облачные технологии, “размазывая” виртуальные сервера на пространстве физических хостов, наделяют физические подключения аппаратных хостов смыслом “внутренних соединений”
- Ⓐ Конвергентные сетевые адAPTERы CNA (Converged Network Adapter), предназначенные для одновременного подключения к сетям связи LAN (Local Area Network) и хранения информации SAN (Storage Area Network) выпускаются в виде интегрированного решения LOM (LAN Interface On the Motherboard)

“Центральный” фактор



квадриКОМ-Юг

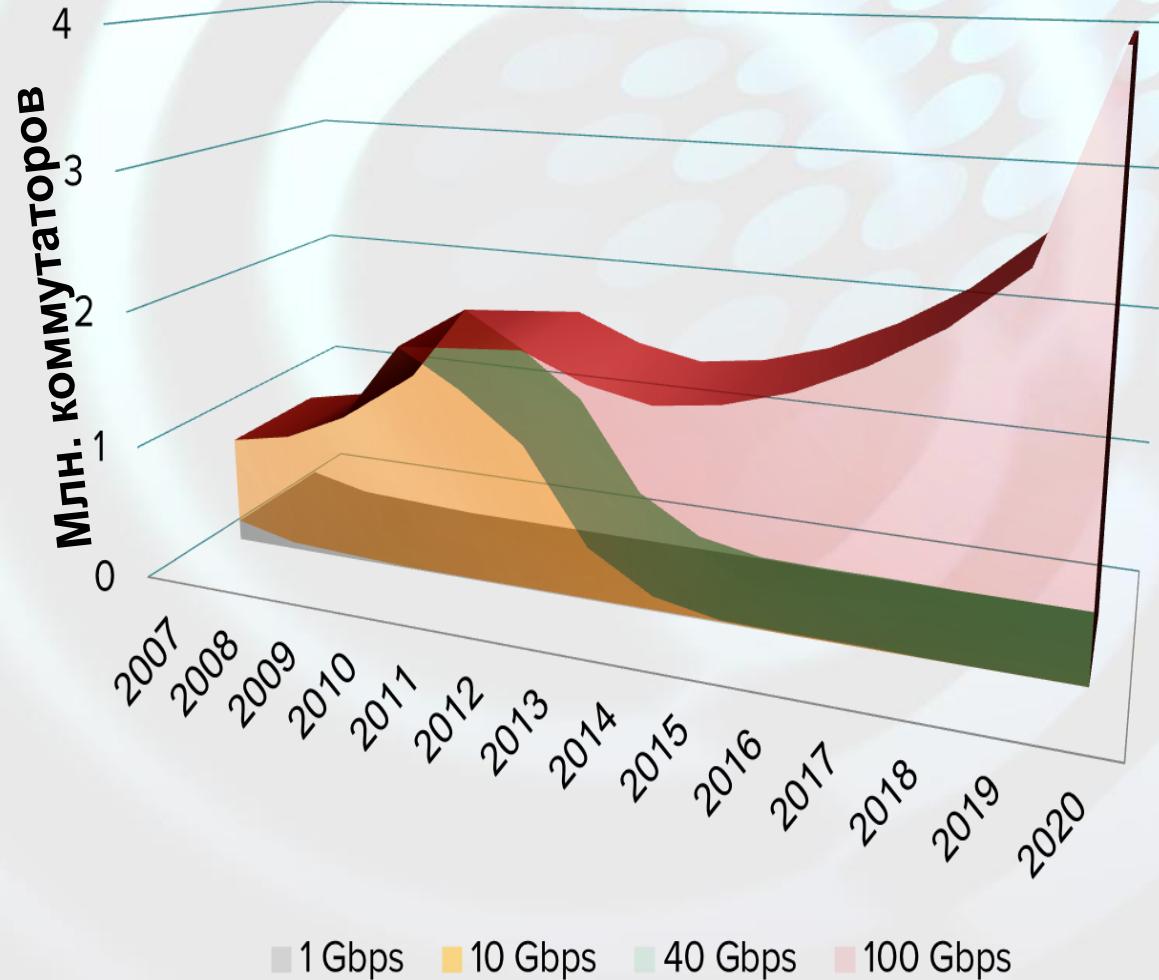


“Периферийный” фактор



квадриКОМ-Юг

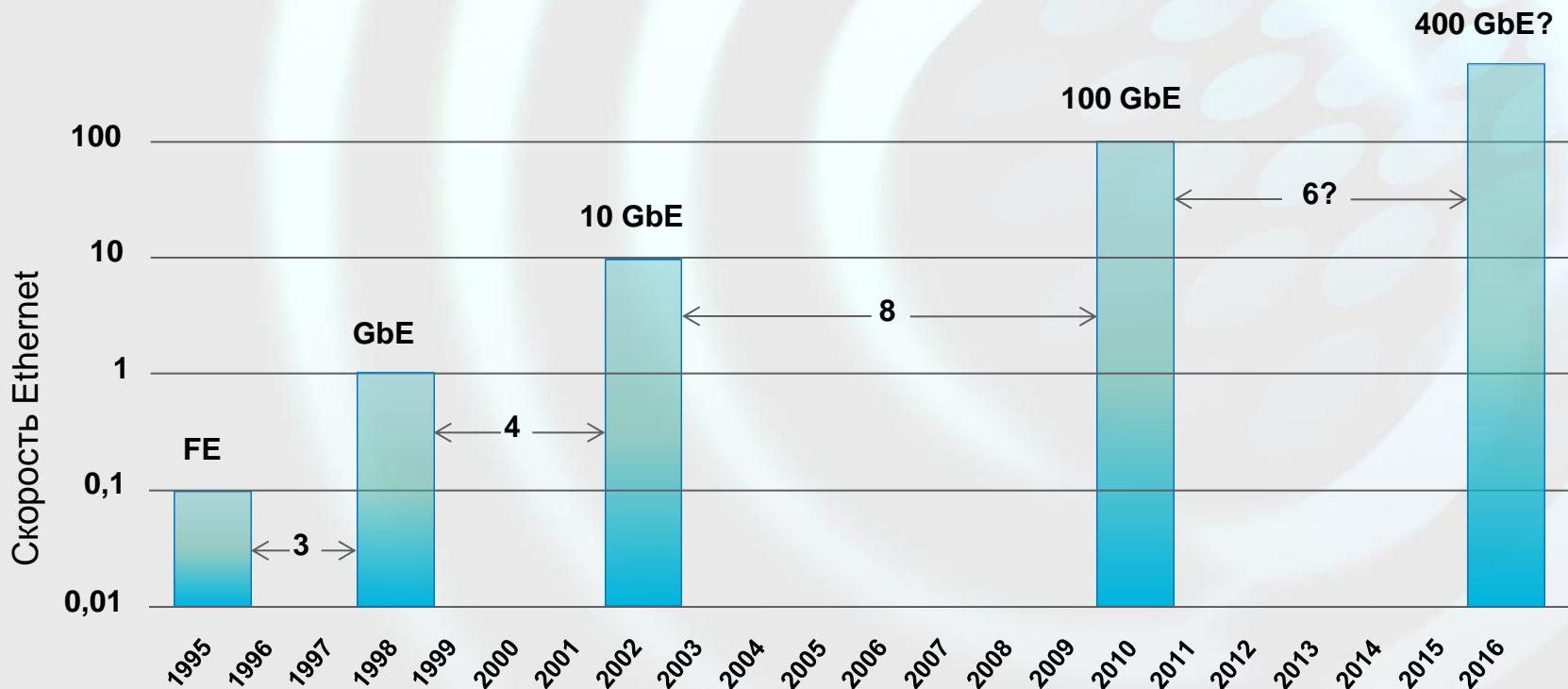
- Появление интеллектуальных высокоскоростных сетевых сенсоров, например, камер видеонаблюдения для систем безопасности



Ethernet Roadmap



квадриКОМ-Юг





Технологическая карта 100 GbE

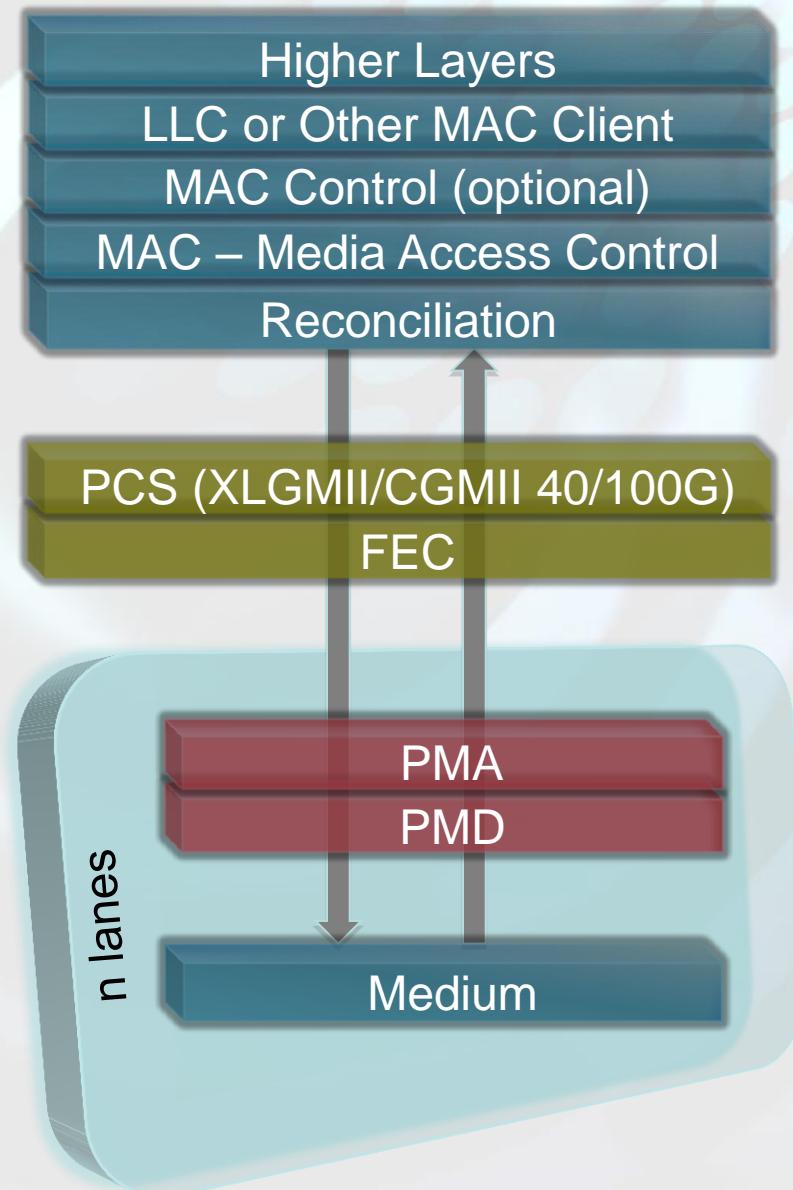
	100GBase-KR4	100GBase-CR4	100GBase-CR10	100GBase-SR4	100GBase-SR10	100GBase-LR4	100GBase-ER4
Название стандарта	IEEE 802.3bj	IEEE 802.3bj	IEEE 802.3ba	IEEE (в разработке)	IEEE 802.3ba	IEEE 802.3ba	IEEE 802.3ba
Тип среды	внутренняя шина	витопарная, медная	витопарная медная	MMF	MMF	SMF	SMF
Дистанция	до 1 м	до 5 м	до 7 м	OM3, OM4 до 100 м	OM3 – до 100 м OM4 – до 150 м	до 10 км	до 40 км
Коннектор	backplane	-	-	MPO/12 MTP/12	MPO/24 MTP/24	Duplex LC	Duplex LC
Электрическая сигнализация	4 x 25	4 x 25	10 x 10	4 x 25	10 x 10	10 x 10	10 x 10
Конфигурация канала, Gbps	4 x 25	4 x 25	10 x 10	4 x 25	10 x 10	4 x 25	4 x 25
Тип модуля	backplane	QSFP28 CFP2 CFP4	CXP	QSFP28 CFP2 CFP4	CXP CFP CFP2	CFP CFP2	CFP
Ратификация стандарта	2014	2014	2010	2014+	2010	2010	2012

Архитектура IEEE 802.3ba



квадриКОМ-Юг

- ◎ Стандарт основан на IEEE 802.3ae и использует его архитектуру без изменений, включая:
 - ◎ полнодуплексный режим работы
 - ◎ формат фрейма
 - ◎ схему кодирования 64b/66b (66 бит линейного кода на 66 бит данных - SONET OC-192)
 - ◎ скорость несущей (ОС – Optical Carrier)
- ◎ Дополнительно вводится прослойка, предназначенная для мультиплексирования (некоторый аналог “зеркального” TDM – Time Division Multiplexing) одного потока с более высоких уровней в несколько параллельных “дорожек” (lane)



Мультиплексирование канала



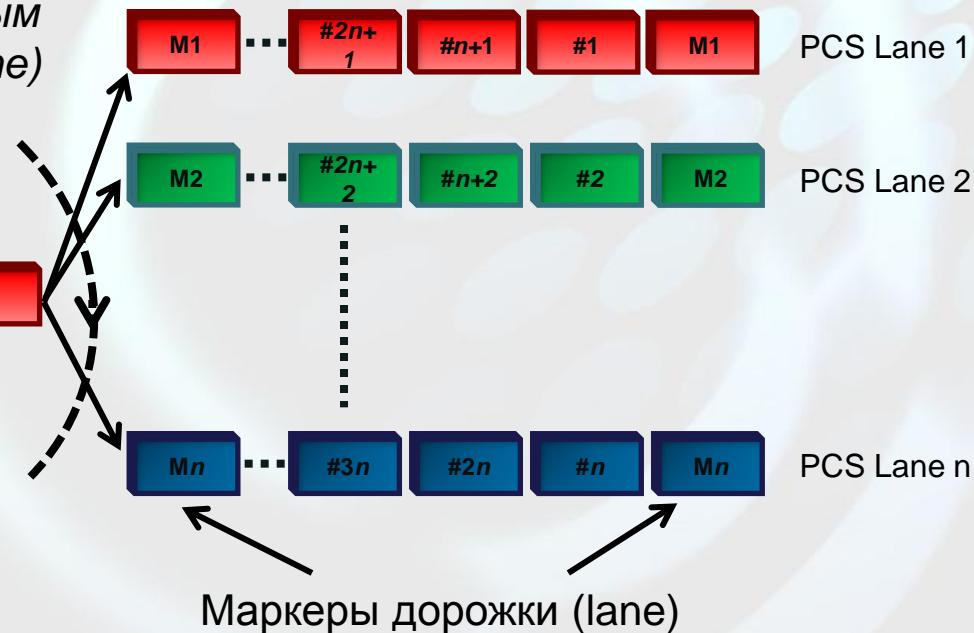
квадриКОМ-Юг

Последовательная циклическая
(round-robin) передача по разным
дорожкам (PCS lane)

Агрегированный поток 64/66b



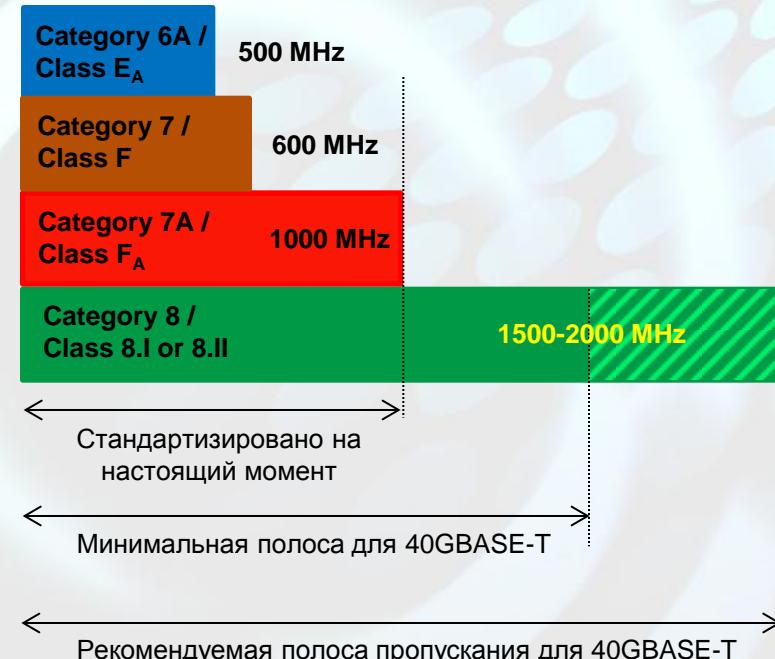
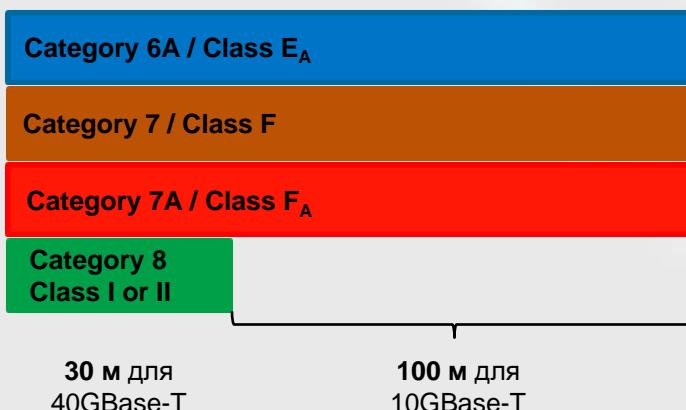
= 66-битное слово



- На сегодняшний день используются PCS lane с линейными скоростями 10Gbps и 25Gbps (100GBase-xR4)
- Ожидается стандартизация PCS lane с линейной скоростью 100 Gbps для одномодового режима с использованием поляризационного мультиплексирования PDM (Polarization Division Multiplexing)



- ◎ Отсутствие гарантированной работоспособности канала в полосе 1500-2000 MHz, затрудняет разработку и продвижение стандарта
- ◎ На сегодняшний момент отсутствует методика полевых испытаний в этом частотном диапазоне



- ◎ Стандарт 40GbE-T разрабатывается для каналов длиной до 30 метров



Проблемы меди: разъемные соединения

- ➊ Разъемное соединение типа RJ-45, в силу своих технических характеристик, не может быть применено в качестве компонента на категориях выше 6A
- ➋ Отсутствуют стандартизированные “открытые” реализации компонентов разъемного соединения, что, само по себе, сдерживает развитие процесса стандартизации высококатегорийных компонентов
- ➌ Существующие решения, соответствующие техническим требованиям высоких категорий проприетарны:
 - ➍ GG45 - разработан компанией Nexants. Обратно совместим с RJ-45 за счет использования встроенного в розетку переключателя
 - ➎ Tera – разработка компании Siemon. Не имеет обратной совместимости с разъемом RJ-45



GG45



Tera



Паллиативы: Direct Attach

квадриКОМ-Юг

Решения Direct-Attach обязаны своим появлением и укреплением на рынке общей неготовностью стандарта IEEE 802.3bq (40GBase-T) к коммерческому использованию

В качестве рабочего решения возможно использовать гибридную технологию, опирающуюся на:

- Стандарт IEEE 802.3ba для сред типа “CRx” – твинаксиальных медных витопарных соединений, стандартизованных для дистанций до 10 м
- Спецификацию SFF-8431 на трансиверы



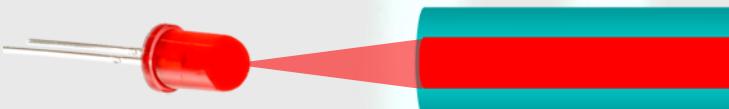
DAC (Direct Attach Cable)
на базе твинаксиального кабеля



AOC (Active Optic Cable)
на базе волоконно-оптической сборки



LED



VCSEL



Laser



Волоконная оптика:

режимы работы излучателя

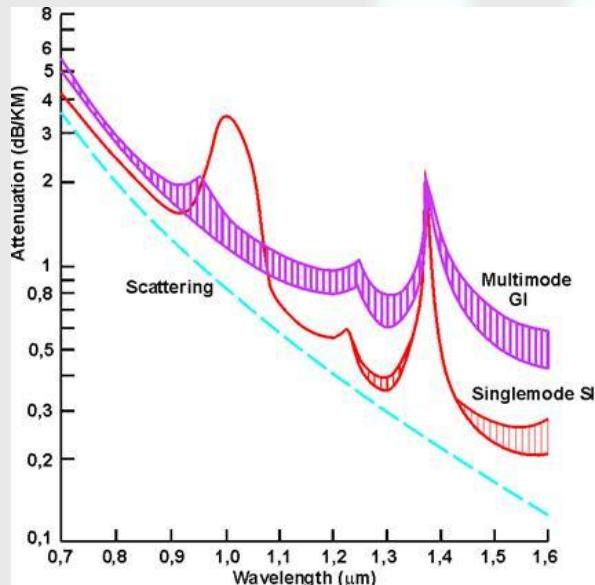
- Ⓐ **Режим насыщающего возбуждения** – использует все сечение предоставленной среды передачи. В качестве источника используют светодиоды (LED – Light-Emitted Diode), имеющие низкую монохроматичность и широкую диаграмму направленности. Проще и дешевле реализуется, но имеет значительное влияние паразитного явления межмодовой дисперсии
- Ⓐ **Режим лазерного возбуждения** характеризуется использованием когерентного монохроматического направленного источника соответствующей мощности вне зависимости от сечения возбуждения среды передачи

Волоконная оптика:

многомодовая среда ОМ1



квадриКОМ-Юг



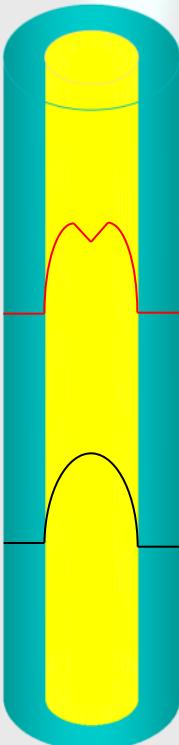
- Исторически, появилась первой за счет просторы реализации режима насыщающего возбуждения и описана стандартом ITU G.651 (в последствии ассоциированного со спецификацией ОМ1)
- Имела ступенчатый профиль показателя преломления и два диаметра ядра (Core):
 - 50 нм – для европейского рынка
 - 62,5 нм – для американского (за счет пересчета в американскую систему счисления)
- Ядро легировалось для получения удовлетворительного значения затухания в первом окне прозрачности (область 850 нм), в целях совместимости с освоенными промышленностью длинноволновыми светодиодами (LED)

Волоконная оптика:

многомодовая среда ОМ2



квадриКОМ-Юг



Практический профиль

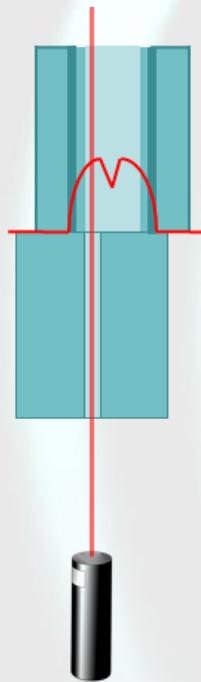
Теоретический профиль

- Спецификация ОМ2 зафиксировала применение градиентного профиля показателя преломления, позволяющего значительно снизить уровень межмодовой дисперсии
- Однако, в процессе производства многомодового волокна тяжело избежать области, так называемого “провала монотонности показателя профиля преломления” (Centerline dip). Эта область ответственна за появление дифференциальной модовой задержки (DMD – Differential Mode Delay) – дисперсии сигнала в зависимости от радиальной позиции точки ввода излучения
- Ширину полосы пропускания, учитывающую влияние DMD при фиксированном значении межмодовой дисперсии называют эффективно модальной полосой пропускания (EMB – Effective Modal Bandwidth)

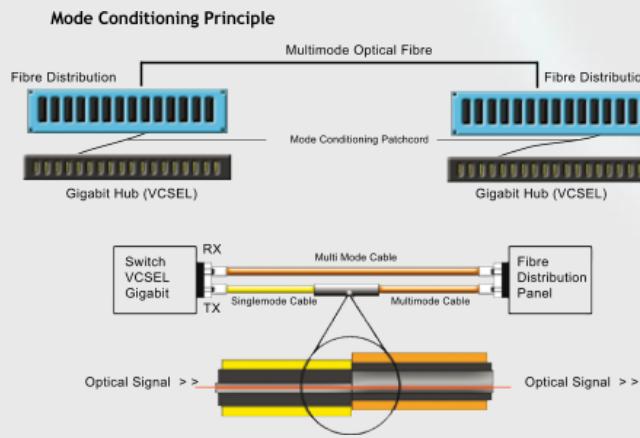


квадриКОМ-Юг

Волоконная оптика: использование режима лазерного возбуждения в многомодовой среде



- Физически отсутствуют ограничения по использованию режима лазерного возбуждения в многомодовой среде, но наличие области провала монотонности профиля OM2 создает существенные проблемы
- Технически, значительно снизить влияние этого фактора позволяет смещение точки ввода оптического сигнала (Offset Launch).
- Реализация представляет собой оптический шнур (для подавления не рабочих мод) с, так называемым, модовым преобразованием (Offset Launch Mode Conditioning Cable Assembly)



Волоконная оптика:



квадриКОМ-Юг

многомод ОМ3 и ОМ4

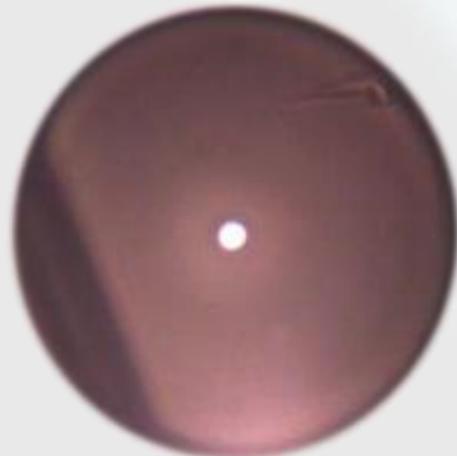
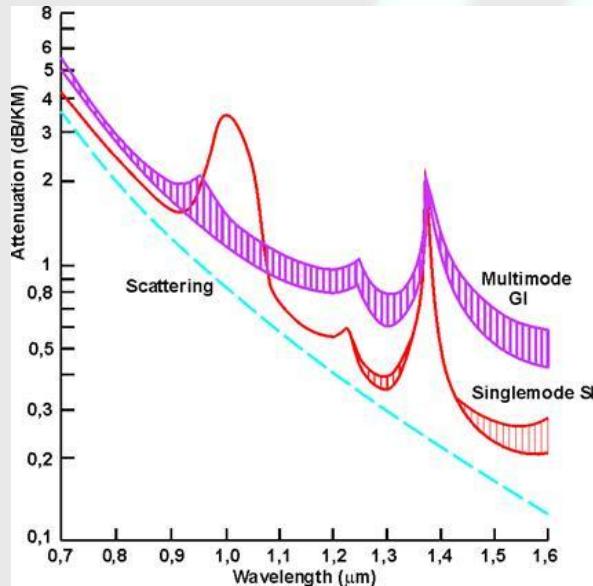
- ◎ При разработке технологии 10GBase-SR Ethernet, отрасль столкнулась с проблемой недостаточной производительности промышленно производимых длинноволновых светодиодов (LED)
- ◎ В качестве решения стали применять полупроводниковые лазеры поверхностного излучения с вертикальными резонаторами (VCSEL – Vertical Cavity Surface Emitted Laser), работающие на длине волны 850 нм, что перевело проблему DMD на качественно иной уровень
- ◎ Проблему DMD предложено решить технологически за счет увеличения монотонности профиля показателя преломления (Laser Optimized Multimode Fiber). Оба типа имеют калибр 50/125 нм
 - ◎ ОМ3 соответствует требованиям 10GBase-SR
 - ◎ ОМ4 предназначен для 40/100Base-SRx

Параметр	ОМ3, 850 нм	ОМ4, 850 нм
Вносимое затухание (IL), дБ/км	3,0	3,0
Эффективная модальная полоса пропускания (ЕМВ), МHz/км	2 000	4 700

Волоконная оптика: одномодовые среды ITU G.652



квадриКОМ-Юг

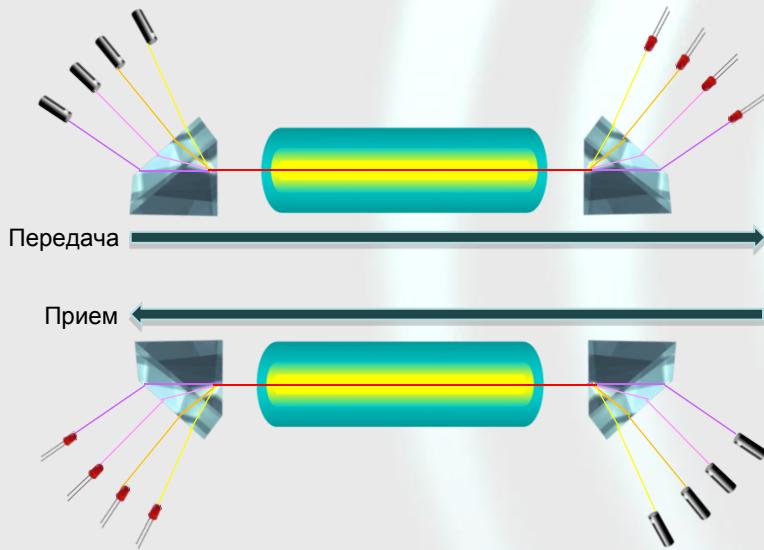


- Предназначены для работы на больших дистанциях и оптимизированы для использования режима лазерного возбуждения
- Калибр ядра соответствует диаметру модового пятна рабочей длины волны и может быть от 8,5 до 12 нм
- Имеет ступенчатый профиль показателя преломления
- Существует в следующих спецификациях:
 - OS1 – стандартное одномодовое волокно
 - OS2 – одномодовое волокно с низким пиком воды (в районе длины волны 1200 нм), оптимизированное для использования в системах DWDM (Dense Wave-length Division Multiplexing)

40/100GBase-xR



квадриКОМ-Юг



Lane	40GBase-LR4	100GBase-xR4	
	Длина волны, нм	Длина волны, нм	Частота, THz
L ₀	1271	1295,56	231,4
L ₁	1291	1300,05	230,6
L ₂	1311	1304,58	229,8
L ₃	1331	1309,14	229,0

- В качестве “дорожек” (lanes) используются разные длины волн несущих во втором окне прозрачности (1310 нм):
 - 40GBase-SR4 использует частотный план CWDM (Coarse WDM)
 - 100GBase-xR4 использует частотный план DWDM (Dense WDM)
- Битовая скорость:
 - 40GBase-SR4 использует 4 x 10G lane
 - 100GBase-xR4 использует 4 x 25G lane
- Обе технологии реализуются в “классическом” варианте с применением пары однофокусных коннекторов: LC, SC, FC
- Существуют решения, работающие на одном волокне с передачей в третьем (1550 нм) окне прозрачности и приемом – во втором (1310 нм)

Зачем использовать

ММ?

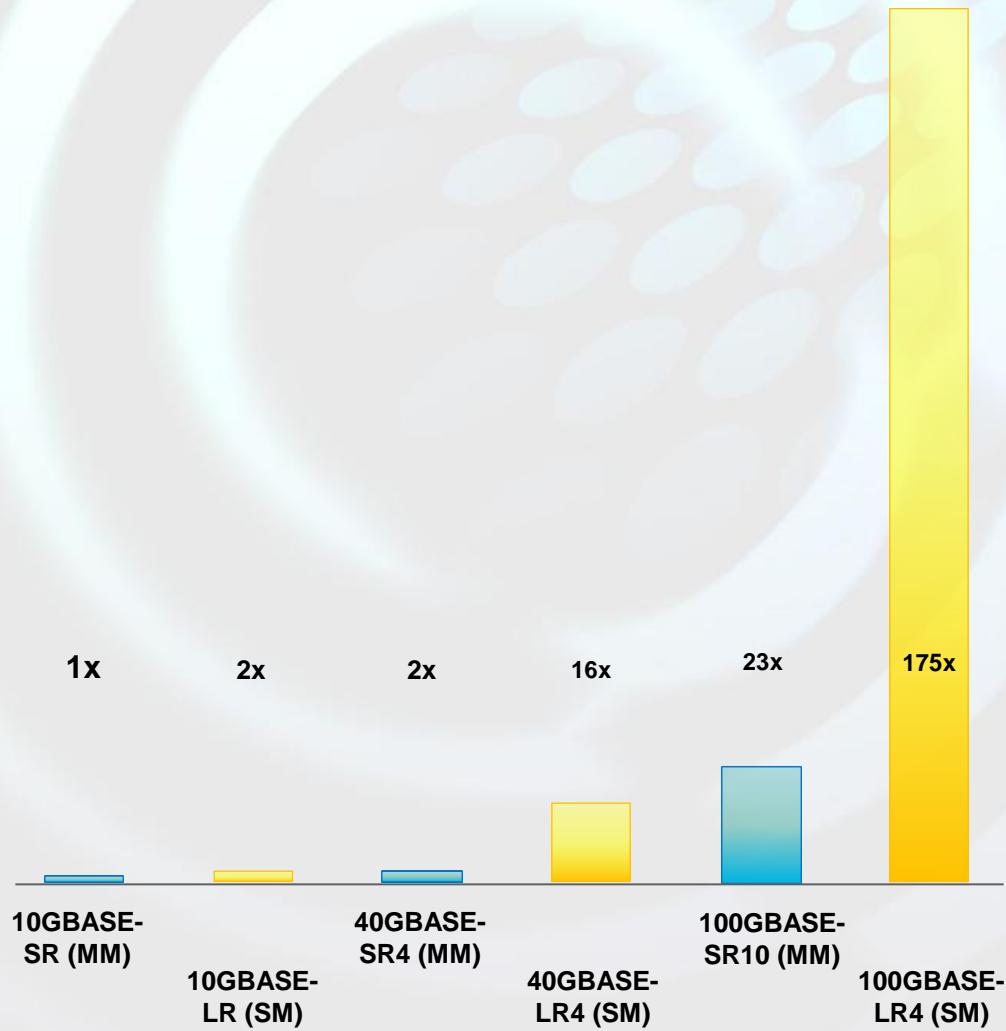


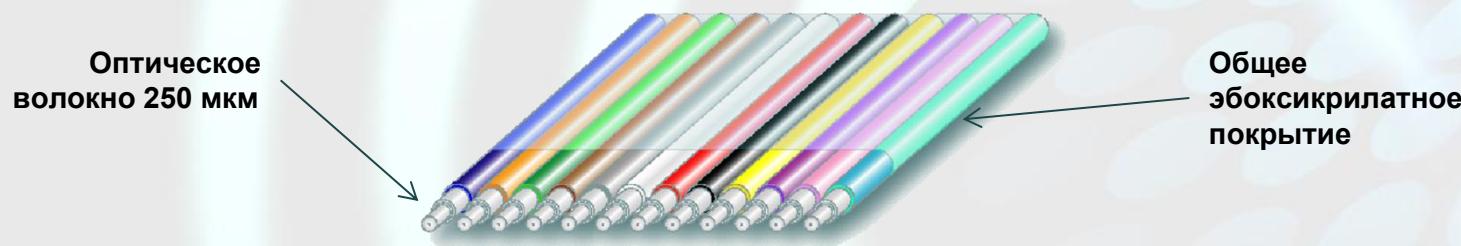
квадриКОМ-Юг

Основные причины поддержки многомодовой среды

- ◎ Относительная дешевизна активного оборудования
- ◎ Более низкое энергопотребление
- ◎ Возможность использования более компактных по размеру трансиверов, что позволяет повысить плотность системы

Однако, если вспомнить о присутствии DMD, встает вопрос о возможности реализации 40/100G только посредством параллельной прокладки нескольких волокон





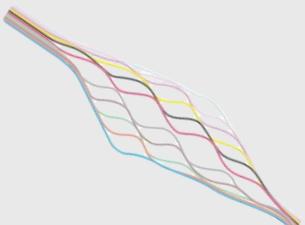
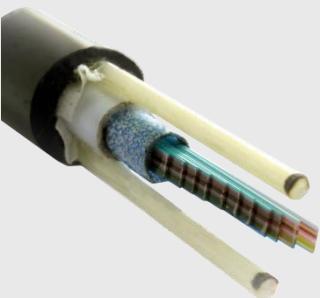
- Ленточная технология (Ribbon Fiber) представляет собой не что иное, как способ групповой упаковки оптических волокон
- Современное групповое (матричное) покрытие имеет водоотталкивающие свойства, что позволяет производить на их основе “сухие кабели” даже внешнего применения
- Идентификационная маркировка ленты наносится текстом на матричном покрытии
- В одной ленте все волокна должны быть одного типа
- Матрицы производятся плотностью 2, 4, 8, 12, 24, 32 и 36 оптических волокон
- “Цветовая палитра” матрицы стандартизирована TIA 598-С



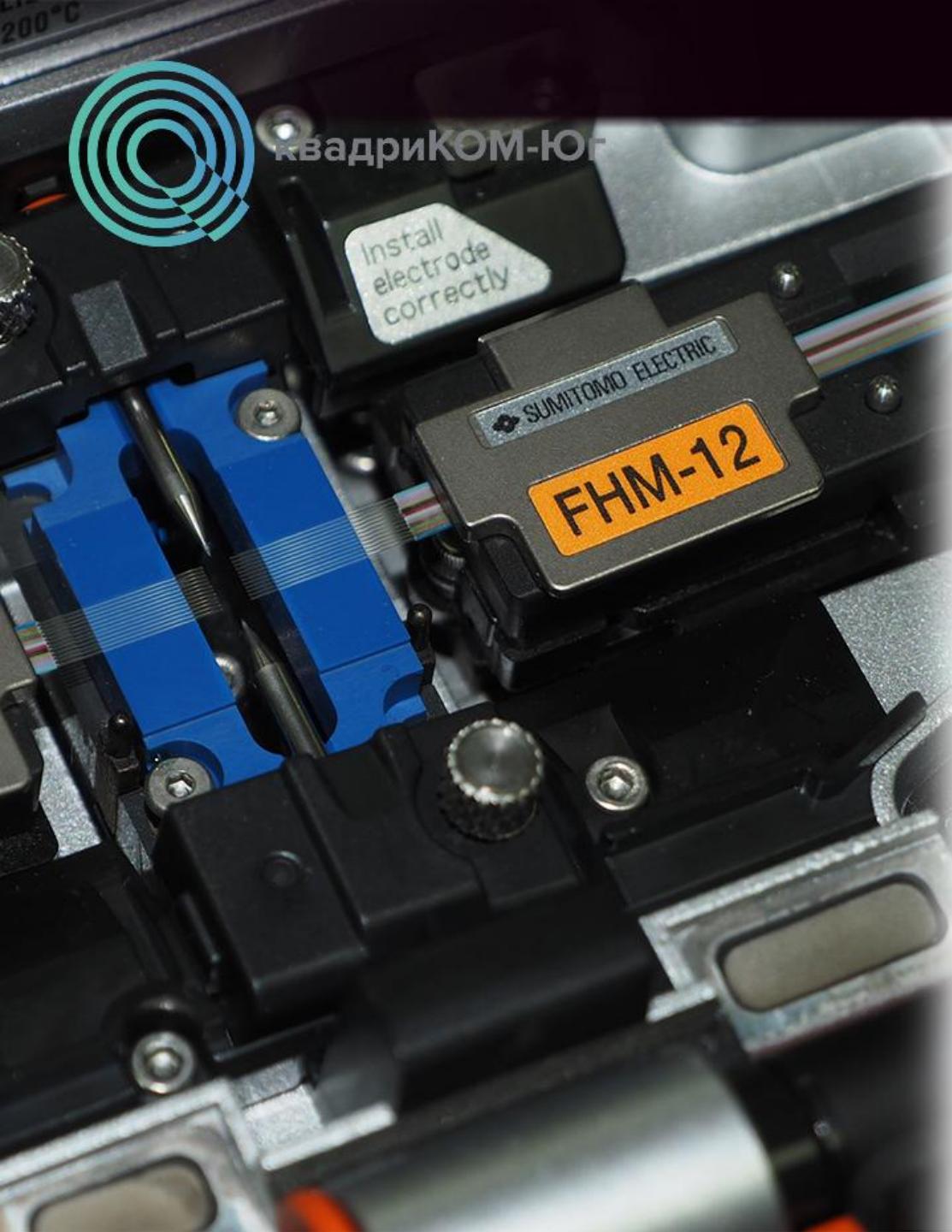
№	Цвет волокна	
1	Blue	Синий
2	Orange	Оранжевый
3	Green	Зеленый
4	Brown	Коричневый
5	Slate	Серый
6	White	Белый
7	Red	Красный
8	Black	Черный
9	Yellow	Желтый
10	Violet	Фиолетовый
11	Rose	Розовый
12	Aqua	Ультрамарин



историческая справка



- ◎ **1975 г.** Компания OFS представила ленточную упаковку оптического волокна (аналог электрических шлейфов) в качестве одного из решений снижения стоимости кабельной продукции за счет использования конструкции “центральной трубки” (Central tube) вместо более дорогой и технологичной модульной
- ◎ **90-е годы прошлого века.** В рамках первых проектов FTTH (Fiber-To-The-Home) затребовалась большая волоконная плотность кабельных линий распределительного остоя и ленточное решение было снова принято к рассмотрению. Однако, в виду высокой стоимости оптического волокна, так и не стала массовой.
- ◎ **2010 г.** Второе рождение технологии, за счет закрепления стандартом IEEE 802.3ba для многомодовых каналов связи
- ◎ **2014 г.** Компания AFL (ранее Fujikura) представила в виде коммерческого продукта, так называемую Spider Web Fiber (SWR), уменьшив сечение стандартной ленты до 29% и удельный вес – до 52%

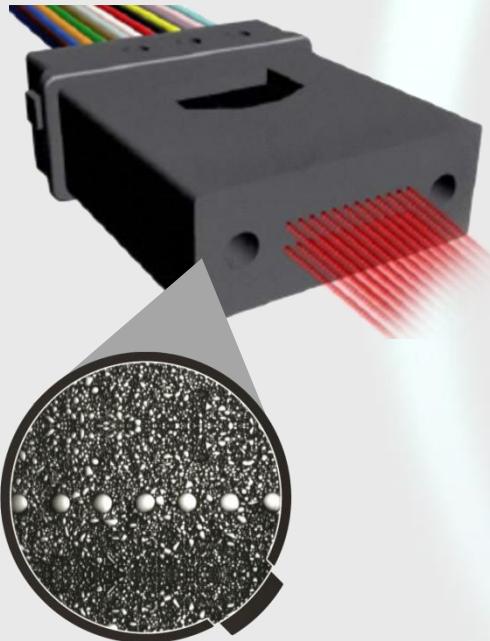


Ribbon Fiber: неразъемные соединения

- Соединение методом сварки требует специализированного оборудования и осуществляется лентами одной волоконной плотности
- Отсутствуют решения для механического соединения
- В последнее время появились решения “навариваемых” МРО-коннекторов, разработанные для применения с определенными типами кабеля



Ribbon Fiber: разъемные соединения



- ◎ Перспективы использования ленточной упаковки оптического волокна требовали переосмысления конструкции разъемных соединений и перехода от однофокусной схемы к многофокусной
- ◎ В 1985 г. NTT предложила дизайн многофокусной ферулы (наконечника), получивший название МТ (Mechanical Transfer) и определявший:
 - ◎ Прямоугольную форму ферулы монолитного исполнения с калиброванными каналами под оптические волокна и отверстиями под центрирующие штифты
 - ◎ Для компенсации термодинамических эффектов, ферула изготавливается из полимера на основе сульфида полифенилена (Polyphenylene Sulfide) армированного стекловолокном (60-80%) в целях достижения показателей сопоставимых с аналогичными для двуокиси циркония
 - ◎ Определена размерность матриц каналов: однорядных 4МТ, 8МТ, 12МТ, двухрядных 24МТ и четырехрядных 48МТ. Позднее, размерность матриц была существенно расширена

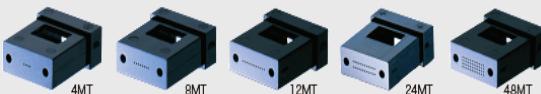
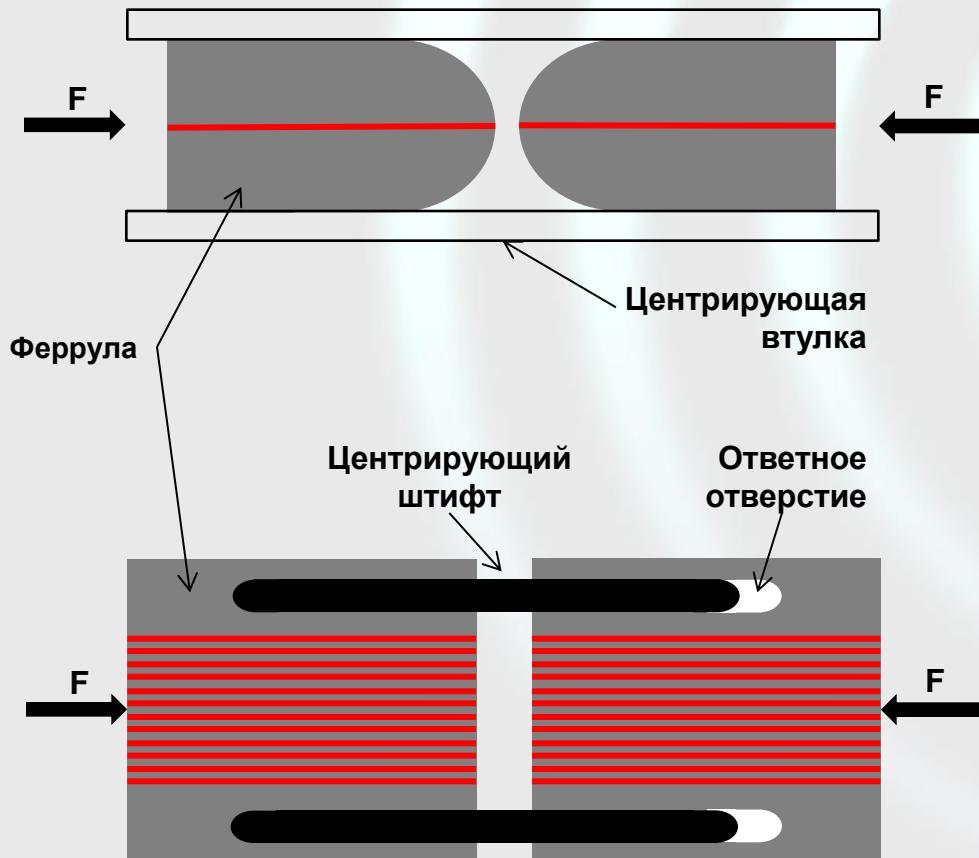


Схема соединения МТ



квадриКОМ-Юг



Классические однополюсные соединители имеют 3-х компонентную схему с внешним центрирующим элементом:

- Втулка (coupler) осуществляющая центровку
- Две соединяемые феррулы

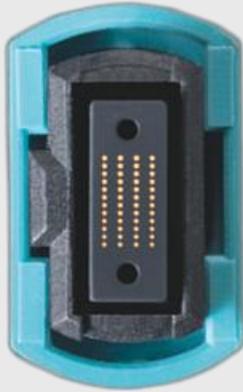
Соединение МТ-типа имеет 3-х компонентную “гендерную” схему со встроенным центрирующим элементом:

- с предустановленным центрирующим штифтом – Male (например, 12MT/M)
- без центрирующего элемента – Female (например, 12MT/F)

Совместимость МТ



квадриКОМ-Юг



- ◎ **Волоконная плотность.** МТ-феррулы имеют ограниченную совместимость:
 - ◎ Однорядные феррулы имеют центральное симметричное расположение линейки каналов, вследствие чего могут рассматриваться как ограниченно совместимые по числу волокон с наименьшей стороны.
 - ◎ Многорядные феррулы имеют симметричное расположение линеек каналов (обычно, по 12 в линейке) и не совместимы с однорядными, но ограниченно совместимы с многорядными по количеству линеек каналов с наименьшей стороны
- ◎ **Тип торца.** МТ-феррулы могут иметь
 - ◎ торец с прямым типом полировки (PC – Physical Connect)
 - ◎ торец с угловой полировкой (APC – Angled PC)



историческая справка

- ◎ 1985 г. NTT представила МТ-феррулу
- ◎ 1988 г. NTT предложила технологию производства МТ—феррул на основе термоотверждаемого компаунда. Разработка производилась для японского рынка в фокусе решений для распределительных сетей с высокой плотностью волоконно-оптического кабеля
- ◎ 1989 г. US Conec в содружестве с Fujikura (в настоящее время AFL) разработали дуплексный разъем на основе МТ феррулы и выполненный в форм-факторе RJ, названный МТ-RJ. Первоначально, разъем использовал согласующий гель и претерминированные волокна, установленные в торец феррулы на стадии производства
- ◎ 1991 г. NTT-AT разработала многофокусный коннектор МТ типа, названный МРО (Multifiber Push-On) с оригинальным механизмом механической защелки, исключающей использование эмерсионного геля.



Конструкция разъема



квадриКОМ-Юг

МРО



- ➊ Разработан для волокна в ленточной упаковке
- ➋ МТ-феррула стандартного типа с волоконной плотностью от 2 до 72 каналов
- ➌ Имеет внутреннюю защелку, препятствующую разборке

Преимущества МТР



квадриКОМ-Юг



В 1996 г. компания US Conec, занимающаяся контрактным производством феррул МТ-типа для NTT, представила доработанный коннектор МТР (Mass Transfer Push-on), механически совместимый с МРО. МТР обладал рядом улучшений:

- Повышена точность изготовления фиксатора (retainer)
- Использованы эллиптические штифты, снижающие износ коннектора
- Применена пружина овального сечения, снижающая вероятность повреждения волокна
- Применена “плавающая” схема работы феррулы
- Разборный дизайн, позволяющий изменить полярность

Конструкция разъема MTP



квадриКОМ-Юг



- ➊ Разработан для волокна в ленточной упаковке
- ➋ МТ-феррула стандартного типа с волоконной плотностью от 2 до 72 каналов

Конструкция внутренней части и хвостовика любого коннектора разрабатывается для определенной конструкции кабеля

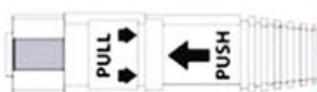
Полярность МРО/МТР



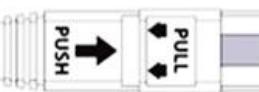
квадриКОМ-Юг



1
2
3
10
11
12



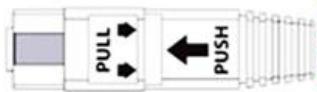
Type A



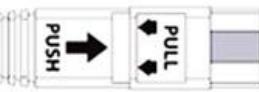
12
11
10
3
2
1



1
2
3
10
11
12



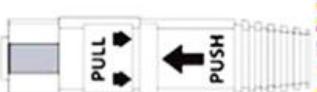
Type B



1
2
3
10
11
12



1
2
3
10
11
12



Type C



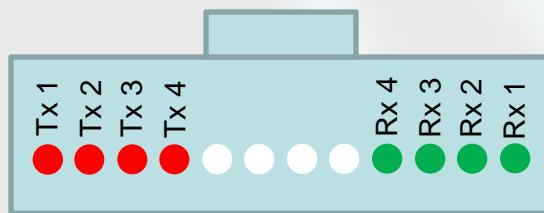
11
12
9
4
1
2





квадриКОМ-Юг

40GBase-SR4



Конфигурация канала:

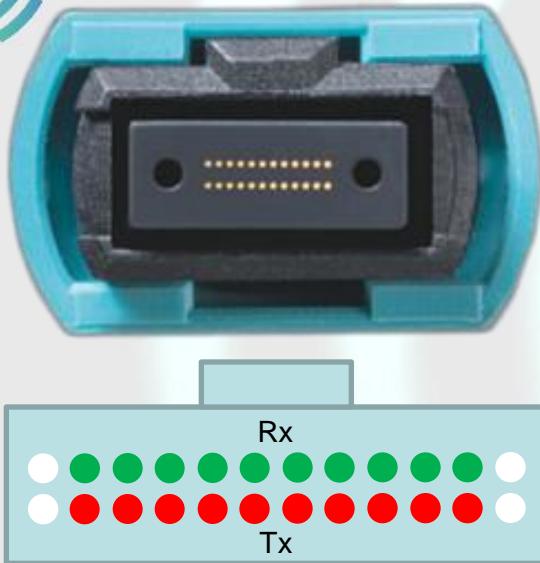
- Используются 4 lane со скоростью 10Gbps
- Несмотря на то, что для организации подключения достаточно 8-ми волокон, стандартизованным конектором является MPO/12
- Благодаря симметричной конфигурации, отсутствует необходимость использования маркировки lane

100GBase-SR10



квадриКОМ-Юг

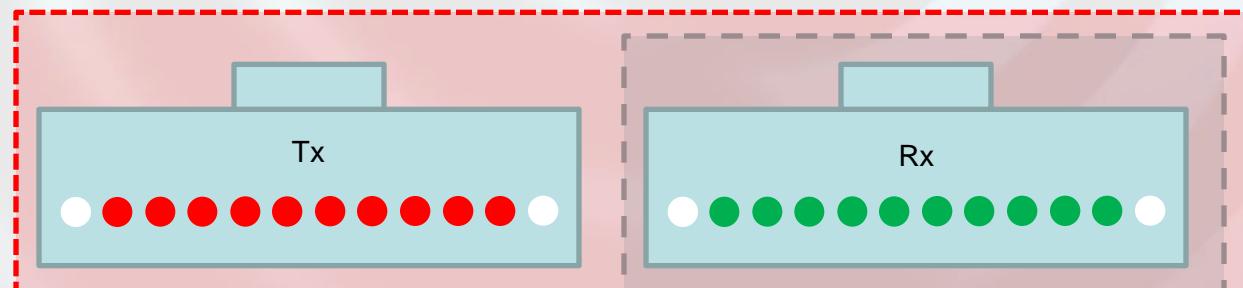
Option "A"



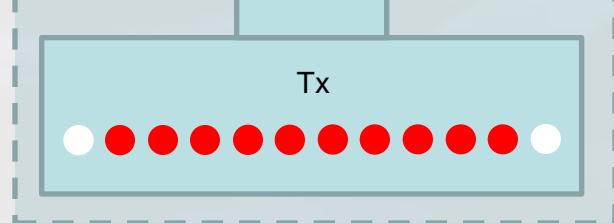
Конфигурация канала:

- Используются 10 lane со скоростью 10Gbps
- Три реализации физического подключения:
 - Option "A":** Одиночное на базе MPO/24 (рекомендуемое)
 - Option "B" и Option "C":** на базе пары MPO/12
- Не является симметричной, в результате чего требует обязательной маркировки lane

Option "B"



Option "C"



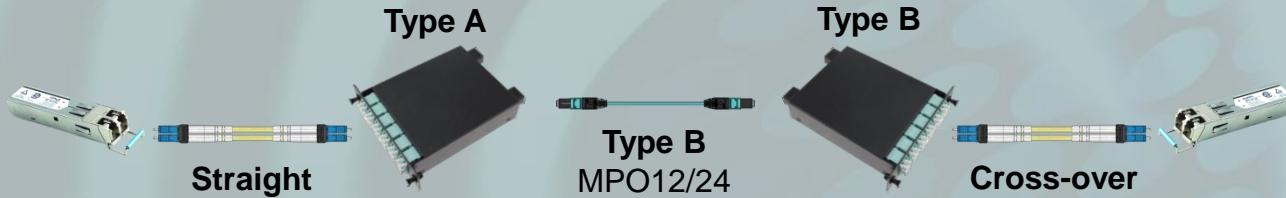
Конфигурация канала



квадриКОМ-Юг

1/10/40/100G

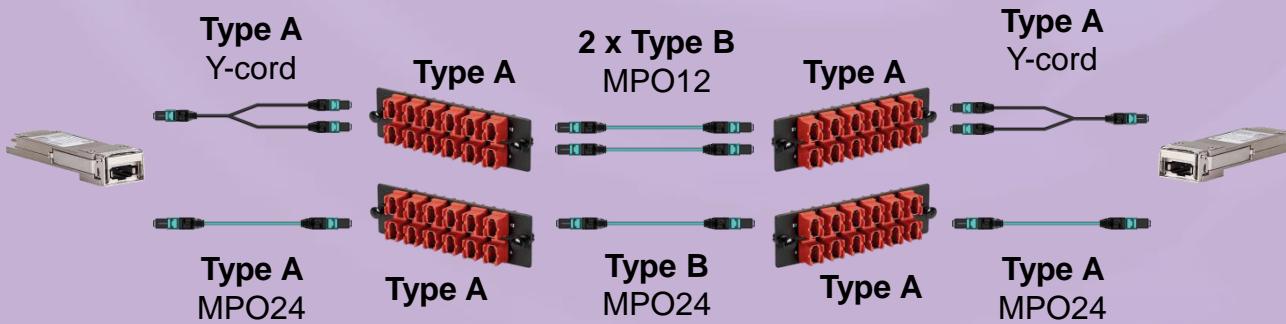
1/10G



40G



100G

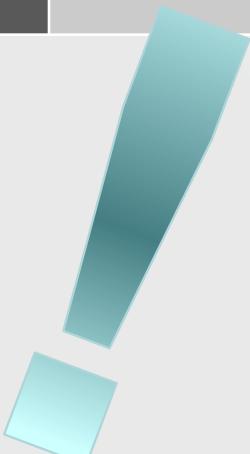


Оптический бюджет



квадриКОМ-Юг

	Название стандарта	Тип волокна	Волоконная плотность канала	Максимальная длина канала	Оптический бюджет канала, dB
10 Gbps	10GBase-SR	OM3	2	300	2,6
40 Gbps	40GBase-SR4	OM3	8	100	1,9
40 Gbps	40GBase-SR4	OM4	8	150	1,5
100 Gbps	100GBase-SR10	OM3	20	100	1,9
100 Gbps	100GBase-SR10	OM4	20	150	1,5



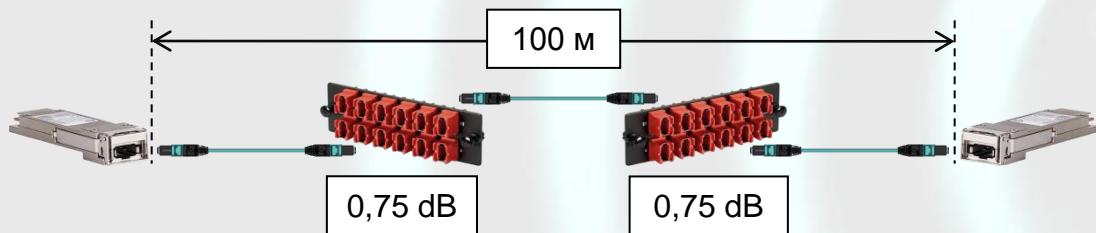
Следует внимательно рассчитывать бюджет канала: дополнительное разъемное или неразъемное соединение могут привести к его неработоспособности!!!

100 м канал 40/100G



квадриКОМ-Юг

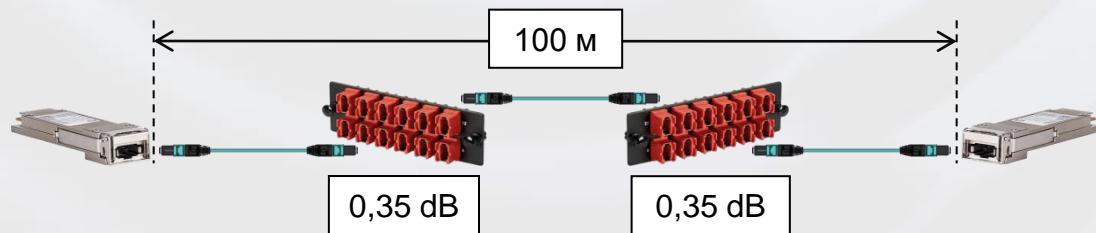
Пример 1



Regular MPO	Qty	ОМ3/ОМ4
Разъемных соединений	2	1,5
Длина канала, м	100	0,35
IL канала, dB		1,85
Margin, dB		0,05

Пример 2

Low Loss MPO	Qty	ОМ3/ОМ4
Разъемных соединений	2	0,70
Длина канала, м	100	0,35
IL канала, dB		1,05
Margin, dB		0,85



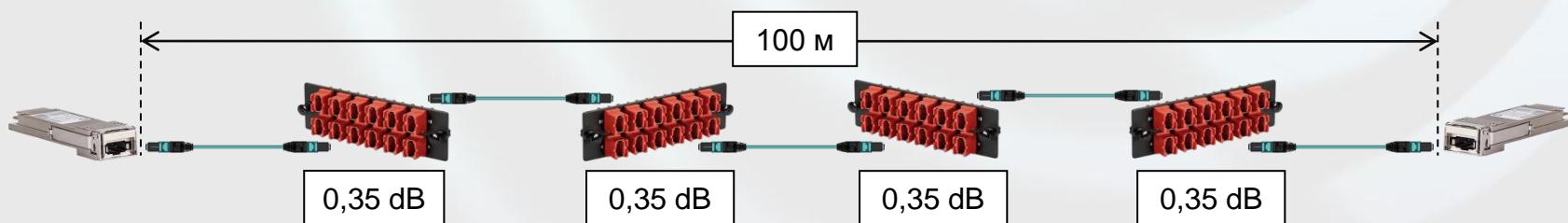
100 м канал 40/100G



квадриКОМ-Юг

Пример 3

Low Loss MPO	Qty	OM3/OM4
Разъемных соединений	4	1,40
Длина канала, м	100	0,35
IL канала, dB		1,75
Margin, dB		0,15

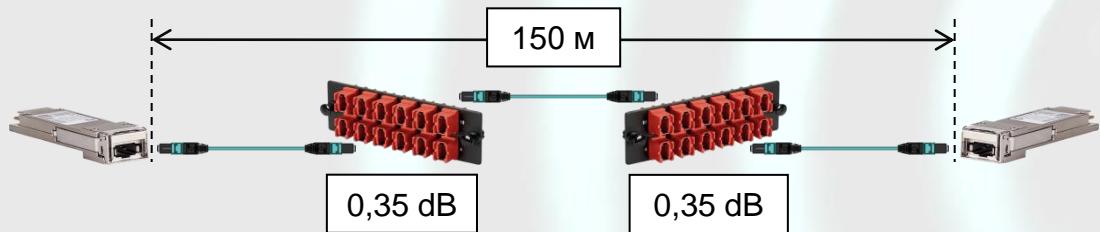


150 м канал 40/100G



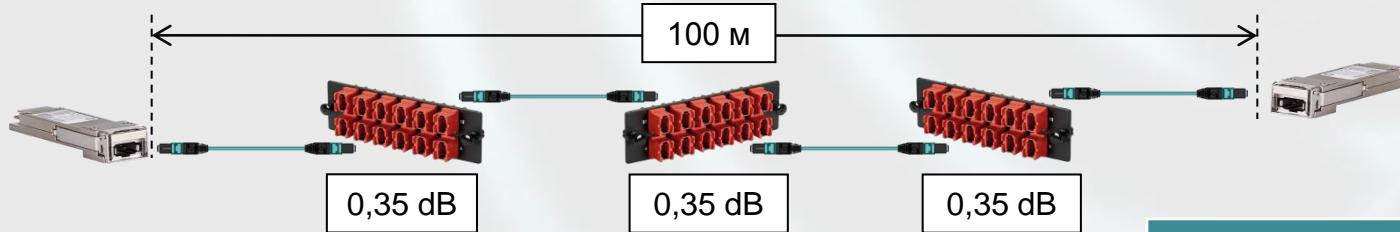
квадриКОМ-Юг

Пример 1



Low Loss MPO	Qty	ОМ3/ОМ4
Разъемных соединений	2	0,70
Длина канала, м	150	0,525
IL канала, dB		1,23
Margin, dB		0,28

Пример 2



Low Loss MPO	Qty	ОМ3/ОМ4
Разъемных соединений	3	1,05
Длина канала, м	100	0,525
IL канала, dB		1,58
Margin, dB		-0,07



- ◎ Если транковую линию планирует использовать в схеме с “прямым подключением”, необходимо обратить внимание на:
 - ◎ гендерность разъема коннектора активного оборудования
 - ◎ необходимо использовать транковый кабель с полярностью Type “B”
- ◎ При использовании переходных кассет или гидр, лучше обратить внимание в сторону оптических кассет, ввиду следующих преимуществ:
 - ◎ жесткая конструкция
 - ◎ удобство монтажа и администрирования
 - ◎ наличие однозначной идентификации на корпусе

Наше производство



квадриКОМ-ЮГ



- Собственная доработка серийных разъемов под соответствующую кабельную продукцию
 - 3-х годичная ограниченная гарантия по серийному номеру, хранящемуся в базе данных
 - 100% тестирование выпускаемой продукции
 - Быстрота изготовления продукции на основании ТЗ заказчика

Продукты для ЦОД:

Транковый кабель (ММ)



квадриКОМ-Юг



MTP/12 (M&F)
коннектор

Поставляется:

- в бухтах
- на катушке собственной конструкции



**Гибкая
конструкция**



**Опциональная
клемма
заземления**



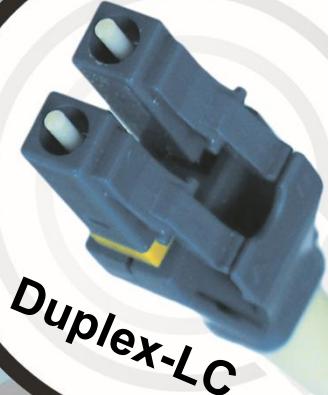
**Защита от
механических
воздействий**

Продукты для ЦОД:

Транковый кабель (SM)



квадриКОМ-Юг



Duplex-LC

Поставляется в бухтах



Гибкая
конструкция



Опциональная
клемма
заземления



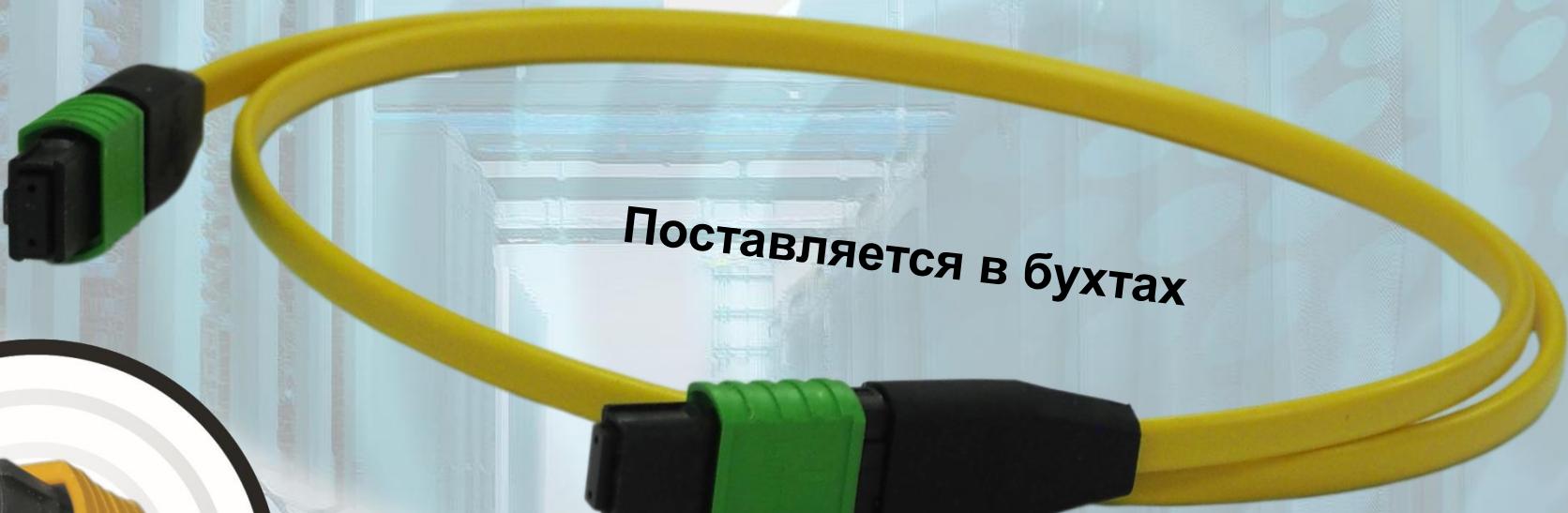
Защита от
механических
воздействий

Продукты для ЦОД:

Соединительные шнуры



квадриКОМ-Юг



Поставляется в бухтах



MTP/12-24 (M&F)
коннектор



Круглый и плоский
дизайн



Высокая гибкость,
для кроссов

Продукты для МАН: Drop-кабель



квадриКОМ-Юг

SC/APC

особой
конструкции

Поставляется в бухтах

Гибкая
конструкция

Опциональная
клемма
заземления

Защита от
механических
воздействий



квадриКОМ-Юг

Продукты для МАН:

Drop-кабель самонесущий

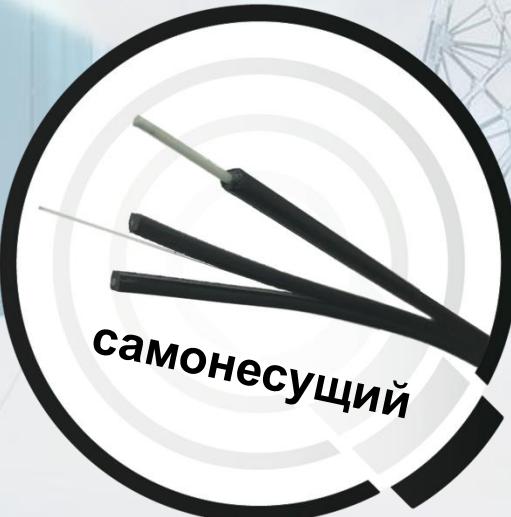


Поставляется в бухтах



SC/APC

особой
конструкции



самонесущий



квадриКОМ-Юг

Продукты для МАН:

Drop-кабель самонесущий

Поставляется в бухтах

SC/APC



особой
конструкции

усиленная

конструкция



ООО “квадриКОМ-Юг”

344090, г. Ростов-на-Дону; пр. Стачки 200/2

Тел./факс: +7 (863) 210-220-5 (многоканальный)

Email: info@quadricom.ru

Web: www.quadricom.ru