Тестирование и эксплуатация оптической СКС в ЦОД: мифы и реальность

Владимир Стыцько
Руководитель направления СКС

e-mail vs@lanmaster.ru
Web http://www.lanmaster.ru

LANMASTER

25 лет на рынке СКС и ЦОД

2000
Первые поставки и проекты СКС LANMASTER на российском рынке

2003
Регистрация российской компании, формирование склада продукции, запуск программы дистрибуции

2008
Появление LANMASTER в международных отчетах BSRIA

2013
Включение в линейку продукции КНС: металлические и пластиковые лотки

2016
Запуск серии шкафов и изоляции для ЦОД, решения на MTP/MPO

2018
Открытие нового склада, демо-зала и учебного центра в ближайшем Подмосковье (Подольск)

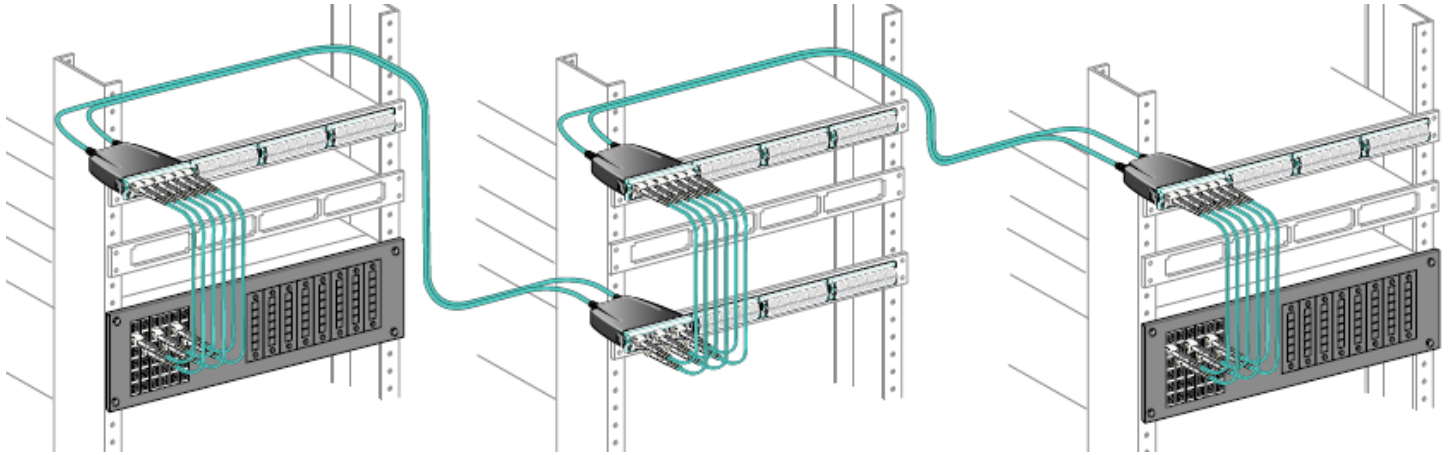
2022
Запуск программы замещения продукции ушедших А-брендов

2025
Обновленная модель шкафа LANMASTER и интеллектуальные PDU для ЦОД

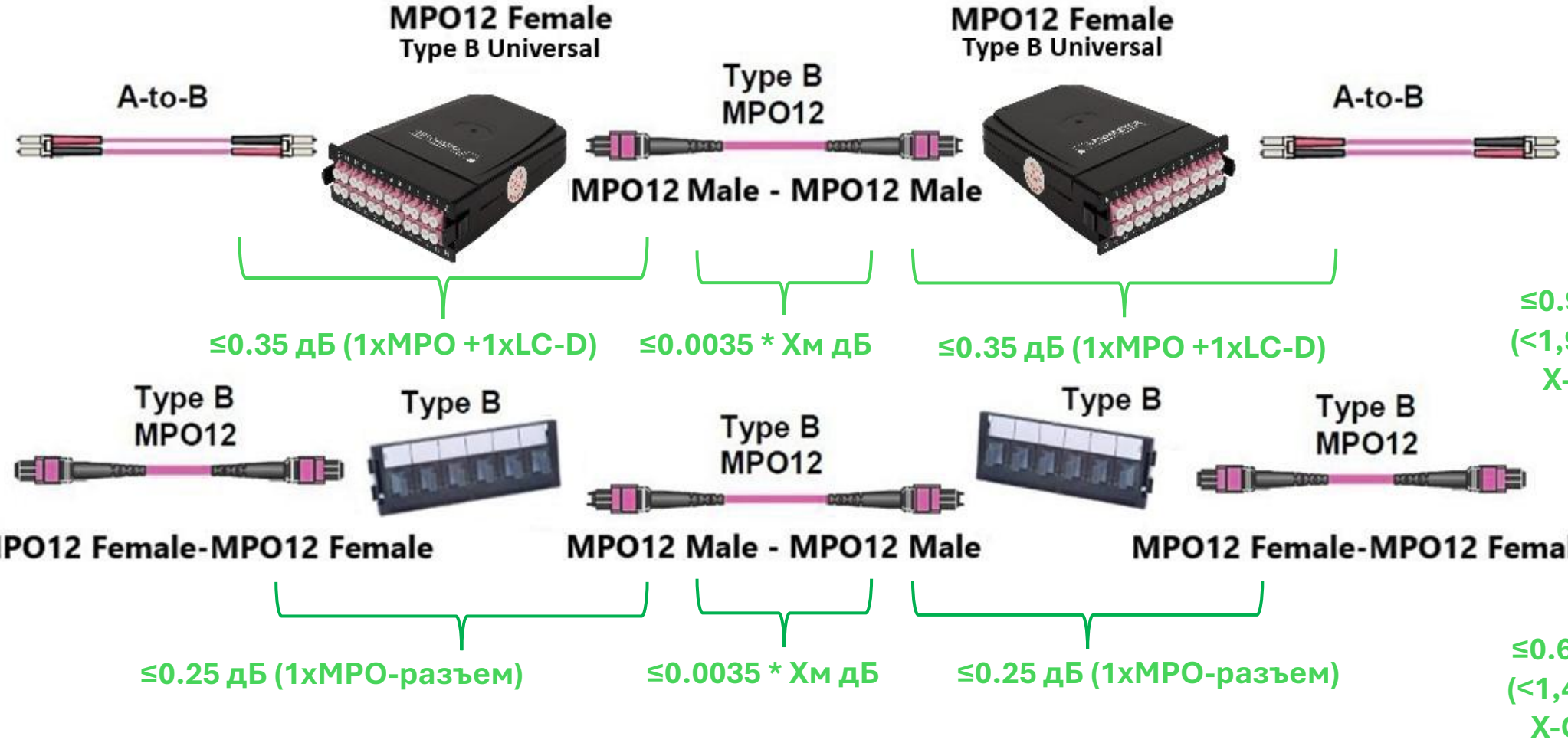
Дифференциация оптических разъемов по вносимым потерям (Insertion Loss) и бюджет потерь (Loss Budget)

- Макс. вносимые потери для многомод. разъема MPO/MTP®:
  - Standard Loss ≤ 0.5 дБ
  - Low Loss ≤ 0.35 дБ
  - Ultra Low Loss ≤ 0.25 дБ
- Макс. вносимые потери для одномод. разъема MPO/MTP®:
  - Standard Loss ≤ 0.75 дБ
  - Low Loss ≤ 0.35 дБ
- Потребность в соединителях с низким затуханием обусловлена ограниченным бюджетом потерь для 16/100/400G в конфигурации “cross-connect”
  - 4 кассеты или проходных адаптера в составе кабельного тракта

Приложение	Макс. вносимые потери в линии OM4 (бюджет потерь), дБ	Макс. длина линии OM4, м	Физический интерфейс
Fiber Channel 16G	1.95	125	LC-D
40GBASE-SR4	1.5	150	MPO12
100GBASE-SR4	1.9	100	MPO12
100G-SWDM4	1.9	100	LC-D
400GBASE-SR8	1.9	100	MPO16
400GBASE-SR4.2	1.9	100	MPO12
400GBASE-VR4	1.9	50	MPO12



Бюджет потерь в оптической линии OM4 на компонентах MPO-LC Ultra Low Loss



Особенности тестирования волоконно-оптических линий СКС в ЦОД

- Что, как и чем тестируем?
  - испытуемая конфигурация, приборы, методика
- На соответствие чему тестируем?
  - предельно допустимые значения (limit), критерий приемки Pass/ Fail
- Доверяем полученным результатам?
  - факторы влияющие на погрешность измерений
  - корреляция лабораторных и полевых измерений
- Ответы можно найти в стандарте ISO/IEC 14763-3:2024 «Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling»

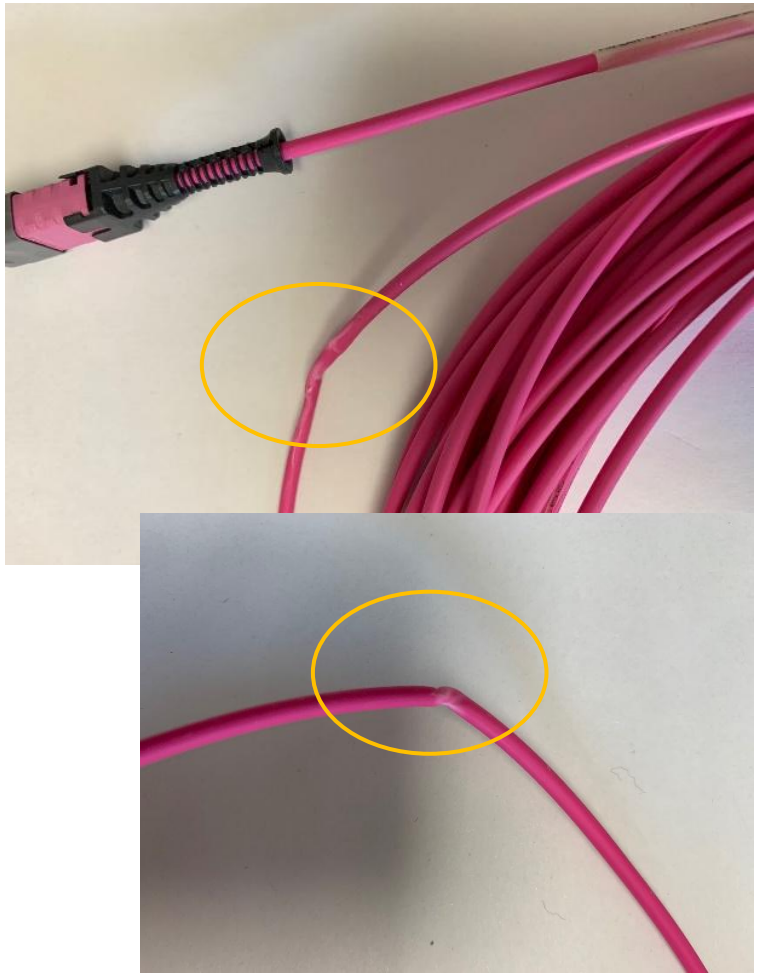
Входной контроль кабельных сборок - аргументы **ПРОТИВ** и **ЗА**

- Исключаем доп. затраты и время, в том числе на чистку торцев соединителей
- Полагаемся на протоколы заводского тестирования
- Рассчитываем на долгосрочную гарантию Производителя

  - Диагностика и поиск неисправности займет больше времени
  - Замена дефектной сборки после завершения монтажа СКС не всегда возможна

Рекомендации:

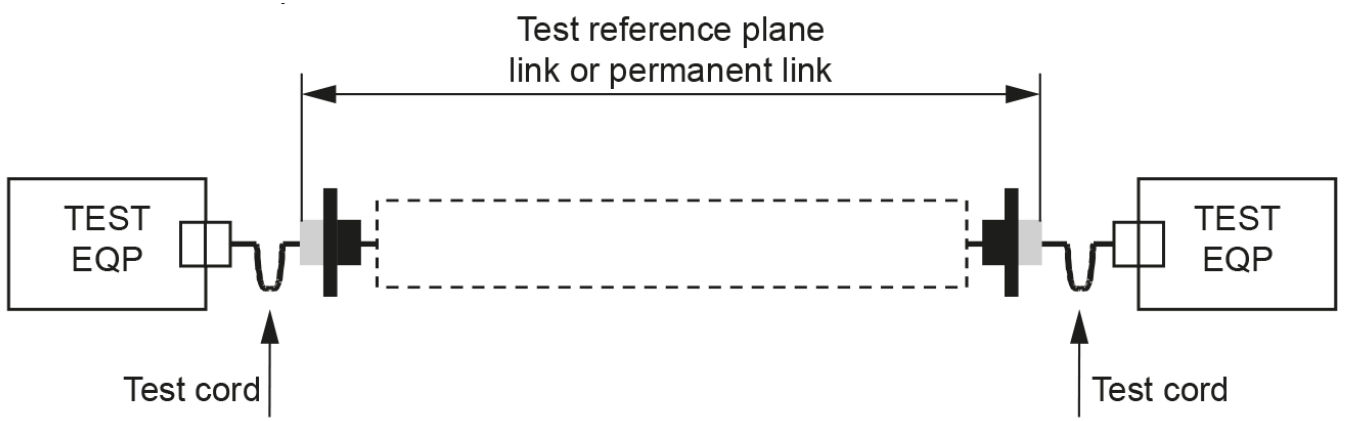
- Проверка целостности и полярности сборок на приемке
- Контрольные измерения оптических характеристик (выборочно)
- ЗИП и резервирование по портам/ волокнам (10-15%)



Примеры кабельных сборок, поврежденных в процессе монтажа СКС

Испытуемая конфигурация, приборы, методика

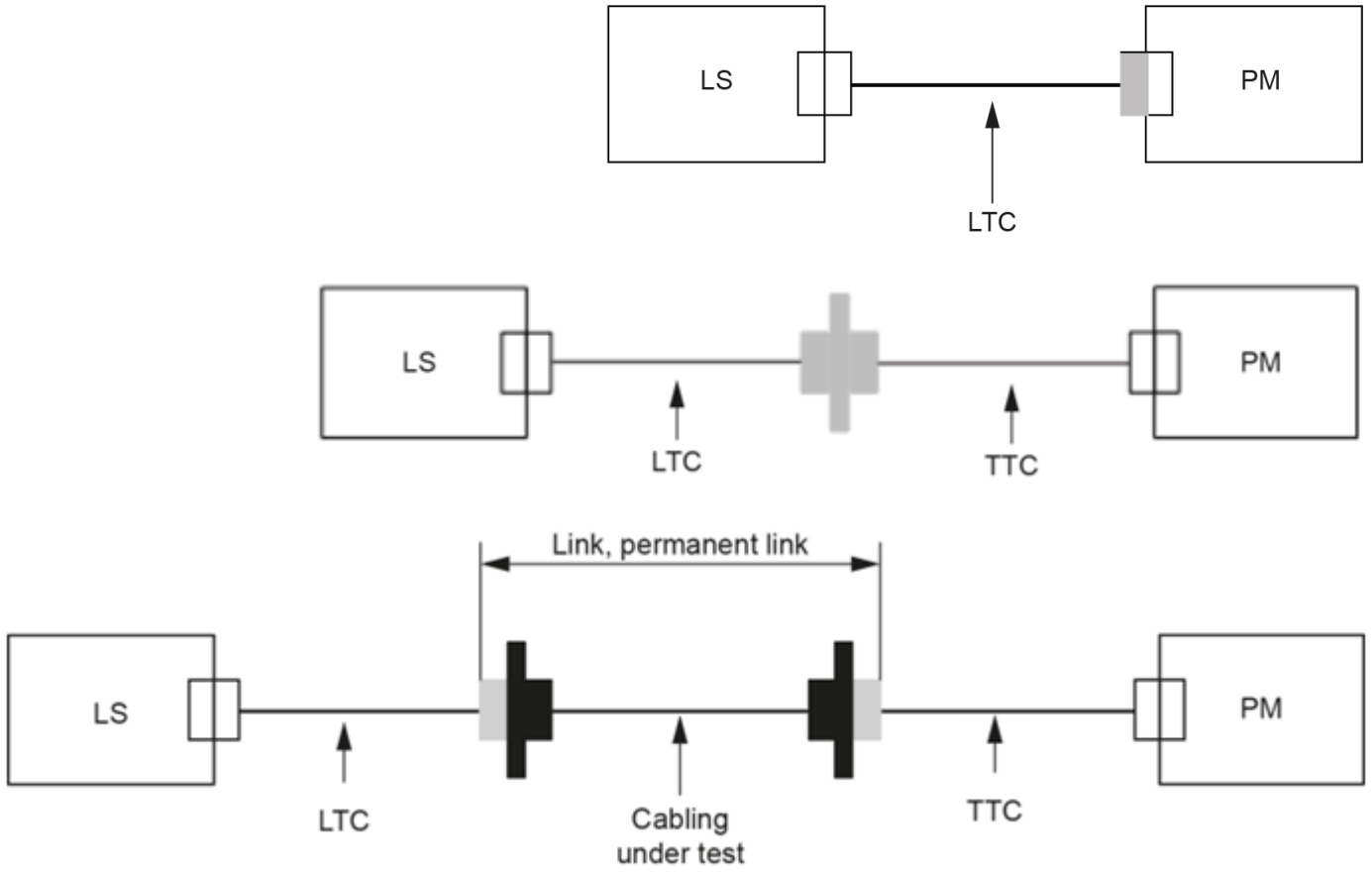
- Измерение суммарных вносимых потерь (Insertion Loss) в разъемах и кабельном волокне, входящих в состав испытуемой линии
- Дифференциация по вносимым потерями в оконечных разъемах: эталонный соединитель и стандартный соединитель
- Базовый прибор: Optical Loss Test Set (OLTS)
- OLTS с MPO-интерфейсом для тестирования линий MPO/MTP®



Mode	Connector identification	Connector type	Reference connector to reference connector test limit dB	Reference connector to standard grade connector test limit dB
Multimode	Rm1 [a]	MM SF	0,10	0,45
	Rm12 [a]	MM MF12	0,15	0,45
	Rm24 [a]	MM MF24	0,20	0,45
	Rm16 [a]	MM MF16	0,15	0,45
	Rm16A [a]	MM MF16 APC	0,15	0,45
Single-mode	Rs1-Grade 2 [b]	SM SF	0,2	0,7
	Rs12 [b]	SM MF12 APC	0,35	0,7

Испытуемая конфигурация, приборы, методика

- Настройки для тестирования:
  - достаточно тестировать в одном направлении на двух длинах волн:
    MMF = 850 и 1300 нм, SMF = 1310 и 1550 нм
  - следовать инструкциям производителя прибора (прогрев 5 -15 мин и т.д.)
- Установка эталона (референсных значений):
  - метод одного тестового шнура (one-test-cord reference method)
  - оценка пригодности эталонных шнуров для тестирования: IL ≤ 0.1 дБ (MM);
    IL ≤ 0.2 дБ (SM)
- Выбор стандарта тестирования и «кастомных» пределов для Loss Budget



LS – Light source
LTC – Launch test cord

PM – Power meter
TTC – Tail test cord

Предельно допустимые значения и критерий приемки Pass / Fail

Установка пределов в настройках тестера «по умолчанию»

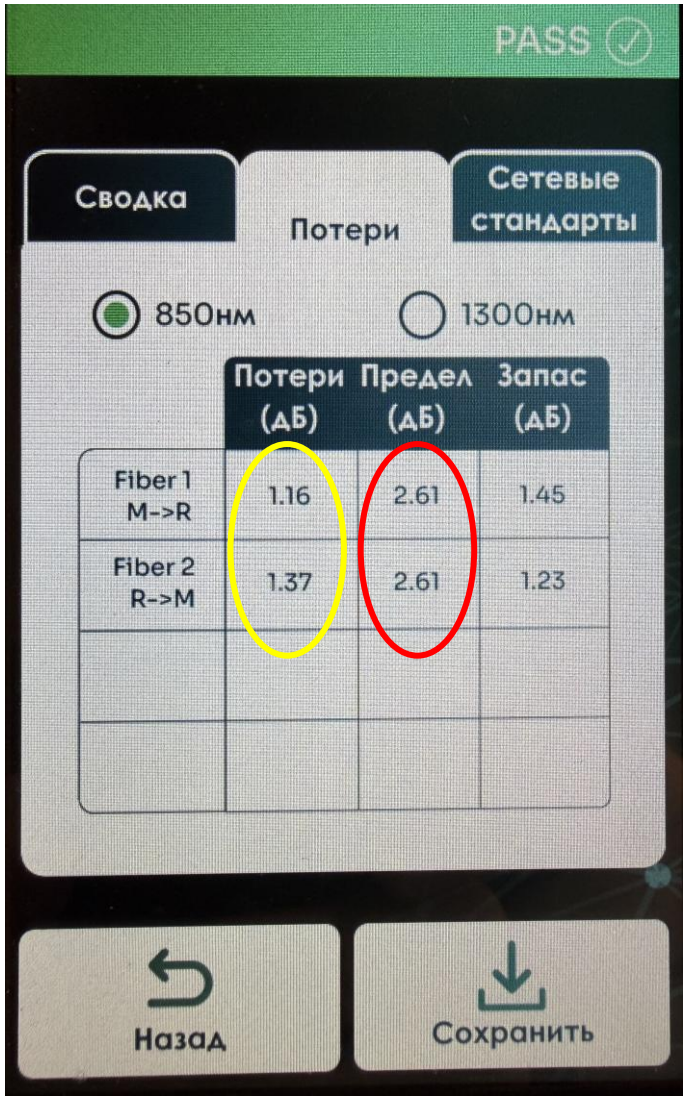
+

Сравнение измеренного значения с расчетным (критерий приемки результатов)

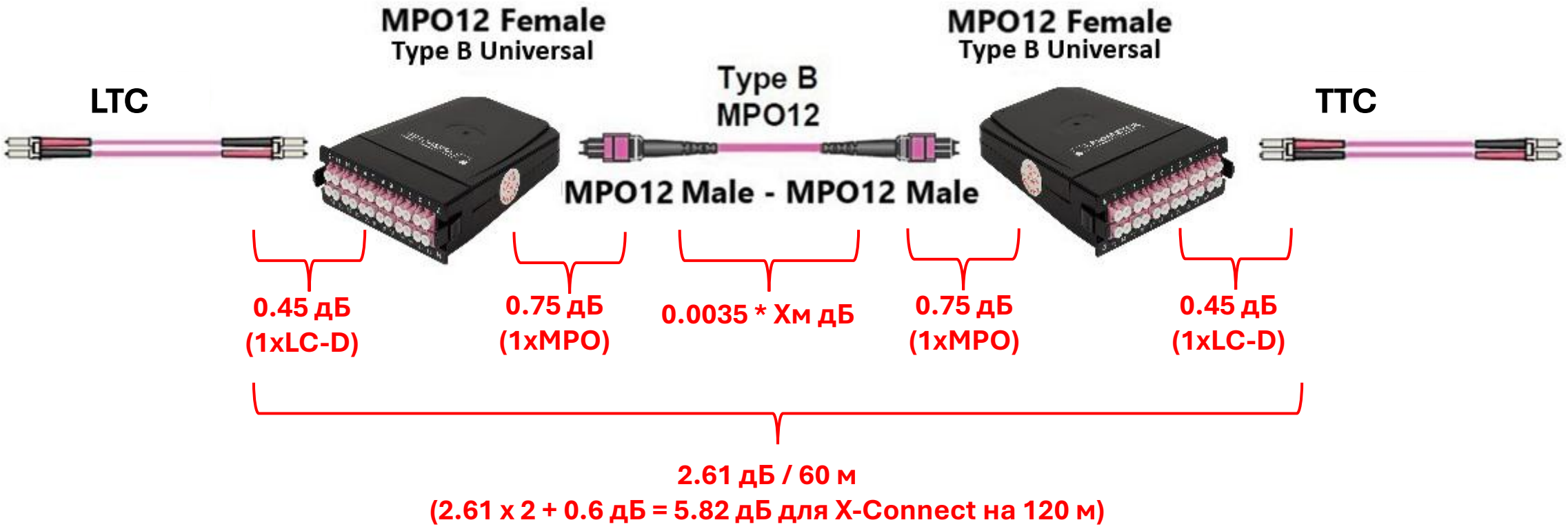
=

Тест прошел, но есть нюанс….





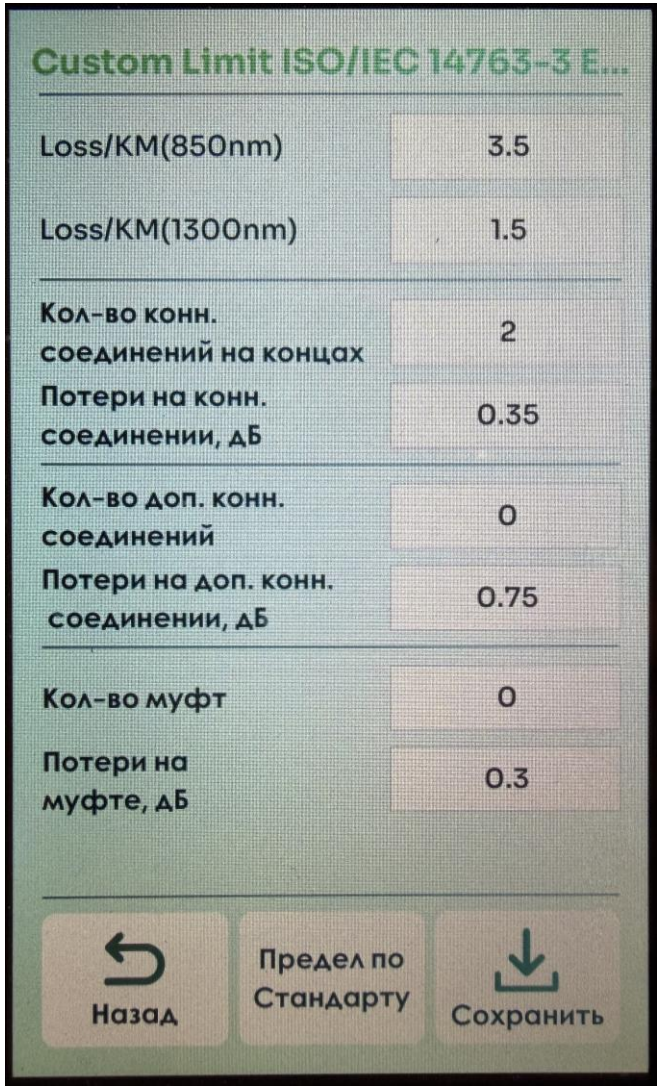
Расчет бюджета потерь в линии MPO-LC OM4 по стандарту ISO/IEC 14763-3



Расчетный бюджет потерь превышает допустимый предел для приложений 16/100/400G!

Расчет бюджета потерь по стандарту ISO/IEC 14763-3 для конкретного ТЗ

- Бюджет потерь рассчитывается под требования конкретных приложений (указывается в ТЗ)
- Релевантный “Custom Limit” можно установить в настройках тестирования и результаты измерений будут автоматически сравниваться с пределом для принятия решения о годности испытуемой линии (Pass/ Fail)
- Руководящий документ для ТЗ: ISO 14763-3:2024 (испытания, методика, приемка, приборы)





Погрешность измерения вносимых потерь

- IEC TR 61282-14:2024 Fibre optic communication system design guidelines - Part 14: Determination of the uncertainties of attenuation measurements in fibre plants
  - Информативный документ, описывает причины возникновения погрешностей в измерениях вносимых потерь: окружающая среда, действия тестировщика; не идеальность приборов, методики измерений и предварительных установок, влияние кабельных компонентов

- Погрешность измерений с достоверностью 95%, оценка по IEC TR 61282-14
  - SMF 1310 нм: 0,33 дБ для линий ≤ 2 км
  - MMF 850 нм: 0,29 дБ для вносимых потерь ≤ 1,9 дБ

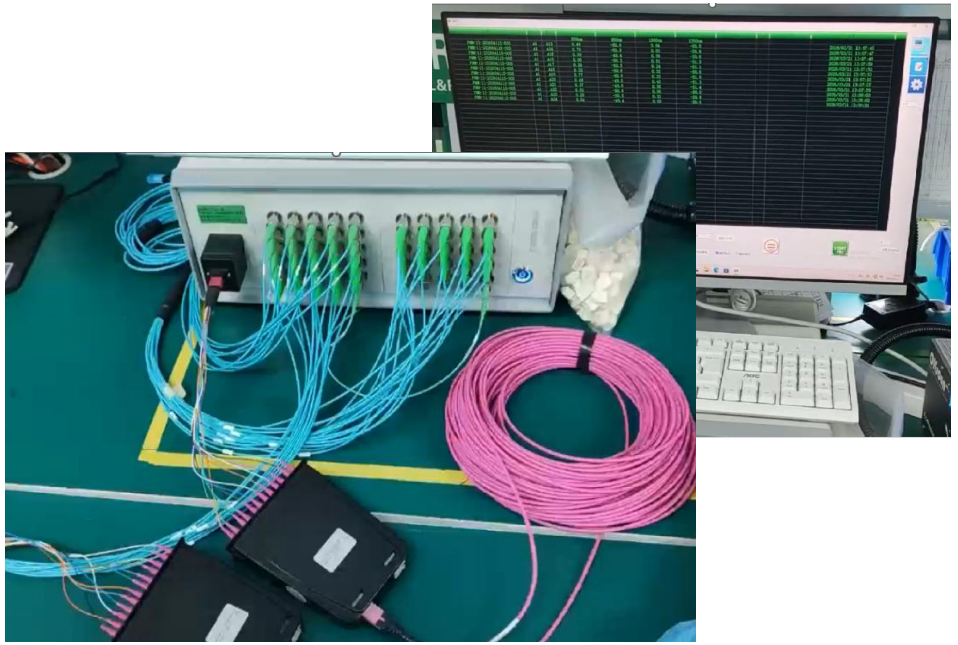
- Погрешность измерений может указываться в результатах тестирования как +/- относительно полученного (измеренного) значения вносимых потерь и может учитываться при расчёте максимально допустимого Бюджета потерь

Достоверность результатов «полевого» тестирования оптических линий СКС

- **Полевое тестирование Permanent Link в составе кабельной сборки и кассет MPO/MTP®**
  - Ежегодная калибровка тестера, своевременное обновление ПО
  - Своевременная замена изношенных эталонных (референсных) шнуров
  - Правильная установка пределов тестирования по согласованию с Заказчиком

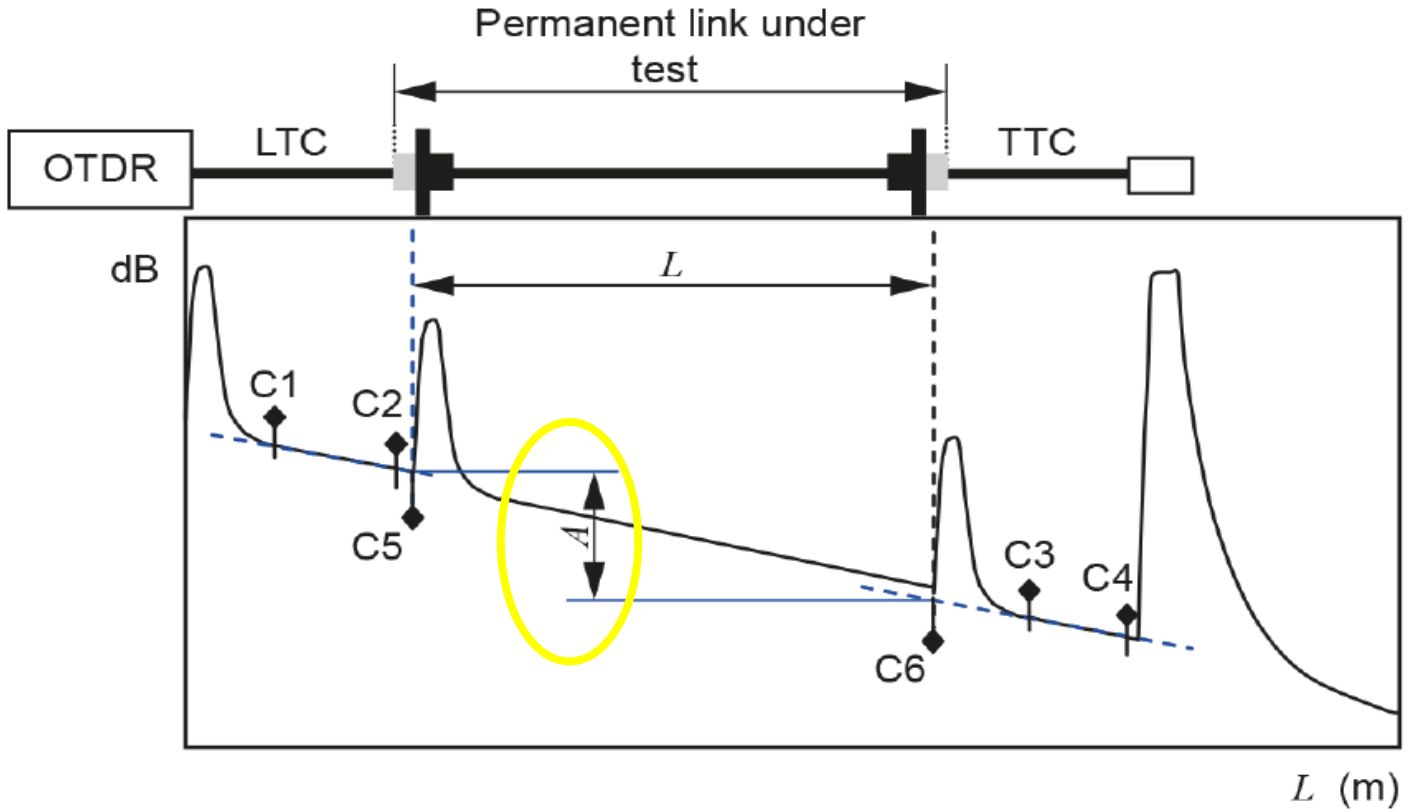


- **Заводское тестирование MPO/MTP® сборок и кассет**
  - Лабораторное измерительное оборудование (высокая точность)
  - Тестируются отдельные компоненты (Insertion Loss и Return Loss)
  - По запросу, тестируется Permanent Link для сравнения с результатами «полевого» тестирования (IEC 61300-3-4 Method B)



Возможность применения OTDR для тестирования СКС в ЦОД

- Допускается, но не рекомендуется для сертификационного тестирования из-за низкой точности на коротких длинах
- На что обратить внимание:
  - адекватность настроек (выбор диапазонов, длительности импульса, показателя преломления и т.д.)
  - обязательны шнуры LTC и TTC с эталон. соединителями для подключения к тестируемой линии (100 м для MM и 150 м для SM минимум)
  - правильность выставления курсора и расстановки отметок на рефлектограмме
- Дополнительный функционал: измерение возвратных потерь (RL)



C1, C2, C3, C4 – отметки для измерения погонного затухания
C5, C6 – отметки для измерения IL на соединениях
A – вносимые потери в постоянной линии
L - длина постоянной линии

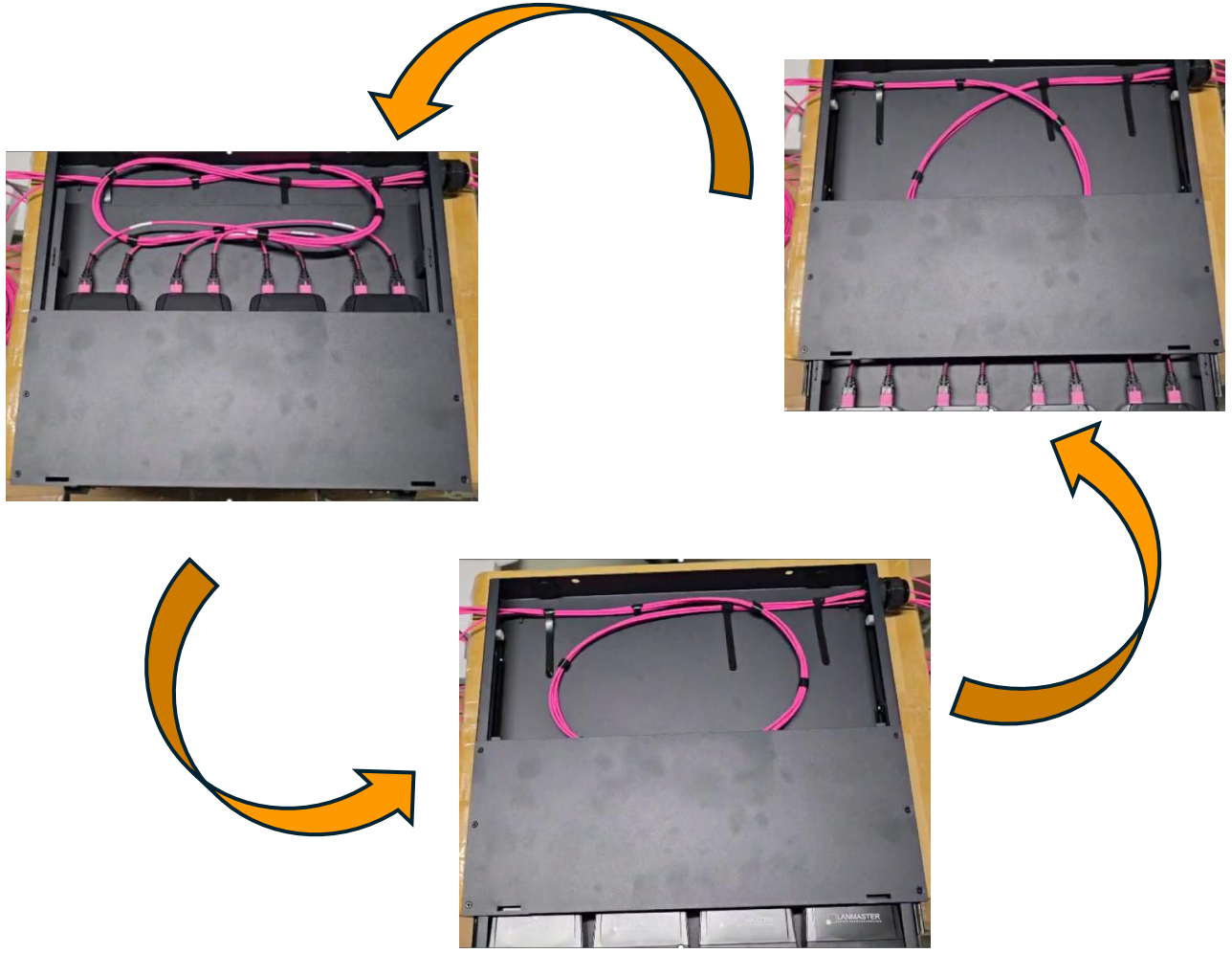
Целесообразность увеличения плотности портов в оптических кроссах

- GPU-кластеры в AI-ЦОД
  - Множественные перекрестные связи с высокой пропускной способностью
- Ограничения плотности портов в патч-панелях “Ultra High Density”
  - Физические размеры сетевых интерфейсов MPO и LC
  - Безопасность раскладки тонких кабелей в веерной части сборки «fan-out»
  - Эргономика и удобство коммутации портов
- Возможности для увеличения емкости патч-панелей
  - Уменьшение внешнего диаметра сборок и патч-кордов (LC-Uniboot=1.6 мм, MPO=2 мм)
  - Патч-корды с соединителями Pull-boot
  - Переход на миниатюрные VSFF-соединители (MMC®) в интерфейсных модулях и кассетах
- Всегда компромисс между частотой выполнения коммутаций и экономией места в монтажных конструктивах

Особенности эксплуатации выдвижных патч-панелей высокой плотности (до 48 x LC-D/MPO в 1U)

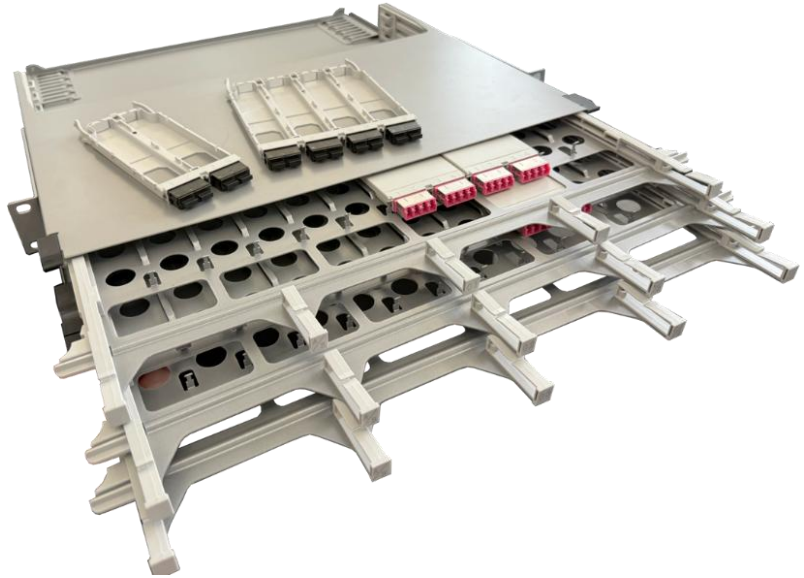
- Выдвижная конструкция упрощает доступ к фронтальным портам, но есть риск повредить кабельные сборки

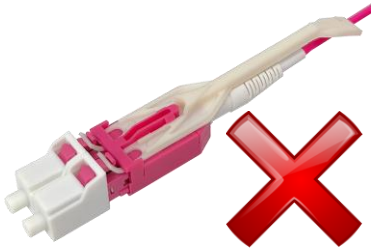
- В помощь Службе эксплуатации СКС:
  - ввод кабелей как с тыла, так и сбоку
  - неподвижная донная часть для фиксации кабельных сборок и выдвижной лоток с кассетами
  - правильная укладка запаса длины сборок внутри патч-панели
  - возможность зафиксировать лоток с кассетами в выдвинутом положении



Особенности эксплуатации патч-панелей ультравысокой плотности (до 72x LC-D/MPO в 1U)

- Универсальные выдвижные «лезвия» для кассет различной емкости: 4x, 6x, 8x и 12x LC-D/MPO
- Возможность вставлять и вынимать кассеты из патч-панели спереди и сзади
- Фронтальная дверца для маркировки, откидывающаяся на 180°
- Крышки и дополнительные фиксаторы на кабельных вводах в кассетах
- Увеличенные зазоры между «лезвиями» позволяют избежать «закусывания» защелок на патч-кордах
  - для большинства UHD-панелей , представленных на рынке, предпочтительны LC патч-корды Uniboot Push-pull-boot





LC Uniboot Pull-tab



LC Uniboot Pull-boot

Спасибо за внимание!

Приглашаем и будем рады видеть вас:
- на нашем стенде на Форуме
- в нашем демо-центре
- на наших мероприятиях
- на наших производственных площадках