

Одномод побеждает многомод?

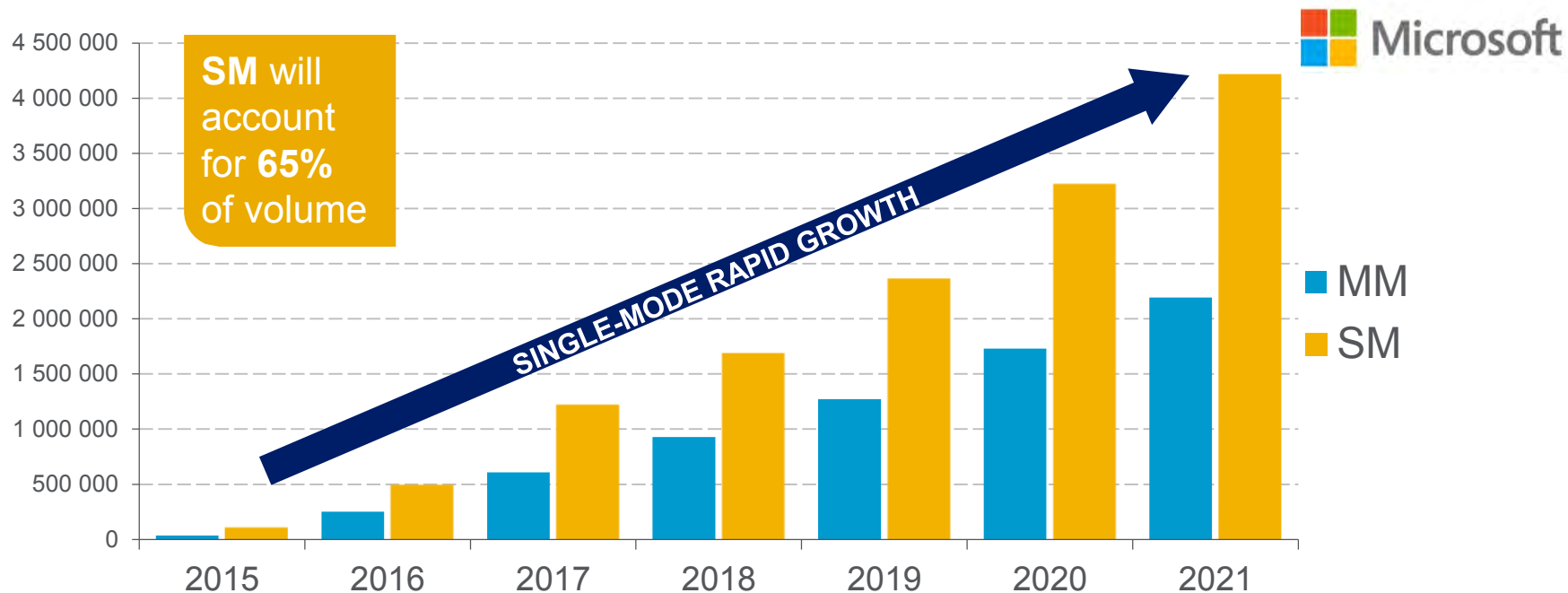
Новые оптические СКС в датацентрах

Содержание

- Тренды рынков
- Особенности одномода
- Дуплекс или MPO
- Будущие приложения

Объем рынка трансиверов

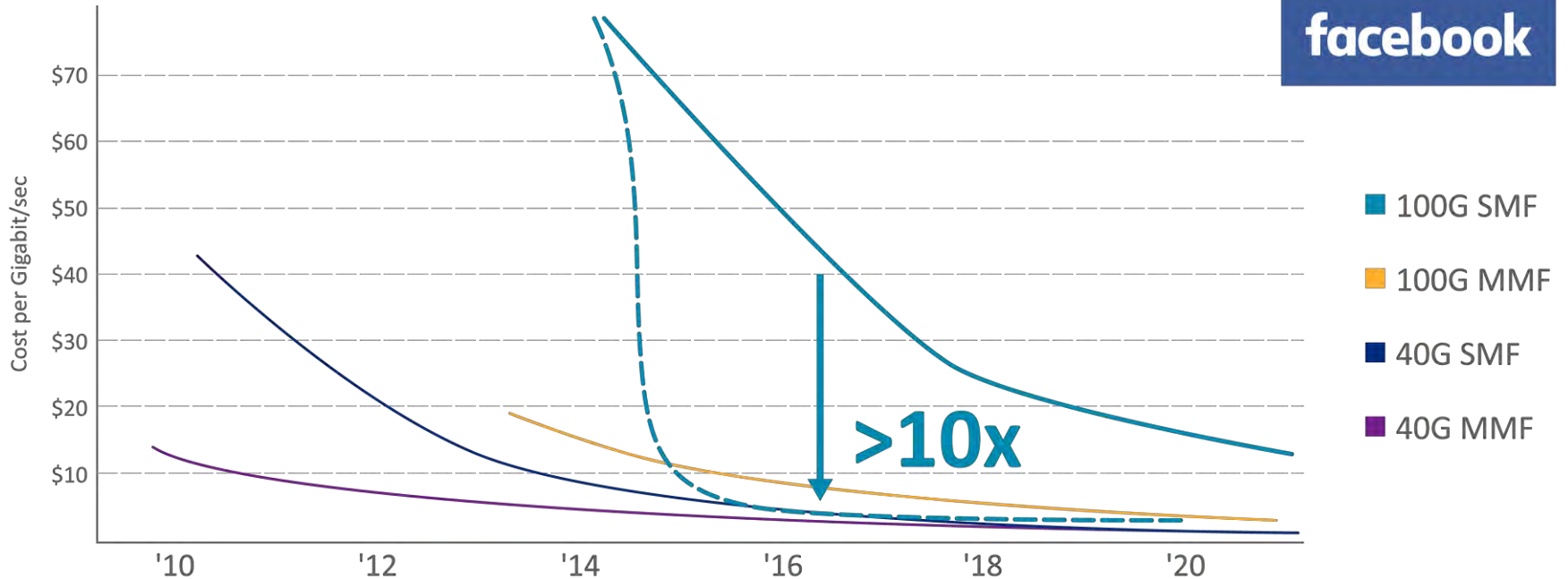
100G – 400G Ethernet



Source: LightCounting,

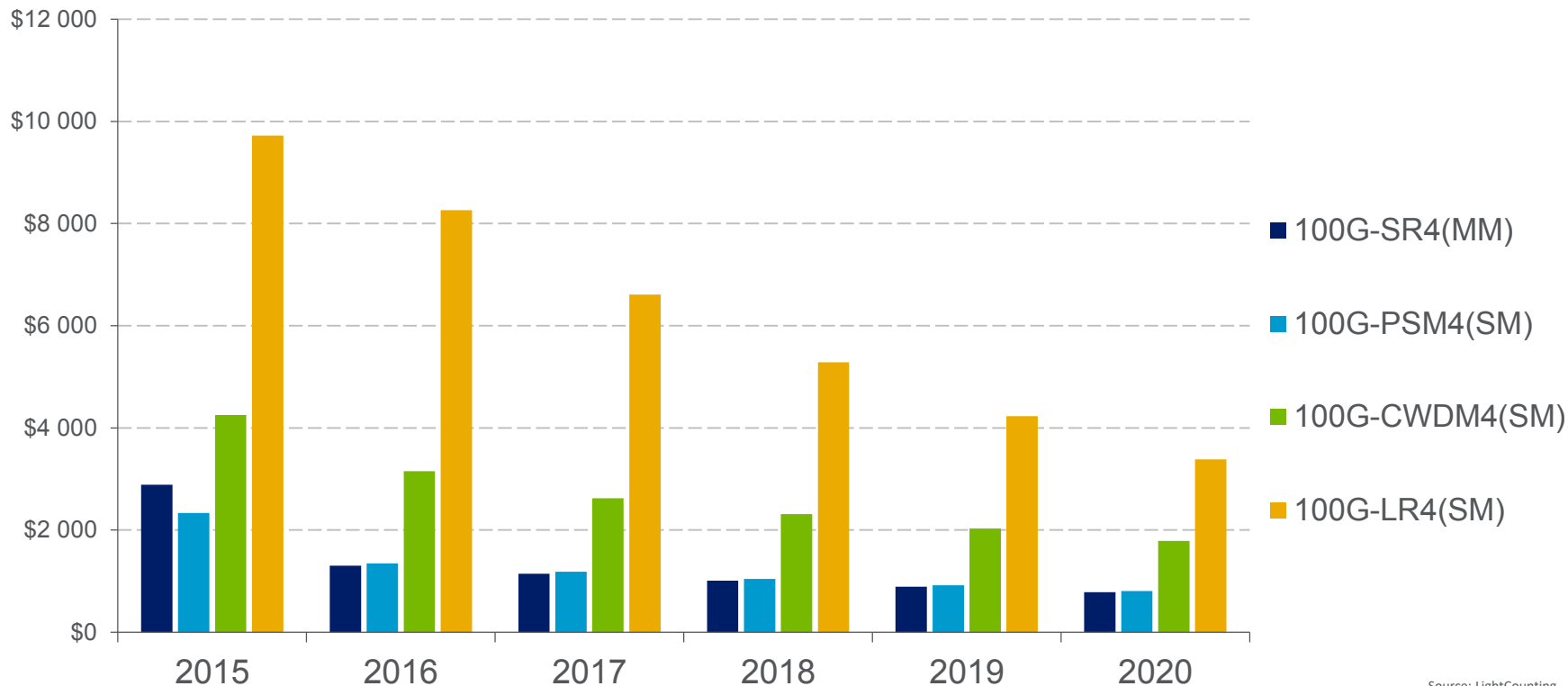
Стоимость одномода снижается

Приближается к стоимости многомода



Source: Facebook presentation at IEEE Optical Interconnects Conference, 2016

Примерные стоимости трансиверов 100G



Source: LightCounting,

Выбор трансиверов 100G

Transceiver		Switch Vendor	Form Factor	IEEE Compliant	Fiber Type	Distance (meters)	# of fibers	Connector
1	100G-SR10	All	CFP/CFP2/C PAK	Yes	OM3/OM4	100/150	20	24F MTP
2	100G-SR10 MXP	Arista	Embed.Optics	No	OM3/OM4	100/150	24	24F MTP
3	100G-XSR10	Arista	CFP2	No	OM3/OM4	300/400	20	24 F MTP
4	100G-SR4	All	QSFP28	Yes	OM3/OM4	70/100	8	12F MTP
5	100G-XSR4	Arista, Juniper	QSFP28	No	OM3/OM4	300	8	12F MTP
6	100G-LRL4	Arista	QSFP28	Yes	OS2	2,000	2	LC
7	100G-CWDM4	All	QSFP28	No	OS2	2,000	2	LC
8	100G-LR4	All	CFP2/CPAK/ QSFP28	Yes	OS2	10,000	2	LC/SC
9	10x10-LR	Cisco	CPAK	No	OS2	1,000	20	24F MTP
10	100G-PSM4	All	QSFP28	No	OS2	500	8	12F MTP
11	100G-SWDM4	Arista	QSFP28	No	OM3/OM4	70/100	2	LC
12	100G-SR-BD	Cisco (40/100), Arista	QSFP28	No	OM3/OM4	70/100	2	LC
13	100G-SM-SR	Cisco	QSFP28	No	OS2	2,000	2	LC

Трансиверы 200/400G

200G Transceiver		IEEE STD	Fiber Type	Distance (meters)	# of fibers	Connector	IEEE STD Date
1	200G-DR4	802.3bs	OS2	500	8	12F MTP	Published 12-2017
2	200G-FR4	802.3bs	OS2	2,000	2	LC	12-2017
3	200G-SR4	802.3cd	OM3/OM4/OM5	70/100/100	8	12F MTP	Q4-2018

400G Transceiver		IEEE STD	Fiber Type	Distance (meters)	# of fibers	Connector	IEEE STD Date
1	400G-DR4	802.3bs	OS2	500	8	12F MTP	Published 12-2017
2	400G-FR8	802.3bs	OS2	2,000	2	LC	12-2017
3	400G-SR16	802.3bs	OM3/OM4/OM5	70/100/100	32	32F MTP	12-2017
4	400G-SR8	802.3cm	OM3/OM4/OM5	70/100/100	16	16F/24F MTP	Q1-2020
5	400G-SR4.2*	802.3cm	OM3/OM4/OM5	70/100/150	8	12F MTP	Q1-2020

* Draft 802.3cm target distances
 Note: Does not include long reach 10Km options



Особенности одномода

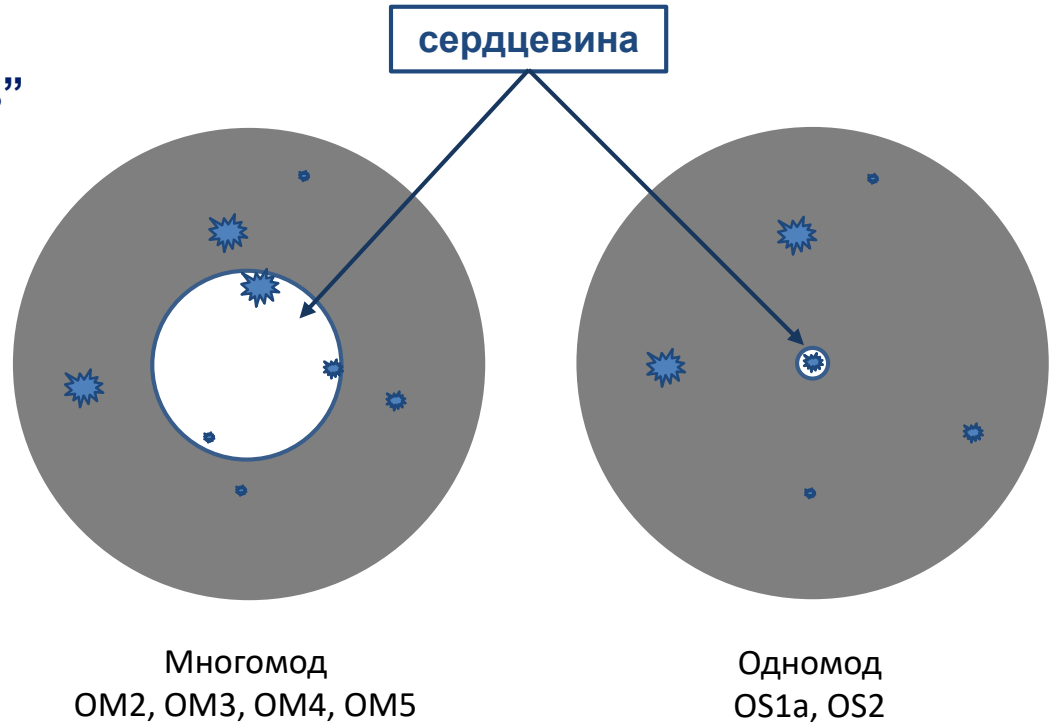
Традиционные рассуждения об одномоде

- **Сложно** сохранять чистым
- **Меньше** разновидностей волокна
- Трансиверы **более дорогие**
- **Приложения дуплексные**, MPO не нужны
- **Большие расстояния** с одномодовыми трансиверами
- **Разрешено большее затухание** (≈ 6.7 dB) по сравнению с многомодом
- **Отражения** (возвратные потери) – это проблема
- **Мощный лазер** – вопросы безопасности

Многомод или одномод

“с многомодом проще работать”

- Офисная пыль
 - 2.5 до 10 мкм
- Волосы человека
 - \approx 100 мкм
- Заблокировать передачу по одномоду значительно легче



Меньше разновидностей волокна

Multimode Cable Type	100GBASE-SR4
OM1	Not supported
OM2	Not supported
OM3	70 m
OM4	100 m
OM5	100 m

Single-Mode Cable Type	100GBASE-DR
OS1a	500 m
—	—
—	—
—	—
OS2	500 m

- Волокно OS1, установленное в 1999 году, дает то же расстояние для работы 100GBASE-DR, что и волокно OS2, установленное сегодня
- Возможно, коннекторы придется заменить, но кабель останется на месте

Трансиверы более дорогие

- Стоимость одномодовых трансиверов снижается
- Когда-то они стоили в 7,5 раз дороже
- Большие датацентры обеспечили хороший спрос на недорогие одномодовые трансиверы и изменили рынок

100GBASE-SR4 (многомод) \approx 100GBASE-PSM4 (одномод)

Варианты одномода до 400 Gb/s (дуплекс)

1 Gb/s	Distance (m)
1000BASE-LX	5,000
1000BASE-LX10	10,000
1000BASE-EX	40,000
1000BASE-ZX	70,000

10 Gb/s	Distance (m)
10GBASE-LR	10,000
10GBASE-LX4	10,000
10GBASE-ER	40,000
10GBASE-ZR	80,000

40 Gb/s	Distance (m)
40GBASE-LRL4	1,000
40GBASE-FR	2,000
40GBASE-LR4	10,000
40GBASE-ER4	40,000

100 Gb/s	Distance (m)
100GBASE-DR	500
100GBASE-CWDM4	2,000
100GBASE-LR4	10,000
100GBASE-ER4	40,000

200 Gb/s	Distance (m)
200GBASE-FR4	2,000
200GBASE-LR4	10,000

400 Gb/s	Distance (m)
400GBASE-FR8	2,000
400GBASE-LR8	10,000

Варианты одномода до 400 Gb/s (MPO)

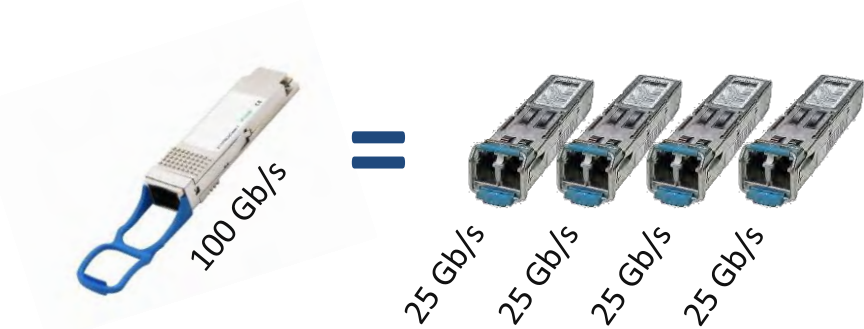
40 Gb/s	Distance (m)
40GBASE-PLR4	1,000

100 Gb/s	Distance (m)
100GBASE-PSM4	500

200 Gb/s	Distance (m)
200GBASE-DR4	500

400 Gb/s	Distance (m)
400GBASE-DR4	500

- Стоимость трансиверов снизилась
- Есть возможность разветвления
 - Увеличивает плотность портов



Разрешено большее затухание

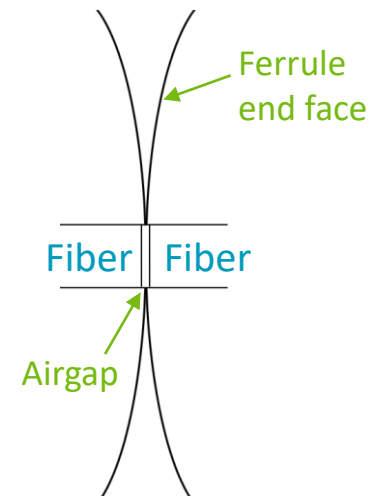
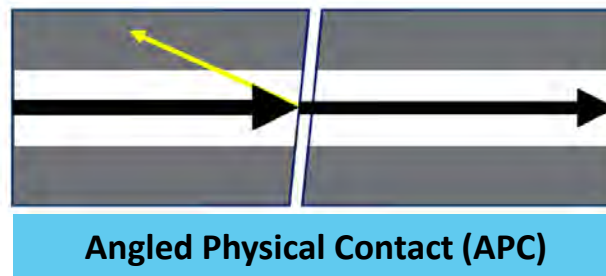
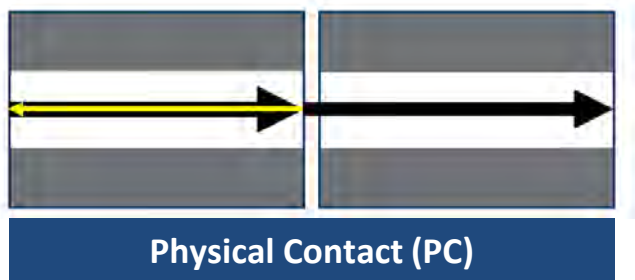
- На сегодня неверное утверждение
- Разрешенное затухание снизилось вместе со стоимостью трансиверов
- Следует помнить об уменьшении бюджета затухания для новых трансиверов при проектировании датацентров
- У вас могут быть сложности, если в линии связи много коннекторов

100 Gb/s Ethernet	Затухание
100GBASE-ER4	15.0 dB
100GBASE-LR4	6.3 dB
100GBASE-CWDM4	5.0 dB
100GBASE-PSM4	3.3 dB
100GBASE-DR	3.0 dB

Возвратные потери (отражения)

Что такое возвратные потери?

- Это свет, отраженный назад в трансивер
- Вызывается переходом света (стекло-воздух-стекло)
- На высоких скоростях возникают ошибки от отраженного света



- Наклон торца коннектора 8° отражает свет в оболочку вместо трансивера

Дуплекс или МРО?

Интерфейсы трансиверов

Наиболее распространенные – SC, LC, MPO



1000BASE-SX GBIC
(SC)



1000BASE-SX SFP
(LC)



10GBASE-SR SFP
(LC)



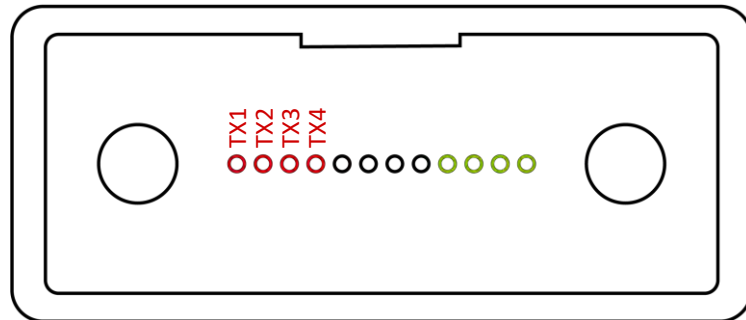
40GBASE-SR4 QSFP+
(MPO)



Сколько волокон в MPO: 8, 12 или 24?

Эти протоколы используют 8 волокон:

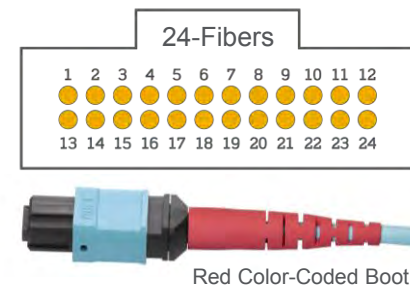
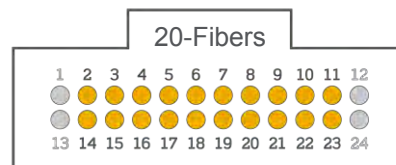
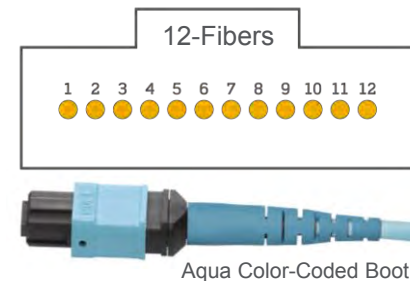
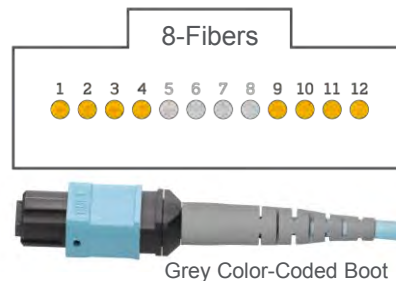
- 40GBASE-PLR4
- 200GBASE-DR4
- 100GBASE-PSM4
- 400GBASE-DR4



- Коннектора MPO на 8 волокон не существует
- В трансиверах установлен MPO на 12 волокон
- Четыре волокна в центре не используются
- Снижается эффективность инвестиций в СКС

Коннекторы MPO в тракте

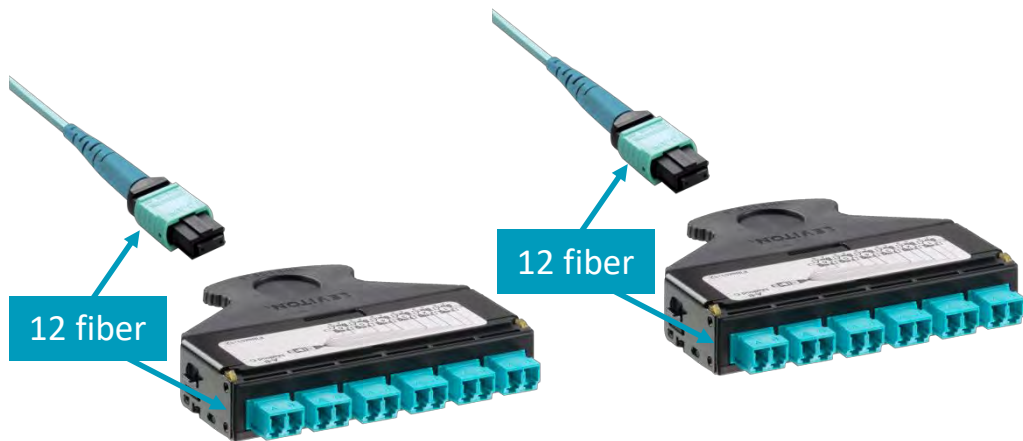
- Патч корды и кабели
- MPO с 8 волокнами
 - 40G-SR4
 - 100G-SR4
- MPO с 20 волокнами
 - 100G-SR10



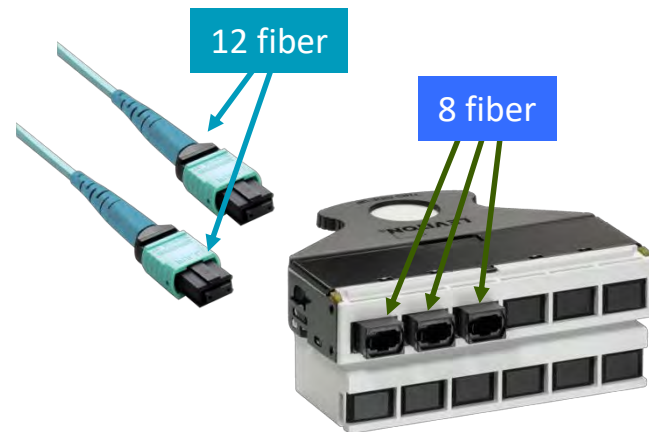
Leviton первым выпустил 24-волоконный MTP в 2011 г

Кабели MPO – разнообразие выбора

- Можно выбрать требуемый коннектор интерфейса



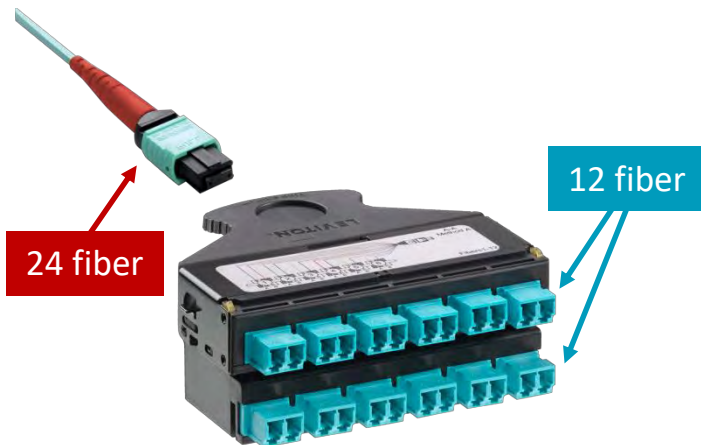
1000BASE-SX or 10GBASE-SR



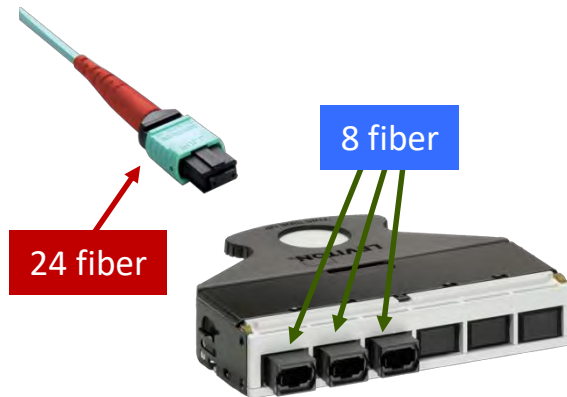
40GBASE-SR4, 100GBASE-SR4, or 200GBASE-SR4

Кабели MPO – разнообразие выбора

- Можно выбрать требуемый коннектор интерфейса



100BASE-SX or 10GBASE-SR



40GBASE-SR4, 100GBASE-SR4, or 200GBASE-SR4

Новые скоростные одномодовые протоколы

Application	OS1/OS2		PAM4	WDM	Fibre Count	Connector Type
	Meters	Feet				
50GBASE-FR	2,000	6,561	Yes	No	2	LC
50GBASE-LR	10,000	32,736	Yes	No	2	LC
100GBASE-DR	500	1,640	Yes	No	2	LC
200GBASE-DR4	500	1,640	Yes	No	8	MPO
200GBASE-FR4	2,000	6,561	Yes	4	2	LC
200GBASE-LR4	10,000	32,736	Yes	4	2	LC
400GBASE-FR8	2,000	6,561	Yes	8	2	LC
400GBASE-LR8	10,000	32,736	Yes	8	2	LC

Заключение

- Расстояния по многомодовому волокну небольшие
- Стоимость одномодовых трансиверов снижается
- Кабели MPO дают возможность выбора коннектора интерфейса
- Технология PSM на кабелях MPO повышает плотность портов
- Одномод – простой путь миграции к высоким скоростям в датацентрах

