

CORNING

Optical
Fiber

**Волокна компании Corning
стойкие к изгибу**

**С.Г.Акопов,
Технический директор ОООКорнинг СНГ**

Выписка из рекомендаций ITU-T G.652.D и G.657

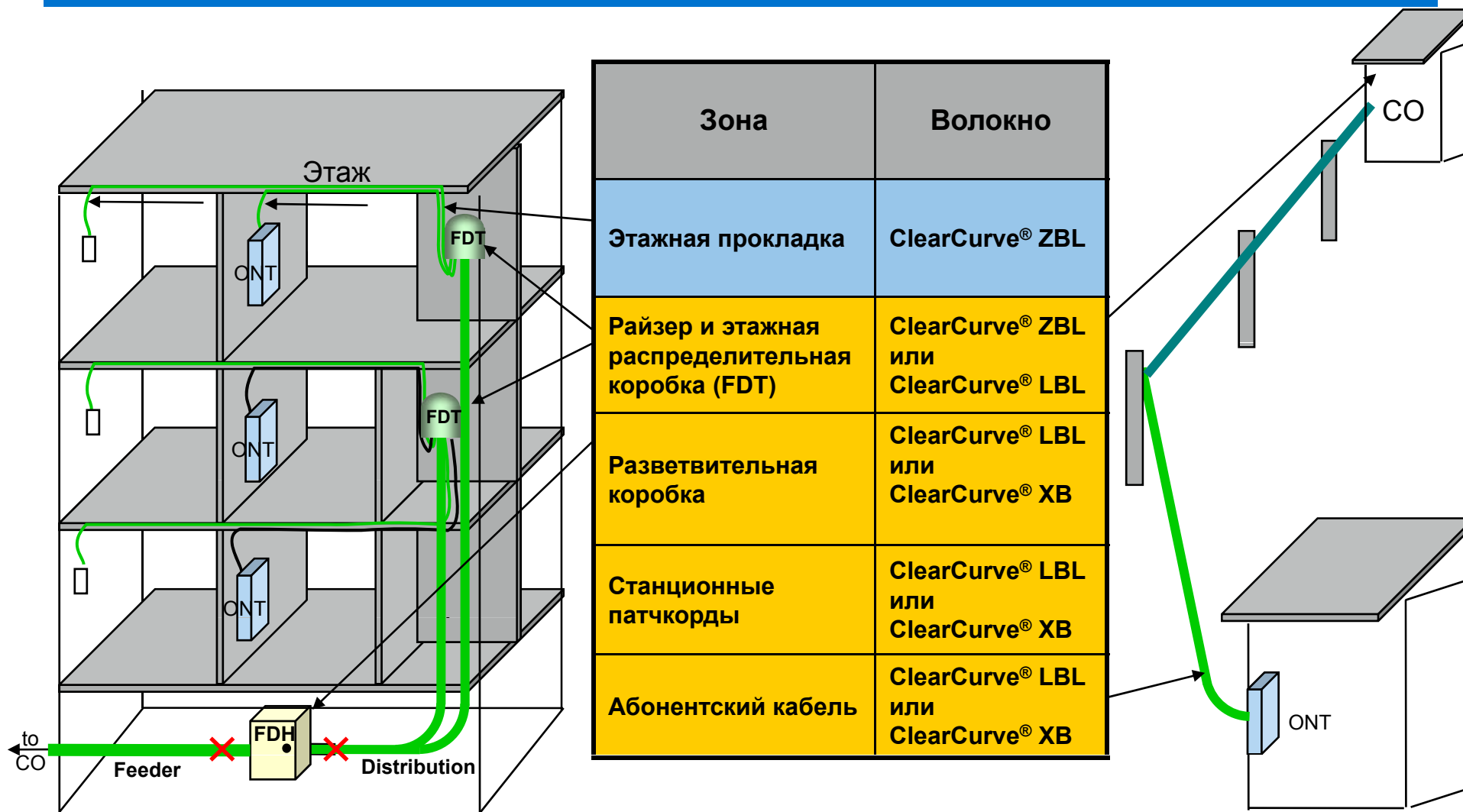
Параметр	Детальная характеристика	G.652.D	G.657.A1	G.657.A2	G.657.B2	G.657.B3
ДМП@1310 нм , мкм	-	8,6...9,5 (+/- 0,4 мкм)			6,3...9,5(+/- 0,4 мкм)	
Потери при изгибе, дБ	Мин. радиус, мм	32	10	7,5	7,5	5
	Число витков	100	1	1	1	1
	Прирост @1550нм	0,1	0,75	0,5	0,5	0,15
Хроматическая дисперсия	λ_0 , нм	1300...1324			Нет	
	S_0 , макс., пс/нм ² хкм	0,092			Нет	
Макс. затухание @ 1383 нм, дБ/км	-	0,4				
Коэффициент ПМД, пс/км ^{1/2}	-	0,20			Нет	

В таблице приведены только те параметры, в значениях которых есть отличия от G.652. Приведены только минимальные значения радиусов изгибов.

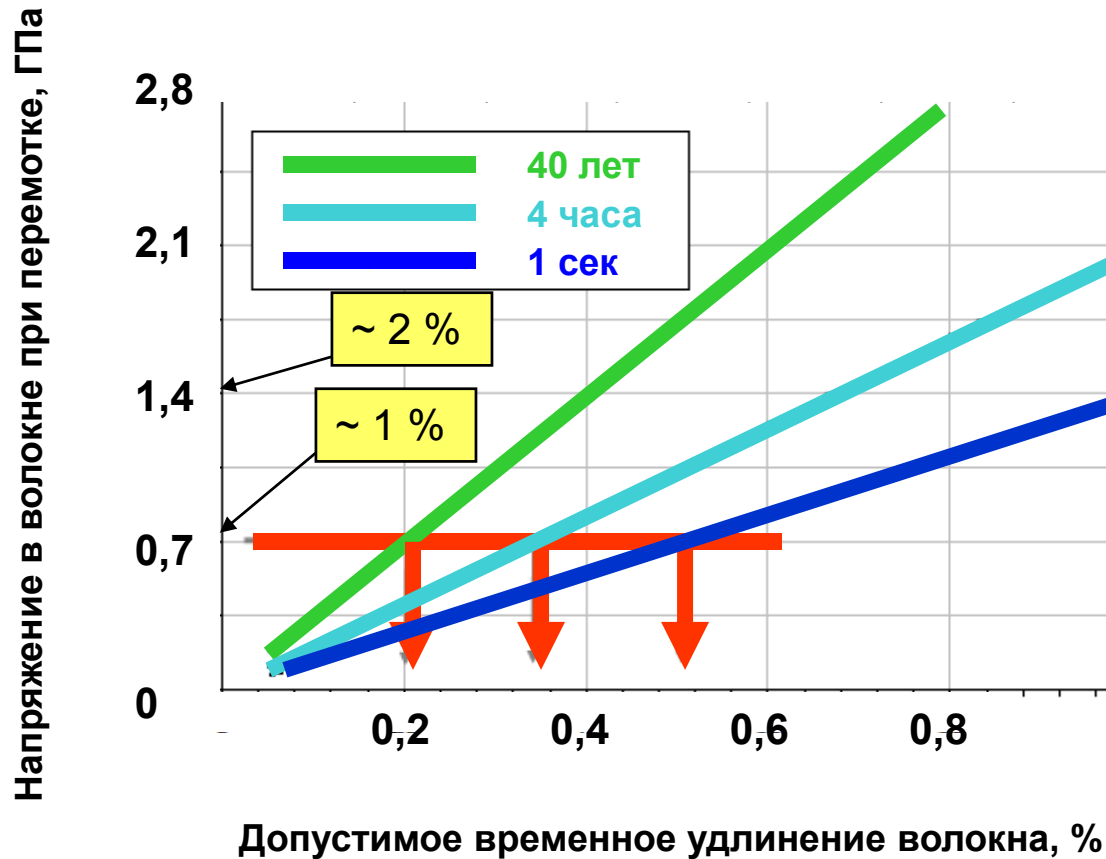
Волокна Corning и рекомендации ITU-T G.657

Волокно Corning	Радиус	Прирост затухания/виток	G.652.D	G.657.A1	G.657.A2	G.657.B2	G.657.B3
ClearCurve®ZBL	5 мм	≤ 0.1 дБ/виток	✓	✓	✓	✓	✓
ClearCurve®LBL	7.5 мм	≤ 0.4 дБ/виток	✓	✓	✓	✓	
ClearCurve®XB	10 мм	≤ 0.5 дБ/виток	✓	✓			

Рекомендуемые зоны применения волокон



Критерий отсутствия обрывов волокна

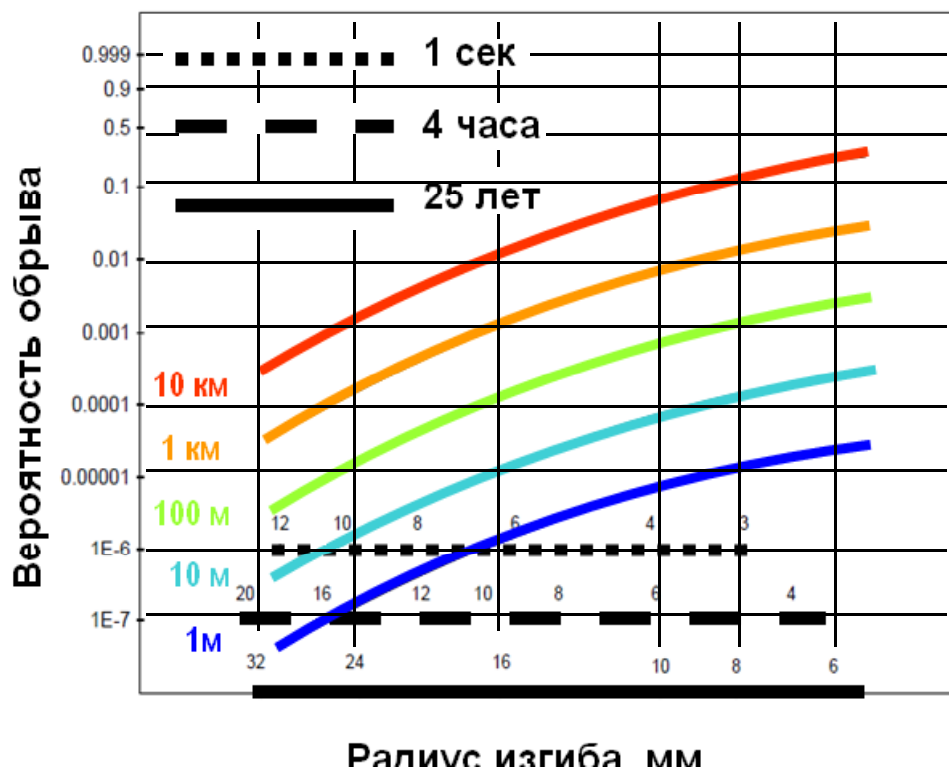


Вероятность обрыва волокна определяется:

- Напряжением в волокне при перемотке
- Величиной приложенной нагрузки
- Временем приложения нагрузки

Вероятность обрыва волокна (перемотка 0,7 ГПа) в течение 40 лет равна нулю при радиусах изгиба 30 мм и выше

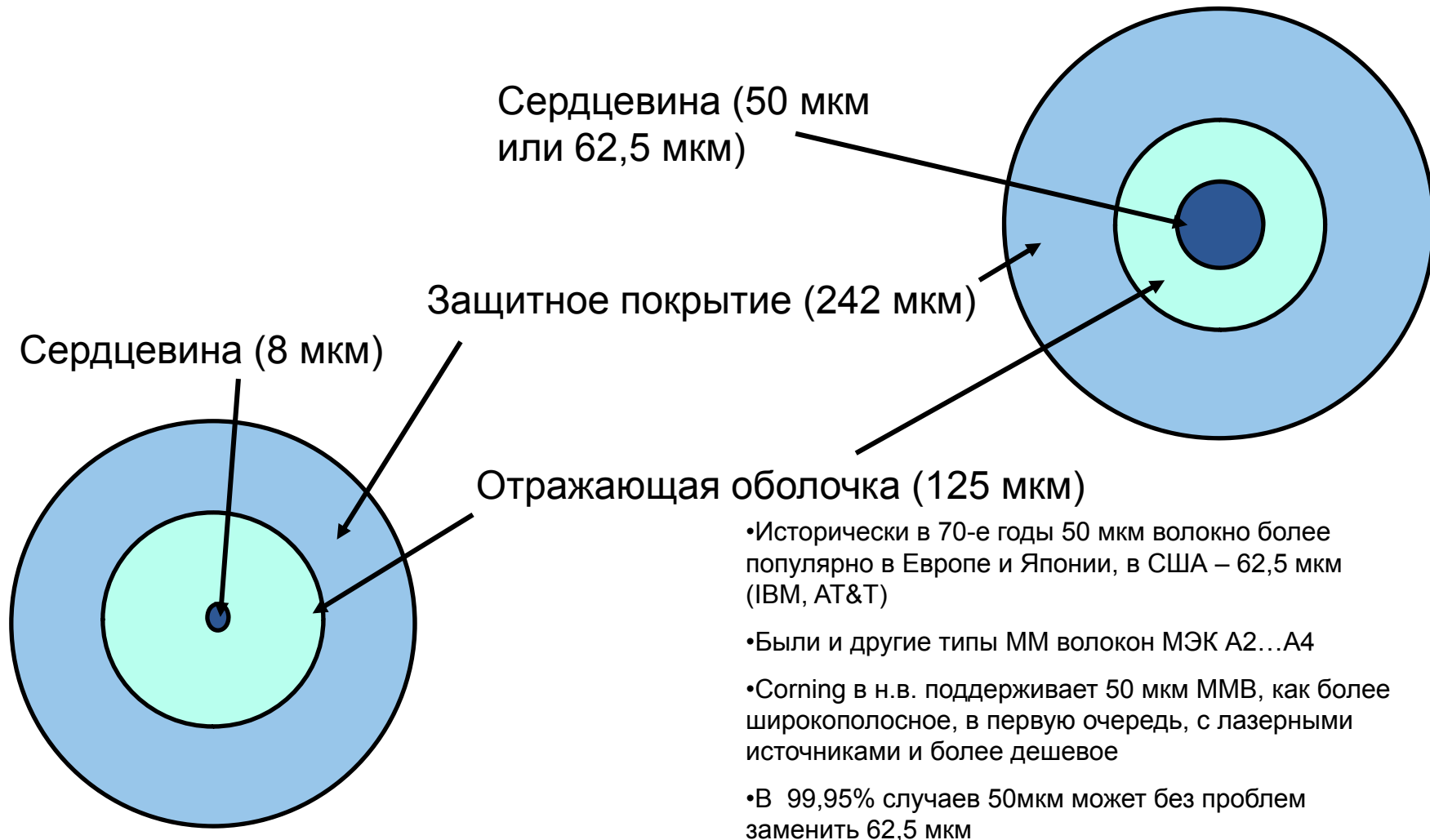
Вероятности обрыва волокна на малых радиусах изгиба



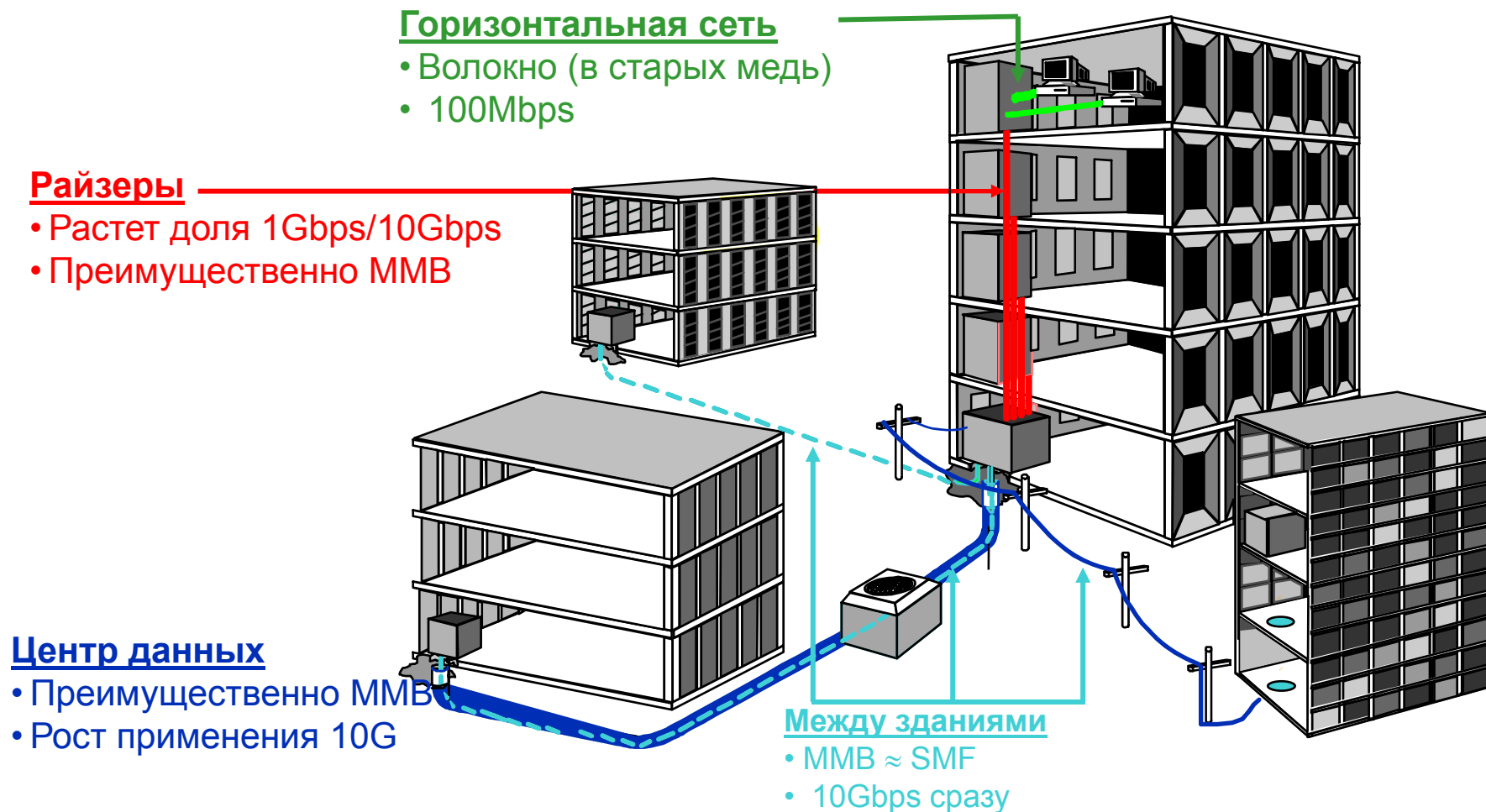
Радиус изгиба, (мм)	Вероятность обрыва/ 1 виток, (ppm)
5 мм	3
7.5 мм	1
10 мм	0,5
15 мм	0,1

Многомодовые волокна ClearCurve®
OM2/OM3/OM4

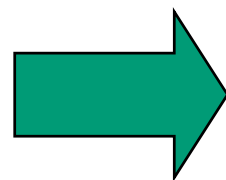
Волокна: одномодовое (В1) и многомодовое (А1а,в)



Четыре компонента локальной сети



Множественные перепрокладки кабельной сети в здании могут сильно запутать кабели



С течением времени...



Исходно кабели сети прокладываются в строгом соответствии с правилами и соблюдением минимальных радиусов изгибов

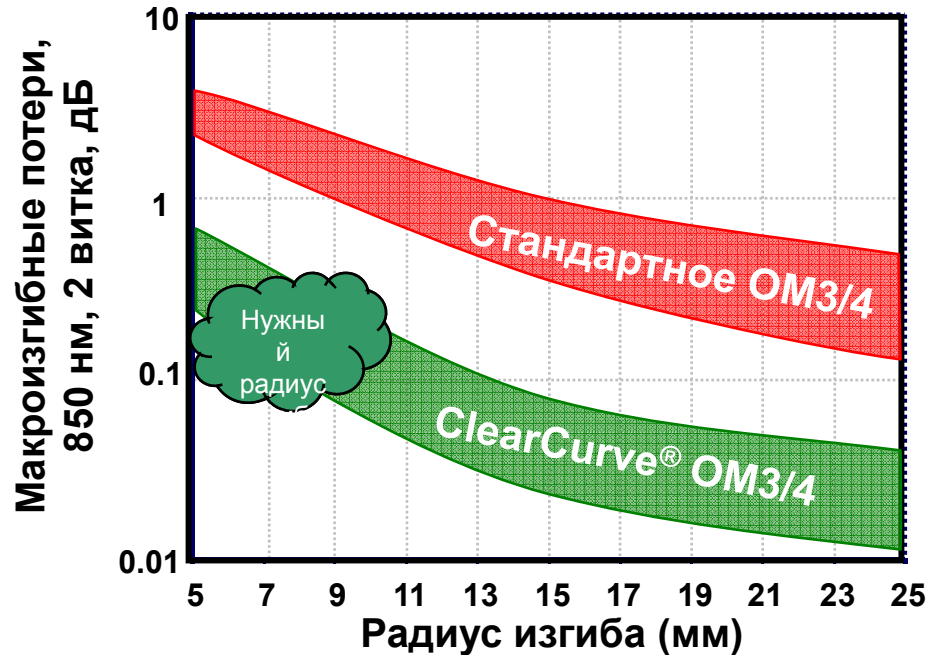
Со временем сеть может переполнять отведенные пространства и кабели в ней начинают изгибаются на **произвольные радиусы**

Новое многомодовое волокно Corning® ClearCurve®

- ✓ Цель создания: снизить чувствительность к изгибу не менее чем в 10 раз
- ✓ Полоса пропускания: не менее уровня OM3 и OM4
- ✓ Полное соответствие существующим стандартам
- ✓ Сварка/соединители – работают стандартные технологии



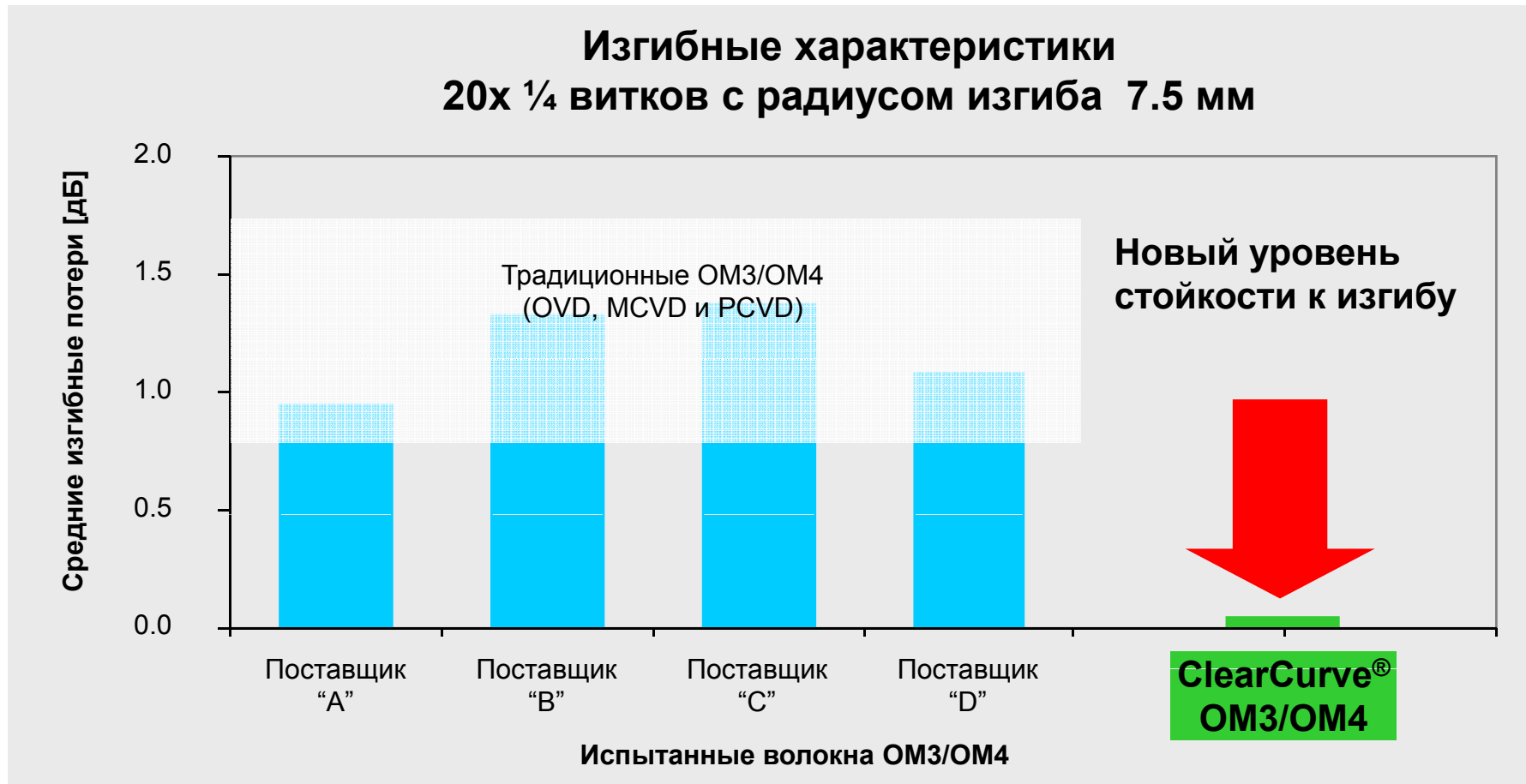
ММВ ClearCurve® имеет в 10 раз более высокую стойкость к изгибу, чем стандартное OM3 волокно



- Изгибные свойства существующих ММВ затрудняют их применение в центрах хранения данных и локальных сетях

	IEC 60793-2-10	ITU – G.651.1	Новый уровень требований
Радиус изгиба	37.5 мм	15 мм	7.5 мм
Число витков	100	2	2
Макс. прирост затухания, 850 нм	0.5 дБ	1 дБ	
Специф. ClearCurve, 850 нм	0.05 дБ	0.1 дБ	0.2 дБ

MMB ClearCurve® имеет лучшие изгибные характеристики, чем все известные MMB 50 мкм



Испытания проведены по стандарту IEC(MЭК)60793-1-47

MMB ClearCurve® сохраняет все преимущества волокон InfiniCor®

- Полностью совместимо со стандартами OM2, OM3 and OM4

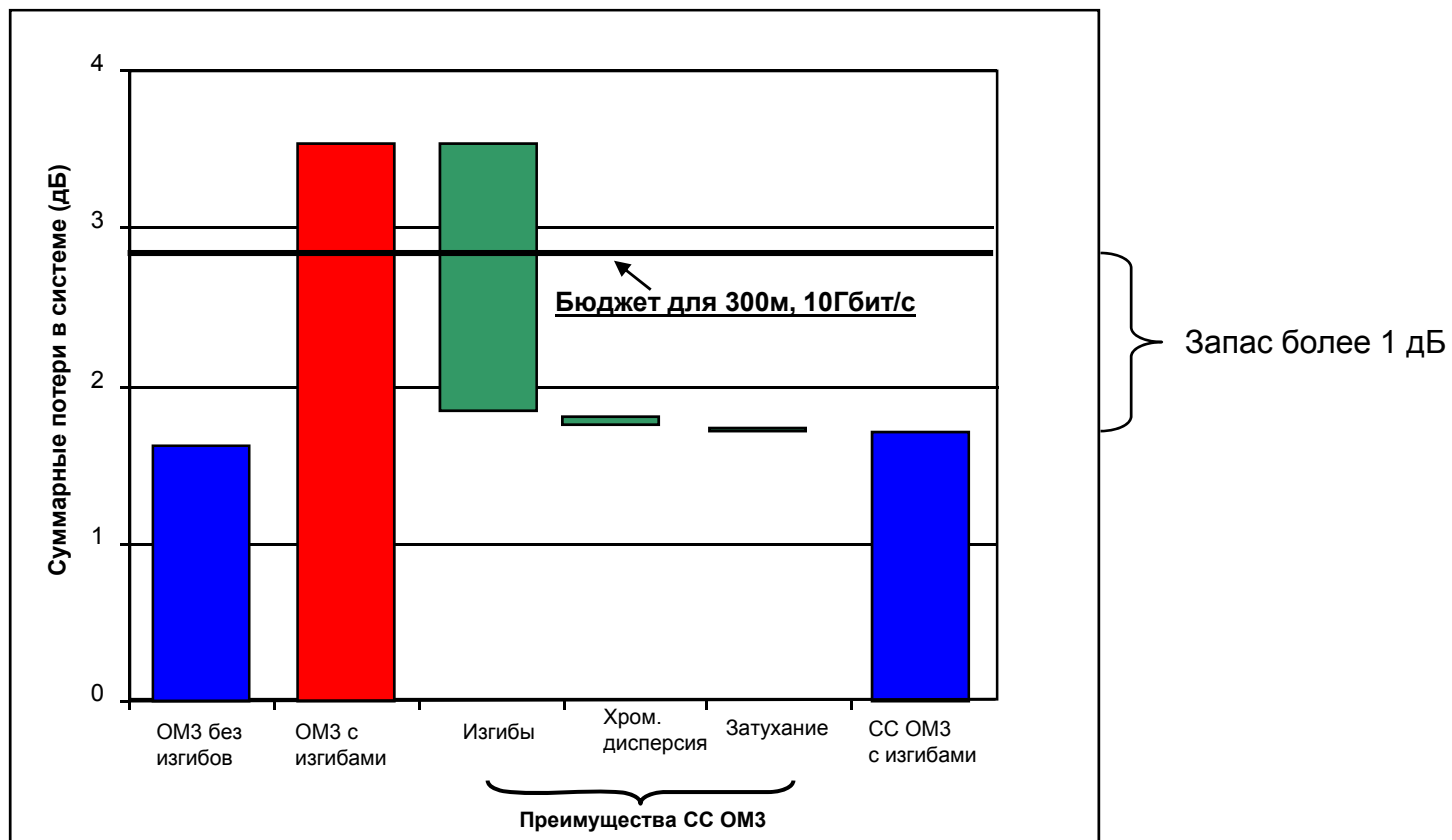
Тип ISO/IEC 11801 “OM”	InfiniCor®	ClearCurve®
OM2	InfiniCor SXi	ClearCurve OM2
OM3	InfiniCor SX+	ClearCurve OM3
OM4	InfiniCor eSX+	ClearCurve OM4

- Параметры лучше, чем у волокна InfiniCor
 - Улучшены изгибные характеристики
 - Улучшена хроматическая дисперсия
 - Улучшены распределения затухания на 850 нм и 1300 нм
 - Несколько изменен профиль показателя преломления
 - Полоса пропускания, устойчивость к факторам воздействия окружающей среды, геометрия эквивалентны

MMB ClearCurve® полностью совместимо с существующими волокнами и оборудованием

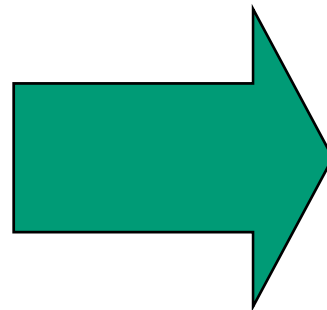
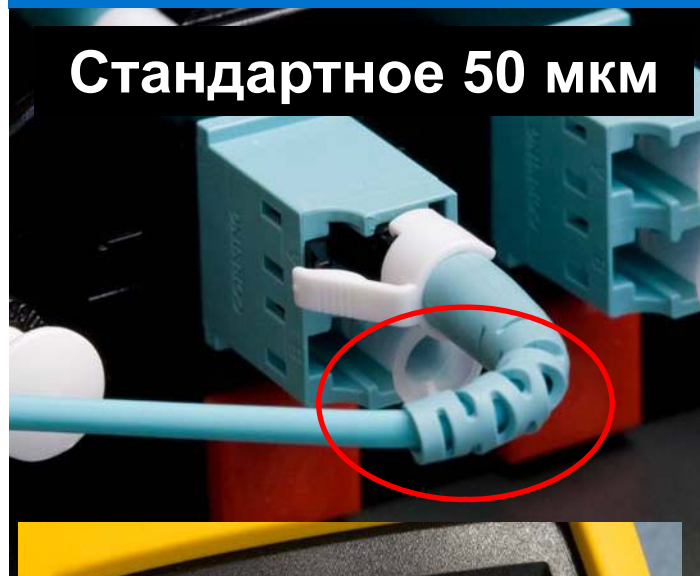
- MMB ClearCurve соответствует следующим стандартам и рекомендациям
 - ✓ IEC 60793-2-10, A1a класс 50/125
 - ✓ TIA/EIA 492AAAB (OM2), 492AAAC-A (OM3), and 492AAAD (OM4)
 - ✓ ITU-T рекомендация G.651
 - ✓ ISO/IEC 11801 Type OM2, OM3 and OM4 (предполагается, что OM4 соответствует TIA/EIA 492AAAD)
- MMB ClearCurve совместимо со всеми волокнами следующих типов
 - Все 50/125 волокна, включая OM2, OM3 и OM4
 - Как с волокнами Corning так и волокнами других производителей
- MMB ClearCurve может свариваться и соединяться через соединители с обычными волокнами 50/125
- Можно использовать обычный инструмент и измерительное оборудование

Преимущества применения ClearCurve® OM3 в сети

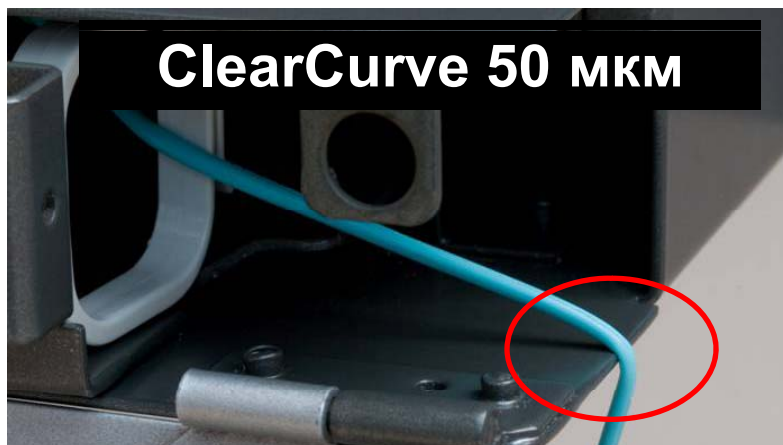
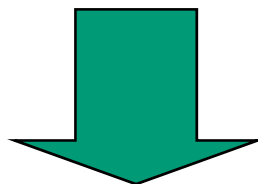
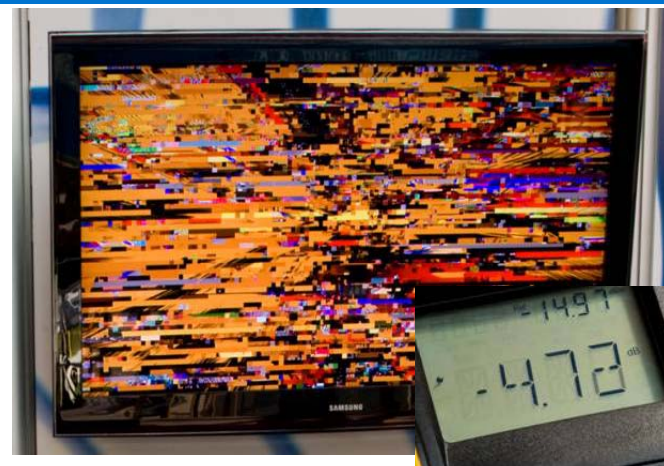
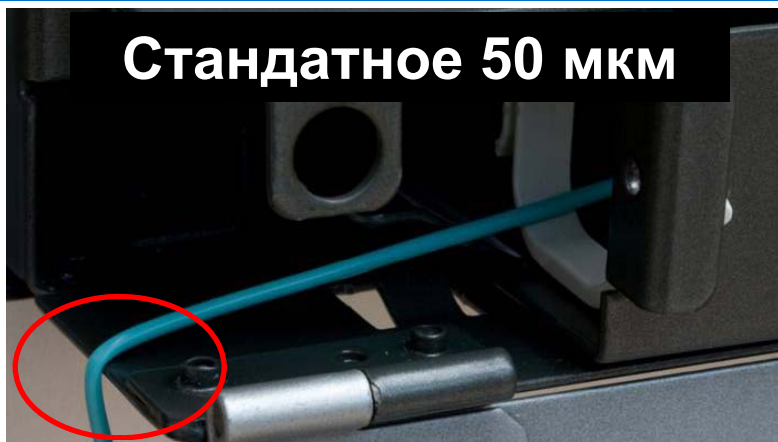


Предполагается 20 x 90° изгибов с радиусом 7.5 мм, 7 пар соединителей

Изгиб при боковом натяжении патч-корда: MMB ClearCurve® / обычное MMB



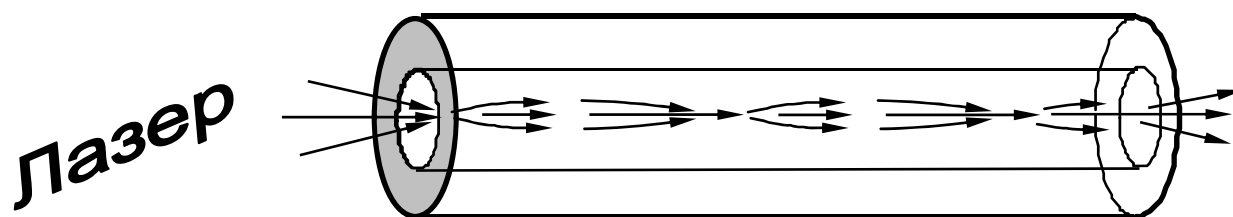
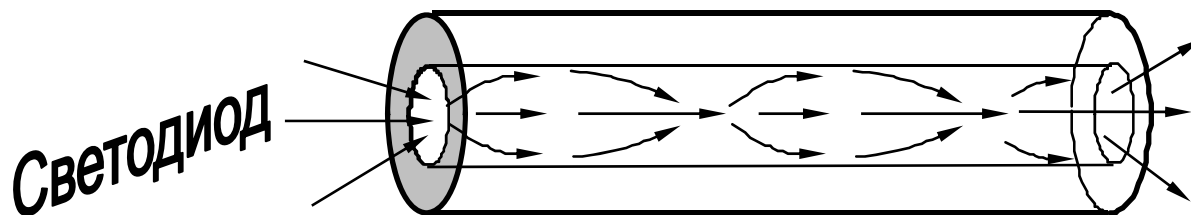
Влияние изгиба патч-корда на краю панели



Дополнение

Определение полосы пропускания min EMBc

Условия ввода



Ввод с переполнением от светодиода

- Сотни мод – Высокая межмодовая дисперсия
- Полная засветка сердцевины
- Вытекание несобственных мод на границе сердцевины и оболочки
- Есть потери на вводе

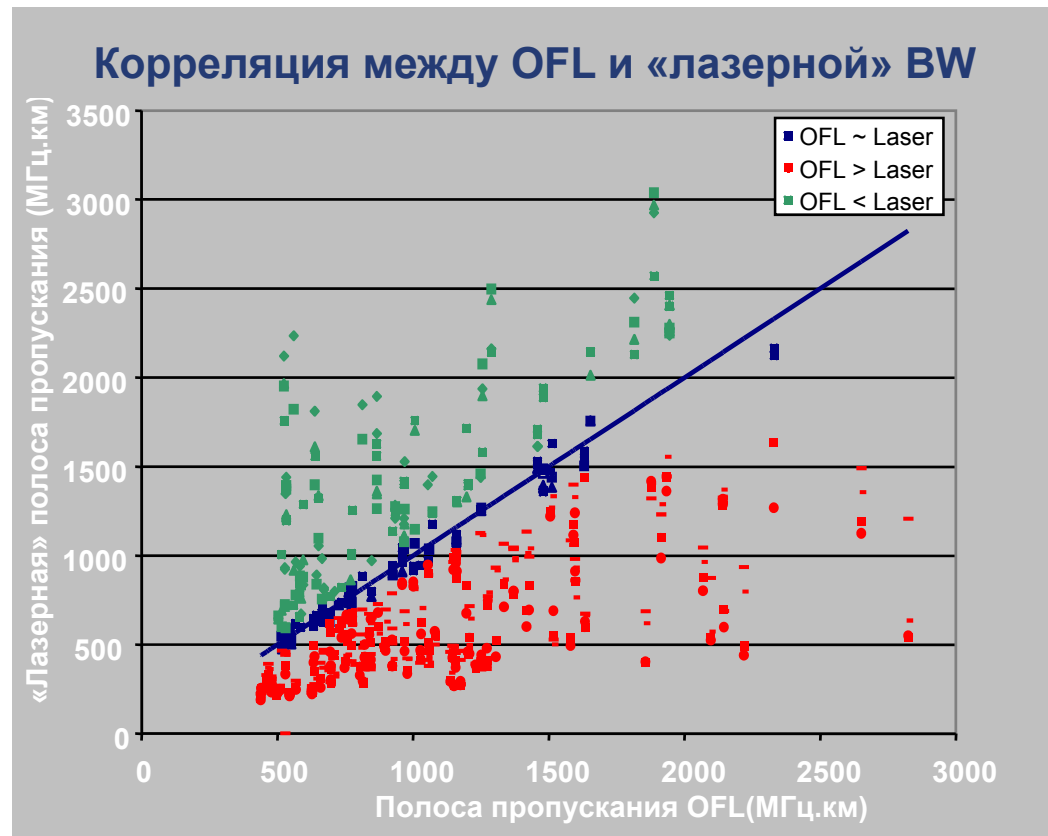
Лазерный ввод

- Больше мод, меньше межмодовая дисперсия
- Свет распределен по узкой зоне сердцевины
- Нет потерь при вводе
- Большая полоса пропускания

Многомодовое волокно

OFL BW и BW «наблюдаемая» при 1 Гбит/с

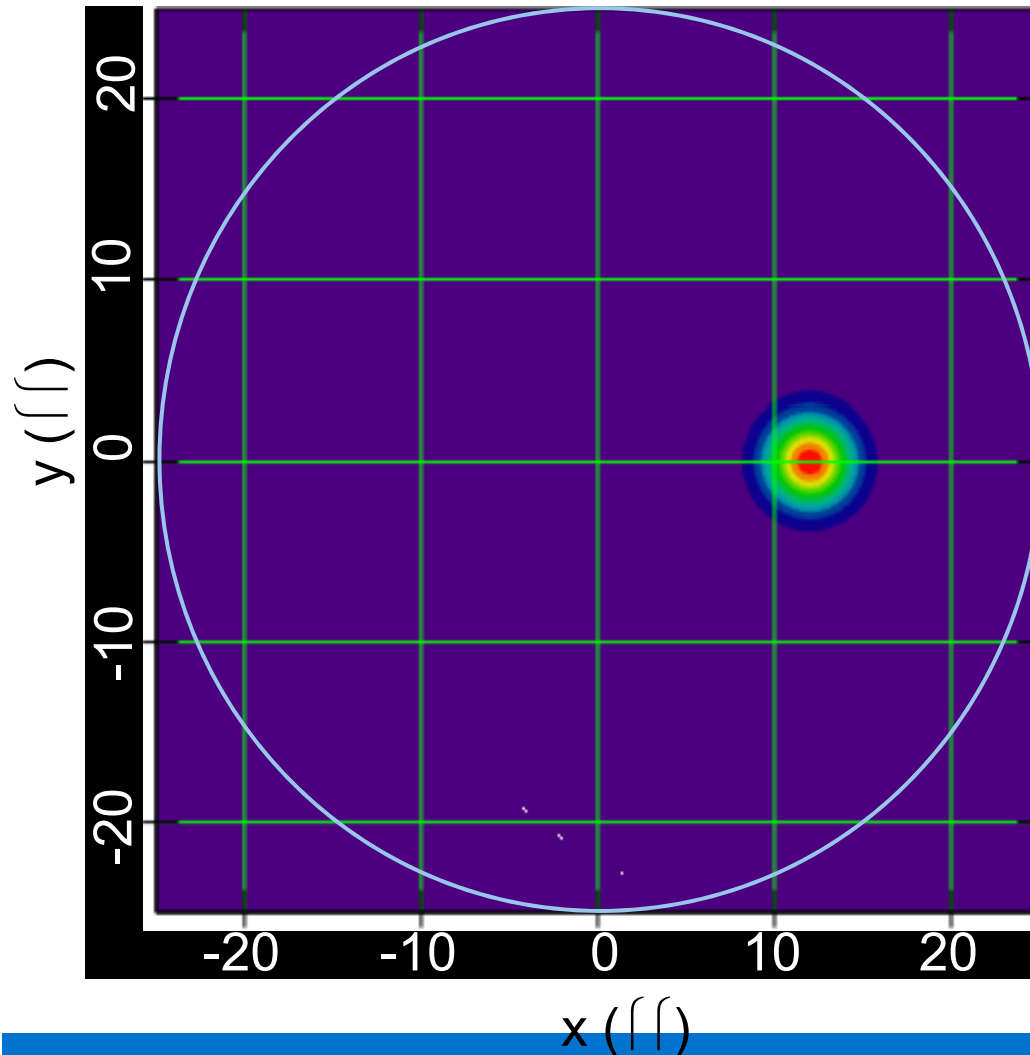
- Почему нельзя ограничиваться измерением с OFL?



Измеренная полоса пропускания при вводе с OFL не позволяет предсказывать «лазерную» полосу пропускания

Концепция определения ЕМВс

Ввод излучения



- Распределение мощности в единичном измерении (запуске) с помощью установки измерения DMD
- 3-мерный график представляет:
 - Радиальное положение пятна по осям x и y
 - Мощность по оси z
- Можно считать, что при вводе через 5-ти микронное модовое пятно распределение мощности является гауссовым
 - Красный цвет- пик мощности
 - Снижение мощности- через желтый к зеленому и синему

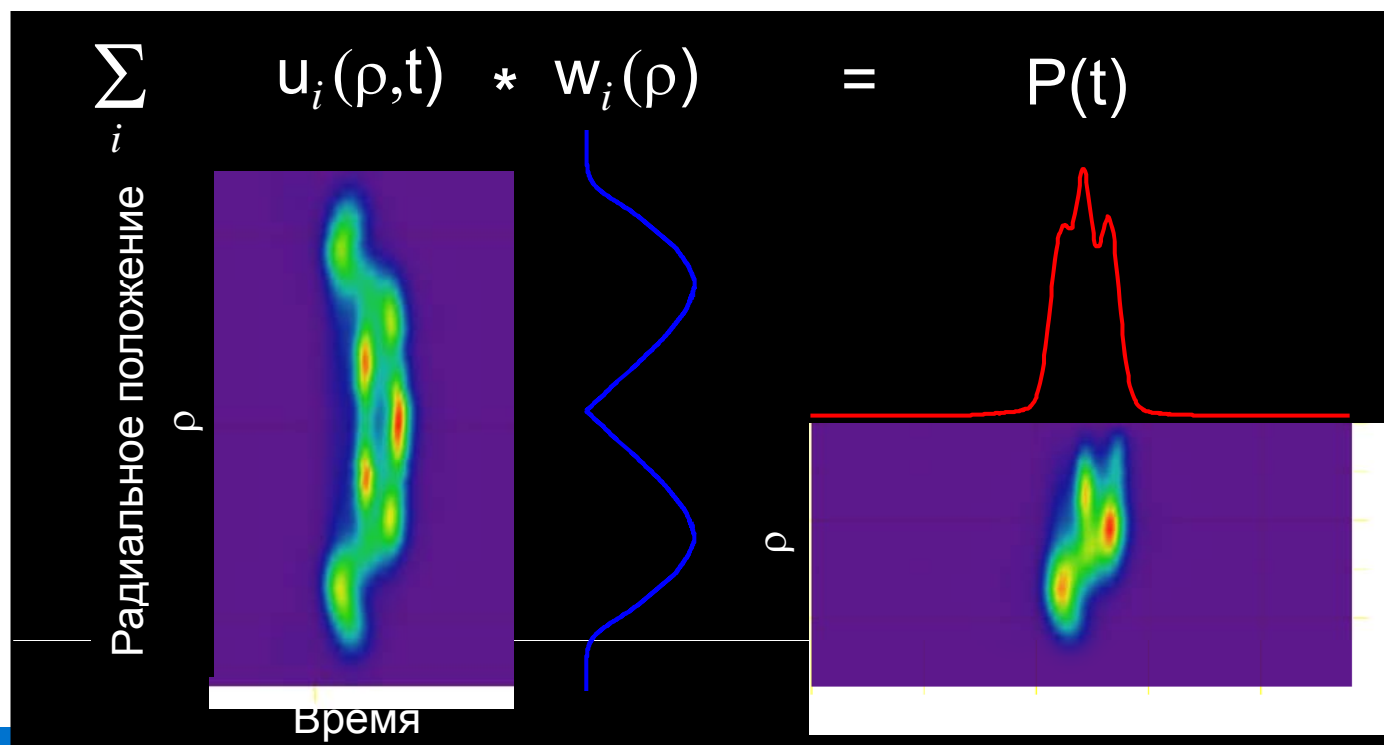
Вычисление ЕМВс

$$P(t) \approx \sum_i u_i(\rho, t) w_i(\rho)$$

i = номер шага радиального сдвига ввода от 0 до 25 μm

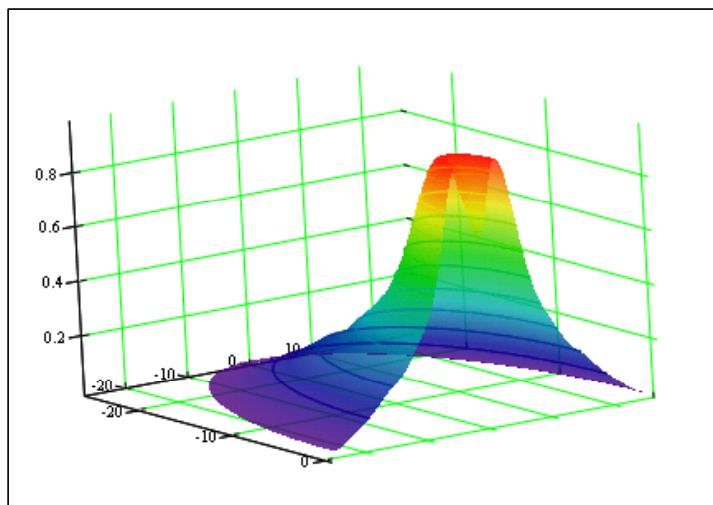
u_i = временной отклик волокна на шаге i в процессе DMD измерения

w_i = взвешивающая функция

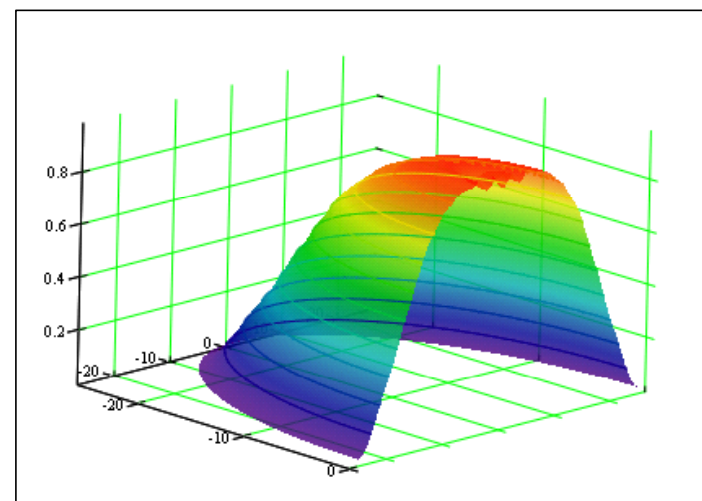


Концепция определения ЕМВс

Примеры распределения света в ближнем поле

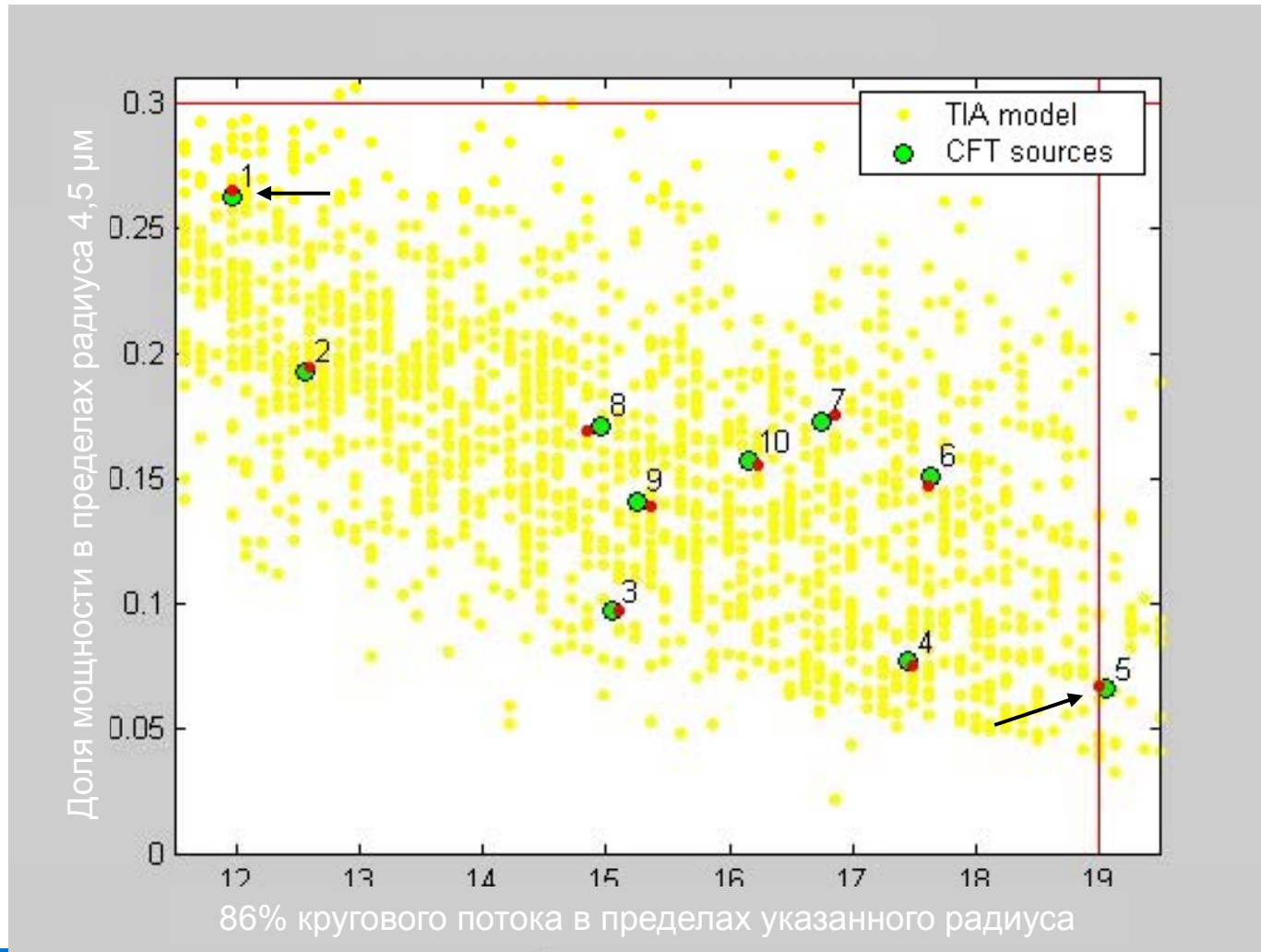


Источник А - “горячий в центре”



Источник Б - “горячий снаружи”

Данные по многотысячной выборке источников. TIA: 86% кругового потока в пределах 19μм



Согласно TIA 492AAAC 86% кругового потока источника должно быть в круге радиуса 19μм.

С другой стороны стандарт требует, чтобы не более 30% кругового потока содержалось в круге радиусом 4,5 μм.

Для вычисления EMVc выбраны 10 источников (зеленый цвет)

Заключение по определению EMBc с помощью измерения DMD

- Выбирая минимальную EMBc из результатов измерений для широкой выборки источников мы получаем минимально возможную эффективную полосу пропускания (т.е. для наихудшего случая)
- В отличие от других методов измерений, приведенный выше расчет учитывает физику распределения световой мощности источников
- EMBc обещает быть масштабируемым решением проблемы измерений:
 - Применимо к любому протоколу и скорости передачи, а также совместимо с любым источником
 - Описывается в стандарте МЭК 60793-2-10
 - Может заменить одновременно OFL, RML и сложный метод “DMD масок”