

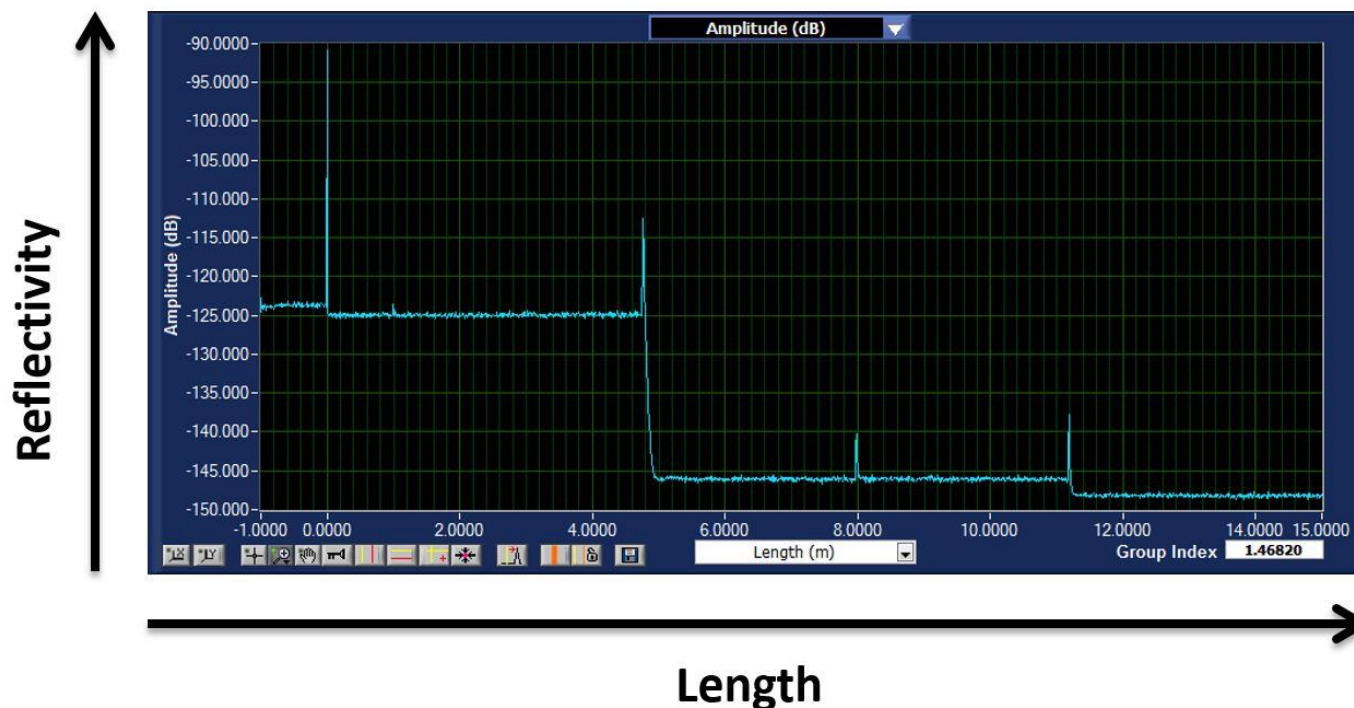


Оптические рефлектометры высокого разрешения

- Приборы серии OBR от LUNA (США)
- Измерение потерь с разрешением 10 мкм
- Измерение параметров оптических линий до 2 км
- Измерение длины линий с высокой точностью (~мкм)

Общая информация о приборах серии OBR

- **OBR** – Оптический рефлектометр обратного рассеяния (Optical Backscatter Reflectometer)
- Приборы данного типа схожи по принципу действия с классическими OTDR рефлектометрами и производят измерения отражающей способности (или обратных потерь – RL) в световое относительно длины световода.
- Приборы серии **OBR** обеспечивают лучшую на рынке комбинацию скорости, диапазона, разрешения и точности.

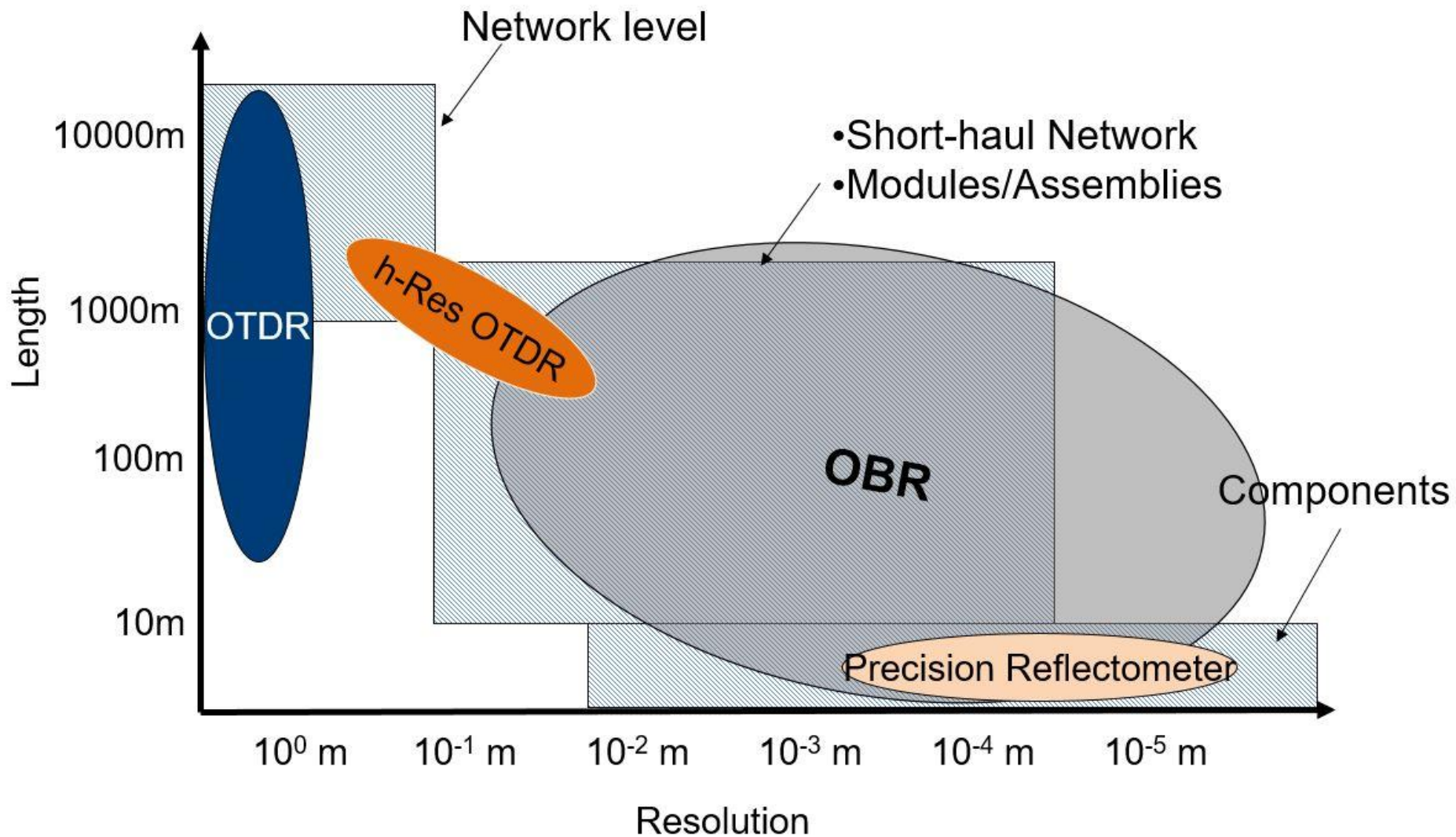


Возможности измерений с помощью OBR

- Одномодовые и многомодовые компоненты и устройства
- Измерение обратных потерь (RL)
- Измерение вносимых потерь (IL)
- Измерение задержки распространения сигнала в световоде (длины пути)
- Групповая задержка (задержка относительно отраженной длины волны)
- Производная по фазе - Phase Derivative (отраженная длина волны относительно задержки)
- Ортогональные составляющие поляризации
- Спектральный сдвиг (деформация, температура)
- Длина биения (Beat Length)
- Коэффициент поляризационной экстинкции
- Групповой индекс (Group index)



Область применения приборов серии OBR



Области применения приборов серии OBR

- НИОКР в области волоконной оптики и интегральной фотоники
- Поиск и локализация проблем в световодах, анализ причин сбоев: плохие коннекторы, изгиб, разрыв и т.д.
- Стыковка планарных оптических схем с волокном в реальном времени (Real-time optical alignment)
- **Высокоточное измерение длины оптических трактов**
- Автоматизированный контроль параметров волоконно-оптических изделий: кабелей, коннекторов, переключателей, разветвителей, PLC-сплиттеров, DWDM и т.д.
- Распределенные измерения физических величин

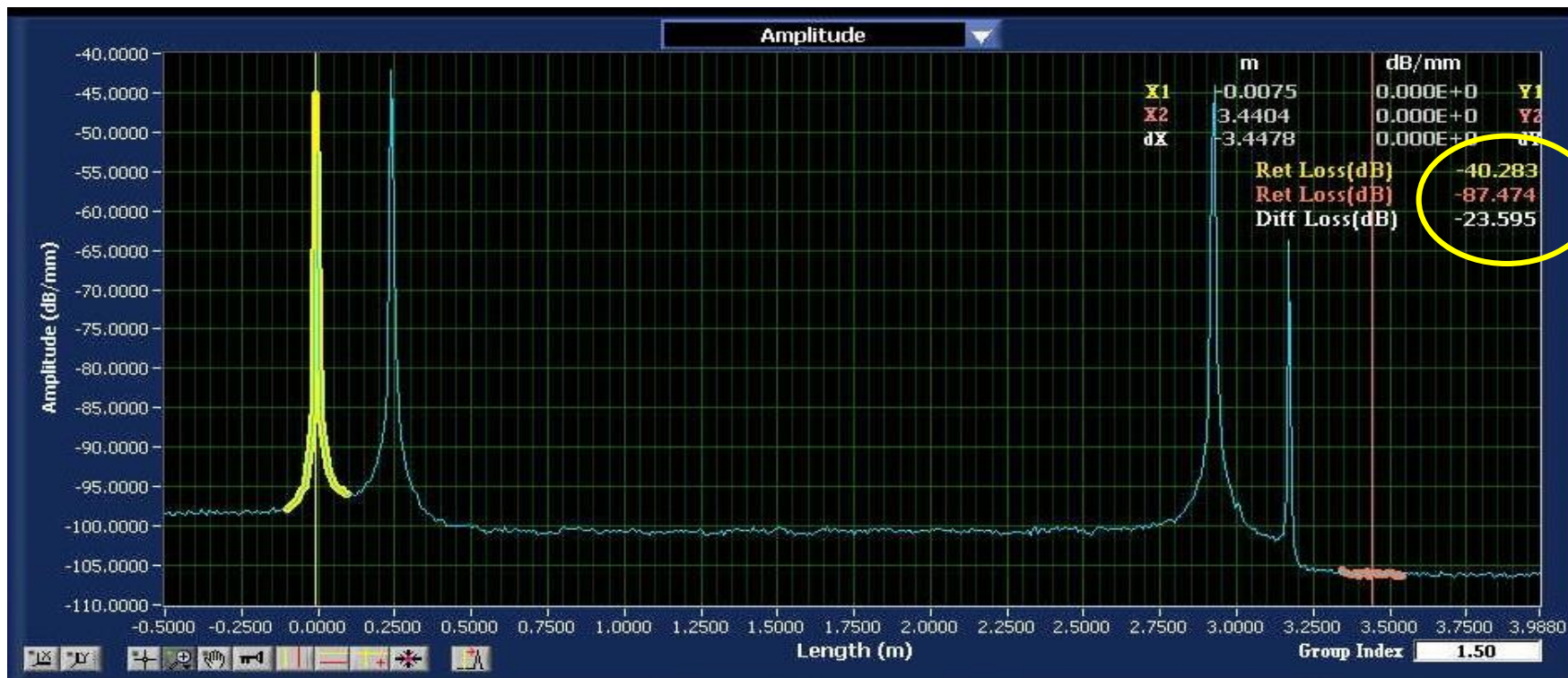


- Отсутствие мертвой зоны, измерение линий длиной до 2 км
- Одновременное измерение вносимых потерь (IL), обратных потерь (RL), длины оптического пути, групповой задержки, производной по фазе и т.д.
- Высокая чувствительность (-130 дБ)
- Высокой пространственное разрешение: 10 мкм
- Калибровка длины волны в соответствии со стандартом NIST для каждого измерения
- Комплект разработки программного обеспечения (SDK) и возможность удаленного управления приборами для широкой настройки и оптимизации под конкретные применения

$$RL = 10\text{Log}(P_r/P_i)$$

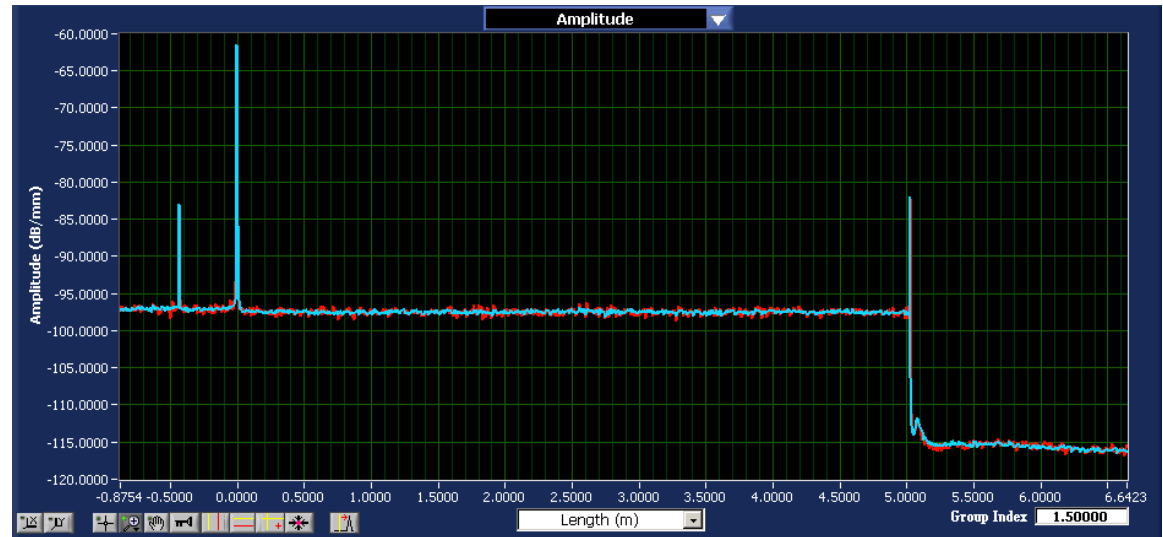
- P_r – отраженная оптическая мощность
- P_i – падающая мощность
- Обратные потери - отрицательное число
- Обратные потери и отражательная способность используются взаимозаменяемо и могут использоваться для анализа любого участка или элемента в тестируемом оптическом тракте или всего тракта или же, непосредственно события, которое вызвало возникновение обратного отражения

Измерение обратных потерь (RL)

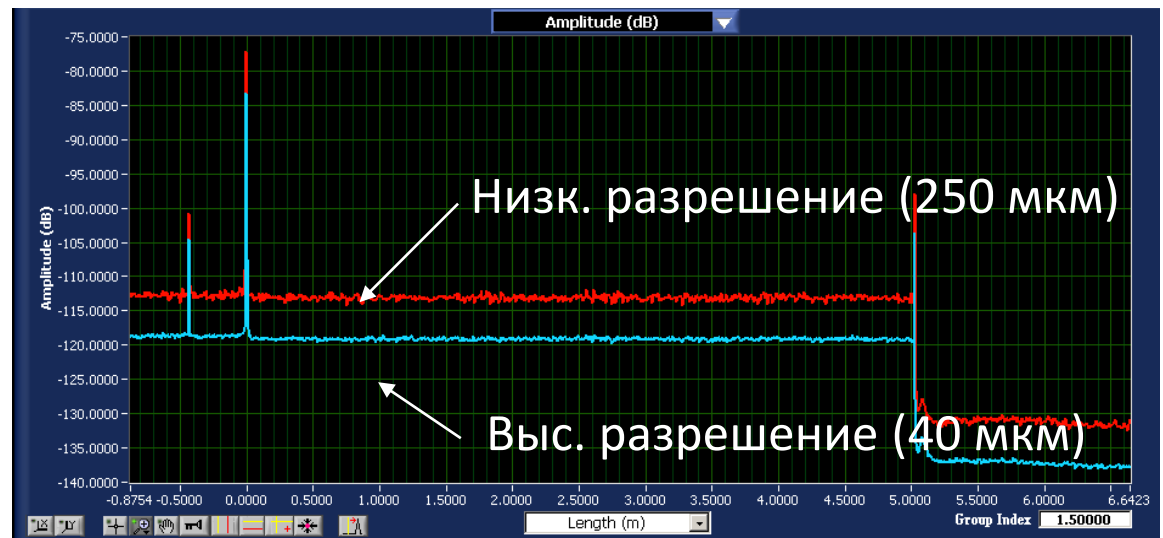


- Каждый пик имеет связанные с ним обратные потери (RL), которые рассчитываются путем интегрирования коэффициента отражения для выделенных желтым и красным участков.
- Эти области могут быть сделаны очень маленькими, чтобы изолировать только одно событие или достаточно большим, чтобы покрыть весь оптический тракт.
- Обратные потери могут быть связаны либо с одним событием, либо со всем трактом.

Амплитуда (дБ/мм)

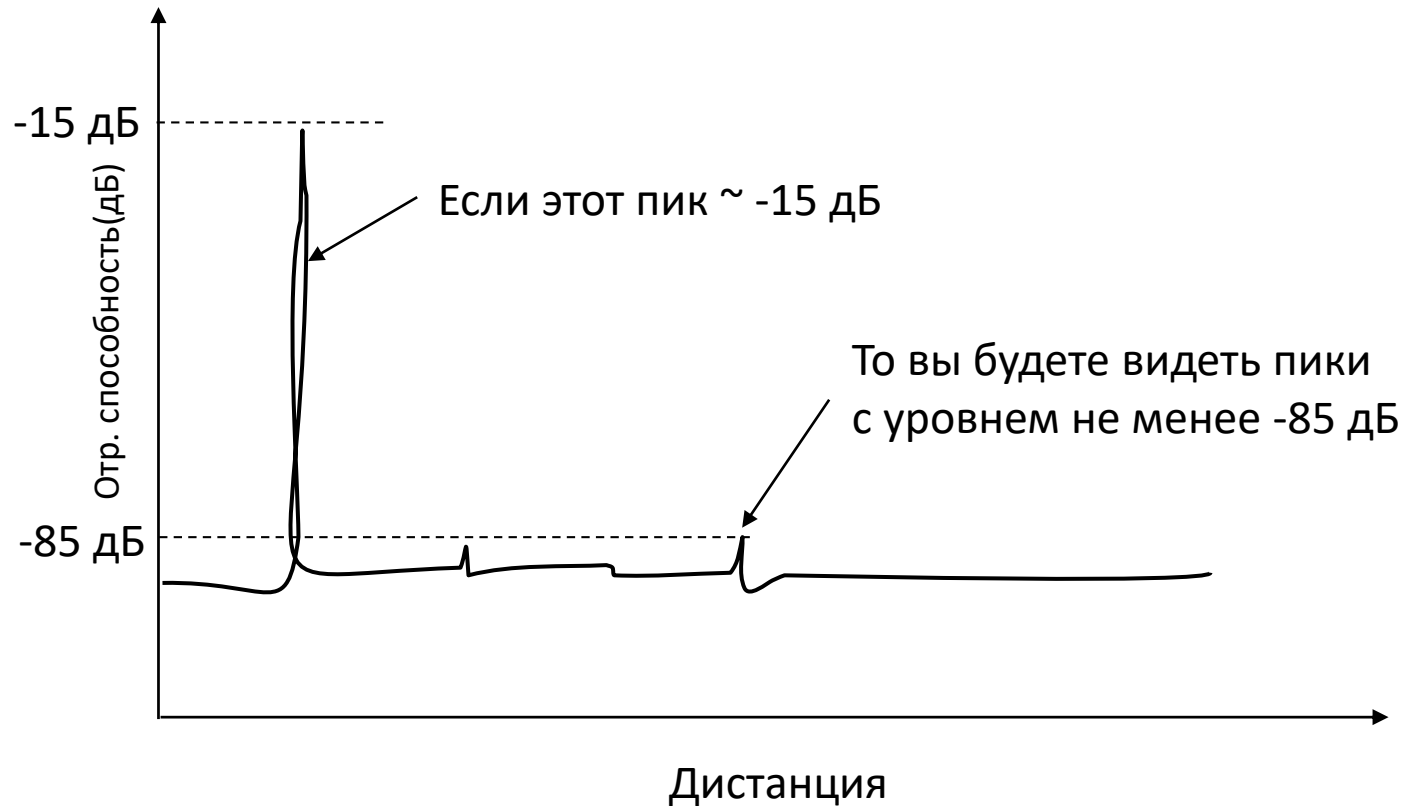


Амплитуда (дБ)



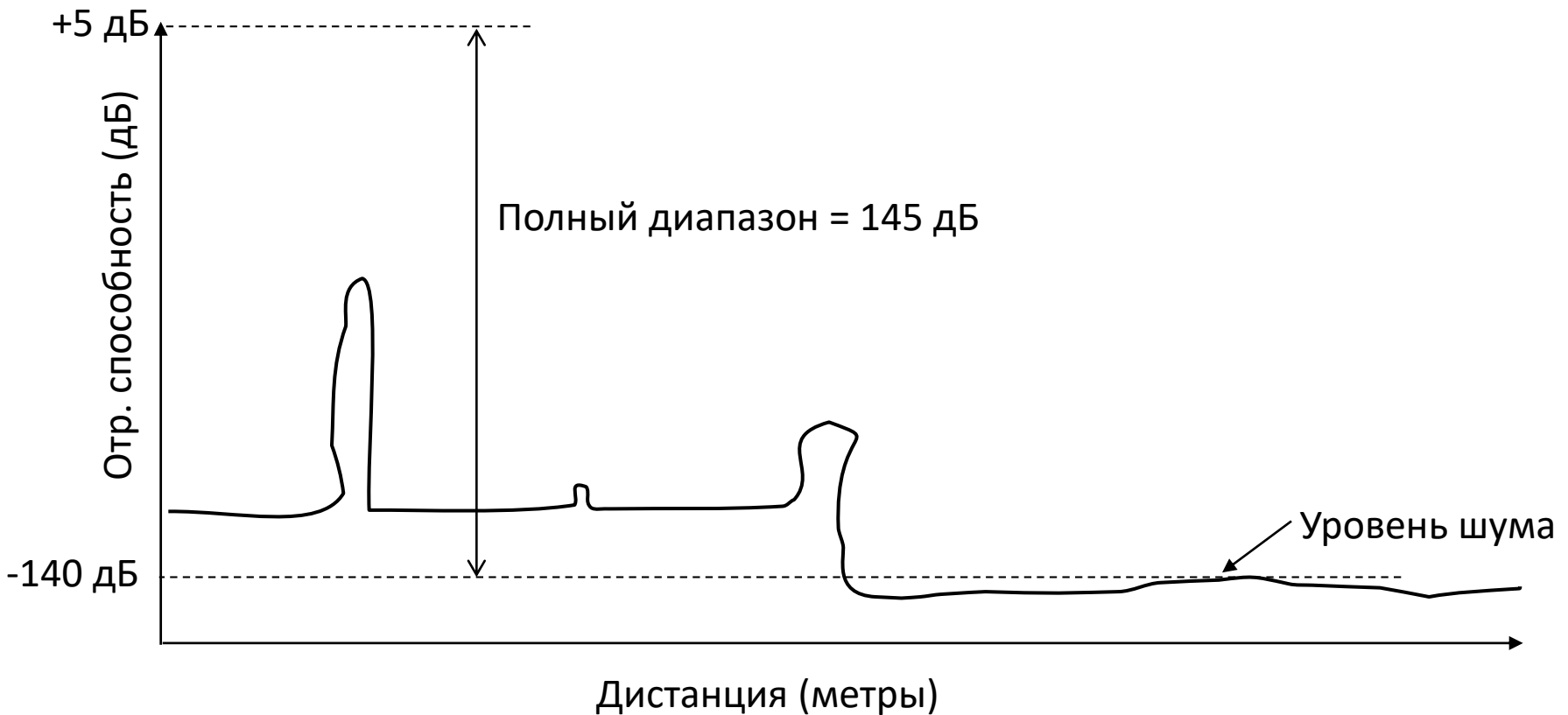
Динамический диапазон измерения обратных потерь (RL)

- Динамический диапазон - разность амплитуд между наибольшими и наименьшими отражениями, которые могут наблюдаться **одновременно**.



Полный диапазон измерения обратных потерь (RL)

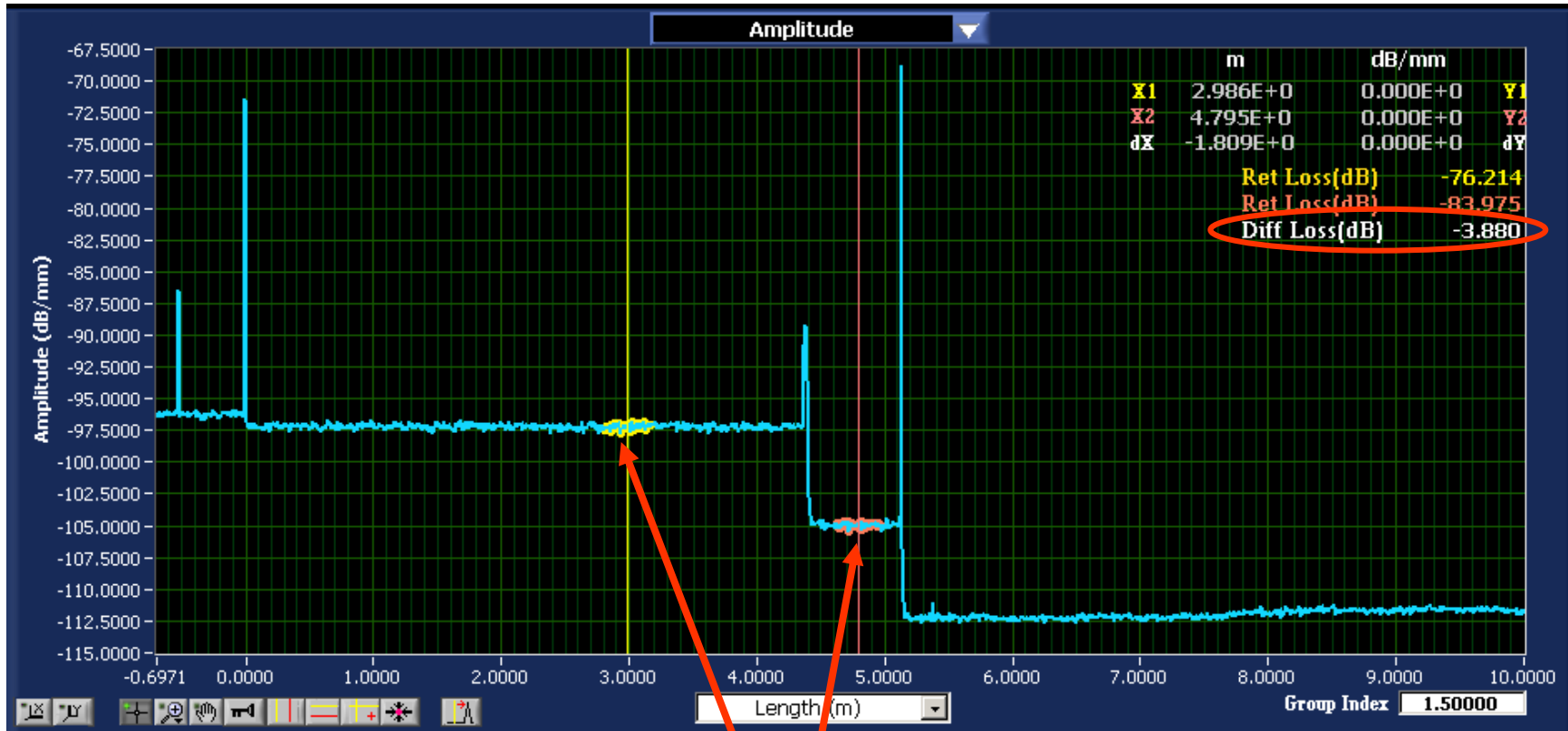
- Полный диапазон измерения RL - разность амплитуд между самой сильной и самой слабой отражающей способностью, которая может быть измерена.
- Достигается с помощью регулировки усиления.



$$IL = 10\text{Log}(P_t/P_i)$$

- P_t – передаваемая оптическая мощность
- P_i – падающая мощность
- Вносимые потери - отрицательное число
- OBR использует рэлеевское рассеяние для вычисления IL путем интегрирования уровня рассеяния по обе стороны от события

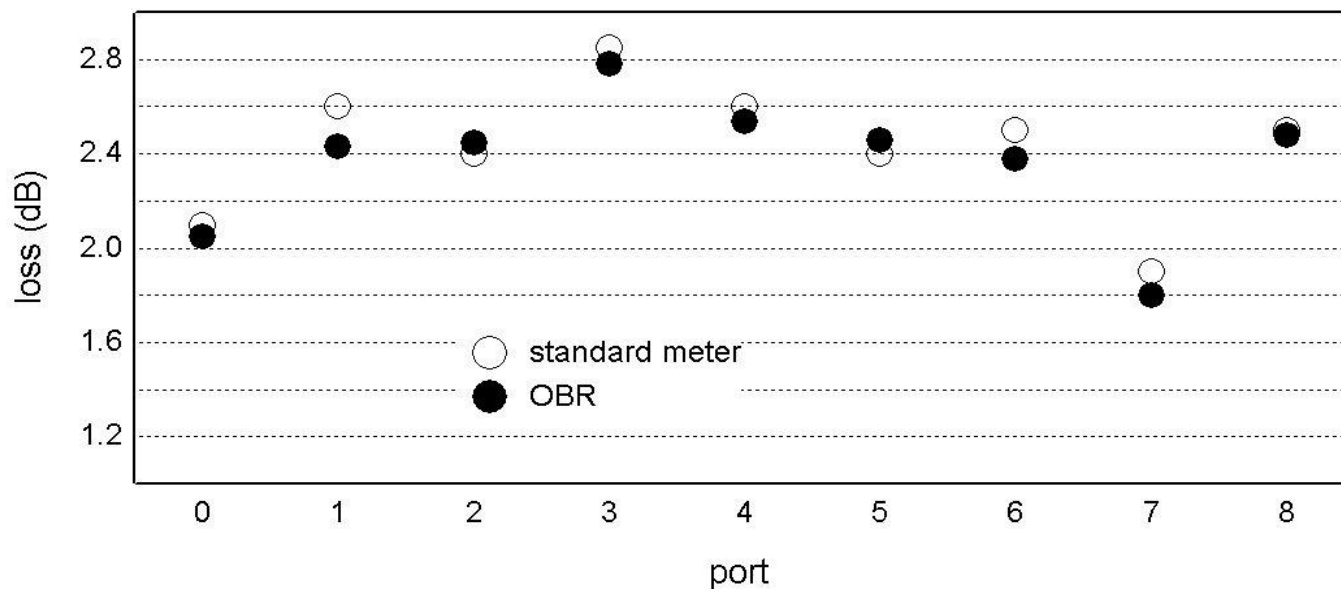
Измерение вносимых потерь (IL)



- Сравнивая рэлеевское рассеяние по обе стороны от события «Потеря» с помощью интегрирования данных выделенных цветом участков.
- Таким образом рассчитываются односторонние (one-way) вносимые потери (IL) или дифференциальные потери.

Точность измерения вносимых потерь (IL)

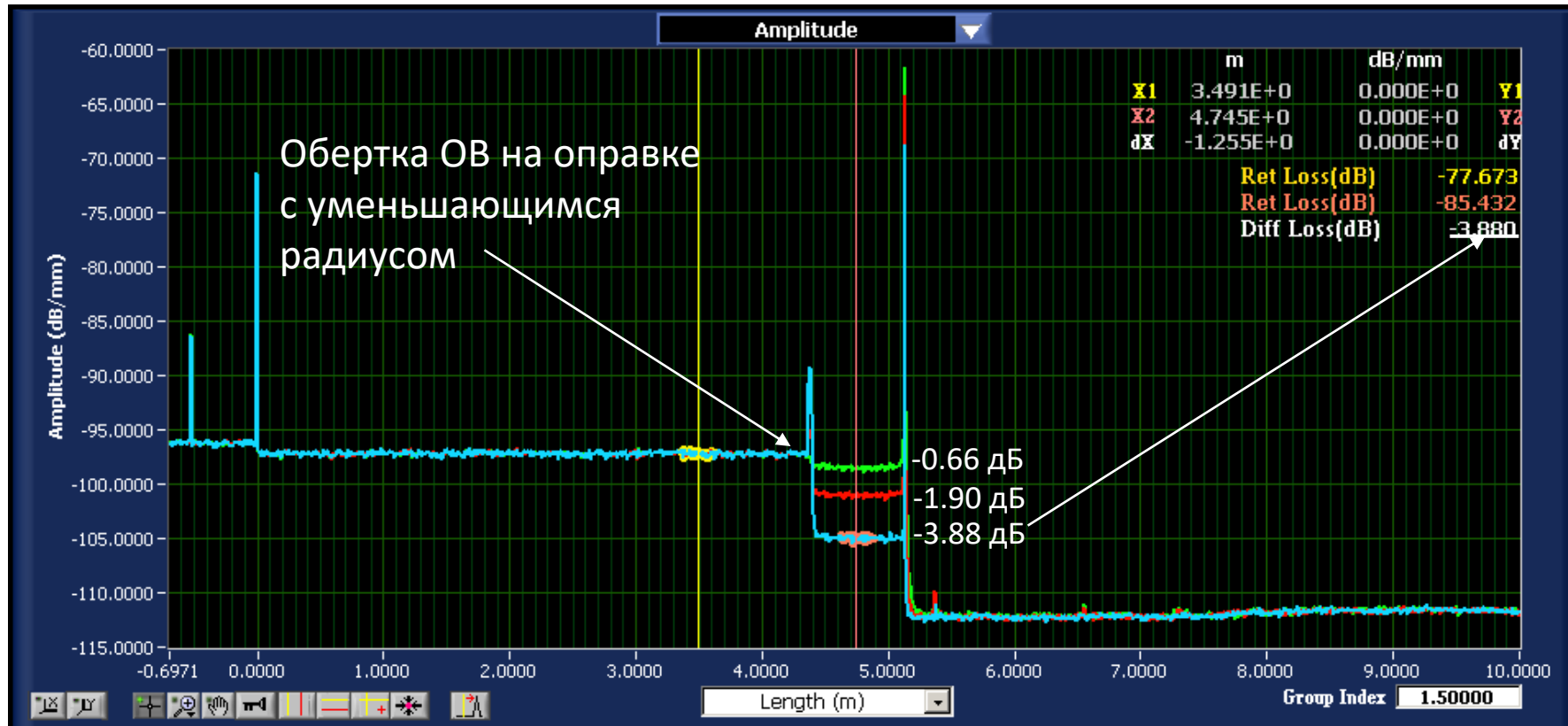
- Пример: измерение потерь в оптическом переключателе 1x9
- Значения IL полученные с использованием OBR сравнивали с калиброванным методом двусторонней оценки IL.



	Стандартный способ	OBR
Подключений	10	1
Время	20 мин	4,5 мин
Точность	Методы обеспечивают 0,1 дБ	

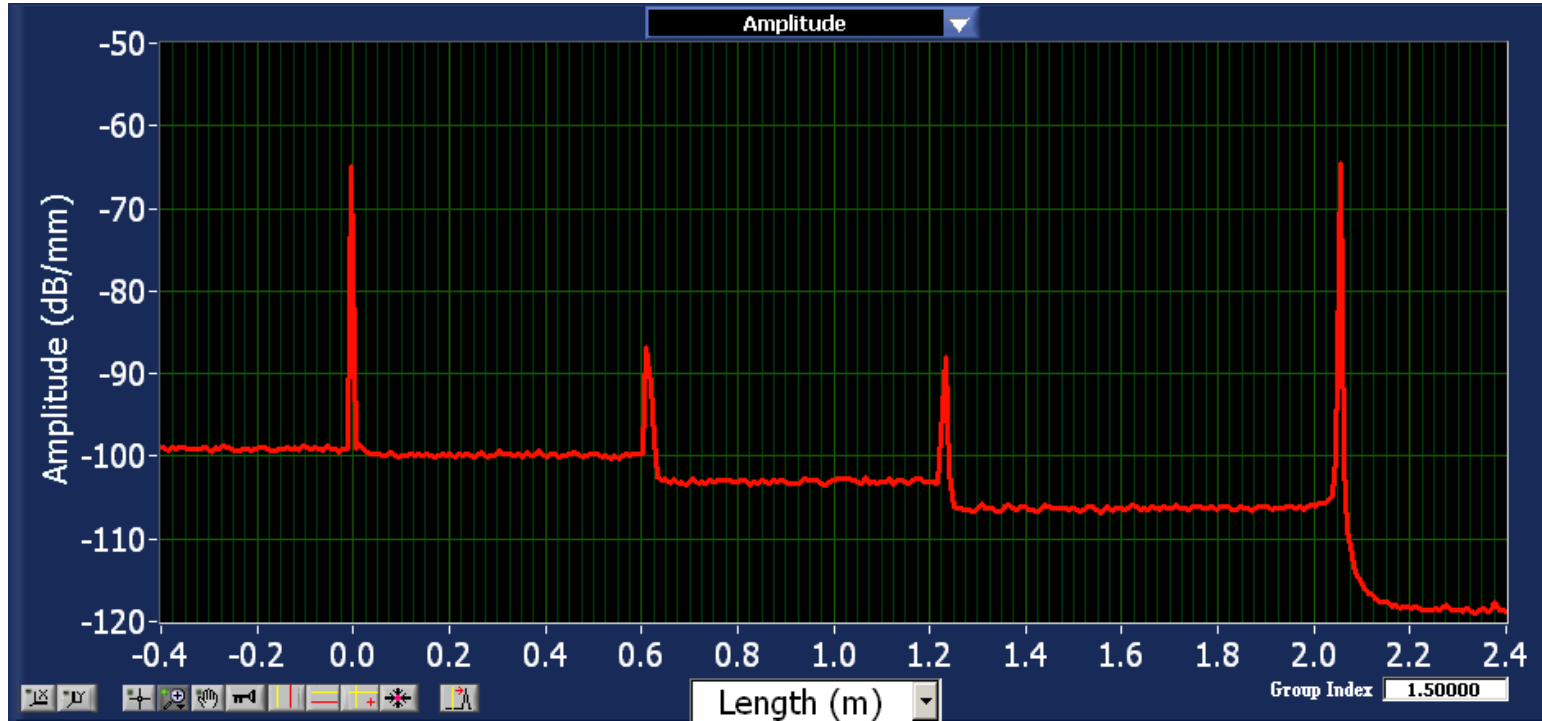
Разрешение вносимых потерь (IL)

- Разрешение IL – наименьшее изменение вносимых потерь, которое может быть измерено.



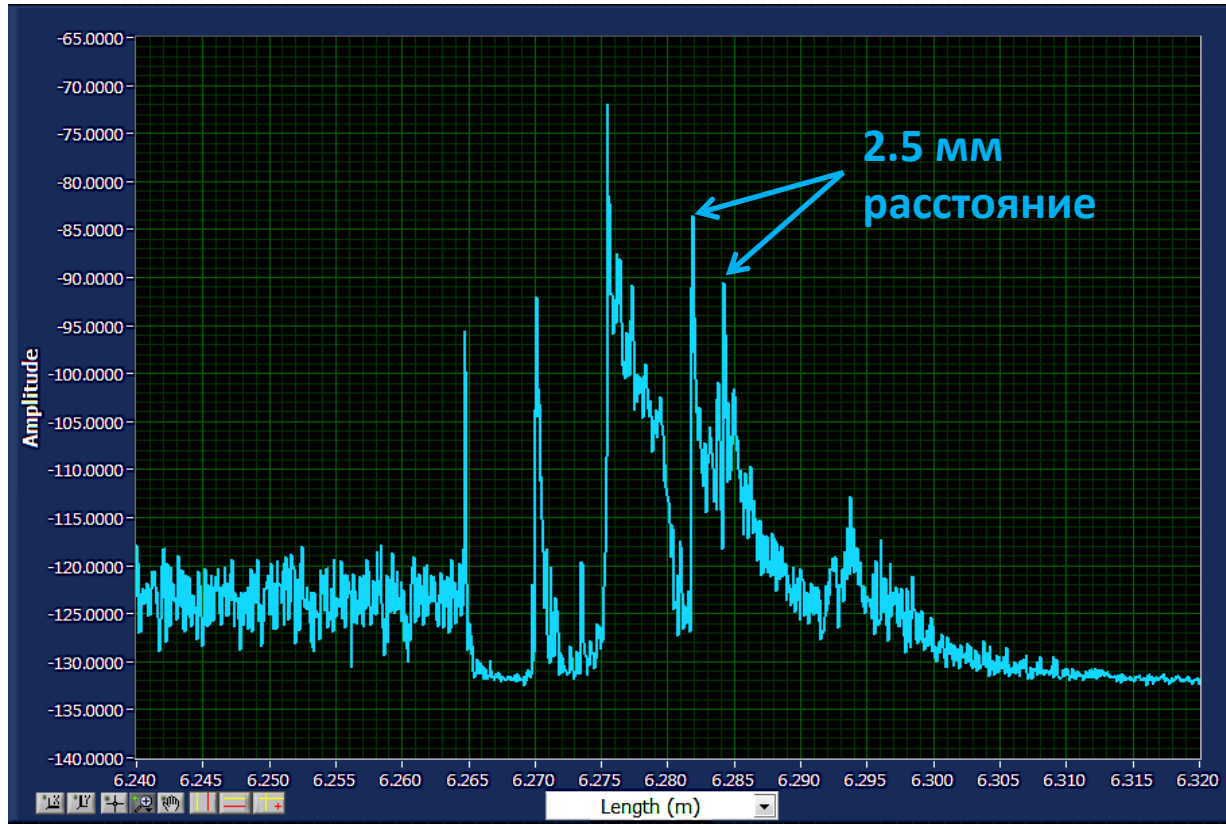
Динамический диапазон вносимых потерь (IL)

- Динамический диапазон IL: общий объем вносимых потерь, который может быть причинен до ухода отраженного сигнала в область шумов.



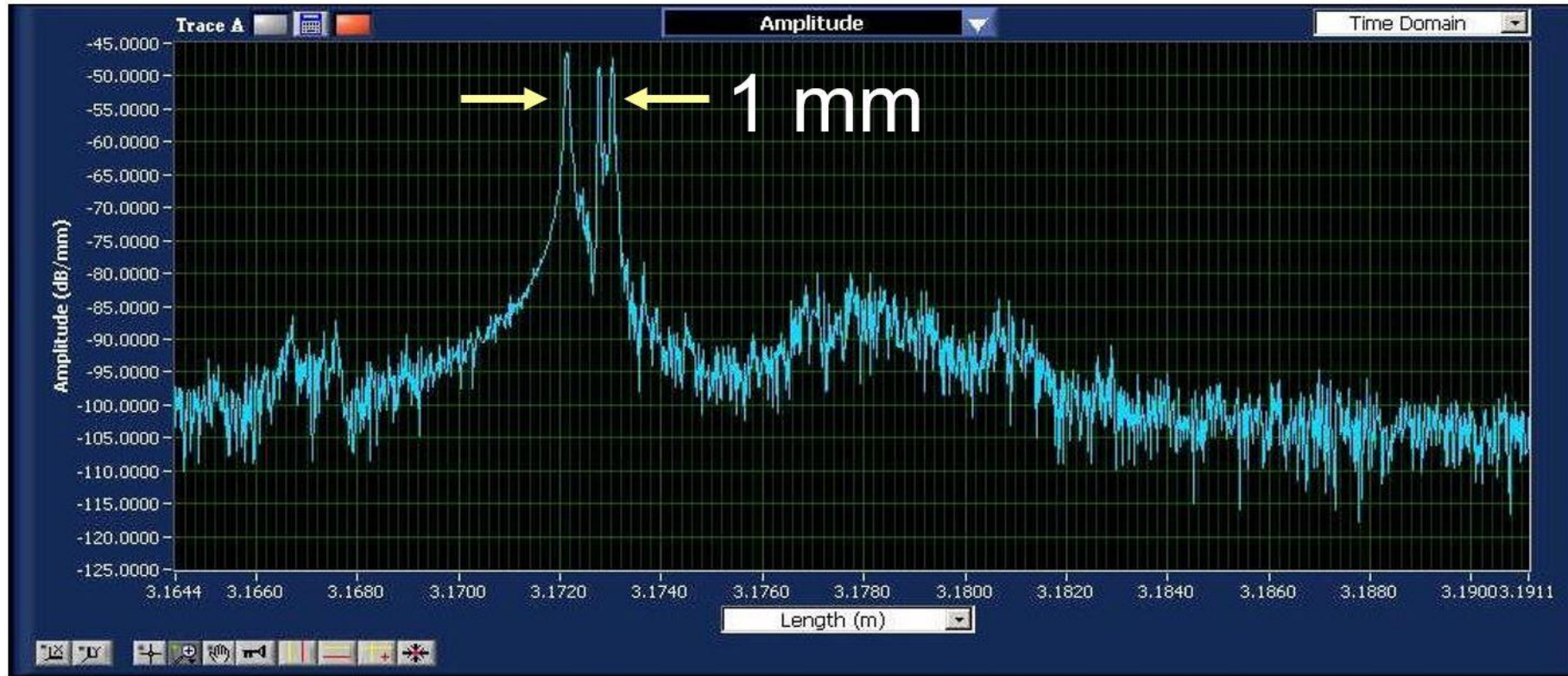
Пространственное разрешение

- Пространственное разрешение: кратчайшее разрешаемое расстояние между двумя отражающими событиями.



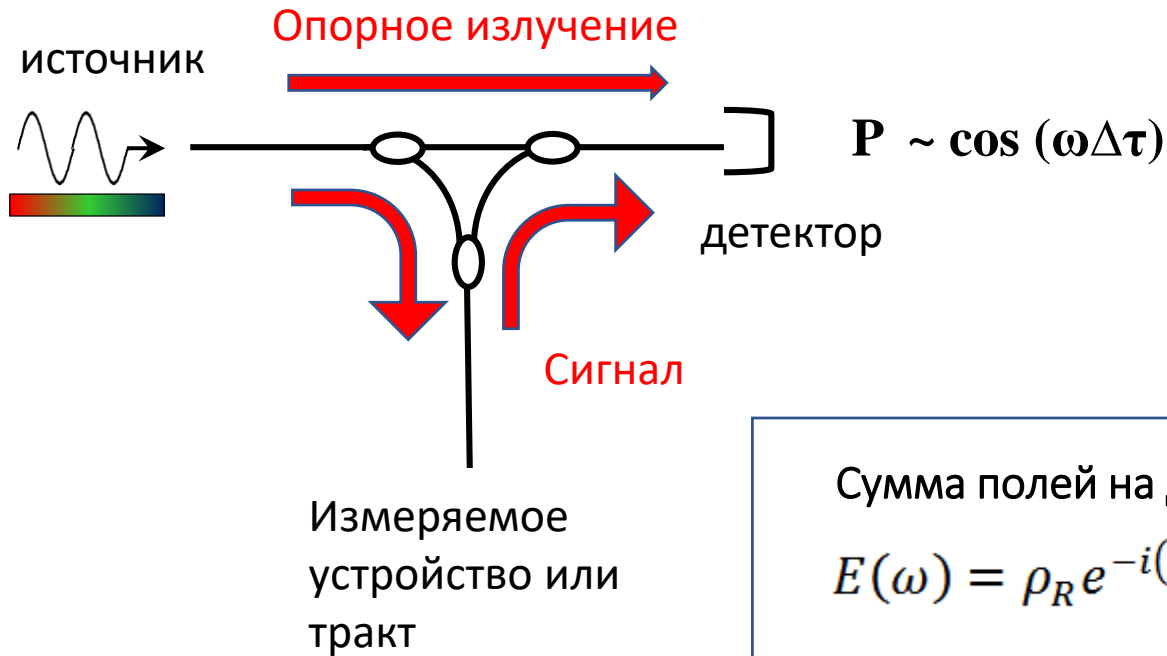
- Результат измерения оптоволоконной сборки с MEMS-переключателем

OBR – приборы с высоким пространственным разрешением



Детальная информация о потерях на
каждом элементе коннектора
...и на ферруле

Принцип работы OFDR (1 из 2)



Сумма полей на детекторе:

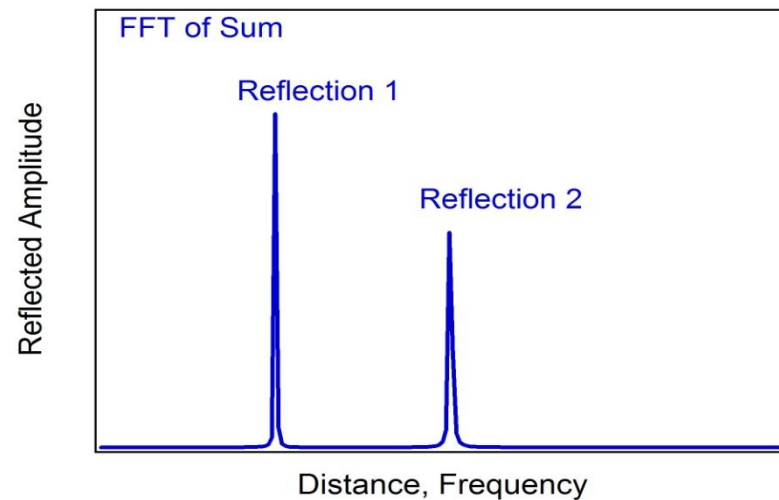
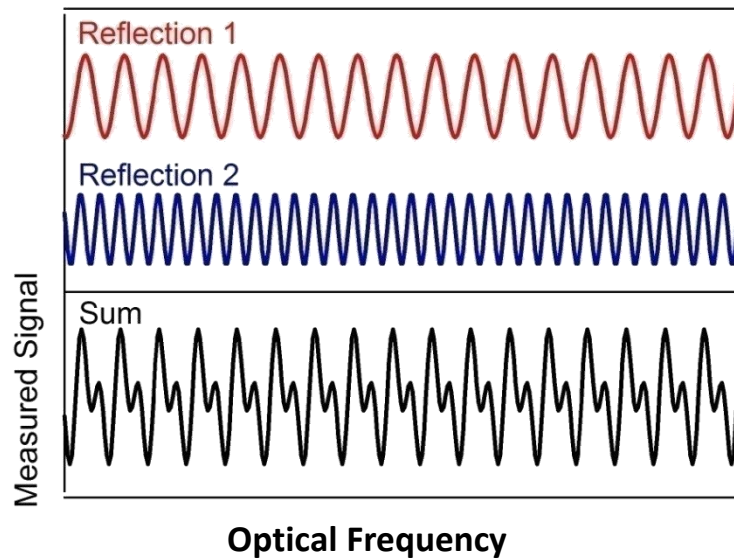
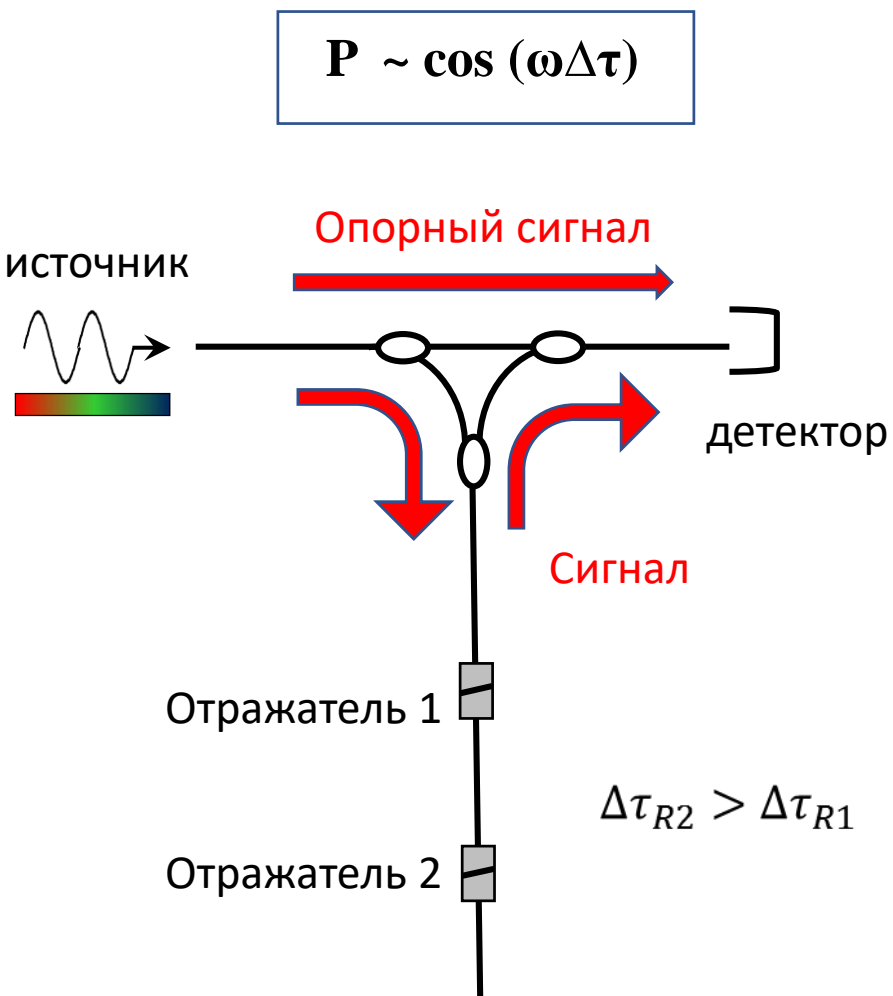
$$E(\omega) = \rho_R e^{-i(\omega\tau_R + \varphi)} + \rho_S e^{-i(\omega\tau_S + \varphi)}$$

$$P(\omega) = \rho_R^2 + \rho_S^2 + \underline{2\rho_R\rho_S\cos(\omega\Delta\tau)}$$

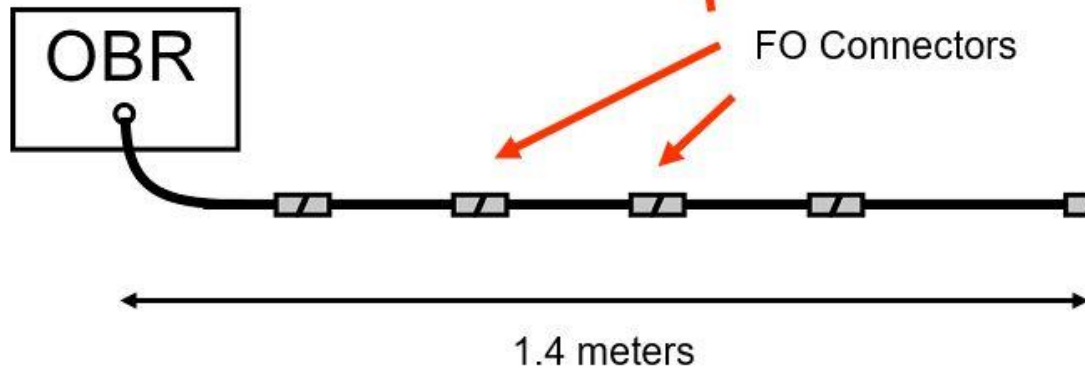
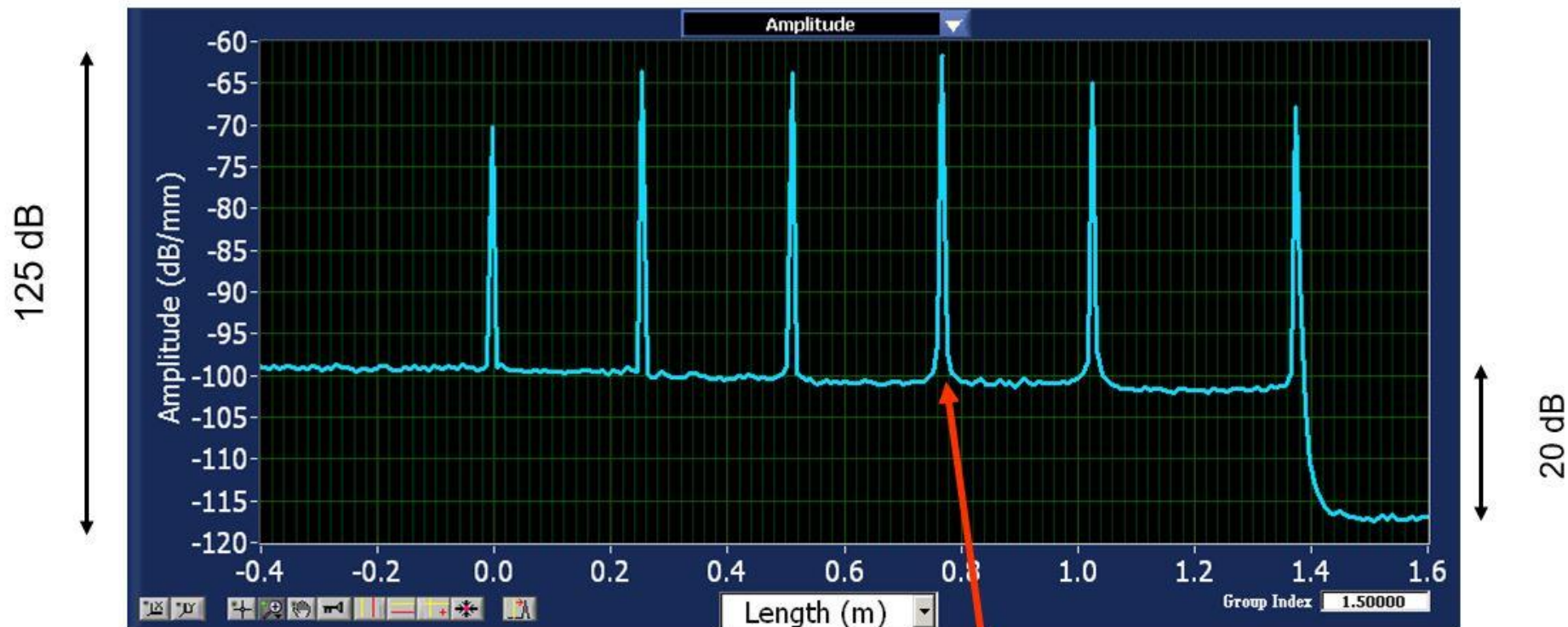
где $\Delta\tau$ разница в задержке пути

ω оптическая частота

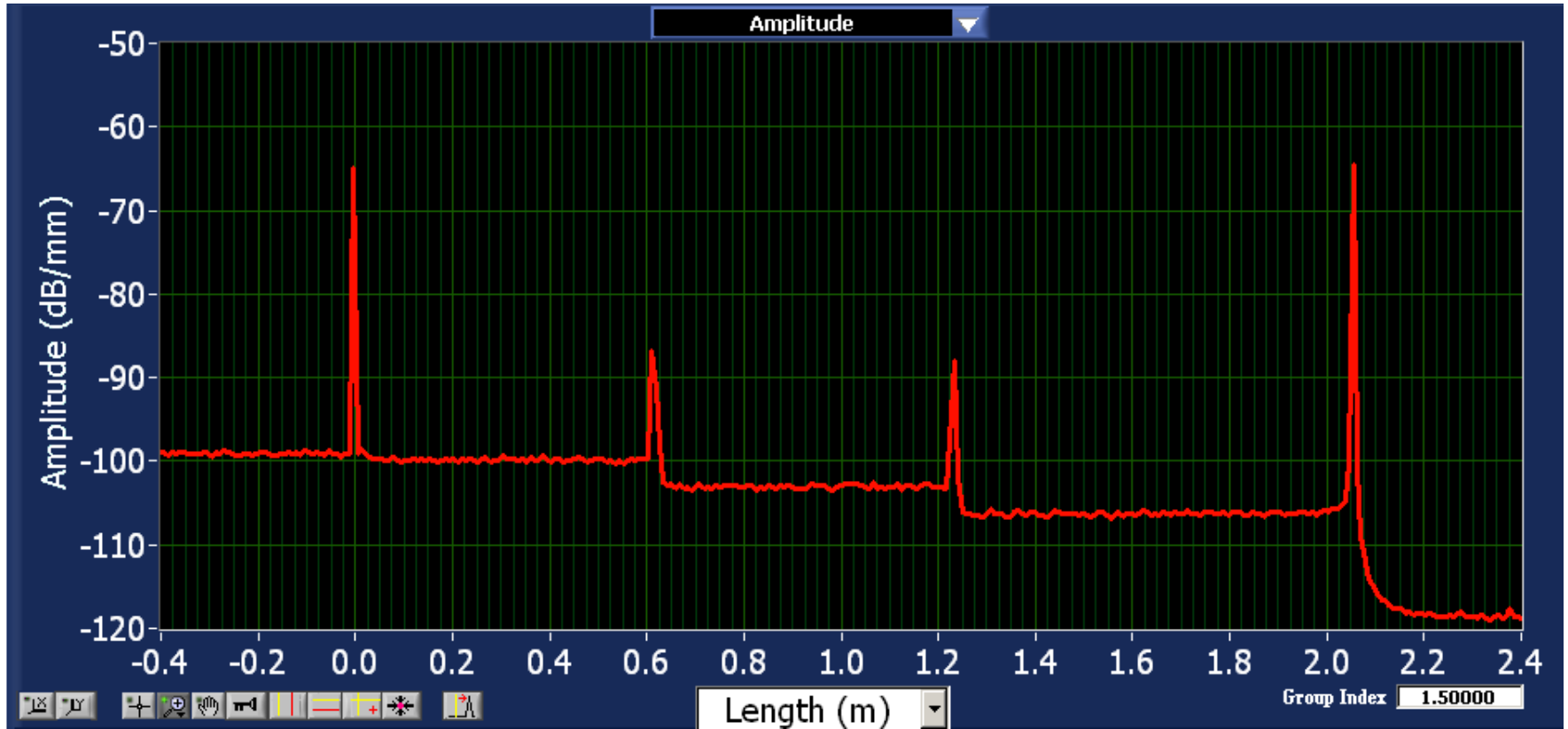
Принцип работы OFDR (2 из 2)



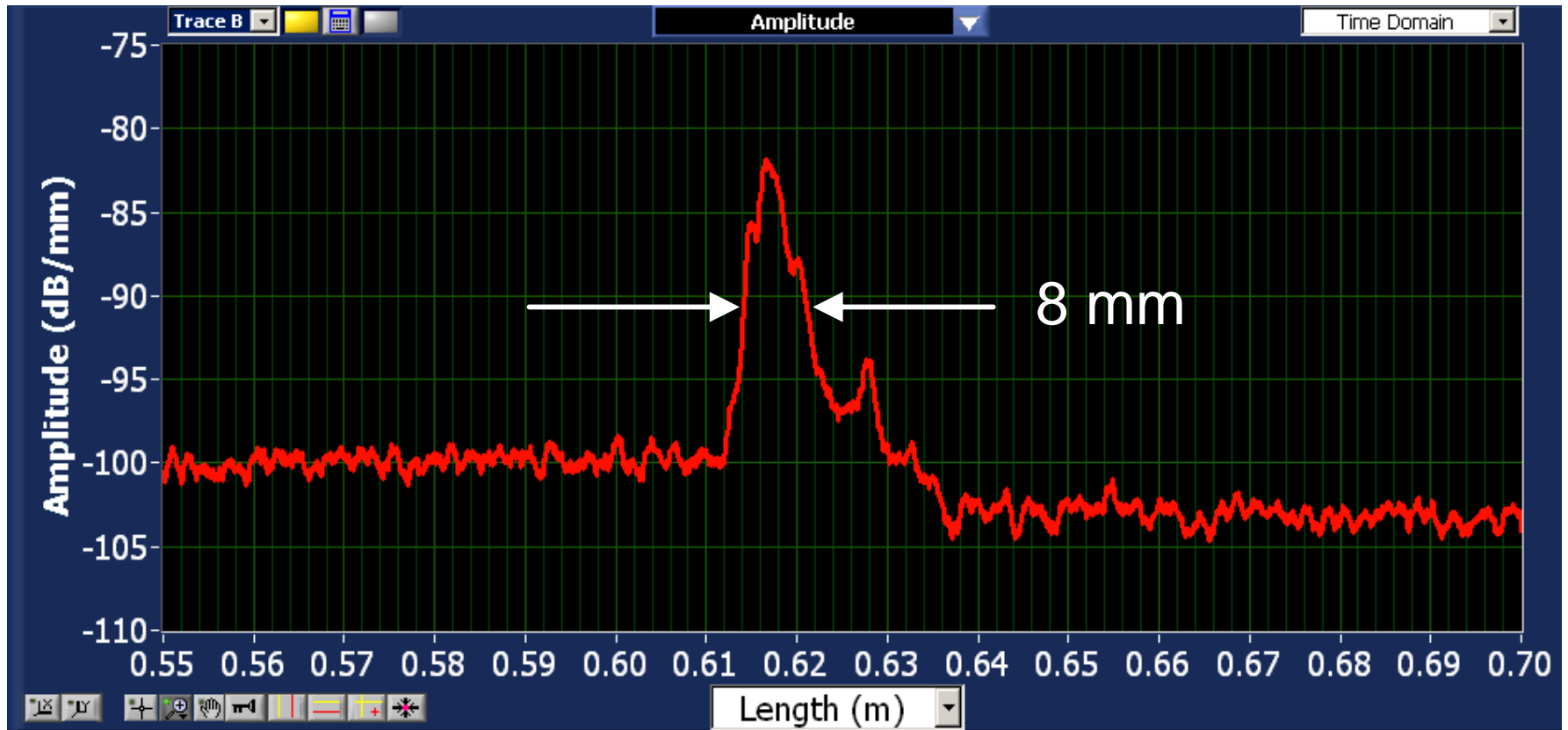
Рефлектограмма ВОЛП с несколькими коннекторами



Рефлектограмма ВОЛП с несколькими изгибами

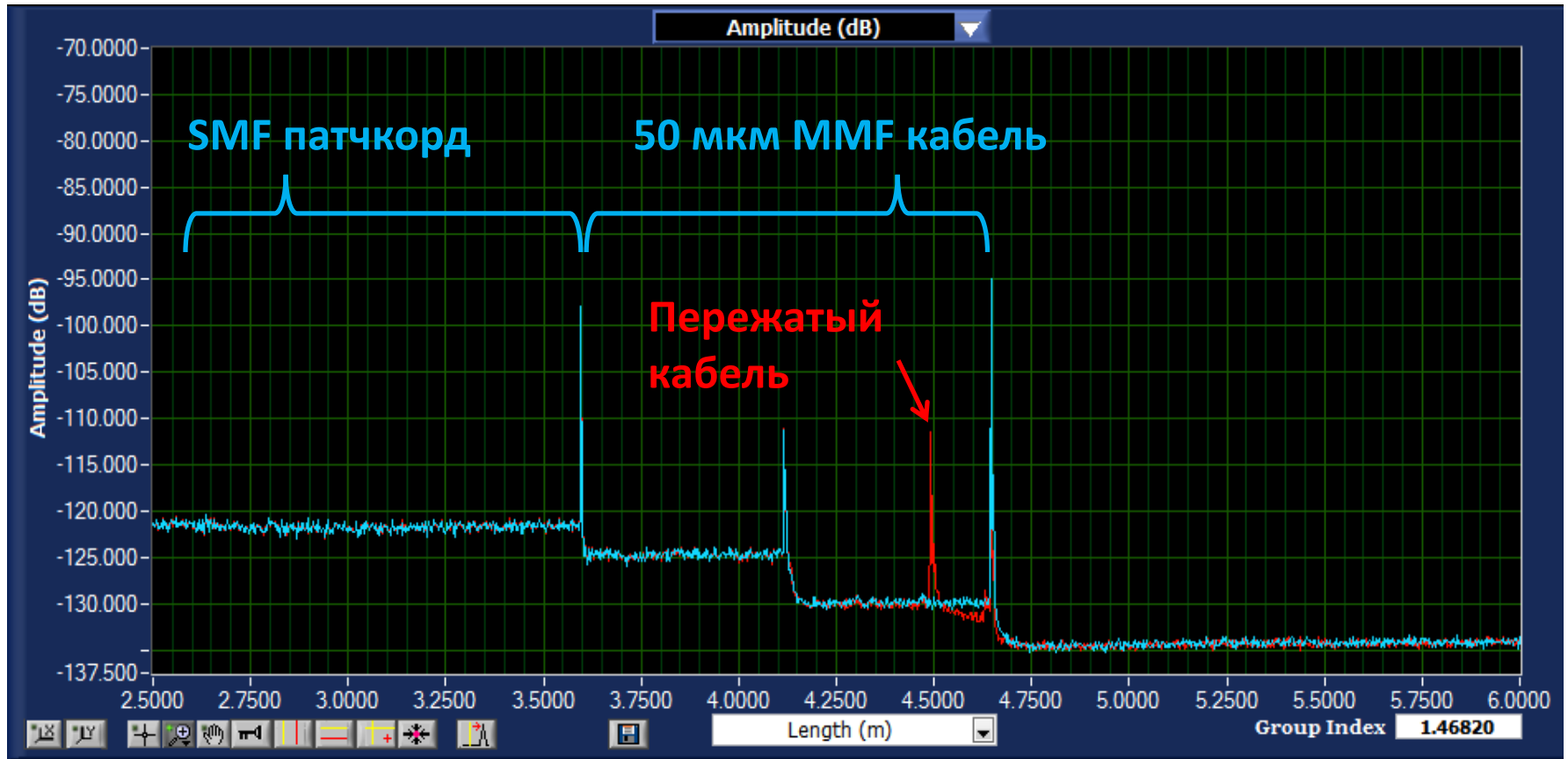


Рефлектограмма отдельного изгиба

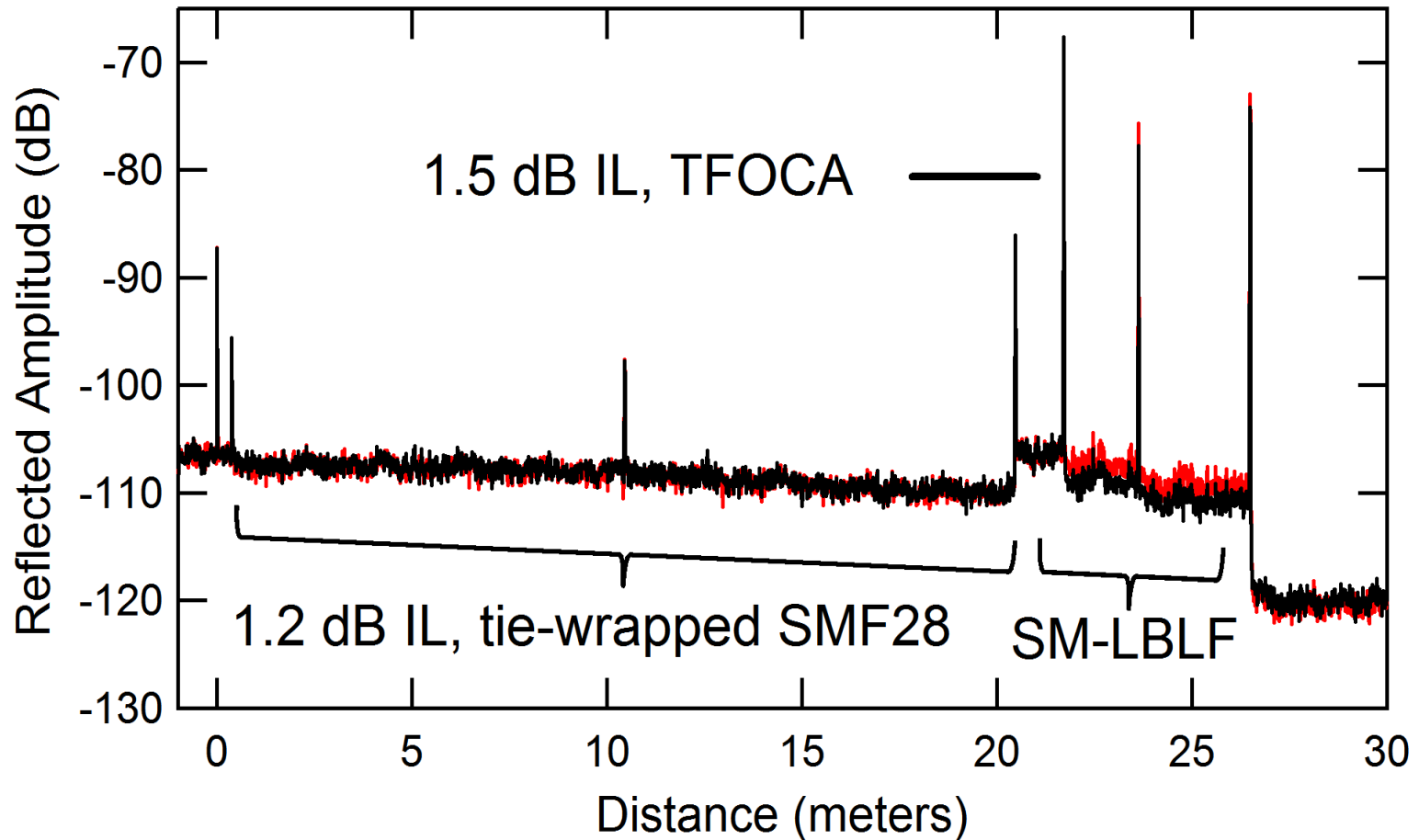


- Первый изгиб предыдущей рефлектограммы

Определение дефектов и разрывов в SM и MM световодах

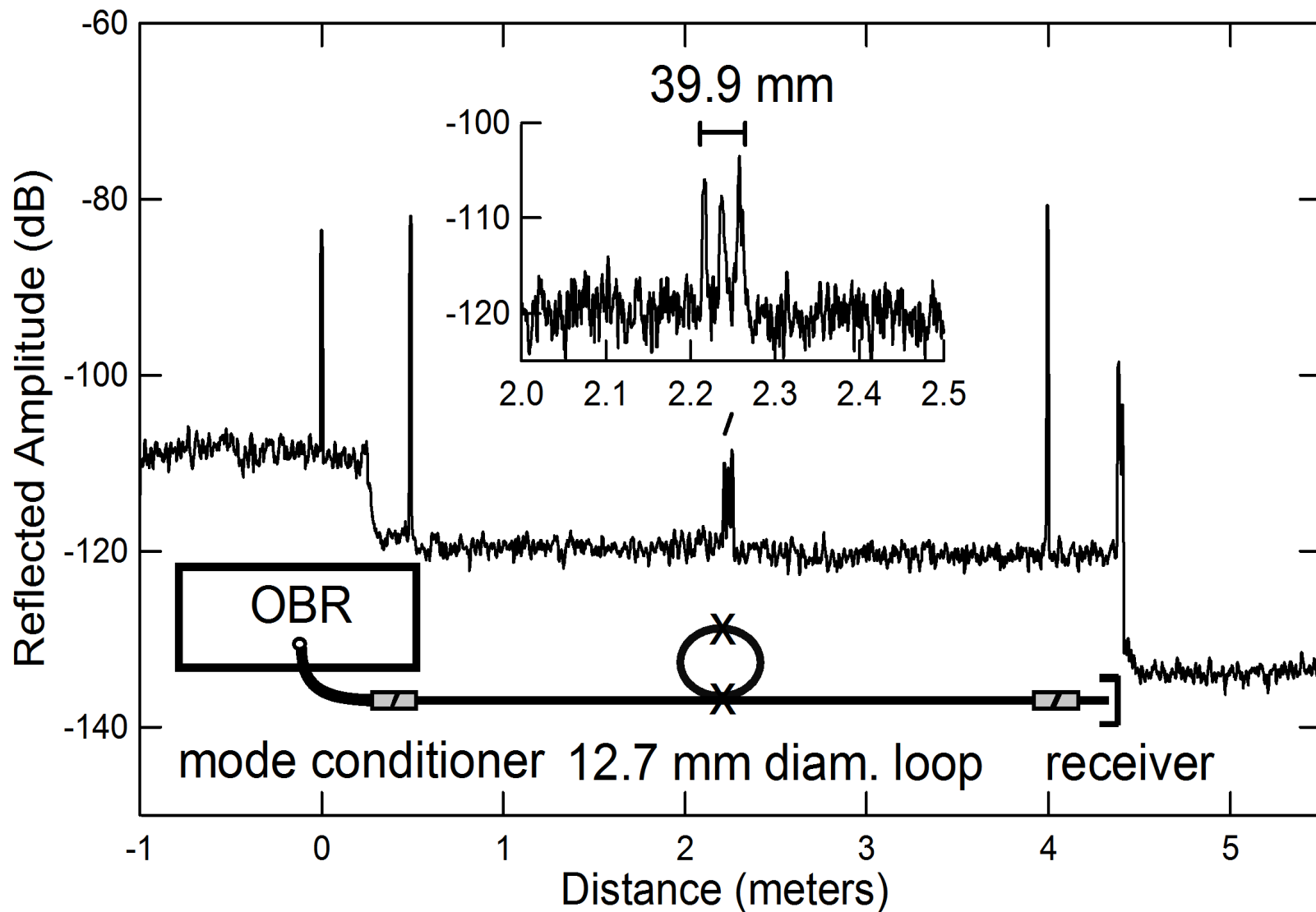


- Измерение многомодовой кабельной сборки
- Красный график отражает пережатие кабеля на расстоянии 4,5 м от начала



- Стяжки и элементы защищенной (тактической) кабельной сборки могут быть причиной механических напряжений и оптических потерь.
- Соединители TFOCA могут быть слишком жесткими или не соответствовать спецификации.

Локализация макроизгибов в многомодовом волокне



Определить условия анализа

LightPath Analysis

Characteristic Length (m)	0.100
Drop Size (m)	0.020
Peak Detect Ratio (lin)	40.000
Drop Detect Ratio (lin)	1.500
Peak Extract Length (m)	0.100
Integration Width (m)	0.500
Peak Dead Zone (m)	0.005
Peak Tolerance (dB)	-65.000
Drop Tolerance (dB)	-68.000
Loss Tolerance (dB)	0.500

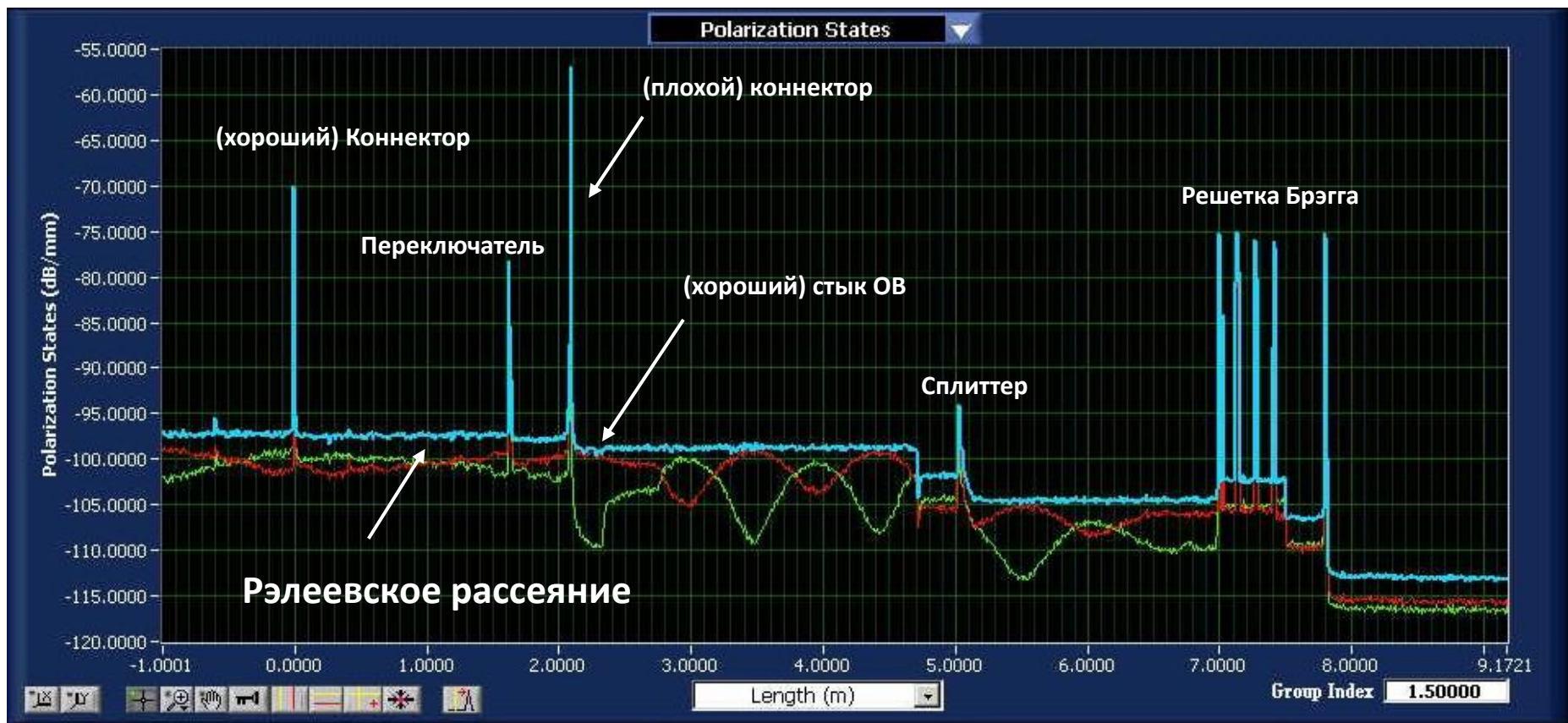
Analyze

Автоматический анализ (pass/fail)



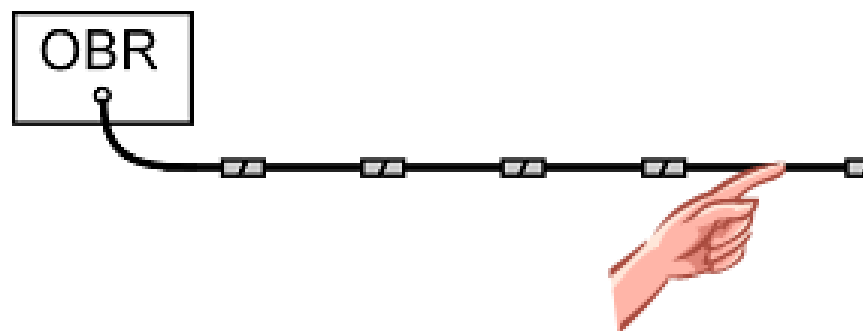
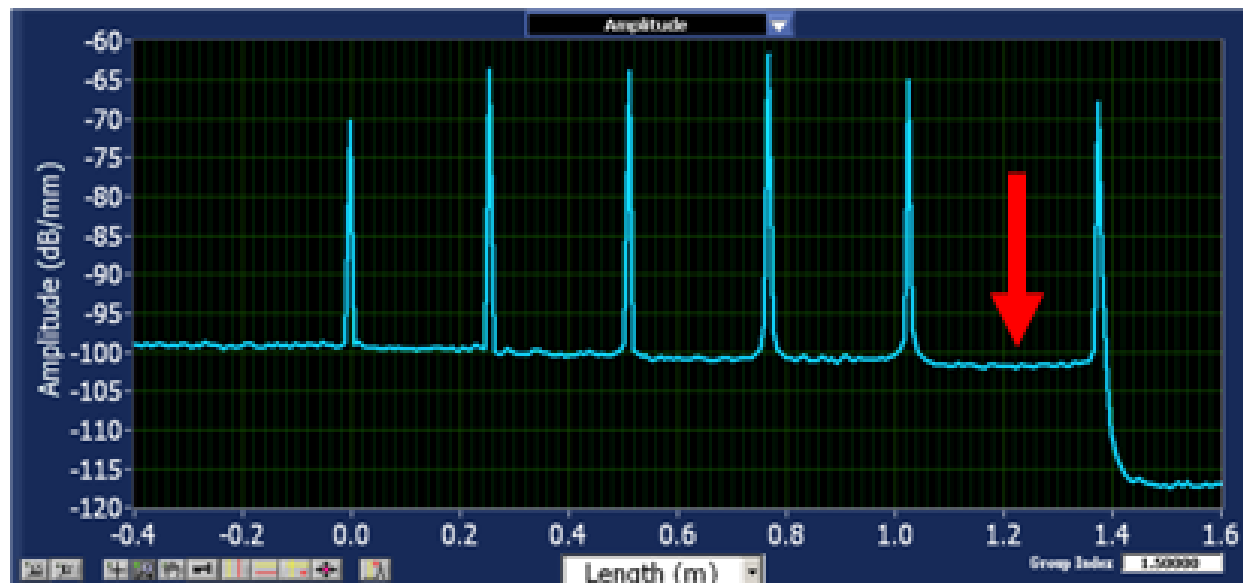
Измерение рэлеевского рассеяния

- Оптические рефлектометры частотной области (OFDR) – обеспечивают беспрецедентную чувствительность



- Оптическое волокно (Стандартное SMF) можно использовать в качестве датчика.

Локализация температурных воздействий



- Эффект влияния изменения температуры на потери в ОВ может быть использован как определитель (локатор) положения для большинства стандартных волокон.

Модели и характеристики приборов серии OBR



Параметр	OBR 5T-50	OBR 4200	OBR 4600/4613
Диапазон длин волн	C	1540 +/-1 нм	C&L или O
Чувствительность, дБ	-125	-125	-130
Разрешение события, мм	0.02	1.5	0.01
Дин. диапазон IL, дБ	10	16	18
Дин. диапазон RL, дБ	65	50	70
Максимальная длина, м	8.5	500	2000
Скорость измерений, сек	0.084 (8.5 м)	3.8 (10.0 м)	6.0 (30.0 м)
Измерение фазы	Нет	Нет	Да
Волоконный датчик	Нет	Нет	Да



Основные особенности и возможности

- Лучшее на рынке пространственное разрешение: 10 мкм
- Отсутствие мертвой зоны
- Измерение оптического устройства (тракта) длиной 30 м с разрешением 10 мкм за 7 секунд
- Мониторинг изменений состояния поляризации при распространении света в ВОЛП
- Длина оптического световода до 2 км
- Возможность измерения температуры и напряжений



Основные особенности и возможности

- Полностью портативный, работа от батарей
- Защищенный и надежный дизайн для жестких условий эксплуатации
- Совместим с Toughbook®
- Миллиметровое разрешение на дистанциях до 500 м без мертвой зоны
- Лучший на рынке портативный рефлектометр высокого разрешения



Основные особенности и возможности

- Лучшее на рынке сочетание скорости измерения (11,9 Гц), длины световода (8,5 м) и точности (0,015%)
- Высокая чувствительность: -125 дБ
- Высокое разрешение: 20 мкм
- Удобное ПО и интерфейс пользователя
- Автоматическое детектирование событий отражения и отображение значений IL, RL и локации события