

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

А.С. Перин

**ТЕСТИРОВАНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ
РЕФЛЕКТОМЕТРОМ «ТОПАЗ-7315-AR»**

Методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Томск
2020

УДК 621.391.1.519.8(075.8)
ББК 32.88-01я73
П274

Рецензент:

Хатьков Н.Д., доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники,
канд. техн. наук

Перин, Антон Сергеевич

П274 Тестирование волоконно-оптической линии связи рефлектометром «ТОПАЗ-7315-AR»: методические указания по выполнению лабораторной работы / А.С. Перин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2020. – 14 с.

В методических указаниях приведены краткие сведения о методах тестирования волоконно-оптических линий связи и описание методики измерения мощности оптического излучения в оптической линии связи и определения длины линии рефлектометром «ТОПАЗ-7315-AR».

Предназначено для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", профиль "Оптические системы и сети связи" по курсу «Проектирование, строительство и эксплуатация волоконно-оптических линий связи».

Одобрено на заседании каф. сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники,
протокол № 2 от 01.10.2020

УДК 621.391.1.519.8(075.8)
ББК 32.88-01я73

© Перин А.С., 2020
© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	4
2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА	6
3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	9
4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	12
5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	13
6 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	14

1 ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: изучение принципов работы оборудования для тестирования оптоволоконных линий на примере оптического рефлектометра «ТОПАЗ-7315-AR».

Оптические кабели находят все более широкое применение – от магистральных линий и корпоративных систем передачи данных до локальных компьютерных сетей. Преимущество волоконной оптики в скорости передачи информации пока недостижимы для медных кабелей.

Немаловажно и то преимущество, что тестировать оптический кабель проще. Измерению подлежат меньшее число параметров, в большинстве случаев – только потери в кабеле, так как перекрестных помех в оптике нет.

Любому специалисту, работающему с волоконной оптикой, важно разбираться в выборе контрольно-измерительной аппаратуры и монтажного оборудования для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Основным “помощником” специалиста по установке и эксплуатации волоконно-оптических систем служит оптический тестер. Он используется при входном контроле параметров оптического кабеля, его монтаже, приемосдаточных испытаниях кабельной системы, контроле выходных параметров активного оборудования и обслуживании действующей линии. Преимущества этого прибора – простота использования, малые габариты и масса, автономное питание и сравнительно низкая стоимость.

Несмотря на это, оптический тестер должен обеспечивать:

- большой динамический диапазон, достаточный для тестирования участков кабеля между усилителями;
- требуемую точность измерения в соответствующем спектральном диапазоне;
- возможность измерений в широком спектральном диапазоне;
- долговременную стабильность параметров;
- малое энергопотребление, обеспечивающее длительную работу от одного комплекта батарей.

По конструктивному исполнению тестеры подразделяются на два типа: комплекты из двух приборов – источника и измерителя и совмещающие в одном корпусе источник и измеритель. В данной лабораторной работе используется прибор второго типа с функцией рефлектометра.

Оптический рефлектометр, размещенный на ближнем конце линии, посылает в проверяемый сегмент излучение и регистрирует сигналы, вернувшиеся назад к исходному порту. Порт рефлектометра совмещает функции передатчика и приемника. Источник отправляет в сегмент импульсы определенной мощности и продолжительности, затем отключается, и на том же порту начинает работать фотоприемник. Последний регистрирует мощность сигналов, отразившихся от различных «препятствий» в волокне, фиксирует время их поступления и выдает результаты в виде графика - рефлектограммы с обнаруженными в сегменте событиями – все обнаруженные коннекторные соединения, сварные и механические соединения, изгибы и другие неоднородности волокна. Время регистрации событий пересчитывается в расстояние, которое откладывается по горизонтали в метрах или километрах. Типичный вид рефлектограммы приведён на рисунке 1.1, она состоит из мёртвой зоны в начале, рабочего участка и области шумов в конце трассы.

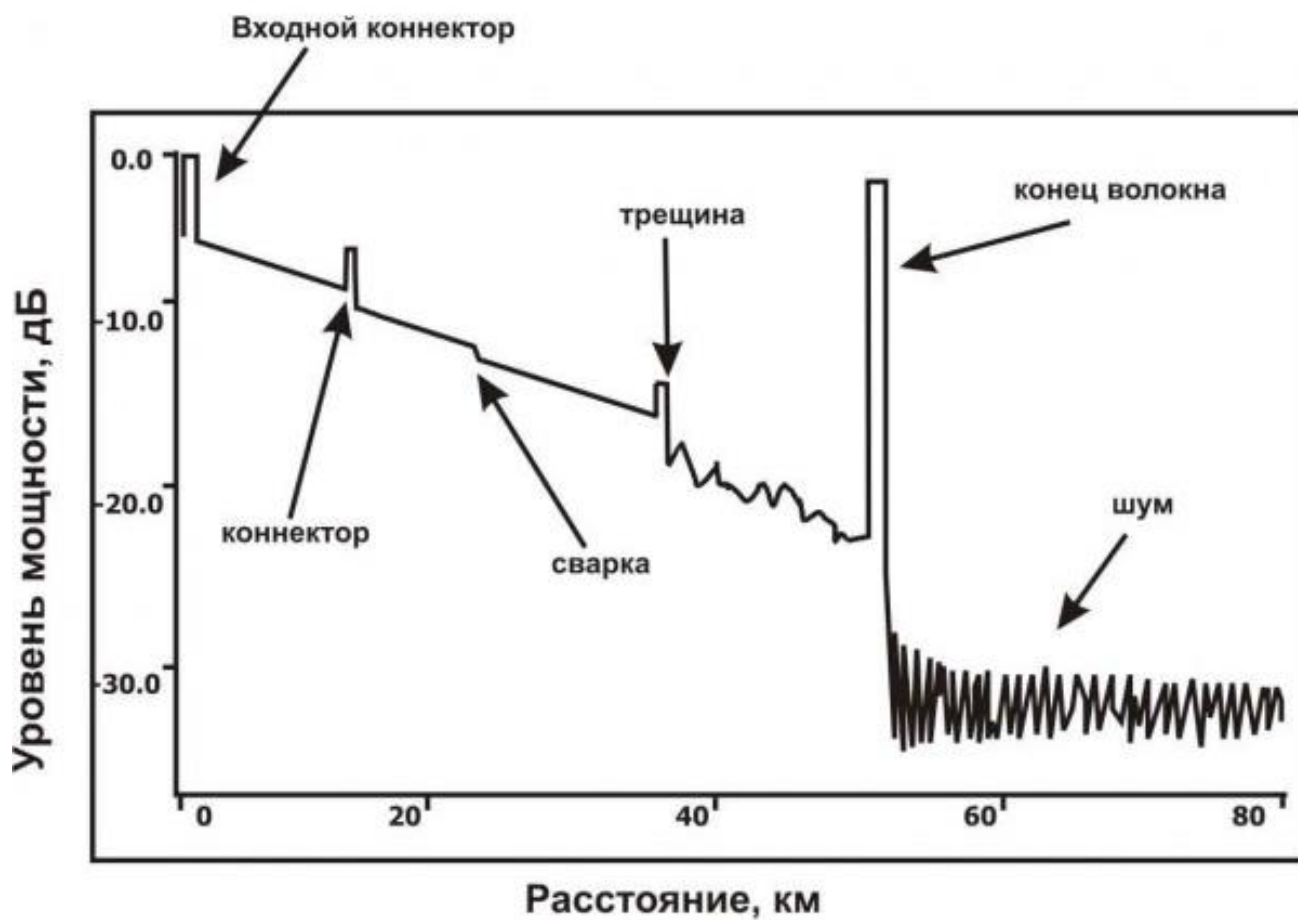
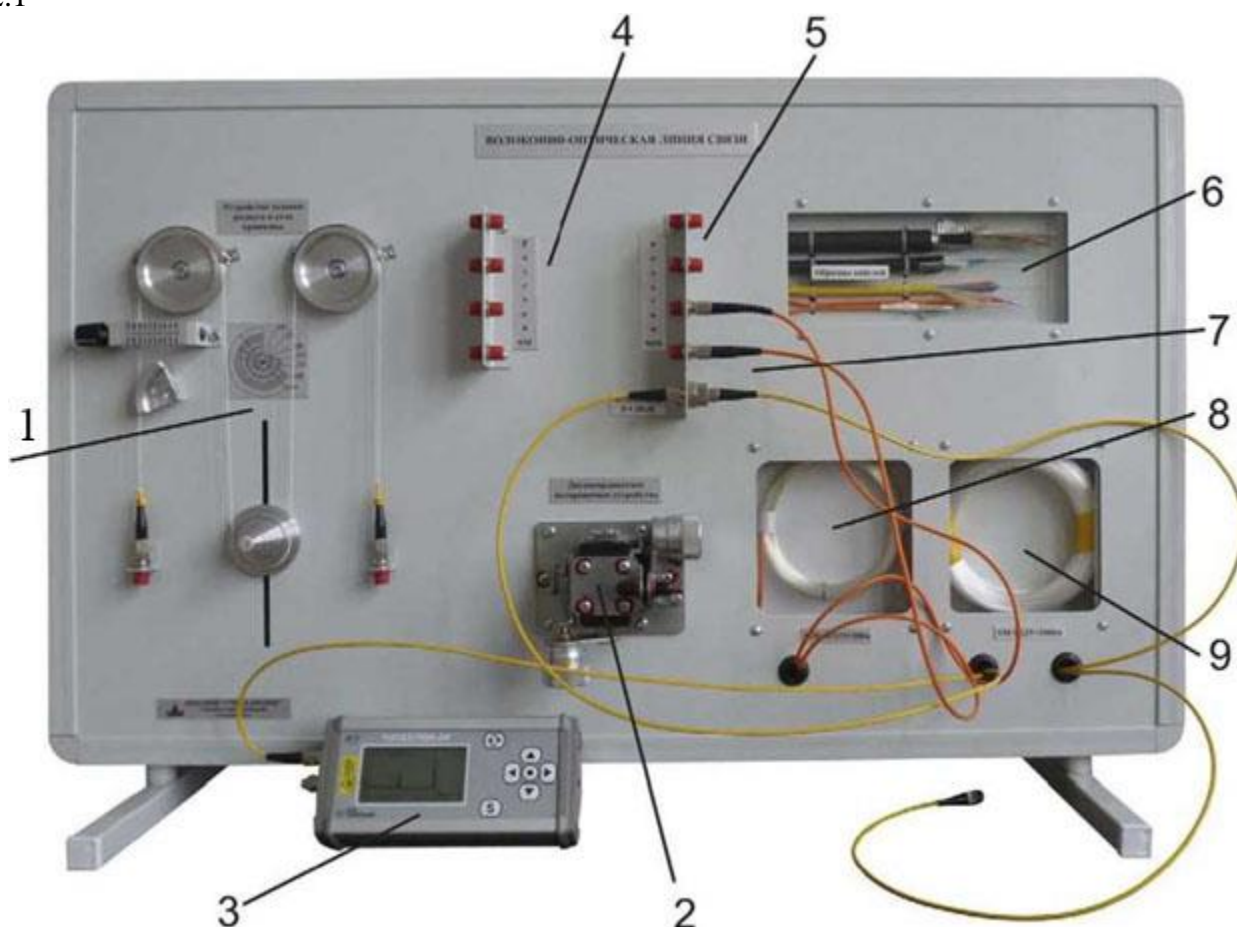


Рисунок 1.1 – Пример рефлектограммы

2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Типовой комплект для выполнения лабораторной работы состоит из лабораторной установки и дополнительного оборудования. Внешний вид установки представлен на рисунке 2.1



- 1 – устройство задания радиуса и угла кривизны;
- 2 – устройство внесения неоднородностей в стык оптоволокна с трехкоординатным юстировочным устройством;
- 3 – оптический тестер–рефлектометр;
- 4 – планка с оптическими розетками для подключения одномодового волокна (SM);
- 5 – планка с оптическими розетками для подключения многомодового волокна (MM);
- 6 – образцы оптических кабелей;
- 7 – переменный аттенюатор;
- 8 – оптическая линия связи MM длиной 200 м;
- 9 – оптическая линия связи SM длиной 1000 м.

Рисунок 2.1 – Внешний вид лабораторного макета

Краткий обзор лабораторного макета.

Образцы кабелей разделены с одной стороны и защищены органическим стеклом. В качестве примеров оптических кабелей представлены (рисунок 2.2, сверху - вниз):

1. Бронированный самонесущий кабель (внешний полиэтилен, стальная гофра, внутренний полиэтилен, 8 трубок, заполненных гелем, для укладки оптоволокна, 8 оптических волокон в буфере 0.25, центральный стальной трос);
2. Кабель, усиленный для внешней прокладки в колодцах и пр. (внешний полиэтилен,

стальная гофра, кевларовые нити, трубка, заполненная гелем для оптических волокон, 8 (16) оптических волокон в буфере 0,25);

3. Кабель для внутренней прокладки (LSZH оболочка, кевларовые нити, 16 разноцветных оптических волокон в буфере 0,9);

4. Оптический шнур (LSZH оболочка, кевларовые нити, оптоволокно в буфере 0,9).



Рисунок 2.2 – Образцы оптических кабелей

Панки с оптическими розетками представляет собой набор оптических розеток для UPC полированного оптоволокна. Представлены розетки для SM и MM волокна, которые используются для различных оптических схем в процессе работы.

Оптические линии связи представляют собой нормализующие катушки для SM и MM волокна, с длиной соответственно 1000 м и 200 м (рисунок 2.3). Две из них закрыты органическим стеклом и представлены для обозрения. Одна закреплена внутри корпуса стенда.

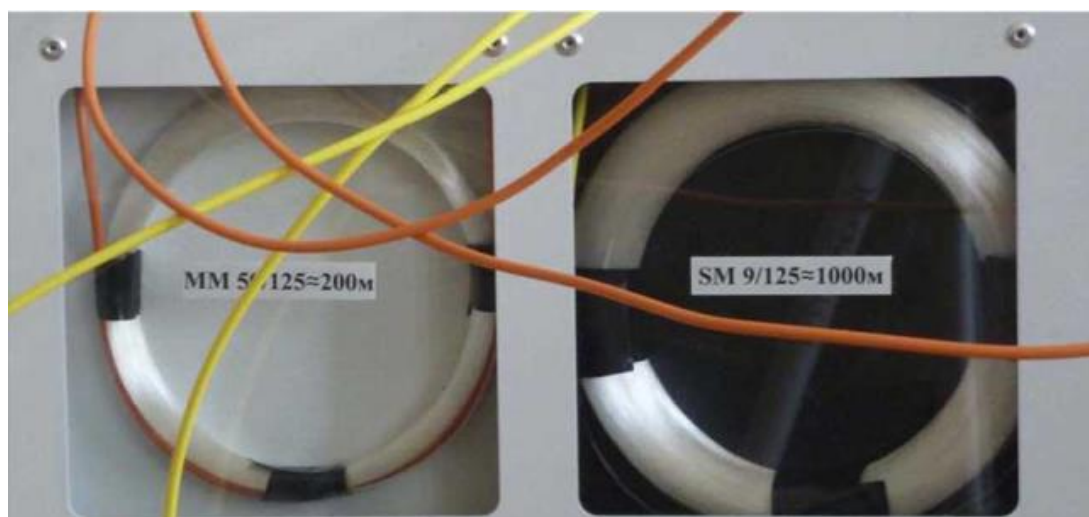


Рисунок 2.3 – Оптические линии связи в виде нормализующих катушек для SM и MM волокна, с длиной соответственно 1000 м и 200 м

Модовый скремблер (смеситель мод) соответствует спецификации ТТ/ЕІА–568–В.1 и представляет собой катушку диаметром 22 мм, на которую требуется намотать 5 витков оптического кабеля в буфере 3 мм (рисунок 2.4). Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт.



Рисунок 2.4 – Модовый скремблер

На рисунке 2.5 представлен рефлектометр «ТОПАЗ–7315–AR» с функцией измерителя оптической мощности. Модель прибора включает два разъёма на боковой стороне для измерителя оптической мощности и рефлектометра. Выбор функций производится переключением режима его работы в главном меню кнопками ▼ и ▲. Для выбора режима используется центральная кнопка ●. Для возврата в предыдущее меню используется кнопка с двумя круговыми стрелками.

! ВАЖНО: при работе с лазерным прибором соблюдайте все меры безопасности.



Рисунок 2.5 – Оптический тестер-рефлектометр «ТОПАЗ–7315–AR»

Правила работы с оптическим оборудованием:

- Перед проведением измерений необходимо обеспечить чистоту оптических разъемов. Не допускается прикасаться руками и предметами к торцам коннекторов;
- Подключая разъем рефлектометра к линии, убедитесь, что в линию не поступает сигнал. Наличие мощного сигнала в линии может привести к неисправности прибора;
- Защищайте глаза во время работы.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Прежде чем приступить к работе, внимательно прослушайте вводный инструктаж по электробезопасности и правилах эксплуатации тестера-рефлектометра «Топаз–7315–AR».

Порядок проведения измерений:

1) Включите тестер–рефлектометр в режим измерения оптической мощности (ТЕСТЕР → РУЧНОЙ), снимите защитный колпачок с входа измерителя оптической мощности. Выберите разные шкалы измерения (Вт, дБ, дБм) и разные длины волн. Для изменения значения единиц измерения нужно в режиме тестера (рисунок 3.1) переместиться на вторую строку дисплея, и последовательным нажатием кнопки ◀ выбрать требуемую единицу измерения.

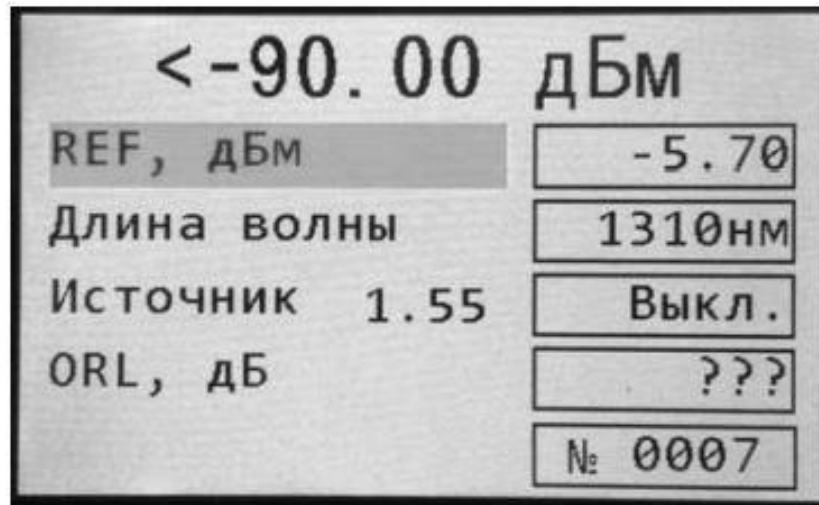


Рисунок 3.1 – Режим «РУЧНОЙ»

Для установки требуемого значения длины волны измерителя мощности нужно переместиться на строку «Длина волны». Быстрый переход на предустановленные значения длины волны из ряда: 850 нм / 1310 нм / 1490 нм / 1550 нм / 1625 нм осуществляется последовательным нажатием кнопки ●. Изменение значения длины волны на 1 нм производится нажатием кнопок ◀и ▶.

Запишите текущие показания прибора для разных длин волн и заполните таблицу 3.1 по образцу.

Таблица 3.1 – Результаты измерений в режиме «РУЧНОЙ»

Шкала измерения	Длины волн				
Вт					
дБ					
дБм					

2) Разверните измеритель оптической мощности чувствительным элементом к источнику света или окну.

Запишите показания прибора для разных длин волн и заполните таблицу 2 по образцу.

Таблица 3.2 – Результаты измерений в режиме «РУЧНОЙ»

Шкала измерения	Длины волн			
Вт				
дБ				
дБм				

3) Подключите рефлектометр (верхний разъем прибора) к SM линии 1000 м (вторая сторона линии должна быть закрыта заглушкой) и установите режим работы «РЕФЛЕКТОМЕТР». На экране отобразится таблица с текущими параметрами (рисунок 3.2). Выберите длину волны, на которой хотите проводить измерения (следует провести измерения для 1550нм / 1310нм / 850нм). Параметр «Длина линии» рекомендуется устанавливать на 30% больше истинной длины линии. Длительность импульса устанавливается в строке «Зонд.Имп.» на АВТО.

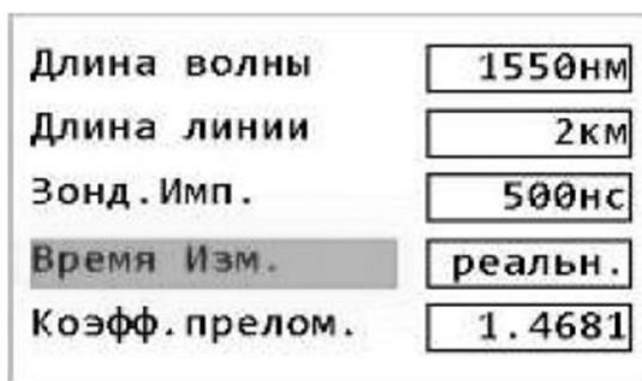


Рисунок 3.2 – Режим «РЕФЛЕКТОМЕТР»

4) Проведите измерение в режиме реального (строка на дисплее «Время изм.») времени для SM линий. Для запуска нажмите кнопку (S). Вы увидите процесс измерения. Для того чтобы прервать процесс, нажмите повторно кнопку (S).

5) Определите длину линии, затухание в ней и на характерных участках. Занесите результаты в таблицу 3.3 по образцу.

Таблица 3.3 – Результаты измерений в режиме «РЕФЛЕКТОМЕТР»

λ , нм	Затухание, дБ/км	
	SM	MM
1550 нм		
1310 нм		
850 нм		

Для проведения ручных измерений параметров линии нажмите кнопку ●. В месте, где был установлен курсор, появится метка в виде пунктирной вертикальной линии (рисунок 3.3). Маркер отображается сплошной вертикальной линией. Курсор можно двигать кнопками ◀ и ▶. Найдите на рефлектограмме конец линии и переместите туда курсор. В верхнем левом углу отобразится погонное затухание линии в промежутке между началом линии и установленным курсором. В информационной строке отображается расстояние между и затухание между этими двумя точками.

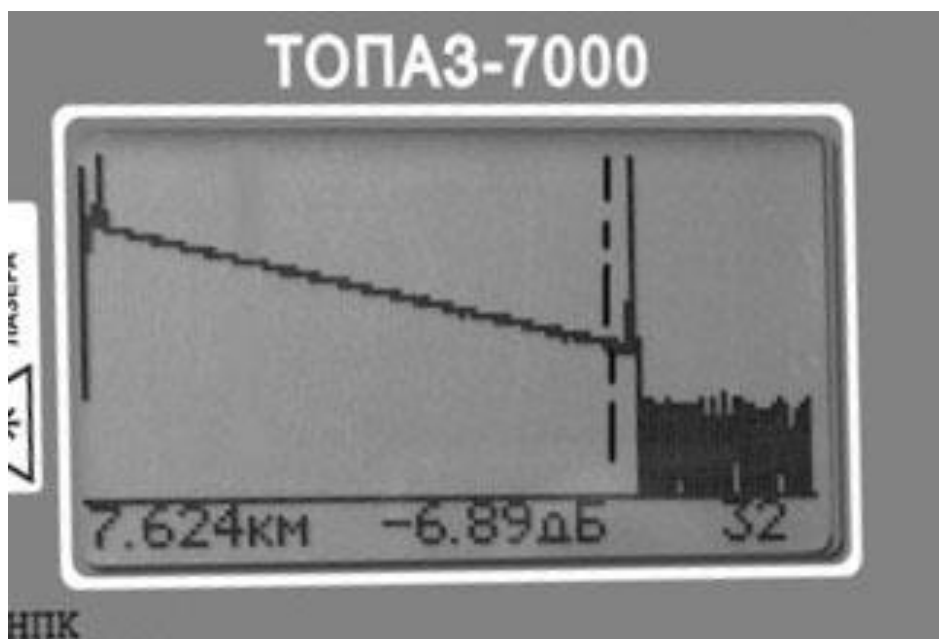


Рисунок 3.3 – Измерение затухания и длины линии

Чтобы измерить затухание на неоднородностях нужно изменить масштаб. Для изменения масштаба отображения рефлектограммы нажмите и удерживайте кнопку ● в течении 2-х секунд. Далее кнопкой ▲ увеличьте масштаб по вертикали, пока не будет четко выражен участок события. Установите маркер и курсор на границах события кнопкой ввод ● (рисунок 3.4). Снимите значение затухания на данном участке и зафиксируйте результат в таблице 3.3.

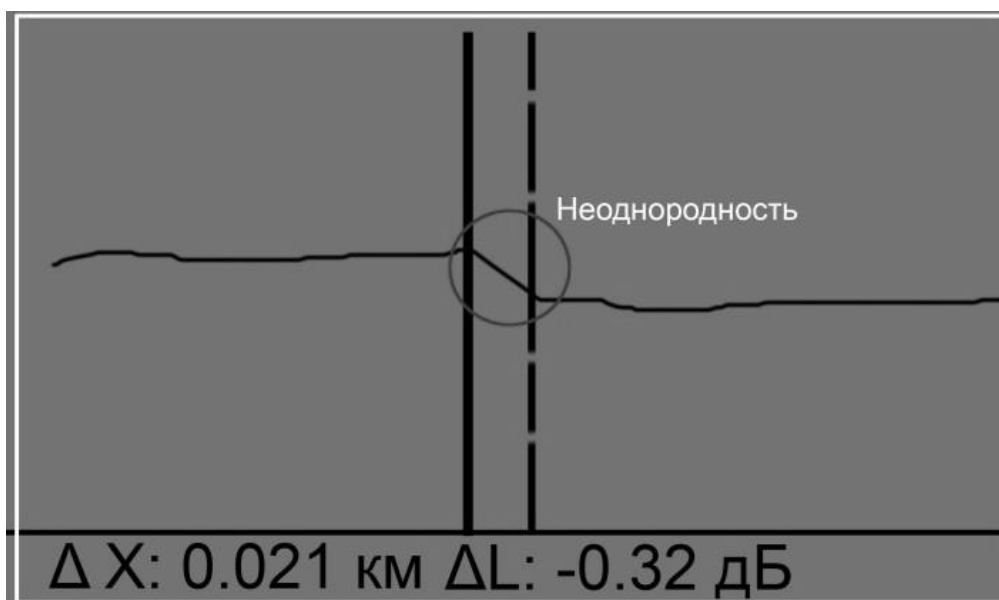


Рисунок 3.4 – Определение затухания на неоднородности

б) Подключите рефлектометр (верхний разъем прибора) к ММ линии 200 м. Проведите измерение в режиме реального (строка на дисплее «Время изм.») времени для ММ линий на 1310 нм / 1550 нм / 850 нм. Для запуска нажмите кнопку (S). Вы увидите процесс измерения. Для того чтобы прервать процесс, нажмите повторно кнопку (S). Повторите пункт 5 и занесите результаты в таблицу 3.3.

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен включать:

1. Схема измерения мощности излучения;
2. Схема измерения длины линии;
3. Таблицы и графики выхода на стационарный режим;
4. Максимальные и минимальные значения мощности из п.п. 4-6;
5. Выводы относительно явлений, наблюдаемых при измерениях в п.п. 4-6;
6. Выводы относительно порядка проведения измерений с помощью «Топаз-7000-AR» в режиме оптического тестера и в режиме рефлектометра.
7. Ответы на контрольные вопросы.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните различия в показаниях измерителя мощности, полученные в п.1 и в п.2.
2. Будет ли разница в измеренной мощности оптического излучения, если измерять эту мощность, предварительно пропустив свет через MM или SM волокно?
3. Существует ли паразитное оптическое излучение на длинах волн, отличных от выбранной на источнике оптического излучения? Насколько оно велико? Почему появляется?

6 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рефлектометр оптический «Топаз-7315-AR». Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.topfibertester.ru/downloads/manual/ТОПА3-7000-AR_ARX_v1.2.pdf