

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ РАССТОЯНИЙ ОПТИЧЕСКИМ РЕФЛЕКТОМЕТРОМ МТР 6000

*Ковалев Д.В., Орехов А.К.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Белошицкий А.П. –  
кандидат технических наук, доцент

**Аннотация.** В материалах доклада рассматривается разработанная методика определения абсолютной погрешности измерения расстояний до мест неоднородностей и соединений оптического волокна (ОВ) с помощью оптического рефлектометра МТР 6000. Приводятся функциональные возможности этого прибора и принцип его работы.

**Ключевые слова:** Оптический рефлектометр, измерения расстояний, погрешность, методика.

## ***Введение***

Для достижения требуемых параметров передачи волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и их высоких эксплуатационных качеств большую роль имеет метрологическое обеспечение (МО) строительства и технической эксплуатации ВОЛС. Одной из важных задач МО является контроль метрологических характеристик (МХ) используемых измерительных приборов. На разных стадиях жизненного цикла приборов этот контроль осуществляется при проведении государственных испытаний, поверки, калибровки и метрологической экспертизы. Эти работы по метрологической оценке выполняются с использованием специально разработанных научно-обоснованных методик.

В докладе рассматривается разработанная методика определения абсолютной погрешности оптического рефлектометра МТР 6000 при измерении расстояний до мест неоднородностей и соединений ОВ.

## ***Основная часть***

Прибор МТР 6000 [1] предназначен для измерения характеристик оптических волокон и волоконно-оптических компонентов и может выполнять функции следующих приборов:

- оптического рефлектометра;
- источника непрерывного оптического излучения;
- измерителя мощности оптического излучения;
- источника видимого излучения.

При работе в режиме оптического рефлектометра прибор МТР 6000 позволяет измерять затухания в ОВ и их соединениях, длины ОВ и волоконно-оптических линий, расстояния до мест неоднородностей и соединений ОВ.

Принцип работы оптического рефлектометра МТР 6000 основан на измерении сигнала обратного рэлеевского рассеяния при прохождении по ОВ мощного одиночного оптического импульса. Слабый сигнал обратного рассеяния регистрируется чувствительным оптическим приемником, преобразуется в цифровую форму и многократно усредняется для уменьшения влияния шумов аппаратуры. В результате обработки этого сигнала формируется рефлектограмма, по которой определяются параметры ОВ и ВОЛС.

Для генерации непрерывного оптического излучения в приборе МТР 6000 используются те же лазерные диоды и оптический разветвитель, что и для рефлектометра. Выходом источника непрерывного излучения является оптический разъем рефлектометра. Мощность излучения стабилизируется с помощью внешнего фотодиода и схемы стабилизации мощности.

Для определения абсолютной погрешности измерения расстояний оптическим рефлектометром МТР 6000 в качестве эталонного средства был выбран оптический генератор ОГ-2-1. Метрологические характеристики ОГ-2-1 [2] полностью удовлетворяют требованиям решаемой задачи.

Определение погрешности проводят при минимальных значениях разрешения (интервала дискретизации сигнала обратного рассеяния), допустимых для данного диапазона измеряемых расстояний. Одновременно проверяют значения диапазонов измерения расстояний.

Для определения погрешности измерения расстояний необходимо соединить выход генератора ОГ-2-1 со входом рефлектометра МТР 6000 и включить генератор. С помощью кнопки F2 на передней панели рефлектометра выбрать окно «Параметры измерения» показанное на рисунке 1.

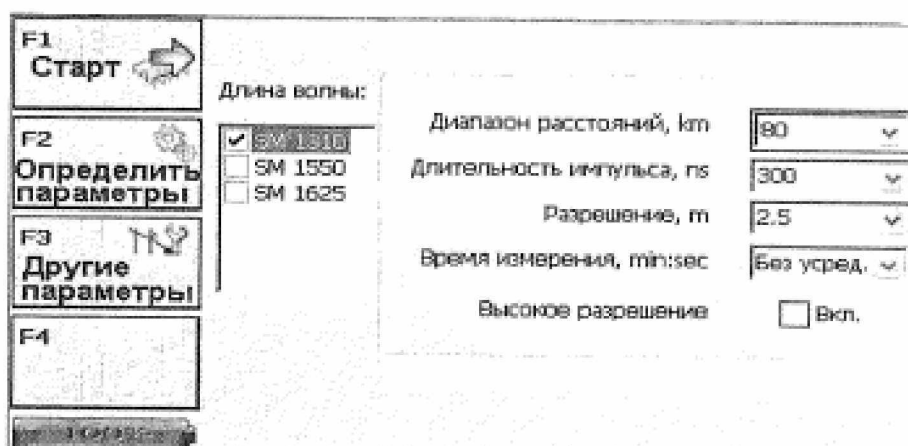


Рисунок 1 – Изображение окна «Параметры измерения» на дисплее рефлектометра МТР 6000.

В появившемся окне «Параметры измерения» установить следующие значения параметров:

длина волны - минимальная из 1310, 1490, 1550, 1625 нм для одномодовых рефлектометров или минимальная из 850, 1300 нм для многомодовых рефлектометров;

диапазон расстояний: 2 км;

длительность импульса: 100 нс;

разрешение: 0,16 м;

время измерения: без усреднений;

остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку ENTER.

Затем с помощью кнопки F3 выбрать окно «Дополнительные параметры измерения». В этом окне установить следующие значения параметров:

коэффициент обратного рассеяния, ВС: -80,0 dB для длины волны 1310нм, -81 dB, для длин волн 1490, 1550, 1625 нм, -72 dB, для длины волны 850 -75 dB, для длины волны 1300 нм.

Показатель преломления, n: 1,47500.

Остальные параметры – по умолчанию.

Затем установить в меню "Параметры" управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1 значение показателя преломления, равным 1,475.

Нажать кнопку «Расстояние» управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1, при этом откроется окно «Проверка шкалы расстояний», в нем следует установить:

диапазон измеряемых расстояний – 2 км;

длину волны - в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;

длительность измерительного импульса - 100 м;

число измерительных импульсов - 5;

положение 1-го измерительного импульса - 400 м.

Нажать кнопку «Зафиксировать параметры импульсов», затем нажать кнопку «Допустимая погрешность» и установить параметры для расчета допустимой погрешности прибора:

$$\Delta L_0 = 0,5 \text{ м}$$

$\Delta L_{sample} = dL$ , м (минимальной разрешающей способности прибора для заданного диапазона измеряемых расстояний);

$$SL = 0,00003.$$

Запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме без усреднения.

С помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуду импульсов на экране прибора на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы прибора. Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, устанавливают на уровне  $(11 \pm 1)$  дБ ниже плоской части вершины импульса, для многомодовых рефлектометров, и на уровне  $(15 \pm 1)$  дБ ниже плоской части вершины импульса, для одномодовых рефлектометров.

После завершения работы прибора МТР 6000 в этом режиме передвинуть маркер: «В» в крайнее правое положение и прочесть максимальное значение шкалы расстояний, это значение является диапазоном измерения расстояний.

С помощью маркеров прибора МТР 6000 измерить расстояния от начала координат до точки пересечения горизонтальной линии, имитирующей сигнал обратного рассеяния, и переднего фронта каждого импульса. При этом используется максимальная растяжка масштаба по шкале затухания и шкале расстояний.

Занести полученные значения в соответствующий столбец ("Рефлектометр") в окне «Проверка шкалы расстояний» управляющей программы оптического генератора, для дальнейшего автоматического расчета погрешностей по формуле:

$$\Delta L_i = 1.1 * \sqrt{\Delta L_0^2 + (L_j - L_{0j})^2} \quad (1)$$

где  $\Delta L_0$ , м – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния оптического генератора ОГ-2-1  $L_j$ , м- расстояние до j-го импульса, измеренное по экрану прибора МТР 6000,  $L_{0j}$ , м- расстояние до j-го импульса, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-1.

Повторить измерения для всех диапазонов расстояний, указанных в таблице 1 для данного прибора, по описанной выше методике. Устанавливать длительности и положение первого измерительного импульса согласно таблице 1.

Таблица 1

Длительность измерительного импульса, м	Положение первого измерительного импульса, м	Диапазоны измерения расстояний, км	
		Многомодовый рефлектометр	Одномодовый рефлектометр
100	400	2	2
300	400	10, 20, 40	10, 20, 40
1000	400	80	120, 240

Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

- максимальные значения шкалы расстояний соответствуют диапазонам измеряемых расстояний таблицы 1;

- полученные значения пределов погрешностей в столбце «Погрешность» не превышают пределов допустимой абсолютной погрешности измерения расстояния, указанных в столбце «Допуск» в окне «Проверка шкалы расстояний» управляющей программы оптического генератора, т. е. удовлетворяют условию:

$$\Delta L_j \leq dl + dL + 3 * 10^{-5} * L_{0j} \quad (2)$$

где допустимое значение начального сдвига  $dl$  0,5 м;  $dL$  - установленное значение разрешения (интервала дискретизации сигнала обратного рассеяния), м;  $L_{0j}$  – расстояние, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-1, м.

### ***Заключение***

Разработанная методика позволяет определить абсолютную погрешность измерения расстояний до мест неоднородностей и соединений ОВ с помощью оптического рефлектометра МТР 6000.

### ***Список использованных источников:***

- 1. Руководство по эксплуатации оптического рефлектометра МТР 6000*
- 2. Руководство по эксплуатации оптическим генератором ОГ-2-1.*