

УТВЕРЖДАЮ
Директор БелГИМ


В.Л. Гуревич
" 08 " 06 2017



ИЗВЕЩЕНИЕ ИИТ.002-17 ОБ ИЗМЕНЕНИИ 2

методики поверки МРБ МП. 1971-2009

**Приборы оптические измерительные многофункциональные
МТР 6000**

Дата введения с:

" 08 " 06 2017

СОГЛАСОВАНО

Директор

ЗАО «Институт

информационных технологий»


М.В. Слесарчик

" 22 " 05 2017 г



РАЗРАБОТЧИК

Начальник отдела метрологии

ЗАО «Институт

информационных технологий»


М.Л. Гринштейн

" 22 " 05 2017 г

СОГЛАСОВАНО

Технический директор

ЗАО «Институт информационных технологий»



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



Н.А. Жагора

Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

Приборы оптические измерительные многофункциональные
МТР 6000

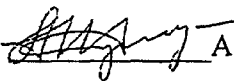
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ МП. 1971-2009

РАЗРАБОТАНО

Инженер-метролог

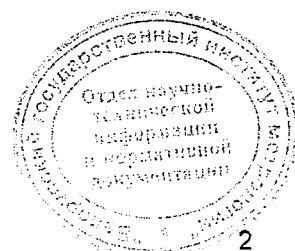
ЗАО «Институт информационных технологий»

 А.И. Кучуро

" 16 " ноября 2009 г.

Содержание

	л.
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	4
3 Требования к квалификации поверителей	5
4 Требования безопасности.....	5
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке.....	5
7 Проведение поверки.....	5
7.1 Внешний осмотр.....	5
7.2 Опробование.....	6
7.3 Определение метрологических характеристик рефлектометра прибора МТР 6000.....	13
7.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения расстояний.....	13
7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра.....	17
7.3.3 Определение динамического диапазона.....	21
7.3.4 Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению.....	26
7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности.....	31
7.4.1 Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки.....	31
7.4.2 Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности.....	33
7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения.....	34
7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения.....	34
7.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения.....	35
8 Оформление результатов поверки.....	35
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	36



Настоящая методика поверки распространяется на приборы оптические измерительные многофункциональные МТР 6000 ТУ ВУ 100003325.010-2009 (далее - прибор МТР 6000) и устанавливает методы и средства поверки.

В состав прибора МТР 6000 могут входить:

- оптический рефлектометр;
- измеритель оптической мощности;
- источник оптического излучения.

Оптический рефлектометр предназначен для измерения затухания и обратных потерь в оптических волокнах (ОВ) и их соединениях, длины ОВ и волоконно-оптических линий, расстояния до мест неоднородностей и соединений ОВ.

Измеритель оптической мощности предназначен для измерения оптической мощности и затухания в ОВ и волоконно-оптических компонентах.

Источник оптического излучения предназначен для генерации непрерывного стабилизированного излучения.

Прибор МТР 6000 может применяться при производстве ОВ и оптических кабелей, а также монтаже и эксплуатации волоконно-оптических линий связи для контроля состояния кабелей и прогнозирования неисправностей в них. Прибор МТР 6000 может работать в лабораторных и полевых условиях, как от внешнего источника питания, так и автономно.

Методика поверки устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверки прибора МТР 6000.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями ТКП 8.003-2011 "Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ".

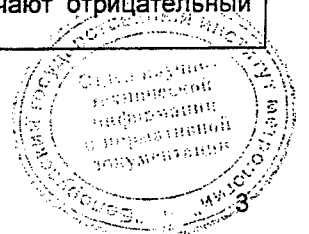
Межповерочный интервал – не более 12 месяцев для приборов МТР 6000, применяемых в сфере законодательной метрологии.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	7.1
Опробование	7.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения расстояний	7.3.1
Определение абсолютной погрешности измерения затухания	7.3.2
Определение динамического диапазона	7.3.3
Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению	7.3.4
Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки	7.4.1
Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности	7.4.2
Определение уровня мощности источника оптического излучения	7.5.1
Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения	7.5.2
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.	



2 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА
7.2	<p>Оптическое волокно одномодовое, длина 2 - 4 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 1 - 3 км Тестер оптический ОТ-2-3А. Диапазон измерения мощности оптического излучения от плюс 3 до минус 65 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности оптического излучения $\pm 3\%$ на длинах волн калибровки 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм, 1625 нм; $\pm 5\%$ на длине волны 850 нм; $\pm 7\%$ на длине волны 650 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического излучения $\pm 0,8\%$. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м.</p>
7.3.1 7.3.2	<p>Генератор оптический ОГ-2-1, длины волн 1310 нм, 1550 нм, 1625 нм. Диапазон расстояний 500 км. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния $\pm (0,2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot L)$, м. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания, дБ $\pm 0,02 \cdot B$ Генератор оптический ОГ-2-3/83, длины волн 850 нм, 1300 нм, Диапазон расстояний 100 км. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния $\pm (0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, м. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания, дБ $\pm 0,02 \cdot B$</p>
7.3.3	<p>Оптическое волокно одномодовое, длина 25 - 50 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 5 - 8 км</p>
7.3.4	<p>Генератор оптический ОГ-2-1. Оптическое волокно одномодовое, длина 2 - 4 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 1 - 3 км Оптический разветвитель одномодовый Оптический разветвитель многомодовый Оптический аттенюатор одномодовый с максимальным затуханием 45 дБ Оптический аттенюатор многомодовый с максимальным затуханием 45 дБ</p>
7.4.1 7.4.2 7.5.1 7.5.2	<p>Тестер оптический ОТ-2-3А. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м.</p>
<p>Примечания 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. 2 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке.</p>	



3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя и имеющих квалификационную группу не ниже третьей в соответствии с ПТЭ и ПТБ, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на прибор МТР 6000 и средства его поверки.

4 Требования безопасности

4.1 При подготовке и проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 "Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности", СТБ IEC 60825-1-2011 "Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования", а также руководству по эксплуатации прибора МТР 6000.

4.2 При работе с прибором МТР 6000 необходимо не допускать попадания в глаза лазерного излучения.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление 96-104 кПа;

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо:

- проверить срок действия свидетельств о государственной поверке средств измерений, применяемых при поверке;
- подготовить применяемые при поверке приборы к работе согласно их руководству по эксплуатации.

6.2 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, очищают от пыли в соответствии с разделом "Техническое обслуживание" руководства по эксплуатации прибора МТР 6000.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора МТР 6000 следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого прибора МТР 6000;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- исправность кабелей и разъемов, четкость маркировки;
- исправность и прочность крепления органов управления.

Прибор МТР 6000, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.



7.2 Опробование

7.2.1 Перед проведением опробования необходимо убедиться в чистоте оптических соединителей прибора МТР 6000 и оптических соединительных кабелей и, если это необходимо, очистить их от пыли и протереть в соответствии с разделом "Техническое обслуживание" руководства по эксплуатации прибора МТР 6000.

7.2.2 Опробование проводится для каждого функционального устройства (рефлектометра, источника излучения, измерителя мощности), входящего в комплект прибора МТР 6000 для оценки его исправности.

Для проведения опробования прибора МТР 6000 следует выполнить следующие операции:

1) подключить прибор МТР 6000 к входящему в комплект поставки источнику питания и включить в сеть напряжением 230 В, при этом на передней панели прибора загорится светодиод "CHARGE";

2) включить прибор МТР 6000 длительным нажатием кнопки **POWER**. После включения произойдет загрузка программного обеспечения, после завершения которой на экране появляется окно, показанное на рисунке 1 или 1а. В нем указаны устройства, установленные в данном приборе МТР 6000:

- оптический рефлектометр (установлен всегда);
- оптический тестер (надпись указывает на то, что в данном приборе МТР 6000 установлен измеритель оптической мощности и источник оптического излучения);

или

- измеритель оптической мощности (надпись указывает на то, что в данном приборе МТР 6000 установлен только измеритель оптической мощности);

или

- источник непрерывного излучения (надпись указывает на то, что в данном приборе МТР 6000 установлен только источник непрерывного излучения);

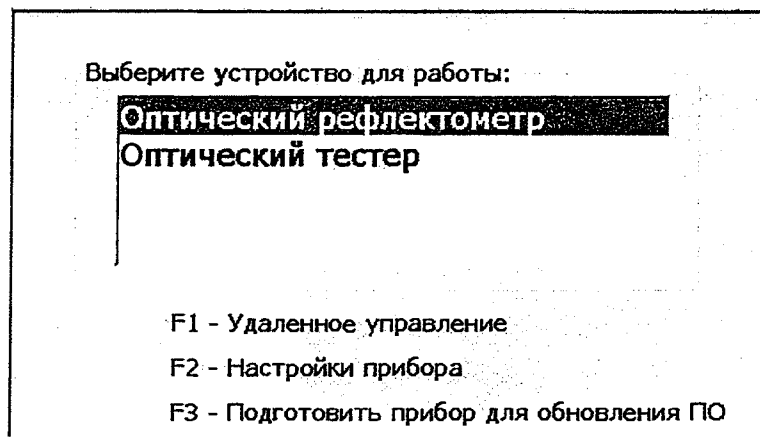
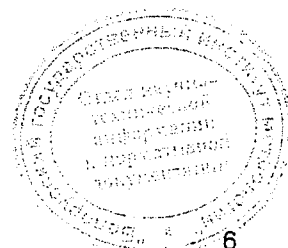


Рисунок 1



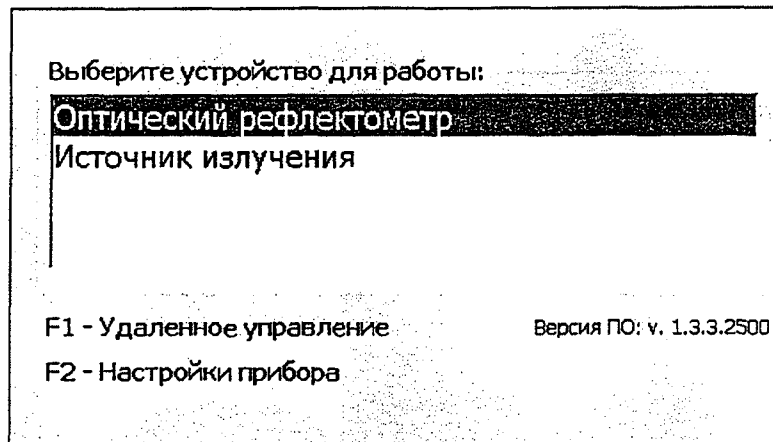




Рисунок 1а

7.2.3 Для опробования оптического рефлектометра прибора МТР 6000 кнопками  и  выбрать функциональный режим "Оптический рефлектометр".

Кнопкой  активизировать выбранный режим – загрузить его программное обеспечение.

После загрузки программного обеспечения рефлектометра произойдет инициализация рефлектометра и на экране появляется начальное окно, показанное на рисунке 2 или 2а.

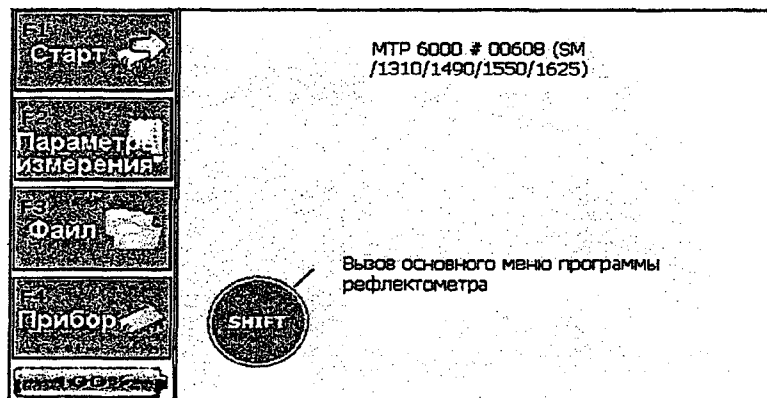


Рисунок 2

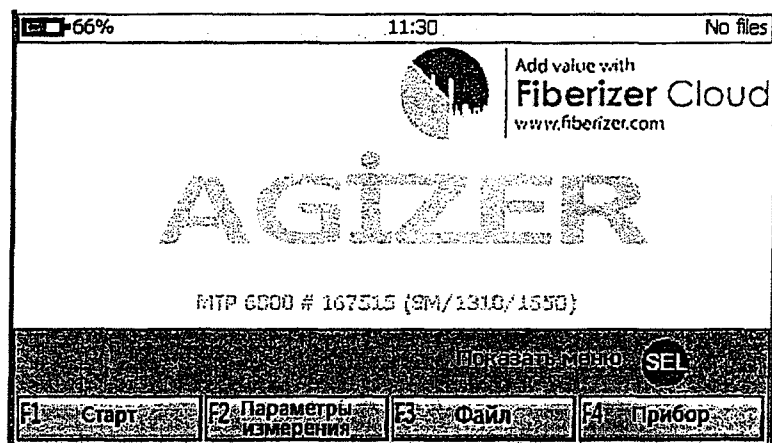



Рисунок 2а



В окне указаны:

- тип прибора МТР 6000;
- серийный номер прибора МТР 6000;
- тип волокна (SM - одномодовое, MM – многомодовое)
- длины волн лазеров.

1) подключить к прибору МТР 6000 оптическое волокно (ОВ) многомодовое длиной 1 - 3 км (если установлен многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 2 - 4 км (если установлен одномодовый рефлектометр);

2) Нажать на кнопку F2 →  на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3 или 3а.

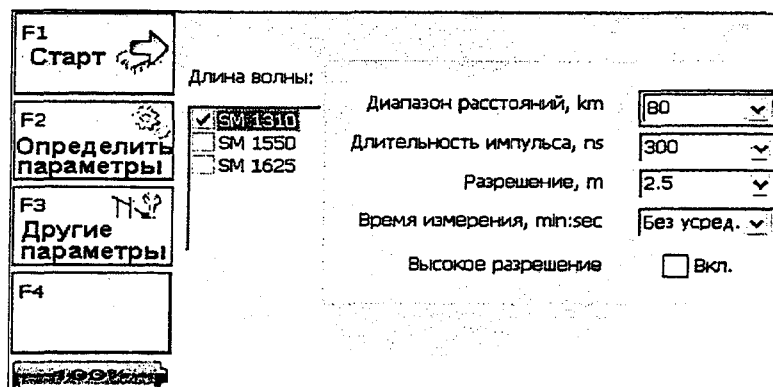


Рисунок 3

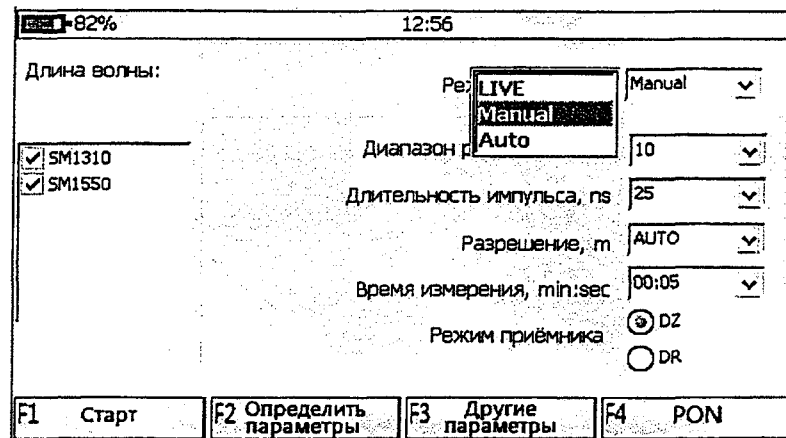


Рисунок 3а

Если появилось окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3, то

кнопками  ,  ,  ,  ,  установить следующие параметры:

Длина волны - наименьшая для данного рефлектометра;

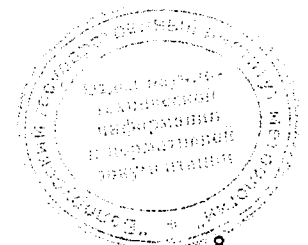
Диапазон расстояний – 10 км;

Длительность импульса – 100 нс;






Разрешение – 0,32 м;

Время измерения – 15 с;

Остальные параметры – по умолчанию.



Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками  ,  ,  ,  ,  установить следующие параметры:

Режим измерения: Manual;

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

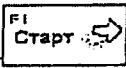


Диапазон расстояний – 10 км;






Длительность импульса – 100 нс;

Разрешение – 0,32 м;

Время измерения – 15 с;

Остальные параметры – по умолчанию.



3) нажать кнопку **F1** →  (или кнопки  **F1** → ) и провести измерение с усреднением.


4) после окончания измерения с помощью кнопок  ,  ,  ,  ,  установить маркеры на рефлектограмму и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по информации на экране.

5) Повторить действия по перечислениям 1) - 4) для других длин волн рефлектометра.

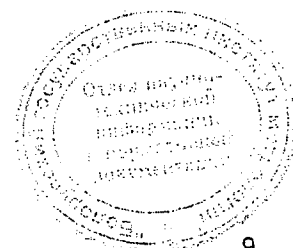
Если рефлектометр прибора МТР 6000 не инициализируется или невозможно измерение расстояния и длины ОВ, то прибор МТР 6000 бракуется и отправляется в ремонт.

7.2.4 Если в приборе МТР 6000 установлен источник непрерывного оптического излучения и измеритель оптической мощности, то после включения в окне выбора устройства и режима работы (см. рисунок 1, 1а) будет указан измерительный модуль **Оптический тестер** или **Источник излучения**.

Кнопками  и  выбрать функциональный режим прибора "Оптический тестер" или "Источник излучения" (надпись указывает на то, что в данном приборе МТР 6000 установлен только источник непрерывного излучения).

Кнопкой  активизировать выбранный режим – загрузить его программное обеспечение.

После загрузки программного обеспечения тестера на экране появится окно, показанное на рисунке 4 или 4а.



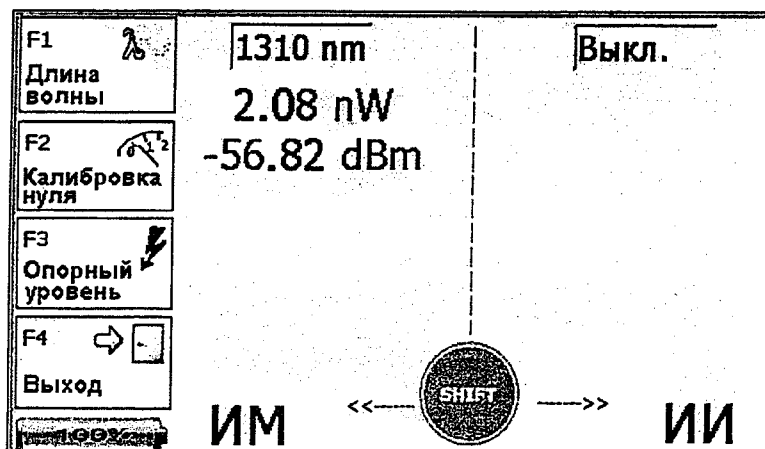


Рисунок 4

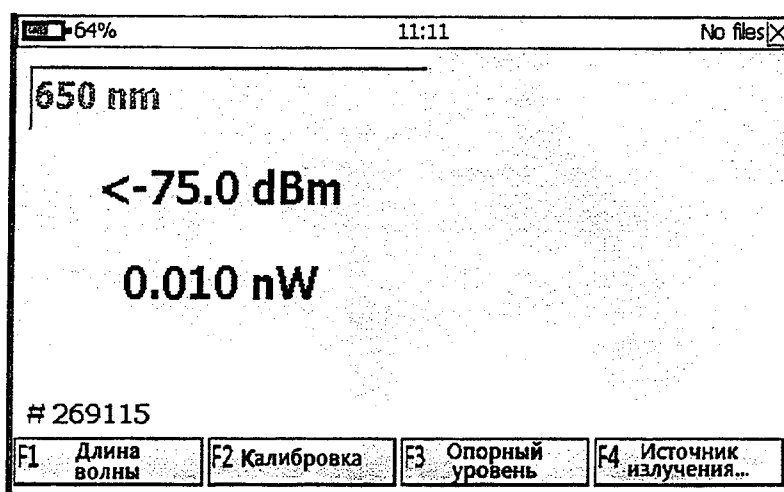


Рисунок 4а

Окно рисунка 4 разделено на две части, в которых отображается текущее состояние измерителя оптической мощности (**ИМ**) и источника непрерывного излучения (**ИИ**).

Кнопки в левой части экрана управляют активным (в данный момент) измерительным модулем. Его обозначение выделено красным цветом.

Активный модуль выбирается нажатием кнопки .

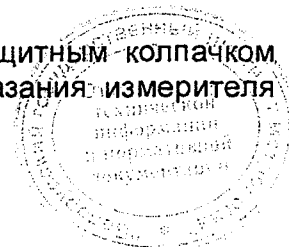
7.2.4.1 Для проведения опробования измерителя мощности тестера прибора надо выполнить следующие операции:


1) в случае окна, показанного на рисунке 4, сделать активным модуль




измерителя мощности, нажав кнопку  (обозначение **ИМ** выделится красным цветом).

После этого должна появиться индикация на экране прибора МТР 6000 и буквы "**ИМ**" стать красного цвета.

2) закрыть оптический разъем измерителя мощности защитным колпачком или крышкой прибора МТР 6000, а затем открыть его. Показания измерителя мощности должны измениться.



3) нажать кнопку **F1** →  - на экране должны последовательно отображаться значения длины волн 650 нм, 850 нм, 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм.

Кнопками ,  выбрать длину волны 650 нм (850 нм, 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм). Фиксация длины волны осуществляется кнопкой .

Если при опробовании измерителя мощности прибора не выполняются требования пунктов 1) - 3), то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

7.2.4.2 Для проведения опробования источника оптического излучения прибора МТР 6000 следует выполнить следующие операции:

1) в случае окна, показанного на рисунке 4, сделать активным модуль

измерителя мощности, нажав кнопку  (обозначение **ИИ** выделится красным цветом). При этом кнопки экрана примут вид, показанный на рисунке 5.

В случае окна, показанного на рисунке 4а, нажать кнопку **F4** - появится окно, показанное на рисунке 5а.

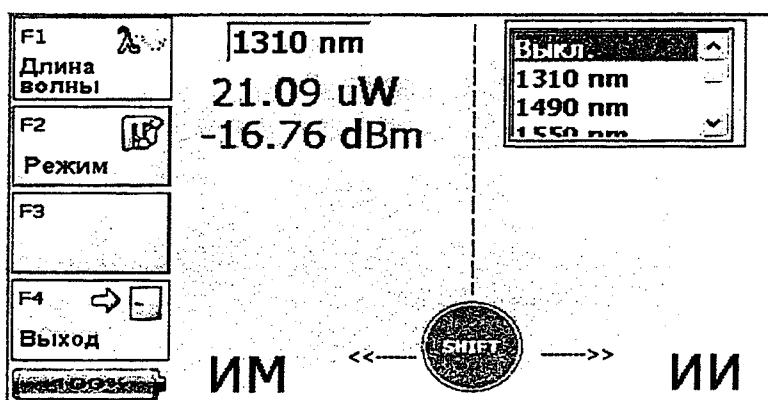


Рисунок 5

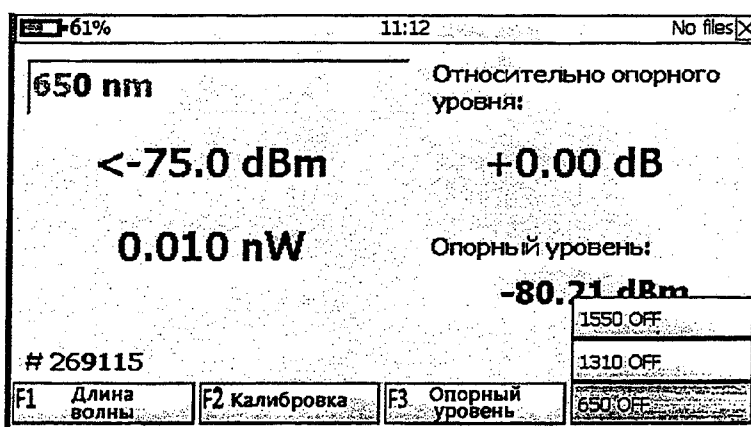
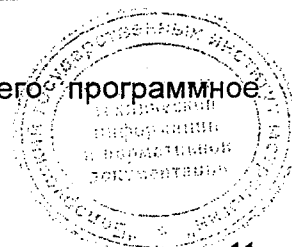
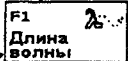


Рисунок 5а




2) включить оптический тестер ОТ-2-3А и загрузить его программное обеспечение.



3) соединить источник оптического излучения поверяемого источника излучения прибора МТР 6000 оптическим кабелем соединительным с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А.

4) включить источник оптического излучения поверяемого прибора МТР 6000. В случае окна, показанного на рисунке 5, для включения какого-нибудь лазера необходимо нажать кнопку **F1** →  Длина волны

 ,  выбрать требуемую длину волны и нажать кнопку .

В случае окна, показанного на рисунке 5а, для включения какого-нибудь лазера необходимо нажать кнопку **F4** и кнопками  ,  выбрать требуемую длину волны и нажать кнопку .

После этого включится выбранный лазер, и на экране будет указана его длина волны и режим излучения (непрерывный, CW) - см. рисунок 6 и 6а.

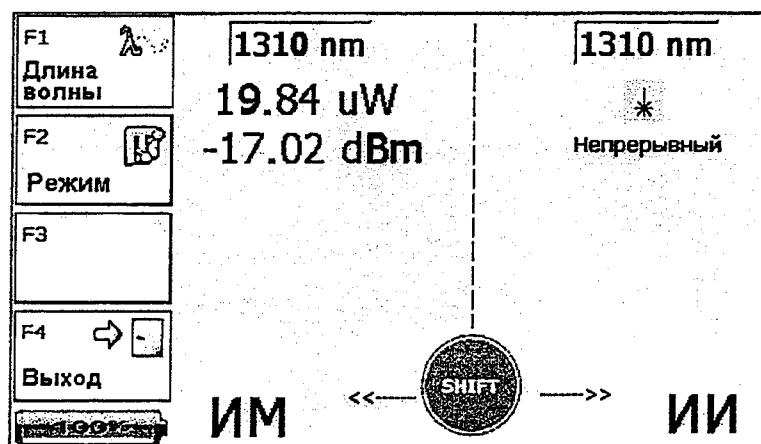


Рисунок 6

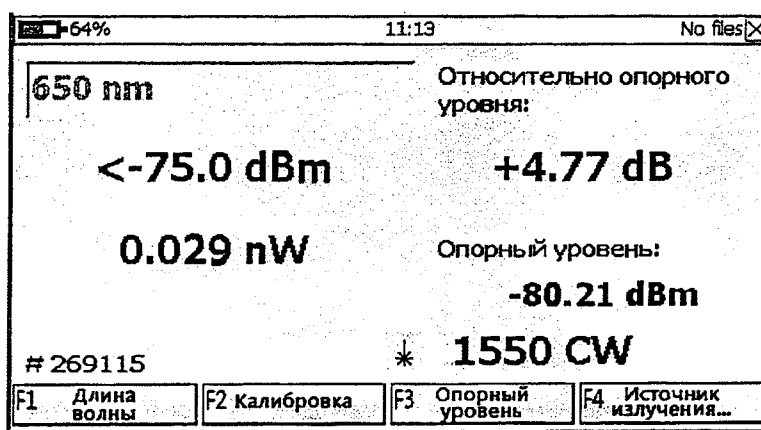
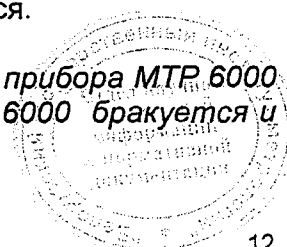


Рисунок 6а

Показания оптического тестера ОТ-2-3А должны измениться.

Если при опробовании источника оптического излучения прибора МТР 6000 не выполняются требования пунктов 1) - 4), то прибор МТР 6000 бракуется и отправляется в ремонт.



7.3 Определение метрологических характеристик рефлектометра прибора МТР 6000



7.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения расстояний

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения расстояний проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1.






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

Для определения погрешности измерения расстояний необходимо:

1) включить оптический генератор ОГ-2-1, загрузить его программное обеспечение и соединить его вход с входом рефлектометра;

2) нажать на кнопку  и затем F2 →  на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний – наименьшее значение, указанное в таблице 3;






Длительность импульса – 100 нс;

Разрешение – наименьшее значение, допускаемое программой прибора для данного диапазона расстояний;

Время измерения – без усреднений;

Остальные параметры – по умолчанию.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Режим измерения: LIVE;

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний – наименьшее значение, указанное в таблице 3;

Длительность импульса – 100 нс;

Разрешение – наименьшее значение, допускаемое программой прибора для данного диапазона расстояний;

Остальные параметры – по умолчанию.

Таблица 3

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

3) Нажать на кнопку **F3** → **Другие параметры** на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно **Дополнительные параметры измерения**, показанное на рисунке 7 или 7а.

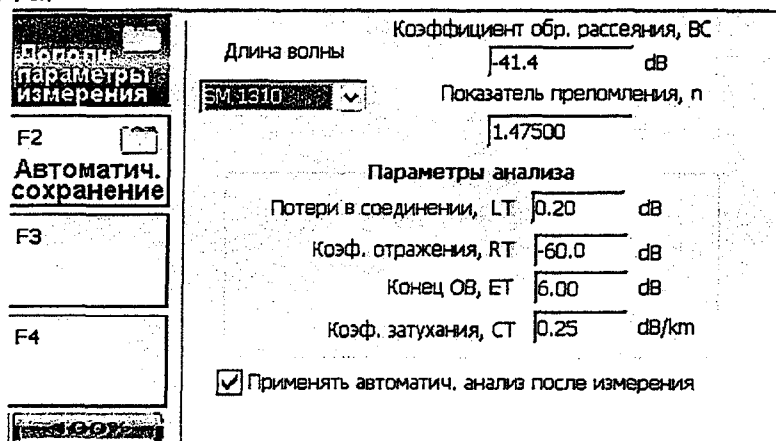


Рисунок 7

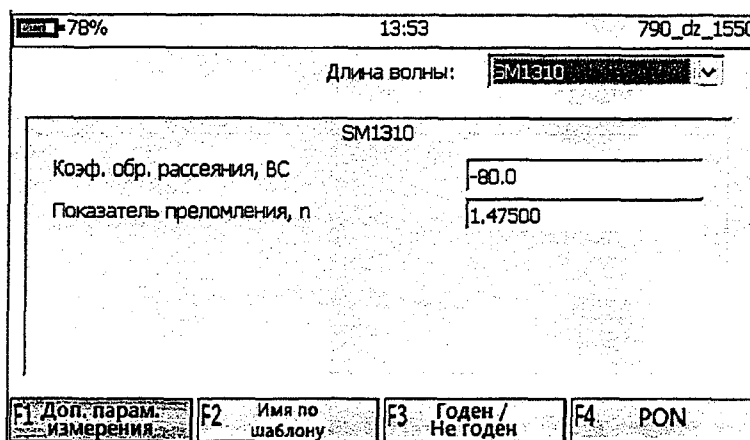


Рисунок 7а

В этом окне кнопками  ,  ,  ,  ,  установить следующие параметры:

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

– показатель преломления, n – 1,47500 для всех длин волн
Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку **ENTER**.

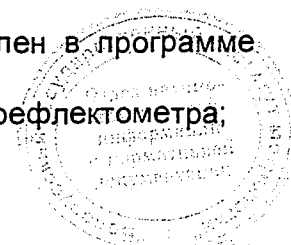
4) в программе оптического генератора ОГ-2-1 установить в меню "Параметры" значение показателя преломления, равным 1,475;

5) в программе оптического генератора ОГ-2-1 нажать кнопку "Расстояние", при этом откроется окно "Проверка шкалы расстояний". В нем следует установить:

- диапазон измеряемых расстояний – такой, как установлен в программе рефлектометра в перечислении 2);

- 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;
- включить режим "Имитация сигнала обратного рассеяния".

Нажать кнопку "Зафиксировать параметры импульсов";

Примечание. При поверке прибора МТР 6000 с фильтром на длину волны 1625 нм для сигнала для имитации обратного рассеяния установить длину волны 1550 нм.



6) в программе оптического генератора ОГ-2-1 нажать кнопку "Допустимая погрешность" и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности рефлектометра:



- $\Delta L_0 = 0,5$ м;
- $\Delta L_{\text{sampi}} = dL$ м (минимальное значение разрешающей способности для заданного диапазона расстояний);
- $SL = 0,00003$;

7) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме без усреднения,






нажав кнопку  и затем **F1** →  основного меню или **F1** →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора МТР 6000;

8) с помощью аттенюаторов оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуду импульсов на экране прибора МТР 6000 на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы. Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, устанавливают на уровне (11 ± 1) дБ ниже плоской части вершины импульса, для многомодовых рефлектометров, и на уровне (15 ± 1) дБ ниже плоской части вершины импульса, для одномодовых рефлектометров.






После этого остановить измерение, нажав кнопку **F1** →  основного меню прибора или кнопку ;

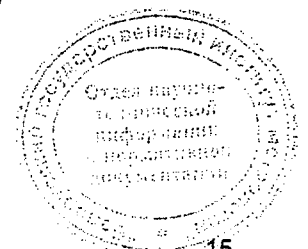
9) нажать кнопку  и затем кнопку **F2** →  на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то




кнопками , , , ,  установить время измерения 30 с.
Остальные параметры – без изменений (см. перечисление 2).

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:
Режим измерения – Manual;
Время измерения – 30 с;
Остальные параметры – без изменений (см. перечисление 2);



10) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме с усреднением,

нажав кнопку  и затем кнопку **F1** →  основного меню или **F1** →  окна "Параметры измерения";

11) после завершения работы прибора в этом режиме передвинуть маркер В в крайнее правое положение и прочитать максимальное значение шкалы расстояний;

12) с помощью маркеров измерить расстояния от начала координат до точки пересечения горизонтальной линии, имитирующей сигнал обратного рассеяния, и переднего фронта каждого импульса. При этом надо использовать максимальную растяжку масштаба по шкале затухания и шкале расстояний;

13) занести полученные значения в соответствующий столбец ("Рефлектометр") в окне "Проверка шкалы расстояний" управляющей программы оптического генератора, для дальнейшего автоматического расчета погрешностей измерения расстояний ΔL_j , м, по формуле:

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

где ΔL_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,

L_{0j} , м- расстояние до j-го импульса, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-1.

14) повторить измерения для всех диапазонов расстояний, указанных в таблице 3 для данного прибора МТР 6000, по описанной выше методике. Устанавливать длительности и положение первого измерительного импульса согласно таблице 3;

15) при поверке прибора МТР 6000 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны действия по перечислениям 1) - 14) выполнить для наименьшей длины волны для многомодовых рефлектометров и для наименьшей длины волны для одномодовых рефлектометров. Для второй, третьей и четвертой длины волны абсолютную погрешность измерения расстояния по описанной выше методике определить только для наименьшего диапазона расстояний, указанного в таблице 3.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если:

- максимальные значения шкалы расстояний соответствуют диапазонам измеряемых расстояний таблицы 3 с отклонением не более $\pm 0,1$ км;

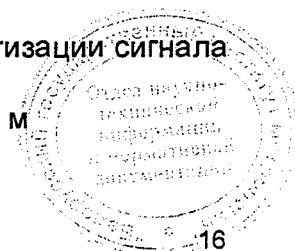
- полученные значения погрешностей в столбце "Погрешность" управляющей программы оптического генератора не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения расстояния, указанных в столбце "Допуск" в окне "Проверка шкалы расстояний", т. е. удовлетворяют условию:

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

где допускаемое 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





7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра

Определение абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1.

Для определения абсолютной погрешности измерения затухания необходимо:

1) включить оптический генератор ОГ-2-1 и соединить его вход с входом прибора; загрузить программное обеспечение генератора;

2) нажать кнопку  и затем F2 →  на передней панели прибора МТР 6000; на экране появится окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Длина волны - наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний: 80^{а)} или 160^{б)} км;






Длительность импульса: 100 нс;

Разрешение: 2,5 м;

Время измерения: без усреднений;

Остальные параметры – по умолчанию.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Режим измерения: LIVE;

Длина волны - наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний: 80^{а)} или 160^{б)} км;

Длительность импульса: 100 нс;

Разрешение: 2,5 м;

Остальные параметры – по умолчанию.

Примечание

^{а)} для многомодовых рефлектометров,

^{б)} для одномодовых рефлектометров,

3) в программе оптического генератора ОГ-2-1 нажать кнопку "Затухание", при этом откроется окно "Проверка шкалы затухания". В нем следует нажать на кнопку "Положение импульсов" и затем установить:

- длину волны - в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;

- положение опорного импульса – 2000 м;

- длительность опорного импульса – 5000^{а)} м, 2000^{б)} м

- длительность измерительного импульса - 5000^{а)} м, 2000^{б)} м;

- положение измерительного импульса L, м, в соответствии с первой строкой таблицы 4 для данного рефлектометра.

Примечание

^{а)} для одномодовых рефлектометров,

^{б)} для многомодовых рефлектометров.

^{а)} при поверке рефлектометра с фильтром на длину волны 1625 нм в качестве опорного сигнала установить длину волны 1550 нм.

Нажать кнопку "Зафиксировать параметры импульсов";

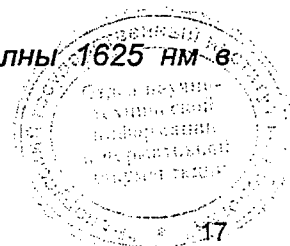


Таблица 4

№ строки	ММ рефлектометр 850 нм		ММ рефлектометр 1300 нм		ОМ рефлектометр 1310 нм		ОМ рефлектометр 1490, 1550, 1625 нм		Время измерения
	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	
1	1	5000	1	5000	1	8000	1	8000	30 с
2	5	6000	5	6000	5	12000	5	20000	30 с
3	10	7000	10	12000	10	25000	10	40000	1 мин
4	15	8000	15	18000	15	40000	15	60000	3 мин
5	-	-	-	-	22	60000	22	80000	3 мин
6 ¹⁾	-	-	-	-	28	80000	28	100000	3 мин

¹⁾ Для одномодовых рефлектометров с динамическим диапазоном модификаций 4 и 4А




4) в программе оптического генератора ОГ-2-1 нажать кнопку "Допустимая погрешность" и установить параметры для расчета пределов допустимой погрешности рефлектометра:

- $\Delta\alpha_0 = 0$ дБ;
- $S\alpha = 0,04$ дБ/дБ;



5) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме без усреднения,

нажав кнопку  и затем **F1** →  основного меню или **F1** →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора МТР 6000;






6) с помощью аттенюаторов оптического генератора ОГ-2-1 установить амплитуды опорного и измерительного импульсов по экрану прибора МТР 6000 примерно одинаковыми (отличающимися друг от друга не более чем на 0,1 дБ) и на уровне, соответствующем началу сигнала обратного рассеяния на максимальной длительности импульса. После этого остановить измерение, нажав

кнопку  и затем **F1** →  основного меню или кнопку .






Примечание. При поверке прибора МТР 6000 с фильтром на длину волны 1625 нм в опорном сигнале на длине волны 1550 нм установить минимальное затухание.

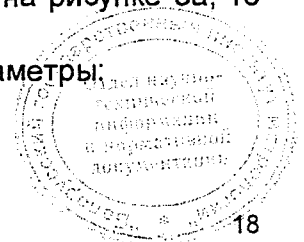
7) нажать кнопку  и затем кнопку **F2** →  на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить время измерения 30 с. Остальные параметры – без изменений (см. перечисление 2);




Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:
Режим измерения – Manual;
Время измерения – 30 с;



Остальные параметры – без изменений (см. перечисление 2);

8) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме с усреднением, нажав

кнопку  и затем кнопку F1 →  основного меню или F1 →  окна "Параметры измерения";

9) после завершения работы прибора МТР 6000 в этом режиме установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочесть разность A_0 , дБ, между амплитудами этих импульсов.

Величину A_0 необходимо запомнить;

10) в программе оптического генератора ОГ-2-1 нажать кнопку "Амплитуда измерительного импульса", а затем кнопку "Измерить амплитуду".

Оптический генератор перейдет в режим измерения амплитуды измерительного импульса, и ее текущее значение появится в соответствующем окошке. Теперь следует в окошко "Начальный уровень измерительного импульса" записать величину A_0 и нажать кнопку "Зафиксировать в качестве начального уровня".

После этого в окошке "Амплитуда измерительного импульса ОГ-2-1" будет отображаться величина A_0 , а в окошке "Внесенное затухание" число 0.000 дБ;




11) с помощью аттенюатора оптического генератора ОГ-2-1 уменьшить амплитуду измерительного импульса на величину B , дБ, соответствующую первой строчке таблицы 4 (отклонение от значений не должно превышать $\pm 0,5$ дБ);

Величина изменения отображается в окошке "Внесенное затухание";

12) остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса оптического генератора ОГ-2-1, нажав кнопку "Остановить измерение";

13) выполнить действия по перечислению 7), установив время измерения в соответствии с таблицей 4;

14) запустить прибор на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку

кнопку  и затем кнопку F1 →  основного меню или F1 →  окна "Параметры измерения".

После завершения работы прибора МТР 6000 в этом режиме следует установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочесть разность A_i , дБ, между амплитудами этих импульсов. Полученное значение занести в графу "Рефлектометр" окна "Амплитуда измерительного импульса" управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1 для автоматического расчета погрешности. Повторить измерения амплитуд импульсов N раз ($N \geq 5$).

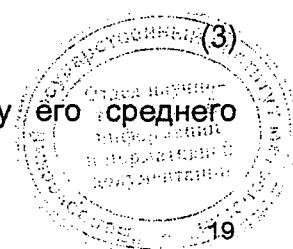
Программа оптического генератора ОГ-2-1 автоматически производит расчет погрешности измерения затухания.

Алгоритм расчета погрешности следующий:

а) рассчитать величину внесенного затухания α_i , дБ, при каждом измерении прибора

$$\alpha_i = A_i - A_0,$$

б) рассчитать среднее арифметическое α , дБ, и оценку его среднего квадратического отклонения S , дБ;



$$\alpha = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \alpha_i, \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\alpha_i - \alpha)^2}{N \cdot (N - 1)}}, \quad (5)$$

в) рассчитать систематическую составляющую погрешности:

$$\Theta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}, \quad (6)$$

где B – затухание установленное по ОГ-2-1, дБ;

δB_0 – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения вносимого затухания ОГ-2-1, дБ;

г) рассчитать погрешность измерения затухания $\Delta\alpha$, дБ:

$$\Delta\alpha = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (7)$$

где

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}{3} + S^2}, \quad (8)$$

$$K = \frac{t \cdot S + \Theta}{S + \sqrt{\frac{\delta B_0^2 + (\alpha - B)^2}{3}}}, \quad (9)$$

t – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $P=0,95$ (см. таблицу 5).

Таблица 5

N	5	6	7	8	9	10
t	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262

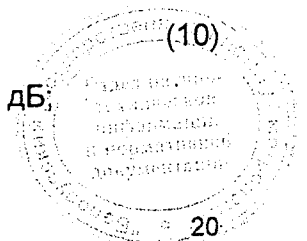
15) повторить перечисления 11) - 14), устанавливая по оптическому генератору ОГ-2-1 значения затухания измерительного импульса B , дБ и его положение L , м, в соответствии с таблицей 4 (отклонение от значений затуханий, указанных в таблице 4 не должно превышать $\pm 0,5$ дБ);

16) при поверке прибора МТР 6000 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны действия по перечислениям 1) - 15) выполнить для длины волны 850 нм для многомодовых рефлектометров и для наименьшей длины волны для одномодовых рефлектометров. Для второй, третьей и четвертой длин волн абсолютную погрешность измерения затухания по описанной выше методике определить только для значений затухания 1 дБ и 15 дБ.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если для каждого значения затухания, установленного по таблице 4, измеренные погрешности (строка "Погрешность" в окне "Амплитуда измерительного импульса" управляющей программы оптического генератора ОГ-2-1), не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения затухания (строка "Допуск" в окне "Амплитуда измерительного импульса"), т. е. выполняется условие:

$$\Delta\alpha \leq 0,04 \cdot B, \text{ дБ}, \quad (10)$$



где $\Delta\alpha$ - значение погрешности, определенное по формуле (7), дБ;
 B – затухание, установленное по ОГ-2-1, дБ.








7.3.3 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона необходимо:

1) подключить к прибору МТР 6000 оптическое волокно (ОВ) многомодовое длиной 4 - 8 км (если установлен многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 25 - 50 км (если установлен одномодовый рефлектометр);

2) нажать кнопку  и затем кнопку F2 →  на передней панели прибора, на экране появится окно, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Длина волны - наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний: 40^{а)} или 160^{б)} км;

Длительность импульса: 6^{а)} нс, или 100^{б)} нс;






Разрешение: 2,5^{а)} или 7,6^{б)} м;

Время измерения: 3 мин;

Режим "Высокое разрешение" – не включен;

Остальные параметры – по умолчанию.

Если появилось окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Режим измерения: Manual;

Длина волны - наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний: 40^{а)} или 160^{б)} км;

Длительность импульса: 6^{а)} нс или 10^{а)} нс, или 100^{б)} нс;

Разрешение: 2,5^{а)} или 7,6^{б)} м;

Время измерения: 3 мин;

Режим приемника – "DR";



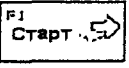
Остальные параметры – по умолчанию.

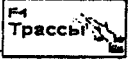
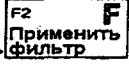

Примечание


^{а)} для многомодовых рефлектометров в соответствии с таблицами 14 - 17,

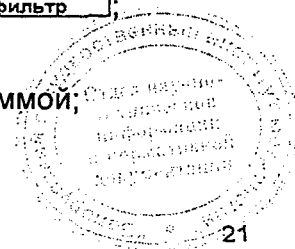
^{б)} для одномодовых рефлектометров.

3) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме с усреднением, нажав

кнопку  и затем кнопку F1 →  основного меню или F1 →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора. После его окончания установить левый маркер за пределами мертвой зоны в начале линейно спадающего участка рефлектограммы, а правый - на точку, в которой шумовой сигнал за пределами рефлектограммы принимает наибольшее значение;

4) в приборах МТР 6000 с окном, показанном на рисунке 3, нажать на кнопку F4 →  и затем F2 → , при этом кнопка примет вид .

5) нажать кнопку , чтобы вернуться в окно с рефлектограммой;



6) прочесть на экране значение разности между сигналом и шумом и рассчитать динамический диапазон измерения затухания при ОСШ=1 по формуле:

$$D_r = D_{\max} + \delta D_1 + \delta D_2 \quad (11)$$

где D_{\max} - разность между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору конца измеряемого ОВ, и максимальным уровнем шума, дБ;

δD_1 – соотношение между пиковым значением гауссова шума и уровнем сигнала, равным среднеквадратическому значению этого шума (т.е. уровнем, при котором ОСШ=1), $\delta D_1 = 2,4$ дБ;

δD_2 – затухание участка ОВ между его началом и положением левого маркера, дБ. Для его определения следует мысленно продлить рефлектограмму влево от левого маркера до начала шкалы расстояний и по вертикальной шкале оценить увеличение уровня рефлектограммы, при этом необходимо использовать растяжку начального участка рефлектограммы по горизонтали и вертикали;

7) выполнить действия по перечислениям 2)-6) для всех длительностей импульсов, указанных в таблицах 6 - 17 для данного прибора МТР 6000;

8) при поверке прибора МТР 6000 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны провести измерения динамического диапазона по описанной выше методике для других длин волн.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренные значения динамического диапазона равны или превышают значения, указанные в таблицах 6 - 17.

Таблица 6 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 1

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	13,8	21,0	27,5	30,0
1490	9,8	17,0	23,5	26,0
1550	11,8	19,0	25,5	28,0
1625	10,8	18,0	24,5	27,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
12	≤-40	3,0	12,0	

Таблица 7 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 1А

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	16,0	22,0	28,0	30,0
1490	16,0	22,0	28,0	30,0
1550	14,0	20,0	26,0	28,0
1625	14,0	20,0	26,0	28,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
3	≤-45	1,5	10,0	

Таблица 8 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 2

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс		
	100	1000	10000
	Динамический диапазон, дБ, не менее		
1310	19,8	27,0	34,0
1490	15,8	23,0	30,0
1550	17,8	25,0	32,0
1625	16,8	24,0	31,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более	
		по отражению	по затуханию
6	≤-40	1,2	4,5

Таблица 9 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 2А

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс		
	100	1000	10000
	Динамический диапазон, дБ, не менее		
1310	23,0	29,0	35,0
1490	22,0	28,0	34,0
1550	21,0	27,0	33,0
1625	20,0	26,0	32,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более	
		по отражению	по затуханию
3	≤-45	1,1	4,5

Таблица 10 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 3

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее			
1310	21,8	29,0	35,5	38,0
1490	17,8	25,0	31,5	34,0
1550	19,8	27,0	33,5	36,0
1625	18,8	26,0	32,5	35,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
6	≤-40	2,5	7,0	

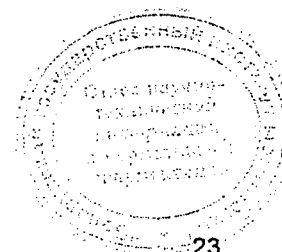


Таблица 11 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 3А

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	26,0	32,0	38,0	40,0
1490	23,0	29,0	35,0	37,0
1550	24,0	30,0	36,0	38,0
1625	22,0	28,0	34,0	36,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
3	≤45	1,3	5,0	

Таблица 12 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 4

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310 ¹⁾	24,8	32,0	38,5	41,0
1490	21,8	29,0	35,5	38,0
1550 ¹⁾	26,8	34,0	40,5	43,0
1625	22,8	30,0	36,5	39,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
6	≤40	3,0	13,0	
¹⁾ В приборах МТР6000 на три и четыре длины волны допускается снижение значений динамического диапазона на длинах волн 1310, 1550 нм на 1,5 дБ.				

Таблица 13 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны одномодовых рефлектометров – модификация 4А

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	29,0	35,0	41,0	43,0
1490	26,0	31,0	38,0	40,0
1550	29,0	35,0	41,0	43,0
1625	25,0	31,0	37,0	39,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
3	≤45	1,5	6,0	

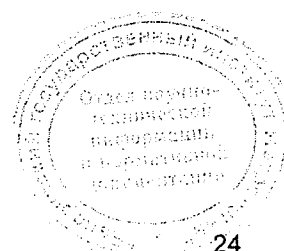


Таблица 14 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны многомодовых рефлектометров – модификации 1, 2

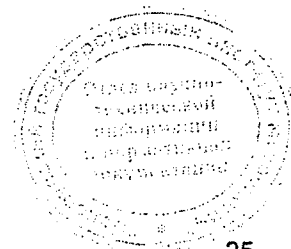
Длина волны, нм	Диаметр сердцевины ОВ, мкм	Длительность импульса, нс		
		6	100	1000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
850	50,0	14,5	20,3	28,0
1300		16,5	22,3	30,0
850	62,5	15,5	21,3	29,0
1300		17,5	23,3	31,0
Значение мертвой зоны, м, не более				
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
6	≤ -40	1,2	4,5	

Таблица 15 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны многомодовых рефлектометров – модификации 1А, 2А

Длина волны, нм	Диаметр сердцевины ОВ, мкм	Длительность импульса, нс		
		10	100	1000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
850	50,0	16,0	22,0	28,0
1300		18,0	24,0	30,0
850	62,5	17,0	23,0	29,0
1300		19,0	25,0	31,0
Значение мертвой зоны, м, не более				
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению	по затуханию	
3	≤ -45	1,2	4,5	

Таблица 16 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны комбинированных рефлектометров (одномодовый и многомодовый рефлектометр в одном корпусе) – модификации 1, 2

Длина волны, нм	Одномодовый рефлектометр			
	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	19,8	27,0	33,5	36,0
1490	15,8	23,0	29,5	32,0
1550	17,8	25,0	31,5	34,0
1625	16,8	24,0	30,5	33,0



Продолжение таблицы 16

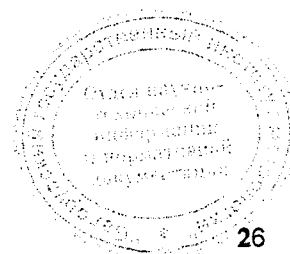
Длина волны, нм	Многомодовый рефлектометр			
	Диаметр сердцевины ОВ, мкм	Длительность импульса, нс		
		6	100	1000
		Динамический диапазон, дБ, не менее		
850	50,0	13,5	19,3	27,0
1300		15,5	21,3	29,0
850	62,5	14,5	20,3	28,0
1300		16,5	22,3	30,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению		по затуханию
6	≤40	2,5		8,0

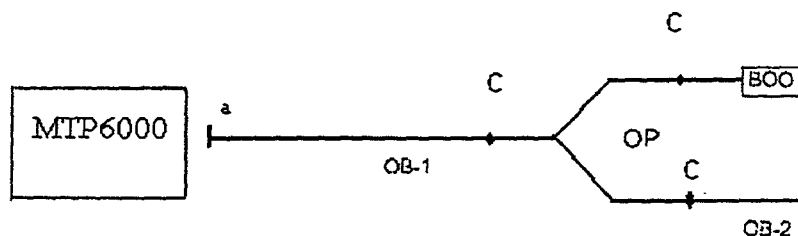
Таблица 17 - Значения динамического диапазона и мертвой зоны комбинированных рефлектометров (одномодовый и многомодовый рефлектометр в одном корпусе) – модификации 1А, 2А

Длина волны, нм	Одномодовый рефлектометр			
	Длительность импульса, нс			
	100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее			
1310	22,0	28,0	34,0	36,0
1490	18,0	24,0	30,0	32,0
1550	20,0	26,0	32,0	34,0
1625	19,0	25,0	31,0	33,0
Длина волны, нм	Многомодовый рефлектометр			
	Диаметр сердцевины ОВ, мкм	Длительность импульса, нс		
		10	100	1000
		Динамический диапазон, дБ, не менее		
850	50,0	15,0	21,0	27,0
1300		17,0	23,0	29,0
850	62,5	16,0	22,0	28,0
1300		17,0	23,0	30,0
Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны, м, не более		
		по отражению		по затуханию
3	≤45	1,3		5,0

7.3.4 Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению

7.3.4.1 Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению одномодового рефлектометра модификации 1 прибора МТР 6000 проводят, используя схему измерения, приведенную на рисунке 8.





а - оптический разъем; С - сварка; ОВ-1 - оптическое волокно длиной 400 - 1000 м; ОР - оптический разветвитель; ВОО - волоконно-оптический отражатель; ОВ-2 - оптическое волокно длиной 1000 - 2000 м.



Рисунок 8

Значение коэффициента отражения, задаваемое волоконно-оптическим отражателем, должна иметь значение от минус 42 до минус 40 дБ. Затухание в канале ОР, соединяющем ОВ-1 и ОВ-2 должно быть не более 0,5 дБ.

Определение величины мертвой зоны проводят в режиме "Высокое разрешение" ("DZ" в другой версии ПО) при длительности зондирующего импульса рефлектометра прибора МТР 6000 равной 12 нс и минимальном значении разрешения.

Для определения величины мертвой зоны необходимо:

1) соединить прибор и ОВ между собой согласно рисунку 8.

2) нажать кнопку  и затем кнопку **F2** →  на передней панели прибора, на экране появится окно, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний – 5 км;

Длительность импульса – 12 нс;

Разрешение – 0,16 м;






Время измерения – 1 мин;

Высокое разрешение: ВКЛ;

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку **ENTER**.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Режим измерения – Manual;

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

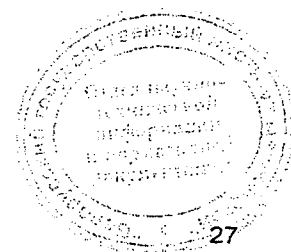
Диапазон расстояний – 5 км;

Длительность импульса – 12 нс;

Разрешение – 0,16 м;

Время измерения – 1 мин;




Режим приемника – "DZ";



Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку **ENTER**.

3) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме с усреднением, нажав

кнопку  и затем **F1** →  основного меню или **F1** →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора МТР 6000. После его окончания по рефлектограмме определить значение мертвой зоны dz_a , м, по затуханию, устанавливая, левый маркер на начало переднего фронта импульса, а правый - в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ отклоняется от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 9;

4) определить значение мертвой зоны по отражению dz_b , м, как длительность импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, измеренная по уровню, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ.

5) при поверке прибора МТР 6000 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны провести измерения значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению по описанной выше методике для других длин волн.

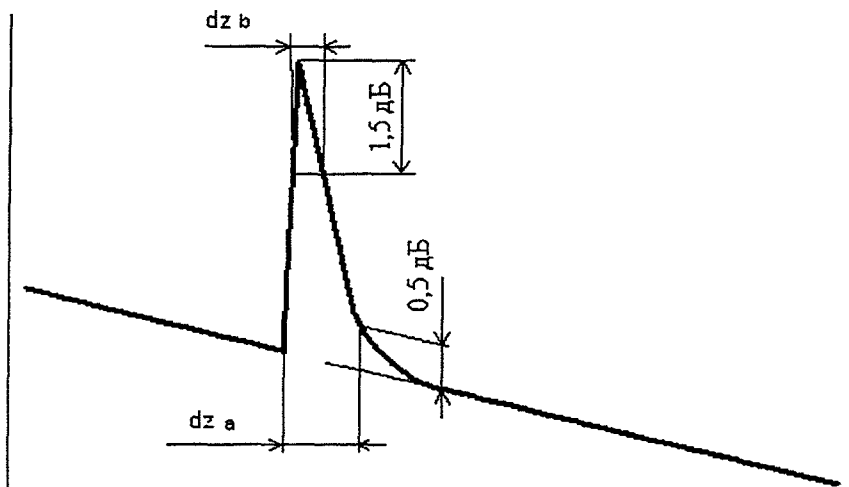
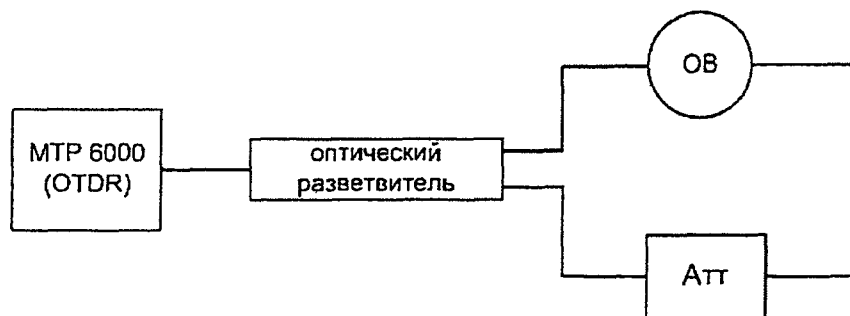


Рисунок 9

7.3.4.2 Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению остальных модификаций рефлектометра прибора МТР 6000 проводят с помощью оптического генератора ОГ-2-1 или схемы, показанной на рисунке 10. Многомодовые рефлектометры должны проверяться с помощью многомодовых приборов и оптических компонентов, а одномодовые – с помощью одномодовых.





ОТДР – оптический рефлектометр прибора МТР 6000, ОВ - оптическое волокно (одномодовое ОВ длиной 1,0 – 4,0 км или многомодовое ОВ длиной 1,0 – 2,0 км),
Атт – аттенуатор волоконно-оптический переменный

Рисунок 10

Определение значения мертвой зоны проводят при минимальной длительности зондирующего импульса прибора и минимальном значении разрешения.

Для определения значение мертвой зоны необходимо:

1) соединить прибор МТР 6000, оптический генератор ОГ-2-1 и ОВ между собой согласно руководству по эксплуатации оптического генератора ОГ-2-1 или собрать схему согласно рисунку 10.

2) нажать кнопку  и затем кнопку F2 →  на передней панели прибора МТР 6000, на экране появится окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний – 5 км;

Длительность импульса – 300 нс;

Разрешение – 0,16 м;






Время измерения – без усреднений;

Высокое разрешение – ВКЛ;

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку **ENTER**.

Если появилось окно **Параметры измерения**, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

Режим измерения – LIVE;

Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;

Диапазон расстояний – 5 км;

Длительность импульса – 300;

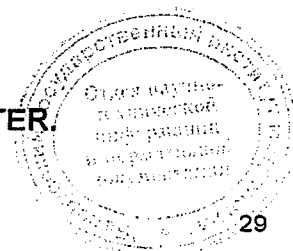
Разрешение – 0,16 м;



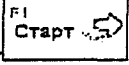
Время измерения – 1 мин;

Режим приемника – "DZ";

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку **ENTER**.








3) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку  и затем F1 →  основного меню или F1 →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора МТР 6000;

4) установить правый маркер на вершину импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, а левый маркер – на начало переднего фронта этого импульса;

5) перейти в режим измерения коэффициента отражения, нажав несколько раз кнопку F1, пока она не примет вид ;

6) с помощью аттенюатора оптического генератора ОГ-2-1 или аттенюатора, показанного на схеме рисунка 10, установить амплитуду импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы так, чтобы коэффициент отражения имел значение от минус 42 до минус 40 дБ или от минус 46 до минус 45 дБ в зависимости от модификации рефлектометра – см. таблицы 6 - 17. После этого перейти в режим измерения затухания по двум точкам, нажав несколько раз

кнопку F1, пока она не примет вид , и остановить измерение, нажав кнопку  и затем F1 →  или кнопку ;

7) нажать кнопку  и затем кнопку F2 →  на передней панели прибора, на экране появится окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3 или 3а.

Если появилось окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3, то

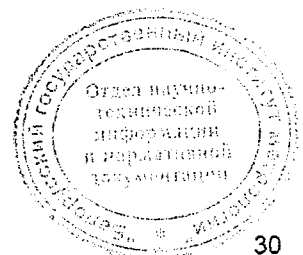
кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

- Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;
- Диапазон расстояний – 5 км;
- Длительность импульса – 6 нс;
- Разрешение – 0,16 м;
- Время измерения – 1 мин;
- Высокое разрешение – ВКЛ ;
- Остальные параметры – по умолчанию.



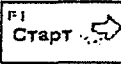
Если появилось окно Параметры измерения, показанное на рисунке 3а, то

кнопками , , , ,  установить следующие параметры:

- Режим измерения – Manual;
- Длина волны – наименьшая для данного рефлектометра;
- Диапазон расстояний – 5 км;
- Длительность импульса – 6 нс или 3 нс в зависимости от модификации рефлектометра – см. таблицы 6 - 17;
- Разрешение – 0,16 м;
- Время измерения – 1 мин;
- Режим приемника – "DZ";
- Остальные параметры – по умолчанию.



8) запустить прибор МТР 6000 на измерение в режиме с усреднением, нажав

кнопку  и затем кнопку F1 →  основного меню или F1 →  окна "Параметры измерения" на передней панели прибора МТР 6000. После его окончания по рефлектограмме определить значение мертвой зоны dz_a , м, по затуханию, устанавливая, левый маркер на начало переднего фронта импульса, а правый - в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ отклоняется от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 9;

9) определить значение мертвой зоны по отражению dz_b , м, как длительность импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, измеренная по уровню, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ.

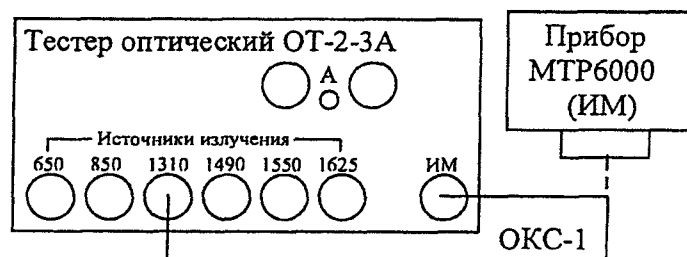
10) при поверке прибора с рефлектометром на две, три или четыре длины волны провести измерения значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению по описанной выше методике для других длин волн.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если значение мертвой зоны по затуханию и значение мертвой зоны по отражению не превышают значений, указанных в таблицах 6 - 17 для соответствующего рефлектометра.

7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности

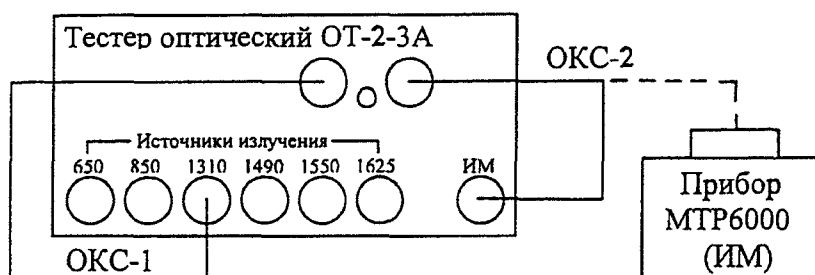
7.4.1 Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки

Измерения выполняют согласно схемам рисунков 11, 12. При поверке прибор МТР 6000 должен размещаться как можно ближе к измерителю мощности оптического тестера ОТ-2-3А, чтобы обеспечить минимальное перемещение кабеля ОКС-1.



ИМ - измеритель мощности, ОКС-1 – кабель оптический соединительный

Рисунок 11



ИМ - измеритель мощности, ОКС-1 – кабель оптический соединительный,
 ОКС-2 – кабель оптический соединительный

Рисунок 12

Для определения относительной погрешности измерения оптической мощности необходимо:

1) на индикаторе поверяемого ИМ прибора МТР 6000 установить длину волны измеряемого излучения 1310 нм;

2) собрать схему измерения согласно рисунку 11, соединить источник излучения 1310 нм оптического тестера ОТ-2-3А с помощью ОКС-1 с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А. Загрузить управляющую программу оптического тестера и его после инициализации, включить источник излучения 1310 нм оптического тестера ОТ-2-3А, и установить значение мощности ($1 \pm 0,4$) мВт;

3) Произвести измерения мощности последовательно оптическим тестером ОТ-2-3А и поверяемым прибором МТР 6000 не менее пяти раз, всякий раз занося измеренные значения в соответствующие графы управляющей программы оптического тестера ОТ-2-3А;

4) собрать схему измерения согласно рисунку 12. Регулировкой тока накачки источника излучения и с помощью аттенюатора оптического тестера ОТ-2-3А повторить измерения при значении мощности (отклонение от этих значений не должно превышать $\pm 20\%$):

- 5 мВт, 1 мкВт, 10 нВт, 0,32 нВт для модификации ИМ прибора МТР 6000 со стандартным диапазоном;

- 9 мВт, 100 мкВт, 1 мкВт, 32 нВт для модификации ИМ прибора МТР 6000 с высоким диапазоном;

5) определить разницу в показаниях поверяемого ИМ и оптического тестера ОТ-2-3А и среднеквадратическое отклонение по формулам

$$\theta_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_{ji} \quad (12)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (\theta_{ji} - \theta_j)^2} \quad (13)$$

$$\text{где } \theta_{ji} = \frac{P_{ji} - P_{oji}}{P_{oji}} \cdot 100 \quad (14)$$

P_{ji} , P_{oji} — мощность, измеренная поверяемым ИМ и оптическим тестером ОТ-2-3А соответственно;

i – номер измерения при j -ом значении мощности;



N – число измерений при j -ом значении мощности,
 б) рассчитать относительную погрешность измерения оптической мощности на длине волны калибровки (в процентах) по формуле

$$\delta = 2\sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2) / 3 + S^2} \quad (15)$$

$$\text{где } \theta_1 = \max|\theta_j| \quad (16)$$

$$S = \max(S_j) \quad (17)$$

θ_0 — предел допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А на длине волны калибровки;

Относительную погрешность измерения оптической мощности на длине волны калибровки в децибелах рассчитывают по формуле

$$\delta' = 10 \lg\left(1 + \frac{\delta}{100}\right) \quad (18)$$

7) повторить перечисления 1) - 6):

- для длины волны 650 нм при значении мощности 1 мВт для модификации ИМ прибора МТР 6000 со стандартным диапазоном;

- для длины волны 850 нм при значениях мощности:

- 2 мВт, 1 мВт, 1 мкВт, 1 нВт для модификации ИМ прибора МТР 6000 со стандартным диапазоном;

- 2 мВт, 1 мВт, 100 нВт для модификации ИМ прибора МТР 6000 с высоким диапазоном;

- для длин волн 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм при значении мощности 1 мВт.

Отклонение от установленных значений мощности, измеренных оптическим тестером ОТ-2-3А, не должно превышать $\pm 20\%$.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения оптической мощности не превышают $\pm 12\%$ ($\pm 0,5$ дБ) на длине волны 650 нм, $\pm 8\%$ ($\pm 0,33$ дБ) на длине волны 850 нм и $\pm 5\%$ ($\pm 0,22$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

7.4.2 Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности

Относительную погрешность измерения относительных уровней мощности (в процентах) определяют по формуле

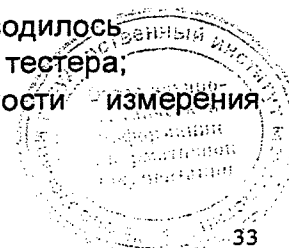
$$\delta_{\text{отн}} = 2\sqrt{(\theta_2^2 + \theta_{00}^2) / 3 + S^2} \quad (19)$$

$$\text{где } \theta_2 = \max(|\theta_{\text{сп}} - \theta_j|) \quad (20)$$

$$\theta_{\text{сп}} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \theta_j; \quad (21)$$

где M — количество уровней мощности, при которых производилось сличение показаний оптического тестера ОТ-2-3А и поверяемого тестера;

θ_{00} - предел допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического тестера ОТ-2-3А.



Относительную погрешность измерения относительных уровней мощности (в децибелах) определяют по формуле

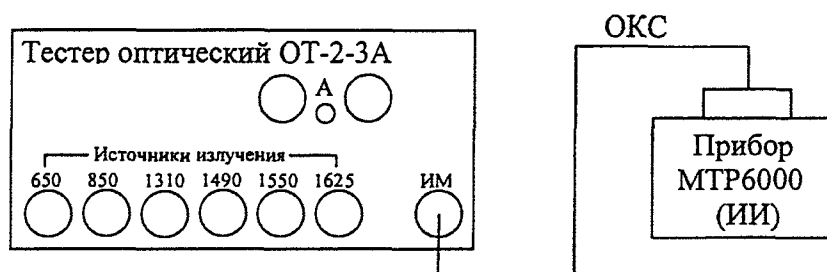
$$\delta'_{\text{отн}} = 101g\left(1 + \frac{\delta_{\text{отн}}}{100}\right) \quad (22)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического излучения не превышают $\pm 6\%$ ($\pm 0,25$ дБ) на длине волны 650 нм, $\pm 4\%$ ($\pm 0,17$ дБ) на длине волны 850 нм и $\pm 2,5\%$ ($\pm 0,11$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Определение уровня мощности источника оптического излучения прибора МТР 6000 проводят по схеме рисунка 13.



ИМ – измеритель мощности оптического излучения,
 ИИ – источник оптического излучения прибора МТР 6000
 ОКС – кабель оптический соединительный.

Рисунок 13

Для определения уровня мощности источника оптического излучения прибора необходимо:

- 1) в оптическом тестере ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную наименьшей длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора МТР 6000;
- 2) включить источник излучения поверяемого прибора МТР 6000 с данной длиной волны;
- 3) с помощью ОКС соединить источник излучения поверяемого прибора МТР 6000 с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А;
- 4) измерить мощность оптического излучения поверяемого прибора МТР 6000;
- 5) повторить измерение еще два раза, отсоединяя ОКС от источника излучения поверяемого прибора МТР 6000 и вновь присоединяя его;
- 6) определить значение уровня мощности оптического излучения P , дБм, на выходе ОКС по формуле:

$$P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i$$



где i — номер измерения.

7) повторить перечисления 1) – 6) на всех длинах волн излучения источника оптического излучения прибора МТР 6000.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренное значение уровня мощности источника излучения составляют не менее -10 дБм.

7.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Определение нестабильности мощности источника оптического излучения прибора проводят согласно схеме рисунка 12 следующим образом:

1) в оптическом тестере ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную наименьшей длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора МТР 6000;

2) включить источник излучения поверяемого прибора МТР 6000 с данной длиной волны;

3) с помощью ОКС соединить источник излучения поверяемого прибора МТР 6000 с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А;

4) через 15 минут после включения источника излучения снять показания измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А в течение 15 минут с интервалом в 30 с;

5) рассчитать нестабильность уровня мощности источника излучения прибора МТР 6000 R , дБ, по формуле

$$R = 10 \lg \left(1 + 2 \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}} \right) \quad (24)$$

где P_{\max} и P_{\min} – максимальное и минимальное значение оптической мощности, мкВт.

6) Повторить перечисления 1) – 5) на всех длинах волн источника оптического излучения прибора.

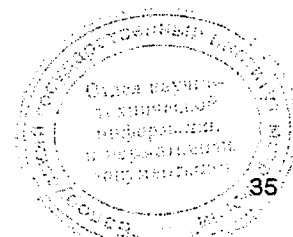
Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренное значение нестабильности не превышает 0,1 дБ.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

8.2 Если по результатам поверки прибор МТР 6000 признан пригодным к применению, то на него наносят поверительное клеймо и выдают свидетельство о поверке по форме, установленной ТКП 8.003 (приложение Г).

8.3 Если по результатам поверки прибор МТР 6000 признан непригодным к применению, поверительное клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выписывают заключение о непригодности по форме ТКП 8.003 (приложение Д) с указанием причин. Прибор МТР 6000 к применению не допускается.



Приложение А
 (рекомендуемое)

Форма протокола поверки

_____ наименование организации, проводящей поверку

Аттестат аккредитации ВУ/ _____ от _____ года

ПРОТОКОЛ № _____

поверки тестера оптического прибора оптического измерительного многофункционального МТР6000 № _____

принадлежащего _____
 наименование организации

Изготовитель _____
 наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____
 с.... по.....

Поверка проводится по _____
 обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия проведения поверки:

- температура окружающей среды _____ °С;
- относительная влажность воздуха _____ %;

Результаты поверки

1 Внешний осмотр _____
 соответствует / не соответствует

2 Опробование _____
 соответствует / не соответствует

3 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности

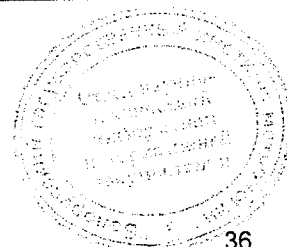
3.1 Определение относительной погрешности измерения оптической мощности на длинах волн калибровки

650 нм	1 мВт	100 мкВт	1 мкВт
$\theta_j, \%$			
$S_j, \%$			

$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$

$\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ (_____ дБ)

Допуск: $\pm 12 \%$ ($\pm 0,49$ дБ) _____



850 нм	2 мВт	1 мВт	1 мкВт	1 нВт
$\theta_j, \%$				
$S_j, \%$				

$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
 $\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ ($\underline{\hspace{2cm}}$ дБ)

Допуск: $\pm 8 \%$ ($\pm 0,33$ дБ) $\underline{\hspace{2cm}}$

1310 нм	5 мВт	1 мВт	1 мкВт	10 нВт	0,1 нВт
$\theta_j, \%$					
$S_j, \%$					

$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
 $\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ ($\underline{\hspace{2cm}}$ дБ)

Допуск: $\pm 5 \%$ ($\pm 0,22$ дБ) $\underline{\hspace{2cm}}$

1490 нм	1 мВт	1 мкВт	0,1 нВт
$\theta_j, \%$			
$S_j, \%$			

$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
 $\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ ($\underline{\hspace{2cm}}$ дБ)

Допуск: $\pm 5 \%$ ($\pm 0,22$ дБ) $\underline{\hspace{2cm}}$

1550 нм	1 мВт	1 мкВт	0,1 нВт
$\theta_j, \%$			
$S_j, \%$			

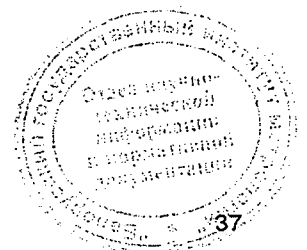
$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
 $\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ ($\underline{\hspace{2cm}}$ дБ)

Допуск: $\pm 5 \%$ ($\pm 0,22$ дБ) $\underline{\hspace{2cm}}$

1625 нм	1 мВт	1 мкВт	0,1 нВт
$\theta_j, \%$			
$S_j, \%$			

$\theta_1 = \max|\theta_j| = \underline{\hspace{2cm}} \%$, $S = \max(S_j) = \underline{\hspace{2cm}} \%$
 $\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ ($\underline{\hspace{2cm}}$ дБ)

Допуск: $\pm 5 \%$ ($\pm 0,22$ дБ) $\underline{\hspace{2cm}}$



3.2 Определение относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности

Длина волны, нм	650	850	1310	1490	1550	1625
$\theta_{cp}, \%$						
$\theta_2 = \max(\theta_{cp} - \theta_j), \%$						
$\delta_{отн}, \%$ (дБ)						
Допуск, % (дБ)	6(0,25)	4 (0,17)	2,5 (0,11)			

4 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

4.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Длина волны, нм	Уровень мощности, дБм	Допуск, дБм
		-10

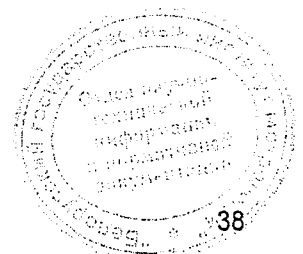
4.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Длина волны, нм	Нестабильность уровня мощности, дБм	Допуск, дБм
		0,1

Заключение _____
 соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
 подпись _____ расшифровка подписи _____



ПРОТОКОЛ № _____

поверки рефлектометра оптического прибора оптического измерительного многофункционального МТР6000 № _____

принадлежащего _____
наименование организации

Изготовитель _____
наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____
с.... по.....

Поверка проводится по _____
обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия проведения поверки:

- температура окружающей среды _____ °С;
- относительная влажность воздуха _____ %;

Результаты поверки

1 Внешний осмотр _____
соответствует / не соответствует

2 Опробование _____
соответствует / не соответствует

3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра

3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения расстояний

Длина волны _____ нм

№	Диапазон измерения расстояний, км	Разрешающая способность, м	Расстояние, м			Погрешность, м	
			ОГ-2-1	Рефлектометр	Разность	Измерено	Допуск



