

СОГЛАСОВАНО

Технический директор

ЗАО «Институт информационных технологий»

М.Л. Гришштейн



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

Н.А. Жагора



Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИЕ ОР-2-3

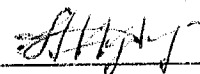
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ. МП. 1726 -2007

РАЗРАБОТАЛ

Инженер-метролог

ЗАО «Институт информационных
технологий»

 А.И. Кучуро

" 07 " окт. 2007

Настоящая методика поверки распространяется на рефлектометры оптические ОР-2-3 (в дальнейшем - рефлектометр) ТУ ВУ 100003325.008-2007, предназначенные для измерения затухания в оптических волокнах (ОВ) и их соединениях, длины оптического волокна и расстояния до мест неоднородностей оптического кабеля и оптического волокна в волоконно-оптических системах передачи.

Методика поверки устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверки рефлектометра.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями СТБ 8003-93.

Межповерочный интервал - 12 месяцев.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки рефлектометра должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного или вспомогательного средства поверки, их основные метрологические и (или) технические характеристики	Обязательность проведения операций при:	
			Первичной поверке	Эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5
1 Внешний осмотр	6.1		Да	Да
2 Опробование	6.2	Оптическое волокно одномодовое (ОМ), длина 5...8 км Оптическое волокно многомодовое (ММ), длина 3...8 км	Да	Да
3 Определение абсолютной погрешности измерения расстояний, диапазонов измерения расстояний	6.3.1	Оптический генератор ОГ-2-1 для ОМ ОВ. Длины волн 1310, 1550, 1625 нм. Диапазон расстояний 500 км. Оптический генератор ОГ-2-1 для ММ ОВ. Длины волн 850, 1300 нм. Диапазон расстояний 500 км. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния, м - $\pm (0,2 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot L)$ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания, дБ - $\pm 0,02 \cdot B$	Да	Да



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
4 Определение абсолютной погрешности измерения затухания	6.3.2	То же	Да	Да
5 Определение динамического диапазона измерения затухания рефлектометра	6.3.3	Оптическое волокно одномодовое, длина 25...50 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 3...8 км	Да	Да
6 Определение величины мертвой зоны по затуханию и величины мертвой зоны по отражению	6.3.4	Оптические генераторы ОГ-2-1 для ОМ ОВ, ОГ-2-1 для ММ ОВ. Оптическое волокно одномодовое, длина 4...7 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 0,5...1,5 км	Да	Да
Примечания 1 Допускается применение модификаций оптических генераторов ОГ-2-1 и ОГ-2-2 или других средств поверки, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. 2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.				

2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

2.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя и имеющие квалификационную группу не ниже третьей в соответствии с ПТЭ и ПТБ, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию на рефлектометры и средства их поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При подготовке и проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ТУ ВУ 100003325.008-2007, ГОСТ 12.1.040-83, ГОСТ 12.1.031-81 и руководства по эксплуатации на рефлектометр.

3.2 Во избежание попадания в глаза импульсного лазерного излучения, нельзя производить подключение и отключение оптического волокна (далее ОВ) к рефлектометру во время проведения измерений (когда включен лазер).

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление 96-104 кПа;
- напряжение питающей сети ($230,0 \pm 4,6$) В;
- частота питающей сети ($50,0 \pm 0,4$) Гц.



5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 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;
- установить на персональный компьютер драйвер USB и программное обеспечение согласно руководству по эксплуатации рефлектометра.

5.2 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, очищают от пыли в соответствии с разделом "Техническое обслуживание" руководства по эксплуатации рефлектометра.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого рефлектометра следующим требованиям:

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

Рефлектометр, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

6.2 Опробование

6.2.1 Если прибор имеет две и более длины волны – проверка должна проходить поочередно для каждой из имеющихся длин волн. Поэтому в окне "Параметры измерения" управляющей программы рефлектометра должна быть выбрана только одна длина волны. Например, 1550 нм – рисунок 1. Режим измерения – "Ручной".

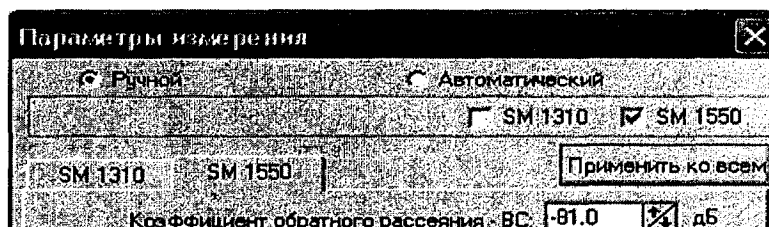


Рисунок 1.

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

6.2.2 Для проведения опробования рефлектометра следует выполнить следующие операции:

1) рефлектометр соединить с компьютером кабелем интерфейсным, подключаемым на нижней панели рефлектометра к разьему "USB". При этом должен загореться индикатор "Питание", расположенный на передней панели рефлектометра;

2) подключить к рефлектометру оптическое волокно (ОВ) многомодовое длиной 3...8 км или одномодовое длиной 5...8 км (в соответствии с модификацией рефлектометра);

3) загрузить управляющую программу рефлектометра **reflect.exe**. При загрузке программа должна произвести тестирование (инициализацию) рефлектометра и на экране монитора должно появиться сообщение с указанием типа и номера подключенного рефлектометра (рисунок 2).

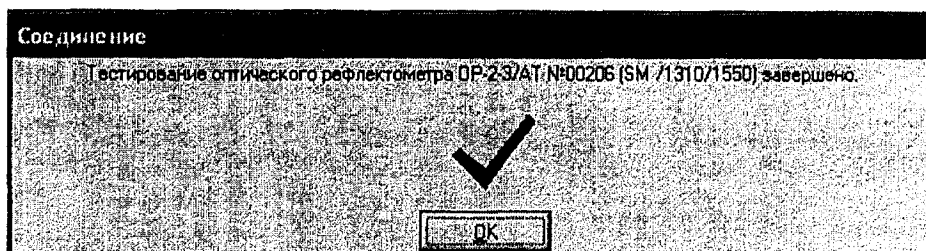


Рисунок 2

Если при загрузке управляющей программы не удалось инициализировать прибор из-за неверной установки порта, для настройки соединения прибора с компьютером в управляющей программе необходимо выбрать пункт меню **Настройка → Порт**.

В появившемся окне нужно сделать установки, показанные на рисунке 3 и нажать кнопку  **Подключить**. После этого будет проведено повторное соединение прибора с компьютером и на экране должно появиться сообщение с указанием типа и номера подключенного рефлектометра (рисунок 2).



Рисунок 3

4) нажать на кнопку , после чего в нижней части управляющей программы должна появиться строка с указанием типа и номера подключенного рефлектометра;



При невыполнении данных условий рефлектометр бракуется и направляется в ремонт;

5) нажать кнопку  на панели кнопок и в появившемся окне "Параметры измерения" установить следующие параметры:

Диапазон расстояний – $L_{\max} = 20$ км;

Длина волны – наименьшая;

Начало участка – $L_1 = 0$ км;

Конец участка – $L_2 = 20$ км;

Разрешение – $dL = 0,62$ м;

Длительность зондирующего импульса – $T_p = 100$ нс;

Число усреднений рефлектограммы – $4096 \cdot N_{av} = 4$;

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку .

6) нажать кнопку  и провести измерение с усреднением.

7) после окончания измерения с помощью указателя мыши и (или) клавиш $\rightarrow$, $\uparrow$, $\downarrow$, $\leftarrow$ установить маркеры на рефлектограмму и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по таблицам в левой части экрана.

8) повторить пункты 5) ÷ 7) для других длин волн.

Неисправный рефлектометр бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение абсолютной погрешности измерения расстояний рефлектометров для одномодовых ОВ проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1 для ОМ ОВ.

Определение абсолютной погрешности измерения расстояний рефлектометров для многомодовых ОВ проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1 для ММ ОВ.

Одновременно проверяют значения диапазонов измерения расстояний.

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

Для определения абсолютной погрешности измерения расстояний необходимо:

1) соединить вход оптического генератора со входом рефлектометра;

2) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне "Параметры измерения" установить следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – $n = 1,4750$;

Диапазон расстояний – $L_{\max} = 5$ км;

Длина волны – наименьшая для рефлектометров для одномодового ОВ, и наибольшая для рефлектометров для многомодового ОВ;

Начало участка – $L_1 = 0$ км;

Конец участка – $L_2 = 5$ км;

Разрешение – $dL = 0,32$ м;

Длительность зондирующего импульса – $T_p = 100$ нс;

Число усреднений рефлектограммы – $4096 \cdot N_{av} = 4$;



Высокое разрешение - без высокого разрешения;
Остальные параметры – по умолчанию.
После установки параметров измерения нажать кнопку



3) установить в меню **"Параметры"** управляющей программы оптического генератора значение показателя преломления, равным 1,4750;

4) нажать кнопку **"Расстояние"** управляющей программы оптического генератора, при этом откроется окно **"Проверка шкалы расстояний"**. В нем следует установить:

- диапазон измеряемых расстояний – 5 км;
- длину волны - в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;

Примечание

Для рефлектометров с длиной волны 1490 нм в управляющей программе генератора устанавливать длину волны 1550 нм.

- длительность измерительного импульса - 100 м;
- число измерительных импульсов - 5;
- положение 1-го измерительного импульса - 400 м.

Нажать кнопку **"Зафиксировать параметры импульсов"**;

5) нажать кнопку **"Допустимая погрешность"** и установить параметры для расчета допустимой погрешности рефлектометра:

- $\Delta L_0 = 0,5$ м;
- $\Delta L_{\text{смпл}} = dL$;
- $SL = 0,00003$;

6) запустить рефлектометр на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра;

7) с помощью аттенуаторов оптического генератора установить амплитуду измерительных импульсов на экране рефлектометра на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы рефлектометра. Опорную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, устанавливают на уровне (11 ± 1) дБ ниже плоской части вершины измерительного импульса для рефлектометров для измерения многомодового ОВ, и на уровне (15 ± 1) дБ ниже плоской части вершины измерительного импульса для рефлектометров для измерения одномодового ОВ.

После этого остановить измерение, нажав клавишу **ESC**;

8) запустить рефлектометр на измерение с усреднением, нажав кнопку ;

9) после завершения работы рефлектометра в этом режиме прочитать максимальное значение на шкале расстояний в окне **"Проверка шкалы расстояний"**, это значение является диапазоном измерения расстояний;

10) с помощью маркеров измерить расстояния от начала координат до точки пересечения горизонтальной линии, имитирующей сигнал обратного рассеяния, и переднего фронта каждого измерительного импульса. При этом используется максимальная растяжка масштаба по шкале затуханий и шкале расстояний;

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



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

где ΔL_0 , м –допускаемая основная абсолютная погрешность при воспроизведении расстояния оптического генератора,

L_j , м- расстояние до j-го импульса, измеренное по экрану рефлектометра,

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

12) повторить измерения для всех диапазонов расстояний, указанных в таблице 2 для данной модификации рефлектометра, по описанной выше методике. Устанавливать длительность и положение первого измерительного импульса согласно таблице 2;

13) при поверке рефлектометра на две или три длины волны действия по перечислениям 1)÷11) выполнять для остальных длин волн только для диапазона расстояний 5 км.

Таблица 2

Длительность измерительного импульса, м	Положение первого измерительного импульса, м	Диапазоны измерения расстояний, км	
		для рефлектометров для ММ ОВ	для рефлектометров для ОМ ОВ
100	400	5	5
300	400	20, 40	20, 40
1000	400	80 ^{а)}	120, 240

Примечание - ^{а)} для рефлектометров для многомодовых ОВ на длине волны 1300 нм

Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

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

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

где $dl = 0,5$ м;

dL – установленное в управляющей программе рефлектометра значение разрешения (интервал дискретизации сигнала обратного рассеяния), м;

L_{0j} - расстояние, задаваемое оптическим генератором, м.

6.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1 для ОМ ОВ.

Определение абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометров для многомодовых ОВ проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-1 для ММ ОВ.

Для определения абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра необходимо:

1) включить оптический генератор и соединить его вход с входом рефлектометра;



2) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне "Параметры измерения" установить следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – $n = 1,4750$;

Диапазон расстояний – $L_{max} = 40^a)$, $80^b)$ или $160^b)$ км;

Длина волны – наименьшая для рефлектометров для одномодового ОВ, и наибольшая для рефлектометров для многомодового ОВ;

Начало участка – $L1 = 0$ км;

Конец участка – $L2 = 40^a)$, $80^b)$ или $160^b)$ км;

Длительность зондирующего импульса – $T_p = 100$ нс;

Число усреднений рефлектограммы – $4096 \cdot N_{av} = 4$;

Высокое разрешение - без высокого разрешения;

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку .

Примечания

^{a)} для рефлектометров для многомодовых ОВ на длине волны 850 нм,

^{b)} для рефлектометров для многомодовых ОВ на длине волны 1300 нм,

^{b)} для рефлектометров для одномодовых ОВ.

3) нажать кнопку "Затухание" управляющей программы оптического генератора, при этом откроется окно "Проверка шкалы затухания". В нем следует в закладке "Положение импульсов" установить следующие параметры:

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

Примечание

Для рефлектометров с длиной волны 1490 нм в управляющей программе генератора устанавливать длину волны 1550 нм.

- положение опорного импульса – 2000 м;

- длительность опорного импульса – $2000 \text{ м}^a)$, $5000 \text{ м}^b)$

- длительность измерительного импульса - $2000 \text{ м}^a)$, $5000 \text{ м}^b)$;

Примечания

^{a)} для рефлектометров для многомодовых ОВ,

^{b)} для рефлектометров для одномодовых ОВ.

- положение измерительного импульса в соответствии с первой строкой таблицы 3 для данной модификации рефлектометра.

Нажать кнопку "Зафиксировать параметры импульсов";

4) нажать кнопку "Допустимая погрешность" и установить параметры для расчета допустимой погрешности рефлектометра:

- $\Delta\alpha_0 = 0$ дБ;

- $S\alpha = 0,04$ дБ/дБ;

5) запустить рефлектометр на измерение в режиме без усреднения, нажав

кнопку .



Таблица 3

№ строки	ММ-850 нм		ММ-1300 нм		ОМ-1310 нм		ОМ-1490, 1550 1625 нм		Nav
	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	4
2	5	6000	5	6000	5	12000	5	20000	4
3	10	7000	10	12000	10	25000	10	40000	8
4	15	8000	15	18000	15	40000	15	60000	16
5 ^{а)}					22	60000	22	80000	32
6 ^{б)}					28	80000	28	100000	32

Примечания
а) - для модификаций рефлектометров с динамическим диапазоном третьего, четвертого и пятого уровней;
б) - для модификаций рефлектометров с динамическим диапазоном четвертого и пятого уровней;

6) с помощью аттенуаторов оптического генератора установить амплитуды опорного и измерительного импульсов по экрану рефлектометра примерно одинаковыми (отличающимися друг от друга не более чем на 0,1 дБ) на уровне, соответствующем началу сигнала обратного рассеяния рефлектометра на максимальной длительности импульса. После этого остановить измерение, нажав клавишу **ESC**;

7) запустить рефлектометр на измерение с усреднением, установив в программе рефлектометра значения коэффициента Nav, определяющего число усреднений, в соответствии с таблицей 3.

8) после завершения работы рефлектометра в этом режиме установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса на расстоянии одной трети вершины от правого края и прочитать разность A_0 между амплитудами этих импульсов в дБ.

Величину A_0 необходимо запомнить;

9) в закладке **"Амплитуда измерительного импульса"** нажать 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"**.

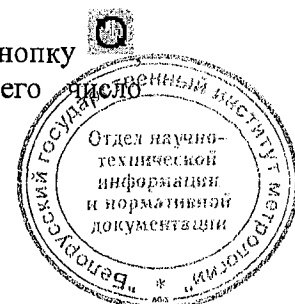
После этого в окошке **"Амплитуда измерительного импульса ОГ-2-1"** будет отображаться величина A_0 , а в окошке **"Внесенное затухание"** число 0.000 дБ;

10) с помощью аттенуатора оптического генератора уменьшить амплитуду измерительного импульса на величину соответствующую первой строке таблицы 3 (отклонение от значений не должно превышать $\pm 0,5$ дБ);

Величина изменения отображается в окошке **"Внесенное затухание"**;

11) остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса оптического генератора, нажав кнопку **"Остановить измерение"**;

12) запустить рефлектометр на измерение с усреднением, нажав кнопку **"Измерить амплитуду"**, установив предварительно значение коэффициента Nav, определяющего число усреднений, в соответствии с таблицей 3.



После завершения работы рефлектометра в этом режиме следует установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочитать разность A_i между амплитудами этих импульсов в дБ. Полученное значение занести в графу "Рефлектометр" окна "Амплитуда измерительного импульса" управляющей программы оптического генератора для автоматического расчета погрешности;

13) повторить измерения по перечислению 12) N раз ($N \geq 5$).

Программа оптического генератора автоматически производит расчет погрешности измерения затухания.

Алгоритм расчета погрешности следующий:

а) рассчитать величину внесенного затухания при каждом измерении рефлектометра

$$\alpha_i = A_i - A_0, \quad (3)$$

б) рассчитать среднее арифметическое α и оценку его среднего квадратического отклонения S :

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

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

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;

δB_0 – основная абсолютная погрешность измерения вносимого затухания ОГ-2-1;

г) рассчитать погрешность измерения затухания:

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

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 4)

Таблица 4

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

14) повторить действия по перечислениям 9)÷13), устанавливая оптическому генератору значения затухания измерительного импульса в соответствии



с таблицей 3, с учетом конкретной модификации поверяемого рефлектометра (отклонение от значений затуханий, указанных в таблице 3 не должно превышать $\pm 0,5$ дБ);

15) при проверке рефлектометра на две или три длины волны действия по перечислениям 9)÷13) выполнять для остальных длин волн только для значения затухания 1 дБ и 15 дБ.

16) при проверке шкалы затухания рефлектометра, при необходимости перехода на второй этап измерения, действовать согласно описанию в соответствующем разделе руководства по эксплуатации используемого оптического генератора.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если для каждого значения затухания, установленного по таблице 3, измеренные погрешности (строка "Погрешность" в закладке "Амплитуда измерительного импульса") не превышают абсолютной погрешности измерения затухания рефлектометра (строка "Допуск" в закладке "Амплитуда измерительного импульса") управляющей программы оптического генератора, т. е. выполняется условие:

$$\Delta\alpha \leq 0,04 \cdot B, \quad (10)$$

где $\Delta\alpha$ - погрешность, определенная по формуле (7);

B – затухание, установленное по оптическому генератору.

6.3.3 Для определения динамического диапазона измерения затухания необходимо:

1) подключить к рефлектометру многомодовое ОВ длиной 3...8 км (для рефлектометров для многомодовых ОВ) или одномодовое ОВ длиной 25...50 км (для рефлектометров для одномодовых ОВ);

2) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне "Параметры измерения" установить следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – $n = 1,4750$;

Диапазон расстояний – $L_{\max} = 20^a), 80^b)$ или $160^b)$ км;

Длина волны – наименьшая;

Начало участка – $L_1 = 0$ км;

Конец участка – $L_2 = 20^a), 80^b)$ или $160^b)$ км;

Длительность зондирующего импульса – $T_r = 8$ нс для рефлектометров для многомодовых ОВ и 100 нс для рефлектометров для одномодовых ОВ;

Время измерения - 3 мин;

Высокое разрешение - без высокого разрешения;

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку .

Примечание - ^{a)} для рефлектометров для многомодовых ОВ на длине волны 850 нм,

^{b)} для рефлектометров для многомодовых ОВ на длине волны 1300 нм,

^{c)} для рефлектометров для одномодовых ОВ.

3) осуществить измерение с усреднением, нажав кнопку .

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 в последней трети диапазона расстояний принимает наибольшее значение;



4) прочитав в таблице, в левой верхней части экрана, значение разности в дБ 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 рефлектометру конца измеряемого ОВ, и максимальным уровнем шума;

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. Для его определения следует мысленно продлить рефлектограмму влево от левого маркера до начала шкалы расстояний и по вертикальной шкале определить величину увеличения уровня рефлектограммы, при этом необходимо использовать растяжку начального участка рефлектограммы по горизонтали и вертикали.

5) в программе рефлектометра включить фильтрацию, нажав на кнопку **Ф**;

6) определить динамический диапазон с включенным фильтром, как это описано в перечислении 3) – не нажимая кнопку **Q** и перечислении 4);

7) записать в соответствующие позиции окна “Динамический диапазон” управляющей программы оптического генератора допуск согласно таблицам 5 ÷ 10, длительность импульса и полученные в перечислении 4) значения поочередно без фильтра и с фильтром, занести в протокол;

8) выполнить действия по перечислениям 2)÷7) для остальных длительностей импульсов, указанных в таблицах 5 ÷ 10;

9) при поверке рефлектометра на две или три длины волны провести измерения динамического диапазона по описанной выше методике для других длин волн.

Таблица 5 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ с динамическим диапазоном первого уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Е или цифру 1)

Длина волны, нм		Длительность импульса, нс			
		100	1000	10000	20000
Динамический диапазон, дБ, не менее					
1310	без фильтра	13,5	18,5	23,5	25,0
	с фильтром	13,8	21,0	27,5	30,0
1490	без фильтра	9,5	14,5	19,5	21,0
	с фильтром	9,8	17,0	23,5	26,0
1550	без фильтра	11,5	16,5	21,5	23,0
	с фильтром	11,8	19,0	25,5	28,0
1625	без фильтра	10,5	15,5	20,5	22,0
	с фильтром	10,8	18,0	24,5	27,0



Таблица 6 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ с динамическим диапазоном второго уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву М или цифру 2)

Длина волны, нм		Длительность импульса, нс			
		100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	без фильтра	18,0	23,0	28,0	29,5
	с фильтром	18,3	25,5	32,0	34,5
1490	без фильтра	14,0	19,0	24,0	25,5
	с фильтром	14,3	21,5	28,0	30,5
1550	без фильтра	16,5	21,5	26,5	28,0
	с фильтром	16,8	24,0	30,5	33,0
1625	без фильтра	14,5	19,5	24,5	26,0
	с фильтром	14,8	22,0	28,5	31,0

Таблица 7 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ с динамическим диапазоном третьего уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Т или цифру 3)

Длина волны, нм		Длительность импульса, нс			
		100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	без фильтра	21,5	26,5	31,5	33,0
	с фильтром	21,8	29,0	35,5	38,0
1490	без фильтра	17,5	22,5	27,5	29,0
	с фильтром	17,8	25,0	31,5	34,0
1550	без фильтра	19,5	24,5	29,5	31,0
	с фильтром	19,8	27,0	33,5	36,0
1625	без фильтра	18,5	23,5	28,5	30,0
	с фильтром	18,8	26,0	32,5	35,0

Таблица 8 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ с динамическим диапазоном четвертого уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Н или цифру 4)

Длина волны, нм		Длительность импульса, нс			
		100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310	без фильтра	25,5	30,5	35,5	37,0
	с фильтром	25,8	33,0	39,5	42,0
1490	без фильтра	19,5	24,5	29,5	31,0
	с фильтром	19,8	27,0	33,5	36,0
1550	без фильтра	23,5	28,5	33,5	35,0
	с фильтром	23,8	31,0	37,5	40,0
1625	без фильтра	20,5	25,5	30,5	32,0
	с фильтром	20,8	28,0	34,5	37,0



Таблица 9 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для одномодовых ОВ с динамическим диапазоном пятого уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Р или цифру 5)

Длина волны, нм		Длительность импульса, нс			
		100	1000	10000	20000
	Динамический диапазон, дБ, не менее				
1310 ¹⁾	без фильтра	25,5	30,5	35,5	37,0
	с фильтром	25,8	33,0	39,5	42,0
1490	без фильтра	21,5	26,5	31,5	33,0
	с фильтром	21,8	29,0	35,5	38,0
1550 ¹⁾	без фильтра	27,5	32,5	37,5	39,0
	с фильтром	27,8	35,0	41,5	44,0
1625	без фильтра	22,5	27,5	32,5	34,0
	с фильтром	22,8	30,0	36,5	39,0
¹⁾ В рефлектометрах на две и три длины волны допускается снижение значений динамического диапазона на длинах волн 1310, 1550 нм на 1.5 дБ.					

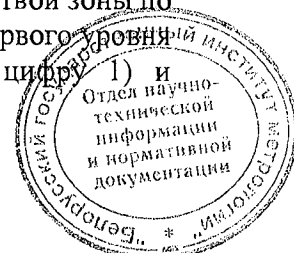
Таблица 10 - Значения динамического диапазона измерения затухания рефлектометров для многомодовых ОВ

Тип ОВ	Длина волны, нм		Длительность импульса, нс				
			8			100	1000
			Динамический диапазон, дБ, не менее				
Многомодовое 62,5/125 мкм	рефлектометр на две длины волны	850	без фильтра	11,0	14,8	21,0	
			с фильтром	11,0	15,1	23,0	
		1300	без фильтра	11,0	14,8	21,0	
			с фильтром	11,0	15,1	23,0	
	рефлектометр на одну длину волны	850	без фильтра	12,7	16,5	22,7	
			с фильтром	12,7	16,7	24,7	
		1300	без фильтра	12,7	16,5	22,7	
			с фильтром	12,7	16,7	24,7	
Многомодовое 50,0/125 мкм	рефлектометр на две длины волны	850	без фильтра	10,0	13,8	20,0	
			с фильтром	10,0	14,1	22,0	
		1300	без фильтра	10,0	13,8	20,0	
			с фильтром	10,0	14,1	22,0	
	рефлектометр на одну длину волны	850	без фильтра	11,7	15,5	21,7	
			с фильтром	11,7	15,7	23,7	
		1300	без фильтра	11,7	15,5	21,7	
			с фильтром	11,7	15,7	23,7	

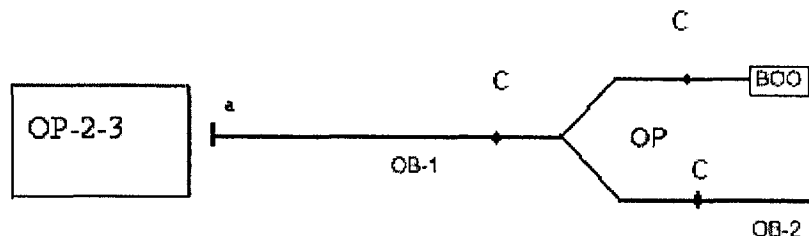
Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

- измеренные значения динамического диапазона равны или превышают значения, указанные в таблицах 5, 6, 7, 8, 9, 10.

6.3.4 Определение величины мертвой зоны по затуханию и величины мертвой зоны по отражению одномодового рефлектометра с динамическим диапазоном первого уровня (модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Е или цифру 1) и



многомодовых рефлектометров проводят, используя схему измерения, приведенную на рисунке 4.



а - оптический разъем типа FC/PC или ST/PC; 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 4

Величина коэффициента отражения, задаваемая 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" при минимальной длительности зондирующего импульса рефлектометра и минимальном разрешении dL.

Для определения величины мертвой зоны необходимо:

1) соединить прибор и ОВ между собой согласно рисунку 4.

2) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне "Параметры измерения" установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – $n = 1,4750$;

Диапазон расстояний – $L_{\max} = 10$ км;

Длина волны – наименьшая;

Начало участка – $L1 = 0$ км;

Конец участка – $L2 = 10$ км;

Разрешение – $dL = 0,32$ м;

Длительность зондирующего импульса – $T_p = 8$ нс;

Число усреднений рефлектограммы – $4096 \cdot N_{av} = 16$;

Включить режим "Высокое разрешение";

Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку .

3) осуществить измерение с усреднением, нажав кнопку . После его окончания по рефлектограмме определить величину мертвой зоны dz_a по затуханию, установив 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 5;



4) определить величину мертвой зоны по отражению dz_b , как длительность импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, измеренную в метрах по уровню, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ;

5) при поверке рефлектометра на две или три длины волны провести измерения величины мертвой зоны dz_a по затуханию и мертвой зоны по отражению dz_b по описанной выше методике для других длин волн.

Определение величины мертвой зоны по затуханию и величины мертвой зоны по отражению остальных модификаций рефлектометра проводят с помощью оптического генератора ОГ-2-1 и ОВ. При проверке многомодовых модулей используется многомодовое ОВ длиной 0,5 – 1,5 км и многомодовый оптический генератор ОГ-2-1, при проверке одномодовых модулей используется одномодовое ОВ длиной 3 - 7 км и одномодовый оптический генератор ОГ-2-1.

Определение величины мертвой зоны проводят при минимальной длительности зондирующего импульса рефлектометра и минимальном разрешении dL .

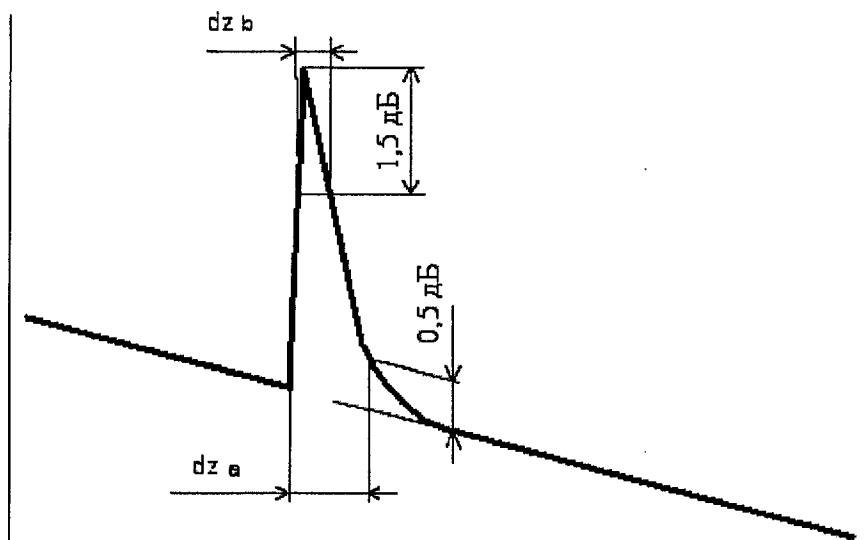


Рисунок 5

Для определения величины мертвой зоны необходимо:

1) соединить рефлектометр, оптический генератор и ОВ между собой согласно схеме соответствующего раздела руководства по эксплуатации оптического генератора.

2) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне "Параметры измерения" установить в нем следующие параметры:

Показатель преломления ОВ – $n = 1,4750$;

Диапазон расстояний – $L_{max} = 10$ км;

Длина волны – наименьшая;

Начало участка – $L1 = 0$ км;



Конец участка – $L_2 = 10$ км;
Разрешение – $dL = 0,32$ м;
Длительность зондирующего импульса – $T_p = 300$ нс;
Число усреднений рефлектограммы – $4096 \cdot N_{av} = 16$;
Включить режим **"Высокое разрешение"**;
Остальные параметры – по умолчанию.

После установки параметров измерения нажать кнопку



3) запустить рефлектометр на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку ;

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 кнопку ;

6) с помощью соответствующего аттенюатора оптического генератора установить амплитуду импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы так, чтобы коэффициент отражения имел значение от -42 до -40 дБ. После этого перейти в режим измерения затухания по двум точкам, нажав кнопку , и остановить измерение, нажав клавишу **ESC**;

7) нажать кнопку  на панели кнопок управляющей программы рефлектометра и в появившемся окне **"Параметры измерения"** установить в нем следующие параметры:

Длительность зондирующего импульса – $T_p = 8$ нс.
Остальные параметры – по умолчанию.

8) осуществить измерение с усреднением, нажав кнопку . После его окончания по рефлектограмме определить величину мертвой зоны dz_a по затуханию, установив 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 5;

9) определить величину мертвой зоны по отражению dz_b , как длительность импульса, находящегося в центральной части рефлектограммы, измеренную в метрах по уровню, который ниже вершины импульса на $1,5$ дБ;

10) повторить измерения по перечислениям 3) ÷ 9) для других длин волн.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если величина мертвой зоны по затуханию и величина мертвой зоны по отражению соответствуют таблице 11.



Таблица 11

Модификация рефлектометра		Величина мертвой зоны, м, не более	
		по затуханию	по отражению
для одномодовых ОВ	модификации, имеющие в обозначении последние буквы Е, Н, Р или цифры 1, 4, 5	13,0	3,0
	модификации, имеющие в обозначении последнюю букву М, или цифру 2	11,0	2,5
	модификации, имеющие в обозначении последнюю букву Т или цифру 3	7,0	2,5
для многомодовых ОВ	все модификации	11,0	2,5

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки, который создается управляющей программой оптического генератора. Рекомендуемая форма такого протокола приведена в Приложении А.

7.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке по форме в соответствии с СТБ 8003-93.

7.3 При отрицательных результатах поверки рефлектометра выдается извещение о непригодности по форме приложения Г СТБ 8003-93 с указанием причин несоответствия.

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол № _____

Лист 1 из 2

поверки оптического рефлектометра №

с СОБ одномодовый №

принадлежит

Организация, проводившая поверку

Условия проведения поверки

- температура окружающей среды °С;

- относительная влажность воздуха %;

- атмосферное давление кПа.

Образцовые средства измерений

Нормативная документация

1 Внешний осмотр, проверка комплектности

2 Опробование

3 Определение абсолютной погрешности измерения расстояний

Таблица1. Длина волны нм

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

Таблица2. Длина волны нм

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

4 Определение абсолютной погрешности измерения затухания (Метод 1)

Таблица3. Длина волны нм

№	Затухание, дБ	Погрешность, дБ	
		Измерено	Допуск



продолжение протокола № _____

Лист 2 из 2

Таблица4. Длина волны нм

№	Затухание, дБ	Погрешность, дБ	
		Измерено	Допуск

5 Определение величины мёртвой зоны

Таблица5. Длина волны нм

№	... при измерении затухания, м		... при обнаружении неоднородностей, м		Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ
	Измерено	Допуск	Измерено	Допуск		

Таблица6. Длина волны нм

№	... при измерении затухания, м		... при обнаружении неоднородностей, м		Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ
	Измерено	Допуск	Измерено	Допуск		

6 Определение динамического диапазона

Таблица7. Длина волны нм

№	Длительность импульса, нс	Динамический диапазон, дБ	
		Измерено	Допуск

Таблица8. Длина волны нм

№	Длительность импульса, нс	Динамический диапазон, дБ	
		Измерено	Допуск

Заключение

Свид./извещение

Дата

Поверитель _____ ()

