

СОГЛАСОВАНО
Директор ЗАО «Институт
информационных технологий»
М.В. Слесарчик



УТВЕРЖДАЮ
Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

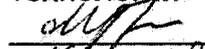
**Приборы оптические измерительные многофункциональные
FX300**

Методика поверки

МРБ МП. 2739-2017

Листов 35

Разработчик:
Начальник отдела метрологии
ЗАО «Институт информационных
технологий»


М.Л. Гринштейн
«19» 10 2017

Минск, 2017

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.....	6
7.1 Внешний осмотр.....	6
7.2 Опробование.....	6
7.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра прибора FX300.....	11
7.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности при измерении расстояний.....	11
7.3.2 Определение динамического диапазона.....	14
7.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания рефлектометром.....	16
7.3.4 Определение значений мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению.....	19
7.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь.....	22
7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности.....	26
7.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки).....	26
7.4.2 Определение относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности.....	29
7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения.....	29
7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения.....	29
7.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения.....	30
8 Оформление результатов поверки.....	31
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	32



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на приборы оптические измерительные многофункциональные FX300 ТУ ВУ 100003325.020-2017 (далее – прибор FX300).

В состав прибора FX300 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 FX300 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 FX300 может работать в лабораторных и полевых условиях, как от внешнего источника питания, так и автономно.

Настоящая МП устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверки прибора FX300.

Настоящая МП 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 FX300, применяемых в сфере законодательной метрологии.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки прибора FX300 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 при измерении расстояний	7.3.1
Определение динамического диапазона	7.3.2
Определение абсолютной погрешности при измерении затухания	7.3.3
Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению	7.3.4
Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь	7.3.5
Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)	7.4.1
Определение относительной погрешности при измерении 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
1	2
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 минус 80 до плюс 7 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности $\pm 3\%$ 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-2-3/3456 (одномодовый), длины волн 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм, 1625 нм. Диапазон расстояний 500 км. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при воспроизведении расстояния $\pm (0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, м. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания $\pm 0,015$-В, дБ Генератор оптический ОГ-2-3/83 (многомодовый), 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 абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания $\pm 0,02$-В, дБ</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-2-3. Оптическое волокно одномодовое, длина 2 - 4 км. Оптическое волокно многомодовое, длина 1 - 3 км Оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 90%/10% Оптический разветвитель многомодовый с коэффициентом деления 90%/10% Оптический аттенюатор одномодовый с максимальным затуханием 45 дБ Оптический аттенюатор многомодовый с максимальным затуханием 45 дБ</p>
7.3.5	<p>Тестер оптический ОТ-2-3А. Оптическое волокно одномодовое, длина 10...15 км. Оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 50%/50% Оптическое волокно многомодовое, длина 3...5 км. Оптический разветвитель многомодовый с коэффициентом деления 50%/50%. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м. Аттенюатор волоконно-оптический переменный; вносимые потери от 1 до 70 дБ.</p>



Продолжение таблицы 2

1	2
7.4.1	Тестер оптический ОТ-2-3А. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м.
7.4.2	
7.5.1	
7.5.2	
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.	

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 ТКП 427-2012 " Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок", изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на прибор FX300 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 "Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования", СТБ IEC 60825-1-2011 "Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования" и руководства по эксплуатации прибора FX300.

4.2 При проведении поверки необходимо не допускать попадания в глаза лазерного излучения.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 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 поверке применяемых средств измерений;
- 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 FX300.



7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора FX300 следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого прибора FX300;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- исправность кабелей и разъемов, четкость маркировки;
- исправность и прочность крепления органов управления.

Прибор, имеющий дефекты, дальнейшей поверке не подлежит.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование проводится для каждого функционального устройства (оптического рефлектометра, источника оптического излучения, измерителя оптической мощности), встроенного в прибор FX300 для оценки его исправности.

7.2.2 Для проведения опробования прибора FX300 следует выполнить следующие операции.

1) Подключить прибор FX300 к входящему в комплект поставки источнику питания и включить в сеть напряжением 230 В, при этом на передней панели прибора FX300 загорится светодиод "⏻" желтым цветом.

2) Включить прибор FX300 длительным нажатием кнопки ⏻. При этом индикатор "⏻" загорится зеленым цветом, и появится изображение на экране. После загрузки программного обеспечения на экране появляется окно основных функций прибора FX300, показанное на рисунке 1.

Переход в это окно из других окон осуществляется кнопкой .



Рисунок 1



В окне указаны типы устройств, которые могут быть встроены в прибор:

- "OTDR" - оптический рефлектометр;
- "Визуальный дефектоскоп" - источник видимого излучения;
- "Optical Power Meter" - измеритель оптической мощности;
- "Оптич. микроскоп" - оптический микроскоп;
- "Источник оптич. излучения" - источник оптического излучения.

Загрузка приложения с устройством проводится нажатием стилусом на соответствующую иконку на экране прибора FX300.

Выбор и изменение параметров в окнах программы прибора FX300 осуществляется с помощью стилуса.

7.2.3 Для опробования оптического рефлектометра прибора FX300 необходимо выполнить следующие операции.

1) Подключить к прибору FX300 многомодовое оптическое волокно (ОВ) длиной 3 - 5 км (если установлен многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 5 - 8 км (если установлен одномодовый рефлектометр).

2) Нажать иконку **[OTDR]** на экране прибора FX300 – появится окно, показанное на рисунке 2.

Перемещение по пунктам меню этого окна осуществляется с помощью стилуса.

3) В этом окне установить следующие параметры измерения:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 20;
- Длит. импульса (ns): 100;
- Разрешение (m): наименьшее значение из доступных для данного прибора FX300 (Высок.);
- Время (m:s): 00:30.

Свойства волокна

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): наименьшая из доступных для данного прибора FX300;
- Показ-ль преломл.: 1,475.

Остальные параметры – как на рисунке 2.

4) Нажать кнопку **[Старт]**, начнется измерение с усреднением.

5) После окончания измерения стилусом установить маркеры на рефлектограмму и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по информации на экране.

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

Результат считают удовлетворительным, если можно провести измерение затухания и длины ОВ.





Рисунок 2

7.2.4 Для опробования измерителя оптической мощности прибора FX300 необходимо выполнить следующие операции.

1) После включения прибора FX300 и загрузки программного обеспечения (см. рисунок 1) нажать иконку **[Optical Power Meter]**.

2) В окне, показанном на рисунке 3, нажать кнопку  в строке **[Длина волны]** и из появившегося списка длин калибровки (см. рисунок 4) выбрать 1310 нм.

3) Закрыть оптический разъем измерителя мощности защитным колпачком, а затем открыть его, показания измерителя мощности должны измениться.

Результат считают удовлетворительным, если выполняются требования перечислений 2) и 3).

7.2.5 Для опробования источника оптического излучения, необходимо выполнить следующие операции.

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

2) После включения прибора FX300 и загрузки его программного обеспечения (см. рисунок 1) нажать иконку **[Источник оптич. излучения]**.

3) В появившемся окне (см. рисунок 3) нажать закладку **[OLS]**.

4) Соединить прибор FX300 соединительным оптическим кабелем с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А.





Рисунок 3



Рисунок 4

5) В окне, показанном на рисунке 5, нажать кнопку  в строке [Lasers], чтобы отобразить список длин волн установленных источников излучения (см. рисунок 6).





Рисунок 5

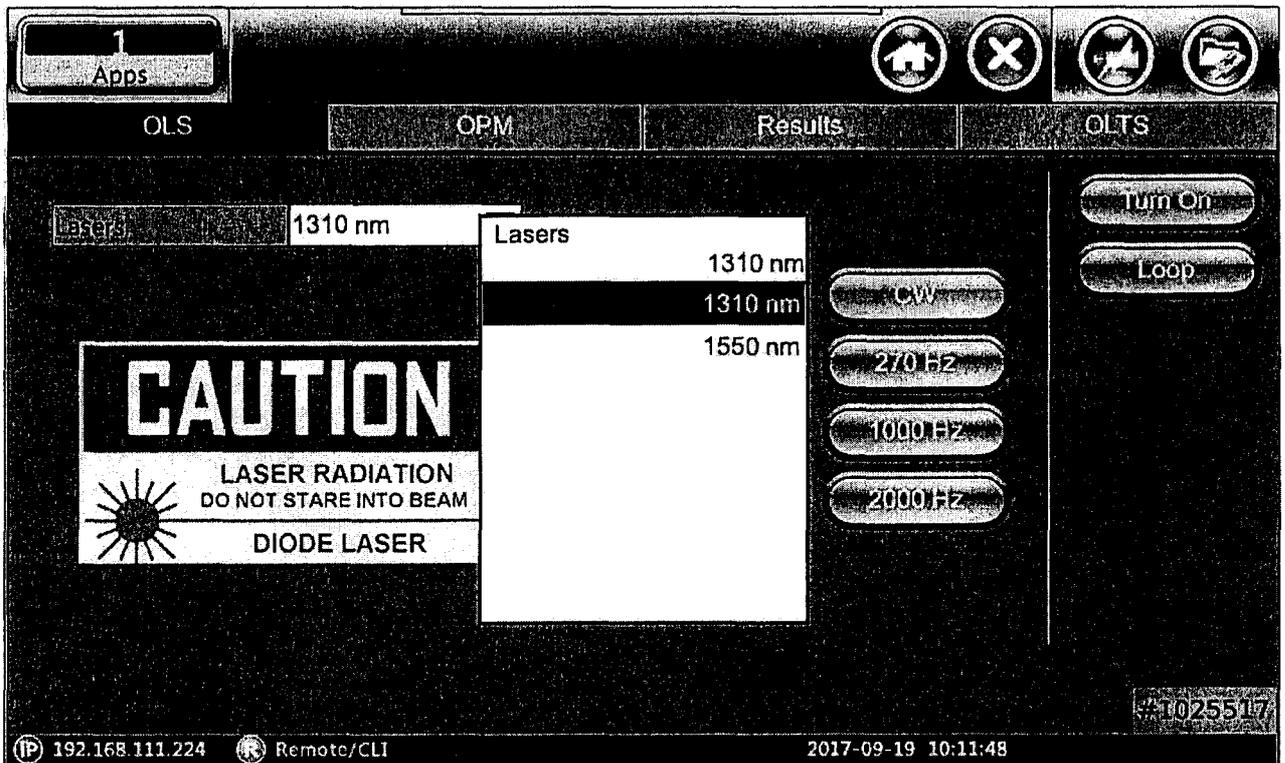


Рисунок 6

б) Выбрать источник излучения с наименьшей длиной волны и нажать кнопку [Turn On]. После этого экран примет вид, показанный на рисунке 7. Показания оптического тестера ОТ-2-3А должны измениться.





Рисунок 7

- 7) Выключить источник излучения, нажав кнопку [Turn Off].
Показания оптического тестера ОТ-2-3А должны измениться.
- 8) Повторить действия 5) - 7) для всех длин волн излучения поверяемого прибора FX300.

Результат считают удовлетворительным, если выполняются требования перечислений 5) - 8).

7.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра прибора FX300

7.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности при измерении расстояний

Определение диапазона и абсолютной погрешности при измерении расстояний проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-3.

Определение погрешности проводят при минимальных значениях разрешения по расстоянию (Высок.), допустимых для данного диапазона измеряемых расстояний.

Для определения погрешности при измерении расстояний необходимо выполнить следующие операции.

- 1) Включить оптический генератор ОГ-2-3 и загрузить его программу.
- 2) Соединить оптический генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX300 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3.
- 3) На экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать иконку [OTDR], чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку [Параметры] – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.





Рисунок 8

В этом окне установить:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (км):
 - 5 для прибора FX300 модификации T1;
 - 6 для прибора FX300 модификации T2;
- Длит. импульса (ns): 100;
- Разрешение (m): Высок.;
- Время (m:s): 00:30;
- Приемник: DR.

Свойства волокна

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): наименьшая из доступных для данного прибора FX300;
- Показ-ль преломления: 1,475.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

4) В меню "Параметры" управляющей программы оптического генератора ОГ-2-3 установить значение показателя преломления, равным 1,475.

5) Нажать кнопку [Расстояние] управляющей программы оптического генератора ОГ-2-3, при этом откроется окно "Проверка шкалы расстояний". В нем необходимо выбрать режим "С имитацией обратного рассеяния" и установить:

- длина волны измерительных импульсов: в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;
- длительность измерительных импульсов: 100 м;
- число измерительных импульсов: 5;
- положение 1-го измерительного импульса: 400 м;



- включить режим "Имитация сигнала обратного рассеяния"
- длина волны сигнала обратного рассеяния: значение, предлагаемое программой;
- диапазон расстояний:
 - 5 км при поверке прибора FX300 модификации T1;
 - 6 км при поверке прибора FX300 модификации T2;
- длительность импульса рефлектометра: 100 нс.

Нажать кнопку **[Зафиксировать параметры импульсов]**.

Примечание – При поверке прибора FX300 с фильтром на длину волны 1625 или 1650 нм измерительный сигнал и сигнал обратного рассеяния оптического генератора ОГ-2-3 выбираются на длине волны 1625 нм.

6) Нажать кнопку **[Допустимая погрешность]** управляющей программы оптического генератора ОГ-2-3 и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности прибора FX300:

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

7) Запустить рефлектометр на измерение в режиме реального времени, нажав кнопку **[Старт реал.]** окна параметров измерения (см. рисунок 8).

8) С помощью аттенюаторов оптического генератора ОГ-2-3 установить на экране прибора FX300 амплитуду измерительных импульсов на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы прибора. Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, установить на (13 ± 3) дБ ниже плоской части вершины импульса. Измерения разности уровней осуществляются с помощью двух маркеров. Маркеры перемещаются по экрану прибора FX300 кнопками **◀**, **▶** и стилусом. Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется кнопками **▲**, **▼** и стилусом.

После установки импульсов нужно остановить измерение, нажав кнопку **[Стоп]**.

9) Запустить прибор FX300 на измерение с усреднением, нажав кнопку **[Старт]**.

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

11) В управляющей программе оптического генератора ОГ-2-3 занести полученные значения в столбец **"Рефлектометр"** в окне **"Проверка шкалы расстояний"**, для дальнейшего автоматического расчета погрешности при измерении 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-2-3,

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

L_{0j} , м- расстояние до j-го импульса, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-3.

Значения погрешности отображаются в столбце **"Погрешность"**.



12) Передвинуть правый маркер на конец шумовой части рефлектограммы и считать с экрана значение расстояния. Это значение считается диапазоном измерения расстояний.

13) Повторить измерения для всех диапазонов расстояний, указанных в таблице 3 для данного рефлектометра по описанной выше методике. Устанавливать длительности и положение первого измерительного импульса оптического генератора ОГ-2-3 согласно таблице 3.

Таблица 3

Длительность измерительного импульса, м	Положение первого измерительного импульса, м	Многомодовый рефлектометр		Одномодовый рефлектометр	
		Модификация рефлектометра			
		T1	T2	T1	T2
		Диапазоны измерения расстояний, км			
100	400	5	6	5	6
300	400	40	40	40	40
1000	400	–	–	120, 240	250, 400

14) При поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны, действия по перечислениям 1) - 13) выполнить для наименьшей длины волны для многомодового рефлектометра и для наименьшей длины волны для одномодового рефлектометра. Для остальных длин волн абсолютную погрешность измерения расстояния по описанной выше методике определять только для наименьшего диапазона измерения расстояний, указанного в таблице 3. При этом в программе рефлектометра прибора FX300 для каждой длины волны необходимо установить значение показателя преломления 1,475 (см. перечисление 3 и рисунок 8).

Результаты считают удовлетворительными, если:

- максимальные значения шкалы расстояний соответствуют диапазонам измерения расстояний таблицы 3 с отклонением не более $\pm 3\%$;
- значения погрешности измерения расстояния ΔL_j , м, удовлетворяют условию:

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

где $dl = 0,5$ м – допускаемое значение начального сдвига;

dL – установленное значение разрешения (интервала дискретизации сигнала обратного рассеяния), м;

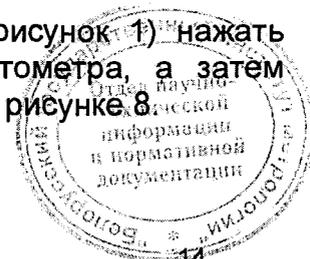
L_{0j} – расстояние, задаваемое оптическим генератором ОГ-2-3, м.

7.3.2 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона необходимо выполнить следующие операции.

1) Подключить к прибору FX300 многомодовое ОВ длиной 4 - 8 км (если установлен многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 25 - 50 км (если установлен одномодовый рефлектометр).

2) На экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать иконку [OTDR], чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку [Параметры] – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.



В этом окне установить:

Длины волн: все из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 40 км (для многомодовых рефлектометров) или 160 км (для одномодовых рефлектометров);
- Длит. импульса (ns): 1000 нс (для многомодовых рефлектометров) или 20000 нс (для одномодовых рефлектометров);
- Разрешение (m): Пониж.;
- Время (m:s): 03:00;
- Приемник: DR.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

3) Запустить рефлектометр на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку **[Старт]**. После окончания измерения установить левый маркер за пределами мертвой зоны в начале линейно спадающего участка рефлектограммы, а правый - на точку, в которой шумовой сигнал за пределами рефлектограммы во второй половине экрана принимает наибольшее значение.

Маркеры перемещаются по экрану прибора FX300 кнопками ◀, ▶ и стилусом. Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется кнопками ▲, ▼ и стилусом.

4) Прочитать на экране значение разности в дБ между сигналом и шумом и рассчитать динамический диапазон измерения затухания D_r , дБ, при ОСШ=1 по формуле

$$D_r = D_{\max} + \delta D_1 + \delta D_2 \quad (3)$$

где D_{\max} - разность между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору FX300 конца измеряемого ОВ, и максимальным уровнем шума, дБ;

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

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 определить величину увеличения уровня рефлектограммы, при этом необходимо использовать растяжку начального участка рефлектограммы по горизонтали и вертикали.

5) По экрану прибора FX300 запомнить уровень, соответствующий началу сигнала обратного рассеяния (см. 7.3.2, перечисление 6)).

6) При поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны провести измерения динамического диапазона по описанной выше методике для других длин волн.

Результаты считают удовлетворительными, если измеренные значения динамического диапазона для соответствующей модификации прибора FX300 равны или превышают значения, указанные в соответствующем столбце таблиц 4 - 6.



Таблица 4 - Динамический диапазон одномодовых рефлектометров

Длина волны, нм	Модификации одномодового рефлектометра			
	1	2	3	4
	Динамический диапазон, дБ, не менее			
1310	35	39	43	46
1490	36	40	41	42
1550	33	37	43	45
1625	34	38	41	42
1650	35	39	39	39

Примечание – Допускается снижение значений динамического диапазона на 1,5 дБ для модификаций рефлектометров с тремя или четырьмя длинами волн

Таблица 5 - Динамический диапазон многомодовых рефлектометров

Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ, не менее	Диаметр сердцевины ММ ОВ, мкм
850	30	50,0
1300	32	
850	31	62,5
1300	33	

Таблица 6 - Динамический диапазон комбинированных рефлектометров

Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ, не менее	Диаметр сердцевины ММ ОВ, мкм
Одномодовый рефлектометр	1310	-
	1490	
	1550	
	1625	
	1650	
Многомодовый рефлектометр	850	50,0
	1300	62,5
	850	
	1300	

7.3.2 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания рефлектометром

Определение абсолютной погрешности при измерении затухания рефлектометром проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-3.

Для определения абсолютной погрешности при измерении затухания рефлектометром необходимо выполнить следующие операции.

- 1) Включить оптический генератор ОГ-2-3 и загрузить его программу.
- 2) Соединить оптический генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX300 с помощью оптического соединительного кабеля.
- 3) На экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать иконку [OTDR], чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку [Параметры] – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.

В этом окне установить:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 40 км (для многомодовых рефлектометров) или 160 км (для одномодовых рефлектометров);
- Длит. импульса (ns): 100
- Разрешение (m): Высок.;



- Время (m:s): 00:30;
- Приемник: DR.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

4) В управляющей программе оптического генератора ОГ-2-3 нажать кнопку **[Затухание]**, при этом откроется окно **"Выбор метода проверки шкалы затухания"**, в котором надо выбрать **Метод 1**.

Затем появится окно **"Проверка шкалы затухания"**. В нем следует установить:

- длина волны измерительного импульса: в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;
- длина волны опорного импульса: значение, предлагаемое программой;
- положение опорного импульса: 2000 м;
- длительность опорного импульса: 2000 м (для многомодовых рефлектометров) или 5000 м (для одномодовых рефлектометров);
- длительность измерительного импульса: 2000 м (для многомодовых рефлектометров) или 5000 м (для одномодовых рефлектометров);
- положение измерительного импульса: в соответствии с первой строкой таблицы 7 для данного рефлектометра.

Нажать кнопку **[Зафиксировать параметры импульсов]** управляющей программы оптического генератора ОГ-2-3.

Примечание. При поверке прибора FX300 с фильтром на длину волны 1625 или 1650 нм измерительный и опорный сигнал оптического генератора ОГ-2-3 выбираются на длине волны 1625 нм;

5) Нажать кнопку **[Допустимая погрешность]** и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности рефлектометра прибора FX300:

- $\Delta\alpha_0 = 0$ дБ;
- $S\alpha = 0,03$ дБ/дБ.

6) Запустить прибор FX300 на измерение в режиме реального времени, нажав кнопку **[Старт реал.]** окна параметров измерения (см. рисунок 8).

Таблица 7

№ строки	ММ рефлектометр 850 нм		ММ рефлектометр 1300 нм		ОМ рефлектометр 1310 нм		ОМ рефлектометр 1490, 1550, 1625, 1650 нм		Время измерения
	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	В, дБ	L, м	
1	2	5000	2	5000	2	8000	2	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 выше 40 дБ

6) С помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-3 установить по экрану прибора FX300 амплитуды опорного и измерительного импульсов примерно одинаковыми (отличающимися друг от друга не более чем на 0,1 дБ) и на уровне, соответствующем началу сигнала обратного рассеяния прибора на максимальной длительности импульса (уровень этого сигнала определяется по рефлектограмме, полученной при измерении динамического диапазона по 7.3.2).



Измерения разности уровней осуществляются с помощью двух маркеров. Маркеры перемещаются по экрану прибора FX300 кнопками ◀, ▶ и стилусом. Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется кнопками ▲, ▼ и стилусом.

После установки импульсов нужно остановить измерение. Для этого следует нажать кнопку [Стоп].

7) Запустить прибор на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку [Старт].

8) После завершения измерения установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочесть разность A_0 между амплитудами этих импульсов в дБ.

Величину A_0 необходимо запомнить.

9) В управляющей программе оптического генератора ОГ-2-3 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-2-3" будет отображаться величина A_0 , а в окошке "Внесенное затухание" число 0.000 дБ.

10) С помощью аттенюатора оптического генератора ОГ-2-3 уменьшить амплитуду измерительного импульса на величину B , дБ, соответствующую первой строке таблицы 7 (отклонение не должно превышать $\pm 0,1$ дБ).

Величина изменения отображается в окошке "Внесенное затухание".

11) Остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса оптического генератора ОГ-2-3, нажав кнопку [Остановить измерение].

12) В приборе FX300 запустить измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку [Старт].

После завершения измерения 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-2-3 для автоматического расчета погрешности.

13) Повторить измерения амплитуд импульсов N раз ($N \geq 5$).

Программа оптического генератора ОГ-2-3 автоматически производит расчет погрешности измерения затухания.

Значения погрешности отображаются в столбце "Погрешность".

Алгоритм расчета погрешности следующий:

а) рассчитать величину внесенного затухания α_i , дБ, при каждом измерении рефлектометра по формуле

$$\alpha_i = A_i - A_0, \quad (4)$$

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

$$\alpha = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \alpha_i,$$



$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\alpha_i - \alpha)^2}{N \cdot (N - 1)}}, \quad (6)$$

в) рассчитать погрешность при измерении затухания $\Delta\alpha$, дБ, по формуле

$$\Delta\alpha = 2 \cdot \sqrt{\frac{(\delta B_0 \cdot B)^2 + (\alpha - B)^2}{3} + S^2}, \quad (7)$$

где B – затухание, установленное по оптическому генератору, дБ;

$\delta B_0 \cdot B$ – абсолютная погрешность измерения вносимого затухания оптическим генератором ОГ-2-3, дБ ($\delta B_0 = 0,015$ для ОМ оптического генератора ОГ-2-3 и $\delta B_0 = 0,02$ для ММ оптического генератора ОГ-2-3);

14) Повторить перечисления 11) - 13), устанавливая по оптическому генератору ОГ-2-3 значения затухания измерительного импульса B , дБ, и его положение L , м, в соответствии с таблицей 7 (отклонение от значений затуханий, указанных в таблице 7 не должно превышать $\pm 0,2$ дБ).

15) При поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны действия по перечислениям 1) - 14) выполнить для наименьшей длины волны многомодового рефлектометра и для наименьшей длины волны для одномодового рефлектометра. Для остальных длин волн абсолютную погрешность измерения затухания по описанной выше методике определять только для значения затухания 2 дБ.

Результаты считают удовлетворительными, если при каждом установленном значении затухания погрешность измерения затухания удовлетворяет условию:

$$\Delta\alpha \leq 0,03 \cdot B, \quad (8)$$

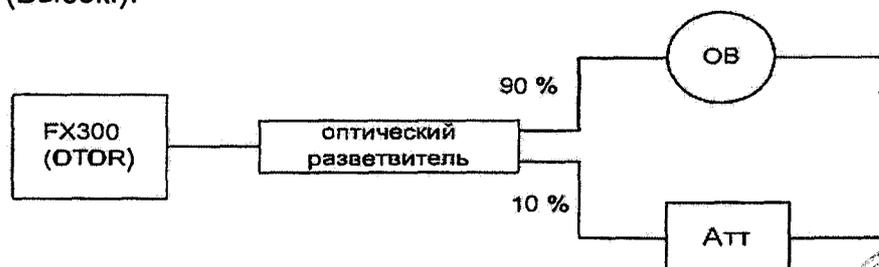
где $\Delta\alpha$ – погрешность, определенная по формуле (7);

B – затухание, установленное по оптическому генератору ОГ-2-3.

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

Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению рефлектометра прибора FX300 проводят, используя схему измерения, показанную на рисунке 9.

Определение значения мертвой зоны проводят при длительности зондирующего импульса рефлектометра прибора FX300, равной 3 нс, диапазоне расстояний 5 км для FX300 T1 или 6 км для FX300 T2 и минимальном значении разрешения (Высок.).



OTDR – оптический рефлектометр прибора FX300, ОВ - оптическое волокно, одномодовое длиной 1 – 4 км или многомодовое длиной 1 – 2 км, Атт – переменный оптический аттенуатор

Рисунок 9



Для определения величины мертвой зоны необходимо выполнить следующие операции.

1) Собрать схему согласно рисунку 9.

2) Нажать иконку [OTDR] на экране прибора FX300, чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку [Параметры] – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.

В этом окне установить следующие параметры:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 5 для приборов FX300 модификации T1 или 6 для приборов FX300 модификации T2;
- Длит. импульса (ns): 300
- Разрешение (m): Высок.;
- Время (m:s): 00:15;
- Приемник: DZ.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

3) Запустить прибор FX300 на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку [Старт реал.] окна параметров измерения (см. рисунок 8).

4) Установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлектограммы, а правый - на его на вершину. Маркеры перемещаются по экрану прибора FX300 кнопками ◀, ▶ и стилусом. Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется кнопками ▲, ▼ и стилусом.

5) Стилусом в строке [Режим] выбрать опцию Коэф. отражения (см. рисунок 10).

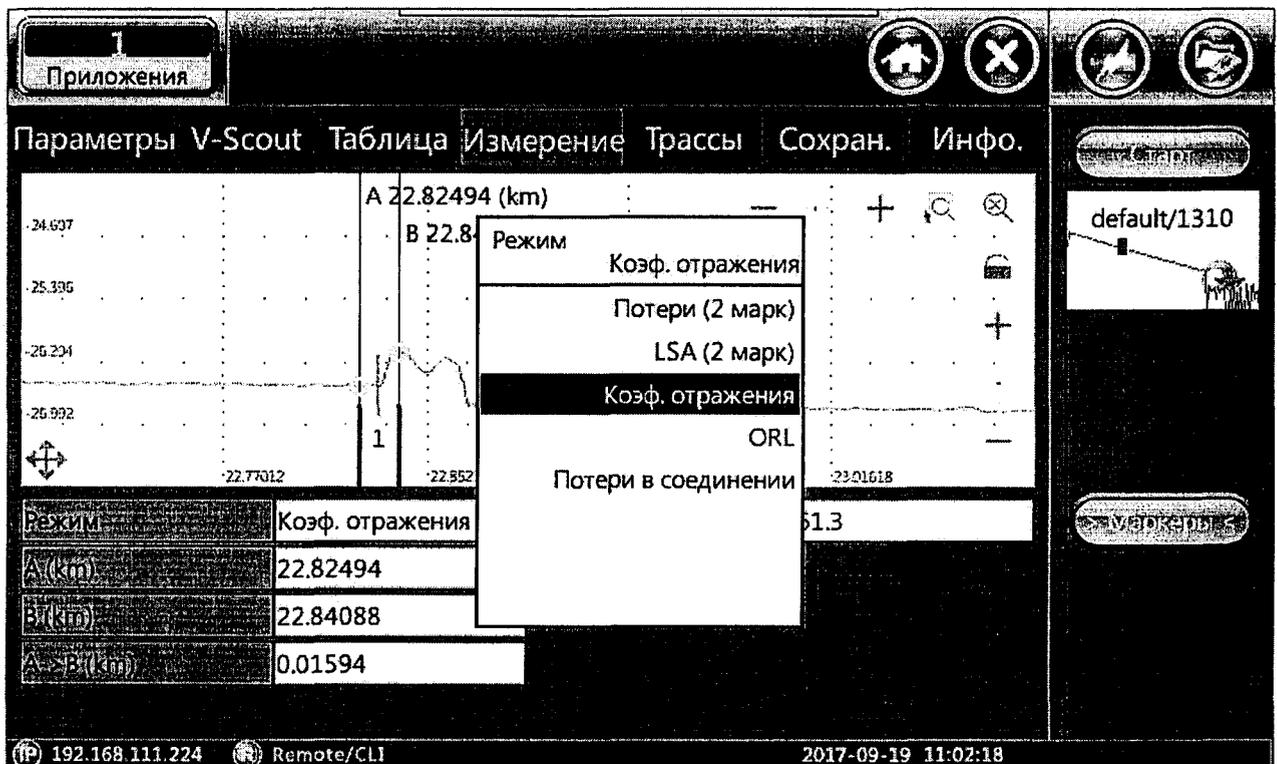
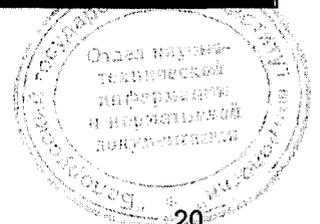


Рисунок 10



6) С помощью аттенюатора АТТ (см. рисунок 9) установить по экрану прибора FX300 значение коэффициента отражения (строка **Отраж. (дБ)**) для импульса, находящегося в середине рефлектограммы, равным (-46 ± 1) дБ.

7) Остановить измерение, нажав кнопку **[Стоп]**.

8) Перейти в закладку **[Параметры]** – появится окно, показанное на рисунке 8. В этом окне установить следующие параметры:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 5 для приборов FX300 модификации T1 или 6 для приборов FX300 модификации T2;
- Длит. импульса (ns): 3
- Разрешение (m): Высок.;
- Время (m:s): 01:00;
- Приемник: DZ.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

8) Запустить прибор на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку **[Старт]** окна установки параметров измерения.

9) После окончания измерения установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлектограммы, а правый – в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ отличается от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 11. Расстояние между маркерами является значением мертвой зоны по затуханию dz_a .

10) Установить левый и правый маркеры на передний и задний фронты импульса, находящегося в середине рефлектограммы, на уровень, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ. Расстояние между маркерами является значением мертвой зоны по отражению dz_b (см. рисунок 11).

11) При проверке прибора FX-300 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны провести измерения значений мертвой зоны dz_a по затуханию и мертвой зоны по отражению dz_b по описанной выше методике для других длин волн.

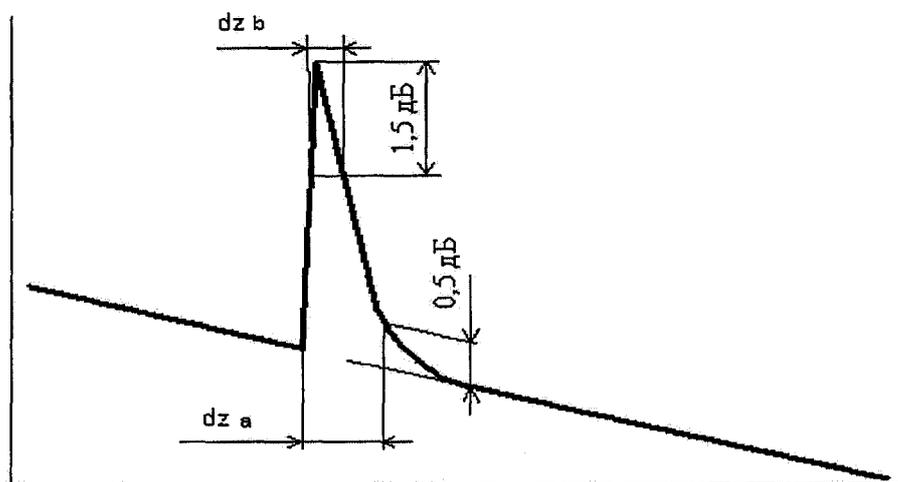


Рисунок 11



Результаты считают удовлетворительными, если значение мертвой зоны по затуханию не превышает 5,0 м, а значение мертвой зоны по отражению не превышает 1,1 м.

7.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь производят с использованием оптического тестера ОТ-2-3А, оптического разветвителя и оптического волокна длиной 10... 15 км.

Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь производят на одной длине волны, наименьшей для проверяемого прибора FX300.

Для определения абсолютной погрешности измерения обратных потерь необходимо выполнить следующие операции.

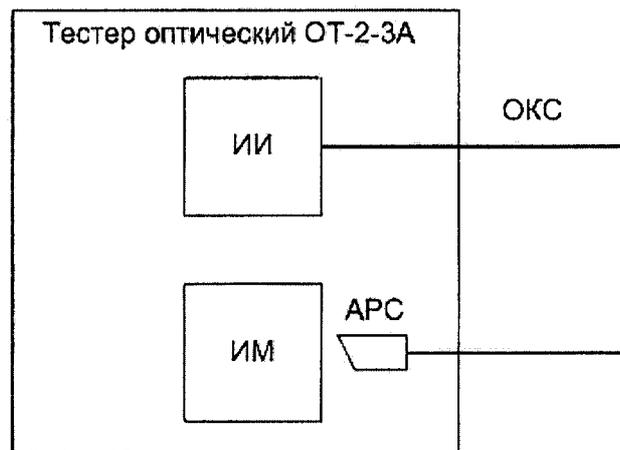
1) Собрать схему согласно рисунку 12, включить источник излучения оптического тестера ОТ-2-3А и измерить уровень мощности P_0 , дБм, на выходе ОКС.

2) Собрать схему согласно рисунку 13 и измерить уровень мощности P_1 , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя.

3) Рассчитать затухание α_{23} , дБ, между выводами 2 и 3 оптического разветвителя по формуле

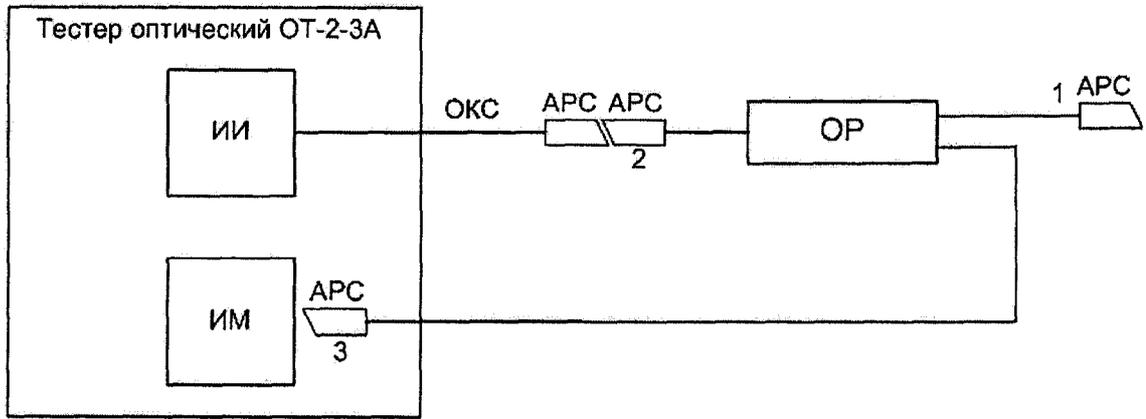
$$\alpha_{23} = P_0 - P_1, \text{ дБ.} \quad (9)$$

4) Собрать схему согласно рисунку 13 и измерить уровень оптической мощности P_2 , дБм, на выходе 2 оптического разветвителя.



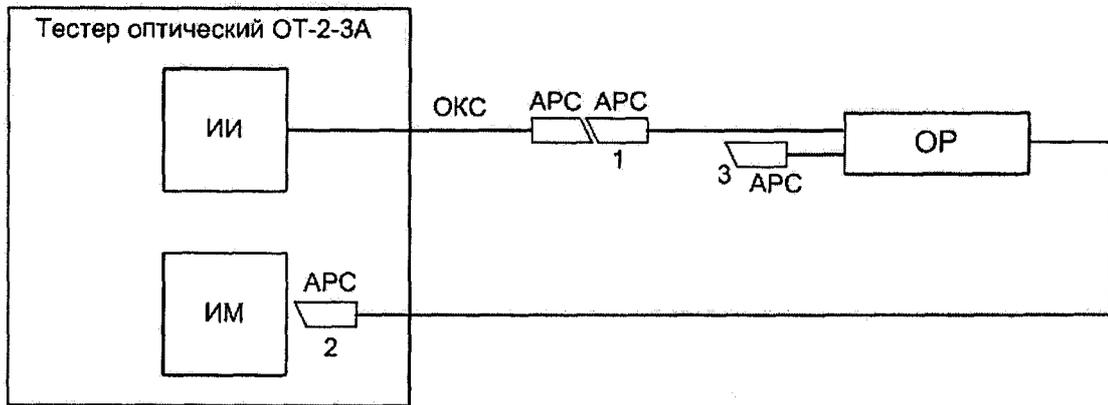
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптический разъем со скошенным торцом (например, FC/APC)

Рисунок 12



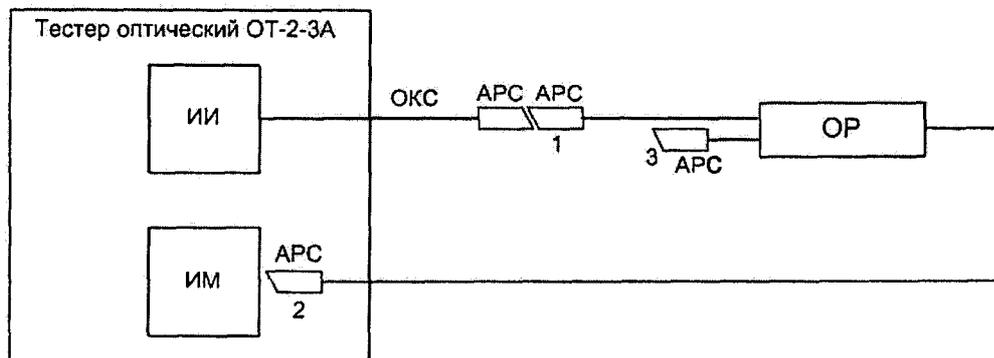
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 13



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 14

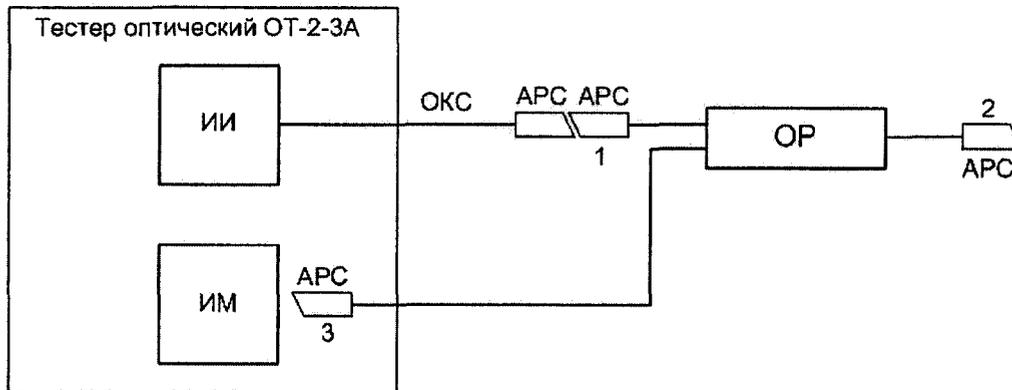


ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 15



5) Не нарушая соединения ОКС с источником излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с входом 1 оптического разветвителя, собрать схему согласно рисунку 16 и измерить уровень оптической мощности P_3 , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя.



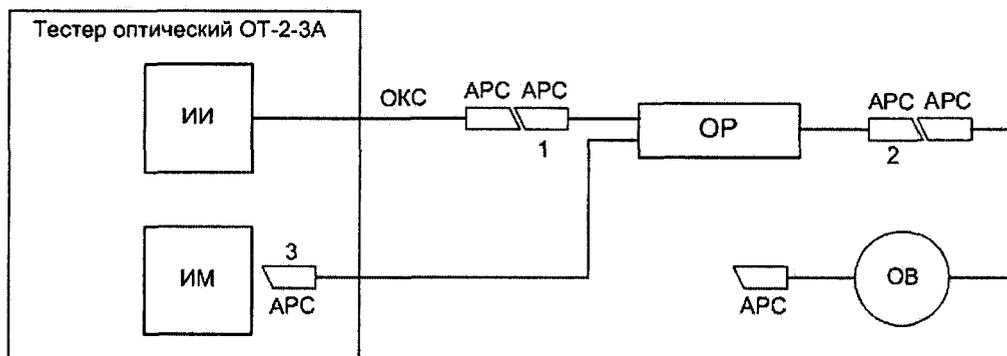
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОП – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 16

6) Рассчитать разность $P_2 - P_3$. Она должна быть больше 45 дБ.

Если $P_2 - P_3 < 45$ дБ, необходимо очистить оптические разъемы ОКС и оптического разветвителя и повторить действия по перечислениям 1) - 5).

7) К выходу 2 оптического разветвителя подключить оптическое волокно длиной 10...15 км согласно рисунку 17 и измерить уровень оптической мощности $P_{3,OB}$, дБм, на выходе 3 оптического разветвителя.



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), ОП – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%, OB – оптическое волокно длиной 10...15 км

Рисунок 17

8) Рассчитать значение обратных потерь OB, R , дБ, по формуле

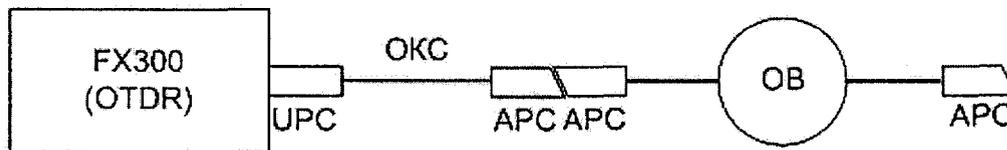
$$R = P_2 - P_{3,OB} + \alpha_{23} + \alpha_2, \text{ дБ},$$

где α_2 – затухание в соединении вывода 2 оптического разветвителя и OB ,

Значение α_2 принимается равным 0,3 дБ.



9) Отсоединить ОВ от выхода 2 оптического разветвителя и подключить его к рефлектометру прибора FX300. Если прибор FX300 имеет разъем типа */APC, то ОВ присоединяют непосредственно к прибору FX300. Если прибор FX300 имеет разъем типа */UPC, то ОВ присоединяют к прибору FX300 в соответствии со схемой рисунка 18.



OTDR – оптический рефлектометр прибора FX300, ОКС – оптический кабель соединительный, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC), UPC – оптический разъем со стандартным торцом (например, FC/UPC), ОВ – оптическое волокно длиной 10...15 км

Рисунок 18

10) Нажать иконку **[OTDR]** на экране прибора FX300, чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку **[Параметры]** – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.

В этом окне установить следующие параметры:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 40;
- Длит. импульса (ns): 100
- Разрешение (m): Высок.;
- Время (m:s): 01:00;
- Приемник: DR.

Свойства волокна

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): наименьшая из доступных для данного прибора FX300;
- Показ-ль преломления: 1,475.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

12) Запустить прибор на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку **[Старт]**.

13) После окончания измерения по рефлектограмме определить длину и коэффициент затухания ОВ.

Измерения осуществляются с помощью двух маркеров. Маркеры перемещаются по экрану прибора FX300 кнопками ◀, ▶ и стилусом. Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется кнопками ▲, ▼ и стилусом.

Коэффициент затухания ОВ измеряется в режиме LSA.

14) Рассчитать коэффициент обратного рассеяния ВС, дБ, для длительности оптического импульса 1 нс по формуле



$$BC = -R - 90 + 10 \cdot \lg \left(\frac{\gamma \cdot c}{n \cdot (1 - e^{-2 \cdot \gamma \cdot L})} \right), \quad (11)$$

где

$$\gamma = \frac{\alpha \cdot 10^{-3}}{10 \cdot \lg(e)}, \quad (12)$$

α – коэффициент затухания ОВ, дБ/км;

L – длина ОВ, м;

c – скорость света в вакууме, м/с;

$n = 1,475$ – показатель преломления ОВ;

R – значение обратных потерь ОВ, рассчитанное по формуле (10), дБ.

15) Нажать на закладку **[Параметры]** – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.

В этом окне установить параметры:

Свойства волокна

– Обратное рассеян.: значение BC, полученное по формуле (11).

Остальные параметры – как в перечислении 10).

16) Запустить прибор на измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку **[Старт]**.

17) Левый маркер установить на ровный участок рефлектограммы сразу после мертвой зоны, а правый – на конец рефлектограммы. Стилусом в строке **[Режим]** выбрать опцию **ORL** (измерения обратных потерь) (см. рисунок 10) и считать полученное значение в строке **[ORL (dB)]**.

18) Определить абсолютную погрешность измерения обратных потерь ΔR , дБ, по формуле

$$\Delta R = R_{\text{рефл}} - R, \text{ дБ} \quad (13)$$

где $R_{\text{рефл}}$ – значение обратных потерь, измеренное рефлектометром прибора FX300, дБ.

Результаты считают удовлетворительными, если $|\Delta R| \leq 2$ дБ.

7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности

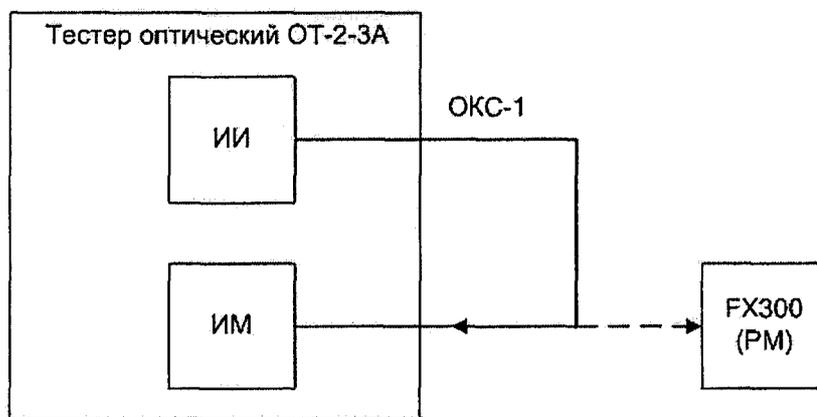
7.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Измерения выполняют согласно схемам рисунков 19, 20 методом сравнения. При поверке прибор должен размещаться как можно ближе к измерителю мощности оптического тестера ОТ-2-ЗА, чтобы обеспечить минимальное перемещение кабелей ОКС-1 и ОКС-2.

Для определения относительной погрешности измерения оптической мощности необходимо:

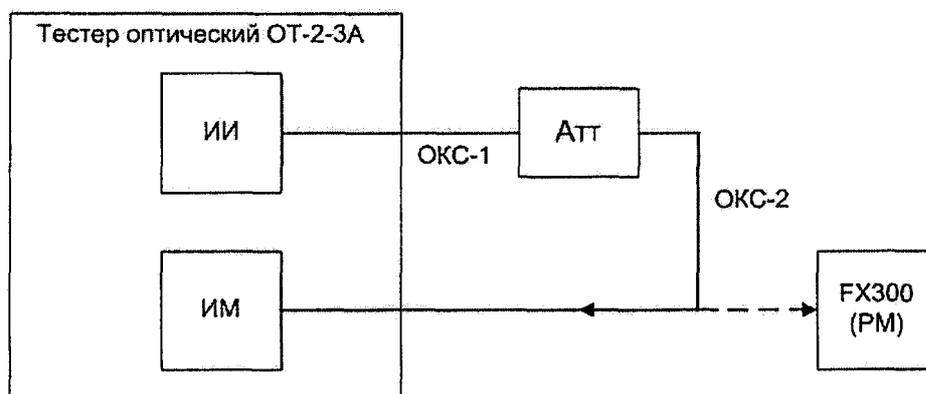
1) Войти в окно измерителя оптической мощности прибора FX300 и установить в нем длину волны калибровки 1310 нм, выполнив действия по перечислениям 1) – 2) пункта 7.2.4.





ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС-1 – оптический кабель соединительный, PM – измеритель оптической мощности прибора FX300

Рисунок 19



ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС-1, ОКС-2 – оптические кабели соединительные, АТТ – переменный оптический аттенуатор, PM – измеритель оптической мощности прибора FX300

Рисунок 20

2) Собрать схему измерения согласно рисунку 19, 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 ОТ-2-3А и после инициализации его, включить источник излучения 1310 нм оптического тестера ОТ-2-3А, и установить максимальное значение мощности, указанное в таблице 8 для проверяемой модификации измерителя мощности (PM1 или PM2).

3) В окне, показанном на рисунке 4, нажать кнопку [Длина волны] и из появившегося списка длин калибровки (см. рисунок 5) стилусом выбрать 1310 нм.

4) Произвести измерения мощности последовательно оптическим тестером ОТ-2-3А и поверяемым измерителем оптической мощности прибора FX300 не менее пяти раз, каждый раз заносая измеренные значения в соответствующие графы управляющей программы оптического тестера ОТ-2-3А.

5) Собрать схему измерения согласно рисунку 20. Регулировкой тока накачки источника излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с помощью оптического аттенуатора повторить измерения при остальных значениях мощности, указанных в таблице 8 (отклонение от этих значений не должно превышать $\pm 20\%$).

Таблица 8

Модификация измерителя оптической мощности	Длина волны калибровки, нм	Значение мощности в проверяемых точках
PM1	650	1 мВт
	850	2 мВт, 1 мкВт, 1 нВт
	1310	10 мВт, 100 мкВт, 1 мкВт, 10 нВт, 0,1 нВт
	1490	1 мВт
	1550	1 мВт
	1625	1 мВт
PM2	850	2 мВт, 100 нВт
	1310	10 мВт, 100 мкВт, 1 мкВт, 10 нВт
	1490	1 мВт
	1550	1 мВт
	1625	1 мВт

6) Определить относительную разность, θ_j , %, в показаниях поверяемого измерителя оптической мощности прибора FX300 и оптического тестера ОТ-2-3А и среднее квадратическое отклонение (СКО) S_j , %, по формулам

$$\theta_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \theta_{ji} \quad (14)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{i=1}^N (\theta_{ji} - \theta_j)^2} \quad (15)$$

$$\text{где } \theta_{ji} = \frac{P_{ji} - P_{oji}}{P_{oji}} \cdot 100 \quad (16)$$

P_{ji} , P_{oji} — мощность, измеренная поверяемым измерителем оптической мощности прибора FX300 и оптическим тестером ОТ-2-3А соответственно, Вт;

i — номер измерения при j -ом значении мощности;

N — число измерений при j -ом значении мощности,

7) рассчитать относительную погрешность измерения оптической мощности на длине волны калибровки δ , %, по формуле

$$\delta = 2 \cdot \sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2)/3 + S^2} \quad (17)$$

$$\text{где } \theta_1 = \max |\theta_j| \quad (18)$$

$$S = \max (S_j) \quad (19)$$

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

8) Рассчитать относительную погрешность измерения оптической мощности на длине волны калибровки δ' , дБ, по формуле

$$\delta' = 10 \cdot \lg \left(1 + \frac{\delta}{100} \right) \quad (20)$$

9) Повторить действия по перечислениям 1) - 6) для других длин волн калибровки измерителя оптической мощности, установленного в поверяемый прибор FX300.



Результаты считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения оптической мощности находятся в пределах:

- $\pm 12\%$ ($\pm 0,5$ дБ) на длине волны 650 нм;
- $\pm 8\%$ ($\pm 0,33$ дБ) на длине волны 850 нм;
- $\pm 5\%$ ($\pm 0,22$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550, 1625 и 1650 нм.

7.4.2 Определение относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

Относительную погрешность при измерении относительных уровней мощности $\delta_{отн}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{отн} = 2 \cdot \sqrt{(\theta_2^2 + \theta_{00}^2) / 3 + S^2} \quad (21)$$

$$\text{где } \theta_2 = \max(|\theta_{cp} - \theta_j|) \quad (22)$$

$$\theta_{cp} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M \theta_j; \quad (23)$$

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

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

Относительную погрешность измерения относительных уровней оптической мощности $\delta'_{отн}$, дБ, определяют по формуле

$$\delta'_{отн} = 10 \cdot \lg \left(1 + \frac{\delta_{отн}}{100} \right) \quad (24)$$

Результаты считают удовлетворительными, если значения относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности находятся в пределах:

- $\pm 6\%$ ($\pm 0,17$ дБ) на длине волны 650 нм;
- $\pm 4\%$ ($\pm 0,17$ дБ) на длине волны 850 нм;
- $\pm 2,5\%$ ($\pm 0,11$ дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

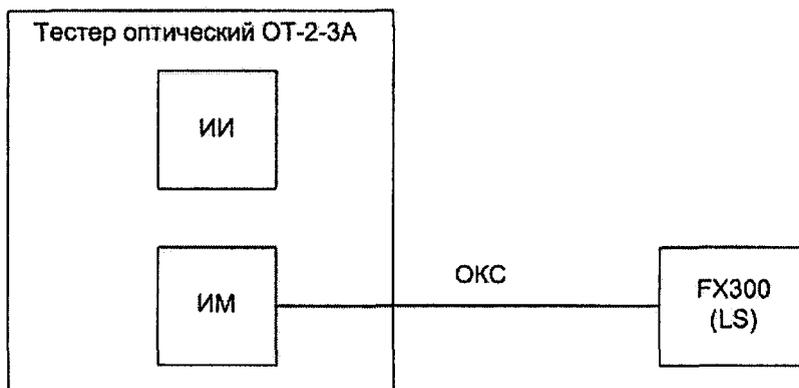
7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Определение уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 проводят по схеме рисунка 21.

Для определения уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 необходимо выполнить следующие действия.

1) Войти в окно источника оптического излучения прибора FX300, выполнив действия по перечислениям 1) – 2) пункта 7.2.5.





ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, LS – источник оптического излучения прибора FX300

Рисунок 21

2) В окне, показанном на рисунке 4, нажать вкладку [OLS] и кнопку [Lasers] и стилусом выбрать из списка наименьшую длину волны поверяемого прибора FX300 (см. рисунок 6).

3) В программе оптического тестера ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX300.

4) Подать оптическое излучение от поверяемого прибора FX300 на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А, подсоединив ОКС, и измерить уровень мощности оптического излучения, результаты измерения занести в соответствующую графу управляющей программы оптического тестера ОТ-2-3А.

5) Повторить измерение еще два раза, отсоединяя ОКС от поверяемого прибора FX300 и вновь присоединяя его.

6) Определить значение уровня мощности оптического излучения P , дБм, на выходе ОКС по формуле:

$$P = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 P_i, \quad (25)$$

где P_i – результат i -го наблюдения;
 i – номер измерения.

7) Повторить перечисления 2) – 6) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX300.

Результаты считают удовлетворительными, если измеренное значение уровня мощности источника оптического излучения составляет не менее минус 4 дБм.

7.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 проводят согласно схеме рисунка 21.

Для определения нестабильности уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 необходимо выполнить следующие действия.

1) Войти в окно источника оптического излучения прибора FX300, выполнив действия по перечислениям 1) – 2) пункта 7.2.5.



2) В окне, показанном на рисунке 4, нажать вкладку [OLS] и кнопку [Lasers] и стилусом выбрать из списка наименьшую длину волны поверяемого прибора FX300 (см. рисунок 6).

3) В оптическом тестере ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, равную длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX300.

4) Подать оптическое излучение от поверяемого прибора FX300 на вход измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А, подсоединив ОКС.

5) Снять показания измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А в течение 15 минут с интервалом в 30 с. Результаты измерения заносятся в соответствующую графу управляющей программы оптического тестера ОТ-2-3А.

6) Рассчитать нестабильность Q , дБ, уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 по формуле

$$Q = 10 \cdot \lg \left(1 + 2 \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}} \right), \quad (26)$$

где P_{\max} и P_{\min} – максимальное и минимальное значение мощности оптического излучения, Вт.

7) Повторить перечисления 1) – 6) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX300.

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

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А.

8.2 Если по результатам поверки прибор FX300 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 FX300 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 FX300 к применению не допускается.



Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

_____ наименование организации проводящей поверку

Аттестат аккредитации ВУ/ _____ от _____ года

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки оптического рефлектометра
прибора оптического измерительного многофункционального
тип FX300 _____ № _____
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 поверки

- температура окружающего воздуха _____ °С;

- относительная влажность _____ %;

Результаты поверки

1 Внешний осмотр _____

соответствует/не соответствует

2 Опробование _____

соответствует/не соответствует

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности при измерении расстояний

Длина волны _____ нм

№	Диапазон измерения расстояний, км	Разрешающая способность, м	Расстояние, м			Погрешность, м	Предел допускаемой погрешности, м
			ОГ-2-3	Рефлектометр	Разность		



3.2 Определение динамического диапазона

Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ	
	Измерено	Допускаемое значение, не менее

3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

Длина волны _____ нм

№	Затухание, дБ	Погрешность, дБ	Предел допускаемой погрешности, дБ

3.4 Определение значений мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению

Длина волны _____ нм

Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвой зоны по затуханию, м		Значение мертвой зоны по отражению, м	
		Измерено	Допускаемое значение, не более	Измерено	Допускаемое значение, не более

3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

Длина волны, нм	Обратные потери, дБ		Погрешность, дБ	Предел допускаемой погрешности, дБ
	ОТ-2-ЗА	Рефлектометр		

Заключение _____

соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____

подпись

расшифровка подписи



Форма протокола поверки

наименование организации проводящей поверку

Аттестат аккредитации ВУ/ _____ от _____ года

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки оптического тестера
прибора оптического измерительного многофункционального
тип FX300 _____ № _____
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 поверки

- температура окружающего воздуха _____ °С;

- относительная влажность _____ %;

Результаты поверки

1 Внешний осмотр _____
_____ соответствует/не соответствует

2 Опробование _____
_____ соответствует/не соответствует

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Длина волны _____ нм

№	Измеренная мощность		Разность, %	Средняя разность, %	СКО, %	Погрешность, %	Предел допускаемой погрешности, %
	ОТ-2-3А	Измеритель мощности					



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИТ
В. Куревич
" 28 " 06 2018



ИЗВЕЩЕНИЕ ИИТ.002-18 ОБ ИЗМЕНЕНИИ 1

методики поверки МРБ МП. 2739-2017

Приборы оптические измерительные многофункциональные
FX300

Дата введения с:

" " 2018

СОГЛАСОВАНО

Директор

ЗАО «Институт

информационных технологий»

В. Слесарчик

" 28 " 06 2018 г



РАЗРАБОТЧИК

Начальник отдела метрологии

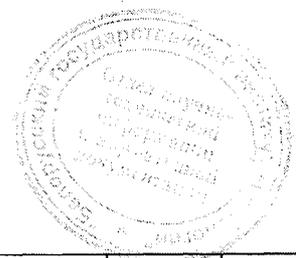
ЗАО «Институт

информационных технологий»

М.Л. Гринштейн

" 28 " 06 2018 г

	ИЛ	ИЗВЕЩЕНИЕ ИИТ.002-18	ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА МРБ МП. 2739-2017			
Дата выпуска		Срок изменения		Лист 2	Листов 2	
ПРИЧИНА		Внесение уточнений		КОД		
УКАЗАНИЕ О ЗАДЕЛЕ						
УКАЗАНИЕ О ВНЕДРЕНИИ						
ПРИМЕНЯЕМОСТЬ						
РАЗОСЛАТЬ						
ПРИЛОЖЕНИЕ		на 1 листе				
ИЗМ.		СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ				
1		Лист 3 заменить.				
Составил				Согласовал		
Проверил				Н.контр.		
Изменение внес						



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на приборы оптические измерительные многофункциональные FX300 ТУ ВУ 100003325.020-2017 (далее – прибор FX300).

В состав прибора FX300 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 FX300 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 FX300 может работать в лабораторных и полевых условиях, как от внешнего источника питания, так и автономно.

Настоящая МП устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверки прибора FX300.

Настоящая МП 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 FX300, применяемых в сфере законодательной метрологии.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки прибора FX300 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 при измерении расстояний	7.3.1
Определение динамического диапазона	7.3.2
Определение абсолютной погрешности при измерении затухания	7.3.3
Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению	7.3.4
Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь	7.3.5
Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)	7.4.1
Определение относительной погрешности при измерении 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
Примечания 1 Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают. 2 При периодической поверке допускается проводить определение относительной погрешности измерения оптической мощности и относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности только на длинах волн используемого рабочего эталона	