

СОГЛАСОВАНО  
Директор ЗАО «Институт  
информационных технологий»

*М.В. Слесарчик*  
М.В. Слесарчик



УТВЕРЖДАЮ  
Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич

2018



**Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь**  
**Приборы оптические измерительные многофункциональные**  
**FX150**  
**Методика поверки**

**МРБ МП. 2835-2018**

**Листов 38**

Разработчик:  
Начальник отдела метрологии  
ЗАО «Институт информационных  
технологий»

*М.Л. Гринштейн*

М.Л. Гринштейн

«25» 10 2018

Минск, 2018

## Содержание

	л.
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	4
3 Требования к квалификации поверителей .....	5
4 Требования безопасности.....	5
5 Условия поверки.....	6
6 Подготовка к поверке.....	6
7 Проведение поверки.....	6
7.1 Внешний осмотр.....	6
7.2 Опробование.....	6
7.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра прибора FX150.....	12
7.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности при измерении расстояний.....	12
7.3.2 Определение динамического диапазона.....	17
7.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания ....	19
7.3.4 Определение значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению.....	22
7.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь.....	25
7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности.....	29
7.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки).....	29
7.4.2 Определение относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности.....	32
7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения.....	32
7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения.....	32
7.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения.....	33
8 Оформление результатов поверки.....	34
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	35



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на приборы оптические измерительные многофункциональные FX150 ТУ ВУ 100003325.021-2018 (далее – прибор FX150).

В состав прибора FX150 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 FX150 может применяться при производстве ОВ и оптических кабелей, монтаже и эксплуатации волоконно-оптических линий связи для контроля состояния кабелей и прогнозирования неисправностей в них. Прибор FX150 может работать в лабораторных и полевых условиях, как от внешнего источника питания, так и от встроенной аккумуляторной батареи.

Настоящая МП устанавливает объем и последовательность операций первичной и периодической поверки прибора FX150.

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.

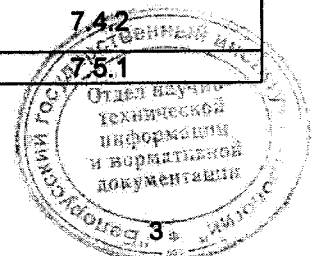
Межповерочный интервал в сфере законодательной метрологии на территории Республики Беларусь – не более 12 месяцев.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки прибора FX150 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	2
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



Продолжение таблицы 1

1	2
Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения	7.5.2
<p>Примечания</p> <p>1 Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.</p> <p>2 При периодической поверке допускается не проводить определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь.</p> <p>3 При периодической поверке допускается проводить определение уровня мощности только тех источников оптического излучения, длины волн которых соответствуют длинам волн рабочего эталона.</p> <p>4 При периодической поверке допускается проводить определение относительной погрешности измерения оптической мощности и относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности только на длинах волн рабочего эталона.</p>	

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.</p> <p>Оптическое волокно многомодовое, длина 1 - 3 км.</p> <p>Тестер оптический ОТ-2-3А. Диапазон измерения мощности оптического излучения от минус 80 до плюс 10 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности <math>\pm 3\%</math> на длинах волн калибровки 1310 нм, 1490 нм, 1550 нм, 1625 нм; <math>\pm 5\%</math> на длине волны 850 нм; <math>\pm 7\%</math> на длине волны 650 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней мощности оптического излучения <math>\pm 0,8\%</math>.</p> <p>Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м.</p> <p>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.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояний <math>\pm (0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)</math>, м.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления оптического излучения <math>\pm 0,015</math>-В, дБ.</p> <p>Генератор оптический ОГ-2-3/83 (многомодовый), длины волн 850 нм, 1300 нм. Диапазон расстояний 100 км.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояний <math>\pm (0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)</math>, м.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления оптического излучения <math>\pm 0,02</math>-В, дБ.</p>
7.3.3	<p>Оптическое волокно одномодовое, длина 25 - 50 км.</p> <p>Оптическое волокно многомодовое, длина 5 - 8 км.</p>



Продолжение таблицы 2

1	2
7.3.4	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%. Атенюатор волоконно-оптический одномодовый переменный с максимальным затуханием 55 дБ. Атенюатор волоконно-оптический многомодовый переменный с максимальным затуханием 45 дБ.
7.3.5	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 одномодовый с коэффициентом деления 50%/50%. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м. Атенюатор волоконно-оптический переменный; вносимые потери от 1 до 70 дБ.
7.4.1 7.4.2 7.5.1 7.5.2	Тестер оптический ОТ-2-3А. Кабель оптический соединительный одномодовый, длина 3 м. Кабель оптический соединительный многомодовый, длина 3 м.
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 FX150 и средства его поверки.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При подготовке и проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 "Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности", СТБ IEC 60825-1-2017 "Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования" и руководства по эксплуатации прибора FX150.

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 ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %;
- 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 FX150.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора FX150 следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемого прибора FX150;
- 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 (проверка исправности) проводится для следующих функциональных устройств, которые могут быть встроены в данный прибор FX150: оптический рефлектометр, источник оптического излучения, измеритель оптической мощности.

7.2.2 Перед проведением опробования функциональных устройств прибора FX150 следует выполнить следующие действия.

1) Подключить прибор FX150 к входящему в комплект поставки источнику питания и включить в сеть напряжением 230 В, при этом на передней панели прибора FX150 загорится светодиод "⏻" желтым цветом.

2) Включить прибор FX150 длительным нажатием кнопки ⏻. При этом индикатор "⏻" загорится зеленым цветом, и появится изображение на экране. После выполнения всех этапов загрузки программного обеспечения на экране появляется окно Параметры программы оптического рефлектометра, показанное на рисунке 1.







Рисунок 1



3) Нажать кнопку , подтвердить выход из программы рефлектометра и затем нажать кнопку  - появится окно основных функций прибора FX150, показанное на рисунке 2.



Рисунок 2





Переход в это окно из других окон осуществляется кнопкой

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

- "OTDR" - оптический рефлектометр;
- "Красный лазер" - источник видимого излучения;
- "Источник излучения" - источник оптического излучения;
- "Измеритель мощности" - измеритель оптической мощности.

Загрузка приложения с устройством проводится нажатием стилусом на соответствующую иконку на экране прибора FX150.

Выбор и изменение параметров в окнах программы прибора FX150 осуществляется с помощью стилуса.

*Результат считают удовлетворительным, если можно открыть окна, показанные на рисунках 1 и 2.*

**7.2.3** Для опробования **оптического рефлектометра** прибора FX150 необходимо выполнить следующие операции.

1) Подключить к прибору FX150 многомодовое 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 FX150 – появится окно, показанное на рисунке 1.

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 FX150.

**Параметры измерения:**

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 20;
- Длит. импульса (ns): 100;
- Разрешение (m): наименьшее значение из доступных для данного прибора FX150 (Повыш.);
- Время (m:s): 00:30.

**Свойства волокна**

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): наименьшая из доступных для данного прибора FX150;
- Показ-ль преломл.: 1,4750.

Остальные параметры – как на рисунке 1.

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

5) После окончания измерения перейти в закладку **[Измерение]**, установить маркеры на рефлектограмму и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по информации на экране.

Маркеры выводятся на экран кнопкой **[-> Маркеры <-]**.


Маркеры перемещаются по экрану прибора FX150 стилусом и кнопкой на правой боковой панели прибора FX150.

Изменение масштаба рефлектограммы осуществляется:

- с помощью стилуса; растяжение рефлектограммы проводится движением стилуса слева направо и сверху вниз;






- кнопками [-], [+], , расположенными в верхнем правом углу окна с рефлектограммой;
- кнопкой на левой боковой панели прибора FX150.

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

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

**7.2.4** Для опробования **измерителя оптической мощности** прибора FX150 необходимо выполнить следующие операции.

1) После включения прибора FX150 и загрузки программного обеспечения (см. рисунок 1) нажать иконку **[Измеритель мощности]**.

2) В окне, показанном на рисунке 3, нажать кнопку  в строке **[Длина волн]**. После этого должен появиться список длин волн (см. рисунок 4), из которого надо выбрать 1310 нм.

3) Закрывать 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).*



Рисунок 3





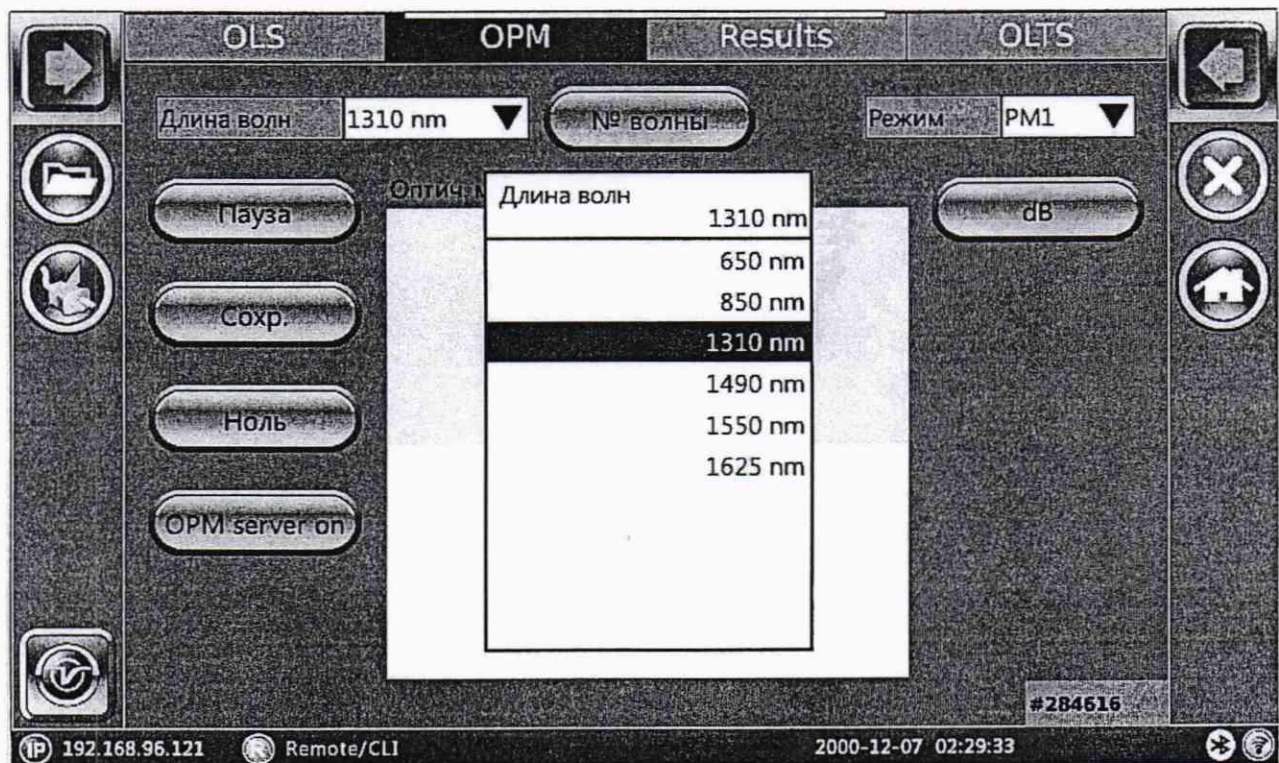


Рисунок 4


**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 FX150 и загрузки его программного обеспечения (см. рисунок 1) нажать иконку **[Источник излучения]**.

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

4) Соединить прибор FX150 соединительным оптическим кабелем с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А

5) В окне, показанном на рисунке 5, нажать кнопку  в строке **[Lasers]**. После этого должен появиться список длин волн установленных источников излучения (см. рисунок 6).

6) 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.

7) Выключить источник излучения, нажав кнопку **[Turn Off]**.

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

8) Повторить действия по перечислениям 5) - 7) для всех длин волн излучения проверяемого прибора FX150.

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





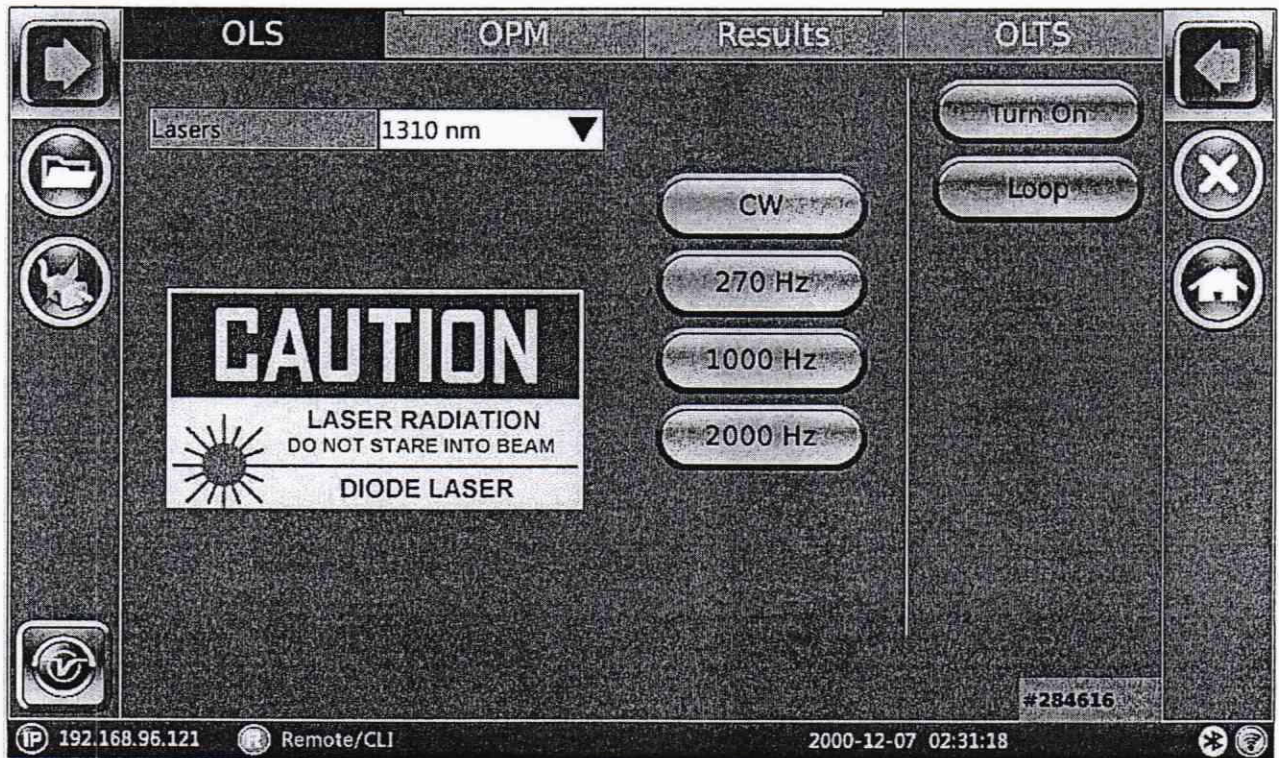


Рисунок 5

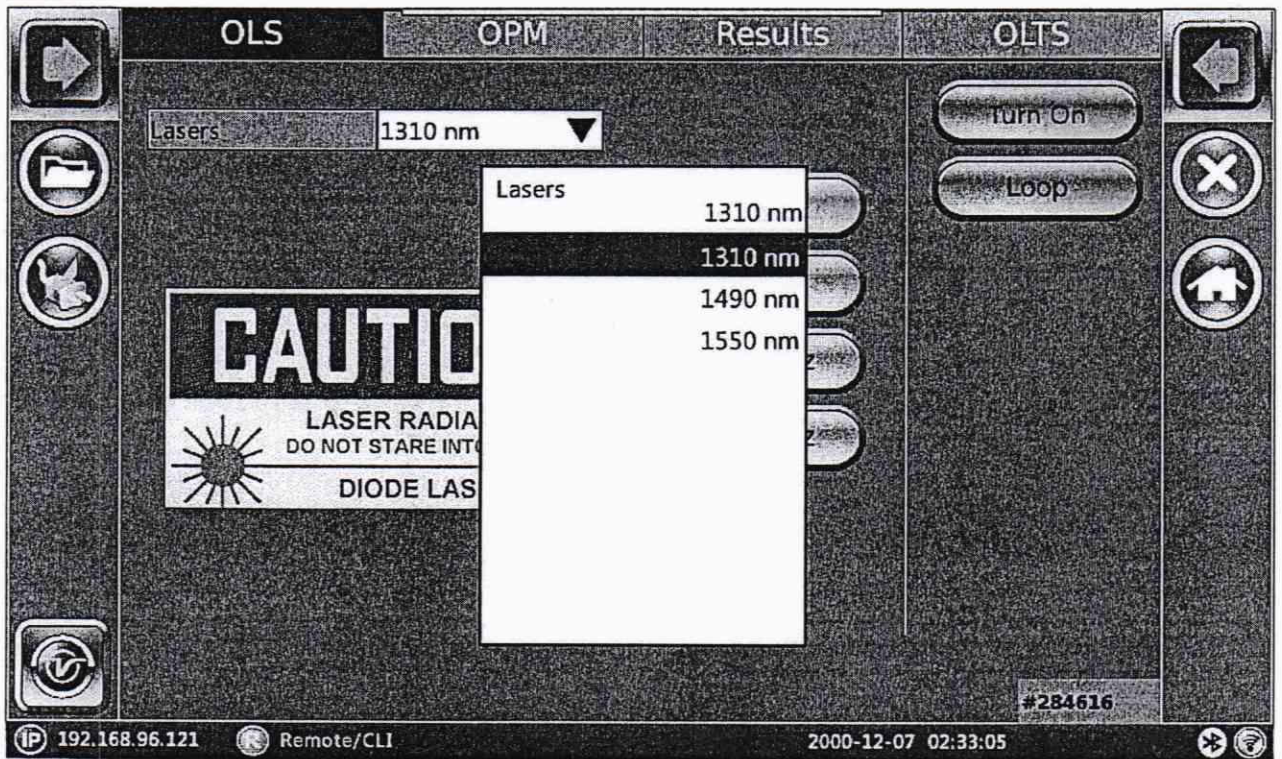


Рисунок 6





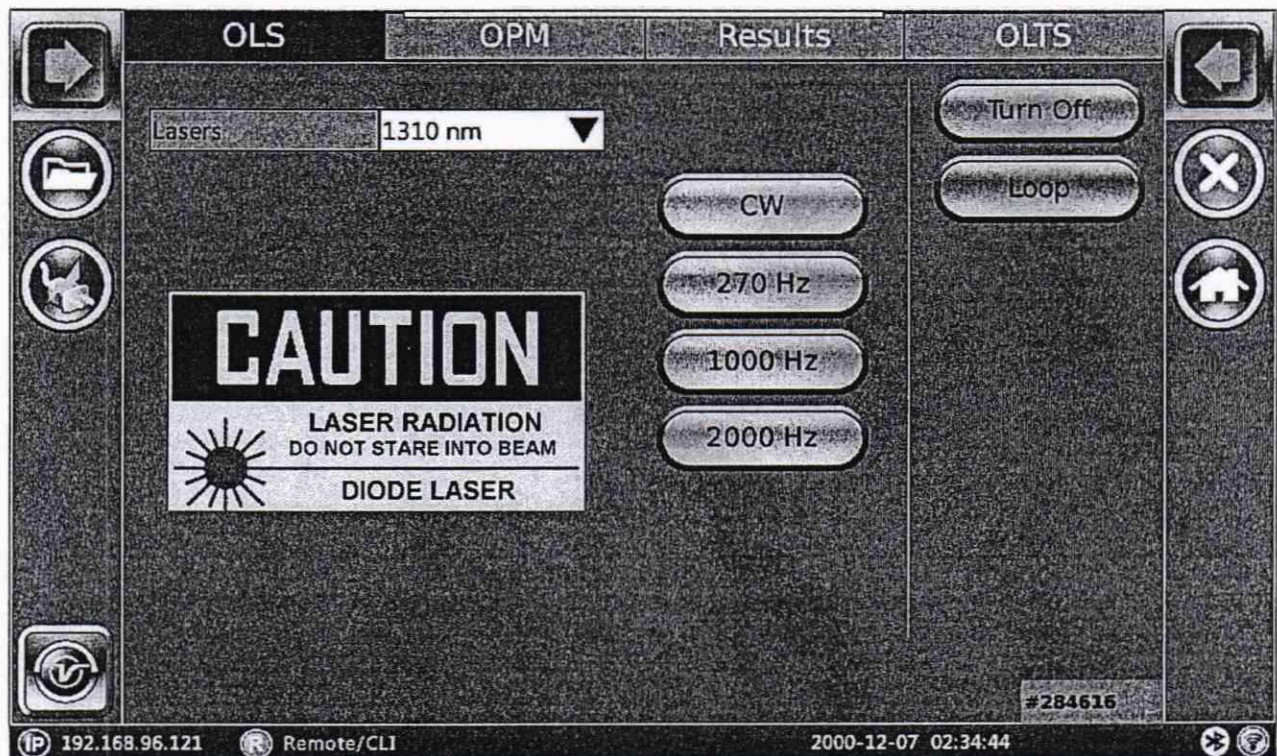


Рисунок 7

### 7.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра прибора FX150

#### 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 (Повыш.), допустимых для данного диапазона измеряемых расстояний.

Для определения погрешности при измерении расстояний необходимо выполнить следующие действия.

- 1) Включить оптический генератор ОГ-2-3 и загрузить его программу.
- 2) Соединить оптический генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX150 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3.
- 3) На экране с основными функциями прибора FX150 (рисунок 1) нажать иконку [OTDR], чтобы перейти в меню оптического рефлектометра, а затем закладку [Параметры] – на экране появится окно, показанное на рисунке 8.



Параметры V-Scout		Таблица Измерение		Трассы		Сохран.		Инфо.			
<b>Длины волн (nm)</b>				<b>Свойства волокна</b>							
OTDR:	<input checked="" type="checkbox"/> 1310	<input type="checkbox"/> 1490	Тип волокна		Задать		Старт				
	<input type="checkbox"/> 1550	<input type="checkbox"/> 1625	Длина волны (nm)		SM1310		↻				
<b>Параметры измерения</b>				Показ-ль преломл.		1.4750					
Режим	Вручную			Обратное рассеян.		-80.0		Старт. реал...			
Расстояние (km)	6			<b>Другие параметры</b>							
Длит. импульса (ns)	100			<input type="checkbox"/> Автомасштаб трассы							
Разрешение	Повыш.			<input type="checkbox"/> Проверка вход. разъёма							
Время (m:s)	00:30			Диапазон: ... V-Scout							
Приёмник	DR			Стр. 1 / 5							
IP 192.168.111.238		Remote/CLI		2018-09-18 10:05:39							

Рисунок 8

В этом окне установить:

**Длины волн:** наименьшая из доступных для данного прибора FX150.

**Параметры измерения:**

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km):
  - 5 для прибора FX150 модификации T1;
  - 6 для прибора FX150 модификации T2;
- Длит. импульса (ns): 100;
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): 00:30;
- Приемник: DR.

**Свойства волокна**

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): такая же, как в области **Длины волн**;
- Показ-ль преломл.: 1,4750.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

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

5) Нажать кнопку [Расстояние] программы оптического генератора ОГ-2-3, при этом откроется окно "Проверка шкалы расстояний". В нем необходимо установить:

- длина волны измерительных импульсов: в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра прибора FX150;
- 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 FX150 модификации T1;
  - 6 км при поверке прибора FX150 модификации T2;
- длительность импульса рефлектометра: 100 нс.

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

*Примечание – При поверке прибора FX150 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) Запустить рефлектометр прибора FX150 на измерение в режиме реального времени, нажав кнопку **[Старт реал.]** окна параметров измерения (см. рисунок 8).

7) Перейти в закладку **[Измерение]** программы прибора FX150.

8) С помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-3 установить на экране прибора FX150:

- амплитуду измерительных импульсов на 2-5 дБ ниже верхней границы вертикальной шкалы прибора;
- горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектограмме, установить на  $(13 \pm 3)$  дБ ниже вершины измерительного импульса.

Измерения разности уровней по экрану прибора FX150 осуществляются с помощью двух маркеров (действия с маркерами - см. 7.2.3, перечисление 5)).

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

9) Запустить прибор FX150 на измерение с усреднением, нажав кнопку **[Старт]**.

10) После окончания измерения перейти в закладку **[Трассы]** и:

- выделить стилусом имя измеренной рефлектограммы (см. рисунок 9);
- нажать кнопку **[Инфо]**;
- в появившемся окне перейти в закладку **[Парам. изм]** (см. рисунок 10);
- запомнить значение разрешения по расстоянию, при котором было проведено измерение – параметр Разреш.- dL (м).

11) В программе оптического генератора ОГ-2-3 нажать кнопку **[Допустимая погрешность]** и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности прибора FX150:

- $\Delta L_0 = 0,5$  м;
- $\Delta L_{\text{sampl}} = dL$ , м (значение разрешения по расстоянию, определенное в перечислении 10);
- $SL = 0,00003$ .

12) В приборе FX150 перейти в закладку **[Измерение]** и 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 (действия с маркерами – см. 7.2.3, перечисление 5)).





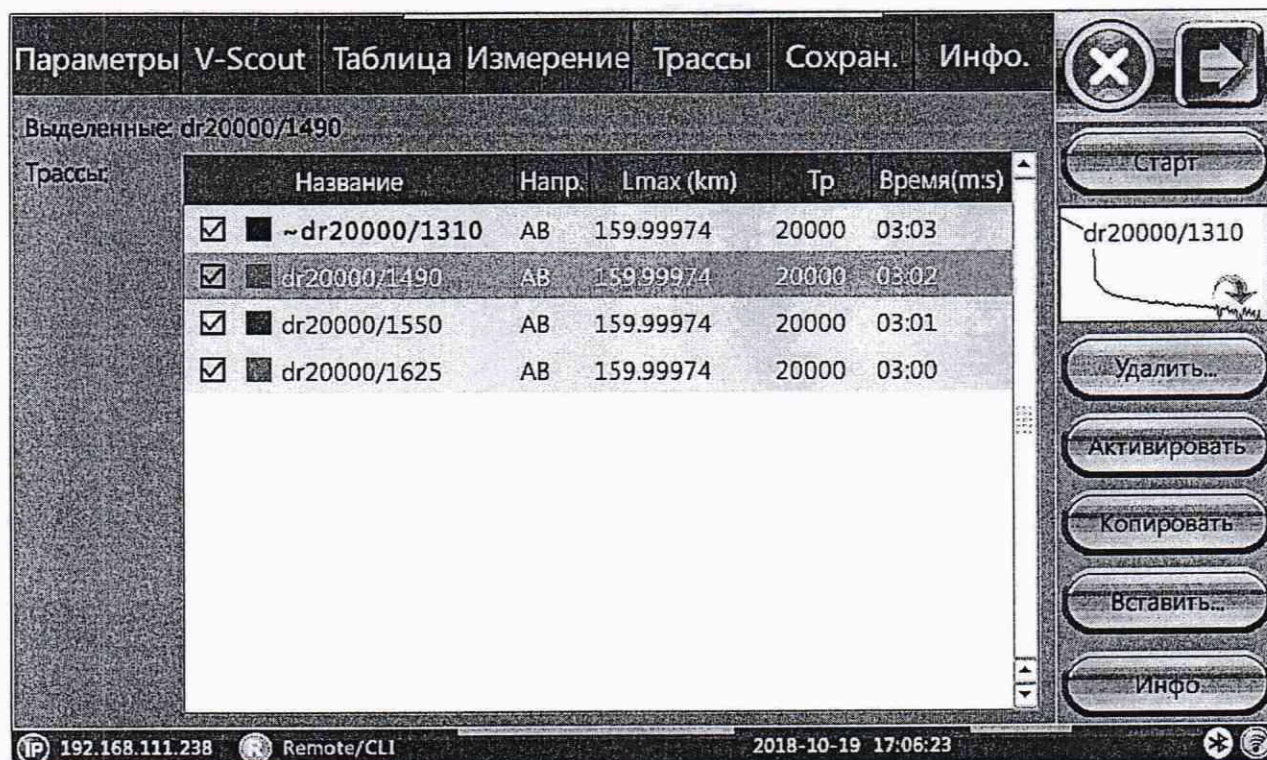


Рисунок 9

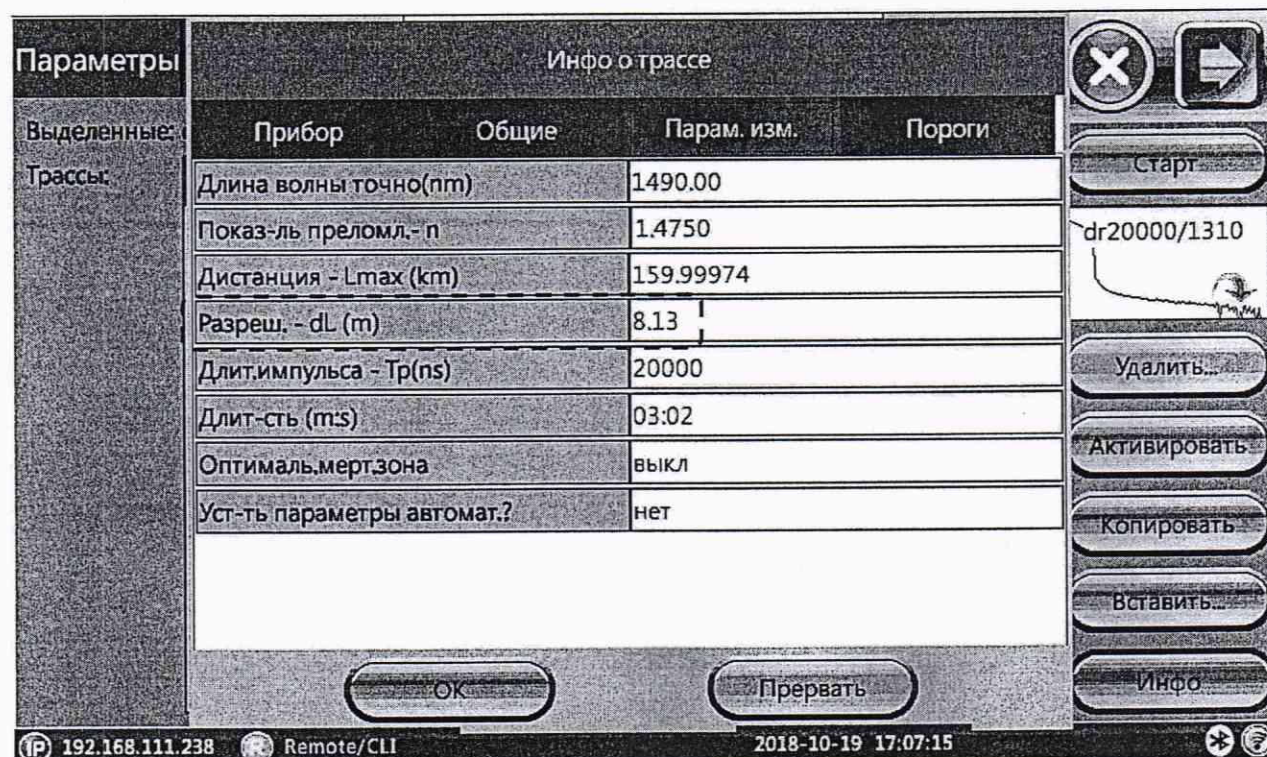


Рисунок 10

13) В программе оптического генератора ОГ-2-3 занести полученные значения в столбец "Рефлектометр" в окне "Проверка шкалы расстояний", для дальнейшего автоматического расчета границы (без учета знака) абсолютной погрешности при измерении расстояний  $\Delta L_j$ , м, по формуле

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



где  $\Delta L_0$ , м – предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояний оптического генератора ОГ-2-3,

$L_j$ , м- расстояние до j-го импульса, измеренное по экрану прибора FX150,

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

Значения погрешности отображаются в столбце "Погрешность".

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

15) 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

16) При поверке прибора FX150 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны, действия по перечислениям 1) - 15) 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 FX150 для каждой длины волны необходимо установить значение показателя преломления 1,4750 (см. перечисление 3 и рисунок 8).

Результаты считают удовлетворительными, если:

- расстояния до конца шумовой части рефлектограммы соответствуют диапазонам измерения расстояний таблицы 3 с отклонением не более  $\pm 3\%$ ;
- границы абсолютной погрешности при измерении расстояния  $\Delta L_j$ , 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 по расстоянию, м;

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





### 7.3.2 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона необходимо выполнить следующие действия.

1) Подключить к прибору FX150 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 FX150 (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 FX150.

Параметры измерения:

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 40 км для многомодового рефлектометра или 160 км для одномодового рефлектометра;
- Длит. импульса (ns): 1000 нс для многомодового рефлектометра или 160 км для одномодового рефлектометра;
- 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 перейти в закладку [Измерение] и 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 (см. рисунок 11).

Действия с маркерами – см. 7.2.3, перечисление 5).

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

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

где  $D_{\max}$  - разность между уровнем рефлектограммы, соответствующем положению левого маркера, и максимальным уровнем шума, дБ;

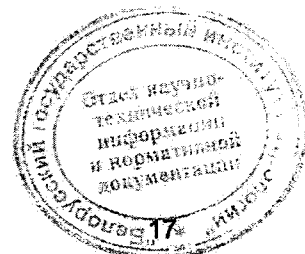
$\delta D_1 = 2,4$  дБ – соотношение между пиковым значением гауссова шума и уровнем сигнала, равным среднеквадратическому значению этого шума (т.е. уровнем, при котором ОСШ=1);

$\delta D_2$  – затухание участка ОВ между его началом и положением левого маркера, дБ.

$$\delta D_2 = L_1 \cdot \alpha_{\text{ОВ}}, \quad (4)$$

где  $L_1$  – расстояние от начала ОВ до левого маркера, км;

$\alpha_{\text{ОВ}}$  – коэффициент затухания ОВ, дБ/км.



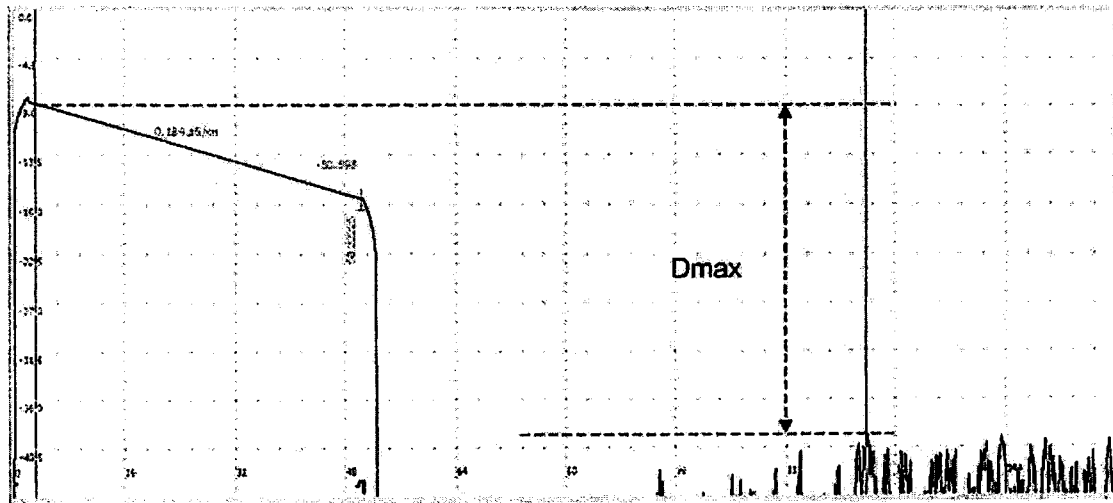


Рисунок 11

5) По экрану прибора FX150 запомнить уровень, соответствующий началу сигнала обратного рассеяния (см. 7.3.3, перечисление 8)).

6) При поверке прибора FX150 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 данной модификации прибора FX150 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

Примечания

- 1 Одномодовый рефлектометр может иметь любую конфигурацию от одной до четырех длин волн
- 2 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	

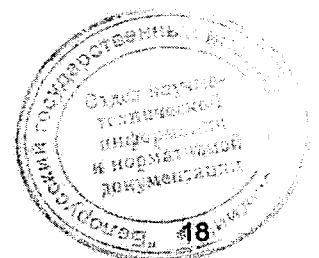


Таблица 6 – Динамический диапазон комбинированных рефлектометров

Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ, не менее	Диаметр сердцевины ММ ОВ, мкм
Одномодовый рефлектометр	1310	37
	1490	38
	1550	35
	1625	36
	1650	35
Многомодовый рефлектометр	850	27
	1300	29
	850	28
	1300	30

### 7.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

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

Для определения абсолютной погрешности при измерении затухания необходимо выполнить следующие действия.

- 1) Включить оптический генератор ОГ-2-3 и загрузить его программу.
- 2) Соединить оптический генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX150 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3.
- 3) На экране с основными функциями прибора FX150 (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 FX150

**Параметры измерения:**

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 40 км для многомодового рефлектометра или 160 км для одномодового рефлектометра;
- Длит. импульса (ns): 100
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): 00:30;
- Приемник: DR.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

4) В 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 многомодового рефлектометра или 5000 м для одномодового рефлектометра;



- длительность измерительного импульса: 2000 м для многомодового рефлектометра или 5000 м для одномодового рефлектометра;
- положение измерительного импульса: в соответствии с первой строкой таблицы 7 для данного рефлектометра.

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

*Примечание – При поверке прибора FX150 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 FX150:

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

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 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	28	80000	28	100000	3 мин

<sup>1)</sup> Для одномодовых рефлектометров с динамическим диапазоном выше 40 дБ

6) Запустить прибор FX150 на измерение в режиме реального времени, нажав кнопку **[Старт реал.]** окна параметров измерения (см. рисунок 8).

7) Перейти в закладку **[Измерение]** программы прибора FX150.

8) С помощью аттенуаторов оптического генератора ОГ-2-3 установить по экрану прибора FX150 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 – см. 7.3.2, перечисление 5)).

Измерения разности уровней осуществляются с помощью двух маркеров (см. 7.2.3, перечисление 5)).

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

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

10) 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.

11) В программе оптического генератора ОГ-2-3 нажать кнопку **[Измерить амплитуду]**.

Оптический генератор ОГ-2-3 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.

12) 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".

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

14) В приборе FX150 запустить измерение в режиме с усреднением, нажав кнопку [Старт].

После завершения измерения установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер - на плоскую часть вершины измерительного импульса и прочитать разность  $A_i$ , дБ, между амплитудами этих импульсов. Полученное значение занести в графу "Рефлектометр" окна "Амплитуда измерительного импульса" программы оптического генератора ОГ-2-3 для автоматического расчета погрешности.

15) 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  $\alpha_i$ , дБ, при каждом измерении рефлектометра по формуле

$$\alpha_i = A_i - A_0, \quad (5)$$

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

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

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\alpha_i - \alpha)^2}{N \cdot (N - 1)}}, \quad (7)$$

в) рассчитать границы (без учета знака) абсолютной погрешности при измерении затухания  $\Delta\alpha$ , дБ, по формуле

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

где  $B$  – затухание, установленное по оптическому генератору, дБ;  
 $\delta B_0 \cdot B$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления оптического излучения оптического генератора 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);

16) В программе оптического генератора ОГ-2-3 нажать кнопку [Измерить амплитуду].



Повторить перечисления 12) - 15), устанавливая по оптическому генератору ОГ-2-3 значения затухания измерительного импульса В, 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).

17) При поверке прибора FX150 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны действия по перечислениям 1) - 16) 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.

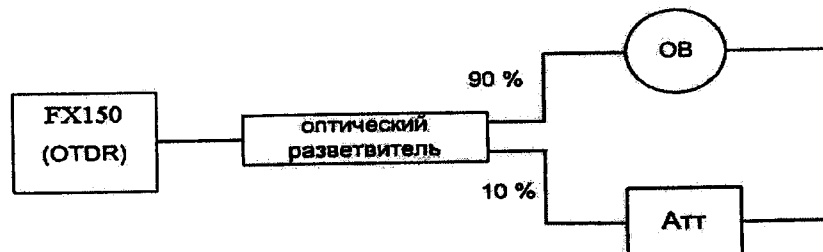
Результаты считают удовлетворительными, если при каждом установленном значении затухания границы абсолютной погрешности при измерении затухания удовлетворяет условию:

$$\Delta\alpha \leq 0,03 \cdot B. \quad (9)$$

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

Для определения значения мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению необходимо выполнить следующие действия.

1) Собрать схему согласно рисунку 12.



OTDR – оптический рефлектометр прибора FX150; ОВ - оптическое волокно одномодовое длиной 1 – 4 км или многомодовое длиной 1 – 2 км;  
Атт – переменный оптический аттенюатор

Рисунок 12

2) Нажать иконку [OTDR] на экране прибора FX150, 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 FX150

**Параметры измерения:**

- Режим: Вручную;
- Расстояние (км): 5 для приборов FX150 модификации Т1 или 6 для приборов FX150 модификации Т2;
- Длит. импульса (ns): 300
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): 00:15;
- Приемник: DZ.

**Свойства волокна**

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): установленная в области **Длины волн**;



- Показ-ль преломл.: 1,4750;
- Обратное рассеян.: – минус 80 дБ для ОМ ОВ и длины волны 1310 нм;
- минус 81 дБ для ОМ ОВ и длин волн 1490 нм, 1550 нм и 1625 нм;
- минус 82 дБ для ОМ ОВ и длины волны 1650 нм;
- минус 75 дБ для ММ ОВ и длины волны 1300 нм;
- минус 72 дБ для ММ ОВ и длины волны 850 нм.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

3) Запустить прибор FX150 на измерение в режиме без усреднения, нажав кнопку **[Старт реал.]** окна параметров измерения (см. рисунок 8).

4) Перейти в закладку **[Измерение]**.

5) Установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлектограммы, а правый - на его на вершину, как показано на рисунке 13 (действия с маркерами – см. 7.2.3, перечисление 5)).

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

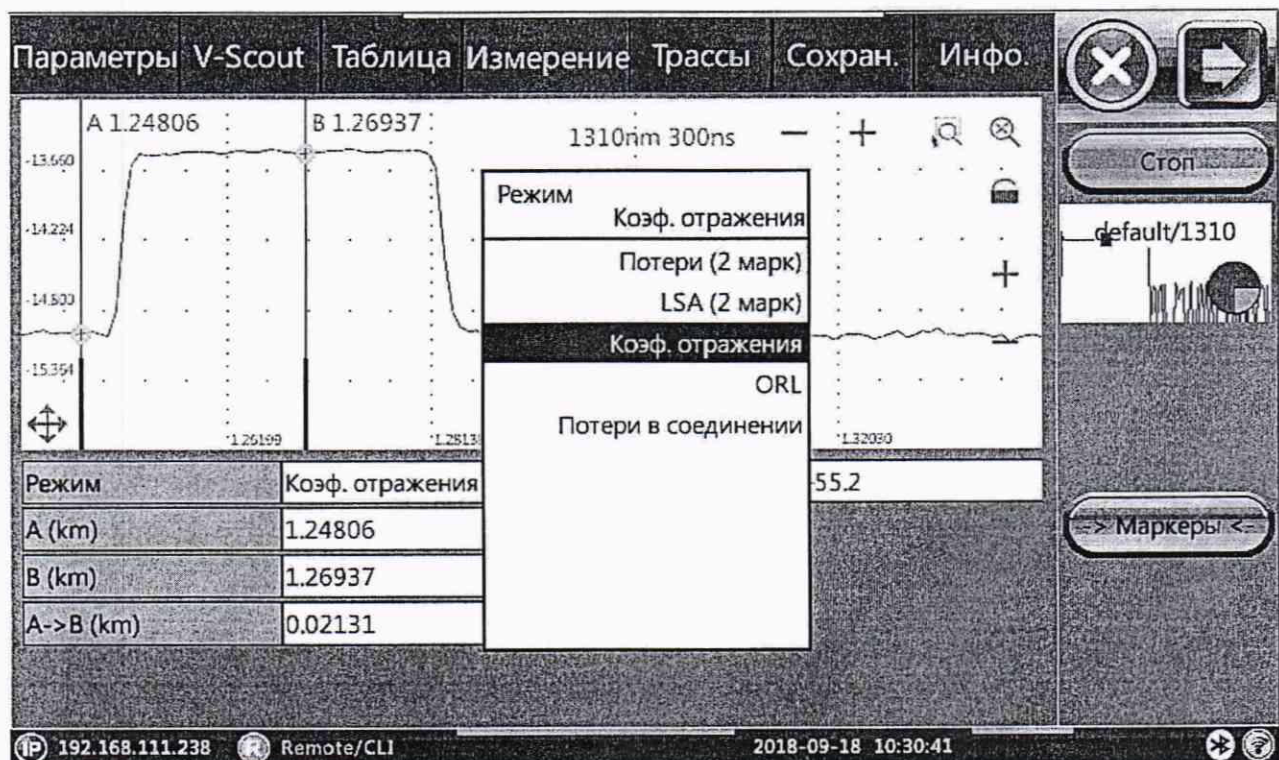


Рисунок 13

7) С помощью аттенюатора Атт (см. рисунок 12) установить по экрану прибора FX150 значение коэффициента отражения (строка **Отраж. (dB)**) для импульса, находящегося в середине рефлектограммы, равным  $(-56 \pm 1)$  дБ для ОМ рефлектометров и равным  $(-46 \pm 1)$  дБ для ММ рефлектометров.

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

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

После завершения измерения установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлектограммы, а правый - на его на вершину (см. рисунок 13) и прочесть значение коэффициента отражения. Оно должно находиться в пределах  $(-56 \pm 1)$  дБ для ОМ рефлектометров и  $(-46 \pm 1)$  дБ для ММ рефлектометров.

- В противном случае необходимо повторить действия по перечислениям 3) – 9).
- 10) Перейти в закладку [Параметры] – появится окно, показанное на рисунке 8.

В этом окне установить следующие параметры:

- Длит. импульса (ns): 3
- Время (m:s): 01:00;

Остальные параметры – как в перечислении 2).

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

12) После завершения измерения перейти в закладку [Измерение].

13) Установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлектограммы, а правый - в точке, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, отличается на 0,5 дБ от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния в этой точке, как показано на рисунке 14. Расстояние между маркерами ADZ, м, является значением мертвой зоны по затуханию.

14) 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 EDZ, м, является значением мертвой зоны по отражению (см. рисунок 15).

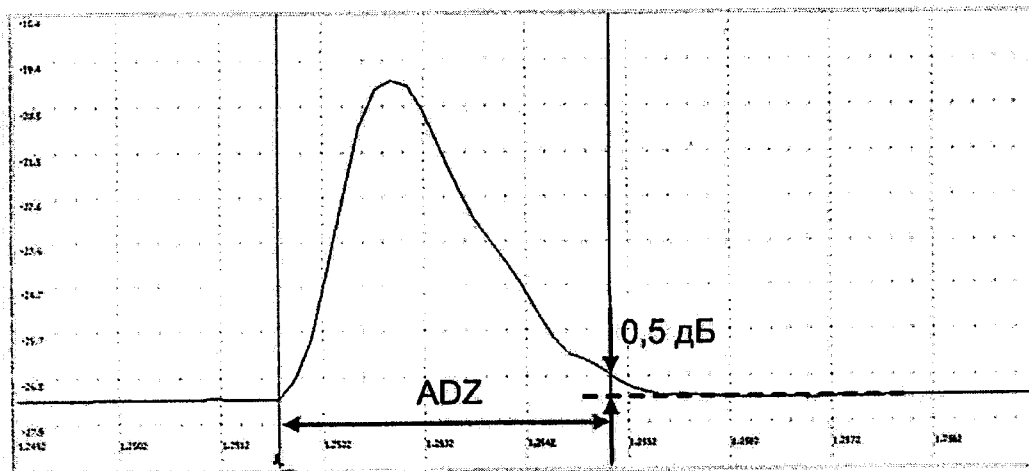


Рисунок 14

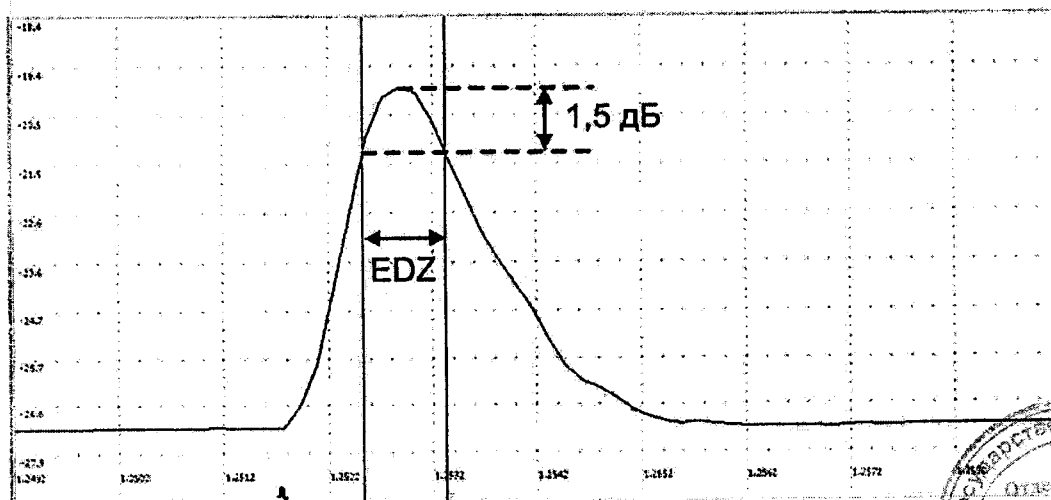
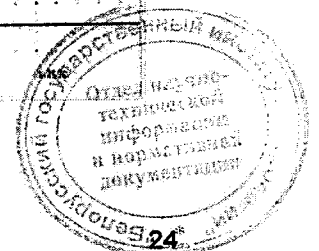


Рисунок 15



15) При поверке рефлектометра на две, три или четыре длины волны провести измерения значений мертвой зоны по затуханию и мертвой зоны по отражению по описанной выше методике для других длин волн.

*Результаты считают удовлетворительными*, если значение мертвой зоны по затуханию не превышает 4,0 м, а значение мертвой зоны по отражению не превышает 1,0 м.

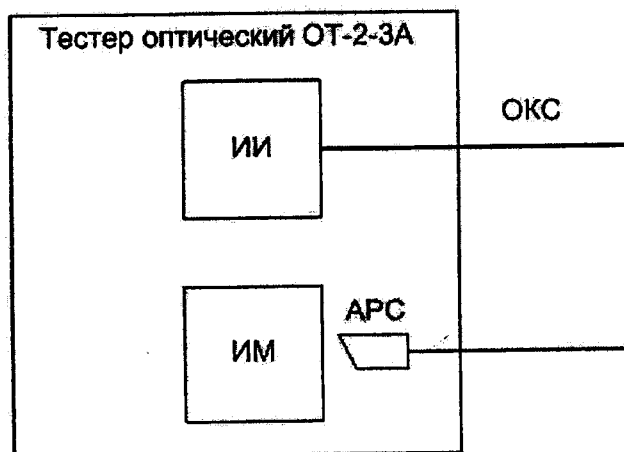
### 7.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

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 FX150.

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

1) Собрать схему согласно рисунку 16, включить источник излучения оптического тестера ОТ-2-3А и измерить уровень мощности  $P_0$ , дБм, на выходе ОКС.

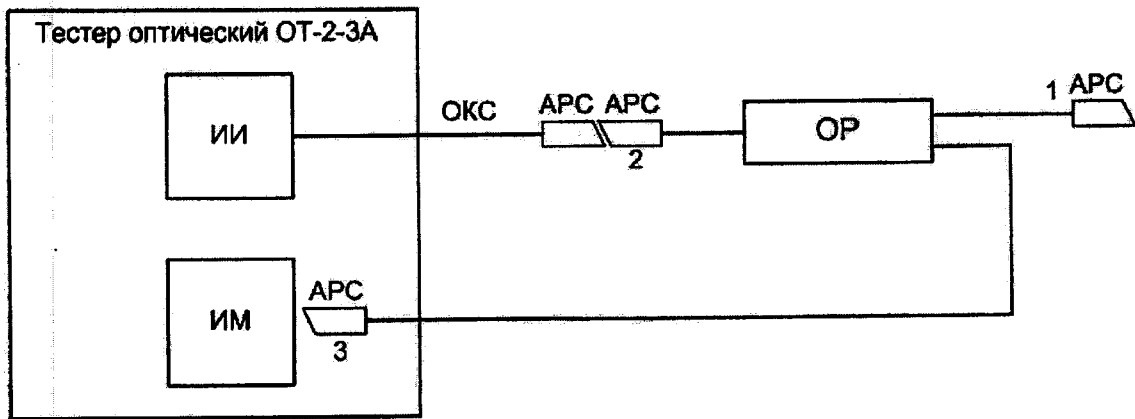


ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А; ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А; ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптический разъем со скошенным торцом (например; FC/APC)

Рисунок 16

2) Собрать схему согласно рисунку 17 и измерить уровень мощности  $P_1$ , дБм, на выводе 3 оптического разветвителя.





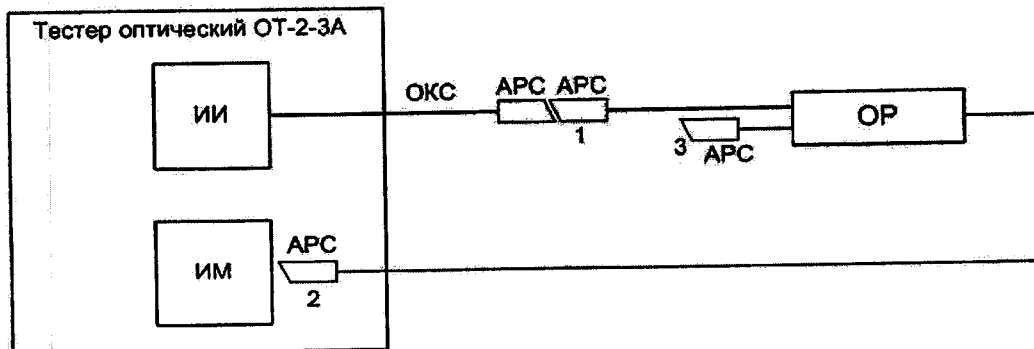
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А; ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А; ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например; FC/APC); ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 17

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

$$\alpha_{23} = P_0 - P_1, \text{ дБ.} \quad (10)$$

4) Собрать схему согласно рисунку 18 и измерить уровень оптической мощности  $P_2$ , дБм, на выводе 2 оптического разветвителя.

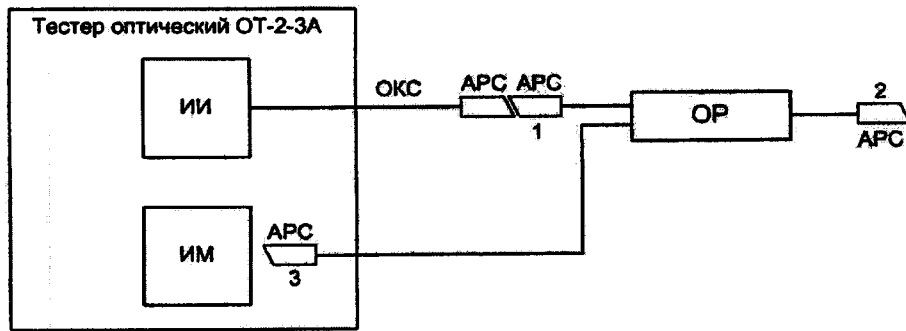


ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А; ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А; ОКС – оптический кабель соединительный; APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC); ОР – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 18

5) Не нарушая соединения ОКС с источником излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с выводом 1 оптического разветвителя, собрать схему согласно рисунку 19 и измерить уровень оптической мощности  $P_3$ , дБм, на выводе 3 оптического разветвителя.





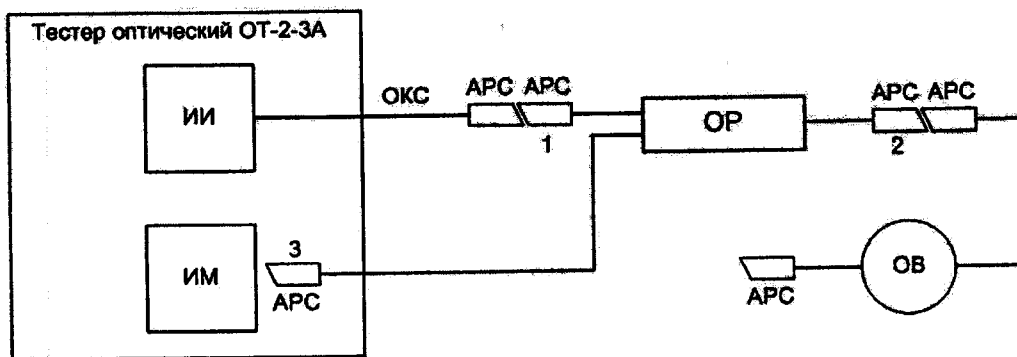
ИИ – источники излучения оптического тестера ОТ-2-3А, ИМ – измеритель оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А, ОКС – оптический кабель соединительный, APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC); ОП – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50%/50%

Рисунок 19

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 выводу 2 оптического разветвителя подключить оптическое волокно длиной 10...15 км согласно рисунку 20 и измерить уровень оптической мощности  $P_{3,ов}$ , дБм, на выводе 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%; ОВ – оптическое волокно длиной 10...15 км

Рисунок 20

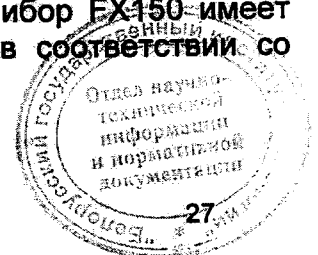
8) Рассчитать значение обратных потерь  $OB, R$ , дБ, по формуле

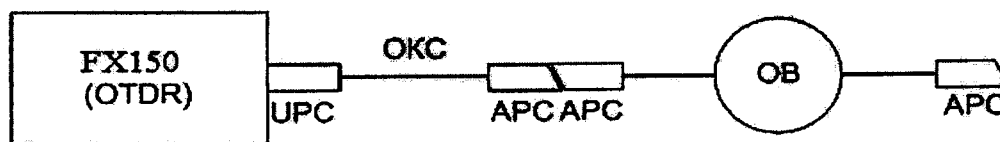
$$R = P_2 - P_{3,ов} + \alpha_{23} + \alpha_2, \text{ дБ}, \quad (11)$$

где  $\alpha_2$  – затухание в соединении вывода 2 оптического разветвителя и ОВ.

Значение  $\alpha_2$  принимается равным 0,3 дБ.

9) Отсоединить ОВ от вывода 2 оптического разветвителя и подключить его к рефлектометру прибора FX150. Если прибор FX150 имеет разъем типа \*/APC, то ОВ присоединяют непосредственно к прибору FX150. Если прибор FX150 имеет разъем типа \*/UPC, то ОВ присоединяют к прибору FX150 в соответствии со схемой рисунка 21.





OTDR – оптический рефлектометр прибора FX150; 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 21

10) Нажать иконку [OTDR] на экране прибора FX150, 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 FX150

**Параметры измерения:**

- Режим: Вручную;
- Расстояние (km): 20;
- Длит. импульса (ns): 100
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): 01:00;
- Приемник: DR.

**Свойства волокна**

- Тип волокна: Задать;
- Длина волны (nm): наименьшая из доступных для данного прибора FX150;
- Показ-ль преломления: 1,4750.

Остальные параметры – как на рисунке 8.

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

12) После окончания измерения перейти в закладку [Измерение] и по рефлектограмме определить длину и коэффициент затухания ОВ.

Измерения осуществляются с помощью двух маркеров (действия с маркерами – см. 7.2.3, перечисление 5)).

Коэффициент затухания ОВ измеряется в режиме LSA. Для этого в строке [Режим] надо выбрать опцию LSA (2 марк) (см. рисунок 13).

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

$$BC = -R - 90 + 10 \cdot \lg \left( \frac{\gamma \cdot c}{n \cdot (1 - e^{-2\gamma L})} \right), \quad (12)$$

где

$$\gamma = \frac{\alpha \cdot 10^{-3}}{10 \cdot \lg(e)} \approx 0,00023 \cdot \alpha, \quad 1/\text{м} \quad (13)$$

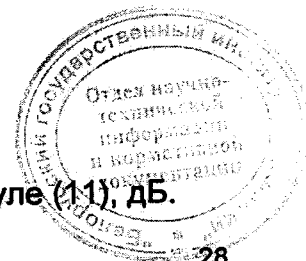
$\alpha$  – коэффициент затухания ОВ, дБ/км;

$L$  – длина ОВ, м;

$c$  – скорость света в вакууме, м/с;

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

$R$  – значение обратных потерь ОВ, рассчитанное по формуле (11), дБ.



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

В этом окне установить параметры:

**Свойства волокна**

– Обратное рассеян.: значение ВС, полученное по формуле (12).

Остальные параметры – как в перечислении 11).

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

16) После окончания измерения перейти в закладку **[Измерение]** и левый маркер установить на ровный участок рефлектограммы сразу после мертвой зоны, а правый – на конец рефлектограммы (действия с маркерами – см. 7.2.3, перечисление 5)). Стилусом в строке **[Режим]** (см. рисунок 13) выбрать опцию **ORL** (измерение обратных потерь) и в строке **ORL (dB)** прочесть значение обратных потерь, измеренное рефлектометром прибора FX150.

17) Определить абсолютную погрешность измерения обратных потерь  $\Delta R$ , дБ, по формуле

$$\Delta R = R_{\text{рефл}} - R, \text{ дБ} \quad (14)$$

где  $R_{\text{рефл}}$  – значение обратных потерь, измеренное рефлектометром прибора FX150, дБ.

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

#### **7.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности**

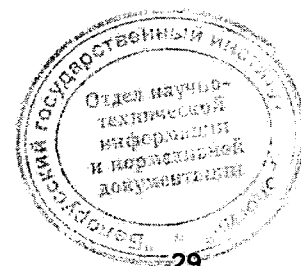
##### **7.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)**

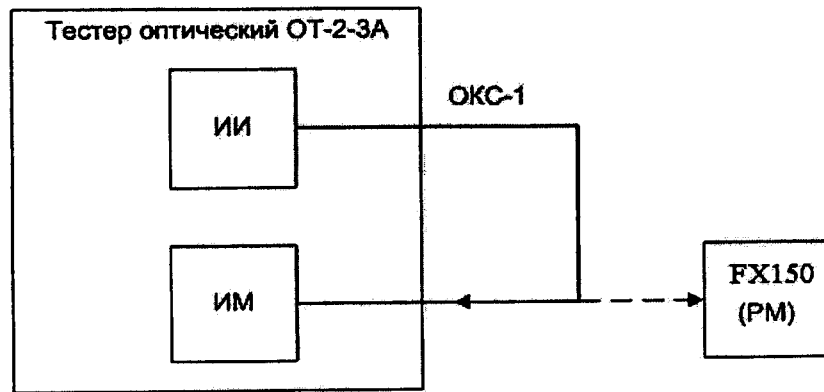
Измерения выполняют согласно схемам рисунков 22, 23 методом сравнения. При поверке прибор FX150 должен размещаться как можно ближе к измерителю мощности оптического тестера ОТ-2-3А, чтобы обеспечить минимальное перемещение кабелей ОКС-1 и ОКС-2.

Для определения относительной погрешности измерения оптической мощности необходимо:

1) Войти в окно измерителя оптической мощности прибора FX150 и установить в нем длину волны калибровки 1310 нм, выполнив действия по перечислениям 1) – 2) пункта 7.2.4.

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 его инициализации, 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).






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 FX150

Рисунок 22

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

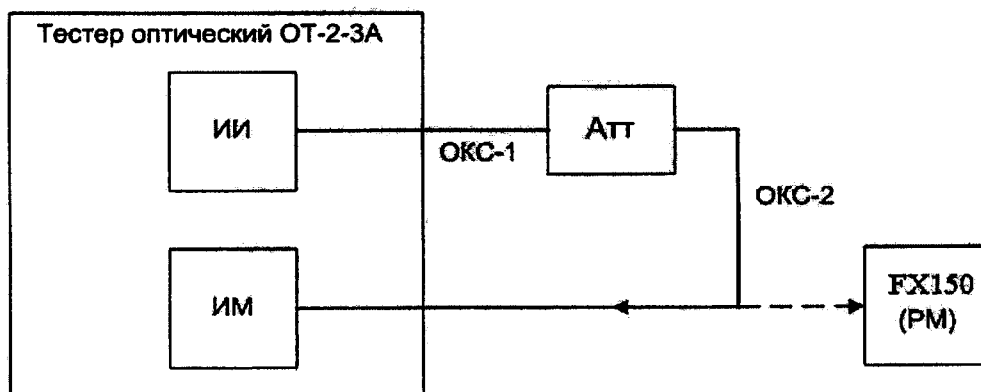
3) В окне, показанном на рисунке 3, нажать кнопку  в строке [Длина волн] и из появившегося списка длин калибровки (см. рисунок 4) выбрать 1310 нм.

4) Произвести измерение мощности последовательно оптическим тестером ОТ-2-3А и поверяемым измерителем оптической мощности прибора FX150 не менее пяти раз, каждый раз занося измеренные значения в соответствующие графы управляющей программы оптического тестера ОТ-2-3А.

5) Собрать схему измерения согласно рисунку 23. Регулировкой тока накачки источника излучения оптического тестера ОТ-2-3А и с помощью оптического аттенюатора повторить измерения при остальных значениях мощности, указанных в таблице 8 (отклонение от этих значений не должно превышать  $\pm 20\%$ ).







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; РМ – измеритель оптической мощности прибора FX150

Рисунок 23

6) Определить относительную разность,  $\theta_j$ , %, в показаниях поверяемого измерителя оптической мощности прибора FX150 и оптического тестера ОТ-2-3А и среднее квадратическое отклонение (СКО)  $S_j$ , %, по формулам

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

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{i=1}^N (\theta_{ji} - \theta_j)^2} \quad (16)$$

$$\text{где } \theta_{ji} = \frac{P_{ji} - P_{oji}}{P_{oji}} \cdot 100 \quad (17)$$

$P_{ji}$ ,  $P_{oji}$  — мощность, измеренная поверяемым измерителем оптической мощности прибора FX150 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 границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки  $\delta$ , %, по формуле

$$\delta = 2 \cdot \sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2) / 3 + S^2} \quad (18)$$

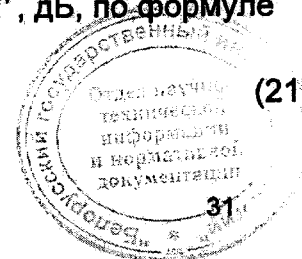
$$\text{где } \theta_1 = \max |\theta_j| \quad (19)$$

$$S = \max (S_j) \quad (20)$$

$\theta_0$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности оптического тестера ОТ-2-3А на длине волны калибровки, %.

8) Рассчитать границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки  $\delta'$ , дБ, по формуле

$$\delta' = 10 \cdot \lg \left( 1 + \frac{\delta}{100} \right) \quad (21)$$



9) Повторить действия по перечислениям 1) - 8) для других длин волн калибровки измерителя оптической мощности, установленного в поверяемый прибор FX150.

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

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

#### 7.4.2 Определение относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

Границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении относительных уровней мощности  $\delta_{\text{отн}}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{\text{отн}} = 2 \cdot \sqrt{(\theta_2^2 + \theta_{00}^2)/3 + S^2} \quad (22)$$

$$\text{где } \theta_2 = \max(|\theta_{\text{сп}} - \theta_j|) \quad (23)$$

$$\theta_{\text{сп}} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M \theta_j; \quad (24)$$

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

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

Границы (без учета знака) относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности  $\delta'_{\text{отн}}$ , дБ, определяют по формуле

$$\delta'_{\text{отн}} = 10 \cdot \lg \left( 1 + \frac{\delta_{\text{отн}}}{100} \right) \quad (25)$$

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

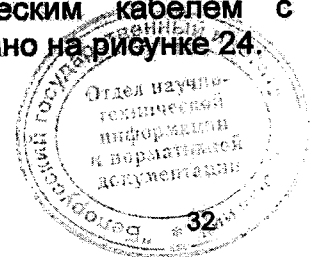
- ±4 % (±0,17 дБ) на длине волны 850 нм;
- ±2,5 % (±0,11 дБ) на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

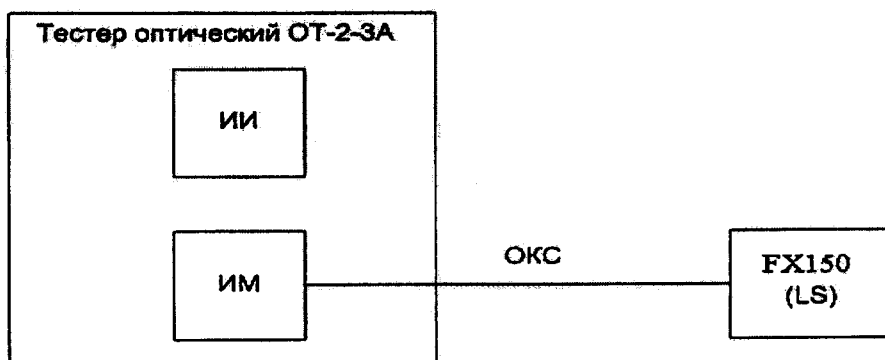
#### 7.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

##### 7.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Для определения уровня мощности источника оптического излучения прибора FX150 необходимо выполнить следующие действия.

1) Соединить прибор FX150 соединительным оптическим кабелем с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А, как показано на рисунке 24.





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 FX150

Рисунок 24

2) Войти в окно источника оптического излучения прибора FX150, выполнив действия по перечислениям 1) – 5) подраздела 7.2.5, и выбрать из списка длин волн установленных источников излучения (см. рисунок 6) наименьшую длину волны.

3) В программе оптического тестера ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, соответствующую длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX150.

4) Включить источник излучения поверяемого прибора FX150, нажав кнопку [Turn On] – см. рисунки 6 и 7.

5) Измерить уровень мощности оптического излучения, результаты измерения занести в соответствующую графу программы оптического тестера ОТ-2-3А.

6) Повторить измерение еще два раза, отсоединяя ОКС от поверяемого прибора FX150 и вновь присоединяя его.

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

$$P = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 P_i, \quad (26)$$

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

8) Повторить перечисления 2) – 7) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX150.

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

Для определения нестабильности уровня мощности источника оптического излучения прибора FX150 необходимо выполнить следующие действия.

1) Соединить прибор FX150 соединительным оптическим кабелем с измерителем мощности оптического тестера ОТ-2-3А, как показано на рисунке 24.

2) Войти в окно источника оптического излучения прибора FX150, выполнив действия по перечислениям 1) – 5) подраздела 7.2.5, и выбрать из списка длин волн установленных источников излучения (см. рисунок 6) наименьшую длину волны.





3) В программе оптического тестера ОТ-2-3А установить длину волны измеряемого оптического излучения, соответствующую длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX150.

4) Включить источник излучения поверяемого прибора FX150, нажав кнопку [Turn On] – см. рисунки 6 и 7.

5) Снять показания измерителя мощности оптического тестера ОТ-2-3А в течение 15 минут с интервалом в 5 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 FX150 по формуле

$$Q = 10 \cdot \lg \left( 1 + 2 \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}} \right), \quad (27)$$

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

7) Повторить перечисления 1) – 7) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX150.

*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 FX150 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 FX150 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 FX150 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 FX150 \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
принадлежащего \_\_\_\_\_

Изготовитель \_\_\_\_\_ наименование организации  
\_\_\_\_\_ 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

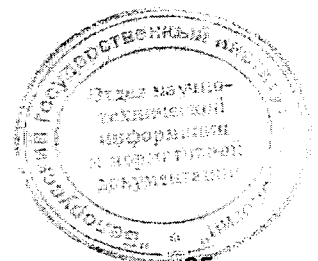
2 Опробование \_\_\_\_\_ соответствует/не соответствует

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			Границы погрешности, 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	Границы погрешности, 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		Границы погрешности, дБ	Предел допускаемой погрешности, дБ
	ОТ-2-3А	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 FX150 \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
 принадлежащего \_\_\_\_\_

Изготовитель \_\_\_\_\_ наименование организации  
 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ °C;
- 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) и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

Длина волны \_\_\_\_\_ нм

№	Измеренная мощность		Разность, %	Средняя разность, %	СКО, %	Границы погрешности, %
	OT-2-3A	Измеритель мощности				
Диапазон		δ, %		δ <sub>отн</sub> , %		
P <sub>min</sub>	P <sub>max</sub>	Измерено	Требования ТУ	Измерено	Требования ТУ	

