

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

« 19 » 10 2017



УТВЕРЖДАЮ
Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич
2017



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

Приборы оптические измерительные многофункциональные
FX300
Методика поверки

МРБ МП.2739-2017

Листов 3550

Разработчик:
Начальник отдела метрологии
ЗАО «Институт информационных
технологий»

« 19 » 10 2017
М.Л. Гринштейн

Минск, 2017



Содержание

Вводная часть.....	3
1 Нормативные ссылки.....	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей	6
5 Требования безопасности.....	6
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
8.1 Внешний осмотр.....	6
8.2 Опробование.....	7
8.2.1 Идентификация программного обеспечения.....	7
8.2.2 Проверка функционирования.....	9
8.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра.....	14
8.3.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний.....	14
8.3.2 Определение динамического диапазона.....	19
8.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания.....	22
8.3.4 Определение значения мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению.....	25
8.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь	29
8.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности	33
8.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки) и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности...	33
8.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения	40
8.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения	40
8.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения.....	41
9 Оформление результатов поверки.....	42
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования.....	43
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	46
Библиография.....	49

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на приборы оптические измерительные многофункциональные FX300 (далее – приборы FX300) производства ЗАО "Институт информационных технологий" и устанавливает методы средства их первичной и последующей поверок.

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к приборам FX300, приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 427-2022 (33240) Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации:

СТБ IEC 60825-1-2017 Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первой	последующей
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
2.1 Идентификация программного обеспечения	8.2.1	да	да
2.2 Проверка функционирования	8.2.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра	8.3	да	да
3.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний	8.3.1	да	да
3.2 Определение динамического диапазона	8.3.2	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания	8.3.3	да	да
3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению	8.3.4	да	да
3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь	8.3.5	да	нет

3 3am.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности	8.4	да	да
4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки) и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности	8.4.1	да	да***
5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения	8.5	да	да
5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения	8.5.1	да	да
5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения	8.5.2	да	да
* Допускается проводить только на длинах волн рабочего эталона			
** Поверку по 8.4.1.3 проводят только для приборов FX300, изготовленных в период, начиная с 2023 года			
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, поверку прекращают.			

3 Средства поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
1	2
8.2.2 8.3.5 8.4.1 8.5.1 8.5.2	Тестер оптический ОТ-3-1. Диапазон измерения мощности оптического излучения от минус 80 до плюс 10 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности $\pm 3\%$ на длинах волн калибровки (градуировки) 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 при измерении относительных уровней мощности оптического излучения $\pm 0,8\%$.
8.3.1 8.3.3	Генератор оптический ОГ-2-3/3456 (одномодовый), длины волн 1310 нм; 1490 нм; 1550 нм; 1625 нм. Диапазон воспроизведения расстояний от 60 м до 500 км. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении расстояний $\pm (0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, м, где L – значение воспроизводимого расстояния, м. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении вносимого затухания $\pm 0,015 \cdot B$, дБ, где B – измеренное затухание, дБ.



Продолжение таблицы 2

1	2
8.3.1	Генератор оптический ОГ-2-3/08 (многомодовый), длина волны 850 нм.
8.3.3	Генератор оптический ОГ-2-3/03 (многомодовый), длина волны 1300 нм.
	Диапазон воспроизведения расстояний от 60 м до 100 км.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении расстояний $\pm(0,15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$, где L – значение воспроизводимого расстояния, м.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения вносимого затухания $\pm 0,02 \cdot B$, дБ, где B – измеренное затухание, дБ.
8.4.1	Усилитель волоконно-оптический ЕАУ-САТВ-500/1-С2. Диапазон входной мощности от 0,65 до 10 мВт. Максимальная выходная мощность 500 мВт. Оптический спектральный диапазон от 1535 до 1564 нм. Волоконно-оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 1 %:99 %. Волоконно-оптический аттенюатор одномодовый, затухание 5 – 7 дБ. Волоконно-оптический аттенюатор одномодовый, затухание 8 – 10 дБ.
8.2.2	Оптическое волокно одномодовое, длина 25 – 60 км.
8.3.3	
8.2.2	
8.3.3	Оптическое волокно многомодовое, длина 4 – 8 км
8.3.5	
8.3.4	Волоконно-оптический аттенюатор одномодовый переменный, затухание от 1 до 70 дБ.
8.4.1	Волоконно-оптический аттенюатор многомодовый переменный, затухание от 1 до 60 дБ.
8.3.4	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 %.
8.3.5	Оптическое волокно одномодовое, длина 10 – 15 км. Оптический разветвитель одномодовый с коэффициентом деления 50 %:50 %. Оптический разветвитель многомодовый с коэффициентом деления 50 %:50 %.
8.2.2	
8.3.5	Оптический соединительный кабель одномодовый, длина 3 м.
8.4.1	Оптический соединительный кабель многомодовый, длина 3 м.
8.5.1	
8.5.2	

Примечания

- 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых приборов FX300 с требуемой точностью.
- 2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки (калибровки) и (или) свидетельства о поверке (калибровке).

КОПИЯ
ВЕРНА

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

4.2 Перед началом поверки поверитель должен изучить эксплуатационную документацию (далее – ЭД) поверяемого прибора FX300 [1] и средств поверки, настоящую МП и правила техники безопасности согласно разделу 5.

5 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования ТКП 427, СТБ IEC 60825-1 и требования безопасности, указанные в ЭД поверяемого прибора FX300 [1] и средств поверки.

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление 84,0 -106,7 кПа.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить наличие средств поверки в соответствии с таблицей 2 настоящей МП и соответствие их метрологических характеристик требуемым значениям;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (калибровке) на средства поверки или знаков поверки (калибровки), подтверждающих прохождение метрологической оценки в органах государственной метрологической службы;
- установить вспомогательные средства поверки, позволяющие в процессе поверки контролировать изменения влияющих факторов (температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление);
- проверить соблюдение условий по разделу 6 настоящей МП;
- подготовить и проверить работоспособность средств поверки согласно ЭД на них.

7.2 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, следует очистить от загрязнений в соответствии с разделом "Техническое обслуживание" [1].

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно соответствовать прибора FX300 следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений прибора FX300, влияющих на работоспособность и безопасность его применения;
 - комплектность прибора FX300 должна соответствовать [2];
 - маркировка прибора FX300 должна соответствовать [1].
- 8.1.2** Прибор FX300 должен соответствовать всем требованиям 8.1.1.

8.2 Опробование

8.2.1 Идентификация программного обеспечения

8.2.1.1 Для идентификации программного обеспечения (ПО) следует выполнить следующие операции:

а) включить прибор FX300 длительным (3 – 5 с) нажатием кнопки . При этом индикатор  загорится зеленым цветом, и появится изображение на экране. После загрузки ПО на экране появляется окно основных функций прибора FX300, вид которого показан на рисунке 1.

Загрузка приложения с устройством, выбор и изменение параметров в окнах программы проводится нажатием стилусом, входящим в комплект поставки прибора FX300, на соответствующую иконку на экране;



Рисунок 1

б) нажать на кнопку [Утилиты], а затем на пункт меню [Настройки] – см. рисунки 2 и 3;



Рисунок 2



Рисунок 3

в) в окне, вид которого показан на рисунке 3, нажать на иконку **[О приборе]** – появится окно (см. рисунок 4), в котором указан номер версии (прошивки) ПО, установленного в приборе FX300;

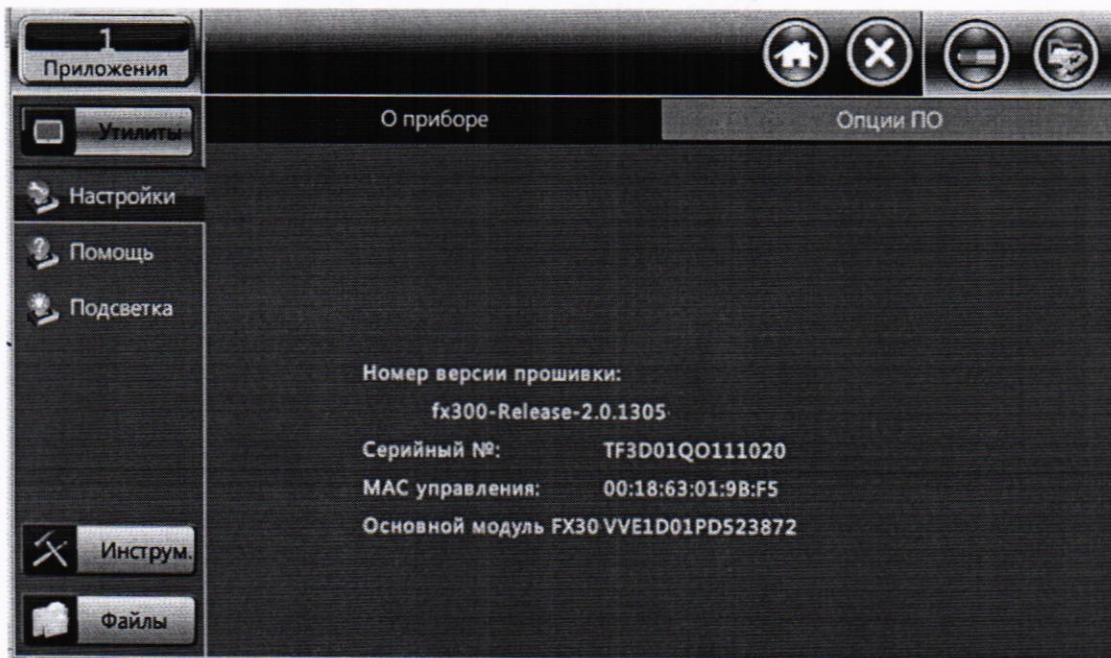


Рисунок 4

Результаты идентификации ПО считаются положительными, если в приборе FX300 установлена версия ПО 2.0.1305 или выше.



8.2.2 Проверка функционирования

8.2.2.1 При проведении опробования необходимо проверить функционирование следующих устройств, которые могут быть встроены в прибор FX300 (см. рисунок 1):

- оптического рефлектометра – иконка **[OTDR]**;
- измерителя оптической мощности – иконка **[Измеритель оптич. мощности]**;

– источника оптического излучения – иконка **[Источник оптич. излучения]**.

8.2.2.2 Для проверки функционирования оптического рефлектометра необходимо выполнить следующие операции:

- подключить к прибору FX300 многомодовое оптическое волокно (ОВ) длиной 4 – 8 км (если установлен многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 25 – 60 км (если установлен одномодовый рефлектометр);
- после включения прибора FX300 и загрузки ПО (см. рисунок 1) нажать на иконку **[OTDR]** – появится окно, вид которого показан на рисунке 5;

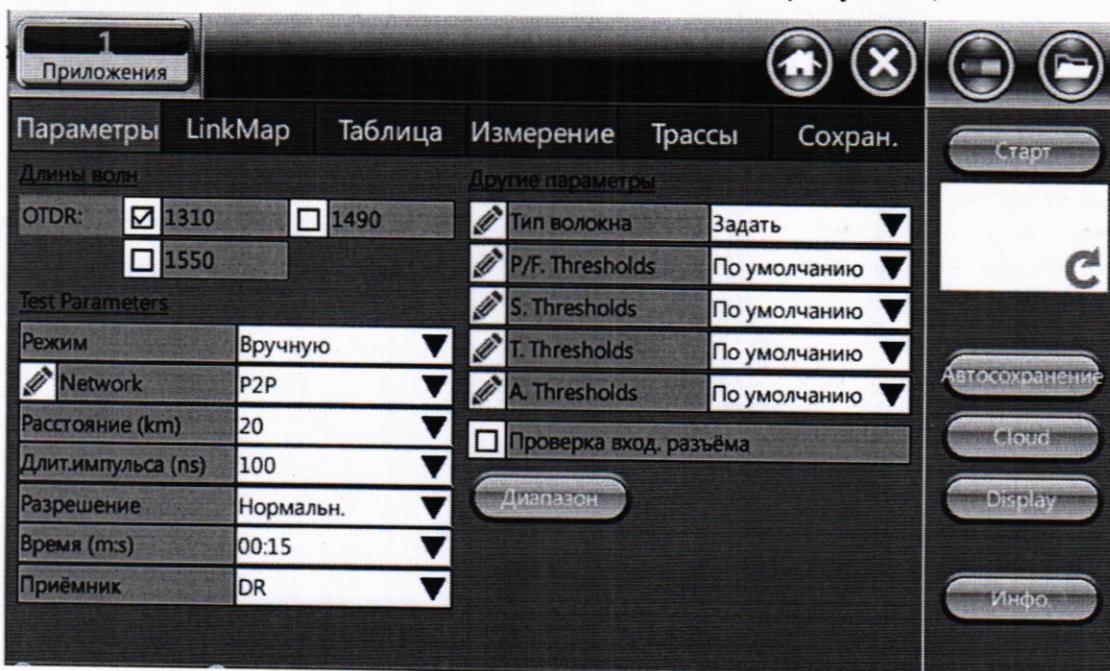


Рисунок 5

в) в окне "Параметры" (см. рисунок 5) нажать на кнопку **[Автосохранение]** и в окне, вид которого показан на рисунке 6, установить выделенные параметры такими, как показано на этом рисунке; затем нажать на кнопку **[OK]**;

г) в окне "Параметры" (см. рисунок 5) нажать на кнопку **[Display]** и в окне, вид которого показан на рисунке 7, установить выделенные параметры, как показано на этом рисунке; затем нажать на кнопку **[OK]**;

Примечание – Режимы и параметры измерений, установленные в перечислениях в) и г), сохраняются при выключении прибора FX300. Последующие измерения рефлектометром прибора FX300 следует проводить с параметрами, установленными в перечислениях в) и г).

Autosave Parameters

Fiber Common Report

Автосохранение Запрос на сохранение

Увелич. № волокна или трассы № трассы

Нº работы Job

Нº кабеля Cable

Нº волокна Fiber

Добавить индекс Добавить дату/время

Нº трассы Trace

Добавить индекс 001 Добавить дату/время

Длина волны Длина импульса №

OK Fiber Index... Trace Index...

Рисунок 6

Display Settings

Grid Division	Fixed
Grid Color	Light
<input checked="" type="checkbox"/> Trace Antialiasing	
<input checked="" type="checkbox"/> Показывать участки волокна	
<input type="checkbox"/> Автомасштаб трассы	
Единицы изм.	Километры
<input type="checkbox"/> Cleanup Trace List Before Measurement	
Real Time Refresh Rate	Повыш.
<input type="checkbox"/> Real Time Button	
Measurement Target Tab	Measure

OK Отмена

Рисунок 7

д) в окне "Параметры" (см. рисунок 5) установить следующие параметры измерения:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300
Test Parameters:

- Режим: Вручную;
 - Network: 2P2;
 - Расстояние (km): 20 (для многомодовых рефлектометров) или 120 (для одномодовых рефлектометров);
 - Длิต. импульса (ns): 300;
 - Разрешение (m): Нормальна;

3 3am



- Время (m:s): 00:30;

- Приемник: DR;

Другие параметры

- Тип волокна: Задать.

Остальные параметры – как указано на рисунке 5;

е) нажать на кнопку **[Старт]** – начнется измерение с усреднением.

ж) после окончания измерения в строке "Режим" выбрать опцию "Потери (2 марк)", стилусом установить маркеры на рефлектомограмму (см. рисунок 8) и убедиться в возможности измерения затухания и длины ОВ по информации на экране.

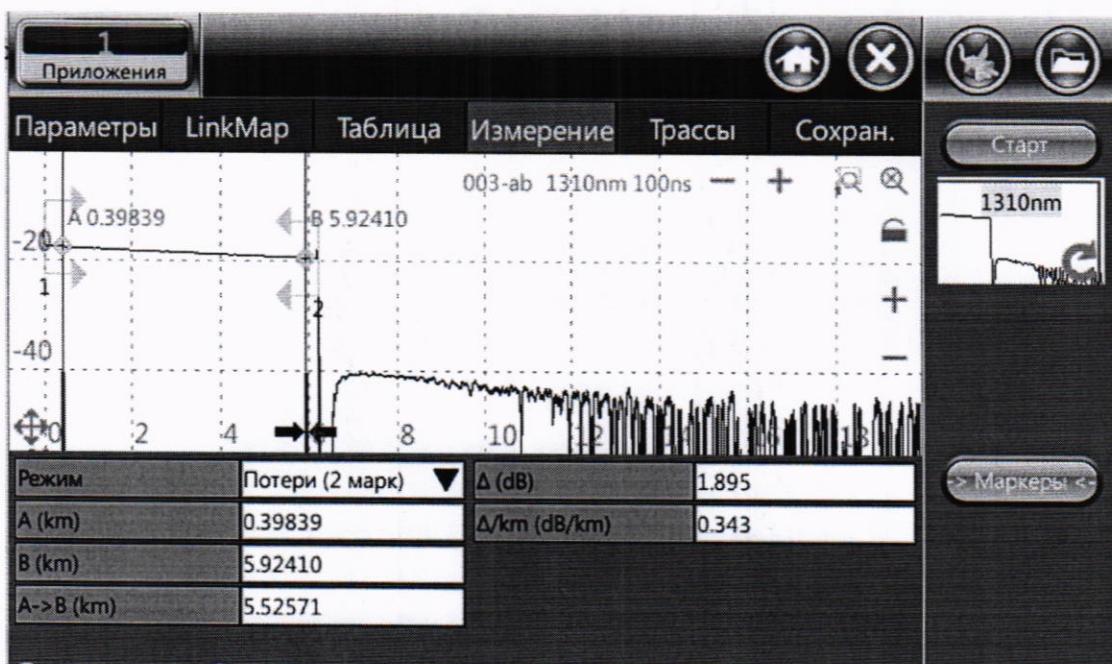


Рисунок 8

Маркеры выводятся на экран кнопкой **[Маркеры]** и перемещаются по экрану аппаратными кнопками **◀**, **▶** и стилусом. Изменение масштаба рефлектомограммы осуществляется аппаратными кнопками **▲**, **▼** и стилусом.

Результаты считают положительными, если программа прибора FX300 позволяет провести по рефлектомограмме измерение затухания и длины ОВ.

8.2.2.3 Для проверки функционирования измерителя оптической мощности необходимо выполнить следующие операции:

а) после включения прибора FX300 и загрузки программного обеспечения (см. рисунок 1) нажать на иконку **[Измеритель оптич. мощности]** – появится окно, вид которого показан на рисунке 9;

б) в этом окне нажать на кнопку **▼** в строке "Длина волны" и из появившегося списка длин волн (см. рисунок 10) выбрать 1550 нм;





Рисунок 9

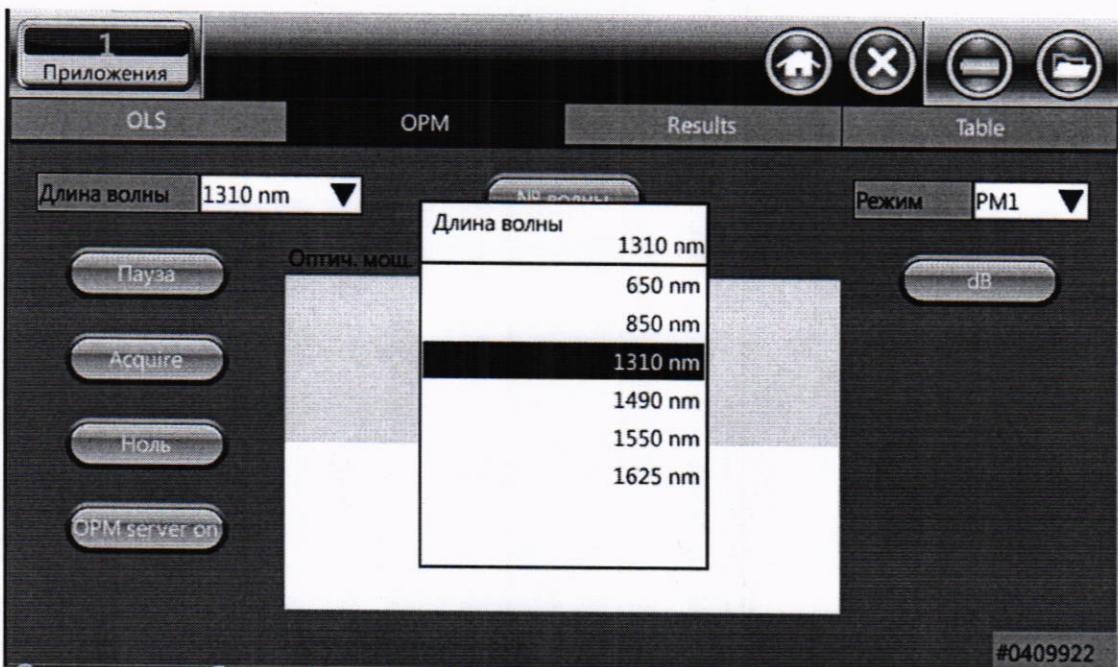


Рисунок 10

в) закрыть оптический разъем измерителя мощности защитным колпачком, а затем открыть его, в обоих случаях зафиксировать показания прибора FX300.

Результаты считаю положительными, если программа прибора FX300 позволяет выбрать из списка длину волны калибровки, и показания измерителя оптической мощности меняются при закрывании и открывании защитного колпачка его оптического разъема.

8.2.2.4 Проверку функционирования источника оптического излучения проводят с использованием оптического тестера ОТ-3-1 (далее – тестер ОТ-3-1).

Для опробования необходимо выполнить следующие операции:

а) включить тестер ОТ-3-1 и загрузить его управляющую программу;
б) оптическим соединительным кабелем соединить выход одномодового рефлектометра (который является выходом источника излучения прибора FX300) с измерителем оптической мощности тестера ОТ-3-1;

в) после включения прибора FX300 и загрузки его ПО (см. рисунок 1) нажать на иконку **[Источник оптич. излучения]** и в появившемся окне (см. рисунок 9) нажать на закладку **[OLS]**;

г) в окне закладки **[OLS]**, вид которого показан на рисунке 11, нажать на кнопку **▼** в строке "Lasers", чтобы отобразить список длин волн установленных источников излучения (см. рисунок 12);



Рисунок 11

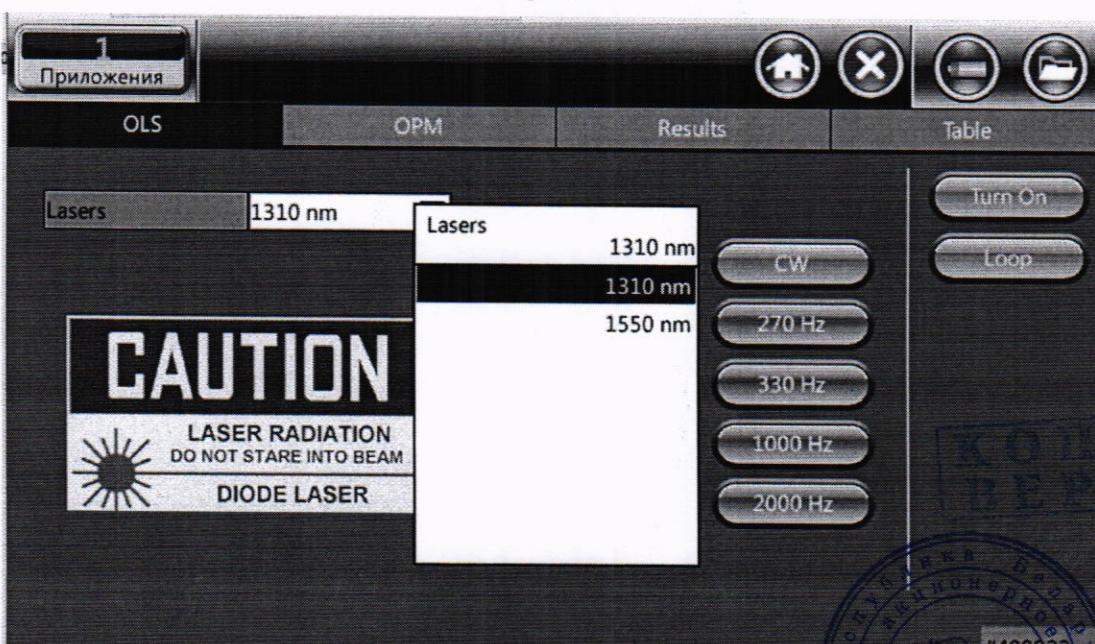


Рисунок 12

д) выбрать источник излучения с наименьшей длиной волны и нажать на кнопку **[Turn On]**. После этого включится лазер с выбранной длиной волны, а экран прибора FX300 примет вид, показанный на рисунке 13.



Рисунок 13

- е) зафиксировать показания тестера OT-3-1;
 - ж) выключить источник излучения, нажав на кнопку **[Turn Off]**.
 - з) зафиксировать показания тестера OT-3-1;
 - и) повторить действия по перечислению д) – з) для всех длин волн излучения поверяемого прибора FX300.

Результаты считаются положительными, если при включении и выключении каждого источника оптического излучения поверяемого прибора FX300 изменяются показания тестера OT-3-1.

8.3 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра

8.3.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний

Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний проводится с помощью оптического генератора ОГ-2-3 (далее – генератор ОГ-2-3).

Измерения проводят при минимальных значениях разрешения по расстоянию, допустимых для данного диапазона измерений расстояний.

Для определения диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний необходимо выполнить следующие операции:

- а) включить генератор ОГ-2-3 и загрузить его управляющую программу;
б) соединить генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX300 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3;
в) на экране с основными функциями прибора FX300 (см. рисунок 1) нажать на иконку **[OTDR]** – появится окно, вид которого показан на рисунке 14.

В этом окне установить:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300.

Test Parameters:

- Режим: Manual Real Time (измерение в режиме реального времени);
- Network: 2P2;
- Расстояние (km): 5 для приборов FX300 модификации T1 или 6 для приборов FX300 модификации T2;
- Длิต. импульса (ns): 100;
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): ∞ ;
- Приемник: DR.

Другие параметры

- Тип волокна: Задать.

Остальные параметры – как указано на рисунке 14;

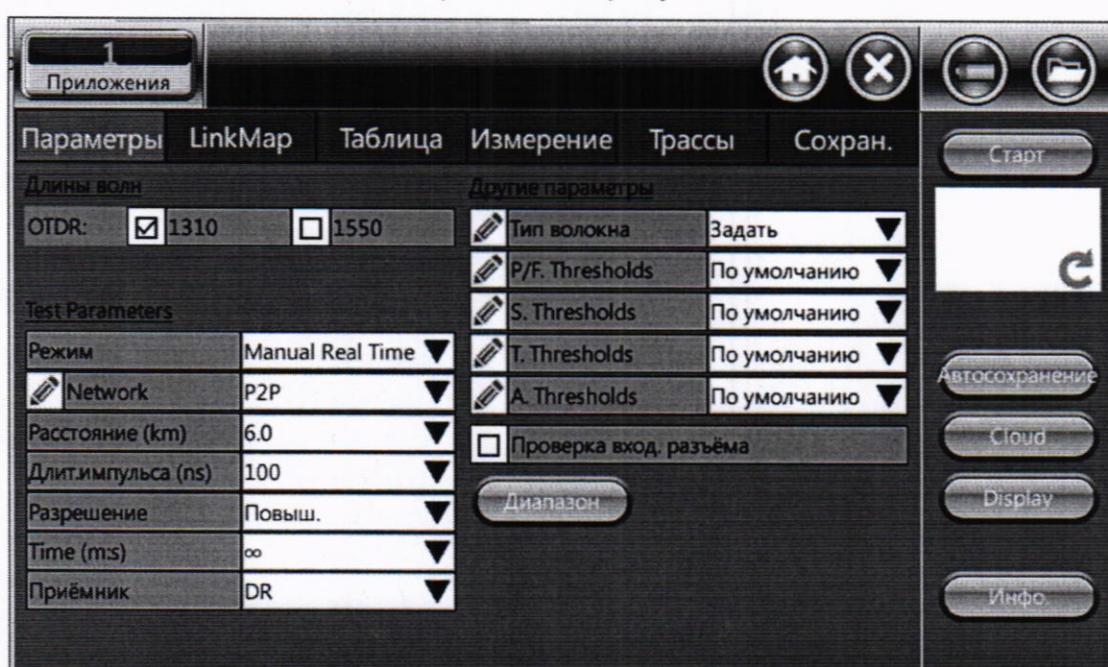
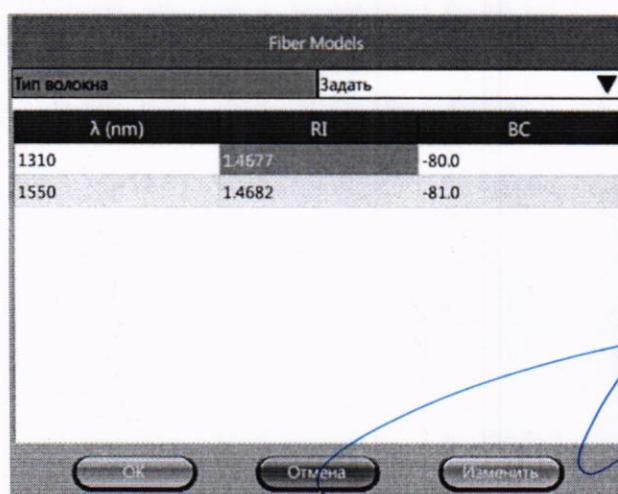


Рисунок 14

г) нажать стилусом на значок  в строке "Тип волокна" – появится окно, вид которого показан на рисунке 15.



КОПИЯ
ВЕРНА



Рисунок 15

д) нажать стилусом на ячейку со значением **RI** (refractive index – показатель преломления) для выбранной длины волны – появится окно, вид которого показан на рисунке 16;



Рисунок 16

е) в этом окне ввести значение показателя преломления 1,475 и нажать на кнопку **[Apply]**;

ж) повторить действия по перечислениям д) и е) и установить значение показателя преломления 1,475 для каждой длины волны рефлектометра, после чего нажать на кнопку **[OK]** в окне, вид которого показан на рисунке 15;

з) в меню **[Параметры]** программы генератора ОГ-2-3 установить значение показателя преломления, равным 1,475;

и) нажать на кнопку **[Расстояние]** программы генератора ОГ-2-3 – откроется окно "Проверка шкалы расстояний".

В этом окне установить:

– **Измерительные импульсы:**

- Длина волны: в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;
- Положение первого: 400 м;
- Длительность: 100 м;
- Количество: 5;

– **Сигнал обратного рассеяния:**

- Длина волны: значение, предлагаемое программой генератора ОГ-2-3;
- Имитация сигнала обратного рассеяния: включить;

– **Диапазон измерения расстояний рефлектометра:**

- 5 км при поверке прибора FX300 модификации Т1;
- 6 км при поверке прибора FX300 модификации Т2;

– **Длительность импульса рефлектометра:** 100 нс.

– **Фиксированный интервал между импульсами:** не включать.

Нажать на кнопку **[Задать параметры импульсов]**.

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

к) запустить рефлектометр на измерение в режиме реального времени, нажав на кнопку **[Старт]** окна **[Параметры]** прибора FX300 (см. рисунок 14);

л) с помощью аттенюаторов генератора ОГ-2-3 установить на экране прибора FX300 амплитуду измерительных импульсов на 5-7 dB ниже верхней границы вертикальной шкалы прибора FX300. Горизонтальную линию, имитирующую сигнал обратного рассеяния на рефлектометре, установить на (13 ± 3) dB ниже плоской части вершины импульса. Измерения разности уровней осуществляются по экрану прибора FX300 с помощью двух маркеров. При этом надо установить режим измерения "Потери (2 марк)", как показано на рисунке 8.

После установки импульсов остановить измерение, нажав на кнопку [Стоп];
м) перейти в окно [Параметры] и там установить:

Test Parameters:

- Режим: Вручную (измерение с усреднением);
- Время (m:s): 00:30.

Остальные параметры – как указано в перечислении в);

н) запустить прибор FX300 на измерение с усреднением, нажав на кнопку [Старт];

о) после окончания измерения нажать на закладку [Трассы] – появится окно со списком измеренных рефлектометров, вид которого показан на рисунке 17;

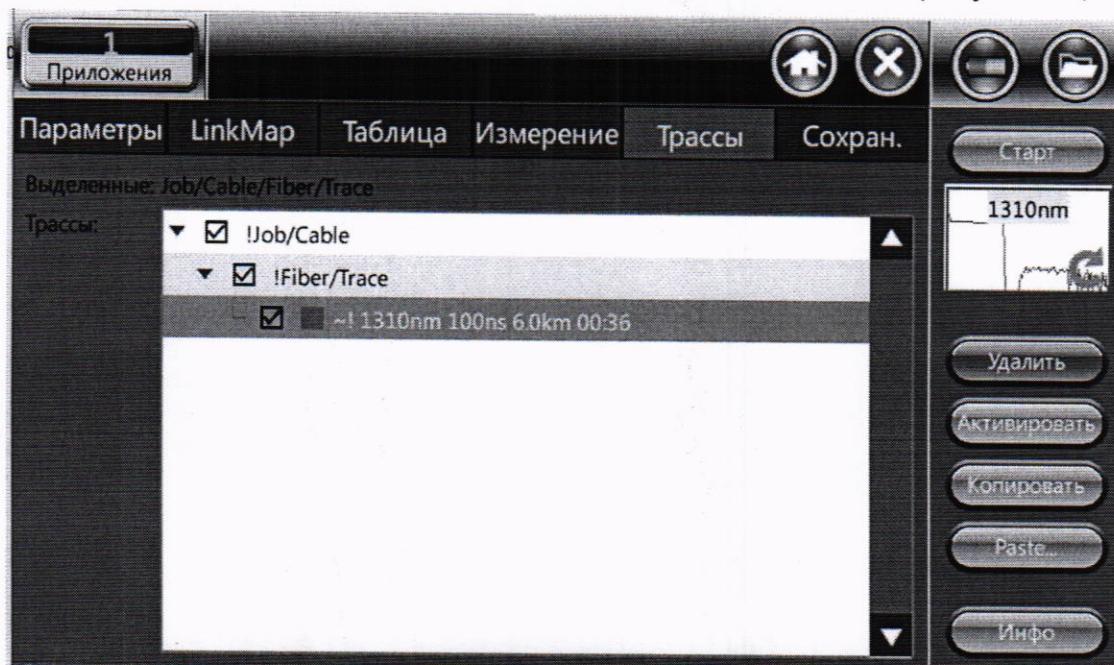


Рисунок 17

п) в этом окне надо стилусом выделить строку с именем рефлектометра (синий фон на рисунке 17), нажать на кнопку [Инфо] и в окне, вид которого показан на рисунке 18, выбрать закладку [Парам. изм.].

В этой закладке указано значение разрешения по расстоянию, dL , м, с которым измерена данная рефлектометром;

р) в области "Допустимая погрешность рефлектометра" окна "Проверка шкалы расстояний" программы генератора ОГ-2-3 ввести параметры для расчета пределов допускаемой погрешности при измерении расстояний прибора FX300:

- $\Delta L_0 = 0,5$ м;
- $\Delta L_{\text{sampl}} = dL$, м – значение разрешения по расстоянию, указанное в окне, вид которого показан на рисунке 18;
- $SL = 0,00003$;

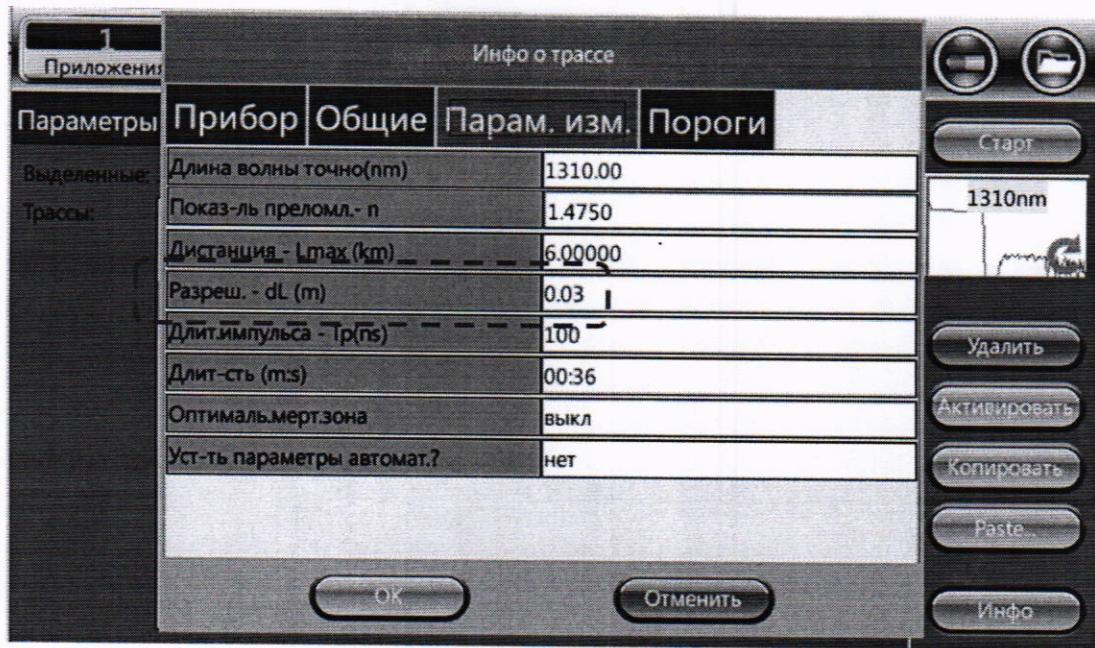


Рисунок 18

с) на приборе FX300 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 (см. рисунок 19). При этом следует использовать максимальную растяжку масштаба по шкале затухания и шкале расстояний;

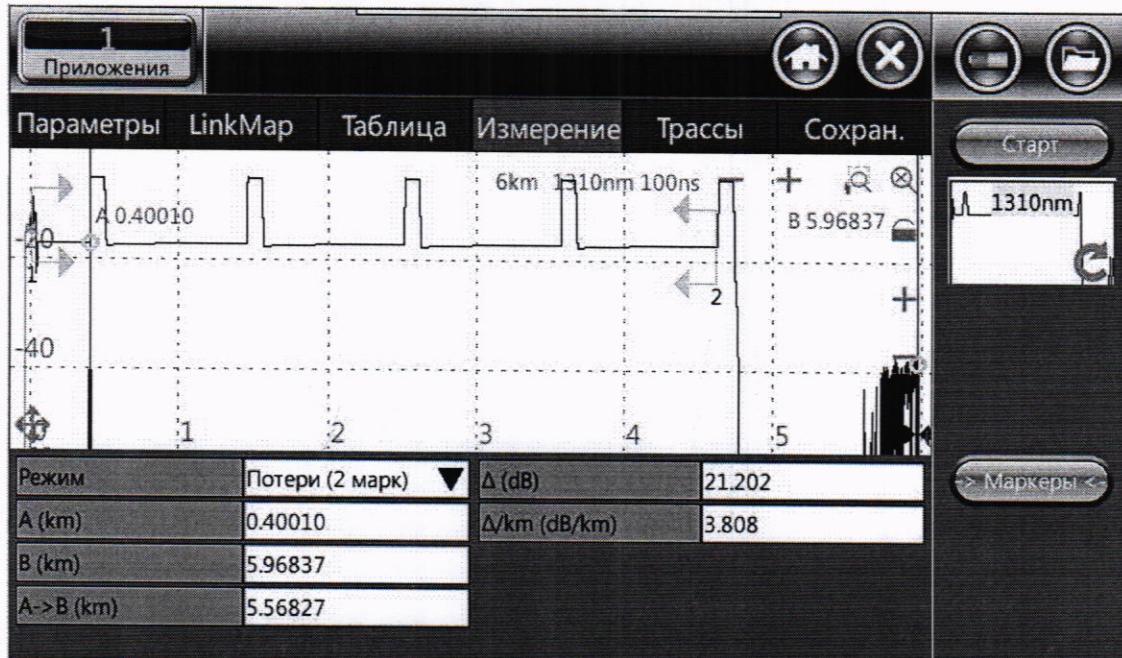


Рисунок 19

т) в окне "Проверка шкалы расстояний" программы Генератора ОГ-2-3 занести полученные значения в столбец "Рефлектометр" для дальнейшего автоматического расчета границы (без учета знака) погрешности при измерении расстояния ΔL_j , м, по формуле

$$\Delta L_j = 2 \cdot \sqrt{[\Delta L_0^2 + (L_j - L_{0j})^2]/3} , \quad (1)$$

где ΔL_0 – пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении расстояний генератора ОГ-2-3, м;

L_j – расстояние до j -го импульса, измеренное по экрану прибора FX300, м;
 L_{0j} – расстояние до j -го импульса, задаваемое генератором ОГ-2-3, м.

Значения границы погрешности отображаются в столбце "Погрешность";

у) на экране прибора FX300 передвинуть правый маркер на конец шумовой части рефлекограммы и зафиксировать положение маркера. Это значение принимается за верхнюю границу диапазона измерений расстояний;

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

Таблица 3

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

Примечание – В таблице указаны значения верхней границы диапазонов измерений расстояний; значение нижней границы у всех диапазонов составляет 0 км.

х) при поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны, действия по перечислению в) - ф) выполнить для наименьшей длины волны многомодового рефлектометра и для наименьшей длины волны одномодового рефлектометра. Для остальных длин волн погрешность при измерении расстояний определять по описанной выше методике только для наименьшего диапазона измерений расстояний согласно таблице 3.

Результаты поверки считают положительными, если:

- верхние границы диапазонов измерений расстояний соответствуют значениям таблицы А.1 приложения А с допускаемым отклонением $\pm 3\%$;
- значения границы погрешности при измерении расстояний ΔL_j , м, находятся в пределах, указанных в таблице А.5 приложения А.

8.3.2 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона необходимо выполнить следующие операции:

а) подключить к прибору FX300 многомодовое ОВ длиной 4 – 8 км (если поверяется многомодовый рефлектометр) или одномодовое ОВ длиной 25 – 60 км (если поверяется одномодовый рефлектометр).

б) на экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать на иконку [OTDR] – появится окно, вид которого показан на рисунке 5.

В этом окне установить:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300.

Test Parameters:

- Режим: Вручную (измерение с усреднением);
- Network: 2P2;
- Расстояние (km): 40 (для многомодовых рефлектометров) или 160 (для одномодовых рефлектометров);
- Длิต. импульса (ns): 1000 (для многомодовых рефлектометров) или 20000 (для одномодовых рефлектометров);
- Разрешение (m): Пониж.;
- Время (m:s): 03:00
- Приемник: DR.

Остальные параметры – как указано на рисунке 5;

в) запустить рефлектометр на измерение в режиме с усреднением, нажав на кнопку **[Старт]**;

г) после окончания измерения установить (см. рисунок 20):

- левый маркер за пределами мертвых зон в начале линейно спадающего участка рефлектограммы;
- правый маркер примерно на конце этого участка;
- режим измерения **"Потери (2 марк)"**.

Зафиксировать значение коэффициента затухания a , дБ/км.

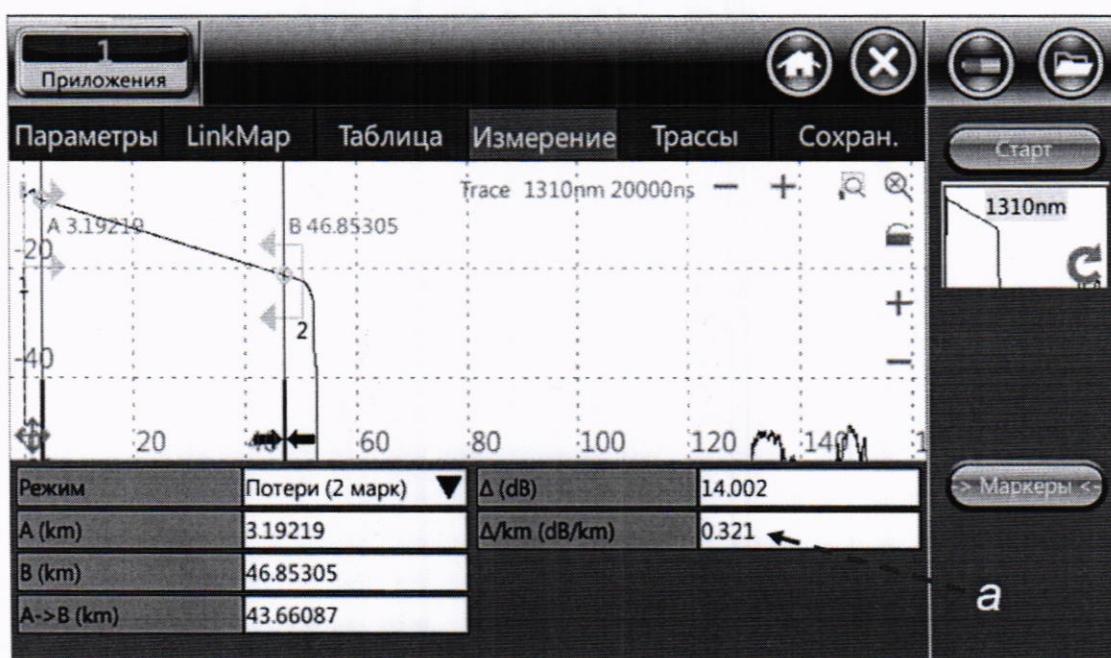


Рисунок 20

д) установить правый маркер на точку во второй половине экрана, в которой шумовой сигнал за пределами рефлектограммы принимает наибольшее значение, как показано на рисунке 21. Для определения максимального уровня шума следует использовать растяжку экрана по горизонтали и по вертикали;





Рисунок 21

е) рассчитать значение динамического диапазона D_r , дБ, при отношении сигнала к шуму, равном 1 (ОСШ=1), по формуле

$$D_r = D_{max} + \delta D_1 + \delta D_2, \quad (2)$$

где D_{max} - разность уровней сигнала и шума, соответствующая положению маркеров (см. рисунок 21), дБ;

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

δD_2 – затухание участка ОВ между его началом и положением левого маркера, дБ, определяемое по формуле

$$\delta D_2 = L_1 \cdot a, \quad (3)$$

где L_1 – расстояние от начала ОВ до левого маркера (положение маркера А согласно рисунку 21), км;

a – коэффициент затухания ОВ, определённый в перечислении г), дБ/км.

ж) по экрану прибора FX300 запомнить уровень, соответствующий началу сигнала обратного рассеяния (см. 8.3.3, перечисление ж);

з) 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 положительными, если измеренные значения динамического диапазона соответствуют требованиям, указанным в таблицах А.2 – А.4 приложения А.

КОПИЯ
ВЕРНА



8.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

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

Для определения абсолютной погрешности при измерении затухания необходимо выполнить следующие операции:

- включить генератор ОГ-2-3 и загрузить его управляющую программу;
- соединить генератор ОГ-2-3 с рефлектометром прибора FX300 с помощью оптического соединительного кабеля, входящего в комплект поставки генератора ОГ-2-3;
- на экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать на иконку **[OTDR]** – на экране появится окно, вид которого показан на рисунке 5.

В этом окне установить:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300.

Test Parameters:

- Режим: Режим: Manual Real Time (измерение в режиме реального времени);
- Network: 2P2;
- Расстояние (km): 40 (для многомодовых рефлектометров) или 160 (для одномодовых рефлектометров);
- Длит. импульса (ns): 100 (для многомодовых рефлектометров) или 1000 (для одномодовых рефлектометров);
- Разрешение (m): Нормальн.;
- Время (m:s): ∞ ;
- Приемник: DR.

Остальные параметры – как указано на рисунке 5;

г) в программе генератора ОГ-2-3 нажать на кнопку **[Затухание]**, при этом откроется окно **"Выбор метода проверки шкалы затухания"**, в котором надо выбрать **Метод 1**; затем появится окно **"Проверка шкалы затухания"**.

В этом окне установить:

– Измерительный импульс:

- Длина волны: в соответствии с выбранной длиной волны рефлектометра;
- Положение: значение параметра L в соответствии с первой строкой таблицы 4 для данного рефлектометра;
- Длительность: 2000 м (для многомодовых рефлектометров) или 5000 м (для одномодовых рефлектометров);

– Опорный импульс:

- Длина волны: значение, предлагаемое программой генератора ОГ-2-3;
- Длительность: 2000 м (для многомодовых рефлектометров) или 5000 м (для одномодовых рефлектометров);
- Положение: 2000 м;

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

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

д) в окне **"Проверка шкалы затухания"** нажать на кнопку **[Допустимая погрешность рефлектометра. Формула]** и установить параметры для расчета пределов допускаемой погрешности рефлектометра прибора FX300.

- $\Delta a_0 = 0$ дБ;
- $Sa = 0,03$ дБ/дБ;

КОПИЯ
ВЕРНА



М.И. Смирнов
директор
диссертант А.В. Смирнов

е) запустить прибор FX300 на измерение в режиме реального времени, нажав на кнопку **[Старт]** окна параметров измерения (см. рисунок 5);

Таблица 4

№ 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*	-	-	-	-	28	80000	28	100000	3 мин

* Для одномодовых рефлектометров с динамическим диапазоном выше 40 дБ

Примечание – В – значения затухания, устанавливаемые в генераторе ОГ-2-3, при которых проводится определение погрешности при измерении затухания, дБ; L – положение измерительного импульса генератора ОГ-2-3 при соответствующем значении затухания, м.

ж) с помощью аттенюаторов 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 рефлекограммы при максимальной длительности импульса (см. 8.3.2, перечисление ж)).

Измерения разности амплитуд импульсов осуществляются с помощью двух маркеров.

После установки импульсов остановить измерение, нажав на кнопку **[Стоп]**;

з) перейти в окно **[Параметры]** и установить:

Test Parameters:

- Режим: Вручную (измерение с усреднением);
- Время (m:s): в соответствии в первой строкой таблицы 4.

Остальные параметры – как указано в перечислении в);

и) запустить прибор FX300 на измерение с усреднением, нажав на кнопку **[Старт]**;

к) после завершения измерения установить левый маркер на плоскую часть вершины опорного импульса, а правый маркер – на плоскую часть вершины измерительного импульса, и зафиксировать значение разности A_0 , дБ, между амплитудами этих импульсов – см. рисунок 22;

л) в программе генератора ОГ-2-3 нажать на кнопку **[Измерить амплитуду]**.

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

После этого в окошке **"Амплитуда измерительного импульса генератора"** будет отображаться значение A_0 , а в окошке **"Внесенное затухание"** – число 0.000 дБ;

м) не останавливая режим измерения амплитуды измерительного импульса, уменьшить ее значение с помощью измерительного аттенюатора генератора ОГ-2-3 на величину В, дБ, соответствующую строке №1 таблицы 4 (отклонение должно находиться в пределах $\pm 0,1$ дБ).

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



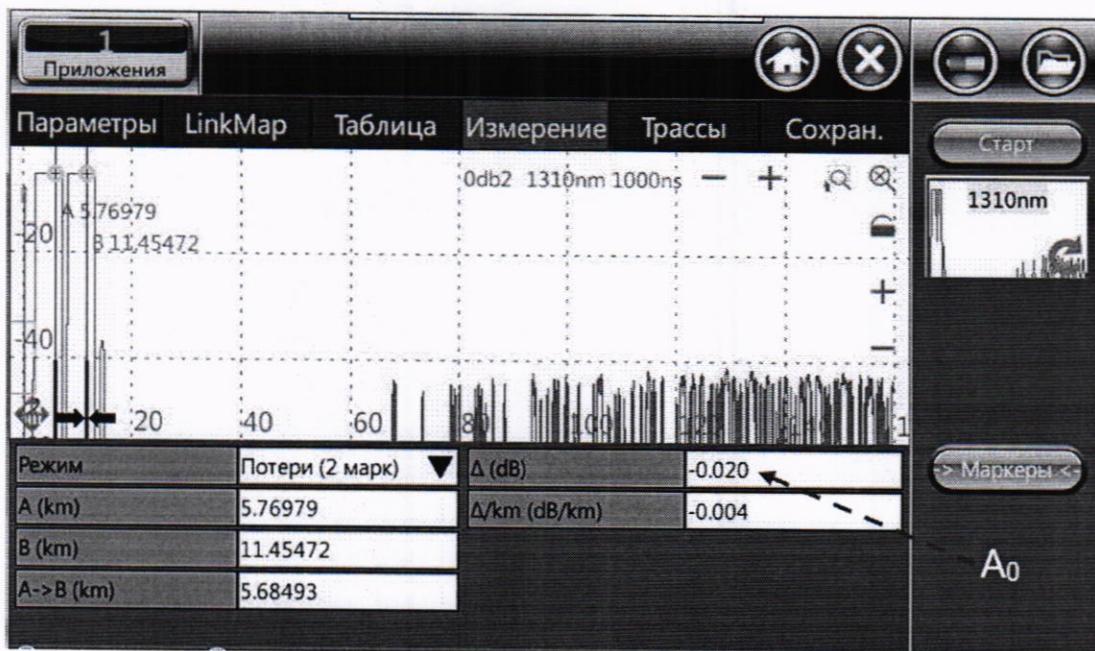


Рисунок 22

н) остановить режим измерения амплитуды измерительного импульса генератора ОГ-2-3, нажав на кнопку **[Остановить измерение]**;

о) в приборе FX300 запустить измерение в режиме с усреднением, нажав на кнопку **[Старт]**.

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

п) выполнить измерения амплитуд импульсов N раз ($N \geq 5$).

Программа генератора ОГ-2-3 автоматически производит расчет границы (без учета знака) погрешности при измерении затухания по следующему алгоритму:

- рассчитывается значение затухания при каждом измерении рефлектометра α_i , дБ, по формуле

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

- рассчитывается среднее арифметическое значений затухания α , дБ, и оценка его среднего квадратического отклонения S , дБ, по формулам

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

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

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

$$\Delta\alpha = 2 \cdot \sqrt{\frac{(\delta\mathbf{B}_0 \cdot \mathbf{B})^2 + (\alpha - \mathbf{B})^2}{3} + \mathbf{S}^2}, \quad (7)$$

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

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

Значения границы погрешности отображаются в столбце "Погрешность" окна "Амплитуда измерительного импульса":

р) в программе генератора ОГ-2-3 нажать на кнопку **[Измерить амплитуду]** и повторить действия по перечислениям м) - п), устанавливая в генераторе ОГ-2-3 значения затухания измерительного импульса B , дБ, и его положение L , м, в соответствии с таблицей 4 (отклонение от значений затухания, указанных в таблице 4, должно находиться в пределах ± 0.2 дБ):

с) при поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три и четыре длины волны действия по перечислению а) - р) выполнить для наименьшей длины волны многомодового рефлектометра и для наименьшей длины волны одномодового рефлектометра. Для остальных длин волн абсолютную погрешность при измерении затухания по описанной выше методике определять только для значения затухания 2 дБ.

Результаты считаются положительными, если при каждом установленном значении затухания границы погрешности при измерении затухания $\Delta\alpha$, дБ, находятся в пределах, указанных в таблице А.5 приложения А.

8.3.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению

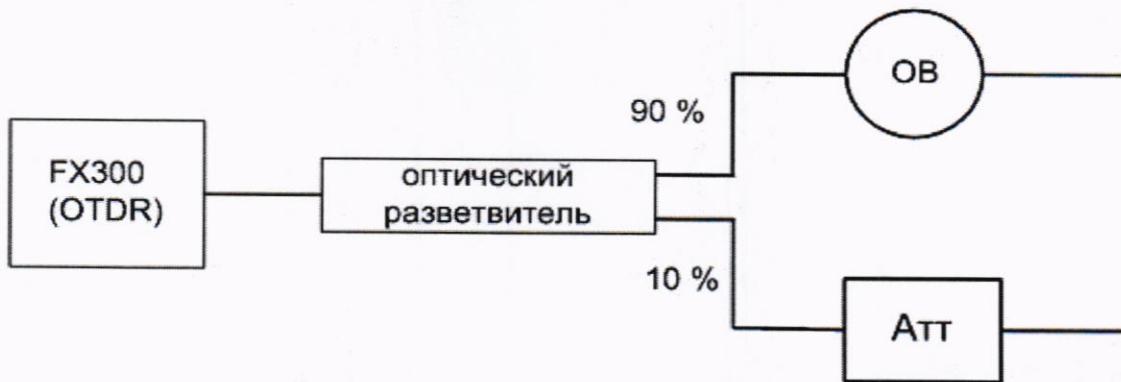
8.3.4.1 Мертвая зона по затуханию – это расстояние между началом отраженного импульса на рефлектограмме и точкой, в которой сигнал, вызванный задним фронтом этого импульса, на 0,5 дБ отличается от воображаемого уровня сигнала обратного рассеяния (dz_a на рисунке 23).

Мертвая зона по отражению – это длительность отраженного импульса на уровне, который ниже вершины импульса на 1.5 дБ (d_2 на рисунке 23).



8.3.4.2 Для определения значений мертвых зон необходимо выполнить следующие операции:

а) собрать схему согласно рисунку 24:



OTDR – оптический рефлектометр прибора FX300;
 ОВ – оптическое волокно одномодовое длиной 2 – 4 км или многомодовое длиной 1 – 3 км;
 Атт – переменный оптический аттенюатор.

Рисунок 24

б) на экране с основными функциями прибора FX300 (см. рисунок 1) нажать на иконку **[OTDR]** – на экране появится окно, вид которого показан на рисунке 5.

В этом окне установить следующие параметры измерения:

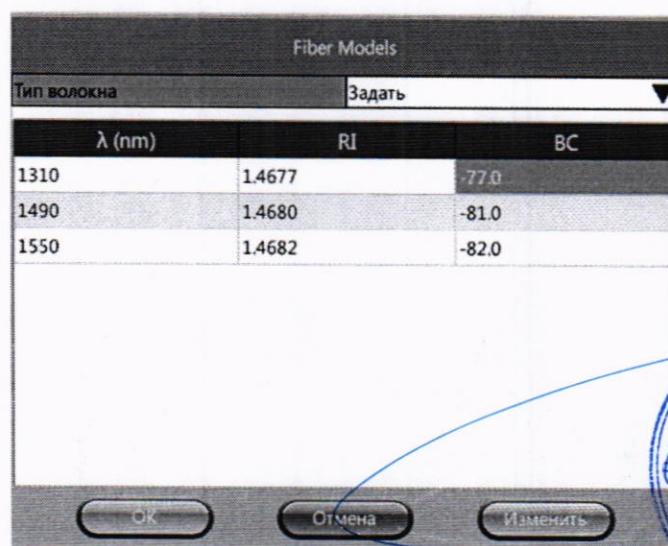
Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300.

Test Parameters:

- Режим: Manual Real Time (измерение в режиме реального времени);
- Network: 2P2;
- Расстояние (km): 5 для приборов FX300 модификации Т1 или 6 для приборов FX300 модификации Т2;
- Длิต. импульса (ns): 300;
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): ∞ ;
- Приемник: DZ.

Остальные параметры – как показано на рисунке 5;

в) нажать стилусом на значок в строке "Тип волокна" – появится окно, вид которого показан на рисунке 25.



КОПИЯ
ВЕРНА



Рисунок 25

г) в этом окне установить для всех длин волн значение показателя преломления RI равным 1,475 (см. 8.3.1, перечисления д) – ж)), а затем нажать стилусом на ячейку со значением BC (backscattered coefficient - коэффициент

обратного рассеяния) – появится окно с клавиатурой, вид которого показан на рисунке 16;

д) в этом окне ввести значение коэффициента обратного рассеяния для выбранной длины волны в соответствии с таблицей 5 и нажать на кнопку **[Apply]**;

Таблица 5

Тип ОВ	Длина волны, нм	Коэффициент обратного рассеяния ВС, дБ
Многомодовое	850	-68
	1300	-76
Одномодовое	1310	-77
	1490	-81
	1550	-82
	1625	-83
	1650	-83

е) повторить действия по перечислению г) и д) и установить значение коэффициента обратного рассеяния для других длин волн рефлектометра, после чего нажать на кнопку **[OK]** в окне, вид которого показан на рисунке 25;

ж) запустить прибор FX300 на измерение в режиме реального времени, нажав на кнопку **[Старт]**; на экране прибора FX300 будет отображаться рефлектограмма, в средней части которой есть импульс;

з) установить левый маркер на ровный участок рефлектограммы перед импульсом, а правый – на его на вершину, как показано на рисунке 26;

и) в строке "Режим" выбрать опцию "Коэф. отражения";

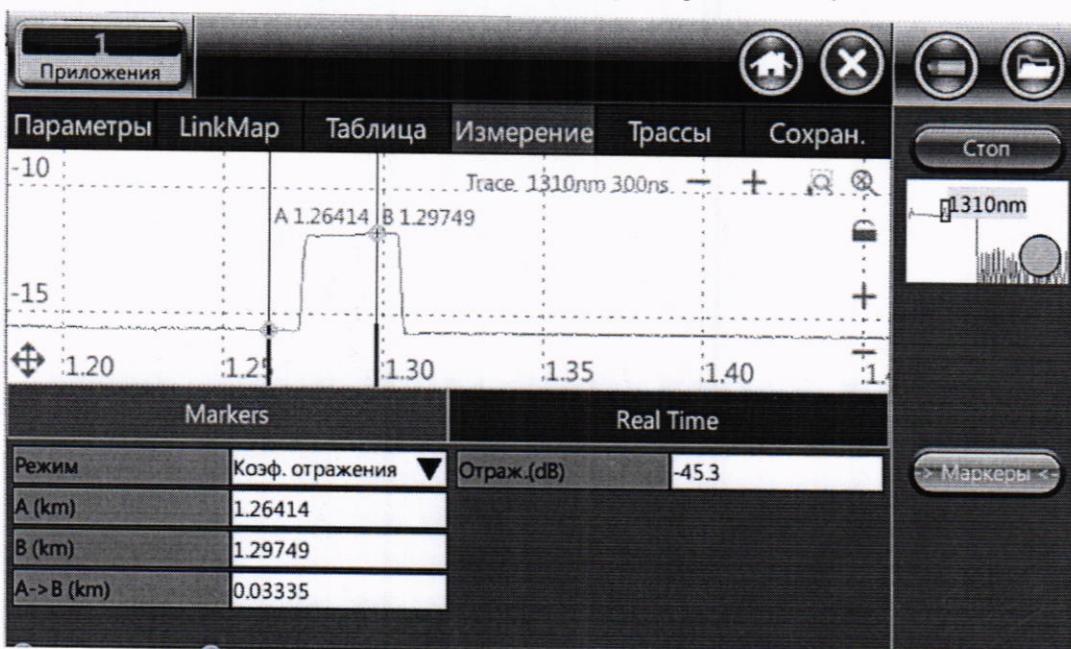


Рисунок 26

к) с помощью аттенюатора Атт (см. рисунок 24) установить по экрану прибора FX300 значение коэффициента отражения (строка "Отраж. (dB)") равным (-46 ± 1) дБ;

л) остановить измерение, нажав на кнопку **[Стоп]**;

м) перейти в закладку **[Параметры]** и установить следующие параметры измерения:

Test Parameters:

- Режим: Вручную (измерение с усреднением);
- Длิต. импульса (ns): 3;

– Время (m:s): 01:00

Остальные параметры – как указано в перечислении б);

н) запустить прибор на измерение с усреднением, нажав на кнопку [Старт];

о) после окончания измерения установить левый маркер на начало переднего фронта импульса, находящегося в середине рефлекограммы, 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 27. Расстояние между маркерами является значением мертвотворной зоны по затуханию dz_a ;



Рисунок 27

п) установить левый и правый маркеры на передний и задний фронты импульса, находящегося в середине рефлекограммы, на уровень, который ниже вершины импульса на 1,5 дБ. Расстояние между маркерами является значением мертвотворной зоны по отражению dz_b (см. рисунок 28);



Рисунок 28

р) при поверке прибора FX300 с рефлектометром на две, три или четыре длины волны провести измерение значений мертвых зоны по затуханию и мертвых зон по отражению по описанной выше методике для каждой длины волны.

Результаты считают положительными, если значение мертвых зоны по затуханию и значение мертвых зоны по отражению соответствуют требованиям, указанным в таблице А.6.

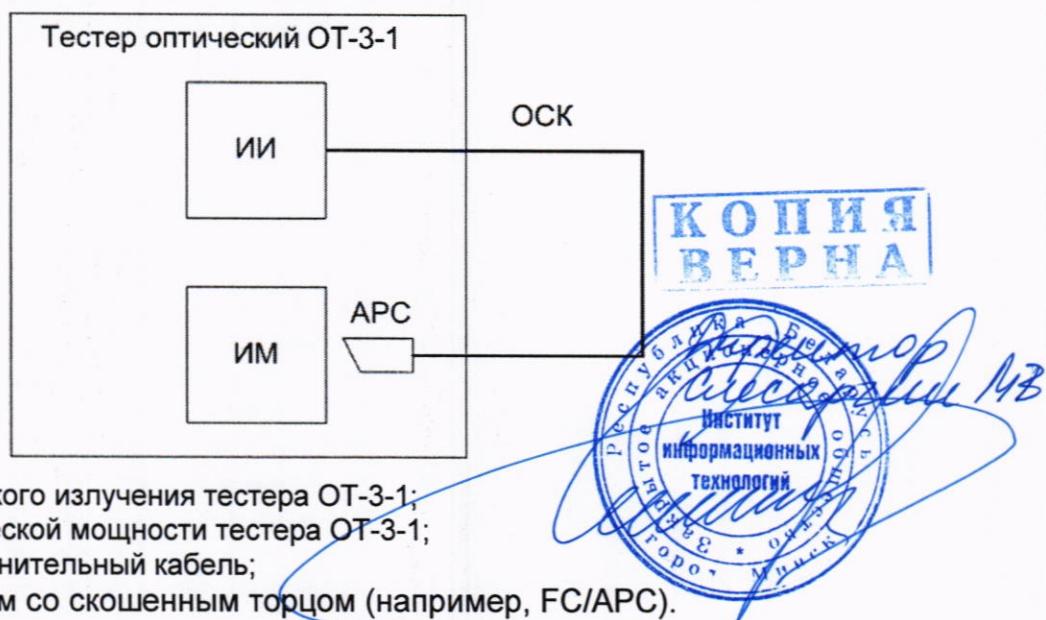
8.3.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

8.3.5.1 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь проводят с использованием тестера OT-3-1, одномодового оптического разветвителя и одномодового ОВ длиной 10 – 15 км или многомодового оптического разветвителя и многомодового ОВ длиной 4 – 8 км. Тип разветвителя и ОВ должен соответствовать типу рефлектометра.

Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь проводят на наименьшей длине волны поверяемого прибора FX300.

8.3.5.2 Для определения абсолютной погрешности при измерении обратных потерь необходимо выполнить следующие операции:

а) собрать схему согласно рисунку 29, включить источник оптического излучения тестера OT-3-1 с наименьшей длиной волны рефлектометра прибора FX300 и измерить уровень мощности P_0 , дБм, на выходе ОСК;



ИИ – источники оптического излучения тестера OT-3-1;

ИМ – измеритель оптической мощности тестера OT-3-1;

ОСК – оптический соединительный кабель;

APC – оптический разъем со скошенным торцом (например, FC/APC).

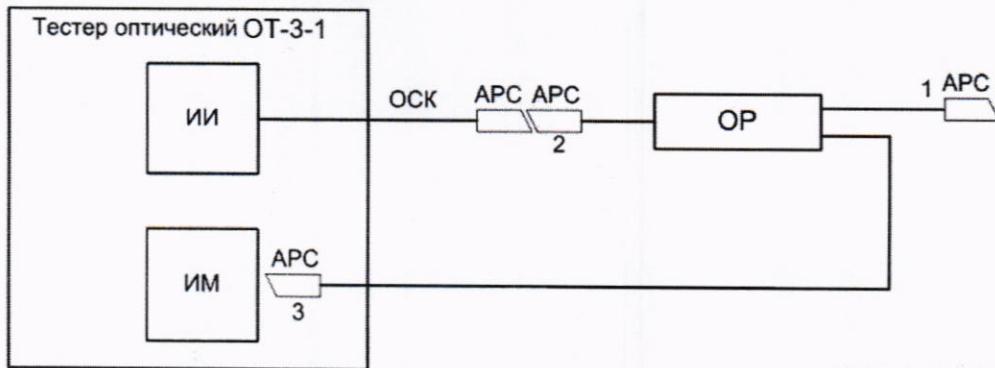
Рисунок 29

б) собрать схему согласно рисунку 30 и измерить уровень мощности P_1 , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;

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

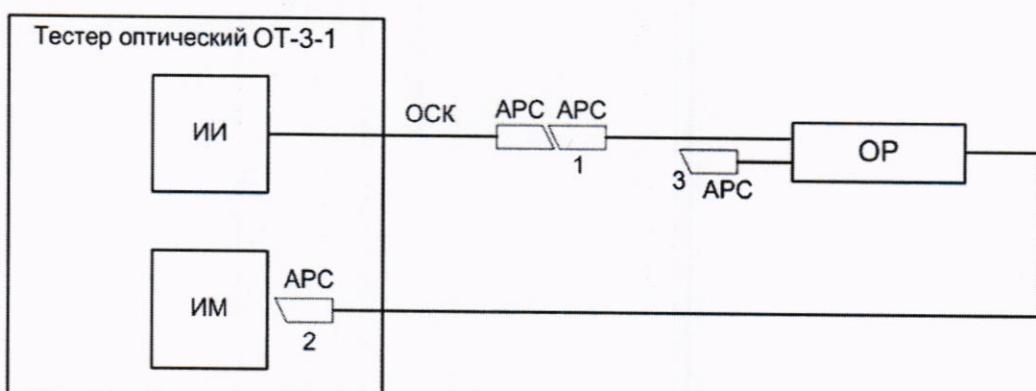
$$\alpha_{23} = P_0 - P_1; \quad (8)$$

г) собрать схему согласно рисунку 31 и измерить уровень оптической мощности P_2 , дБм, на выходе 2 оптического разветвителя;



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC);
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

Рисунок 30



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC);
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

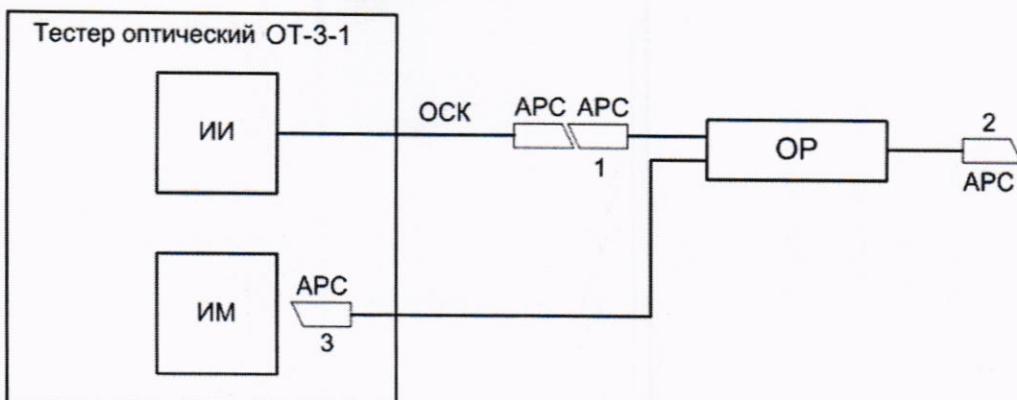
Рисунок 31

д) не нарушая соединения ОСК с источником излучения тестера ОТ-3-1 и с входом 1 оптического разветвителя, собрать схему согласно рисунку 32 и измерить уровень оптической мощности P_3 , дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;

е) рассчитать разность $P_2 - P_3$. Она должна быть больше 45 дБ.

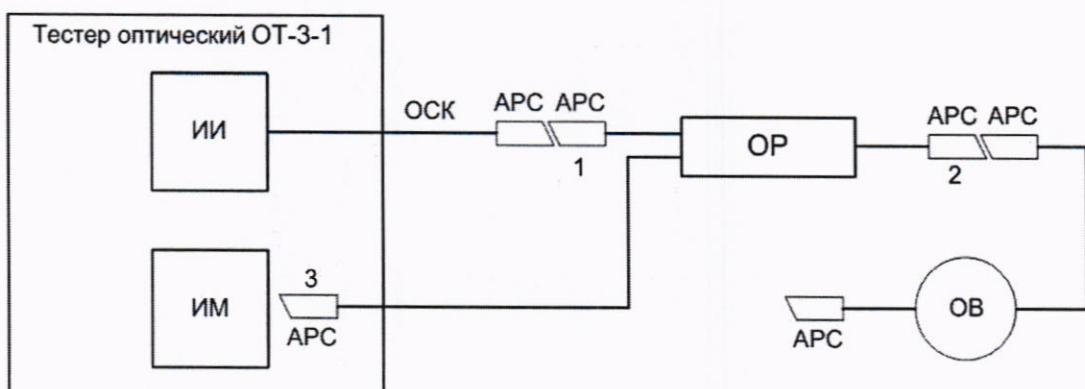
Если $P_2 - P_3 < 45$ дБ, необходимо очистить оптические разъемы ОСК и оптического разветвителя и повторить действия по перечислению а) – д);

ж) к выходу 2 оптического разветвителя подключить ОВ (см. 8.3.5.1) согласно рисунку 33 и измерить уровень оптической мощности $P_{3,ов}$, дБм, на выходе 3 оптического разветвителя;



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC);
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %.

Рисунок 32



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC);
 OP – оптический разветвитель с коэффициентом деления 50 %:50 %;
 ОВ – оптическое волокно.

Рисунок 33

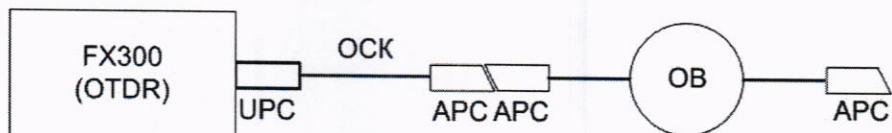
3) рассчитать значение обратных потерь ОВ, R, дБ, по формуле

$$R = P_2 - P_{3,OB} + \alpha_{23} + \alpha_2, \quad (9)$$

где α_2 – затухание в соединении вывода 2 оптического разветвителя и ОВ.

Значение α_2 принимается равным 0,3 дБ;

и) отсоединить ОВ от выхода 2 оптического разветвителя и подключить его к рефлектометру прибора FX300. Если разъемы типа */APC прибора FX300 и ОВ одинаковые, то ОВ присоединяют непосредственно к прибору FX300; если разные, то необходимо использовать дополнительный ОСК. Например, если прибор FX300 имеет разъем типа */UPC, то ОВ присоединяют к прибору FX300 в соответствии со схемой рисунка 34.



OTDR – оптический рефлектометр прибора FX300;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 APC – оптические разъемы со скошенным торцом (например, FC/APC);
 UPC – оптический разъем со стандартным торцом (например, FC/UPC);
 ОВ – оптическое волокно.

Рисунок 34

к) на экране с основными функциями прибора FX300 (см. рисунок 1) нажать на иконку **[OTDR]** – на экране появится окно, вид которого показан на рисунке 5.

В этом окне установить следующие параметры измерения:

Длины волн: наименьшая из доступных для данного прибора FX300.

Test Parameters:

- Режим: Вручную (измерение с усреднением);
- Network: 2P2;
- Расстояние (km): 40;
- Длิต. импульса (ns): 300;
- Разрешение (m): Повыш.;
- Время (m:s): 01:00
- Приемник: DR.

Другие параметры

- Тип волокна: Задать.

Остальные параметры – как указано на рисунке 5;

л) запустить прибор на измерение с усреднением, нажав на кнопку **[Старт]**;

м) после окончания измерения по рефлектограмме определить длину и коэффициент затухания ОВ.

Измерения осуществляются с помощью двух маркеров.

Коэффициент затухания ОВ измеряется в режиме **LSA**, который выбирается в строке "Режим" закладки **[Измерение]**;

н) рассчитать коэффициент обратного рассеяния ВС, дБ, для длительности оптического импульса 1 нс по формуле [3]

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

где R – значение обратных потерь ОВ, рассчитанное по формуле (9), дБ;

$$\gamma = \frac{a}{10 \cdot \lg(e)}, \quad (11)$$

a – коэффициент затухания ОВ, дБ/км;

L – длина ОВ, км;

c – скорость света в вакууме, км/с;

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

о) нажать на закладку **[Параметры]** и для выбранной длины волны рефлектометра установить значение коэффициента обратного рассеяния ВС, рассчитанное по формуле (10) – см. 8.3.4.2, перечисления в) – е);

п) запустить прибор на измерение с усреднением, нажав на кнопку **[Старт]**;

р) после окончания измерения установить левый маркер на ровный участок рефлектограммы сразу после мертвого зоны, а правый – на конец рефлектограммы. В строке "Режим" выбрать опцию "ORL" (обратные потери); при этом значение

обратных потерь $R_{\text{рефл}}$, дБ, измеренное рефлектометром прибора FX300, отображается в строке "ORL (dB)" – см. рисунок 35.

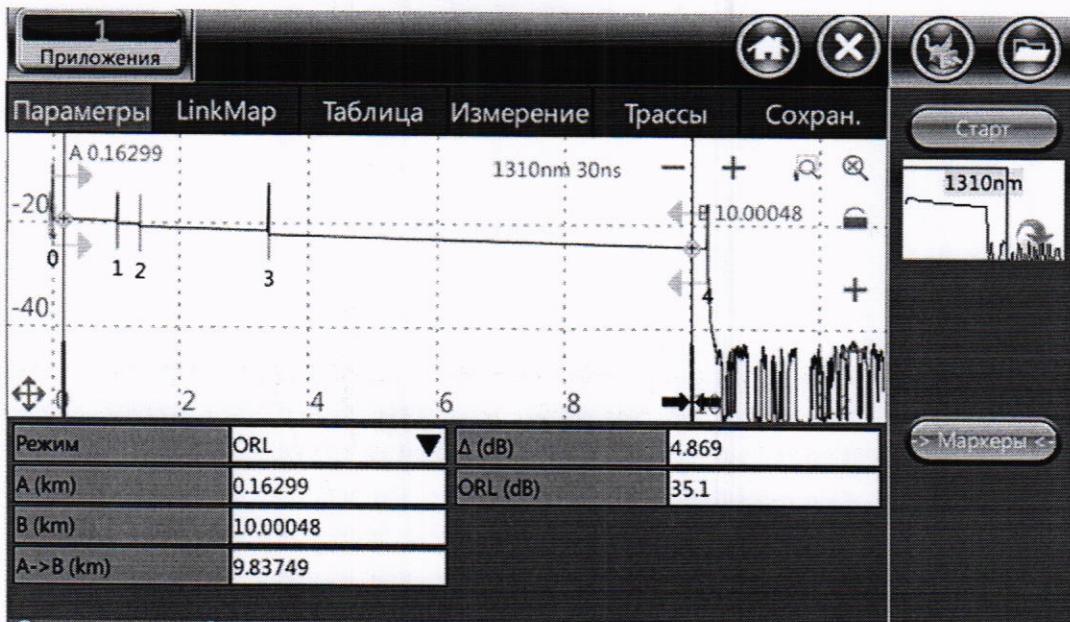


Рисунок 35

с) определить абсолютную погрешность при измерении обратных потерь ΔR , дБ, по формуле

$$\Delta R = R_{\text{рефл}} - R. \quad (12)$$

Результаты считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении обратных потерь находится в пределах, указанных в таблице А.5 приложения А.

8.4 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности

8.4.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки) и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

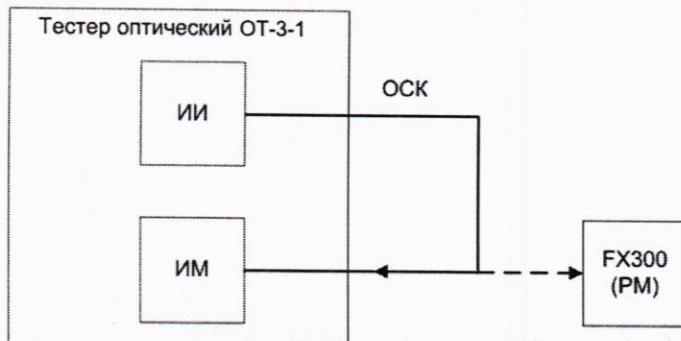
8.4.1.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности приборов FX300 с модификацией РМ1 измерителя оптической мощности проводят с использованием тестера ОТ-3-1. При поверке прибор FX300 должен размещаться как можно ближе к измерителю оптической мощности тестера ОТ-3-1, чтобы обеспечить минимальное перемещение оптических соединительных кабелей.

Для определения указанных погрешностей необходимо:

а) на экране с основными функциями прибора FX300 (рисунок 1) нажать на иконку **[Измеритель оптич. мощности]** – появится окно, вид которого показан на рисунке 9;

б) в этом окне нажать на кнопку в строке **"Длина волны"** и из появившегося списка длин волн (см. рисунок 10) выбрать 1550 нм;

в) собрать схему измерения согласно рисунку 36, соединить источник оптического излучения 1550 нм и измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1 между собой с помощью ОСК;



ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;

ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;

FX300 (PM) – измеритель оптической мощности прибора FX300;

ОСК – оптический соединительный кабель.

Рисунок 36

г) на ПК загрузить управляющую программу тестера ОТ-3-1, включить источник оптического излучения 1550 нм тестера ОТ-3-1 и установить показание измерителя оптической мощности, соответствующее максимальному значению мощности, указанному в таблице 6 (отклонение от этого значения должно находиться в пределах $\pm 10\%$);

Таблица 6

Модификация измерителя оптической мощности	Длина волны калибровки (градуировки), нм	Значение оптической мощности в проверяемых точках
PM1	650	1 мВт
	850	2 мВт; 1 мкВт; 1 нВт
	1310	1 мВт
	1490	1 мВт
	1550	10 мВт; 100 мкВт; 1 мкВт; 10 нВт; 0,1 нВт
	1625	1 мВт
PM2	850	2 мВт; 100 нВт
	1310	1 мВт
	1490	1 мВт
	1550	500 мВт*; 250 мВт*; 100 мВт*; 30 мВт* 10 мВт; 100 мкВт; 1 мкВт; 10 нВт
	1625	1 мВт

* Для приборов FX300 с модификацией PM2 измерителя оптической мощности, изготовленных в период, начиная с 2023 года

д) выполнить измерения оптической мощности последовательно тестером ОТ-3-1 и поверяемым измерителем оптической мощности прибора FX300 не менее пяти раз, каждый раз занося измеренные значения в соответствующие графы программы тестера ОТ-3-1;

е) определить относительную разность θ_j , %, в показаниях поверяемого измерителя оптической мощности и тестера ОТ-3-1 и среднее квадратическое отклонение (СКО) S_j , %, разности показаний при данном значении мощности по формулам

$$\theta_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \theta_{ji}, \quad (13)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{i=1}^N (\theta_{ji} - \theta_j)^2}, \quad (14)$$

где

$$\theta_{ji} = \frac{P_{ji} - P_{oji}}{P_{oji}} \cdot 100; \quad (15)$$

P_{ji} , P_{oji} – мощность, измеренная поверяемым измерителем оптической мощности и оптическим тестером ОТ-3-1 соответственно, Вт;

i – номер измерения при j -ом значении мощности;

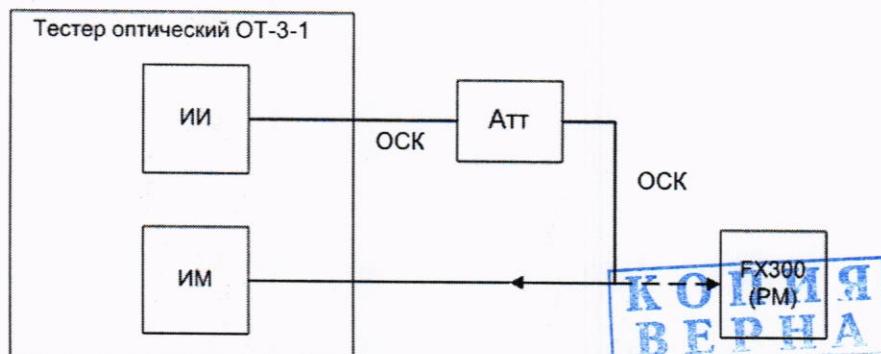
N – число измерений при j -ом значении мощности;

ж) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) δ_j , %, при данном значении мощности по формуле

$$\delta_j = 2\sqrt{(\theta_j^2 + \theta_0^2)/3 + S_j^2}, \quad (16)$$

где θ_0 – предел допускаемой относительной погрешности при измерении оптической мощности тестера ОТ-3-1 на длине волны калибровки (градуировки), %;

з) собрать схему измерения согласно рисунку 39 и повторить измерения при остальных значениях мощности, указанных в таблице 6 (отклонение от этих значений должно находиться в пределах $\pm 20\%$); требуемые значения мощности устанавливать с помощью оптического аттенюатора и/или регулировкой тока накачки лазера тестера ОТ-3-1;



ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;

ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;

ОСК – оптические соединительные кабели;

Атт – переменный оптический аттенюатор;

PM – измеритель оптической мощности прибора FX300.

Рисунок 37

и) при каждом значении мощности выполнить расчеты по перечислению е) и ж);

к) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) δ , %, в диапазоне оптической мощности от минимального до максимального значений, указанных в таблице 6, по формуле

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

где

$$\theta_1 = \max |\theta_j|, \quad (18)$$

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

θ_0 – предел допускаемой относительной погрешности при измерении оптической мощности тестера ОТ-3-1 на длине волны калибровки (градуировки), %;

л) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) δ' , дБ, по формуле

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

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

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

где

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

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

θ_{00} – предел допускаемой относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности тестера ОТ-3-1;

М – количество уровней мощности, при которых производилось сличение показаний поверяемого измерителя оптической мощности и тестера ОТ-3-1.

н) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности $\delta'_{\text{отн}}$, дБ, по формуле

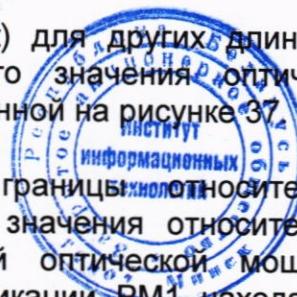
$$\delta'_{\text{отн}} = 10 \cdot \lg \left(1 + \frac{\delta_{\text{отн}}}{100} \right); \quad (24)$$

о) повторить действия по перечислению б) – н) для длины волны калибровки (градуировки) 850 нм;

п) повторить действия по перечислению б) – ж) для других длин волн калибровки (градуировки); для установки требуемого значения оптической проводить измерения в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 37.

Результаты считают положительными, если границы относительной погрешности при измерении оптической мощности и значения относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности поверяемого измерителя оптической мощности модификации РМ1 находятся в пределах, указанных в таблице А.7 приложения А.

КОПИЯ
РЕДАКЦИИ



Директор
Бисарий М.В.
Сашин

8.4.1.2 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности приборов FX300 с модификацией PM2 измерителя оптической мощности, изготовленных до 2023 года, проводят по методике 8.4.1.1. Измерения на длине волны 1550 нм проводят для значений оптической мощности 10 мВт; 100 мкВт; 1 мкВт; 10 нВт.

8.4.1.3 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности и относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности приборов FX300 с модификацией PM2 измерителя оптической мощности, изготовленных в период, начиная с 2023 года, проводят с использованием тестера OT-3-1 и волоконно-оптического усилителя EAU-CATV-500/1-C2 (далее – ВОУ).

Для определения указанных погрешностей необходимо:

а) выполнить измерения по методике 8.4.1.1 для всех длин волн калибровки (градуировки) поверяемого измерителя оптической мощности.

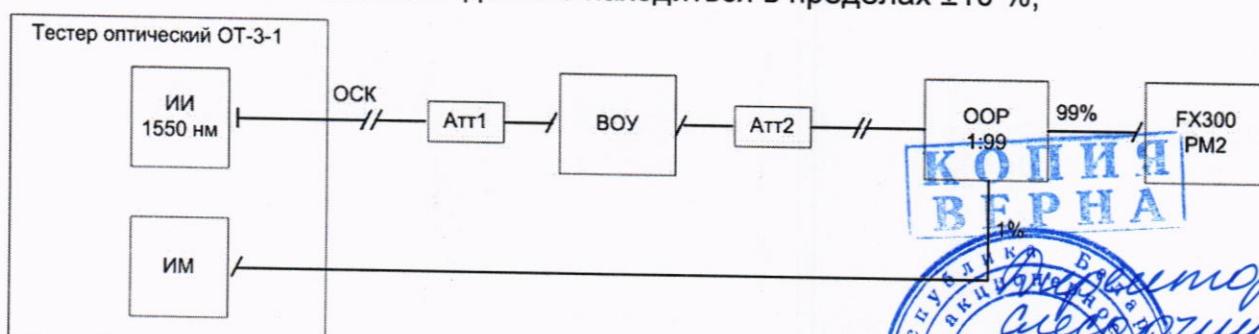
Измерения на длине волны 1550 нм выполнить для значений оптической мощности 10 мВт; 100 мкВт; 1 мкВт; 10 нВт. Расчеты по 8.4.1.1 перечисления к) – н) для длины волны 1550 нм не выполнять;

б) собрать схему измерения согласно рисунку 36, соединить источник оптического излучения 1550 нм и измеритель оптической мощности тестера OT-3-1 между собой с помощью ОСК;

в) включить источник оптического излучения с длиной волны 1550 нм тестера OT-3-1 и установить показание измерителя оптической мощности 10 мВт, (отклонение от этого значения должно находиться в пределах $\pm 10\%$);

г) у поверяемого измерителя оптической мощности прибора FX300 установить длину волны 1550 нм;

д) не выключая источник излучения с длиной волны 1550 нм тестера OT-3-1 собрать схему измерения согласно рисунку 38, включить ВОУ и изменением его выходной мощности установить показание прибора FX300, как в перечислении в); отклонение от этого значения должно находиться в пределах $\pm 10\%$;



ИМ – измеритель оптической мощности тестера OT-3-1;

ИИ 1550 нм – источник оптического излучения тестера OT-3-1 с длиной волны 1550 нм;

ОСК – оптический соединительный кабель;

Атт1 – оптический аттенюатор с затуханием 5 – 7 дБ на длине волны 1550 нм;

Атт2 – оптический аттенюатор с затуханием 8 – 10 дБ на длине волны 1550 нм;

ВОУ – волоконно-оптический усилитель;

ООР 1:99 – одномодовый оптический разветвитель с коэффициентом деления 1 %:99 %;

FX300 (PM2) – измеритель оптической мощности прибора FX300 модификации PM2;

— вывод с оптическим разъемом типа */UPC;

— вывод с оптическим разъемом типа */APC.

Рисунок 38

е) зафиксировать попарно показания прибора FX300 и тестера OT-3-1 не менее пяти раз и рассчитать среднее значение k и СКО S_k , %, коэффициента деления разветвителя по формулам

$$k = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{P_{FX300,i}^{(0)}}{P_{\Theta,i}^{(0)}}, \quad (25)$$

$$S_k = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N \left[\frac{P_{FX300,i}^{(0)}}{P_{\Theta,i}^{(0)}} - k \right]^2} \cdot 100, \quad (26)$$

где $P_{FX300,i}^{(0)}$ – показания прибора FX300, мВт;

$P_{\Theta,i}^{(0)}$ – показания тестера OT-3-1, мВт;

i – номер измерения;

N – число измерений;

ж) изменением выходной мощности ВОУ установить показание прибора FX300 30 мВт (отклонение от этого значения должно находиться в пределах $\pm 20\%$) и зафиксировать попарно показания прибора FX300 и тестера OT-3-1 не менее пяти раз;

з) определить с учетом коэффициента деления разветвителя относительную разность ρ_j , %, в показаниях поверяемого измерителя оптической мощности прибора FX300 и тестера OT-3-1 и СКО разности показаний S_{ρ_j} , %, при данном значении мощности по формулам

$$\rho_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \rho_{ji}, \quad (27)$$

$$S_{\rho_j} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N [\rho_{ji} - \rho_j]^2}, \quad (28)$$

где

$$\rho_{ji} = \frac{P_{FX300,i}^{(j)} - k \cdot P_{\Theta,i}^{(j)}}{k \cdot P_{\Theta,i}^{(j)}} \cdot 100, \quad (29)$$

$P_{FX300,i}^{(j)}$ – показания прибора FX300, мВт;

$P_{\Theta,i}^{(j)}$ – показания тестера OT-3-1, мВт;

k – коэффициент деления разветвителя, рассчитанный по формуле (25);

i – номер измерения при j -ом значении мощности (см. перечисления н) – п));

N – число измерений при j -ом значении мощности (см. перечисления н) – п));

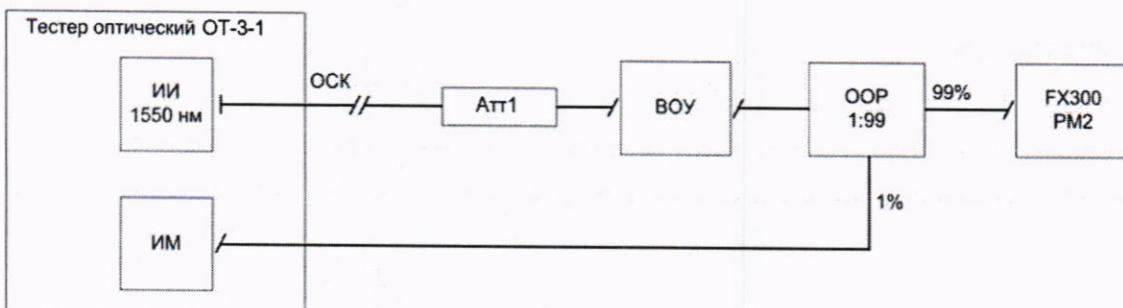
и) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) 1550 нм δ_j , %, при данном значении мощности по формуле

$$\delta_j = 2\sqrt{(\rho_j^2 + \theta_0^2)/3 + S_{\rho_j}^2}, \quad (30)$$

где θ_0 – предел допускаемой относительной погрешности при измерении оптической мощности тестера ОТ-3-1 на длине волны калибровки (градуировки), %;

- к) выключить источник излучения 1550 нм тестера ОТ-3-1;

л) собрать схему измерения согласно рисунку 39; при этом нельзя нарушать соединение ОСК с источником оптического излучения 1550 нм тестера ОТ-3-1 и соединения ООР с прибором FX300 и измерителем оптической мощности тестера ОТ-3-1;



ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1:

ИИ 1550 нм – источник оптического излучения тестера ОТ-3-1 с длиной волны 1550 нм:

ОСК – оптический соединительный кабель:

Атт1 – оптический аттенюатор с затуханием 5 – 7 дБ на длине волны 1550 нм;

ВОУ – волоконно-оптический усилитель:

ООР 1:99 – одномодовый оптический разветвитель с коэффициентом деления 1 %:99 %.

FX300 (PM2) – измеритель оптической мощности прибора FX300 модификации PM2:

— вывод с оптическим разъемом типа * /UPC:

— вывод с оптическим разъемом типа */ABC

Рисунок 39

- м) включить источник излучения 1550 нм тестера ОТ-3-1;
 - н) изменением коэффициента усиления ВОУ по показаниям прибора FX300 последовательно установить значение мощности на его входе 100, 250 и 500 мВт (отклонение от этих значений должно находиться в пределах $\pm 20\%$);
 - о) зафиксировать попарно показания прибора FX300 и тестера ОТ-3-1 при каждом значении мощности не менее пяти раз;
 - п) при каждом значении мощности выполнить расчеты по перечислению з) и и); индекс $j = 1 - 4$ в формулах (23) – (25) соответствует значениям мощности 30; 100; 250 и 500 мВт;
 - р) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) 1550 нм $\delta, \%$, в диапазоне значений оптической мощности от 10 нВт до 500 мВт по формуле

$$\delta = 2\sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2)/3 + S^2}, \quad (31)$$

где

$$\theta_1 = \max\{|\theta_i|, |\rho_i|\} ,$$

$$S = \max \{S_i, S_k, S_{p,i}\},$$

θ_j , ρ_j , S_j , S_k и Sp_j рассчитаны по формулам (13), (27), (14)–(26) и (28) соответственно:

θ_0 – предел допускаемой относительной погрешности при измерении оптической мощности тестера ОТ-3-1 на длине волны калибровки (градуировки), %.
3. Нов.

с) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении оптической мощности на длине волны калибровки (градуировки) 1550 нм δ' , дБ, в диапазоне значений оптической мощности от 10 нВт до 500 мВт по формуле

$$\delta' = 10 \lg(1 + \delta/100); \quad (34)$$

т) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности $\delta_{\text{отн.}}$, %, по формуле

$$\delta_{\text{отн.}} = 2 \cdot \sqrt{(\theta_2^2 + \theta_{00}^2)/3 + S^2}, \quad (35)$$

где

$$\theta_2 = \max[|\theta_{\text{ср}} - \theta_j|, |\theta_{\text{ср}} - \rho_j|], \quad (36)$$

$$\theta_{\text{ср}} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M (\theta_j + \rho_j); \quad (37)$$

θ_{00} – предел допускаемой относительной погрешности при измерении относительных уровней мощности тестера ОТ-3-1;

М – количество уровней мощности, при которых проводилось сличение показаний поверяемого измерителя оптической мощности и тестера ОТ-3-1.

н) определить границы (без учета знака) относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности $\delta'_{\text{отн.}}$, дБ, по формуле

$$\delta'_{\text{отн.}} = 10 \cdot \lg\left(1 + \frac{\delta_{\text{отн.}}}{100}\right). \quad (38)$$

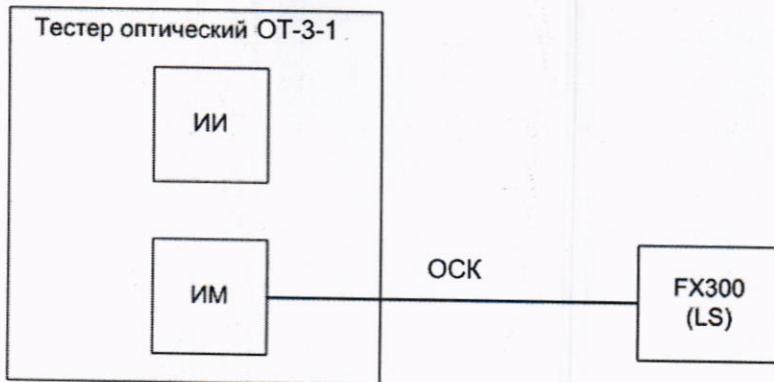
Результаты считают положительными, если границы относительной погрешности при измерении оптической мощности и значения относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности поверяемого измерителя оптической мощности модификации РМ2 находятся в пределах, указанных в таблице А.7 приложения А.

8.5 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

8.5.1 Определение уровня мощности источника оптического излучения

Для определения уровня мощности источника оптического излучения необходимо выполнить следующие действия:

- собрать схему измерения, показанную на рисунке 40;
- на экране с основными функциями прибора FX300 (см. рисунок 1) нажать на иконку **[Источник оптич. излучения]** и в появившемся окне (см. рисунок 9) нажать на закладку **[OLS]**;
- в окне закладки **[OLS]**, вид которого показан на рисунке 11, нажать на кнопку  в строке "Lasers" и выбрать из списка наименьшую длину волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX300 (см. рисунок 12);
- на ПК загрузить управляющую программу тестера ОТ-3-1 и установить длину волны измеряемого излучения, соответствующую выбранной длине волны источника оптического излучения поверяемого прибора FX300;



ИИ – источники оптического излучения тестера ОТ-3-1;
 ИМ – измеритель оптической мощности тестера ОТ-3-1;
 ОСК – оптический соединительный кабель;
 LS – источник оптического излучения прибора FX300.

Рисунок 40

- д) включить источник оптического излучения прибора FX300 и через 10 мин измерить уровень его мощности тестером ОТ-3-1;
- е) повторить измерение еще два раза, отсоединяя ОСК от поверяемого прибора FX300 и вновь присоединяя его;
- ж) определить значение уровня мощности источника оптического излучения прибора FX300 Р, дБм, по формуле

$$P = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 P_i, \quad (39)$$

где P_i – результат i -го измерения, дБм;
 i – номер измерения;

- з) повторить действия по перечислению в) – ж) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX300.

Результаты считаются положительными, если измеренное значение уровня мощности источника оптического излучения соответствует требованиям, указанным в таблице А.8.

8.5.2 Определение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

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

- а) выполнить действия по 8.5.1, перечисления а) – г);
- б) включить источник оптического излучения прибора FX300 и через 10 мин после включения снять показания измерителя оптической мощности тестера ОТ-3-1 в течение 15 мин с интервалом в 5 с. Результаты измерения заносятся в соответствующую графу программы тестера ОТ-3-1;
- в) рассчитать нестабильность уровня мощности Q, дБ, источника оптического излучения прибора FX300 по формуле

$$Q = 10 \cdot \lg \left(1 + 2 \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}} \right), \quad (40)$$

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

3 Нов

в) повторить действия по перечислению а) – в) для всех длин волн источника оптического излучения прибора FX300.

Результаты считают положительными, если измеренное значение нестабильности уровня мощности источника оптического излучения соответствует требованиям, указанным в таблице А.8.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах поверки на переднюю панель прибора FX300 наносят знак поверки и выдают свидетельство о поверке по форме, установленной в приложении 2 [4].

9.3 При отрицательных результатах первичной поверки выдают заключение о непригодности по форме, установленной [4].

При отрицательных результатах последующей поверки выдают заключение о непригодности по форме, установленной [4], ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.



Приложение А
(обязательное)
Обязательные метрологические требования

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к приборам FX300, приведены в таблицах А.1 – А.8.

Таблица А.1 – Диапазоны измерений расстояний

Модификация рефлектометра	Диапазоны измерений расстояний, км
Одномодовые рефлектометры FX300 WL-DR-T1	0,5; 2; 5; 10; 20; 40; 80; 120; 160; 240
Многомодовые рефлектометры FX300 WL-DR-T1	0,5; 2; 5; 10; 20; 40; 80
Одномодовые рефлектометры FX300 WL-DR-T2	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 6; 10; 12; 20; 25; 40; 80; 120; 160; 250; 400
Многомодовые рефлектометры FX300 WL-DR-T2	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 6; 10; 12; 20; 25; 40; 80

Примечание – В таблице указаны значения верхней границы диапазонов измерений расстояний; значение нижней границы у всех диапазонов составляет 0 км.

Таблица А.2 – Значения динамического диапазона одномодовых рефлектометров

Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ, не менее				
	Модификации одномодового рефлектометра				
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 Значения динамического диапазона указаны при отношении сигнал/шум, равном 1, и следующих параметрах измерения:
длительность оптических импульсов 20000 нс;
время измерения 3 мин;
максимальное значение разрешения по расстоянию;
режим измерения "DR".
- 3 Допускается снижение значений динамического диапазона на 1,5 дБ для модификаций рефлектометров с тремя или четырьмя длинами волн.

Таблица А.3 – Значения динамического диапазона многомодовых рефлектометров

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

- Примечание – Значения динамического диапазона указаны при отношении сигнал/шум, равном 1, и следующих параметрах измерения:
длительность оптических импульсов 1000 нс;
время измерения 3 мин;
максимальное значение разрешения по расстоянию;
режим измерения "DR".

Таблица А.4 – Значения динамического диапазона комбинированных рефлектометров

Модификация рефлектометра	Длина волны, нм	Динамический диапазон, дБ, не менее	Диаметр сердцевины ММ ОВ, мкм
Одномодовый	1310	37	–
	1490	38	
	1550	35	
	1625	36	
	1650	35	
Многомодовый	850	27	50,0
	1300	29	
	850	28	62,5
	1300	30	

Примечания

1 Одномодовый рефлектометр может иметь любую конфигурацию от одной до трех длин волн, многомодовый рефлектометр может иметь конфигурацию с одной или двумя длинами волн. Общее количество длин волн – не более четырех.

2 Значения динамического диапазона указаны при отношении сигнал/шум, равном 1, и следующих параметрах измерения:
длительность оптических импульсов 20000 нс для одномодовых рефлектометров и 1000 нс для многомодовых рефлектометров;
время измерения 3 мин;
максимальное значение разрешения по расстоянию;
режим измерения "DR".

Таблица А.5 – Значения погрешностей оптического рефлектометра

Наименование	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении расстояний в нормальных условиях, м	$\Delta L = \pm(dL + dL + 3 \cdot 10^{-5} \cdot L)$, где $dL = 0,5$ м; dL – разрешение по расстоянию*, м; L – измеренное расстояние, м
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении затухания в нормальных условиях, дБ	$\pm(0,03 \cdot \alpha)$, где α – измеренное затухание, дБ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении обратных потерь, дБ	± 2

* Минимальные значения разрешения по расстоянию составляют:
0,16 м для рефлектометров модификации FX300 WL-DR-T1;
0,03 м для рефлектометров модификации FX300 WL-DR-T2.

Таблица А.6 – Значения мертвых зон

Наименование	Значение
Значение мертвых зон по затуханию, м, не более	5
Значение мертвых зон по отражению, м, не более	1,1

Примечание – Значения мертвых зон указаны при следующих параметрах измерения:
длительность оптического импульса 3 нс;
коэффициент отражения не более минус 45 дБ;
режим измерения "DZ".

КОПИЯ
ВЕРНА



Таблица А.7 - Диапазоны измерений и погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Характеристики измерителя оптической мощности	Длина волны калибровки (градуировки), нм				
	650 ± 10	850 ± 5	1310 ± 5 1490 ± 5 1550 ± 5 1625 ± 5	850 ± 5	1310 ± 5 1490 ± 5 1550 ± 5 1625 ± 5
	Модификация измерителя оптической мощности				
	PM1			PM2	
	Диапазон измерений оптической мощности, дБм	от -30 до +3	от -60 до +3	от -70 до +10	от -40 до +3
	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения оптической мощности, % (дБ)	±12 (±0,5)	±8 (±0,33)	±5 (±0,22)	±8 (±0,33)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительных уровней оптической мощности, % (дБ)	–	±4 (±0,17)	±2,5 (±0,11)	±4 (±0,17)	±2,5 (±0,11)

Таблица А.8 – Характеристики источника оптического излучения

Наименование	Значение
Уровень мощности источника оптического излучения, дБм, не менее	-4,0
Нестабильность уровня мощности источника оптического излучения мощности за 15 мин, дБ, не более	0,1



Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

наименование организации, проводившей поверку

ПРОТОКОЛ № _____

проверки прибора оптического измерительного многофункционального
FX300 _____

№ _____

принадлежащего _____ наименование организации

Изготовитель _____ наименование организации

Дата проведения поверки _____

с...по...

Проверка проводится по _____ обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха _____ °С
- относительная влажность воздуха _____ %
- атмосферное давление _____ кПа

Результаты поверки:

Б.1 Внешний осмотр _____ соответствует/не соответствует

Б.2 Опробование _____ соответствует/не соответствует

Б.3 Определение метрологических характеристик

Б.3.1 Определение метрологических характеристик оптического рефлектометра

Б.3.1.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении расстояний

Таблица Б.2 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении расстояний

№ изме- рения	Длина волны, нм	Диапазон измерений расстояний, км	Разрешающая способ- ность, м	Расстояние, м		Погреш- ность, м	Пределы допускаемой погрешности, м
				ОГ-2-3	FX300		

Вывод _____

3 Нов

**КОПИЯ
ВЕРНА**



Б.3.1.2 Определение динамического диапазона

Таблица Б.3 – Результаты измерения динамического диапазона

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

Вывод _____

Б.3.1.3 Определение абсолютной погрешности при измерении затухания

Таблица Б.4 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении затухания

№ измере-ния	Длина волны, нм	Затухание, дБ		Погрешность, дБ	Пределы допускаемой погрешности, дБ
		ОГ-2-3	FX300		

Вывод _____

Б.3.1.4 Определение значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению

Таблица Б.5 – Результаты измерения значений мертвых зон по затуханию и мертвых зон по отражению

Длина волны, нм	Длительность импульса, нс	Коэффициент отражения, дБ	Значение мертвых зон по затуханию, м		Значение мертвых зон по отражению, м	
			Измерено	Допускаемое значение, не более	Измерено	Допускаемое значение, не более

Вывод _____

Б.3.1.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

Таблица Б.6 – Результаты измерения абсолютной погрешности при измерении обратных потерь

Длина волны, нм	Обратные потери, дБ		Погрешность, дБ	Пределы допускаемой погрешности, дБ
	ОТ-3-1	Рефлектометр		

Вывод _____



Б.3.2 Определение метрологических характеристик измерителя оптической мощности

Б.3.2.1 Определение относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

Таблица Б.7 – Результаты измерения относительной погрешности при измерении оптической мощности на длинах волн калибровки (градуировки)

№ измерения	Длина волны, нм	Измеренная мощность, Вт		Погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
		ОТ-3-1	FX300		

Вывод _____

Б.3.2.2 Определение относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

Таблица Б.8 – Результаты измерения относительной погрешности при измерении относительных уровней оптической мощности

Длина волны, нм	Диапазон оптической мощности		Погрешность, %	Пределы допускаемой погрешности, %
	P_{min} , нВт	P_{max} , мВт		

Б.3.3 Определение метрологических характеристик источника оптического излучения

Б.3.3.1 Определение уровня мощности и нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Таблица Б.9 – Результаты измерения уровня мощности и нестабильности уровня мощности источника оптического излучения

Длина волны, нм	Уровень мощности источника оптического излучения, дБм		Нестабильность уровня мощности источника оптического излучения, дБ	
	Измерено	Допускаемое значение, не менее	Измерено	Допускаемое значение, не более

Заключение _____

соответствует/не соответствует

**КОПИЯ
ВЕРНА**

Свидетельство (заключение о непригодности) №_____

Поверитель _____
подпись

расшифровка подписи



Библиография

- [1] Приборы оптические измерительные многофункциональные FX300. Руководство по эксплуатации
- [2] Приборы оптические измерительные многофункциональные FX300. Паспорт
- [3] IEC 61300-3-6 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss
- [4] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 24 апреля 2021 г. № 40



Лист регистрации изменений

3 Nov

50