

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИОФИ»



Н. П. Муравская

«12»

2016 г.

М. П.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Системы оптические измерительные ФТВ-2 (Pro)**

**Методика поверки МП 049.Ф3-16**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»



С.Н. Negroda

«09»

12

2016 г.

г. Москва

2016 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы оптические измерительные FTB-2 (Pro) (далее по тексту – системы), изготовленные фирмой «EXFO Inc.», Канада, и определяет методы и средства первичной и периодической поверок.

Системы оптические измерительные FTB-2 (Pro) предназначены для измерений ослабления, длины (расстояния) до мест неоднородностей, оценки неоднородностей оптического кабеля, измерений длины волны и проведения анализа оптического спектра, измерений поляризационной модовой (ПМД) и хроматической дисперсии (ХД), формирования цифрового измерительного сигнала с заданной тактовой частотой и измерений частоты на электрических и оптических интерфейсах, измерений средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических кабелях и оптических компонентах (в зависимости от модуля).

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-7200x, FTB-7300x, FTB-7400x, FTB-7500x, FTB-7600x, FTBx-720C, FTBx-730C, FTBx-735C, FTBx-740C, FTBx-750C			
4 Определение рабочих длин волн оптического излучения	8.4	Да	Нет
5 Определение диапазона измерений длины и расчет абсолютной погрешности измерений длины	8.5	Да	Да
6 Определение динамического диапазона измерений ослабления	8.6	Да	Да
7 Расчет абсолютной погрешности измерений ослабления	8.7	Да	Да
8 Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности	8.8	Да	Нет
9 Определение длительности зондирующих импульсов	8.9	Да	Нет
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-5230S, FTB-5240S			
10 Определение диапазона измерений длины волны и расчет абсолютной погрешности измерений длины волны	8.10	Да	Да
11 Определение диапазона отображаемых значений уровня средней мощ-	8.11	Да	Да

ности и расчет абсолютной погрешности измерений уровня средней мощности			
12 Определение разрешающей способности	8.12	Да	Нет
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-5700			
13 Расчет абсолютной погрешности измерений хроматической дисперсии (ХД)	8.13	Да	Да
14 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений ПМД	8.14	Да	Да
15 Определение рабочего спектрального диапазона	8.15	Да	Да
16 Определение диапазона измерений и расчет абсолютной погрешности измерений длины (расстояния)	8.16	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-8805, FTBx-8870, FTBx-8880 (в части электрических интерфейсов PDH/SDH)			
17 Определение номинальных значений тактовой частоты формируемых сигналов и расчет относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов	8.17	Да	Да
18 Расчет отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и относительной погрешности измерений частоты	8.18	Да	Да
19 Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов	8.19	Да	Да
20 Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов	8.20	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-8830NGE, FTBx-8870, FTBx-8880, FTB-88100G, FTB-88100NGE, FTBx-88200NGE			
21 Определение рабочей длины волны оптического излучения, рабочего спектрального диапазона	8.21	Да	Да
22 Определение уровня выходной мощности	8.22	Да	Да
23 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения, рабочего диапазона уровня	8.23	Да	Да

мощности приемника, минимальной чувствительности приемника, расчет абсолютной погрешности измерений средней мощности оптического излучения			
24 Определение номинального значения тактовой частоты передатчика, расчет относительной погрешности тактовой частоты передатчика	8.24	Да	Да
25 Расчет сдвига тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика, относительной погрешности измерений частоты сигнала	8.25	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-3930, встроенных измерителей средней мощности оптического излучения систем			
26 Определение диапазона измерений уровня оптической мощности; расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки	8.26	Да	Да
27 Определение диапазона длин волн исследуемого излучения	8.27	Да	Да
28 Определение длин волн источника излучения	8.28	Да	Да
29 Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника	8.29	Да	Да
30 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь	8.30	Да	Да

2.2 При получении отрицательного результата при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4, 8.11, 8.16, 8.21 – 8.23, 8.26-8.29	Государственный рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от $10^{-11}$ до $10^{-2}$ на длинах волн от 500 до 1700 нм (РЭСМ-ВС). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде: 3.1.ZZA.0029.2015. Основные метрологические характеристики:

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	<p>Диапазон измеряемой средней мощности оптического излучения: от <math>10^{-11}</math> до <math>10^{-2}</math> Вт. Длины волн градуировки измерителя мощности (длины волн излучения источников): 632,8; 840 – 860; 1064; 1300 – 1320; 1540 – 1560; 1485 – 1495; 1620 – 1630 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки в диапазоне от <math>10^{-11}</math> до <math>2 \cdot 10^{-3}</math> включительно: <math>\pm 2,5</math> %; в диапазоне от <math>10^{-3}</math> до <math>10^{-2}</math> Вт включительно: <math>\pm 3,5</math> %. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне: <math>\pm 5</math> %</p>
8.5-8.8	<p>Государственный рабочий эталон единиц длины и ослабления в световоде в диапазонах воспроизведения от 0,06 до 600 км и от 0,5 до 20,0 дБ (РЭДО). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде: 3.1.ZZA.0035.2015.</p> <p>Основные метрологические характеристики:  Диапазон воспроизведения длины (расстояния) до мест неоднородностей в оптическом волокне от 0,06 до 500 км, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длины (расстояния) до мест неоднородностей в оптическом волокне: <math>\pm (0,15 + 5 \cdot 10^{-6}L)</math> м, где L – воспроизводимая длина, м; диапазон воспроизведения значений ослабления оптического излучения: от 0,5 до 40 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления оптического излучения: <math>\pm 0,015 \cdot A</math>, где A – измеряемое ослабление, дБ</p>
8.9, 8.19, 8.20	<p>Осциллограф запоминающий цифровой WaveSurfer 422</p> <p>Основные метрологические характеристики:  Полоса пропускания 200 МГц. Диапазон коэффициента отклонения: от 1 мВ/дел до 1 В/дел (на нагрузке 50 Ом), от 1 мВ/дел до 10 В/дел (на нагрузке 1 Мом). Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений напряжения: <math>\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U + 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot K_0)</math>, где U - измеряемое напряжение, <math>K_0</math> - установленный коэффициент отклонения.</p>
8.9	<p>Фотоприемное устройство</p> <p>Основные технические характеристики:  Полоса пропускания 150 МГц. Абсолютная чувствительность 10 В/Вт. Рабочие длины волн 1,31; 1,55 мкм</p>
8.10, 8.12	<p>Государственный рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации в диапазоне воспроизведения от 600 до 1650 нм (РЭ ДВ). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде: 3.1.ZZA.0024-2015.</p> <p>Основные метрологические характеристики:  Длины волн лазерных источников излучения: <math>1310 \pm 10</math>, <math>1550 \pm 10</math>, <math>1625 \pm 10</math> нм. Ширина спектра по уровню 0,5 (для 1550 нм) не более 1 пм. Средняя мощность оптического излучения не менее 1 мВт. Характеристики источника излучения на основе суперлюминесцентного диода и газонаполненной кюветы с ацетиленом (входят в состав рабочего эталона): средняя мощность оптического излучения: не менее 50 мкВт, рабочий спектральный диапазон линий поглощения: от 1510 до 1540 нм, пределы допускаемой относительной погрешности определения длин волн: <math>\pm 5 \cdot 10^{-6}</math> отн.ед.</p>
8.13	<p>Государственный рабочий эталон единицы хроматической дисперсии в диапазоне воспроизведения от минус 350 до плюс 350 пс/нм (РЭ ХД). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде:</p>



Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	3.1.ZZA.0023-2015. Основные метрологические характеристики: Рабочие длины волн: от 1260 до 1650 нм. Диапазон воспроизведения единицы ХД: от минус 350 до плюс 350 пс/нм. Границы допускаемой основной погрешности при воспроизведении единицы ХД: $\pm 1$ пс/нм
8.14	Государственный рабочий эталон единицы поляризационной модовой дисперсии в диапазоне воспроизведения от 0,05 до 120 пс (РЭ ПМД). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде: 3.1.ZZA.0022-2015. Основные метрологические характеристики: Рабочие диапазоны длин волн; $1310 \pm 10$ , $1550 \pm 10$ нм. Диапазон воспроизведения единицы ПМД: от 0,05 до 120 пс. Границы допускаемой основной погрешности при воспроизведении единицы ПМД: $\pm (0,012\text{пс} + 0,005 \cdot A)$ , где A – значение ПМД
8.14	Катушка одномодового оптического волокна (2штуки). Тип волокна SMF28. Длина 1 км
8.14	Катушка одномодового оптического волокна. Тип волокна SMF28. Длина 120 км
8.15, 8.21	Система оптическая измерительная FTB-500 с модулем оптического анализатора спектра FTB-5240. Основные метрологические характеристики: Диапазон измерений длины волны: от 1250 до 1650 нм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны: $\pm 0,05$ нм. Диапазон отображаемого значения уровня средней мощности излучения: от +18 до -75 дБм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения (на длине волны 1,55 мкм, при уровне входной мощности минус 10 дБм): $\pm 0,4$ дБ
8.17, 8.18, 8.24, 8.25	Частотомер универсальный CNT-90XL. Основные метрологические характеристики: Диапазон измеряемых частот по каналам А, В: от 0,001 Гц до 300 МГц; канал С от 200 МГц до 40 ГГц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты при работе от внутреннего опорного генератора ОСХО 19/90, времени измерения 200 мс $2 \cdot 10^{-7}$
8.18	Генератор импульсов Г5-85. Основные метрологические характеристики: Диапазон частот: от 3 кГц до 1 ГГц. Выходное напряжение: от 0,2 до 2,0 В при $R_n=50$ Ом. Регулируемая длительность основных импульсов: от 1 нс до 200 мкс. Нерегулируемая длительность основных импульсов: от 0,5 до 1 нс
8.24, 8.25	Осциллограф 86100D с модулем 83496В. Основные технические характеристики: Тип каналов: дифференциальный и несимметричный электрический, одномодовый и многомодовый оптический. Диапазон входных данных: от 50 Мбит/с до 14,2 Гбит/с (опция 200). Выходное напряжение восстановленного сигнала на передней панели: от 220 мВ до 1 В
8.30	Государственный рабочий эталон обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи информации в диапазоне от 5 до 50 дБ на длинах волн 1310 и 1550 нм. Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде: 3.1.ZZA.0030.2015. Основные метрологические характеристики:

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	Диапазон измерений обратных потерь: от 5 до 50 дБ. Длины волн калибровки (длины волн источника), фиксированные в диапазонах: от 1300 до 1320, от 1540 до 1560 нм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений обратных потерь: $\pm 0,5$ дБ

3.2 Допускается также применение других средств, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик (МХ) поверяемых систем с требуемой погрешностью.

3.3 Все средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководствами по эксплуатации (РЭ) системы и средств поверки и документацией по поверке и прошедший обучение по требуемым видам измерений, имеющий квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на системы, в руководствах по эксплуатации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
  - относительная влажность, %  $65 \pm 15$ ;
  - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 30$ );
  - параметры питания от сети переменного тока:
  - напряжение питающей электросети, В  $220 \pm 4,4$ ;
  - частота, Гц  $50 \pm 0,5$ .

#### 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:
- выдержать приборы в условиях, указанных в п.п. 6.1, в течение 2 ч;
  - выполнить операции, оговоренные в эксплуатационной документации на системы по их подготовке к поверке;
  - выполнить операции, оговоренные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
  - осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

#### 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

##### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре установить соответствие систем требованиям эксплуатационной документации. Проверить отсутствие механических повреждений и ослаблений элементов конструкции, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов.

При наличии дефектов (механических повреждений), система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить систему к работе согласно разделу "Подготовка к работе" руководства по эксплуатации.

8.2.2 Проверить правильность работы органов управления и переключения режимов системы в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.3 В случае отказа световых индикаторов, ошибках при запуске программного обеспечения (ПО) и в работе ПО при сканировании система к дальнейшим операциям поверки не допускается.

## 8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных программного обеспечения: идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии программного обеспечения, цифровой идентификатор программного обеспечения.

8.3.2 Проводят проверку уровня защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений (уровни А, В или С).

8.3.3 Проводят оценку влияния программного обеспечения на метрологические характеристики систем.

8.3.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

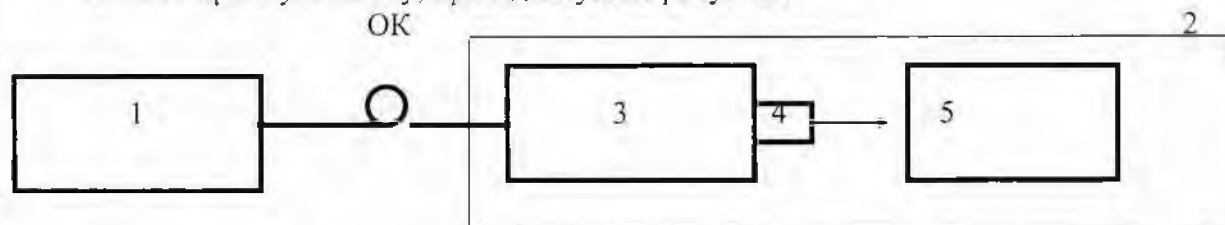
Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ToolBox X
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.2 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

**Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-7200x, FTB-7300x, FTB-7400x, FTB-7500x, FTB-7600x, FTBx-720C, FTBx-730C, FTBx-735C, FTBx-740C, FTBx-750C**

## 8.4 Определение рабочих длин волны оптического излучения

8.4.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 1.



1 – поверяемая система (далее по тексту – ОР); 2 – установка для измерений спектральных характеристик приёмников и источников оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) из состава РЭСМ-ВС (далее по



тексту – СУ); 3 - монохроматор; 4 - фотоприемное устройство; 5 - регистратор, ОК - оптический кабель

Рисунок 1

8.4.2 Оптическим кабелем соединить выход ОР с входным разъемом СУ. На поверяемом ОР провести установку одной из рабочих длин волн и максимального значения длительности зондирующего импульса.

8.4.3 Изменяя длину волны на шкале монохроматора СУ, регистрировать длину волны, соответствующую максимальному значению сигнала.

8.4.4 На поверяемом ОР провести установку другой рабочей длины волны и выполнить операцию по п. 8.4.3.

8.4.5 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения рабочих длин волн оптического излучения систем находятся в пределах:

- (1310/1550) ± 20 нм для модификаций FTB-7200D-023B, FTBx-720C-SM1, FTB-7300E-023B, FTB-7400E-0023B, FTB-7500E-0023B, FTB-7600E-023B, FTBx-730C-SM1, FTBx-735C-SM1, FTBx-750C-SM1;

- (850/1300/1310/1550) ± 20 нм для модификаций FTB-7200D-12CD-23B, FTBx-720C-Q1-QUAD;

- (850/1300) ± 20 нм для модификаций FTB-7200D-12CD, FTBx-720C-Q1;

- (1310/1550) ± 20; 1625 ± 10 нм для модификаций FTBx-720C-SM2, FTB-7300E-234B, FTB-7300E-023B-04B, FTB-7400E-0234B, FTBx-730C-SM2, FTBx-730C-SM3, FTBx-735C-SM2, FTBx-735C-SM3, FTBx-750C-SM3;

- 1625 ± 10 нм для модификаций FTB-7300E-000-04B, FTBx-730C-SM6;

- 1550 ± 20; 1625 ± 10 нм для модификаций FTB-7300E-034B, FTB-7500E-0034B, FTB-7600E-034B;

- (1310/1550) ± 20; 1490 ± 10 нм для модификации FTB-7300E-236B;

- (1310/1550) ± 20; 1650 ± 7 нм для модификации FTB-7300E-023B-08B,

- (1310/1550) ± 20; 1383 ± 1; 1625 ± 10 нм для модификации FTB-7400E-2347B;

- 1650 ± 5 нм для модификации FTBx-730C-SM7;

- (1310/1550) ± 20; 1650 ± 5 нм для модификации FTBx-730C-SM8;

- (1310/1490/1550) ± 20 нм для модификации FTBx-735C-SM4;

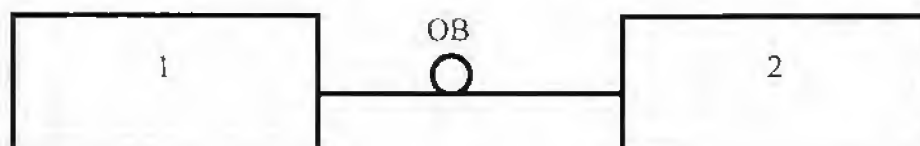
- Перестраиваемые в диапазоне от 1528,77 до 1563,86 нм для модификации FTBx-740C-DWC.

## 8.5 Определение диапазона измерений длины и расчет абсолютной погрешности измерений длины

Определение диапазона измерений длины и абсолютной погрешности измерений длины провести на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью оптического генератора (ОГ) из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде значений времени задержки оптического импульса (выраженных в единицах длины на шкалах ОГ и системы), подаваемого с ОГ в систему, с соответствующими значениями времени задержки, полученными при измерении с помощью системы.

При этом выполнить следующие операции.

8.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.



1 – поверяемая система; 2 - ОГ из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде; ОВ - оптическое волокно.

#### Рисунок 2

8.5.2 При включении ОГ в рабочий режим на экране дисплея системы появляется импульс. В меню системы установить значение показателя преломления «*n*» оптического волокна одинаковым с заданным на ОГ. С помощью ОГ установить время задержки оптического импульса, соответствующее расстоянию не более 1 км. Измерить расстояние *L* с помощью ОГ от начала шкалы до точки, соответствующей положению маркера, установленного на переднем фронте импульса (рекомендуется устанавливать маркер в точке, соответствующей уровню 15 дБ от вершины импульса).

8.5.3 Повторить измерения не менее пяти раз.

8.5.4 Поочередно установить с помощью ОГ временные задержки, соответствующие минимальному и максимальному значениям длины для каждого предела шкалы системы согласно ее спецификации и провести измерения каждой из длин в соответствии с пп. 8.5.2 - 8.5.3. При этом в меню ОГ и системы выставить минимальную длительность импульса, соответствующую расстоянию *L*.

8.5.5 Рассчитать средние значения измеряемых длин  $\bar{L}$  по формуле (1):

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (1)$$

где  $L_i$  – *i*-тое значение длины, м;

*n* - количество измеряемых длин.

Определить для каждого значения длин абсолютную погрешность  $\Delta$  (при доверительной вероятности  $p = 0,95$ ) по формуле (2):

$$\Delta = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta^2 + \Delta_0^2}, \quad (2)$$

где  $\Delta_0$  - погрешность ОГ, взятая из описания типа;

$\Theta$  - неисключенная систематическая погрешность, рассчитывается по формуле (3):

$$\Theta = \bar{L} - L_0, \quad (3)$$

где  $L_0$  - значение длины по шкале ОГ РЭ, м.

Случайную составляющую погрешности в данном случае не учитывать, т.к. для всех современных рефлектометров она пренебрежимо мала.

8.5.6 Системы считаются прошедшими операцию проверки, если диапазоны измерений длин составляют:

- на длинах волн 850/1300 нм: от 0 до 0,1; от 0 до 0,3; от 0 до 0,5; от 0 до 1,3; от 0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40 км для модификаций FTB-7200D-12CD-23B, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-7200D-12CD, FTBx-720C-Q1;

- на длинах волн 1310/1550 нм: от 0 до 1,25; от 0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40; от 0 до 80; от 0 до 160; от 0 до 260 км для модификаций FTB-7200D-023B, FTB-7200D-12CD-23B, FTBx-720C-SM1, FTBx-720C-SM2, FTBx-720C-Q1-QUAD;

- от 0 до 1,25; от 0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40; от 0 до 80; от 0 до 160; от 0 до 260; от 0 до 400 км для модификаций FTB-7300E-023B, FTB-7300E-000-04B, FTB-7300E-034B, FTB-7300E-234B, FTB-7300E-236B, FTB-7300E-023B-04B, FTB-7300E-023B-08B, FTB-7400E-0023B, FTB-7400E-0234B, FTB-7400E-2347B, FTB-7500E-0023B, FTB-7500E-0034B, FTB-7600E-023B, FTB-7600E-034B, FTBx-730C-SM1, FTBx-730C-SM2, FTBx-730C-SM3, FTBx-730C-SM6, FTBx-730C-SM7, FTBx-730C-SM8, FTBx-735C-SM1, FTBx-735C-SM2, FTBx-735C-SM3, FTBx-735C-SM4, FTBx-740C-DWC, FTBx-750C-SM1, FTBx-750C-SM3,

а абсолютная погрешность измерений длины не превышает значений:

-  $\Delta L = \pm (0,75 + 10^{-5} \cdot L + \delta)$  м, где  $L$  – измеряемая длина, м;  $\delta$  – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин (для модификаций FTB-7300E-023B, FTB-7300E-000-04B, FTB-7300E-034B, FTB-7300E-234B, FTB-7300E-236B, FTB-7300E-023B-04B, FTB-7300E-023B-08B, FTB-7400E-0023B, FTB-7400E-0234B, FTB-7400E-2347B, FTB-7500E-0023B, FTB-7500E-0034B, FTB-7600E-023B, FTB-7600E-034B);

-  $\Delta L = \pm (0,75 + 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot L + \delta)$  м, где  $L$  – измеряемая длина, м;  $\delta$  – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин (для модификаций FTB-7200D-023B, FTB-7200D-12CD-23B, FTBx-720C-SM1, FTBx-720C-SM2, FTBx-720C-Q1, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-7200D-12CD, FTBx-730C-SM1, FTBx-730C-SM2, FTBx-730C-SM3, FTBx-730C-SM6, FTBx-730C-SM7, FTBx-730C-SM8, FTBx-735C-SM1, FTBx-735C-SM2, FTBx-735C-SM3, FTBx-735C-SM4, FTBx-740C-DWC, FTBx-750C-SM1, FTBx-750C-SM3).

## 8.6 Определение динамического диапазона измерений ослабления

8.6.1 Подключить к поверяемой системе оптическое волокно из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде. Установить параметры системы (время усреднения 180 секунд, длительность импульса 1 мкс на длинах волн 850/1300 нм, 20 мкс на длинах волн 1310/1550 нм) согласно спецификации.

8.6.2 По рефлектограмме определить для каждой длины волны динамический диапазон как разность в децибеллах между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к системе конца измеряемого оптического волокна, и уровнем шумов, равным 98 % максимума шумов в последней четверти диапазона длин.

8.6.3 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если динамический диапазон измерений ослабления систем (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов) соответствует значениям, приведенным в приложении А.

## 8.7 Расчет абсолютной погрешности измерений ослабления

Определение абсолютной погрешности измерений ослабления провести на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью ОГ значений перепадов амплитуд двух оптических импульсов, имитирующих ослабление, подаваемых в систему, с соответствующими значениями перепадов, полученными при измерении с помощью системы.

При этом провести следующие операции:

8.7.1 Подключить поверяемую систему к генератору ОГ с помощью короткого отрезка оптического волокна в соответствии с рисунком 2.

8.7.2 При включении ОГ в рабочий режим на экране дисплея системы появляются два импульса длительностью не менее 1 мкс. С помощью ОГ устанавливаются первый импульс в начале шкалы и поочередно вводят значения ослабления между импульсами 1,0; 3,0; 5,0; 10,0; 15,0 дБ. При этом желательно второй импульс устанавливать на таком расстоянии от первого, которое соответствует типовому коэффициенту ослабления оптического волокна для данной длины волны.

8.7.3 Определить поочередно значения ослаблений  $A$  по шкале системы для каждого из установленных на ОГ значений ослабления для каждой длины волны. Измерения провести не менее  $n=10$  раз.

8.7.4 Определить средние значения ослабления  $\bar{A}$  по формуле (4):

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}, \quad (4)$$

где  $A_i$  –  $i$ -е значение ослабления, дБ

$n$  – количество измерений.

Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений  $S$  по формуле (5):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (5)$$

Определить абсолютную погрешность ОР  $\Delta$  при измерениях ослабления по формуле (6):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3}(\Theta^2 + \Delta_0^2) + S^2}, \quad (6)$$

где  $\Theta = \bar{A} - A_0$ , где  $A_0$  - значение ослабления, установленное по РЭ, дБ;

$\Delta_0$  - погрешность установки ослабления РЭ, взятая из описания типа.

Определить значение приведенной погрешности измерений ослабления ОР  $\delta A$ , дБ/дБ при измерениях ослабления  $A$  по формуле (7):

$$\delta A = \Delta / A \quad (7)$$

Значение  $\delta A$  (определяемое нелинейностью шкалы ослабления ОР) не должно превышать значения, указанного в технической документации на поверяемый ОР.

Примечания:

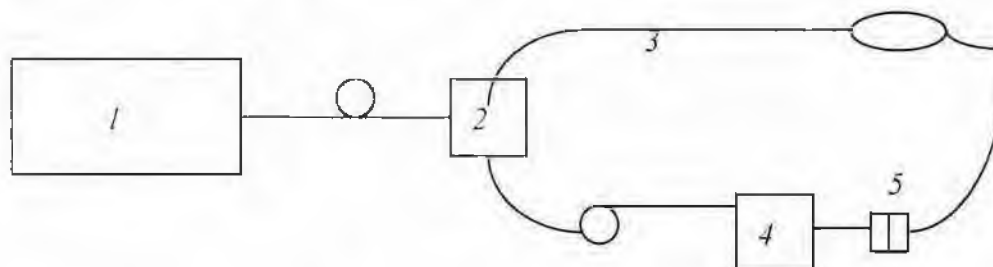
1 Допускается проверка по п. 8.7.4 путем последовательного сравнения амплитуд импульсов ОГ.

2 При необходимости оценки линейности шкалы в узких участках рефлектограммы провести аналогичные операции, располагая импульсы на расстоянии порядка 1 км друг от друга.

8.7.5 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений ослабления систем не превышает  $\pm 0,03$  дБ/дБ для всех модификаций систем со сменными модулями оптического рефлектометра.

## 8.8 Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

8.8.1 Собрать схему, представленную на рисунке 3.



1 - поверяемая система; 2 - оптический ответвитель из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде; 3 - оптическое волокно из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде; 4 - оптический attenuator из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде; 5 - оптический соединитель из состава рабочего эталона единиц длины и ослабления в световоде

Рисунок 3

8.8.2 Установить минимальную длительность зондирующего импульса системы, указанную в технической документации на поверяемую систему, и диапазон измерений по шкале длин 10 км. С помощью attenuatorа установить значение ослабления, достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса (как правило, порядка 35 дБ). Отраженный импульс находится в средней части рефлектограммы.

8.8.3 Определить мертвую зону при измерениях ослабления как расстояние между началом отраженного импульса и точкой заднего фронта отраженного импульса, отстоящей от кривой обратного рассеяния на 0,5 дБ, в соответствии с рисунком 4.

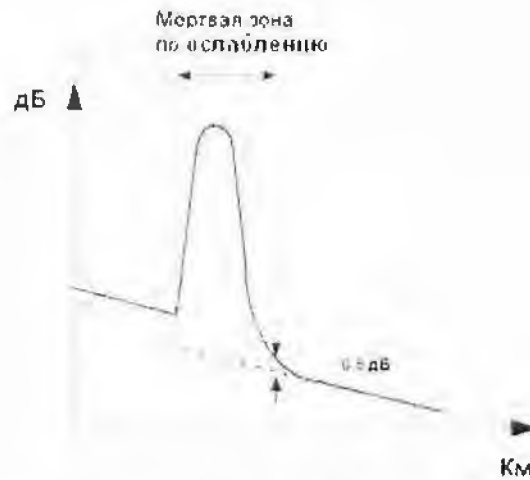


Рисунок 4

8.8.4 Определить мертвую зону при измерениях положения неоднородности как длину между точками переднего и заднего фронтов отраженного импульса, соответствующими уровню ослабления 1,5 дБ от вершины ненасыщенного импульса, в соответствии с полученной рефлектограммой, вид которой представлен на рисунке 5.

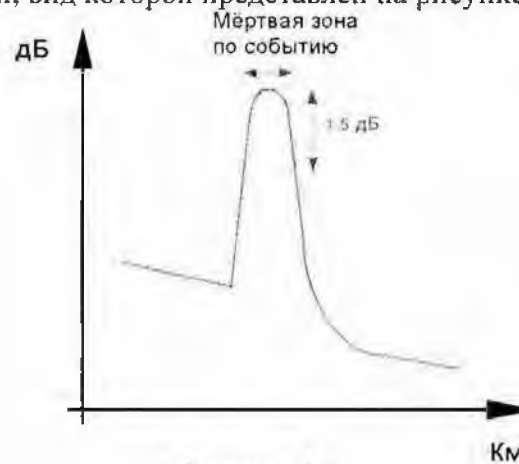
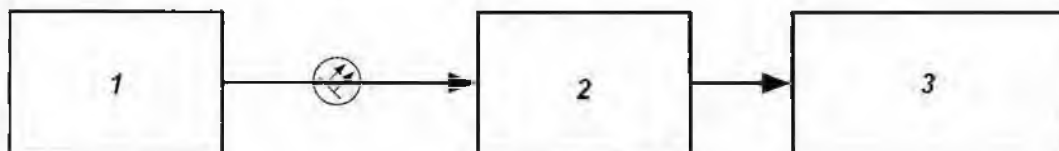


Рисунок 5

8.8.5 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если значения мертвых зон не превышают значений, указанных в Приложении Б.

### 8.9 Определение длительности зондирующих импульсов

8.9.1 Собрать схему, представленную на рисунке 6.



1- поверяемая система, 2 - фотоприемное устройство из состава РЭСМ-ВС,  
3 – осциллограф запоминающий цифровой WaveSurfer 422

Рисунок 6



8.9.2 Поочередно установить имеющиеся в меню системы длительности импульсов и включая лазер системы, регистрируют с помощью фотоприемного устройства и осциллографа их длительность по уровню 0,5.

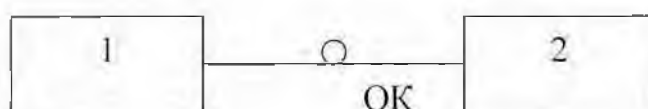
8.9.3 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если длительности зондирующих импульсов системы:

- на длинах волн 850/1300 нм: 5; 10, 30, 100, 275, 1000 нс;
- на остальных длинах волн: 5; 10, 30, 100, 275, 1000, 2500, 10000, 20000 нс.

### Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-5230S, FTB-5240S

8.10 Определение диапазона измерений длины волны и расчет абсолютной погрешности измерений длины волны

8.10.1 Собирают схему, приведенную на рисунке 7.



1 – поверяемая система; 2 – РЭ ДВ; ОК - оптический кабель

Рисунок 7

8.10.2 Оптическим кабелем соединяют выход поверяемой системы с входным разъемом блока СЛД с кюветой HCN из состава РЭ ДВ и проводят измерения значений длин волн линий поглощения  $\lambda_i$ , приведенных в таблице 4. Результаты измерений  $\lambda_i$  заносят в таблицу 4.

Таблица 4

	В нанометрах						
Длина волны линии поглощения	1524,131	1535,236	1542,885	1556,373	1526,305	1538,168	1545,389
Значение длины волны $\lambda_i$							

8.10.3 Измерения каждого значения линии поглощения  $\lambda_i$  проводят не менее 10 раз.

8.10.4 Оптическим кабелем соединяют выход поверяемой системы с входным разъемом блока СЛД с кюветой  $^{12}\text{CO}$  из состава РЭ ДВ и проводят измерения значений длин волн линий поглощения  $\lambda_i$ , приведенных в таблице 5. Результаты измерений  $\lambda_i$  заносят в таблицу 5.

Таблица 5

	В нанометрах						
Длина волны линии поглощения	1560,383	1563,094	1566,641	1579,739	1584,270	1589,240	1599,128
Значение длины волны $\lambda_i$							

8.10.5 Измерения каждого значения линии поглощения  $\lambda_i$  проводят не менее 10 раз.

8.10.6 Для  $n$  значений ( $n=10$ ) каждой длины волны линии поглощения, измеренных по п.п. 8.10.2, 8.10.4 рассчитывают среднее значение  $\lambda_{cp}$  по формуле (8):

$$\lambda_{ср} = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{n} \quad (8)$$

где  $\lambda_i$  –  $i$ -е значение длины волны, нм;  
 $n$  – количество измерений.

Для значений  $\lambda_i$ , измеренных по п.п. 8.10.2, 8.10.4 рассчитывают среднее квадратичное отклонение (СКО) результата измерений по формуле (9):

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\lambda_i - \lambda_{ср})^2}{n \cdot (n - 1)}} \quad (9)$$

где  $\lambda_i$  – длина волны, регистрируемая на поверяемой системе для  $i$ -го измерения, нм.

8.10.7 Определяют значение абсолютной погрешности ( $\Delta$ ) (при доверительной вероятности  $p = 0,95$ ) по формуле (10):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{(|\lambda_{ср} - \lambda_{ист}|^2 + \Delta_{ист}^2)}{3} + S^2} \quad (10)$$

где  $\lambda_{ист}$  – значение длины волны линии поглощения, воспроизводимое РЭ ДВ (указанные в паспорте РЭ ДВ), при этом  $\lambda_{ср}$  рассчитанных по результатам измерений п.п. 8.10.2, 8.10.4;

$\Delta_{ист}$  – абсолютное значение погрешности РЭ ДВ, взятая из описания типа.

8.10.8 Для определения диапазона отображаемых значений длины волны оптическим кабелем соединяют выход поверяемой системы с входным разъемом блока СЛД последовательно с кюветами HF и  $^{13}\text{CO}$  из состава РЭ ДВ и проводят измерения значений длин волн линий поглощения  $\lambda_i$ , приведенных в таблице 6 (для кюветы HF) и таблице 7 (для кюветы  $^{13}\text{CO}$ ).

Таблица 6

В нанометрах

Длина волны линии поглощения	1264,272	1272,970	1278,148	1304,534	1321,252	1330,530	1340,436
Значение длины волны $\lambda_i$							

Таблица 7

В нанометрах

Длина волны линии поглощения	1600,964	1603,776	1615,826	1620,442	1630,990	1636,925	1643,321
Значение длины волны $\lambda_i$							

8.10.9 Определение отображаемых значений длины волны на краю диапазона проводят с помощью лазерных источников излучения на основе полупроводниковых лазеров из состава РЭ ДВ.

8.10.10 Собирают схему, приведенную на рисунке 7.

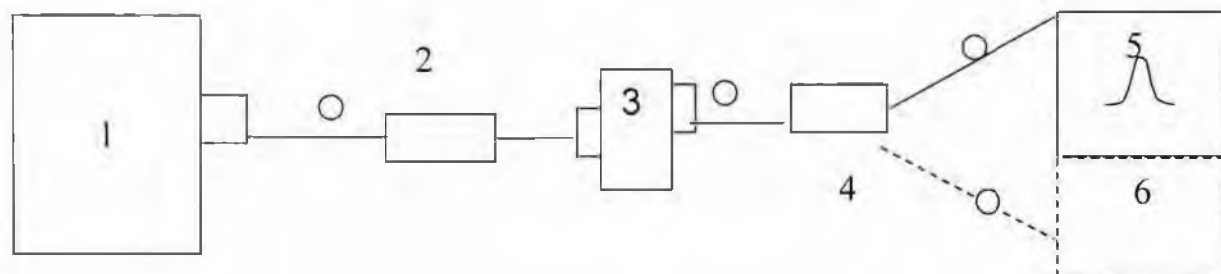
8.10.11 Оптическим кабелем соединяют выход поверяемой системы с входным разъемом блока источников излучения из состава РЭ ДВ и проводят измерения длины волны 1650 нм, соответствующей спектральному максимуму интенсивности излучения источника.

8.10.12 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон измерений длины волны составляет от 1250 до 1650 нм, а абсолютная погрешность измерений длины волны не превышает  $\pm 0,05$  нм для всех систем со сменными модулями оптического анализатора спектра ФТВ-5230, ФТВ-5240.

### 8.11 Определение диапазона отображаемых значений уровня средней мощности и расчет абсолютной погрешности измерений уровня средней мощности

8.11.1 Диапазон отображаемых значений уровня средней мощности определяют на длинах волн 1310 и 1550 нм, излучаемых одночастотными полупроводниковыми лазерами РЭ ДВ.

Собрать схему, приведенную на рисунке 8.



1 – полупроводниковый лазер (длина волны излучения 1310 или 1550 нм) из состава РЭСМ-ВС, 2 – кабель оптический, 3 – аттенюатор, 4 – разветвитель оптический, 5 – поверяемая система, 6- РЭСМ-ВС.

Рисунок 8

Регулируя ослабление посредством аттенюатора 3 с шагом от 3 до 5 дБ так, чтобы измеряемое значение средней мощности излучения полупроводникового лазера 1 (в максимуме распределения интенсивности) лежало в диапазоне от максимального до минимального значения, измеряемого системой, провести измерение длины волны с помощью системы. Значение ослабления одновременно регистрировать РЭСМ-ВС. За диапазон отображаемых значений уровня средней мощности принять полученное максимальное значение изменения мощности, при котором полученное отличие длины волны от значения длины волны, воспроизводимого на РЭ ДВ, не превышает значения погрешности измерения длины волны, указанного в руководстве по эксплуатации.

8.11.2 Измерение средней мощности проводить для излучателей с длинами волн 1310 и 1550 нм при уровне мощности, указанном в спецификации руководства по эксплуатации на систему. Одновременно измерение мощности провести с помощью РЭСМ-ВС. Определить среднее значение мощности ( $P$ ) по показаниям поверяемой системы и РЭСМ-ВС по формулам (11):

$$\bar{P}_{AC} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ACi}}{n} \quad \bar{P}_{PVC} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{PVCi}}{n} \quad (11)$$

где  $P_{ACi}$  – значение мощности, полученное в результате  $i$ -го измерения с помощью поверяемой системы; Вт;

$P_{PVCi}$  – значение мощности, полученное в результате  $i$ -го измерения с помощью РЭСМ-ВС; Вт

Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений ( $S$ ) по формуле (12):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{ACi} - \bar{P}_{AC})^2}{n(n-1)}} \quad (12)$$

Определить погрешность ( $\Delta$ ) при измерении мощности излучения (при доверительной вероятности  $p=0,95$ ) по формуле (13):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3}(\Theta^2 + \Delta_{PЭ}^2) + S^2}, \quad (13)$$

где  $\Theta$  – неисключенная систематическая погрешность, определяемая по формуле (14):

$$\Theta = \left( \bar{P}_{AC} - \frac{\bar{P}_{PЭ}}{\bar{K}} \right), \quad (14)$$

где  $\bar{P}_{AC}$  – среднее значение мощности, измеренное на поверяемой системе, Вт;

$\bar{P}_{PЭ}$  – среднее значение мощности, измеренное с помощью РЭСМ-ВС, Вт;

$\bar{K}$  – коэффициент деления ответвителем мощности излучения, среднее значение по результатам  $n$  измерений, определить по формулам (15), (16):

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (15) \quad K_i = \frac{P_{PЭ_i}}{P_{AC_i}} \quad (16)$$

$\Delta_{PЭ}$  – погрешность РЭСМ-ВС (по ГОСТ 8.585-2013).

8.11.3 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если диапазон отображаемого значения уровня средней мощности излучения составляет от плюс 18 до минус 80 дБм (от плюс 23 до минус 70 дБм (с опцией HPW)) для модификаций FTB-5240S, FTB-5240S-P, от плюс 23 до минус 65 дБм для модификаций FTB-5230S, FTB-5230S-OCA, а абсолютная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения не превышает:

- $\pm 0,5$  дБ для модификаций FTB-5240S, FTB-5240S-P,
- $\pm 0,6$  дБ для модификаций FTB-5230S, FTB-5230S-OCA.

## 8.12 Определение разрешающей способности

8.12.1 Определение разрешающей способности проводить в следующей последовательности:

- включить переключатель на лицевой панели РЭ ДВ на положение «Лазеры».
- соединить оптическим кабелем FC/PC-FC/APC выходной разъем FC/PC канала лазера с длиной волны 1550 нм и вход поверяемой системы;
- установить на поверяемой системе максимальное разрешение;
- измерить ширину линии по уровню 0,5 (или минус 3 дБ). Измеренная ширина и есть искомое разрешение.

8.12.2 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если максимальная разрешающая способность по шкале длин волн составляет 0,065 нм для модификаций FTB-5240S, FTB-5240S-P и 0,100 нм для модификаций FTB-5230S, FTB-5230S-OCA.

## Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-5700

### 8.13 Расчет абсолютной погрешности измерений ХД

Расчет абсолютной погрешности измерений ХД осуществить методом сличений значений ХД компаратора с полученными значениями измерений компаратора на поверяемой системе.

При проверке абсолютной погрешности измерений ХД провести следующие операции.

8.13.1 Собрать установку, схема которой приведена на рисунке 9.

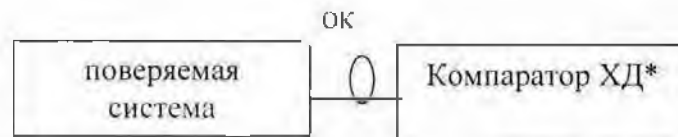


Рисунок 9

\* из состава РЭ ХД

8.13.2 Оптическими кабелями соединить выходной разъем поверяемой системы и компаратор ХД.

8.13.3 Определить значения ХД компаратора поверяемым прибором.

Провести измерение значения ХД компаратора  $D_{СИ}$  при помощи поверяемой системы. Измерения провести на длине волны 1550 нм. Измерения повторить 10 раз и найти усреднённое значение ХД компаратора  $\bar{D}_{\text{ХД}}$ , измеренное с помощью поверяемой системы для указанной длины волны, по формуле (18):

$$\bar{D}_{\text{ХД}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} D_{\text{ХД}_i}}{10} \quad (18)$$

где  $D_{\text{ХД}_i}$  - измеренные поверяемой системой значения ХД компаратора, пс/нм.

8.13.4 Определить абсолютную погрешность измерений хроматической дисперсии ( $\Delta$ ), используя результаты ранее проведенных измерений по формуле (19):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \Theta^2 + S^2}, \quad (19)$$

где  $S$  – СКО значений ХД компаратора, измеренных с помощью поверяемой системы ХД, определяемая по формуле (20):

$$S = \sqrt{\frac{1}{m \cdot (m-1)} \cdot \sum_i^n (D_{\text{ХД}_i} - \bar{D}_{\text{ХД}})^2} \quad (20)$$

где  $m$  – количество измерений усреднённого значения ХД компаратора ( $m = 10$ ).

$\Theta$  – граница неисключённой систематической погрешности измерений ХД компаратора с помощью поверяемой системы ХД, вычисляемая по формуле (21):

$$\Theta = \sqrt{\theta_{\text{ЭИИ}}^2 + (D_{\text{ЭИИ}} - \bar{D}_{\text{ХД}})^2}, \quad (21)$$

где  $\theta_{\text{ЭИИ}}$  – погрешность воспроизведения ХД компаратором ХД, равная 1 пс/нм.

$D_{\text{ЭИИ}}$  - значение компаратора ХД, взятое из описания типа на РЭ ХД.

8.13.5 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений ХД (на длине волны 1550 нм, при длине оптического волокна типа G.652 до 100 км) не превышает  $\pm 10$  пс/нм в рабочем спектральном диапазоне от 1475 до 1626 нм.

## 8.14 Определение диапазона измерений и расчет абсолютной погрешности измерений ПМД

8.14.1 Собрать схему, приведённую на рисунке 10, используя катушки 2 и 4 длиной 1 км.





1 – поверяемая система; 2 – катушка одномодового оптического волокна;  
3 – РЭ ПМД; 4 – катушка одномодового оптического волокна

Рисунок 10

8.14.2 Провести измерения ПМД рабочего эталона  $n = 10$  раз для каждого фиксированного значения ПМД рабочего эталона (0,26; 1 и 5 пс) в соответствии с Руководством по эксплуатации поверяемой системы.

8.14.3 Пользуясь результатами проведённых измерений определить абсолютную погрешность измерений ПМД поверяемой системы для каждого значения ПМД рабочего эталона единицы ПМД.

Для каждого значения ПМД компаратора-имитатора ПМД определить среднее значение результата измерений  $\bar{\tau}$  по формуле (22):

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \tau_i}{10} \quad (22)$$

где  $\tau_i$  - измеренные поверяемой системой значения ПМД компаратора, пс.

Абсолютную погрешность ( $\Delta$ ) измерений ПМД вычислить по формуле (23):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \Theta^2 + S^2}, \quad (23)$$

где  $S$  – СКО результата измерений ПМД компаратора-имитатора, измеренных на поверяемой системе, вычислить по формуле (24):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\tau_i - \bar{\tau})^2}, \quad (24)$$

где  $n$  – количество измерений;

$\Theta$  – граница неисключённой систематической погрешности измерений ПМД компаратора с помощью поверяемой системы ПМД, которая определяется по формуле (25):

$$\Theta = \sqrt{|\bar{\tau} - \tau_{\text{ист}}|^2 + \Delta_{\text{мера}}^2} \quad (25)$$

где  $\bar{\tau}$  – среднее значение ПМД компаратора-имитатора, полученное на поверяемой системе;

$\tau_{\text{ист}}$  – значение ПМД компаратора-имитатора, взятое из описания типа РЭ ПМД;

$\Delta_{\text{мера}}$  – погрешность воспроизведения ПМД (D) компаратором-имитатором,  $\Delta_{\text{мера}} = 0,012$  пс.

8.14.4 Повторить операции 8.14.1 – 8.14.3, изменив схему установки следующим образом. Вместо катушки 2 длиной 1 км подключить катушку длиной 120 км. Измерения провести для фиксированного значения ПМД рабочего эталона единицы ПМД, равного 5 пс.

За значение абсолютной погрешности принять наибольшее значение, полученное при измерении разных фиксированных значений ПМД рабочего эталона единицы ПМД и при разных подключённых катушках одномодового волокна.

8.14.5 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если диапазон измерений ПМД составляет от 0,1 до 20,0 пс, абсолютная погрешность измерений ПМД не превышает  $\pm (0,05 \cdot \bar{\tau} + 0,2)$ , где  $\bar{\tau}$  – измеренная ПМД, пс.

### 8.15 Определение рабочего спектрального диапазона

8.15.1 Собрать схему, приведённую на рисунке 11. Использовать катушку длиной 1 км.



Схема установки для проверки рабочего спектрального диапазона

1 – проверяемая система ПМД; 2 – катушка с одномодовым волокном; 3 – система оптическая измерительная ФТВ-500 с модулем оптического анализатора спектра ФТВ-5240 (ОАС)

Рисунок 11

8.15.2 Выставить спектральный диапазон измерений ПМД и ХД максимально узким на краю рабочего спектрального диапазона системы в соответствии с его руководством по эксплуатации. Запустить процесс измерения дисперсии.

8.15.3 В процессе измерения дисперсии с помощью ОАС измерить значения длин волн границ спектра излучения источника системы в соответствии с руководством по эксплуатации ОАС.

8.15.4 Повторить действия п.п. 8.15.2 и 8.15.3 для другого края рабочего спектрального диапазона.

8.15.5 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если рабочий спектральный диапазон составляет от 1475 до 1626 нм.

### 8.16 Определение диапазона измерений и расчет абсолютной погрешности измерений длины (расстояния)

8.16.1 Собрать схему, приведённую на рисунке 12, используя катушку с одномодовым волокном длиной 100 м.



Схема установки для проверки абсолютной погрешности измерений длины (расстояния)

1 – поверяемая система; 2 – катушка с одномодовым оптическим волокном

Рисунок 12

8.16.2 Провести измерения длины катушки  $n = 10$  раз в соответствии с Руководством по эксплуатации поверяемой системы.

8.16.3 Пользуясь результатами проведённых измерений определить абсолютную погрешность измерений длины поверяемой системы.

Определить среднее значение длины оптического волокна (ОВ) по формуле (26):

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^{10} l_i}{10} \quad (26)$$

где  $l_i$  – измеренные поверяемой системой значения длины катушки, м.

Абсолютную погрешность ( $\Delta$ ) измерений расстояния вычислить по формуле (27):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \Theta^2 + S^2}, \quad (27)$$

где  $S$  – СКО значений длины катушки ОВ, измеренных на поверяемой системе, вычислить по формуле (28):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}, \quad (28)$$

где  $n$  – количество измерений;

$\Theta$  – неисключённая систематическая погрешность, определяется по формуле (29):

$$\Theta = \sqrt{|\bar{l} - l_{\text{м}}|^2 + \Delta_{l, \bar{l}}^2} \quad (29)$$

$\bar{l}$  – среднее значение длины катушки ОВ, полученное на поверяемой системе, м;

$l_{\text{м}}$  – значение длины ОВ, взятое из паспорта на катушку оптического волокна, м;

$\Delta_{l, \bar{l}}$  – погрешность воспроизведения длины для катушки с ОВ,  $\Delta_{l, \bar{l}} = 0,45$  м.

Повторить операции п. 8.16.1 – 8.16.3 для катушек ОВ длиной 1, 10, 50 и 120 км.

За значение абсолютной погрешности принять наибольшее значение, полученное при измерении длин ОВ разных катушек.

8.16.4 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если диапазон измерений длины (расстояния) составляет от 0,1 до 120 км, абсолютная погрешность измерений длины не превышает  $\pm (0,01 + 0,01 \cdot L)$ , где  $L$  - измеренная длина, м.

#### Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-8805, FTBx-8870, FTBx-8880 (в части электрических интерфейсов PDH/SDH)

#### 8.17 Определение номинальных значений тактовой частоты формируемых сигналов и расчет относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов

8.17.1 Определение номинальных значений тактовой частоты формируемых сигналов и расчет относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 13.



1 – поверяемая система;

2 – частотомер универсальный CNT-90XL

Рисунок 13

8.17.2 Установить систему в режим формирования сигналов типа E1 на интерфейсе E1/2M (RJ-48C).

8.17.3 Измерить значения частоты выходного сигнала системы при помощи частотомера в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.17.4 Рассчитать относительную погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов по формуле (30):

$$d_f = ((F_{\text{част}} - F_{\text{а_прд}}) / F_{\text{част}})^2, \quad (30)$$

где  $F_{\text{част}}$  – измеренное частотомером значение частоты, Гц;

$F_{\text{а_прд}}$  – установленное значение частоты, Гц.

8.17.5 Повторить п.п. 8.17.2 -8.17.4 для следующих типов формируемых сигналов: E1/2M (BNC), E3/34M, STM-0e/52M, E4/140M, STM-1e/155M, 10 Base-T, 100 Base-T, 1000 Base-T.

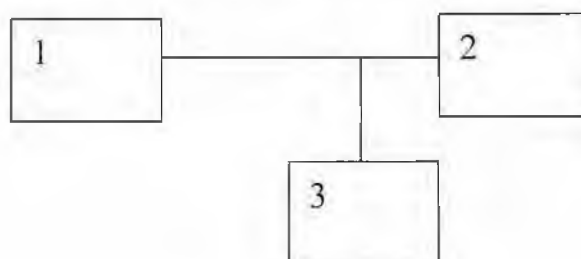
8.17.6 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если значения тактовой частоты формируемых сигналов соответствуют следующим значениям, МГц:

- E1/2M (RJ-48C), E1/2M (BNC)	2,048
- E3/34M	34,368
- STM-0e/52M	51,840
- E4/140M	139,264
- STM-1e/155M	155,520
- 10 Base-T	10,000
- 100 Base-T	125,000
- 1000 Base-T	1000,000

- относительная погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$  при всех значениях номинальной тактовой частоты формируемых сигналов.

### 8.18 Расчет отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и относительной погрешности измерений частоты

8.18.1 Расчет отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и относительной погрешности измерений частоты проводить по схеме, представленной на рисунке 14.



- 1 – проверяемая измерительная система,  
 2 – частотомер универсальный CNT-90XL,  
 3 – генератор импульсов Г5-85.

Рисунок 14

8.18.2 Установить на генераторе частоту выходного сигнала 2,048 МГц (номинальное значение тактовой частоты для интерфейса E1) и поочередно подать сигнал на проверяемую систему и частотомер, измерив частоту входного сигнала  $F_{\text{исном}}$  и  $F_{\text{чном}}$  соответственно. Полученные значения занести в таблицу 8.

Таблица 8

Тип интерфейса	$F_{уст}$	$F_{исном}$	$F_{цном}$
E1	2,048 МГц (номинальное значение)		
	максимально допустимое значение		
	минимально допустимое значение		
E3	34,368 МГц (номинальное значение)		
	максимально допустимое значение		
	минимально допустимое значение		
STM-0e	51,84 МГц (номинальное значение)		
	максимально допустимое значение		
	минимально допустимое значение		
E4	139,264 МГц (номинальное значение)		
	максимально допустимое значение		
	минимально допустимое значение		
STM-1e	155,52 МГц (номинальное значение)		
	максимально допустимое значение		
	минимально допустимое значение		

8.18.3 Произвести расчет максимально допустимого значения тактовой частоты на входе системы для данного типа интерфейса по формуле (31):

$$F_{устmax} = f_{цном} + (f_{цном} \cdot 10^{-4}), \quad (31)$$

где  $f_{цном}$  - номинальное значение частоты выходного сигнала 2,048 МГц для интерфейса E1; 34,368 МГц для интерфейса E3; 51,84 МГц для интерфейса STM-0e; 139,264 МГц для интерфейса E4; 155,52 МГц для интерфейса STM-1e.

Установить на генераторе рассчитанное значение частоты и поочередно подать данный сигнал с генератора на поверяемую систему и частотомер, измерив частоту входного сигнала  $F_{исmax}$  и  $F_{цmax}$  соответственно. Полученные значения занести в таблицу 8.

8.18.4 Произвести расчет минимально допустимого значения тактовой частоты на входе системы для данного типа интерфейса по формуле (32):

$$F_{устmin} = f_{цном} - (f_{цном} \cdot 10^{-4}), \quad (32)$$

где  $f_{цном}$  - номинальное значение частоты выходного сигнала 2,048 МГц для интерфейса E1; 34,368 МГц для интерфейса E3; 51,84 МГц для интерфейса STM-0e; 139,264 МГц для интерфейса E4; 155,52 МГц для интерфейса STM-1e.

Установить на генераторе рассчитанное значение частоты и поочередно подать данный сигнал с генератора на поверяемую систему и частотомер, измерив частоту входного сигнала  $F_{исmin}$  и  $F_{цmin}$  соответственно. Полученные значения занести в таблицу 8.



8.18.5 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты для данного типа интерфейса (E1) по формуле (33):

$$\Delta F_{\text{измE1}} = \max\left\{\frac{(F_{\text{чном}} - F_{\text{исном}})/F_{\text{чном}}}{((F_{\text{чmax}} - F_{\text{исmax}})/F_{\text{чmax}})}; \frac{(F_{\text{чmin}} - F_{\text{исmin}})/F_{\text{чmin}}}{((F_{\text{чmax}} - F_{\text{исmax}})/F_{\text{чmax}})}\right\} \quad (33)$$

8.18.6 Провести операции по пп. 8.18.1 – 8.18.5 для остальных типов интерфейсов (E3/34M, STM-0e/52M, E4/140M, STM-1e/155M).

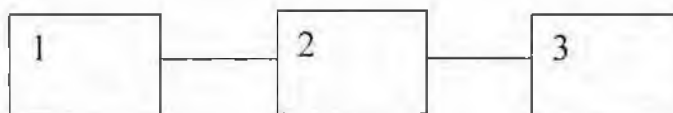
8.18.7 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты системы по формуле (34):

$$\Delta F_{\text{изм}} = \max[\Delta F_{\text{измE1}}; \Delta F_{\text{измE3}}; \Delta F_{\text{измSTM-0e}}; \Delta F_{\text{измE4}}; \Delta F_{\text{измSTM-1e}}] \quad (34)$$

8.18.8 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если допустимое отклонение тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика составляет  $\pm 100 \cdot 10^{-6}$ , а относительная погрешность измерений частоты не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

### 8.19 Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов

8.19.1 Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 15.



- 1 – поверяемая система;  
 2 – согласующая схема 75/50 Ом (120/50 Ом – для сигналов E1/2M (RJ-48C)) из состава осциллографа запоминающего цифрового WaveSurfer 422;  
 3 – осциллограф запоминающий цифровой WaveSurfer 422

Рисунок 15

8.19.2 Измерения проводить на разъеме «OUT» системы.

8.19.3 Установить систему в режим формирования сигналов типа E1.

8.19.4 Измерить значения амплитуды формируемого сигнала  $U_{\text{изм}}$  при помощи цифрового осциллографа в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.19.5 Отклонение амплитуды формируемых сигналов рассчитать по формуле (35):

$$\Delta U = \frac{(U_{\text{изм}} - U_{\text{ном}})/U_{\text{ном}}}{1} \cdot 100\%, \quad (35)$$

где  $U_{\text{ном}}$  – номинальное значение амплитуды формируемого сигнала:

3,00 В – при формировании сигнала типа E1/2M (для разъема RJ-48C);

2,37 В – при формировании сигнала типа E1/2M (для разъема BNC);

1,00 В – при формировании сигнала типа E3/34M, E4/140M;

0,50 В – при формировании сигнала типа STM-1e/155M.

8.19.6 Повторить п.п. 8.19.1 – 8.19.5 для следующих типов формируемых сигналов: E3/34M, E4/140M, STM-1e/155M.

8.19.7 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если значения амплитуды импульсов формируемых сигналов соответствуют следующим значениям, В:

- E1/2M (RJ-48C)

3,00

- E1/2M (BNC)	2,37
- E3/34M, E4/140M	1,00
- STM-1e/155M	0,50

а отклонения установки амплитуды формируемых сигналов не превышают  $\pm 10\%$ .

## 8.20 Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов

8.20.1 Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 15.

8.20.2 Измерения проводить на разъеме «OUT» системы.

8.20.3 Установить систему в режим формирования сигналов типа E1/2M (RJ-48C).

8.20.4 Измерить значения длительности формируемых сигналов  $D_{r\_изм}$  при помощи цифрового осциллографа в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.20.5 Отклонение установки длительности формируемых сигналов рассчитать по формуле (36):

$$\Delta_{\mu} = D_{r\_изм} - D_{r\_ном} \quad (36)$$

где  $D_{r\_ном}$  – номинальное значение длительности формируемого сигнала, 244,000 нс для интерфейса E1/2M (для разъема RJ-48C), E1/2M (для разъема BNC); 14,550 нс для интерфейса E3/34M; 3,590 нс для интерфейса E4/140M; 3,216 нс для интерфейса STM-1e/155M.

8.20.6 Повторить п.п. 8.20.2 – 8.20.5 для следующих типов формируемых сигналов: E1/2M (BNC), E3/34M, E4/140M, STM-1e/155M.

8.20.7 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если значения длительности формируемых сигналов соответствуют следующим значениям, в зависимости от типа формируемого сигнала, нс:

- E1/2M (RJ-48C), E1/2M (BNC)	244,000
- E3/34M	14,550
- E4/140M	3,590
- STM-1e/155M	3,216

Отклонения установки длительности формируемых сигналов не превышает:

$\pm 25,00$  нс – при формировании сигнала типа E1/2M (RJ-48C), E1/2M (BNC);

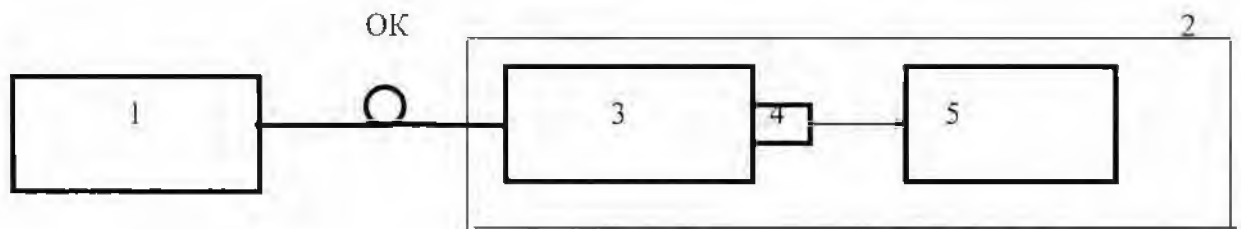
$\pm 2,45$  нс – при формировании сигнала типа E3/34M;

$\pm 0,10$  нс – при формировании сигналов типа E4/140M, STM-1e/155M.

## Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-8830NGE, FTBx-8870, FTBx-8880, FTB-88100G, FTB-88100NGE, FTBx-88200NGE

### 8.21 Определение рабочей длины волны оптического излучения, рабочего спектрального диапазона

8.21.1 Для измерений рабочей длины волны собрать установку, приведенную на рисунке 16.



1 – поверяемая система; 2 – установка для измерений спектральных характеристик приёмников и источников оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) из состава РЭСМ-ВС (далее по тексту – СУ); 3 – монохроматор из состава РЭСМ-ВС; 4 - фотоприемное устройство из состава РЭСМ-ВС; 5 – регистратор из состава РЭСМ-ВС, ОК - оптический кабель из состава РЭСМ-ВС

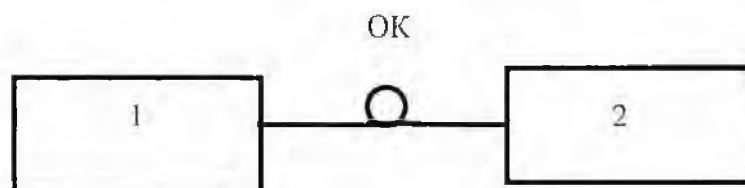
Рисунок 16

8.21.2 Оптическим кабелем соединить выход системы с входным разъемом СУ. На поверяемой системе провести установку одной из рабочих длин волн и максимального значения длительности зондирующего импульса.

8.21.3 Изменяя длину волны на шкале монохроматора СУ, регистрировать длину волны, соответствующую максимальному значению сигнала.

8.21.4 На поверяемой системе провести установку другой рабочей длины волны и выполнить операцию по п. 8.21.3.

8.21.5 Для измерений рабочего спектрального диапазона собрать установку, приведенную на рисунке 17.



1 – поверяемая система; 2 – система оптическая измерительная FTB-500 с модулем оптического анализатора спектра FTB-5240 (ОАС), ОК - оптический кабель

Рисунок 17

8.21.6 Осуществить перестройку рабочей длины волны от минимально допустимого значения рабочего спектрального диапазона до максимального значения рабочего спектрального диапазона, проводя измерения рабочей длины волны с помощью ОАС.

8.21.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения рабочих длин волн оптического излучения, рабочий спектральный диапазон системы с модулем FTB-8100NGE с использованием интерфейса типа CFP или CFP2 соответствуют значениям, представленным в приложении В.

## 8.22 Определение уровня выходной мощности

8.22.1 Проводят предварительный прогрев исследуемого источника системы на соответствующей длине волны в течение 15 минут.

8.22.2 Подают оптическое излучение от источника излучения на оптический вход ваттметра из состава РЭСМ-ВС с помощью волоконно-оптического кабеля.

8.22.3 Для системы с модулем FTB-88100NGE с использованием интерфейса типа CFP или CFP2 проводят измерения уровня выходной мощности для каждой спектральной линии. Выбор той или иной спектральной линии проводят в соответствующем меню.

8.22.4 Регистрируют показания ваттметра из состава РЭСМ-ВС в течение 15 минут с интервалом в 1 минуту и определяют нестабильность уровня мощности источника  $\theta_s$  по формуле (37):

$$\theta_s = P_{\max} - P_{\min} \quad (37)$$

где  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  – максимальное и минимальное значения мощности соответственно (выраженные в дБм), зарегистрированные за время измерений.

8.22.5 За уровень выходной мощности излучения источника принимают значение  $P_{\min}$ .

8.22.6 Результаты операции проверки считать удовлетворительными, если уровень выходной мощности соответствует значениям, представленным в приложении В.

### 8.23 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения (рабочего диапазона уровня мощности приемника), минимальной чувствительности приемника, расчет абсолютной погрешности измерений средней мощности оптического излучения

8.23.1 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения (рабочего диапазона уровня мощности приемника), минимальной чувствительности приемника, расчет абсолютной погрешности измерений средней мощности оптического излучения проводят путем сличения с РЭСМ-ВС.

8.23.2 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 18.



1 – поверяемая система; 2 – аттенюатор из состава РЭСМ-ВС (далее – аттенюатор); 3 – измеритель оптической мощности из состава РЭСМ-ВС (далее – ваттметр)

Рисунок 18

8.23.3 Подключить передатчик системы с помощью оптического кабеля на вход аттенюатора. Далее поочередно оптическое излучение с выхода аттенюатора подключать к приемнику системы и ваттметру, снимая при этом показания. При этом в процессе выполнения измерений на ваттметре выставлять значение длины волны градуировки, наиболее близкое к номинальному значению длины волны передатчика системы.

8.23.4 Проводят  $N$  ( $N = 5$ ) измерений уровня мощности последовательно ваттметром РЭСМ-ВС 3 и поверяемой системой 1.

8.23.5 Повторяют операции по п.п. 8.23.3, 8.23.4, последовательно уменьшая уровень мощности (с шагом от 2 до 3 дБ), дойдя до минимально измеряемой исследуемой системой мощности (минимальной чувствительности приемника).

8.23.6 Определяют максимальное значение разницы показаний ваттметра 3 и исследуемой системы 1 по формуле (38):

$$\theta_j = \max \left[ \sum_{i=1}^N \theta_{ij} \right], \quad (38)$$

где

$$\theta_{ij} = P_{ij} - P_{oij}; \quad (39)$$

$\theta_{ij}$  - разница в показаниях ваттметра 3 и поверяемой системы 1 (абсолютная погрешность измерений средней мощности оптического излучения), дБ;

$P_{0ij}$ ;  $P_{ij}$  - показания ваттметра 3 и поверяемой системы 1 при  $i$ -ом измерении в точке  $j$  (выраженные в дБм).

8.23.7 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника), минимальная чувствительность приемника соответствуют значениям, представленным в приложении В, а абсолютная погрешность измерений средней мощности оптического излучения не превышает  $\pm 2$  дБ.

## 8.24 Определение номинального значения тактовой частоты передатчика, расчет относительной погрешности тактовой частоты передатчика

8.24.1 Определение номинальных значений тактовых частот формируемых сигналов передатчика, расчет относительной погрешности тактовой частоты формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 19 для случая системы с модулем FTB-88100NGE и типом интерфейса CFP FTB-85960.



1 – поверяемая система;

2 – частотомер универсальный CNT-90XL и оптико-электронным преобразователем

Рисунок 19

8.24.2 Установить систему в режим генерации нефреймированного сигнала типа «все единицы» (1111).

8.24.3 Измерить значения частоты выходного сигнала системы при помощи частотомера CNT-90XL с опцией 40G в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

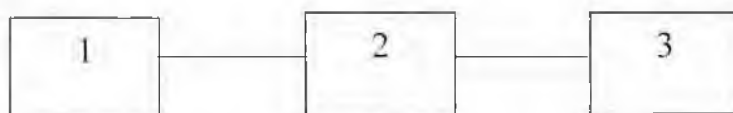
8.24.4 Рассчитать относительную погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов по формуле (40):

$$d_f = ((F_{\text{наст}} - F_{\text{зад}}) / F_{\text{наст}}), \quad (40)$$

где  $F_{\text{наст}}$  – измеренное частотомером значение частоты, Гц;

$F_{\text{зад}}$  – установленное значение частоты, Гц.

8.24.5 Определение номинальных значений тактовых частот формируемых сигналов передатчика, расчет относительной погрешности тактовой частоты формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 20 для случая системы с модулем FTB-88100NGE со всеми интерфейсами за исключением интерфейса CFP FTB-85960.



1 – поверяемая система;

2 – осциллограф 86100D с модулем 83496B;

3 – частотомер универсальный CNT-90XL

Рисунок 20



8.24.6 Установить систему в режим генерации сигнала с заданной тактовой частотой при использовании интерфейса типа SFP, SFP+, XFP. При использовании системы с интерфейсом типа CFP или CFP2 в зависимости от использованного в составе FTB-88100NGE оптического приемо-передающего модуля на выходе системы может присутствовать сигнал на 4-х или на 10 различных спектральных линиях. В процессе выполнения операций по настоящему пункту методики на выход прибора различные спектральные линии подаются поочередно. Далее для случая с использованием интерфейса типа CFP или CFP2 описывается процедура выполнения измерений для каждой спектральной линии.

8.24.7 Измерить значения частоты выходного сигнала системы при помощи частотомера CNT-90XL с опцией 40G в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.24.8 Рассчитать относительную погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов по формуле (40).

8.24.9 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если измеренное значение тактовой частоты передатчика и относительная погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов для случая поверки системы с модулем FTB-88100NGE и типом интерфейса CFP FTB-85960 находятся в диапазоне  $39,81312 \text{ ГГц} \pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

Для случая использования системы с модулем FTB-88100NGE со всеми интерфейсами за исключением интерфейса CFP FTB-85960, если измеренные значения тактовой частоты передатчика не превышают следующих значений:

1) с использованием интерфейса типа CFP или CFP2

Номинальные значения тактовых частот на одной спектральной линии в передающем и приемном каналах, ГГц

10,31250 для интерфейса CFP2-85974;

10,31250 / 11,18100 для интерфейса FTB-85951, FTB-85953, CFP2-85975, CFP2-85978;

25,78125 / 27,95249 для интерфейса FTB-85955, FTB-85958;

10,31250/10,75460/11,14270/11,14580 для интерфейса FTB-85956;

25,78125 для интерфейса FTB-85957

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

2) с использованием интерфейса типа SFP для SDH/OTN

Номинальные тактовые частоты передатчика:

51,84000 МГц для FTB-85910;

155,52000; 622,08000 МГц; 2,48832 ГГц для FTB-8190, FTB-8191, FTB-8192, FTB-8193.

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

3) с использованием интерфейса типа SFP+ для 10 Гбит/с

Номинальные тактовые частоты передатчика: 9953,0; 10312,5 МГц.

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

4) с использованием интерфейса типа SFP+ для 10 Гбит/с SDH

Номинальные тактовые частоты передатчика: 9953 МГц.

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

5) с использованием интерфейса типа XFP для 10 Гбит/с

Номинальные тактовые частоты передатчика: 9953,0; 10312,5 МГц.

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

б) с использованием интерфейса типа XFP для 10 Гбит/с SDH

Номинальные тактовые частоты передатчика: 9953 МГц.

Относительная погрешность тактовой частоты передатчика не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

### **8.25 Расчет сдвига тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика, расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала**

8.25.1 Определение сдвига тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика, расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала проводить по схеме, представленной на рисунке 20 для случая системы с модулем FTB-88100NGE и типом интерфейса CFP FTB-85960.

8.25.2 Установить систему в режим генерации нефреймированного сигнала типа «все единицы» (1111) и сдвиг тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика с шагом  $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ .

8.25.3 Измерить значения частот выходного сигнала системы при помощи частотомера CNT-90XL с опцией 40G в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.25.4 С выхода передатчика подать сигнал на вход приемника системы, измерить значение частоты формируемого сигнала, записать измеренное значение.

8.25.5 Провести серию измерений по п.п. 8.25.2 – 8.25.4 в диапазоне  $\pm 50 \cdot 10^{-6}$  с шагом  $10 \cdot 10^{-6}$  и  $- 10 \cdot 10^{-6}$  от номинального значения тактовых частот формируемых сигналов передатчика.

8.25.6 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты входного сигнала по формуле (41):

$$d_f = ((F_{\text{част}} - F_{a_{\text{прд}}}) / F_{\text{част}})^2, \quad (41)$$

где  $F_{\text{част}}$  – измеренное частотомером значение частоты, Гц;

$F_{a_{\text{прд}}}$  – установленное значение частоты, Гц.

8.25.7 Определение сдвига тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика, расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала проводить по схеме, представленной на рисунке 20, для случая системы с модулем FTB-88100NGE со всеми интерфейсами за исключением интерфейса CFP FTB-85960.

8.25.8 Установить систему в режим генерации сигнала с заданной тактовой частотой при использовании интерфейса типа SFP, SFP+, XFP и сдвиг тактовой частоты передатчика от номинальных тактовых частот передатчика с шагом  $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ . При использовании системы с интерфейсом типа CFP или CFP2 в зависимости от использованного в составе FTB-88100NGE оптического приемо-передающего модуля на выходе системы может присутствовать сигнал на 4-х или на 10 различных спектральных линиях. В процессе выполнения операций по настоящему пункту методики на выход прибора различные спектральные линии подаются поочередно. Далее для случая с использованием интерфейса типа CFP или CFP2 описывается процедура выполнения измерений для каждой спектральной линии.

8.25.9 Измерить значения частот выходного сигнала системы при помощи частотомера CNT-90XL с опцией 40G в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

8.25.10 С выхода передатчика подать сигнал на вход приемника системы, измерить значение частоты формируемого сигнала, записать измеренное значение.

8.25.11 Провести серию измерений по п.п. 8.25.8 – 8.25.10 в диапазоне  $\pm 50 \cdot 10^{-6}$  с шагом  $10 \cdot 10^{-6}$  и  $- 10 \cdot 10^{-6}$  от номинального значения тактовых частот формируемых сигналов передатчика.

8.25.12 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты входного сигнала по формуле (41).

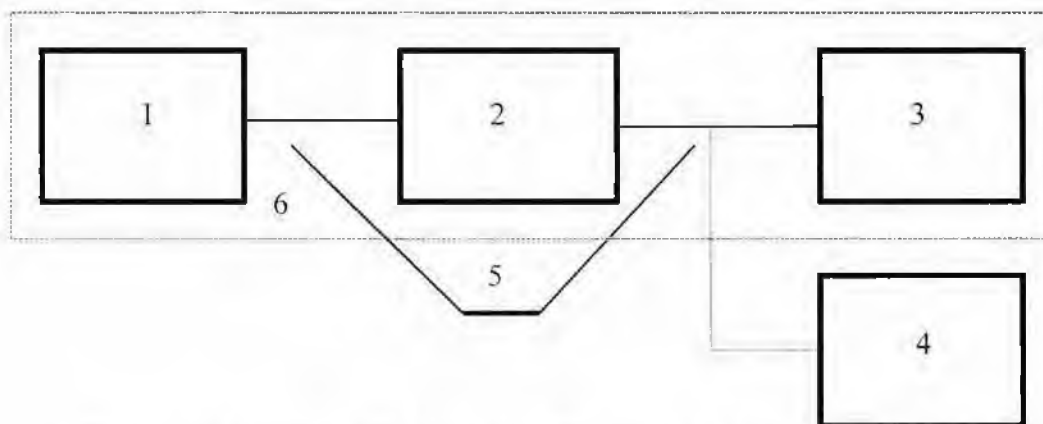
8.25.13 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение сдвига тактовой частоты передатчика от номинального значения тактовой частоты передатчика:  $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ , а относительная погрешность измерений частоты входного сигнала не превышает  $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ .

### Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-3930, встроенных измерителей средней мощности оптического излучения систем

#### 8.26 Определение диапазона измерений уровня оптической мощности; расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки

8.26.1 Определение диапазона измерений уровня оптической мощности и расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки проводят путем сличения системы с РЭСМ-ВС.

8.26.2 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 21.



Блок-схема установки для сличения ваттметра из состава РЭСМ-ВС, где 1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ-ВС с длинами волн 850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625 нм; 2 - аттенюатор оптический из состава РЭСМ-ВС; 3 - ваттметр из состава РЭСМ-ВС; 4 - поверяемая система; 5 - волоконно-оптический кабель; 6 - РЭСМ-ВС.

Рисунок 21

8.26.3 Переводят РЭСМ-ВС 6 и поверяемую систему 4 в режим измерений на длине волны 850 нм.

8.26.4 Выход оптического аттенюатора 2 подключают к входу ваттметра из состава РЭСМ-ВС 3 и регулировкой ослабления аттенюатора устанавливают на его выходе уровень мощности, равный максимально измеряемому исследуемой системой.

8.26.5 Проводят  $N$  ( $N = 5$ ) измерений уровня мощности последовательно ваттметром из состава РЭСМ-ВС 3 и поверяемой системой 4.

8.26.6 Повторяют операции по п.п. 8.26.4, 8.26.5, последовательно уменьшая уровень мощности (с шагом от 3 до 5 дБ), дойдя до минимально измеряемой исследуемой системой мощности.

8.26.7 Определяют среднее значение разницы показаний ваттметра из состава РЭСМ-ВС 3 и поверяемой системой 4 по формуле (42):

$$\theta_j = (1/N) \sum_{i=1}^N \theta_{ij}, \quad (42)$$

где 
$$\theta_{ij} = ((P_{ij} - P_{0ij}) / P_{ij}) \cdot 100\%; \quad (43)$$

$\theta_{ij}$  - разница в показаниях ваттметра из состава РЭСМ-ВС 3 и исследуемой системы 4, %;

$P_{0ij}$ ;  $P_{ij}$  - показания ваттметра из состава РЭСМ-ВС 3 и исследуемой системы 4 при  $i$ -ом измерении в точке  $j$ <sup>1)</sup>.

8.26.8 Определяют значение относительной погрешности  $\Delta_k$  на длине волны калибровки по формуле (44):

$$\Delta_k = 2 \sqrt{(\theta_1^2 + \theta_0^2)/3 + S_1^2}, \quad (44)$$

где  $\theta_1 = \max_j \{ |\theta_j| \}$ , ( $\theta_j$  выражено в %); (45)

$\theta_0$  - основная погрешность РЭСМ-ВС на длине волны калибровки (2,5 %);

$$S_1 = \max_j \left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^N (\theta_{ij} - \theta_j)^2 / (N - 1)} \right\}, \quad (46)$$

( $\theta_{ij}$ ;  $\theta_j$  - выражено в %).

Рассчитывают значение относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки в децибелах  $\Delta_{\text{кдБ}}$  по формуле (47):

$$\Delta_{\text{кдБ}} = 10 \cdot \lg(1 + \Delta_k/100), \quad (47)$$

8.26.9 Проводят операции по п.п. 8.26.3 – 8.26.8 на длинах волн 1300, 1310, 1490, 1550, 1625 нм.

8.26.10 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если - диапазон измерений уровня оптической мощности: от минус 60 до плюс 10 дБм в диапазоне длин волн от 800 до 1200 нм включительно и от минус 65 до плюс 10 дБм в диапазоне длин волн свыше 1200 до 1650 нм включительно, относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки

<sup>1)</sup> Выраженные в Вт

не превышает  $\pm \left( 0,3 + \frac{0,4}{A} \right)$  дБ, где  $A$  - измеренное значение мощности в  $\mu\text{Вт}$ :  $A = 10^{0,1P+6}$ ,

$P$  - уровень оптической мощности в дБм для моделей ФТВ-3932;

- диапазон измерений уровня оптической мощности: от минус 55 до плюс 20 дБм в диапазоне длин волн от 800 до 1650 нм включительно, относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки не

превышает  $\pm \left( 0,3 + \frac{12}{A} \right)$  дБ для моделей ФТВ-3932Х;

- диапазон измерений уровня оптической мощности: от минус 65 до плюс 6 дБм в диапазоне длин волн от 800 до 1200 нм включительно и от минус 70 до плюс 6 дБм в диапазоне длин волн свыше 1200 до 1650 нм включительно, относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки не

превышает  $\pm \left( 0,3 + \frac{0,2}{A} \right)$  дБ для моделей ФТВ-3933;

- диапазон измерений уровня оптической мощности: от минус 50 до плюс 27 дБм на длинах волн градуировки 850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625 нм, относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн граду-

ировки не превышает  $\pm \left( 0,3 + \frac{40}{A} \right)$  дБ, для встроенных измерителей средней мощности оптического излучения систем.

## 8.27 Определение диапазона длин волн исследуемого излучения

8.27.1 Проводят измерение относительной спектральной характеристики исследуемой системы в диапазоне от 800 до 1650 нм на установке для измерений относительных спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ-ВС. На исследуемой системе при измерениях сохраняется постоянное значение длины волны 1310 нм.

8.27.2 Определяют неравномерность спектральной характеристики  $\Theta_\lambda$  по формуле (48):

$$\Theta_\lambda = S_{\max} - S_{\min}, \quad (48)$$

где  $S_{\max}$  и  $S_{\min}$  - соответственно максимальное и минимальное значение относительной спектральной характеристики, выраженные в %.

8.27.3 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если полученное значение неравномерности спектральной характеристики в диапазоне от 800 до 1650 нм  $\Theta_\lambda$  не превышает 95 %.

## 8.28 Определение длин волн источника излучения

8.28.1 Проводят измерение длин волн источника излучения на установке для измерений относительных спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ-ВС.

8.281.2 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если длины волн излучения источника:

- для моделей ФТВ-3932, ФТВ-3932Х, ФТВ-3933  $1310 \pm 20, 1550 \pm 20$  нм;

- для моделей ФТВ-3932-4, ФТВ-3932Х-4, ФТВ-3933-4:  $1310 \pm 20, 1550 \pm 20, 1625 \pm 10$  нм;



- для моделей FTB-3932-5, FTB-3932X-5, FTB-3933-5:  $1310 \pm 20$ ,  $1490 \pm 10$ ,  $1550 \pm 20$  нм;

- для моделей FTB-3932-12C, FTB-3932X-12C, FTB-3933-12C, FTB-3932-12D, FTB-3932X-12D, FTB-3933-12D:  $850 \pm 25$ ,  $1325 \pm 25$ ,  $1310 \pm 20$ ,  $1550 \pm 20$  нм.

### 8.29 Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника

8.29.1 Проводят предварительный прогрев исследуемого источника на длине волны 1310 нм в течение 6 минут.

8.29.2 Подают оптическое излучение на той же длине волны от источника излучения на оптический вход ваттметра из состава РЭСМ-ВС с помощью волоконно-оптического кабеля.

8.29.3 Регистрируют показания ваттметра из состава РЭСМ-ВС в течение 15 минут с интервалом в 1 минуту и определяют нестабильность уровня мощности источника  $\theta_s$  по формуле (49):

$$\theta_s = P_{\max} - P_{\min} \quad (49)$$

где  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  – максимальное и минимальное значения мощности соответственно (выраженные в дБм), зарегистрированные за время измерений.

8.29.4 За уровень мощности источника излучения принимают значение  $P_{\min}$ .

8.29.5 Проводят операции по п.п. 8.29.1 – 8.29.4 для  $1490 \pm 10$ ,  $1550 \pm 20$ ,  $1625 \pm 10$ ,  $850 \pm 25$ ,  $1325 \pm 25$  нм (в зависимости от модели).

8.29.6 Результаты операции проверки считать удовлетворительными, если уровень мощности:

- для моделей FTB-3932, FTB-3932X, FTB-3933 не менее -1 дБм;

- для моделей FTB-3932-4, FTB-3932X-4, FTB-3933-4, FTB-3932-5, FTB-3932X-5, FTB-3933-5 не менее -7 дБм;

- для моделей FTB-3932-12C, FTB-3932X-12C, FTB-3933-12C не менее -27 дБм;

- для моделей FTB-3932-12D, FTB-3932X-12D, FTB-3933-12D не менее -21 дБм,

значение нестабильности уровня мощности излучения за 15 минут не превышает  $\pm 0,05$  дБ.

### 8.30 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь

8.30.1 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь проводят путем измерений с помощью исследуемой системы значений обратных потерь мер обратных потерь из состава Государственного рабочего эталона обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи информации в диапазоне от 5 до 50 дБ на длинах волн 1310 и 1550 нм.

8.30.2 Измеряют исследуемой системой значения уровня обратных потерь для каналов №№ 2, 3, 4, 5 меры 1310 нм согласно Руководству по эксплуатации системы, регистрируя соответствующие значения  $A_i$  ( $i = 2-5$ ).

8.30.3 Проводят операции по п. 8.30.2 еще 4 раза, регистрируя соответствующие значения  $A_{ij}$  ( $i = 2-5$  – номер канала меры,  $j = 1-5$  – номер измерений).

8.30.4 Определяют значение абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь  $\Delta_{ORL}$  по формуле (50):

$$\Delta_{ORL} = \max_{i=2-5} \left\{ \left| \sum_{j=1}^5 (A_{ij} - A_{mi}) / 5 \right| \right\} \quad (50)$$

где  $A_{mi}$  – значение обратных потерь для  $i$ -го канала меры обратных потерь (из документации на Государственном рабочем эталоне обратных потерь в волоконно-

### 8.30 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь

8.30.1 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь проводят путем измерений с помощью исследуемой системы значений обратных потерь мер обратных потерь из состава Государственного рабочего эталона обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи информации в диапазоне от 5 до 50 дБ на длинах волн 1310 и 1550 нм.

8.30.2 Измеряют исследуемой системой значения уровня обратных потерь для каналов №№ 2, 3, 4, 5 меры 1310 нм согласно Руководству по эксплуатации системы, регистрируя соответствующие значения  $A_i$  ( $i = 2-5$ ).

8.30.3 Проводят операции по п. 8.30.2 еще 4 раза, регистрируя соответствующие значения  $A_{ij}$  ( $i = 2-5$  – номер канала меры,  $j = 1-5$  – номер измерений).

8.30.4 Определяют значение абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь  $\Delta_{ORL}$  по формуле (50):

$$\Delta_{ORL} = \max_{i=2-5} \{ |\sum_{j=1}^5 A_{ij} - A_{Mi}| / 5 \} \quad (50)$$

где  $A_{Mi}$  – значение обратных потерь для  $i$ -го канала меры обратных потерь (из документации на Государственном рабочем эталоне обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи информации в диапазоне от 5 до 50 дБ на длинах волн 1310 и 1550 нм).

8.30.5 Проводят операции по п.п. 8.30.2 - 8.30.4 для длины волны 1550 нм.

8.30.6 Результаты операции поверки считать удовлетворительными, если для всех длин волн диапазон измерений обратных потерь составляет от 0 до 50 дБ, а полученное значение абсолютной погрешности измерений обратных потерь  $\Delta_{ORL}$  не превышает  $\pm 1$  дБ.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

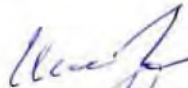
9.1 Результаты измерений и расчетов занести в протокол поверки (Приложение Г).

9.2 При положительных результатах поверки на систему выдается свидетельство установленного образца и наносится знак поверки (или делается отметка о поверке в формуляре (паспорте) в установленном порядке) в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 При отрицательных результатах поверки применение системы запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник сектора ФГУП «ВНИИОФИ»

Старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИОФИ»

 В. Е. Кравцов

И.Р. Фахуртдинов

Приложение А  
(Обязательное)

Таблица А.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серий FTB-7200x, FTBx-720C	FTB-7200D-023B	FTB-7200D-12CD-23B	FTB-7200D-12CD	FTBx-720C-SM1	FTBx-720C-SM2	FTBx-720C-Q1	FTBx-720C-Q1-QUAD
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) ± 20	(850/1300/1310/1550) ± 20	(850/1300) ± 20	(1310/1550) ± 20	(1310/1550) ± 20; 1625 ± 10 (с фильтром)	(850/1300) ± 20	(850/1300/1310/1550) ± 20
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов)*, дБ	При длительности импульса 20 мкс: 36 / 34	При длительности импульса 1 мкс (850 / 1300 нм): 27 / 26. При длительности импульса 20 мкс (1310 / 1550 нм): 36 / 34	При длительности импульса 1 мкс: 27 / 26	При длительности импульса 20 мкс: 34 / 33	При длительности импульса 20 мкс: 34 / 33 / 33	При длительности импульса 1 мкс: 25 / 27	При длительности импульса 1 мкс (850 / 1300 нм): 25 / 27. При длительности импульса 20 мкс (1310 / 1550 нм): 34 / 33

Продолжение таблицы А.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTB-7300x	FTB-7300E-023B	FTB-7300E-000-04B	FTB-7300E-034B	FTB-7300E-234B	FTB-7300E-236B	FTB-7300E-023B-04B	FTB-7300E-023B-08B
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) ± 20	1625 ± 10 (с фильтром)	1550 ± 20; 1625 ± 10	(1310/1550) ± 20 1625 ± 10	(1310/1550) ± 20 1490 ± 10	(1310/1550) ± 20 1625 ± 10 (с фильтром)	(1310/1550) ± 20 1650 ± 7 (с фильтром)
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс)*, дБ	39 / 37	39	37 / 39	39 / 37 / 39	39 / 37 / 35	39 / 37 / 39	39 / 37 / 37

Продолжение таблицы А.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серий FTB-7400х, FTB-7500х, FTB-7600х	FTB-7400E-0023B	FTB-7400E-0234B	FTB-7400E-2347B	FTB-7500E-0023B	FTB-7500E-0034B	FTB-7600E-023B	FTB-7600E-034B
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20; 1383 $\pm$ 1; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20;	1550 $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20	1550 $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс)*, дБ	42 /41	42 /41/41	42/41/40/41	45/45	45/45	50 /50	50 /48

Продолжение таблицы А.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTBх-730С	FTBх-730С-SM1	FTBх-730С-SM2	FTBх-730С-SM3	FTBх-730С-SM6	FTBх-730С-SM7	FTBх-730С-SM8
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	1650 $\pm$ 5 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20 1650 $\pm$ 5 (с фильтром)
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс)*, дБ	37 /36	37 /36 /37	37 /36 /37	37	37	37 /36 /37

Продолжение таблицы А.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTBx-735C, FTBx-740C, FTBx-750C	FTBx-735C- SM1	FTBx-735C- SM2	FTBx-735C- SM3	FTBx-735C- SM4	FTBx-740C- DWC	FTBx-750C- SM1	FTBx-750C- SM3
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1490/ 1550) $\pm$ 20	Перестраиваемые в диапазоне от 1528,77 до 1563,86	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20 1625 $\pm$ 10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс)*, дБ	40 / 39	40 / 39 / 39	40 / 39 / 39	40 / 39 / 39	40	44 / 44	43 / 43 / 43



Приложение Б  
(Обязательное)

Таблица Б.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серий FTB-7200x, FTBx-720C	FTB-7200D-023B	FTB-7200D-12CD-23B	FTB-7200D-12CD	FTBx-720C-SM1	FTBx-720C-SM2	FTBx-720C-Q1	FTBx-720C-Q1-QUAD
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(850/1300/1310/1550) $\pm$ 20	(850/1300) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(850/1300) $\pm$ 20	(850/1300/1310/1550) $\pm$ 20
Мертвая зона при измерении, м: - ослабления - положения неоднородности	4,5 / 5 1 / 1	3 / 4 / 4,5 / 5 1 / 1 / 1 / 1	3 / 4 1 / 1	3 / 3 0,7 / 0,7	3 / 3 / 3 0,7 / 0,7 / 0,7	3 / 3 0,6 / 0,6	3 / 3 / 3 / 3 0,6 / 0,6 / 0,7 / 0,7

Продолжение таблицы Б.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTB-7300x	FTB-7300E-023B	FTB-7300E-000-04B	FTB-7300E-034B	FTB-7300E-234B	FTB-7300E-236B	FTB-7300E-023B-04B	FTB-7300E-023B-08B
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	1550 $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20 1490 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20 1650 $\pm$ 7 (с фильтром)
Мертвая зона при измерении, м: - ослабления - положения неоднородности	4 / 4,5 0,8 / 0,8	4,5 0,8	4,5 / 4,5 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4,5 0,8 / 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4,5 0,8 / 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4,5 0,8 / 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4,5 0,8 / 0,8 / 0,8

Продолжение таблицы Б.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серий FTB-7400х, FTB-7500х, FTB-7600х	FTB-7400E-0023B	FTB-7400E-0234B	FTB-7400E-2347B	FTB-7500E-0023B	FTB-7500E-0034B	FTB-7600E-023B	FTB-7600E-034B
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20; 1383 $\pm$ 1; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20;	1550 $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1550) $\pm$ 20	1550 $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10
Мертвая зона при измерении, м: - ослабления - положения неоднородности	4 / 4,5 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4,5 0,8 / 0,8	4 / 4,5 / 4 / 4,5 0,8 / 0,8	4 / 4,5 0,8 / 0,8	4,5 / 4,5 0,8 / 0,8	5 / 5 1 / 1,5	5 / 5 1,5 / 1

Продолжение таблицы Б.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTBx-730C	FTBx-730C-SM1	FTBx-730C-SM2	FTBx-730C-SM3	FTBx-730C-SM6	FTBx-730C-SM7	FTBx-730C-SM8
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	1650 $\pm$ 5 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20 1650 $\pm$ 5 (с фильтром)
Мертвая зона при измерении, м: - ослабления - положения неоднородности	2,5 / 2,5 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6	2,5 0,6	2,5 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6

Продолжение таблицы Б.1

Модификация модуля оптического рефлектометра серии FTBx-735C, FTBx-740C, FTBx-750C	FTBx-735C-SM1	FTBx-735C-SM2	FTBx-735C-SM3	FTBx-735C-SM4	FTBx-740C-DWC	FTBx-750C-SM1	FTBx-750C-SM3
Рабочие длины волн, нм	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10 (с фильтром)	(1310/1550) $\pm$ 20; 1625 $\pm$ 10	(1310/1490/ 1550) $\pm$ 20	Перестраиваемые в диапазоне от 1528,77 до 1563,86	(1310/1550) $\pm$ 20	(1310/1550) $\pm$ 20 1625 $\pm$ 10
Мертвая зона при измерении, м: - ослабления - положения неоднородности	2,5 / 2,5 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6	4 0,8	2,5 / 2,5 0,6 / 0,6	2,5 / 2,5 / 2,5 0,6 / 0,6 / 0,6

Приложение В  
(Обязательное)

Таблица В.1 - Метрологические характеристики приемопередатчиков систем со сменными модулями анализатора цифровых линий связи FTB-8830NGE, FTBx-8870, FTBx-8880, FTB-88100NGE, FTBx-88200NGE (интерфейсы до 10 G)

Тип приемопередатчиков	Тип интерфейса	Номинальная рабочая длина волны, нм	Уровень выходной мощности передатчика, дБм	Диапазон изменений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника) либо минимальная чувствительность приемника, дБм
FTB-8190	STM-1	1310	от -20 до 0	от -23 до -10
	STM-4		от -5 до 0	от -22 до 0
	STM-16		от -5 до 0	от -18 до 0
	1000 BASE-LX		от -9 до -3	-22
FTB-8191	STM-1	1310	от -2 до +3	от -30 до -15
	STM-4		от -2 до +3	от -27 до -9
	STM-16		от -2 до +3	от -27 до -9
FTB-8192	STM-1	1550	от -2 до +3	от -30 до -15
	STM-4		от -2 до +3	от -29 до -9
	STM-16		от -2 до +3	от -28 до -9
	1000 BASE-ZX		от 0 до -5	-22
FTB-8193	STM-1	1550	от -5 до 0	от -23 до -10
	STM-4		от -5 до 0	от -22 до 0
	STM-16		от -5 до 0	от -18 до 0
FTB-85910	STM-0, 100 BASE-FX	1310	от -20 до -15	-31
FTB-85911	100 BASE-LX	1310	от -15 до -8	-28
FTB-8596	1000 BASE-BX10-D	на передаче 1490; на приеме 1310	от -9 до -3	-20
FTB-8597	1000 BASE-BX10-U	на передаче 1310; на приеме 1490	от -9 до -3	-20
FTB-8690	10G BASE-SR/ SW	850	от -5 до -1	от -11 до 0
FTB-8691	10G BASE-LR/ LW	1310	от -8 до 0	от -14 до 0
FTB-8692	10G BASE-ER/ EW	1550	от -4 до +4	от -15 до -1
FTB-8693	STM-	1310	от -6 до -1	от -11 до 0
FTB-8694	64/OTU2	1550	от -4 до +4	от -15 до -1

Тип приемопередатчиков	Тип интерфейса	Номинальная рабочая длина волны, нм	Уровень выходной мощности передатчика, дБм	Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника) либо минимальная чувствительность приемника, дБм
FTB-8695		1550	от 0 до +4	от -24 до -7
FTB-85900*	10GBASE-SR/SW	850	от -5 до -1	от -11 до 0
FTB-85901*	10G BASE-LR/LW	1550	от -6 до 0	от -12 до 0
FTB-85902*	10G BASE-ER/EW	1550	от -1 до +2	от -16 до -1
FTB-81900*	STM-	1310	от -6 до -1	от -13 до 0
FTB-81901*	64/OTU2	1550	от -1 до +2	от -15 до -1
FTB-81902*		1550	от 0 до +4	от -22 до -7

\* Интерфейс поддерживается только модулями FTB-8830NGE, FTB-88100NGE

Таблица В.2

Наименование характеристики	Значение
Система оптическая измерительная FTB-2 (Pro) при ее комплектовании модулем FTB-88100G	
Рабочий спектральный диапазон (в зависимости от оптического интерфейса), нм: - для FTB-85951, FTB-85953 - для FTB-85955, FTB-85958, CFP2-85975, CFP2-85978 - для FTB-85956 - для FTB-85960 - для CFP2-85974	от 1521,00 до 1597,00 от 1294,53 до 1310,19 от 1264,50 до 1337,50 от 1530,00 до 1565,00 от 840,00 до 860,00
Уровень выходной мощности на каждой спектральной линии, дБм: - для FTB-85951 - для FTB-85953 - для FTB-85955, FTB-85958 - для FTB-85956 - для FTB-85960 - для CFP2-85974 - для CFP2-85975 - для CFP2-85978	от -5,8 до +3,5 от -6,9 до +3,5 от -2,5 до +2,9 от -2,3 до +2,3 от 0 до +3,0 от -7,6 до -1,0 от -2,5 до +2,9 от -4,3 до +4,5
Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника) на каждой спектральной линии, дБм: - для FTB-85951 - для FTB-85953 - для FTB-85955 - для FTB-85956	от -10,8 до +3,5 от -9,5 до +3,5 от -10,3 до +4,5 от -13,7 до +2,3

Наименование характеристики	Значение
Система оптическая измерительная FTB-2 (Pro) при ее комплектовании модулем FTB-88100G	
- для FTB-85958	от -8,8 до +2,9
- для FTB-85960	от -7,0 до +3,0
- для CFP2-85974	от -9,5 до +2,4
- для CFP2-85975	от -2,5 до +2,9
- для CFP2-85978	от -10,6 до +4,5

Таблица В.3

Наименование характеристики	Значение
Система оптическая измерительная FTB-2 Pro при ее комплектовании модулем FTB-88100NGE, FTBx-88200NGE	
Рабочий спектральный диапазон (в зависимости от оптического интерфейса), нм: - для FTB-85951, FTB-85953 - для FTB-85955, FTB-85958, CFP2-85975, CFP2-85978 - для FTB-85956 - для FTB-85960 - для CFP2-85974	от 1521,00 до 1597,00 от 1294,53 до 1310,19 от 1264,50 до 1337,50 от 1530,00 до 1565,00 от 840,00 до 860,00
Уровень выходной мощности на каждой спектральной линии, дБм: - для FTB-85951 - для FTB-85953 - для FTB-85955, FTB-85958 - для FTB-85956 - для FTB-85960 - для CFP2-85974 - для CFP2-85975 - для CFP2-85978	от -5,8 до +3,5 от -6,9 до +3,5 от -2,5 до +2,9 от -2,3 до +2,3 от 0 до +3,0 от -7,6 до -1,0 от -2,5 до +2,9 от -4,3 до +4,5
Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника) на каждой спектральной линии, дБм: - для FTB-85951 - для FTB-85953 - для FTB-85955 - для FTB-85956 - для FTB-85958 - для FTB-85960 - для CFP2-85974 - для CFP2-85975 - для CFP2-85978	от -10,8 до +3,5 от -9,5 до +3,5 от -10,3 до +4,5 от -13,7 до +2,3 от -8,8 до +2,9 от -7,0 до +3,0 от -9,5 до +2,4 от -2,5 до +2,9 от -10,6 до +4,5



Приложение Г  
(Справочное)  
Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.**

**поверки средства измерений**

1. Общие данные о поверяемом средстве измерений

Наименование: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Дата изготовления: \_\_\_\_\_

Владелец: \_\_\_\_\_ ИНН \_\_\_\_\_

2. Результаты поверки

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)

3. Условия поверки:

- температура окружающей среды \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_
- атмосферное давление \_\_\_\_\_

Поверка проведена в соответствии с методикой поверки МП \_\_\_\_\_, утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» \_\_\_\_\_ 2016г.

По результатам поверки средство измерений признано пригодным / непригодным к применению в соответствии с ГОСТ 8.585-2013.

Срок очередной поверки: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Поверку проводил \_\_\_\_\_

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Выдал \_\_\_\_\_