


УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»




И.С. Филимонов
« 15 » января 2020 г.

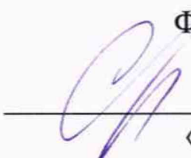
Государственная система обеспечения единства измерений

Системы оптические измерительные FTB-1v2 / FTB-1v2-PRO

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 004.Ф3-20

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
« 13 » января 2020 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»


В.Н. Крутиков
« 15 » января 2020 г.

г. Москва

2020 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы оптические измерительные FTB-1v2 / FTB-1v2-PRO (далее – системы), и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок.

Системы предназначены для измерений ослабления, длины (расстояния) до мест неоднородностей, оценки неоднородностей оптического кабеля, измерений длины волны и проведения анализа оптического спектра, 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 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодичес- кой 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-720C, FTB-720GV2, FTB-730C, FTB-730GV2, FTB-735C, FTB-740C-DWC, FTB-750C, 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	Определение приведенной погрешности измерений ослабления	8.7	Да	Да
8	Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности	8.8	Да	Нет
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-5235, FTBx-5235, FTBx-5245, FTBx-5255				
9	Определение диапазона и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны	8.9	Да	Да
10	Определение диапазона и пределов допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения	8.10	Да	Да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодичес- кой поверке
11	Определение разрешения по шкале длин волн	8.11	Да	Нет
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTV-870v2(Q) и FTVx-8870 (в части функционала E1/2M), FTV-880v2(Q), FTVx-8880, FTV-890(NGE), FTVx-88200NGE, FTVx-88260NGE (в части электрических интерфейсов PDH/SDH)				
12	Определение номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов	8.12	Да	Да
13	Определение допускаемых отклонений тактовых частот входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и расчет относительной погрешности измерений частоты	8.13	Да	Да
14	Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов	8.14	Да	Да
15	Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов	8.15	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTV-870v2(Q), FTVx-8870, FTV-880v2(Q), FTVx-8880, FTV-890(NGE), FTVx-88200NGE, FTVx-88260NGE (в части оптических интерфейсов)				
16	Определение рабочих длин волн оптического излучения	8.16	Да	Да
17	Определение уровня выходной мощности	8.17	Да	Да
18	Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения (рабочего диапазона уровня мощности), минимальной чувствительности приемника и расчет абсолютной погрешности измерений средней мощности оптического излучения	8.18	Да	Да
19	Определение номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты передатчика	8.19	Да	Да
20	Определение допускаемых отклонений тактовых частот передатчика относительно номинальных тактовых частот и расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала	8.20	Да	Да
Определение метрологических характеристик систем с модулями FTVx-940, FTVx-945, встроенных измерителей средней мощности оптического излучения систем				
21	Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки	8.21	Да	Да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодичес- кой поверке
22	Определение длин волн источника излучения	8.22	Да	Да
23	Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника	8.23	Да	Да
24	Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь	8.24	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 – Средства поверки

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, 8.10, 8.16 – 8.18, 8.21 – 8.23	Рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне значений от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (РЭСМ) по ГПС «Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862 Основные метрологические характеристики: Диапазон измерений средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 1 Вт. Диапазон длин волн исследуемого излучения: от 500 до 1700 нм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: в диапазоне от 10^{-10} до 10^{-2} Вт: $\pm 2\%$; в диапазоне от 10^{-7} до 1 Вт: $\pm 2\%$. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне: $\pm 5\%$.
8.5 – 8.8	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) по ГПС «Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862 Основные метрологические характеристики: Диапазон воспроизведения длины (расстояния) до мест неоднородностей в оптическом волокне от 0,06 до 600 км. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длины (расстояния) до мест неоднородностей

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
	в оптическом волокне: $\pm (0,15 + 5 \cdot 10^{-6} L)$ м, где L – воспроизводимая длина, м. Диапазон воспроизведения значений ослабления оптического излучения: от 0,5 до 20 дБ. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления оптического излучения: $\pm 0,015 \cdot A$ дБ, где A – измеряемое ослабление, дБ
8.14, 8.15	Осциллограф запоминающий цифровой WaveJet 352-A (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 40908-09) Основные метрологические характеристики: Полоса пропускания: 500 МГц. Диапазон коэффициента отклонения: от 2 мВ/дел до 10 В/дел (1 МОм), от 2 мВ/дел до 2 В/дел (50 Ом). Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения: $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U + 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot K_0 + 0,002)$ В, где U – измеряемое напряжение, В, K_0 – установленный коэффициент отклонения, В/дел
8.9, 8.11	Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации в диапазоне значений от 400 до 3400 нм (РЭДВ) по ГПС «Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862 Основные метрологические характеристики: Характеристики лазерных источников излучения из состава эталона: Номинальные значения длин волн: (633 ± 1) , (1150 ± 20) , (1550 ± 10) , (2330 ± 20) , (3390 ± 20) нм. Относительная погрешность определения длин волн лазерных источников излучения не более $7,0 \cdot 10^{-6}$ отн. ед. Номинальные значения длин волн: (850 ± 10) , (1310 ± 10) , (1550 ± 10) , (1625 ± 10) нм. Относительная погрешность определения средней мощности лазерных источников излучения не более 4,3 %. Характеристики газовых кювет из состава эталона: Номинальные длины волн линий поглощения HF кюветы: 1253,384, 1264,272, 1278,148, 1304,534, 1312,591, 1330,530 нм. Номинальные длины волн линий поглощения $H^{12}CN$ кюветы: 1519,846, 1526,305, 1530,513, 1535,236, 1542,885, 1549,776 нм. Номинальные длины волн линий поглощения ^{12}CO кюветы: 1563,094, 1568,038, 1580,830, 1589,242 нм. Номинальные длины волн линий поглощения ^{13}CO кюветы: 1600,964, 1606,159, 1615,826, 1624,189, 1643,321 нм. Относительная погрешность определения длин волн линий поглощения не более $2,0 \cdot 10^{-6}$ отн. ед. Характеристики Hg-Ag лампы, входящей в состав эталона: Номинальные длины волн эмиссионных линий Hg-Ag лампы: 404,656, 407,783, 435,833, 546,074, 576,960, 579,066 нм. Относительная погрешность определения длин волн эмиссионных линий не более $2,5 \cdot 10^{-4}$ отн. ед.
8.12, 8.13, 8.19, 8.20	Частотомер универсальный CNT-90XL (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 41567-09) 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 и времени измерения 200 мс: $2 \cdot 10^{-7}$ отн.ед.

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
8.13	Генератор импульсов Г5-85 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9453-88) 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
8.19	Осциллограф 86100D с модулем 83496B-101 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 58479-14) Основные метрологические характеристики: Диапазон входных данных: от 50 Мбит/с до 11,4 Гбит/с. Выходное напряжение восстановленного сигнала на передней панели: от 220 мВ до 1 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения временных интервалов с помощью курсоров $\pm (1+0,01 \cdot t)$ пс, где t – полученное значение временного интервала или 8 пс при $t < 8$ пс
8.24	Рабочий эталон обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи информации в диапазоне от 5 до 50 дБ на длинах волн 1310 и 1550 нм (РЭОП) по ГПС «Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862 Основные метрологические характеристики: Диапазон измерений обратных потерь: от 5 до 50 дБ. Длины волн калибровки (длины волн источника): (1310 ± 10) нм, (1550 ± 10) нм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений обратных потерь: $\pm 0,5$ дБ
8.9, 8.11	Вспомогательное оборудование: Перестраиваемые лазерные источники излучения: - диапазон воспроизводимых значений длин волн: от 1260 до 1650 нм

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

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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 на право проведения поверки по требуемым видам измерений, имеющий квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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 систему, в руководствах по эксплуатации на применяемые при поверке средства поверки.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25;
- относительная влажность, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 96 до 104 (от 720 до 780);
- параметры питания от сети переменного тока:
- напряжение питающей электросети, В от 215,6 до 224,4;
- частота, Гц от 49,5 до 50,5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- выдержать систему и средства поверки в условиях, указанных в пункте 6, 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 системы и средств поверки для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

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

8.1.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если отсутствуют механические повреждения и ослабления механических элементов конструкции, обозначения на системах четкие, разъемы чистые и исправные.

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 ее РЭ.

8.2.3 Система считается прошедшей операцию поверки, если не происходит отказа световых индикаторов, ошибок при запуске программного обеспечения (ПО) и в работе ПО при сканировании системы.

8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на систему. Для этого включают систему, выбирают в меню ПО строку «About».

8.3.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

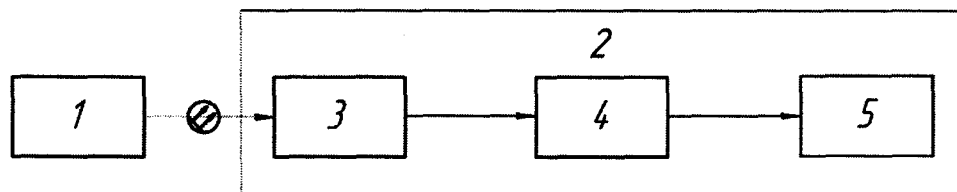
Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

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-720C, FTB-720GV2, FTB-730C, FTB-730GV2, FTB-735C, FTB-740C-DWC, FTB-750C, FTBx-720C, FTBx-730C, FTBx-735C, FTBx-740C, FTBx-750C

8.4 Определение рабочих длин волн оптического излучения

8.4.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 1.



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

Рисунок 1 – Установка для определения рабочих длин волн оптического излучения

8.4.2 Оптическим кабелем из состава РЭСМ соединить выходной разъем системы с входным разъемом СУ. На поверяемой системе 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 $\lambda_{p,i}$, нм, соответствующую максимальному значению сигнала. Операцию проводить не менее 3 раз. Определить среднее арифметическое значение регистрируемой длины волны с помощью соотношения:

$$\lambda_p = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{p,i}}{n}, \quad (1)$$

где n – количество измерений длины волны.

8.4.4 На поверяемой системе провести установку другой рабочей длины волны и выполнить операцию по пункту 8.4.3 (в случае проверки систем модификаций FTB-740C-DWC, FTBx-740C-DWC контролируются длины волн, соответствующие минимальному, максимальному и среднему значениям длин волн диапазона перестройки источника излучения поверяемой системы).

8.4.5 Система считается прошедшей операцию проверки, если значения рабочих длин волн оптического излучения систем находятся в пределах:

- (1310 ± 20); (1550 ± 20) нм для модификаций FTB-720C-SM1, FTBx-720C-SM1, FTB-720GV2-SM1, FTB-730C-SM1, FTB-730GV2-SM1, FTBx-730C-SM1, FTB-735C-SM1, FTBx-735C-SM1, FTB-750C-SM1, FTBx-750C-SM1;
- (850 ± 20); (1300 ± 20); (1310 ± 20); (1550 ± 20) нм для модификаций FTB-720C-Q1-QUAD, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-720GV2-Q1-QUAD;
- (850 ± 20); (1300 ± 20) нм для модификаций FTB-720C-Q1, FTBx-720C-Q1;
- (1310 ± 20); (1550 ± 20); (1625 ± 10) нм для модификаций FTB-720C-SM2, FTBx-720C-SM2, FTB-730C-SM2, FTB-730GV2-SM2, FTBx-730C-SM2, FTB-730C-SM3, FTBx-

730C-SM3, FTB-735C-SM2, FTBx-735C-SM2, FTB-735C-SM3, FTBx-735C-SM3, FTB-750C-SM3, FTBx-750C-SM3;

(1625 ± 10) нм для модификаций FTB-730C-SM6, FTBx-730C-SM6;

(1650 ± 5) нм для модификаций FTB-730C-SM7, FTBx-730C-SM7;

(1310 ± 20); (1550 ± 20); (1650 ± 5) нм для модификаций FTB-730C-SM8, FTB-730GV2-SM8, FTBx-730C-SM8;

- (1310 ± 20); (1490 ± 20); (1550 ± 20) нм для модификаций FTB-735C-SM4, FTBx-735C-SM4;

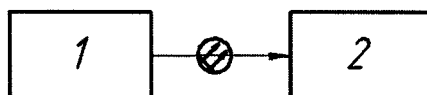
- перестраиваемые в диапазоне от 1527,99 до 1563,86 нм для модификации FTB-740C-DWC, FTBx-740C-DWC.

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 РЭДО 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 – проверяемая система; 2 – ОГ из состава РЭДО

Рисунок 2 – Установка для определения диапазона измерений длины и расчет абсолютной погрешности измерений длины

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 равным значению, показанном в меню ОГ. С помощью ОГ установить время задержки оптического импульса, соответствующее минимальному и максимальному значениям длины для каждого предела шкалы системы согласно описанию типа на систему. Измерить расстояние L , м, 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). При этом в меню ОГ и системы выставить минимальную длительность импульса, соответствующую расстоянию L , м.

8.5.3 Повторить измерения не менее пяти раз.

8.5.4 Рассчитать средние арифметические значения измеряемых длин \bar{L} , м, по формуле:

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (2)$$

где L_i – i -тое значение длины, м;

n – количество измерений.

8.5.5 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений длины проверяемой системой S , м, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}, \quad (3)$$

8.5.6 Определить границы систематической погрешности (СП) оценки длины без учета знака Θ , м, по формуле:

$$\Theta = |\Theta_1| + |\Theta_2|, \quad (4)$$

где Θ_1 – границы СП измерений длины поверяемой системой, м, определяемые как разность между средним арифметическим значением измеряемых длин \bar{L} , м, и значением длины по шкале ОГ L_0 , м;

Θ_2 – границы абсолютной погрешности воспроизведения длины ОГ, м, указанные в паспорте на РЭДО.

8.5.7 Определить для каждого значения длины границы абсолютной погрешности без учета знака Δ , м, (при доверительной вероятности $p = 0,95$) по формуле:

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta^2}{3} + S^2}, \quad (5)$$

За значение границ абсолютной погрешности измерений длины поверяемой системой без учета знака принимается максимальное из полученных значений абсолютной погрешности Δ , м.

8.5.8 Система считается прошедшей операцию поверки, если диапазоны измерений длин составляют:

- на длинах волн 850/1300 нм: от 0 до 0,1; от 0 до 0,25; от 0 до 0,5; 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 км для модификаций FTB-720C-Q1, FTBx-720C-Q1, FTB-720C-Q1-QUAD, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-720GV2-Q1-QUAD;

- 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-720C-SM1, FTBx-720C-SM1, FTB-720GV2-SM1, FTB-720C-SM2, FTBx-720C-SM1, FTB-720C-Q1-QUAD, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-720GV2-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-730C-SM1, FTB-730GV2-SM1, FTBx-730C-SM1, FTB-730C-SM2, FTB-730GV2-SM2, FTBx-730C-SM2, FTB-730C-SM3, FTBx-730C-SM3, FTB-730C-SM6, FTBx-730C-SM6, FTB-730C-SM7, FTBx-730C-SM7, FTB-730C-SM8, FTB-730GV2-SM8, FTBx-730C-SM8, FTB-735C-SM1, FTBx-735C-SM1, FTB-735C-SM2, FTBx-735C-SM2, FTB-735C-SM3, FTBx-735C-SM3, FTB-735C-SM4, FTBx-735C-SM4, FTB-740C-DWC, FTBx-740C-DWC, FTB-750C-SM1, FTBx-750C-SM1, FTB-750C-SM3, FTBx-750C-SM3;

и абсолютная погрешность измерений длины для всех модификаций не превышает значений $\Delta L = \pm (0,75 + 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot L + \delta)$ м, где L – измеряемая длина, м; δ – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м.

8.6 Определение динамического диапазона измерений ослабления

8.6.1 Подключить к поверяемой системе оптическое волокно из состава РЭДО. Установить следующие параметры системы:

- время усреднения 180 секунд;
- длительность импульса 1 мкс на длинах волн 850/1300 нм, 20 мкс на длинах волн 1310/1550 нм.

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. Операцию проводить не менее 3 раз. За динамический диапазон поверяемой системы принять меньшую из полученных величин.

8.6.3 Система считается прошедшей операцию поверки, если динамический диапазон измерений ослабления системы (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов) соответствует значениям, приведенным в приложении А.

8.7 Определение приведенной погрешности измерений ослабления

Определение приведенной 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 устанавливают 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 расстоянии от первого, соответствующем типовому коэффициенту ослабления оптического волокна для выбранной рабочей длины волны.

8.7.3 С помощью поверяемой системы определить поочередно значения ослаблений A , дБ, для каждого из установленных на ОГ значений ослабления для каждой длины волны. Измерения провести не менее $n=5$ раз.

8.7.4 Определить средние арифметические значения ослабления \bar{A} , дБ, по формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}, \quad (6)$$

где A_i – i -е значение ослабления, дБ.

8.7.5 Рассчитать СКО среднего арифметического результатов измерений ослабления S_A , дБ, по формуле:

$$S_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n \cdot (n - 1)}}. \quad (7)$$

8.7.6 Определить границы СП оценки ослабления без учета знака Θ_A , дБ, по формуле:

$$\Theta_A = |\Theta_{A_1}| + |\Theta_{A_2}|, \quad (8)$$

где Θ_{A_1} – границы СП измерений ослабления поверяемой системой, дБ, определяемые как разность между средним арифметическим значением ослабления \bar{A} , дБ, и значением ослабления, установленным на ОГ A_0 , дБ;

Θ_{A_2} – границы абсолютной погрешности установки ослабления с помощью ОГ, указанные в паспорте на РЭДО, дБ.

8.7.7 Определить границы абсолютной погрешностей измерений ослабления без учета знака Δ_A , дБ, (при доверительной вероятности $p = 0,95$) по формуле:

$$\Delta_A = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta_A^2}{3} + S_A^2}, \quad (9)$$

8.7.8 Определить значение приведенной погрешности измерений ослабления поверяемой системой δ_A , дБ/дБ, при измерениях ослабления A , дБ, по формуле:

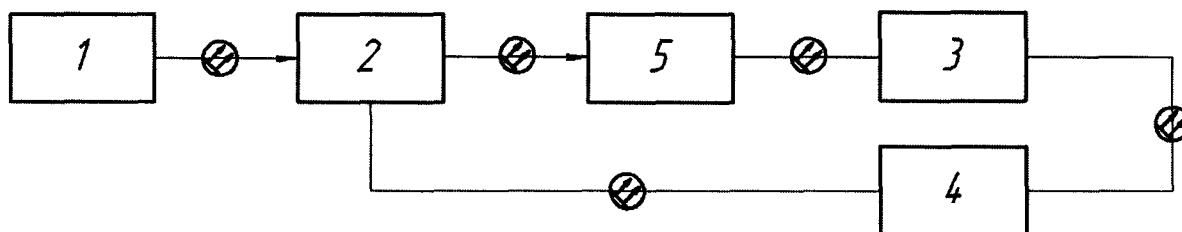
$$\delta_A = \frac{\Delta_A}{A} \quad (10)$$

За значение приведенной погрешности измерений ослабления поверяемой системой принимается максимальное из полученных значений приведенной погрешности δ_A , дБ/дБ.

8.7.9 Система считается прошедшей операцию поверки, если приведенная погрешность измерений ослабления системы 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 – проверяемая система; 2 – оптический ответвитель из состава РЭДО;
3 – оптическое волокно из состава РЭДО; 4 – оптический аттенюатор из состава РЭДО;
5 – оптический соединитель из состава РЭДО

Рисунок 3 – Установка для определения мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

8.8.2 Установить минимальную длительность зондирующего импульса системы, указанную в технической документации на проверяемую систему, и диапазон измерений по шкале длин от 0 до 10 км. С помощью аттенюатора установить значение ослабления, достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса (как правило, порядка 35 дБ). Отраженный импульс должен находиться 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. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину мертвой зоны при измерениях ослабления проверяемой системы определить в соответствии с формулой (1).

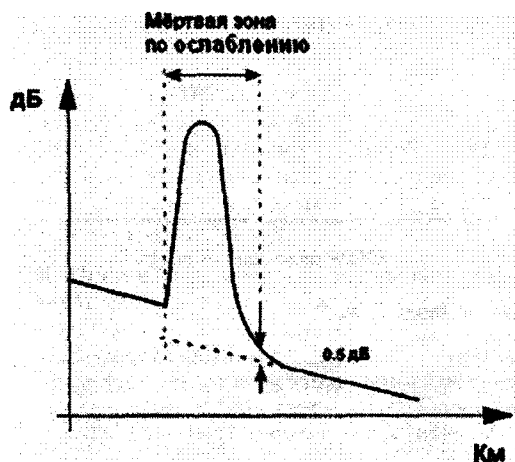


Рисунок 4 – Мертвая зона при измерениях ослабления

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. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину мертвой зоны при измерениях положения неоднородности проверяемой системы определить в соответствии с формулой (1).

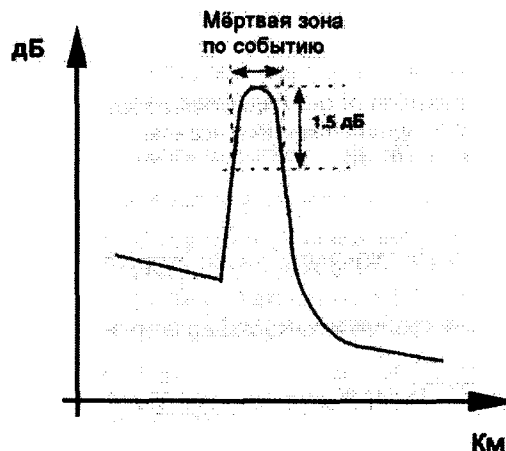


Рисунок 5 – Мертвая зона при измерениях положения неоднородности

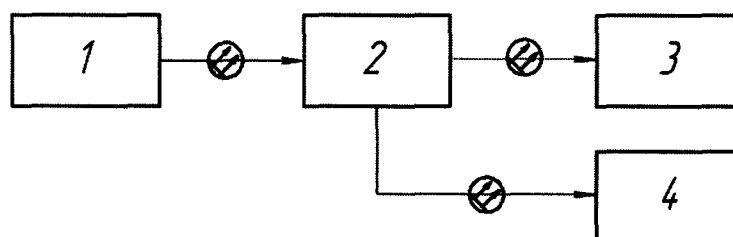
8.8.5 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения мертвых зон не превышают значений, указанных в Приложении Б.

Определение метрологических характеристик систем с модулями FTV-5235, FTVx-5235, FTVx-5245, FTVx-5255

8.9 Определение диапазона и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны

8.9.1 Диапазон измерений длины волны систем определяется путём измерений длины волны перестраиваемых источников излучения с предварительно измеренной текущей длиной волны с помощью измерителя длины волны WA-7600 из состава РЭДВ на его краях и в середине. Кроме того, для определения нижней границы диапазона измерений поверяемой системы (1250 нм) используется блок суперлюминесцентных диодов (СЛД) с кюветой HF из состава РЭДВ.

8.9.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 7. Произвести перестройку источника излучения на длину волны, соответствующую максимальному значению диапазона измерений длины волны поверяемой системы.



1 – перестраиваемые источники излучения; 2 – волоконно-оптический разветвитель 50%/50%; 3 – поверяемая система; 4 – измеритель длины волны WA-7600 из состава РЭДВ

Рисунок 7 – Установка для определения диапазона и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны

8.9.3 Провести не менее 5 измерений длины волны $\lambda_{i,j}$, нм, и $\lambda_{эт i,j}$, нм, полученных с помощью поверяемой системы и измерителя длины волны WA-7600 из состава РЭДВ соответственно.

8.9.4 Повторить пункт 8.9.3 настоящей методики для среднего значения диапазона измерений длины волны поверяемой системы.

8.9.5 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.



1 – блок СЛД с кюветой HF из состава РЭДВ; 2 – поверяемая система

Рисунок 8 – Установка для определения диапазона и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны

8.9.6 Провести не менее 5 измерений длины волны $\lambda_{i,j}$, нм, поверяемой системой пика поглощения кюветы HF из состава РЭДВ, соответствующего нижней границе диапазона измерений длины волны поверяемой системы.

8.9.7 Для полученных в пункте 8.10.3 с помощью измерителя длины волны WA-7600 из состава РЭДВ результатов измерений длин волн $\lambda_{эмi,j}$, нм, вычислить средние арифметические значения длин волн $\lambda_{эмсred,j}$, нм, по формуле:

$$\lambda_{эмсred,j} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{эмi,j}}{n}, \quad (11)$$

где i – номер измерения;

j – номер измеренной длины волны;

n – количество измерений длины волны.

8.9.8 Для полученных в пунктах 8.9.3, 8.9.4, 8.9.6 настоящей методики результатов измерений длины волны с помощью поверяемой системы $\lambda_{i,j}$, нм, вычислить средние арифметические значения длин волн $\lambda_{сred,j}$, нм, по формуле:

$$\lambda_{сred,j} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{i,j}}{n}. \quad (12)$$

8.9.9 Вычислить СКО среднего арифметического результатов измерений длины волны поверяемой системой $S_{\lambda,j}$, нм, по формуле:

$$S_{\lambda,j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\lambda_{i,j} - \lambda_{сred,j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (13)$$

8.9.10 Вычислить СКО среднего арифметического результатов измерений длины волны измерителем длины волны WA-7600 из состава РЭДВ $S_{эм\lambda,j}$, нм, по формуле:

$$S_{эм\lambda,j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\lambda_{эмi,j} - \lambda_{эмсred,j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (14)$$

8.9.11 Определить границы СП оценки длины волны без учета знака $\Theta_{\lambda,j}$, нм, по формуле:

$$\Theta_{\lambda,j} = |\Theta_{\lambda1,j}| + |\Theta_{\lambda2,j}|, \quad (15)$$

где $\Theta_{\lambda1,j}$ – границы СП измерений длины волны поверяемой системой, нм, определяемые как разность между средним арифметическим значением длин волн $\lambda_{сred,j}$, нм, и эталонным значением длины волны источника, $\lambda_{эмсred,j}$, нм, (среднее значение длины волны, измеренное с помощью измерителя длины волны WA-7600 из состава РЭДВ или длина волны пика поглощения кюветы HF из состава РЭДВ, указанная в паспорте на РЭДВ).

$\Theta_{\lambda2,j}$ – границы абсолютной погрешности определения длин волн составной части РЭДВ, нм, (измеритель длин волн WA-7600 или пика поглощения кюветы HF с СЛД), указанные в паспорте на РЭДВ.

8.9.12 Определить границы абсолютной погрешности измерений длины волны поверяемой системой без учета знака $\Delta\lambda_j$, нм, (для доверительной вероятности $P = 0,95$) по формуле:

$$\Delta\lambda_j = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{\lambda-j}^2}{3} + S_{\lambda-j}^2 + S_{\Delta m_{\lambda-j}}^2}, \quad (16)$$

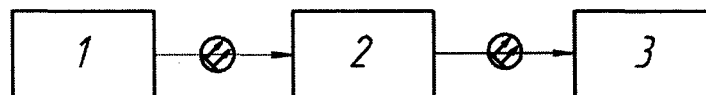
За значение абсолютной погрешности измерений длины волны поверяемой системой принимается максимальное из полученных значений абсолютной погрешности измерений длины волны поверяемой системой $\Delta\lambda_j$, нм.

8.9.13 Система считается прошедшей операцию поверки, если диапазон измерений длины волны составляет от 1250 до 1650 нм, а абсолютная погрешность измерений длины волны не превышает $\pm 0,060$ нм для модификаций ФТВ-5235, ФТВх-5235, $\pm 0,050$ нм для модификации ФТВх-5245, $\pm 0,025$ нм для модификации ФТВх-5255 в диапазоне измерений от 1520 до 1610 нм; $\pm 0,100$ нм для модификаций ФТВ-5235, ФТВх-5235, ФТВх-5245, $\pm 0,050$ нм для модификации ФТВх-5255 в диапазоне измерений от 1250 до 1650 нм.

8.10 Определение диапазона и пределов допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения

8.10.1 Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения поверяемой системы определяется путём измерений уровня средней мощности перестраиваемых источников излучения с предварительно измеренным уровнем средней мощности с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ на краях и в середине диапазона. Кроме того, измерения производятся во всем спектральном диапазоне поверяемой системы путем перестройки по длине волны лазерных источников излучения.

8.10.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 9. Выбрать значение ослабления, вносимого с помощью перестраиваемого оптического аттенуатора из состава РЭСМ, при котором уровень средней мощности оптического излучения на измерителе мощности из состава РЭСМ соответствует максимальному значению диапазона измерений уровня средней мощности поверяемой системы. Зафиксировать на аттенуаторе значение полученного ослабления. Произвести перестройку источников излучения на длины волн, соответствующие краям и середине диапазона измерений длины волны поверяемой системы. Провести измерения спектра лазерных источников согласно РЭ поверяемой системы.



1 – перестраиваемые источники излучения; 2 – перестраиваемый оптический аттенуатор из состава РЭСМ; 3 – измеритель мощности из состава РЭСМ

Рисунок 9 – Установка для определения диапазона и пределов допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения

8.10.3 Провести не менее 5 измерений уровня средней мощности $P_{дБм_эт_{i,j}}$, дБм, с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ согласно его РЭ.

8.10.4 Собрать схему, приведенную на рисунке 9, заменив измеритель мощности из состава РЭСМ на поверяемую систему.

8.10.5 Провести не менее 5 измерений уровня средней мощности $P_{дБм_{i,j}}$, дБм, с помощью поверяемой системы.

8.10.6 Повторить пункты 8.10.3 – 8.10.5 настоящей методики для минимального и среднего значений диапазона измерений уровня средней мощности поверяемой системы.

8.10.7 Для корректности расчетов результаты измерений, полученные с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ $P_{дБм_эт_{i,j}}$, дБм, и поверяемой системой $P_{дБм_{i,j}}$, дБм, перевести из дБм в мкВт с помощью соотношения:

$$P = 1000 \cdot 10^{\frac{P_{\text{дБм}}}{10}}, \quad (17)$$

где $P_{\text{дБм}}$ – измеренный уровень средней мощности, дБм.

8.10.8 Для полученных в пункте 8.10.7 результатов измерений средней мощности $P_{\text{эм}i,j}$, мкВт, и $P_{i,j}$, мкВт, вычислить средние арифметические значения средней мощности $P_{\text{эм}сред,j}$, мкВт, и $P_{\text{сред},j}$, мкВт, по формулам:

$$P_{\text{эм}сред,j} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{эм}i,j}}{n}; \quad (18)$$

$$P_{\text{сред},j} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i,j}}{n}, \quad (19)$$

где i – номер измерения;

j – номер лазерного источника излучения;

n – количество измерений уровня средней мощности.

8.10.9 Вычислить СКО среднего арифметического результатов измерений средней мощности с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ $S_{P_{\text{эм}j}}$, мкВт, и поверяемой системой S_{P_j} , мкВт, по формулам:

$$S_{P_{\text{эм}j}} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (P_{\text{эм}i,j} - P_{\text{эм}сред,j})^2}; \quad (20)$$

$$S_{P_j} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (P_{i,j} - P_{\text{сред},j})^2}. \quad (21)$$

8.10.10 Вычислить границы СП оценки средней мощности без учета знака Θ_{P_j} , мкВт, по формуле:

$$\Theta_{P_j} = |\Theta_{P1_j}| + |\Theta_{P2_j}|, \quad (22)$$

где Θ_{P1_j} – границы СП измерений средней мощности поверяемой системой, мкВт, определяемые как разность между средними арифметическими значениями средней мощности $P_{\text{сред},j}$, мкВт, и $P_{\text{эм}сред,j}$, мкВт.

Θ_{P2_j} – границы абсолютной погрешности РЭСМ без учета знака, вычисляемые по формуле:

$$\Theta_{P2_j} = \delta_{\text{эм}} \cdot P_{\text{эм}сред,j}, \quad (23)$$

где $\delta_{\text{эм}}$ – границы относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения, указанные в паспорте на РЭСМ.

8.10.11 Вычислить абсолютные погрешности измерений средней мощности поверяемой системой Δ_{P_j} , мкВт, по формуле:

$$\Delta_{P_j} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{P_j}^2}{3} + S_{P_{\text{эм}j}}^2 + S_{P_j}^2}, \quad (24)$$

8.10.12 Вычислить относительные погрешности измерений уровня средней мощности поверяемой системой δ_{P_j} , дБ, по формуле:

$$\delta_{P_j} = 10 \cdot \lg \left(1 + \frac{\Delta_{P_j}}{P_{\text{сред},j}} \right). \quad (25)$$

За значение относительной погрешности измерений средней мощности поверяемой системой принимается максимальное из полученных значений относительной погрешности δ_{P_j} , дБ.

8.10.13 Система считается прошедшей операцию поверки, если диапазон измерений уровня средней мощности составляет от минус 65 до плюс 18 дБм для всех модификаций, а относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения

не превышает $\pm 0,6$ дБ для модификаций FTB-5235, FTBx-5235 в диапазоне измерений от 1300 до 1590 нм; $\pm 0,5$ дБ для модификаций FTBx-5245, FTBx-5255 в диапазоне измерений от 1300 до 1590 нм; $\pm 3,0$ дБ для всех модификаций в диапазоне измерений от 1250 до 1650 нм.

8.11 Определение разрешения по шкале длин волн

8.11.1 Определение разрешения по шкале длин волн проводят с помощью перестраиваемых лазеров, полуширина спектральных линий которых на порядки меньше аппаратной функции поверяемой системы.

8.11.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 7. Произвести перестройку источников излучения на длины волн, соответствующие значениям шкалы разрешения поверяемой системы.

8.11.3 Провести измерения спектра лазерных источников согласно РЭ поверяемой системы. Измерить полуширину полученного спектра лазера с помощью маркеров, один из которых поместить на передний фронт, а другой на задний фронт спектральной кривой лазера по уровню минус 3 дБ от максимума, а затем вычислить разность между положениями маркеров $\Delta\lambda_j$, нм. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину разрешения по шкале длин волн поверяемой системы определить в соответствии с формулой (1).

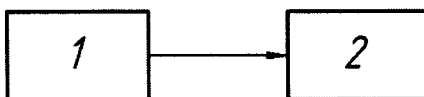
8.11.4 Повторить операции согласно пунктам 8.11.2 и 8.11.3 для всех значений шкалы разрешения поверяемой системы.

8.11.5 Система считается прошедшей операцию проверки, если максимальная разрешающая способность по шкале длин волн не более 0,100 нм для модификаций FTB-5235, FTBx-5235, FTBx-5245, FTBx-5255 в диапазоне измерений от 1250 до 1650 нм; не более 0,065 нм для модификаций FTBx-5245 и не более 0,035 нм для модификаций FTBx-5255 в диапазоне измерений от 1300 до 1590 нм; не более 0,020 нм для модификаций FTBx-5255 в диапазоне измерений от 1300 до 1590 нм в режиме высокого разрешения.

Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-870v2(Q) и FTBx-8870 (в части функционала E1/2M), FTB-880v2(Q), FTBx-8880, FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE, FTBx-88260NGE (в части электрических интерфейсов PDH/SDH)

8.12 Определение номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов

8.12.1 Определение номинальных значений тактовой частоты формируемых сигналов и расчет относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 10.



1 – поверяемая система; 2 – частотомер универсальный CNT-90XL (далее по тексту – частотомер)

Рисунок 10 – Установка для определения номинальных значений тактовой частоты формируемых сигналов

8.12.2 Установить систему в режим формирования сигналов типа E1 с частотой $F_{a_прд}$, Гц, на интерфейсе E1/2M (RJ-48C) в соответствии с РЭ на поверяемую систему.

8.12.3 Измерить значения частоты выходного сигнала системы $F_{част_i}$, Гц, при помощи частотомера в соответствии с РЭ на него. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину частоты $F_{част}$, Гц, определить в соответствии с формулой (1).

8.12.4 Рассчитать относительную погрешность установки тактовой частоты формируемых сигналов d_f , отн. ед., по формуле:

$$d_F = (|F_{\text{част}} - F_{\text{д. прд}}| / F_{\text{част}}), \quad (26)$$

8.12.5 Повторить пункты 8.13.2 – 8.13.4 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.

8.12.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения тактовой частоты формируемых сигналов соответствуют следующим значениям:

- E1/2M (RJ-48C), E1/2M (BNC)	(2,048000 ± 0,000009) МГц
- E3/34M	(34,368000 ± 0,000158) МГц
- STM-0e/52M	(51,840000 ± 0,000238) МГц
- E4/140M	(139,264000 ± 0,000641) МГц
- STM-1e/155M	(155,520000 ± 0,000715) МГц
- 10 Base-T	(10,000000 ± 0,000046) МГц
- 100 Base-T	(125,000000 ± 0,000575) МГц
- 1000 Base-T	(1000,000000 ± 0,004600) МГц

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

8.13 Определение допускаемых отклонений тактовых частот входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и расчет относительной погрешности измерений частоты

8.13.1 Расчет отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика и относительной погрешности измерений частоты проводить по схеме, представленной на рисунке 11.



1 – генератор импульсов Г5-85 (далее по тексту – генератор); 2 – частотомер универсальный CNT-90XL

Рисунок 11 – Установка для определения допускаемых отклонений тактовой частоты входного сигнала относительно номинальных тактовых частот передатчика

8.13.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 11. Установить на генераторе номинальную частоту выходного сигнала $f_{\text{ном}}$, МГц, равную 2,048 МГц (номинальное значение тактовой частоты для интерфейса E1), измерить частоту входного сигнала $F_{\text{чном}_i}$, МГц, с помощью частотомера.

8.13.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 11, заменив частотомер на поверяемую систему. Аналогично пункту 8.13.2 установить на генераторе частоту выходного сигнала 2,048 МГц, измерить частоту входного сигнала $F_{\text{чном}_i}$, МГц, с помощью поверяемой системы.

8.13.4 Операции 8.13.2 – 8.13.3 проводить не менее 3 раз. Величину частот $F_{\text{чном}}$, МГц, и $F_{\text{чном}_i}$, МГц, определить в соответствии с формулой (1).

8.13.5 Установить на генераторе предельную частоту, при которой поверяемая система сможет производить измерения частоты сигнала. Собрать схему, приведенную на рисунке 11, измерить частоту входного сигнала $F_{\text{чпред}_i}$, МГц, с помощью частотомера. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину частоты входного сигнала $F_{\text{чпред}}$, МГц, определить в соответствии с формулой (1).

8.13.6 Произвести расчет допускаемого отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальной тактовой частоты передатчика $\delta F_{\text{измE1}}$, отн. ед., по формуле:

$$\delta F_{\text{измЕ1}} = (|F_{\text{чпред}} - F_{\text{чном}}| / F_{\text{част}}), \quad (27)$$

где $F_{\text{част}}$ – тактовая частота выходного сигнала поверяемой системы, МГц, определенная в пункте 8.12.3 настоящей методики.

8.13.7 Произвести расчет максимально допустимого значения тактовой частоты на входе системы $F_{\text{устmax}}$, МГц, для данного типа интерфейса по формуле:

$$F_{\text{устmax}} = f_{\text{ном}} + (f_{\text{ном}} \cdot \delta F_{\text{измЕ1}}), \quad (28)$$

Установить на генераторе рассчитанное значение частоты $F_{\text{устmax}}$, МГц, и поочередно подать данный сигнал с генератора на поверяемую систему и частотомер согласно пунктам 8.13.3 и 8.13.2 соответственно, измерив частоту входного сигнала $F_{\text{исimax}_i}$, МГц, и $F_{\text{чимax}_i}$, МГц. Операцию проводить не менее 3 раз. Величины частот входного сигнала $F_{\text{исimax}}$, МГц, и $F_{\text{чимax}}$, МГц, определить в соответствии с формулой (1).

8.13.8 Произвести расчет минимально допустимого значения тактовой частоты на входе системы $F_{\text{устmin}}$, МГц, для данного типа интерфейса по формуле:

$$F_{\text{устmin}} = f_{\text{ном}} - (f_{\text{ном}} \cdot \delta F_{\text{измЕ1}}), \quad (29)$$

Установить на генераторе рассчитанное значение частоты $F_{\text{устmin}}$, МГц, и поочередно подать данный сигнал с генератора на поверяемую систему и частотомер согласно пунктам 8.13.3 и 8.13.2 соответственно, измерив частоту входного сигнала $F_{\text{исimin}_i}$, МГц, и $F_{\text{чимin}_i}$, МГц. Операцию проводить не менее 3 раз. Величины частот входного сигнала $F_{\text{исimin}}$, МГц, и $F_{\text{чимin}}$, МГц, определить в соответствии с формулой (1).

8.13.9 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты для данного типа интерфейса (Е1) $\Delta F_{\text{измЕ1}}$, отн. ед., по формуле:

$$\Delta F_{\text{измЕ1}} = \max\left[\frac{(F_{\text{чном}} - F_{\text{исном}})}{F_{\text{исном}}}; \frac{(F_{\text{чимax}} - F_{\text{исimax}})}{F_{\text{чимax}}}; \frac{(F_{\text{чимin}} - F_{\text{исimin}})}{F_{\text{чимin}}}\right]. \quad (30)$$

8.13.10 Провести операции согласно пунктам 8.14.1 – 8.14.9 для следующих типов интерфейсов: Е3/34М, STM-0e/52М, Е4/140М, STM-1e/155М. Номинальные частоты выходного сигнала $f_{\text{ном}}$, МГц, для каждого из интерфейсов приведены в писании типа на поверяемую систему.

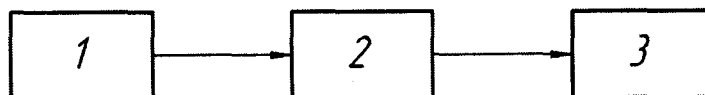
8.13.11 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты системы по формуле:

$$\Delta F_{\text{изм}} = \max[\Delta F_{\text{измЕ1}}; \Delta F_{\text{измЕ3}}; \Delta F_{\text{измSTM-0e}}; \Delta F_{\text{измЕ4}}; \Delta F_{\text{измSTM-1e}}]. \quad (31)$$

8.13.12 Система считается прошедшей операцию проверки, если допускаемые отклонения тактовой частоты входного сигнала относительно номинальной тактовой частоты передатчика не превышают $100 \cdot 10^{-6}$ отн. ед., а относительная погрешность измерений частоты не превышает $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ отн. ед.

8.14 Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов

8.14.1 Определение номинальных значений амплитуды формируемых сигналов и расчет отклонения установки амплитуды формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 12.



1 – поверяемая система; 2 – согласующая схема 75/50 Ом (120/50 Ом – для сигналов Е1/2М (RJ-48C)) из состава осциллографа запоминающего цифрового WaveJet 352-A; 3 – осциллограф запоминающий цифровой WaveJet 352-A (далее по тексту – осциллограф цифровой)

Рисунок 12 – Установка для определения номинальных значений амплитуды формируемых сигналов

8.14.2 Измерения проводить на разъеме «OUT» системы.

8.14.3 Установить систему в режим формирования сигналов типа Е1 в соответствии с РЭ поверяемой системы.

8.14.4 Измерить значения амплитуды формируемого сигнала $U_{изм_i}$, В, при помощи цифрового осциллографа в соответствии с РЭ на него. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину амплитуды формируемого сигнала $U_{изм}$, В, определить в соответствии с формулой (1).

8.14.5 Отклонение амплитуды формируемых сигналов рассчитать по формуле:

$$\Delta_u = ((U_{изм} - U_{ном}) / U_{ном}) \cdot 100 \%, \quad (32)$$

где $U_{ном}$ – 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.

8.14.6 Повторить операции пунктов 8.15.1 – 8.15.5 настоящей методики для следующих типов формируемых сигналов: E3/34M, E4/140M, STM-1e/155M.

8.14.7 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения амплитуды импульсов формируемых сигналов соответствуют следующим значениям:

- E1/2M (RJ-48C)	3,00 В ± 10 %
- E1/2M (BNC)	2,37 В ± 10 %
- E3/34M, E4/140M	1,00 В ± 10 %
- STM-1e/155M	0,50 В ± 10 %

8.15 Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов

8.15.1 Определение номинальных значений длительности формируемых сигналов и расчет отклонения установки длительности формируемых сигналов проводить по схеме, представленной на рисунке 12.

8.15.2 Измерения проводить на разъеме «OUT» системы.

8.15.3 Установить систему в режим формирования сигналов типа E1/2M (RJ-48C) в соответствии с РЭ поверяемой системы.

8.15.4 Измерить значения длительности формируемых сигналов $D_{\tau_изм_i}$, нс, при помощи цифрового осциллографа в соответствии с РЭ на него. Операцию проводить не менее 3 раз. Величину длительности формируемых сигналов $D_{\tau_изм}$, нс, определить в соответствии с формулой (1).

8.15.5 Отклонение установки длительности формируемых сигналов рассчитать по формуле:

$$\Delta_D = D_{\tau_изм} - D_{\tau_ном}, \quad (33)$$

где $D_{\tau_ном}$ – 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.

8.15.6 Повторить пункты 8.15.2 – 8.15.5 для следующих типов формируемых сигналов: E1/2M (BNC), E3/34M, E4/140M, STM-1e/155M.

8.15.7 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения длительности формируемых сигналов соответствуют следующим значениям, в зависимости от типа формируемого сигнала:

- E1/2M (RJ-48C), E1/2M (BNC)	(244,000 ± 25,000) нс
- E3/34M	(14,550 ± 2,450) нс
- E4/140M	(3,590 ± 0,100) нс
- STM-1e/155M	(3,216 ± 0,100) нс

Определение метрологических характеристик систем с модулями FTB-870v2(Q), FTBx-8870, FTB-880v2(Q), FTBx-8880, FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE, FTBx-88260NGE (в части оптических интерфейсов)

8.16 Определение рабочих длин волн оптического излучения

8.16.1 Определение рабочих длин волн оптического излучения проводить в соответствии с пунктами 8.4.1 – 8.4.4 настоящей методики.

8.16.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения рабочих длин волн оптического излучения системы соответствуют значениям, представленным в приложении В.

8.17 Определение уровня выходной мощности

8.17.1 Провести предварительный прогрев исследуемого источника системы на соответствующей длине волны в течение 15 минут.

8.17.2 Подать оптическое излучение от источника излучения на оптический вход ваттметра из состава РЭСМ с помощью волоконно-оптического кабеля.

8.17.3 Для системы с модулем FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE или FTBx-88260NGE с использованием интерфейса типа CFP4, QSFP28 или QSFP+ проводят измерения для каждой спектральной линии. Выбор той или иной спектральной линии провести в соответствующем меню поверяемой системы.

8.17.4 Регистрировать показания ваттметра из состава РЭСМ $P_{срмВт_i}$, мВт. Операцию проводить не менее 3 раз с интервалом в 1 минуту. Значение выходной мощности $P_{срмВт}$, мВт, определить соответствии с формулой (1).

8.17.5 За уровень выходной мощности излучения источника поверяемой системы принимают значение $P_{срдБм}$, дБм, по формуле:

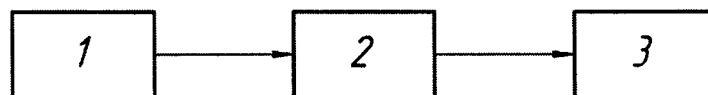
$$P_{срдБм} = 10 \cdot \text{Log}_{10}(P_{срмВт}) \quad (34)$$

8.17.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если значение уровня выходной мощности находится в пределах, указанных в приложении В.

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

8.18.1 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения (рабочего диапазона уровня мощности) и минимальной чувствительности приемника проводится путем сличения с РЭСМ.

8.18.2 Собрать установку согласно схеме, приведенной на рисунке 13.



1 – передатчик поверяемой системы; 2 – аттенюатор из состава РЭСМ (далее – аттенюатор); 3 – приемник поверяемой системы

Рисунок 13 – Установка для определения номинальных значений амплитуды формируемых сигналов

8.18.3 Подключить передатчик поверяемой системы с помощью оптического кабеля на вход аттенюатора. Далее оптическое излучение с выхода аттенюатора поочередно подключить к приемнику системы и измерителю оптической мощности из состава РЭСМ, снимая при этом показания средней мощности $P_{пр_max_i}$ и $P_{эт_max_i}$, дБм, соответственно. Операцию проводить не менее 3 раз.

8.18.4 Повторить операции согласно пункту 8.18.3, последовательно уменьшая уровень мощности передатчика поверяемой системы с помощью аттенюатора (с шагом от 2 до 3 дБ), дойдя до минимально измеряемой приемником поверяемой системы мощности

(минимальной чувствительности приемника), приведенной в описании типа на нее, сняв при этом показания средней мощности $P_{пр_min\ i}$ и $P_{эт_min\ i}$, дБм.

8.18.5 Определить абсолютную погрешность измерений средней мощности оптического излучения по формуле:

$$\theta_j = \max[\theta_{ij}], \quad (35)$$

где θ_{ij} – разница показаний измерителя оптической мощности из состава РЭСМ и поверяемой системы, дБ, определяемая по формуле:

$$\theta_{ij} = |P_{пр_ij} - P_{эт_ij}|; \quad (36)$$

8.18.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если полученные значения P_{max} и P_{min} , дБм, соответствуют максимальному и минимальному значениям диапазона измерений средней мощности оптического излучения приемника поверяемой системы (рабочий диапазон уровня мощности приемника) соответственно или P_{min} , дБм, соответствует минимальной чувствительности приемника поверяемой системы, а абсолютная погрешность измерений средней мощности оптического излучения не превышает ± 2 дБ. Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочего диапазона уровня мощности) и минимальная чувствительность приемника поверяемой системы представлены в приложении В.

8.19 Определение номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты передатчика

8.19.1 Определение номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты передатчика проводить в соответствии с пунктами 8.12.1 – 8.12.4 настоящей методики для интерфейсов STM-0, STM-1, STM-4, STM-16, STM-64.

8.19.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если измеренные значения тактовой частоты передатчика находятся в пределах:

- от 51,83976154 до 51,84023846 МГц для STM-0;
- от 155,5192846 до 155,5207154 МГц для STM-1;
- от 622,0771384 до 622,0828616 МГц для STM-4;
- от 2488,308554 до 2488,331446 МГц для STM-16;
- от 9953,234215 до 9953,325785 МГц для STM-64.

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

8.20 Определение допускаемых отклонений тактовых частот передатчика относительно номинальных тактовых частот и расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала

8.20.1 Определение отклонений тактовых частот передатчика от номинальных тактовых частот и расчет относительной погрешности измерений частоты входного сигнала проводить в соответствии с пунктами 8.13.1 – 8.13.11 настоящей методики для интерфейсов STM-0, STM-1, STM-4, STM-16, STM-64.

8.20.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если допускаемые отклонения тактовых частот передатчика от номинальных тактовых частот не превышают $50 \cdot 10^{-6}$ отн. ед., а относительная погрешность измерений частоты входного сигнала не превышает $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$ отн. ед.

Определение метрологических характеристик систем с модулями FTBx-940, FTBx-945, встроенных измерителей средней мощности оптического излучения систем

8.21 Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки

8.21.1 Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки проводить

в соответствии с пунктами 8.10.1 – 8.10.12 настоящей методики, используя вместо перестраиваемых источников излучения источники излучения стабилизированные с длинами волн 850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625 нм из состава РЭСМ.

8.21.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если во всем спектральном диапазоне (на всех длинах волн стабилизированных лазерных источников излучения из состава РЭСМ) диапазон измерения уровня средней мощности оптического излучения составляет:

- от минус 70 до плюс 5 дБм для модификаций FTBx-940, FTBx-945;

- от минус 50 до плюс 27 дБм для встроенных в систему измерителей средней мощности оптического излучения;

и пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки составляют:

$$\pm \left(0,3 + \frac{0,12}{10^{0,1P+6}} \right), \text{ где } P - \text{уровень средней мощности оптического излучения, дБм,}$$

для модификаций FTBx-940, FTBx-945;

$$\pm \left(0,3 + \frac{40}{10^{0,1P+6}} \right) \text{ для встроенных в систему измерителей средней мощности}$$

оптического излучения.

8.22 Определение длин волн источника излучения

8.22.1 Определение длин волн источника излучения проводить в соответствии с пунктами 8.4.1 – 8.4.4 настоящей методики.

8.22.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если значения рабочих длин волн оптического излучения систем находятся в пределах:

- для моделей FTBx-940-ICERT-SM1, FTBx-940-SM1, FTBx-945-SM1: (1310 ± 20) , (1550 ± 20) нм;

- для моделей FTBx-945-SM3: (1310 ± 20) , (1550 ± 20) , (1625 ± 10) нм;

- для моделей FTBx-945-SM4: (1310 ± 20) , (1490 ± 10) , (1550 ± 20) нм;

- для моделей FTBx-940-ICERT-Q1-QUAD, FTBx-945-ICERT-Q1-QUAD: (850 ± 25) , (1325 ± 25) , (1310 ± 20) , (1550 ± 20) нм.

8.23 Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника

8.23.1 Провести предварительный прогрев источника излучения поверяемой системы с номинальной длиной волны (1310 ± 20) нм в течение 6 минут.

8.23.2 Подать оптическое излучение от источника излучения поверяемой системы на оптический вход ваттметра из состава РЭСМ с помощью волоконно-оптического кабеля.

8.23.3 Регистрировать показания ваттметра из состава РЭСМ в течение 15 минут с интервалом в 1 минуту и определяют нестабильность уровня мощности источника по формуле:

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

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

8.23.4 За уровень мощности источника излучения принимается значение P_{\min} , дБм.

8.23.5 Провести операции согласно пунктам 8.23.1 – 8.23.4 настоящей методики для источников излучения поверяемой системы с номинальными длинами волн (1490 ± 10) , (1550 ± 20) , (1625 ± 10) , (850 ± 20) , (1300 ± 20) нм (в зависимости от модели поверяемой системы).

8.23.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если уровень мощности:

- для моделей FTBx-940-ICERT-SM1, FTBx-940-ICERT-Q1-QUAD, FTBx-940-SM1, FTBx-945-SM1, FTBx-945-ICERT-Q1-QUAD на номинальных длинах волн (1310 ± 20) , (1550 ± 20) нм не менее плюс 2,5 дБм;

8.23.4 За уровень мощности источника излучения принимается значение P_{\min} , дБм.

8.23.5 Провести операции согласно пунктам 8.23.1 – 8.23.4 настоящей методики для источников излучения поверяемой системы с номинальными длинами волн (1490 ± 10) , (1550 ± 20) , (1625 ± 10) , (850 ± 20) , (1300 ± 20) нм (в зависимости от модели поверяемой системы).

8.23.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если уровень мощности:

- для моделей FTBx-940-ICERT-SM1, FTBx-940-ICERT-Q1-QUAD, FTBx-940-SM1, FTBx-945-SM1, FTBx-945-ICERT-Q1-QUAD на номинальных длинах волн (1310 ± 20) , (1550 ± 20) нм не менее плюс 2,5 дБм;

- для моделей FTBx-940-ICERT-Q1, FTBx-940-ICERT-Q1-QUAD, FTBx-945-ICERT-Q1-QUAD на длинах волн (850 ± 20) , (1300 ± 20) нм не менее минус 25 дБм;

- для модели FTBx-945-SM3 на длинах волн (1310 ± 20) , (1550 ± 20) , (1625 ± 10) нм не менее плюс 1 дБм, минус 1 дБм, минус 5 дБм соответственно;

- для модели FTBx-945-SM4 на длинах волн (1310 ± 20) , (1490 ± 10) , (1550 ± 20) нм не менее плюс 1 дБм, минус 5 дБм, минус 1 дБм соответственно;

и значение нестабильности уровня мощности излучения за 15 минут не превышает $\pm 0,05$ дБ для всех моделей поверяемой системы.

8.24 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь

8.24.1 Определение диапазона измерений обратных потерь и расчет абсолютной погрешности измерений обратных потерь проводится путем измерений с помощью поверяемой системы значений обратных потерь мер обратных потерь из состава РЭОП.

8.24.2 Измерить поверяемой системой значения уровня обратных потерь для каналов с номерами 2, 3, 4, 5 меры 1310 нм из состава РЭОП согласно руководству по эксплуатации системы, регистрируя соответствующие значения A_i , дБ, ($i = 2-5$).

8.24.3 Провести операции согласно пункту 8.24.2 настоящей методики еще 4 раза, регистрируя соответствующие значения A_{ij} , дБ, ($i = 2-5$ – номер канала меры, $j = 1-5$ – номер измерений).

8.24.4 Определить значение абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь Δ_{ORL} , дБ, по формуле:

$$\Delta_{\text{ORL}} = \max_{i=2-5} \left[\sum_{j=1}^5 (A_{ij} - A_{Mi}) / 5 \right] \quad (38)$$

где A_{Mi} – значение обратных потерь для i -го канала меры обратных потерь, приведенная в паспорте на РЭОП, дБ.

8.24.5 Провести операции согласно пунктам 8.24.2 – 8.24.4 для длины волны 1550 нм.

8.24.6 Система считается прошедшей операцию поверки, если для всех длин волн диапазон измерений обратных потерь составляет от 5 до 50 дБ, а полученное значение абсолютной погрешности измерений обратных потерь не превышает ± 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 о поверке установленной формы и наносят знак поверки на заднюю панель базового блока систем согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 При отрицательных результатах поверки системы признаются непригодными, не допускаются к применению. Выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории Ф-3 ФГУП «ВНИИОФИ»



К.Б. Савкин

Начальник сектора Ф-3 ФГУП «ВНИИОФИ»



А.К. Митюрёв

Младший научный сотрудник ФГУП «ВНИИОФИ»



А.О. Погоньшев

Приложение А
(Обязательное)

Таблица А.1

Наименование характеристики	Значение												
	FTB-720C-SM1, FTBx-720C-SM1, FTB-720GV2-SM1		FTB-720C-SM2, FTBx-720C-SM2			FTB-720C-Q1, FTBx-720C-Q1		FTB-720C-Q1-QUAD, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-720GV2-Q1-QUAD					
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 20		1550 ± 20		1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	850 ± 20	1300 ± 20	850 ± 20	1300 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20
Динамический диапазон измерений ослабления, дБ, не менее (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов) при длительности импульса:													
	- 1 мкс	-	-	-	-	-	-	27	29	27	27	29	29
	- 20 мкс	36	35	36	35	35	-	-	36	36	35	35	35
Наименование характеристики	Значение												
	FTB-730C-SM1, FTB-730GV2-SM1, FTBx-730C-SM1		FTB-730C-SM2, FTB-730GV2-SM2, FTBx-730C-SM2			FTB-730C-SM3, FTBx-730C-SM3			FTB-730C-SM6, FTBx-730C-SM6	FTB-730C-SM7, FTBx-730C-SM7	FTB-730C-SM8, FTB-730GV2-SM8, FTBx-730C-SM8		
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1625 ± 10*	1650 ± 5	1310 ± 20	1550 ± 20	1650 ± 5*
Динамический диапазон измерений ослабления, дБ, не менее (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс)	39	38	39	38	39	39	38	39	39	39	39	38	39

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение																
	FTB-735C-SM1, FTBx-735C-SM1		FTB-735C-SM2, FTBx-735C-SM2			FTB-735C-SM3, FTBx-735C-SM3			FTB-735C-SM4, FTBx-735C-SM4			FTB-740C-DWC, FTBx-740C-DWC	FTB-750C-SM1, FTBx-750C-SM1		FTB-750C-SM3, FTBx-750C-SM3		
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1310 ± 20	1490 ± 20	1550 ± 20	Перестраиваемые в диапазоне от 1527,99 до 1563,86	1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 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	41	42	41	41	40	46	46	45	45	45

Приложение Б
(Обязательное)

Таблица Б.1

Наименование характеристики			Значение																
			FTB-720C-SM1, FTBx-720C-SM1, FTB-720GV2-SM1		FTB-720C-SM2, FTBx-720C-SM2			FTB-720C-Q1, FTBx-720C-Q1		FTB-720C-Q1-QUAD, FTBx-720C-Q1-QUAD, FTB-720GV2-Q1-QUAD									
Рабочие длины волн, нм			1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10 *	850 ± 20	1300 ± 20	850 ± 20	1300 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20						
Мертвая зона, м, не более, при измерении:																			
- ослабления			3	3	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3						
- положения неоднородности			0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7						
Наименование характеристики			Значение																
			FTB-730C-SM1, FTB-730GV2-SM1, FTBx-730C-SM1		FTB-730C-SM2, FTB-730GV2-SM2, FTBx-730C-SM2		FTB-730C-SM3, FTBx-730C-SM3		FTB-730C-SM6, FTBx-730C-SM6		FTB-730C-SM7, FTBx-730C-SM7		FTB-730C-SM8, FTB-730GV2-SM8, FTBx-730C-SM8						
Рабочие длины волн, нм			1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10*	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1625 ± 10*	1650 ± 5 *	1310 ± 20	1550 ± 20	1650 ± 5*				
Мертвая зона, м, не более, при измерении:																			
- ослабления			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
- положения неоднородности			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5				
Наименование характеристики			Значение																
			FTB-735C-SM1, FTBx-735C-SM1		FTB-735C-SM2, FTBx-735C-SM2			FTB-735C-SM3, FTBx-735C-SM3			FTB-735C-SM4, FTBx-735C-SM4			FTB-740C-DWC, FTBx-740C-DWC	FTB-750C-SM1, FTBx-750C-SM1		FTB-750C-SM3, FTBx-750C-SM3		
Рабочие длины волн, нм			1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10	1310 ± 20	1490 ± 20	1550 ± 20	Перестраиваемые в диапазоне от 1527,99 до 1563,86	1310 ± 20	1550 ± 20	1310 ± 20	1550 ± 20	1625 ± 10
Мертвая зона при измерении, м:																			
- ослабления			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- положения неоднородности			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Приложение В
(Обязательное)

Таблица В.1 - Метрологические характеристики приемопередатчиков систем со сменными модулями анализатора цифровых линий связи FTB-870v2(Q), FTBx-8870, FTB-880v2(Q), FTBx-8880, FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE (интерфейсы до 10 G)

Наименование характеристики	Значение
Номинальная рабочая длина волны, нм: - FTB-8590, FTB-85912, FTB-8690, FTB-85900, - FTB-8591, FTB-8190, FTB-8191, FTB-85910, FTB-85911, FTB-8691, FTB-8693, FTB-81900 - FTB-8192, FTB-8193, FTB-85915, SFP-8603, FTB-8692, FTB-8694, FTB-8695, FTB-85901, FTB-85902, FTB-81901, FTB-81902	850 ± 20 1310 ± 20 1550 ± 20
Уровень выходной мощности передатчика, дБм: - FTB-8590 - FTB-8591 - FTB-8190 для интерфейса STM-1 - FTB-8190 для интерфейсов STM-4, STM-16 - FTB-8190 для интерфейса 1000 BASE-LX - FTB-8191 - FTB-8192 для интерфейсов STM-1, STM-4, STM-16 - FTB-8192 для интерфейса 1000 BASE-ZX - FTB-8193 - FTB-85910 - FTB-85911 - FTB-85912 - FTB-85915 - SFP-8603 - FTB-8690 - FTB-8691 - FTB-8692 - FTB-8693 - FTB-8694 - FTB-8695 - FTB-85900 - FTB-85901 - FTB-85902 - FTB-81900 - FTB-81901 - FTB-81902	от -9 до -2 от -9 до -3 от -20 до 0 от -5 до 0 от -9 до -3 от -2 до +3 от -2 до +3 от 0 до -5 от -5 до 0 от -20 до -15 от -15 до -8 от -9 до -2 от -5 до 0 от -1 до +2 от -5 до -1 от -8 до 0 от -4 до +4 от -6 до -1 от -1 до +2 от -1 до +2 от -5 до -1 от -6 до 0 от -1 до +2 от -6 до -1 от -1 до +2 от 0 до +4
Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника), дБм: - FTB-8590 - FTB-8591 - FTB-8190 для интерфейса STM-1 - FTB-8190 для интерфейса STM-4 - FTB-8190 для интерфейса STM-16 - FTB-8191 для интерфейса STM-1 - FTB-8191 для интерфейсов STM-4, STM-16 - FTB-8192 для интерфейса STM-1 - FTB-8192 для интерфейса STM-4	от -18 до 0 от -19 до 0 от -23 до -10 от -22 до 0 от -18 до 0 от -30 до -15 от -27 до -9 от -30 до -15 от -29 до -9

- FTB-8192 для интерфейса STM-16	от -28 до -9
- FTB-8193 для интерфейса STM-1	от -23 до -10
- FTB-8193 для интерфейса STM-4	от -22 до 0
- FTB-8193 для интерфейса STM-16	от -18 до 0
- FTB-85910	от -20 до 0
- FTB-85915	от -18 до 0
- SFP-8603	от -14 до -1
- FTB-8690	от -11 до 0
- FTB-8691	от -14 до 0
- FTB-8692	от -15 до -1
- FTB-8693	от -11 до 0
- FTB-8694	от -15 до -1
- FTB-8695	от -15 до -1
- FTB-85900	от -11 до 0
- FTB-85901	от -12 до 0
- FTB-85902	от -16 до -1
- FTB-81900	от -13 до 0
- FTB-81901	от -15 до -1
- FTB-81902	от -22 до -7
Минимальная чувствительность приемника, дБм:	
- FTB-8190 для интерфейса 1000 BASE-LX	-22
- FTB-8192 для интерфейса 1000 BASE-ZX	-22
- FTB-85911	-31
- FTB-85912	-28

Таблица В.2 - Метрологические характеристики систем со сменными модулями анализаторов цифровых линий связи FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE (интерфейсы 40 и 100 G)

Наименование характеристики	Значение
Система оптическая измерительная FTB-1v2/FTB-1v2-PRO при ее комплектовании модулем FTB-890(NGE), FTBx-88200NGE, FTBx-88260NGE	
С использованием интерфейса типа CFP4, QSFP28 и QSFP+	
Уровень выходной мощности на каждой спектральной линии, дБм:	
- для CFP4-85980	от -4,3 до +4,5
- для CFP4-85981	от -4,3 до +4,5
- для CFP4-85982	от -8,4 до +2,4
- для CFP4-85983	от -4,3 до +4,5
- для CFP4-85984	от -4,3 до +4,5
- для QSFP-85992	от -9,0 до +2,4
- для QSFP-85994	от -6,5 до +2,5
- для QSFP-85995	от -6,5 до +2,5
- для QSFP-85997	от -5,3 до +4,5
- для QSFP-85999	от -4,3 до +4,5
- для QSFP-85989	от +0,1 до +4,5
- для QSFP-85942	от -2,3 до +2,3
Диапазон измерений средней мощности оптического излучения (рабочий диапазон уровня мощности приемника) на каждой спектральной линии, дБм:	
- для CFP4-85980	от -10,6 до +4,5
- для CFP4-85981	от -10,6 до +4,5

Наименование характеристики	Значение
- для CFP4-85982	от -10,3 до +2,4
- для CFP4-85983	от -10,6 до +4,5
- для CFP4-85984	от -10,6 до +4,5
- для QSFP-85992	от -10,9 до +2,4
- для QSFP-85994	от -11,5 до +2,5
- для QSFP-85995	от -11,5 до +2,5
- для QSFP-85997	от -11,5 до +4,5
- для QSFP-85999	от -10,6 до +4,5
- для QSFP-85989	от -18,4 до -1,9
- для QSFP-85942	от -13,7 до +2,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Обязательное)
к Методике поверки МП 004.Ф3-20
«ГСИ. Системы оптические измерительные FTB-1v2/FTB-1v2-PRO.
Методика поверки»

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки
от «_____» _____ 202__ года

Средство измерений: Системы оптические измерительные FTB-1v2/FTB-1v2-PRO
(Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков)

то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» /)

Зав.№ _____ **№/№** _____
Заводские номера блоков

Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 004.Ф3-20 «ГСИ. Системы оптические измерительные FTB-1v2/FTB-1v2-PRO. Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» «15» января 2020 года
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов _____
(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов:
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %, не более
- атмосферное давление, кПа
- напряжение питающей электросети, В
- частота питающей сети, Гц

Внешний осмотр: _____

Проверка идентификации программного обеспечения:

Таблица Г.1 - 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 (контрольная сумма исполняемого кода)	-

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Таблица Г.2 - Результаты измерений

Характеристика	Результат	Требования методики поверки

Рекомендации

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители:

подписи, ФИО, должность