

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель службы качества
ФГУП «ВНИИОФИ»



Н. П. Муравская
« 14 » августа 2017 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

**АНАЛИЗАТОР ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ И
МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ FIBRISTERRE FTB 2505**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 035.Ф3-17

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
«14 » августа 2017 г.

Москва
2017 г.

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	Основные технические и (или) метрологические характеристики
8.4.1 8.4.4 7.4	Государственный первичный специальный эталон единицы длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации по ГОСТ 8.585-2013	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизведения единицы длины: от 10 до $6 \cdot 10^5$ м; - неисключённая систематическая погрешность воспроизведения единицы длины $\Theta =$ (от $6,5 \cdot 10^{-2}$ до 0,45) м; - среднее квадратическое отклонение результатов измерений при воспроизведении единицы длины $S = 1,5 \cdot 10^{-2}$ м
8.4.1	Рулетка измерительная металлическая 2 класса точности по ГОСТ 7502-98	Номинальная длина шкалы – 5 м Допускаемое отклонение – не более $\pm 0,15$ мм.
7.4	Государственный рабочий эталон средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи по ГОСТ 8.585-2013	<ul style="list-style-type: none"> - рабочий спектральный диапазон: от 500 до 1700 нм; - диапазон измеряемой средней мощности оптического излучения: 10^{-10} - 10^{-2} Вт; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне: $\pm 5\%$
8.4.2	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (номер Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений 29933-05).	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений температуры: от - 200 до + 500 °С; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm (0,005 + 10^{-5} \cdot t)$ °С, где t – значение температуры
8.4.2	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1 (номер Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений 50256-12)	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений температуры: от - 80 до + 200 °С; - номинальное сопротивление: 10, 25, 100 Ом

1 Введение

Настоящая методика распространяется на анализатор волоконно-оптического распределения температуры и механических напряжений fibrisTerre fTB 2505 (далее по тексту – анализатор), предназначенный для измерений распределения по расстоянию (длине) температуры и деформации в оптическом волокне.

Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

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

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операций 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	Нет
4	Определение метрологических характеристик	8.4	Да	Да
5	Определение диапазона и разрешающей способности при измерении длины, расчёт абсолютной погрешности измерений длины	8.4.1	Да	Да
6	Определение диапазона и расчёт абсолютной погрешности измерений температуры	8.4.2	Да	Да
7	Определение диапазона и расчёт абсолютной погрешности измерений деформации	8.4.3	Да	Да
8	Определение динамического диапазона	8.4.4	Да	Нет

2.2 Допускается проведение поверки в неполном объеме отдельно по параметрам длины, температуры или деформации.

2.3 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

3 Средства поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

8.4.3	Система лазерная измерительная XL-80 (номер Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений 35362-13)	- диапазон измерений перемещения, м: от 0 до 80; - пределы допускаемой погрешности измерений перемещения, мкм: $0,5 \cdot L$, где L – перемещение в м
8.4.1 - 8.4.4 7.3 7.4	Вспомогательное оборудование. Образцы оптического волокна (ОВ) стандарта G.652: - номинальное значение длины: 0,04; 1; 25; 50 км Термостат жидкостной лабораторный HUBER CC-410: - диапазон рабочих температур от минус 40 до + 160 °С Термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К (150): - диапазон рабочих температур от 0 до + 50 °С	-

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3.3 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику и руководства по эксплуатации анализатора и средств поверки, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда и эксплуатации электроустановок указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации, прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83 правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н. и Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804-91. Оборудование, применяемое при испытаниях, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

5.2 Система электрического питания прибора должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи прибора.

5.3 При выполнении поверки должны соблюдаться требования, указанные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором.

5.4 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

6 Условия поверки

6.1 Все этапы поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С.....от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 90

6.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли, паров кислот и щелочей. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

6.3 В помещении не допускаются посторонние источники электромагнитного излучения, мощные электрические и магнитные поля.

7 Подготовка к поверке

7.1 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, очищают от пыли и протирают безворсовой салфеткой, смоченной в спирте. ВНИМАНИЕ! Перед сборкой установок для проведения измерений необходимо тщательно очистить все стыкуемые волоконно-оптические разъёмы!

7.2 Выдержать анализатор в условиях, указанных в п.6.1 настоящей Методики поверки, не менее 2 часов

7.3 Подготавливают к работе поверяемый анализатор и приборы, применяемые при поверке, согласно соответствующим разделам их Руководств по эксплуатации (РЭ).

7.4 Для определения диапазона измерений длины и расчёта допустимой абсолютной погрешности измерений длины поверяемого анализатора необходимо предварительно измерить длину образцов оптического волокна (ОВ) с помощью комплекса средств измерений для воспроизведения и передачи единиц длины и времени распространения сигнала в световоде при температуре 20 ± 1 °С и для показателя преломления ОВ 1,4682. Для термостабилизации образцов ОВ используют термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К (150) в соответствии с его РЭ. Фиксируют полученные значения длин образцов ОВ L_{1ref} , L_{2ref} , L_{3ref} , L_{4ref} с номинальной длиной 0,04; 1,0; 25,0; 50,0 км соответственно.

7.5 Для определения динамического диапазона измерений поверяемого анализатора предварительно измеряют ослабление оптического излучения для образцов ОВ с номинальной длиной 1 и 50 км. Для этого берут источник излучения с длиной волны 1550 нм и измеритель мощности из состава РЭСМ-ВС. Соединяют их с помощью кабеля (пачкорда) и проводят измерения средней мощности источника P_0 (в дБм). Затем соединяют источник и измеритель мощности с помощью образцов ОВ и измеряют среднюю мощность P_1 . Значение ослабления A (в дБ) для каждого образца ОВ вычисляют по формуле (1):

$$A = P_0 - P_1 \quad (1)$$

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей анализатор;
- отсутствие на наружных поверхностях анализатора повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистоту разъемов;
- в целостности соединительных кабелей.

8.1.2 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если видимые механические повреждения анализатора, кабелей и разъёмов отсутствуют, а органы управления исправны.

8.2 Опробование

8.2.1 Включить анализатор согласно п.3 «Настройка анализатора» его Руководства по эксплуатации (РЭ).

8.2.2 Проверяют режим горения индикатора «ГОТОВ» после включения питания – он должен гореть непрерывно.

8.2.3 Запускают на персональном компьютере (ПК) управляющую программу и устанавливают соединение согласно п.4.5 «Подключение fTView к анализатору» его РЭ.

8.2.3 Анализатор считается прошедшим подготовку к поверке, если индикатор «ГОТОВ» горит непрерывно, управляющая программа запускается и соединение поверяемого анализатора с ПК устанавливается.

8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на анализатор.

8.3.2 Для вывода на экран идентификационных данных программного обеспечения необходимо в главном окне программы в верхнем меню нажать вкладку «Info».

8.3.3 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	fTView
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.2.29 и выше

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона и разрешающей способности при измерении длины, расчёт абсолютной погрешности измерений длины

8.4.1.1 Собирают установку согласно схеме, представленной на рисунке 1. Используют образец ОВ с номинальным значением длины 0,04 км. Образец соединяют с помощью волоконно-оптических соединительных кабелей (пачкордов) с разъёмами типа E2000. Перед соединением измеряют длину соединительных пачкордов L_p , м, с помощью рулетки.

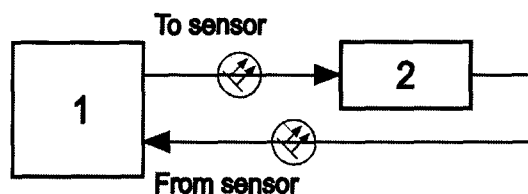


Рисунок 1 – Блок-схема установки для измерений длины ОВ

1 – поверяемый анализатор; 2 – образец ОВ, помещённый в воздушный термостат при температуре 20 ± 1 °С

8.4.1.2 Измеряют длину образца ОВ с помощью поверяемого анализатора. Для этого в окне управляющей программы в закладке «Параметры измерения» нажимают кнопку «АУТО» для автоматического определения длины подключённого к поверяемому анализатору участка ОВ. Измерения проводят 10 раз и фиксируют значения длины L_i , м, где $i=(1;10)$.

8.4.1.3 Вычисляют среднее арифметическое измеренных значений длины образца ОВ, м, по формуле (2):

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^{10} L_i}{10} \quad (2)$$

8.4.1.4 Вычисляют среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений ($n=10$) длины, м, поверяемым анализатором по формуле (3):

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

8.4.1.5 Вычисляют неисключённую систематическую погрешность (НСП) измерений длины, м, поверяемым анализатором по формуле (4):

$$\Theta = \left| \bar{L} - (L_{ref} + L_p) \right| \quad (4)$$

где L_p – длина соединительных пачкордов, м, измеренная с помощью рулетки;

L_{ref} – эталонное значение длины образца ОВ, м, полученное в п.7.4 настоящей методики.

8.4.1.6 Вычисляют абсолютную погрешность измерений длины, м, поверяемого анализатора по формуле (5):

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

где Δ_E – погрешность измерений длины образцов ОВ, равная 0,1 м для длин не более 1 км и 0,25 м для длин не более 100 км.

8.4.1.7 Повторяют операции п.п.8.4.1.1-8.4.1.6 для верхней границы диапазона измерений длины с помощью образца ОВ с номинальным значением длины 50 км.

8.4.1.8 Для определения разрешающей способности при измерениях длины собирают установку, схема которой приведена на рисунке 2. Для этого последовательно подключают к поверяемому анализатору образец ОВ с номинальным значением длины 50 км; затем образец ОВ номинальным значением длины 1 м, затем образец ОВ с номинальным значением длины 1 км. Образец ОВ длиной 1 м измеряют с помощью рулетки, фиксируют значение длины L_r , м, и помещают в воздушный термостат при температуре 20 ± 1 °С.

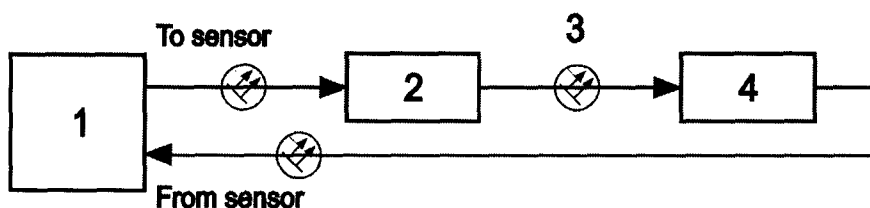


Рисунок 2 – Блок-схема установки для определения разрешающей способности при измерениях длины

1 – поверяемый анализатор; 2 – образец ОВ с номинальным значением длины 50 км; 3 – образец ОВ с номинальным значением длины 1 м, помещённый в воздушный термостат; 4 – образец ОВ с номинальным значением длины 1 км

8.4.1.9 Проводят измерения бриллюэновского сдвига частоты вдоль собранной трассы в диапазоне частот от 10,7 до 11,00 ГГц и пространственным разрешением 0,7 м согласно РЭ поверяемого анализатора.

8.4.1.10 На результирующей рефлектограмме (см. пример на рисунке 3) находят участок с образцом ОВ длиной 1 метр и фиксируют частоту бриллюэновского сдвига ν_0 данного участка, которая соответствует температуре 20 ± 1 °С.

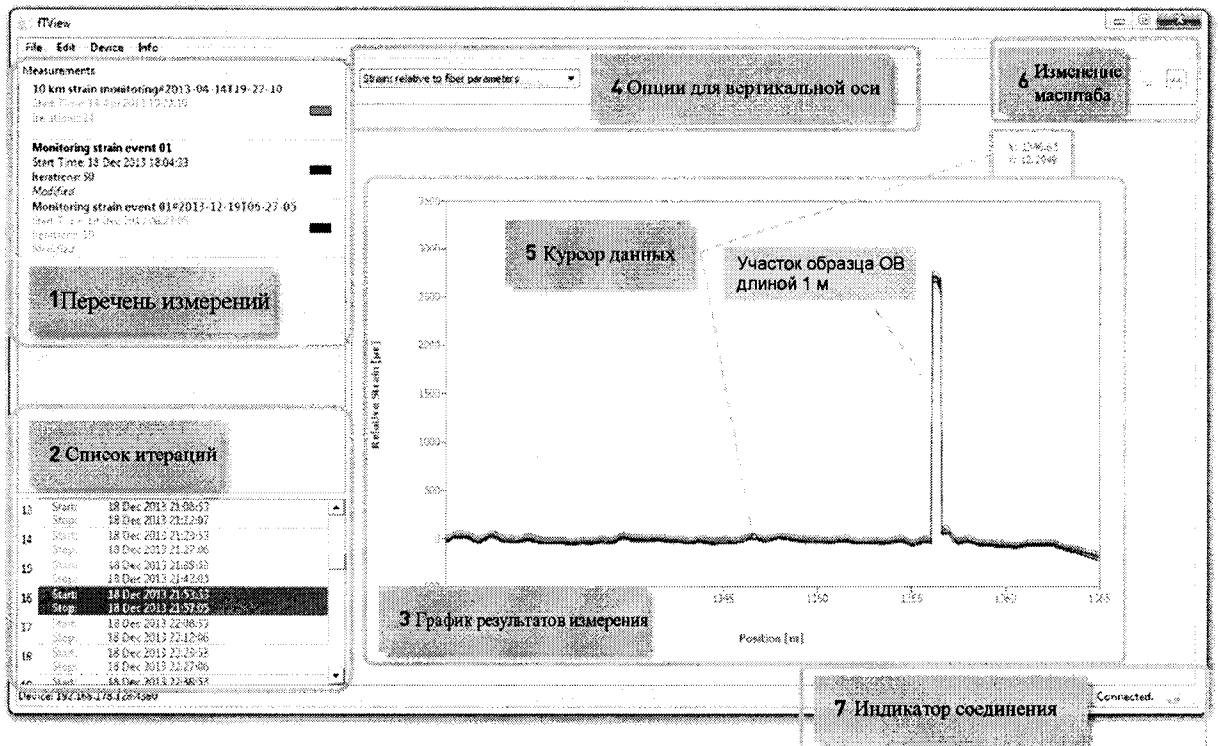


Рисунок 3 – Пример главного окна программы fTV500 с рефлектограммой

8.4.1.11 Поднимают температуру в воздушном термостате до 50 ± 1 °C и выдерживают образец ОВ при данной температуре 1 час. Далее проводят измерения аналогично п. 8.4.1.9.

8.4.1.12 На результирующей рефлектограмме находят участок с образцом ОВ длиной 1 м и фиксируют частоту бриллюэновского сдвига ν_1 данного участка, которая соответствует температуре 50 ± 1 °C. Вычисляют $\Delta\nu$ – разность значений бриллюэновских частот, которая для типичного коэффициента преобразования оптического волокна 1,06 МГц/°C должна лежать в интервале от 20 до 40 МГц, по формуле (6):

$$\Delta\nu = |\nu_1 - \nu_0| \quad (6)$$

8.4.1.13 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений длины составляет от 60 до 50000 м; разрешающая способность для волокна длиной до 50 км не хуже 1,0 м; а значение абсолютной погрешности измерений длины не превышает $\pm(d_l + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L + 2 \cdot d_L)$, где d_l – разрешение выборки; d_L – пространственное разрешение; L – измеряемая длина ОВ.

8.4.2 Определение диапазона и расчёт абсолютной погрешности измерений температуры

8.4.2.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 4. Измерения температуры сначала проводят на минимальной длине ОВ – 40 метров, а потом на максимальной длине ОВ – 50 км, во всём диапазоне измерений температуры от - 40 до + 100 °C. Для проведения измерений к поверяемому анализатору последовательно подключают образцы ОВ с номинальным значением длины 0,04; 0,01; 1 км

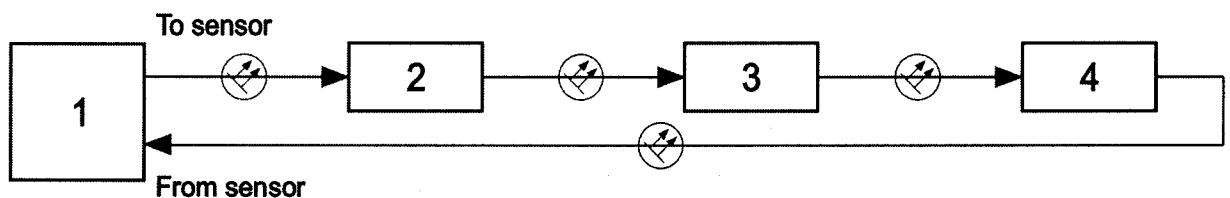


Рисунок 4 – Блок-схема установки для измерений температуры в ОВ с помощью поверяемого анализатора

1 – поверяемый анализатор; 2 – образец ОВ с номинальным значением длины 0,04 км; 3 – образец ОВ длиной 0,01 км, помещённый в жидкостной термостат; 4 – Образец ОВ с номинальной длиной 1 км.

8.4.2.2 Вставляют в соответствующие отверстия в крышке жидкостного термостата два термометра сопротивления ТСПВ-1 и подключают их к измерителю температуры МИТ 2.05. Опускают температуру в жидкостном термостате до - 40 °С в соответствии с его РЭ. Скорость снижения температуры задается не более 10 °С в час. Выжидают 30 минут после достижения заданной температуры и измеряют её значение в жидкостном термостате с помощью измерителя температуры МИТ 2.05 в соответствии с его РЭ.

8.4.2.3 Проводят 10 измерений температуры образца ОВ с помощью МИТ 2.05 и поверяемым анализатором в соответствии с их РЭ, причём в случае анализатора в одной точке по шкале длины (в середине нагреваемого/охлаждаемого участка ОВ).

8.4.2.4 Повторяют операции п.8.4.2.3 для значений температуры в жидкостном термостате в диапазоне от - 40 до + 100 °С шагом 20 °С. Фиксируют полученные значения результатов измерений температуры в жидкостном термостате - Tx_i_ref , °С, температуры образца ОВ, измеренных анализатором - $Tx_i_сред.$, °С, где $i=(1;10)$. По результатам измерений заполняют таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений температуры

№	Средние значения температуры в жидкостном термостате, °С			Средние значения температуры образца ОВ, измеренной анализатором, °С			Разность темп-р (Θ_t), °С	Абс. погрешность измерений темп-ры анализатором (Δ_T), °С
	Обознач.	Значение	S_{t_ref}	Обознач.	Значение	S_t		
1	T-40_ref			T-40_сред				
2	T-20_ref			T-20_сред				
3	T0_ref			T0_сред				
4	T+20_ref			T+20_сред				
5	T+40_ref			T+40_сред				
6	T+60_ref			T+60_сред				
7	T+80_ref			T+80_сред				
8	T+100_ref			T+100_сред				

8.4.2.5 Среднее значение температуры образца ОВ $Tx_сред.$, °С (x – номинальное значение измеряемой температуры), вычисляют по формуле (7):

$$Tx_сред = \frac{\sum_{i=1}^{10} Tx_i}{10}, \quad (7)$$

8.4.2.6 Среднее значение температуры в термостате Tx_ref , °С (x – номинальное значение измеряемой температуры), вычисляют по формуле (8):

$$Tx_ref = \frac{\sum_{i=1}^{10} Tx_mit_i}{10}, \quad (8)$$

8.4.2.7 Вычисляют S_t – СКО результатов измерений температуры, °С, с помощью поверяемого анализатора вычисляют по формуле (9):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (Tx_i - Tx_{\text{сред}})^2} \quad (9)$$

8.4.2.8 Вычисляют S_{t_ref} – СКО результатов измерений температуры, °С, с помощью МИТ-2.05 по формуле (10):

$$S_{t_ref} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (Tx_i - Tx_{\text{сред}})^2} \quad (10)$$

8.4.2.9 Разность температур (Θ_t) – это разность между средним значением температуры в жидкостном термостате и средним значением температуры образца ОВ, измеренной с помощью поверяемого анализатора (неисключённая систематическая погрешность (НСП) измерений температуры поверяемым анализатором), вычисляют по формуле (11):

$$\Theta = |Tx_{\text{сред}} - Tx_{\text{ref}}| \quad (11)$$

8.4.2.10 Значение абсолютной погрешности измерений температуры поверяемым анализатором вычисляют по формуле (12):

$$\Delta_T = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_e^2 + \Theta_t^2}{3} + S_t^2 + S_{t_ref}^2}, \quad (12)$$

где Δ_e – значение погрешности измерений температуры с помощью измерителя температуры МИТ 2.05 ($\Delta_e = (0,005 + 10 \cdot 5 \cdot t)$ °С, где t – значение температуры).

8.4.2.11 Повторяют операции п.п.8.4.2.1-8.4.2.10 для образца ОВ с номинальным значением длины 50 км.

8.4.2.12 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений температуры составляет от - 40 °С до + 100 °С, а значения абсолютной погрешности измерений температуры не превышают ± 2 °С.

8.4.3 Определение диапазона и расчёт абсолютной погрешности измерений деформации

8.4.3.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 5. Измерения деформации сначала проводят на минимальной длине ОВ – 40 метров, а потом на максимальной длине ОВ – 50 км, во всём диапазоне измерений деформации (от 0,01 до 2,00 %). Для этого последовательно подключают к поверяемому анализатору образец ОВ с номинальным значением длины 0,04 км, затем образец ОВ длиной 10 м, (один конец которого жёстко закреплён на неподвижной плоскости, а второй на каретке с микрометрическим винтом), затем образец ОВ с номинальным значением длины 1 км. Создают преднатяг (предварительное удлинение) деформируемого участка ОВ. Для этого перемещают каретку микрометрического винта на расстояние, соответствующее 0,1 % от длины растягиваемого участка ОВ. Перемещение каретки контролируют с помощью системы лазерной измерительной XL-80, для чего устанавливают на каретку отражатель из состава XL-80 и измеряют его перемещение согласно РЭ системы XL-80.

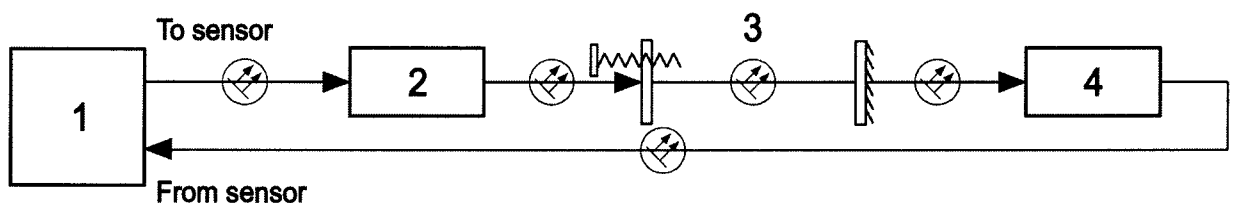


Рисунок 5 – Блок-схема установки для измерений деформации ОВ с помощью поверяемого анализатора

1 – поверяемый анализатор; 2 – образец ОВ с номинальным значением длины 0,04 км; 3 – растягиваемый образец ОВ длиной 10 метров; 4 – Образец ОВ с номинальной длиной 1 км

8.4.3.2 Проводят 10 измерений деформации (удлинения) образца ОВ D_{0i} в соответствии с РЭ на поверяемый анализатор и 10 измерений перемещения каретки $D_{ren_{0i}}$.

8.4.3.3 Растягивают образец ОВ на 0,01 % (или 1 мм) и проводят 10 измерений деформации образца ОВ $D_{0,01i}$ в соответствии с РЭ на поверяемый анализатор в одной точке по шкале длины (в середине растягиваемого участка ОВ) и 10 измерений перемещения каретки $D_{ren_{0,01i}}$.

8.4.3.4 Растягивают образец ОВ на 0,1 % (или 10 мм) и проводят 10 измерений деформации образца ОВ D_{xi} в соответствии с РЭ на поверяемый анализатор и 10 измерений перемещения каретки $D_{ren_{xi}}$.

8.4.3.5 Повторяют операции п.8.4.3.4 пока значение натяжения ОВ не достигнет 2 % (или 200 мм) с шагом в соответствии с табл.5. Заполняют таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерений удлинения образца ОВ

№	Средние значения удлинения, измеренные XL-80, %			Средние значения удлинения, измеренные анализатором, %			Разность значений удлинения (Θ_d), %	Абс. погрешность изменений деформации с пом. анализатора (Δ_D), %
	Обознач.	Значение	S_{d_ref}	Обознач.	Значение	S_d		
1	$D_{ref_{0,0}}$	0,0		$D_{сред_{0,0}}$	0,0			
2	$D_{ref_{0,01}}$			$D_{сред_{0,01}}$				
3	$D_{ref_{0,1}}$			$D_{сред_{0,1}}$				
4	$D_{ref_{0,5}}$			$D_{сред_{0,5}}$				
5	$D_{ref_{1,1}}$			$D_{сред_{1,1}}$				
6	$D_{ref_{2,0}}$			$D_{сред_{2,0}}$				

8.4.3.6 Среднее значение деформации (относительного удлинения) образца ОВ, %, измеренной анализатором, $D_{сред_x}$ (x – номинальное значение относительного удлинения), вычисляют по формуле (13):

$$D_{сред_x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Dx_i}{10}, \quad (13)$$

где Dx_i – полученные значения относительного удлинения, %, по результатам десяти измерений в одной точке по шкале длины (в середине растягиваемого участка образца ОВ).

8.4.3.7 Среднее значение перемещения каретки (относительного удлинения), %, измеренной с помощью системы лазерной измерительной XL-80, D_{ref_x} (x – номинальное значение относительного удлинения), вычисляют по формуле (14):

$$D_{ref_x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} D_{ren_x_i}}{10}, \quad (14)$$

8.4.3.8 Вычисляют S_d – СКО результатов измерений относительного удлинения анализатором вычисляют по формуле (15):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (Dx_i - D_{сред_x})^2} \quad (15)$$

8.4.3.9 Вычисляют S_{d_ref} – СКО результатов измерений относительного удлинения с помощью системы лазерной измерительной XL-80 по формуле (16):

$$S_{d_ref} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (D_{ren_x_i} - D_{ref_x})^2} \quad (16)$$

8.4.3.10 Разность значений удлинения (Θ_d), % – это разность между значением удлинения, измеренным с помощью системы лазерной измерительной XL-80, и значением удлинения ОВ, измеренным с помощью поверяемого анализатора (НСП измерений деформации поверяемым анализатором), вычисляется по формуле (17):

$$\Theta = |D_{сред_x} - D_{ref_x}| \quad (17)$$

8.4.3.11 Значение абсолютной погрешности измерений деформации, %, поверяемым анализатором вычисляют по формуле (18):

$$\Delta_D = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_{XL}^2 + \Theta_d^2}{3} + S_d^2 + S_{d_ref}^2}, \quad (18)$$

где Δ_{XL} – значение погрешности измерений удлинения с помощью системы лазерной измерительной XL-80, равное 0,0001 %.

8.4.3.10 Повторяют операции п.п.8.4.3.1-8.4.3.10 для образца ОВ с номинальным значением длины 50 км.

8.4.3.11 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений деформации составляет от 0,01 до 2,00 %, а значения абсолютной погрешности измерений деформации не превышают $\pm 0,01$ %.

8.4.4 Определение динамического диапазона

8.4.4.1 Динамическим диапазоном работы поверяемого анализатора является то максимальное значение вносимого компонентами волоконно-оптического тракта ослабления, при котором метрологические характеристики поверяемого анализатора соответствуют заданным значениям.

8.4.4.2 Повторяют операции п.п.8.4.1.7 для длины 50 км, п.п. 8.4.2.1 – 8.4.2.10 для температуры 20 °С, 8.4.3.6 – 8.4.3.11 для деформации (удлинения образца ОВ) 1 % с включением в соответствующие схемы установок аттенюатора IQ-505. Аттенюатор подключают непосредственно к поверяемому анализатору к разъёму «То sensor», через него далее соединяют остальные компоненты схемы.

Значение вносимого аттенюатором ослабления выбирают 20-А, дБ, где А – значение ослабления, вносимого образцом ОВ с номинальным значением длины 50 км, которое было найдено в п.7.5 настоящей методики.

8.4.4.3 Анализатор считается прошедшим операцию поверки, если при ослаблении (динамическом диапазоне) 20 дБ в образце ОВ длиной 50 км значение абсолютной погрешности измерений длины не превышает $\pm (dl + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L + 2 \cdot dL)$, где dl – разрешение выборки; dL – пространственное разрешение; L – измеряемая длина ОВ; абсолютная погрешность измерений температуры не превышает ± 2 °С; абсолютная погрешность измерений деформации не превышает $\pm 0,01$ %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений при поверке заносят в протокол (форма протокола приведена в приложении А настоящей методики поверки).

9.2 При положительных результатах поверки, анализатор признается годным и допускается к применению. На него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по п.п. 8.4.1 - 8.4.4 фактических значений метрологических характеристик анализатора и наносят знак поверки (место нанесения указано в описании типа) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к

знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», и анализатор допускают к эксплуатации.

9.3 Анализатор, прошедший поверку с отрицательным результатом, признается непригодным, не допускается к применению и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин. Свидетельство о предыдущей поверке и знак поверки аннулируют и выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015г.

Начальник сектора лаборатории Ф-3



В.Е. Кравцов

Старший научный сотрудник лаборатории Ф-3



А. К. Митюрёв

ПРИЛОЖЕНИЕ А
к методике поверки МП 035.Ф3-17
«Анализатор волоконно-оптического распределения
температуры и механических напряжений fibrisTerre fTB 2505»

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки
от « _____ » _____ 201_ года

Средство измерений: «Анализатор волоконно-оптический распределения температуры и механических напряжений fibristerre fTB 2505»

Наименование СИ, тип

Зав. № 21016 **№/№** _____
Заводские номера блоков

Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 035.Ф3-17 «ГСИ. Анализатор волоконно-оптического распределения температуры и механических напряжений fibrisTerre fTB 2505. Методика поверки», утверждённой ФГУП «ВНИИОФИ» 14 августа 2017 г.

Наименование документа на поверку, кем утверждён (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 от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 90

Внешний осмотр: _____

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Характеристика	Результат	Требования методики поверки
Диапазон измерений длины, м		от 60 до 50000
Динамический диапазон, дБ		20
Разрешающая способность при измерении длины, м, не хуже		1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м		$\pm(dl + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L + 2 \cdot dL)$
Диапазон измерений деформации, %		от 0,01 до 2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений деформации, %		$\pm 0,01$
Диапазон измерений температуры, °С		от - 40 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С		± 2

Рекомендации _____
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: _____
_____ подписи, ФИО, должность