

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
» 05 2019 г.

Системы мониторинга распределения температуры волоконно- оптические модульные повышенной дальности DTSXL

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
С ИЗМЕНЕНИЕМ № 1

МП 207.1-040-2016

г.Москва
2019 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на системы мониторинга распределения температуры волоконно-оптические модульные повышенной дальности DTSXL (далее по тексту – приборы или измерители), изготавливаемые Yokogawa Electric Corporation, Япония, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 4 года.

2 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки приборов должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
3 Определение абсолютной погрешности	6.3	Да	Да

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.1

Таблица 3.1

Наименование и тип	Метрологические характеристики или регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Термометр сопротивления ЭТС-100 эталонный 3 разряда с погрешностью по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от -196 °С до +660 °С	регистрационный № 19916-10
Преобразователи термоэлектрические ТТПО эталонные 2, 3-го разрядов с погрешностью по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от 300 °С до 1200 °С	регистрационный № 19254-10
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8	регистрационный № 19736-11
Термостаты переливные прецизионные ТПП-1	регистрационный № 33744-07
Термостат с флюидизированной средой FB-08	регистрационный № 56927-14
Камера климатическая (холода, тепла и влаги) КХТВ-100-О	диапазон воспроизводимых температур: от минус 70 до плюс 80 °С
Печь муфельная высокотемпературная лабораторная Nabertherm серии L/LT	диапазон воспроизводимых температур: от 25 до плюс 800 °С
Печь высокотемпературная Yamato FO300	диапазон воспроизводимых температур: от 25 до плюс 800 °С
Сосуд Дьюара с азотом	
Персональный компьютер с ПО DТАР3000	
Волоконно-оптический кабель для поверки длиной не менее 300 м	
Примечание - допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.	

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ (2014));
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации преобразователей.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 23±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- внешние электрические и магнитные поля, удары и вибрации, влияющие на работу приборов и средств поверки, должны отсутствовать.

5.2 Средства поверки и оборудование подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 Подготавливают систему к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации. На персональном компьютере устанавливают и запускают программное обеспечение (ПО) для конфигурации измерений и отображения результатов измерений (DTAP3000). После запуска ПО устанавливают в соответствии с руководством пользователя соответствующие параметры поверяемой системы (время измерений, разрешение, расстояние между точками измерений и т.д.).

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу системы и на качество поверки.

6.2 Опробование

6.2.1 Подключают волоконно-оптический кабель к системе мониторинга распределения температуры волоконно-оптической модульной повышенной дальности DTSXL.

6.2.2 Подключают систему к персональному компьютеру с установленным ПО DTAP3000.

6.2.3 Запускают с помощью ПО процесс самодиагностики системы мониторинга распределения температуры волоконно-оптические модульные повышенной дальности DTSXL.

6.2.4 Система считается пригодным к дальнейшей поверке, если в результате самодиагностики не обнаружено критических ошибок, способных повлиять на результаты измерений.

6.3 Определение абсолютной погрешности.

При первичной и периодической поверке количество поверяемых каналов системы согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений системы в соответствии с используемым исполнением волоконно-оптического кабеля. При этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке.

6.3.1 Проведение первичной поверки

6.3.1.1 При первичной поверке погрешность системы определяют в трех контрольных точках, соответствующих нижнему и верхнему пределам диапазона измерений, а также середине данного диапазона, который определяется типом используемого волоконно-оптического кабеля и конкретным заказом. При этом, при оформлении результатов поверки необходимо указывать диапазон измерений, в котором была проведена поверка.

6.3.1.2 Подключают волоконно-оптический кабель для поверки (входящий в комплект поставки) свернутый в бухту, и погружают вместе с эталонным термометром или преобразователем термоэлектрическим в рабочее пространство термостата, камеры, печи или сосуда Дьюара (емкость) с азотом.

6.3.1.3 При поверке в термостате, камере или печи устанавливают требуемую температурную точку в соответствии с эксплуатационной документацией на данное оборудование.

6.3.1.4 После достижения теплового равновесия между термостатируемой средой, волоконно-оптическим кабелем и эталонным СИ при помощи соответствующего ПО проводят измерения в течение 600 сек, считывают и фиксируют полученные результаты измерений распределения температуры, а затем заносят их в протокол измерений. Параллельно с измерениями системы, в протокол заносят не менее 10 значений температуры, измеренных эталонным термометром или преобразователем термоэлектрическим в течение времени измерений поверяемой системы. При поверке необходимо исключить 100 метровые участки (секции) на ближнем конце и на дальнем конце оптоволоконна.

6.3.1.5 Рассчитывают основную погрешность ($\Delta, ^\circ\text{C}$) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta = T_n - T_s \quad (1)$$

где: T_n – среднее арифметическое значение температуры поверяемой системы снятое с дисплея персонального компьютера, $^\circ\text{C}$;

T_s – среднее арифметическое значение температуры по показаниям эталонного термометра или преобразователя термоэлектрического, $^\circ\text{C}$.

6.3.1.6 Полученные значения абсолютной погрешности во всех контрольных точках не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике. В случае, если погрешность системы при первичной поверке превышает предельно допустимое значение, необходимо провести recalibration (подстройку) при помощи соответствующего программного обеспечения и методики калибровки, изложенной в Руководстве по эксплуатации фирмы-изготовителя. После завершения процедуры подстройки датчиков проверяют погрешность по п.6.3.1.

6.3.2 Проведение периодической поверки

6.3.2.1 При периодической поверке погрешность системы определяют при температуре окружающей среды в специальном технологическом «шкафу», который в данном случае является пассивным термостатом, при помощи эталонного термометра. Данный «шкаф» должен быть установлен между аппаратной с размещенным в ней измерительным модулем системы и, например, скважиной, в которой будет находиться оптоволоконный кабель. Размеры «шкафа» должны быть таковыми, чтобы в внутри него могла бы разместиться бухта кабеля с длиной не менее 300 м. Также в «шкафу» должно быть предусмотрено

технологическое отверстие для ввода во внутренне пространство первичного преобразователя температуры эталонного термометра.

6.3.2.2 Помещают первичный преобразователь температуры эталонного термометра в пассивный термостат, в которой уже находится бухта оптоволоконного кабеля. Далее, для определения местоположения контролируемого участка по длине кабеля, помещают на некоторое время в пассивный термостат дополнительное нагревательное устройство направленного действия (бытовой фен) и нагревают в течение 10-15 минут. Местоположение проверяемого участка определяют и фиксируют на графике распределения температуры по всей длине волоконно-оптического кабеля, которая индицируется на мониторе персонального компьютера.

6.3.2.3 Извлекают нагревательное устройство из пассивного термостата, закрывают его и выдерживают кабель и первичный преобразователь температуры эталонного термометра в пассивном термостате в течение не менее 6-ти часов до установления теплового равновесия. Далее снимают серию показаний температуры в проверяемом участке оптоволоконного кабеля и соответствующие им показания эталонного термометра.

6.3.2.4 Далее, находят погрешность в соотв. с п.п. 6.3.1.5.

6.3.2.5 Полученное значение абсолютной погрешности не должны превышать предельно допустимого значения, приведенного в Приложении А к настоящей методике. В случае, если погрешность системы при периодической поверке превышает предельно допустимое значение, необходимо провести recalibration (подстройку) при помощи соответствующего программного обеспечения и методики калибровки, изложенной в Руководстве по эксплуатации фирмы-изготовителя. После завершения процедуры подстройки датчиков проверяют погрешность по п.6.3.2.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Приборы прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

7.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработал:

Научный сотрудник

отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»

Начальник

отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»



Л.Д. Маркин



А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические и технические характеристики системы мониторинга распределения температуры волоконно-оптических модульных повышенной дальности DTSXL

Основные метрологические и технические характеристики систем мониторинга распределения температуры волоконно-оптических модульных повышенной дальности DTSXL приведены в таблицах А.1, А.2.

Таблица А.1 - Метрологические и технические характеристики системы при использовании многомодового волоконно-оптического кабеля типа ITU-T G.651.1 (по стандарту МЭК 60793-2-10 A1a.1)

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля			
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M	DTSX3000-L
Диапазон измерений температуры, °C ⁽¹⁾ :	от -196 до +800			
Диапазон показаний температуры, °C:	от -220 до +800			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при времени измерений 600 с, °C: - в диапазоне измерений от -40 до +80 °C включ.; - в остальном диапазоне измерений	±1 ±6			
Разрешение выборки (в зависимости от общей длины оптоволокна), м: - при длине оптоволокна до 6 км включ.; - при длине оптоволокна св. 6 до 10 км включ.; - при длине оптоволокна св. 10 до 16 км включ.; - при длине оптоволокна св. 16 до 20 км включ.; - при длине оптоволокна св. 20 до 30 км включ.; - при длине оптоволокна св. 30 до 50 км	0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 - - - -	0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 - - -	0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 1; 2 1; 2 -	0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 1; 2 1; 2 2
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния не более 16 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	1			
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния 16 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	2			
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния 30 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	5			
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния 50 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	8			

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля			
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M	DTSX3000-L
Разрешение температуры для односторонних измерений (при +20 °С, времени измерений 600 с и в зависимости от длины оптоволокна) ⁽³⁾ , °С:				
- при длине оптоволокна до 6 км включ.;	±0,03	±0,03	±0,03	±0,03
- при длине оптоволокна св. 6 до 10 км включ.;	±0,03	±0,03	±0,03	±0,03
- при длине оптоволокна св. 10 до 16 км включ.;	-	±0,06	±0,06	±0,06
- при длине оптоволокна св. 16 до 20 км включ.;	-	-	±0,2	±0,2
- при длине оптоволокна св. 20 до 30 км включ.;	-	-	±0,2	±0,2
- при длине оптоволокна св. 30 до 50 км	-	-	-	±2,6
Время измерений, с, не менее	10			
Диапазон измеряемого расстояния (длина оптоволокна), км, не более	6; 10	6; 10; 16	6; 10; 16; 20; 30	6; 10; 16; 20; 30; 50
Тип оптического волокна (по стандарту МЭК 60793-2-10 A1a.1)	ITU-T G.651.1			
Тип источника излучения	Импульсный			
Длина волны источника излучения, нм	1552			
Максимальная средняя мощность излучения, Вт:	3,8			
Напряжение питания, В	от 10 до 30 (постоянного тока); от 21,6 до 31,2 (постоянного тока); от 100 до 120 (переменного тока); от 220 до 240 (переменного тока)			
Частота переменного тока, Гц	от 47 до 66			
Мощность, Вт:				
- стандартный рабочий режим	16			
- режим энергосбережения	2,1			
Диаметр оболочки оптоволокна, мкм	от 123 до 127			
Диаметр сердцевины, мм	от 47 до 53			
Габаритные размеры измерителя (ширина×высота×глубина) без выступающих частей, мм, не более:	197,8×132,0×162,2			
Масса, кг, не более:	2,5			
Средняя наработка на отказ, ч	130000			
Расчетный срок службы, лет	10			

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля			
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M	DTSX3000-L
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С: - для оптоволокну - для базового модуля - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более			от -196 до +800 от -40 до +65 ⁽⁴⁾	80 (без конденсации)
Примечания: 1. Допускается изготовление и применение систем в диапазонах измерений температуры, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений. 2. Пространственное разрешение (или расстояние отклика) представляет собой расстояние между точками 10 % и 90 % при реакции датчика на шаговое изменение температуры в любой точке оптоволокну. 3. Данные значения указывают на одно среднеквадратичное (стандартное) отклонение (СКО) по всему расстоянию измерений постоянной температуры +20 °С без потерь на соединение и ослаблении (затухании) в оптоволокну на 0,25 дБ/км для стоксового (рассеивания) света и 0,25 дБ/км для антистоксового (рассеивания) света для используемой длины волны (1550 нм). Временные значения указывают на время измерений в режиме быстрых измерений с разрешением выборки 1 м (2 м для диапазона 50 км). 100 метровые участки (секции) на ближнем конце и на дальнем конце оптоволокну исключаются. Измерения разрешения температуры зависят от длины оптоволокну, времени измерений и избыточных потерь. 4. От 0 до +55 °С, когда используется модуль источника питания NFPW441, NFPW442 или NFPW444.				

Таблица А.2 - Метрологические и технические характеристики системы– с основными модулями моделей DTSX3000-S, DTSX3000-N, DTSX3000-M при использовании одномодового волоконно-оптического кабеля типа ITU-T G.652.D (по стандарту МЭК 60793-2-50 В1.3)
(Измененная редакция, Изм. №1)

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля		
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M
Диапазон измерений температуры, °С ⁽¹⁾ :	от -196 до +800		
Диапазон показаний температуры, °С:	от -220 до +800		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при времени измерений 600 с, °С: - в диапазоне измерений от -40 до +80 °С включ. - в остальном диапазоне измерений	±1 ±6		
Разрешение выборки (в зависимости от общей длины оптоволокна), м: - при длине оптоволокна до 6 км включ.; - при длине оптоволокна св. 6 до 10 км включ.; - при длине оптоволокна св. 10 до 16 км включ.; - при длине оптоволокна св. 16 до 20 км включ.; - при длине оптоволокна св. 20 до 30 км включ.;	0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 0,5; 1; 2 1; 2		
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния не более 16 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	1		
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния 16 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	2		
Пространственное разрешение (для диапазона измеряемого расстояния 30 км и разрешения выборки 0,5 м), м, не более ⁽²⁾	5		
Разрешение температуры для односторонних измерений (при +20 °С, времени измерений 600 с) ⁽³⁾ , °С - при длине оптоволокна до 6 км включ.; - при длине оптоволокна св. 6 до 10 км включ.; - при длине оптоволокна св. 10 до 16 км включ.; - при длине оптоволокна св. 16 до 20 км включ.; - при длине оптоволокна св. 20 до 30 км включ.;	±0,2 ±0,2 - - -	±0,2 ±0,2 ±0,3 - -	±0,2 ±0,2 ±0,3 ±1,2 ±1,2

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля		
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M
Время измерений, с, не менее	10		
Диапазон измеряемого расстояния (длина оптоволокна), км, не более	6; 10	6; 10; 16	6; 10; 16; 20; 30
Тип оптического волокна (по стандарту МЭК 60793-2-50 В1.3)	ITU-T G.652.D		
Тип источника излучения	Импульсный		
Длина волны источника излучения, нм	1552		
Максимальная средняя мощность излучения, Вт:	3,8		
Напряжение питания, В	от 10 до 30 (постоянного тока); от 21,6 до 31,2 (постоянного тока); от 100 до 120 (переменного тока); от 220 до 240 (переменного тока)		
Частота переменного тока, Гц	от 47 до 66		
Мощность, Вт: - режим энергосбережения - стандартный рабочий режим	2,1 16		
Диаметр оболочки оптоволокна, мкм	от 124 до 126		
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм, не более:	197,8×132,0×162,2		
Масса, кг, не более:	2,5		
Средняя наработка на отказ, ч	130000		
Расчетный срок службы, лет	10		
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С: - для оптоволокна - для базового модуля - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	от -196 до +80 от -10 до +60 ⁽⁴⁾ 80 (без конденсации)		
Примечания: 1. Допускается изготовление и применение систем в диапазонах измерений температуры, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений. 2. Пространственное разрешение (или расстояние отклика) представляет собой расстояние между точками 10 % и 90 % при реакции датчика			

Наименование характеристики	Значение характеристики для моделей основного модуля		
	DTSX3000-S	DTSX3000-N	DTSX3000-M
<p>на шаговое изменение температуры в любой точке оптоволокну.</p> <p>3. Данные значения указывают на одно среднеквадратичное (стандартное) отклонение (СКО) по всему расстоянию измерений постоянной температуры +20 °С без потерь на соединении и ослаблении (затухании) в оптоволокну на 0,20 дБ/км для стоксового (рассеивания) света и 0,20 дБ/км для антистоксового (рассеивания) света для используемой длины волны (1550 нм). Временные значения указывают на время измерений в режиме быстрых измерений с разрешением выборки 1 м (2 м для диапазона 50 км). 100 метровые участки (секции) на ближнем конце и на дальнем конце оптоволокну исключаются. Измерения разрешения температуры зависят от длины оптоволокну, времени измерений и избыточных потерь.</p> <p>4. От 0 до +55 °С, когда используется модуль источника питания NFPW441, NFPW442 или NFPW444.</p>			