

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«03» октября 2025 г.

«ГСИ. Системы термометрии волоконно-оптические распределенного типа Е5.

Методика поверки»

МП 025.Ф3-25

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«03» октября 2025 г.

Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Системы термометрии волоконно-оптические распределенного типа Е5 (далее – системы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Системы предназначены для измерений распределения по расстоянию (длине) температуры в оптическом волокне.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170-2024, в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, утвержденной ФГБУ «ВНИИОФИ» 06.08.2025, приведенной в приложении А, к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020) и к Государственному первичному эталону единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К (ГЭТ 35-2021) в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712.

1.3 Поверка систем выполняется методами прямых измерений и непосредственного сличения.

1.4 Метрологические характеристики систем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики систем

Наименование характеристики	Значение			
	E52x	E54x	E56x	E58x
Пространственное разрешение ¹ , м	4,0	1,0	0,5	750,0
Нижний предел диапазона измерений длины ² , м		10		800
Верхний предел диапазона измерений длины ² , м		16000		80000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины ³ , м			$\pm(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L + \delta)$	
Стандартный диапазон измерений температуры ⁴ , °С		от -55 до +80		от -55 до +100
Повышенный диапазон измерений температуры ^{4,5} , °С		от -55 до +120		-
Расширенный диапазон измерений температуры ^{4,6} , °С		от -55 до +300		-
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в стандартном диапазоне ⁷ , °С, для времени измерений: - 600 с - 60 с				$\pm 1,0$
		$\pm 0,2$		
		$\pm 0,5$		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в повышенном диапазоне ⁷ , °С, для времени измерений: - 600 с - 60 с				-
		$\pm 0,5$		
		$\pm 1,0$		

Наименование характеристики	Значение			
	E52x	E54x	E56x	E58x
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в расширенном диапазоне ⁷ , °C, для времени измерений: - 600 с - 60 с		± 1,0 ± 2,0		-

¹ – пространственное разрешение (S) для многомодовых систем указано для значений длины до 1000 м; для значений длины более 1000 м пространственная разрешающая способность определяется по формуле $S^* = S + (L-1000) \cdot 10^{-4}$, где L – длина оптического волокна (ОВ), м;

² – зависит от настройки конкретной системы и указан в ее паспорте;

³ – где δ – разрешение по пространственной выборке (шаг дискретизации);

⁴ – конкретная система настроена на работу в одном диапазоне измерений температуры: либо в стандартном, либо в повышенном, либо в расширенном – это указано в ее паспорте;

⁵ – при использовании ОВ с полиимидным защитным покрытием или высокотемпературным акрилатным покрытием;

⁶ – при использовании ОВ со специальным защитным покрытием;

⁷ – при длине измерительного участка ОВ не менее 100 метров.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Проверка нижнего и верхнего пределов диапазона измерений длины и абсолютной погрешности измерений длины	Да	Да	10.1
Проверка пространственного разрешения	Да	Нет	10.2
Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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

2.3 Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов из состава поверяемой системы. Поверка отдельных измерительных каналов из состава

проверяемой системы проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Все операции поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 70;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 1 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) проверяемых систем и средств поверки, ознакомившихся с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, 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.

4.2 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °С с пределами абсолютной погрешности измерений не более $\pm 1,0$ °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с пределами абсолютной погрешности измерений не более ± 5 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами абсолютной погрешности не более $\pm 1,0$ кПа</p>	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04

	<p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1,0$ Гц.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 300 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,008 \cdot U_{изм} + 4 \cdot k)$ В, где $U_{изм}$ – измеряемое</p>	<p>Мультиметры цифровые серии DT модификации DT-9963, рег. № 58550-14</p>
--	--	---

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	значение напряжения переменного тока, В, к – значение единицы младшего разряда, В, равное 0,1 В	
п. 10.1 Проверка нижнего и верхнего пределов диапазона измерений длины и расчет абсолютной погрешности измерений длины	<p>Эталоны единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, не ниже уровня рабочих эталонов по локальной поверочной схеме для средств измерений длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, утвержденной ФГБУ «ВНИИОФИ» 06 августа 2025 г. в диапазоне воспроизведения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единицы длины для многомодового оптического волокна от $1,0 \cdot 10^1$ до $1,6 \cdot 10^4$ м; - единицы длины для одномодового оптического волокна от $1,0 \cdot 10^1$ до $8,0 \cdot 10^4$ м; - единицы времени распространения сигнала в оптическом волокне для многомодового оптического волокна от $5,0 \cdot 10^{-8}$ до $8,0 \cdot 10^{-5}$ с; - единицы времени распространения сигнала в оптическом волокне для одномодового оптического волокна от $5,0 \cdot 10^{-8}$ до $3,9 \cdot 10^{-4}$ с. <p>Доверительные границы абсолютной погрешности при воспроизведении единицы длины (при доверительной вероятности $P = 0,95$), м: $\pm [0,2 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot L]$, где L – воспроизводимая длина, м.</p> <p>Доверительные границы абсолютной погрешности при воспроизведении единицы времени распространения сигнала в оптическом волокне (при доверительной вероятности $P = 0,95$), с: $\pm [1,0 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-5} \cdot T]$, где T – время, с</p>	<p>Государственный рабочий эталон единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне в диапазонах воспроизведения от $1,0 \cdot 10^1$ до $1,8 \cdot 10^5$ м и от $5 \cdot 10^{-8}$ до $9 \cdot 10^{-4}$ с (далее – РЭДО-В), рег.№ 2.1.ZZA.0144.2025</p>
п. 10.2 Проверка пространственного разрешения; п. 10.3 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры	<p>Эталоны единицы температуры, не ниже уровня рабочего эталона третьего разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, в диапазоне измерений температуры от минус 55 до 300 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности при измерениях температуры не более $\pm 0,07$ °C</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-3-3, рег. № 32777-06</p>
	<p>Средства измерений температуры в диапазоне от минус 55 до плюс 300 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm (0,015 + 10^{-5} \cdot t)$ °C, где t – значение температуры, °C.</p>	<p>Измеритель температуры двухканальный МИТ 2.05, рег. № 46432-11</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательное оборудование:		
	Образцы оптического волокна марки Corning clear curve OM2 50/125 мкм стандарта ITU G651.1 и совместимых (ММ волокно) длиной (300 ± 100) м с акрилатным, полиимидным и специальным защитным покрытием	
	Образцы оптического волокна стандарта ITU G652 и совместимых (ОМ волокно) длиной (300 ± 100) м, (10000 ± 500) м, (25000 ± 500) м	
	Климатическая камера тепло-влага-холод Climcontrol M-70/180-250 КТВХ с диапазоном рабочих температур от минус 70 до плюс 180 °C	
	Термокамера ШС-80-01 с диапазоном рабочих температур от плюс 50 до плюс 350 °C	
	Термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К (150) с диапазоном рабочих температур от 0 до плюс 50 °C	
	Волоконно-оптические соединительные кабели (пачкорды) и розетки (адаптеры)	
	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84.	

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть аттестованы (проверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдаются требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. Оборудование, применяемое при поверке, 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.

6.2 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.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Комплектность поверяемых систем должна соответствовать комплектности, приведенной в эксплуатационной документации (РЭ) и описании типа (далее – ОТ).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей, поверяемые системы;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемых систем повреждений, влияющих на их работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов.

7.3 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность систем соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготавливают поверяемую систему к работе согласно ее РЭ.

8.2 Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса если иное не указано в их РЭ.

8.3 Дожидаются загрузки программного обеспечения (ПО) поверяемой системы на персональном компьютере (ПК) и появления на экране ПК главного окна ПО.

8.4 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если не происходит отказа световых индикаторов, ошибок при запуске ПО и в работе ПО при загрузке меню.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на Системы. Для этого в главном окне ПО поверяемой системы открывают вкладку «Помощь», в ней нажимают кнопку «О программе» – в появившемся окне находят идентификационные данные ПО.

9.2 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	DTS Client
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.8.0 и выше

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

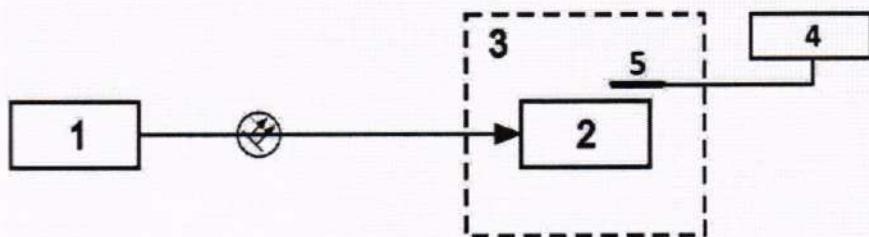
10.1 Проверка нижнего и верхнего пределов диапазона и абсолютной погрешности измерений длины

Для проверки нижнего и верхнего пределов диапазона и абсолютной погрешности измерений длины поверяемой системы используют образцы оптического волокна (ОВ) из состава РЭДО-В. Для модификации поверяемой системы с одномодовым типом (ОМ) ОВ используют образцы ОМ ОВ, для модификаций систем с многомодовым типом (ММ) ОВ используют образцы ММ ОВ. Выбор номинальной длины образцов ОВ определяется значениями нижнего и верхнего пределов диапазона измерений длины, указанными в паспорте поверяемой системы. Для проверки нижнего предела выбирают образец ОВ с наиболее близкой к нижнему пределу длиной, но не менее значения, указанного в паспорте системы. Для проверки верхнего предела выбирают образец ОВ с наиболее близкой к верхнему пределу длиной, но не более значения, указанного в паспорте системы.

10.1.1 Собирают установку согласно схеме, представленной на рисунке 1. Образец ОВ с номинальной длиной равной или менее нижнего предела диапазона измерений длины поверяемой системы помещают в воздушный термостат ТВЛ-К (150) и подключают одним концом к поверяемой системе. Термостат нагревают до температуры $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ и выдерживают в нём образец ОВ в течение 2 часов.

10.1.2 Измеряют длину образца ОВ с помощью поверяемой системы в соответствии с ее РЭ. Для этого в настройках ПО системы выбирают длительность измерений 60 с и запускают измерения температуры образца ОВ нажав кнопку «Начать сбор данных». Результатом измерений являются зависимость температуры от длины ОВ (термограмма) и зависимость амплитуды сигнала от длины ОВ (рефлектограмма). При определении диапазона и абсолютной погрешности измерений длины используют рефлектограмму. Измерения проводят 5 раз и фиксируют значения длины L_i , м, где $i=(1;5)$, за которые принимают участок на полученной рефлектограмме антистоксовой компоненты от выходного разъёма поверяемой системы до точки начала отражения излучения от выходного торца на конце образца ОВ. Значение показателя

преломления ОВ в ПО поверяемой системы выбирают соответствующим используемому образцу ОВ согласно протоколу аттестации РЭДО-В.



1 – поверяемая система; 2 – образец ОВ из состава РЭДО-В; 3 – термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К (150); 4 – измеритель температуры МИТ 2.05М; 5 – термометр сопротивления ТСПВ-1

Рисунок 1 – Схема установки для определения нижнего и верхнего пределов диапазона и абсолютной погрешности измерений длины

10.2 Проверка пространственного разрешения

Пространственное разрешение системы определяется длиной переходного участка термограммы между образцами ОВ, нагретыми до разных температур с отличием более 20°C .

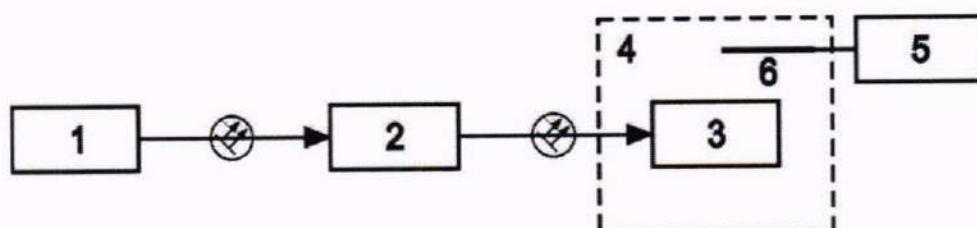
10.2.1 Для определения пространственного разрешения системы собирают установку, схема которой приведена на рисунке 2.

Для систем Е52х, Е54х и Е56х подключают образец ММ ОВ общей длиной (300 ± 100) м разделенный на два участка: участок № 1 с номинальной длиной (100 ± 50) м и участок № 2 с номинальной длиной (100 ± 50) м. Участок № 1 размещают при температуре $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ (допускается размещать при комнатной температуре), а следующий за ним участок № 2 размещают в термокамере ШС-80-01 при температуре $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Переход между участками № 1 и № 2 должен быть минимальный по расстоянию.

Для систем Е58х подключают образец ОМ ОВ общей длиной (35 ± 2) км разделенный на два участка: участок № 1 с номинальной длиной (25 ± 1) км и участок № 2 с номинальной длиной (10 ± 1) км к испытываемой системе. Участок № 1 размещают при температуре $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ (допускается размещать при комнатной температуре), а следующий за ним участок № 2, размещают в термокамере ШС-80-01 при температуре $(80 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Для корректного определения пространственного разрешения допускается предварительное проведение температурной тарировки согласно руководству эксплуатации на систему.

Температуру участка № 1 контролируют с помощью метеометра МЭС-200А. Выдерживают образец ОВ в термокамере не менее 2 часов.



1 – поверяемая система; 2 – часть образца ОВ при комнатной температуре (участок 1); 3 – образец ОВ (участок 2); 4 – термокамера ШС-80-01; 5 – измеритель температуры двухканальный МИТ 2.05; 6 – Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1

Рисунок 2 – Схема установки для определения пространственного разрешения систем

10.2.2 Проводят измерения температуры собранной трассы ОВ с помощью поверяемой системы в течение не менее 60 с согласно ее РЭ. Сохраняют и фиксируют полученный результат измерений распределенной температуры (термограммы) $T_i(L_i)$, $^{\circ}\text{C}$, где i – точки отсчёта термограммы, а L_i – длина до точек отсчета термограммы от ее начала.

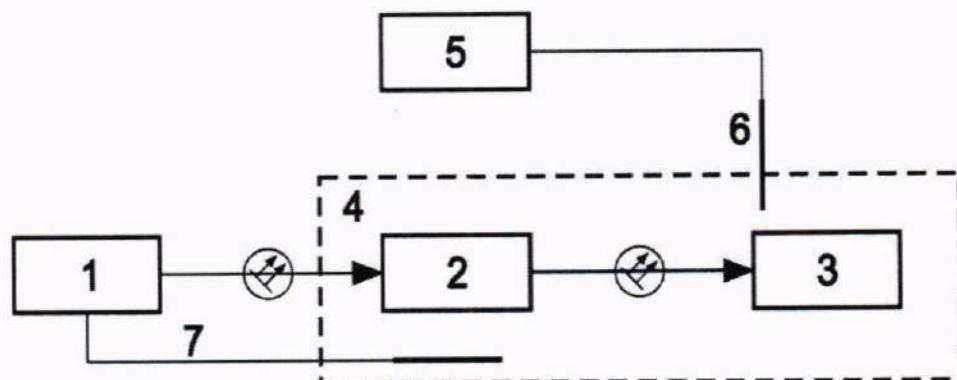
10.3 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры

Для проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры поверяемой системы используют образцы ОВ (ОМ или ММ) с различным защитным покрытием. Образец ОВ должен быть выполнен в свободной намотке, скрепленной в бухты диаметром не менее (10 ± 1) см и способом, исключающим разматывание бухты. Выбор образца ОВ зависит от диапазона измерений температуры, в котором работает поверяемая система: стандартный, повышенный или расширенный. Рабочий диапазон измерений поверяемой системы указан в ее паспорте.

10.3.1 Для систем E52x, E54x и E56x подключают соответствующий образец ММ ОВ общей длиной (300 ± 100) м разделенный на два участка: участок № 1 с номинальной длиной (150 ± 50) м и участок № 2 с номинальной длиной (150 ± 50) м. Между участками № 1 и № 2 не допускается оптическая сварка. На конце линии необходимо с помощью сварки установить терминатор – отрезок одномодового волокна, смотанный в кольцо с минимально возможным радиусом.

Для систем E58x подключают образец ОМ ОВ общей длиной не более максимальной длины указанной в паспорте на систему и разделенный на два участка: участок № 1 и № 2 с номинальной длиной не менее 10 пространственных разрешений указанных в паспорте, но не более половины максимальной длины указанной в паспорте на систему. Между участками № 1 и № 2 допускается оптическая сварка. На конце линии также необходим терминатор.

10.3.2 Собирают установку согласно схеме рисунка 3. Участки № 1 и № 2 размещают в климатической камере. Рядом с участком № 1 укладывают термометр поверяемой системы и механически фиксируют для исключения перемещений во время измерений, рядом с участком № 2 укладывают термометр сопротивления платиновый, который также механически фиксируют для исключения перемещений во время измерений.



1 – поверяемая система; 2 – Участок № 1 образца ОВ длиной (150 ± 50) м; 3 – Участок образца № 2 ОВ длиной (150 ± 50) м; 4 – климатическая камера КТВХ; 5 – измеритель температуры двухканальный МИТ 2.05; 6 – термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1; 7 – термометр поверяемой системы

Рисунок 3 – Схема установки для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры поверяемой системы

10.3.3 Проводят тарировку поверяемой системы по шкале температур с выбранными образцами ОВ согласно РЭ поверяемой системы в точках минус 55 °C, плюс 15 °C, плюс 80 °C с использованием термометра поверяемой системы 7.

10.3.4 В климатической камере устанавливают температуру не более минус 55 °C. Выдерживают образец ОВ не менее 2 часов. Далее производят одно измерение в соответствие с РЭ на поверяемую систему. Измерения проводят для времени усреднения $t = 60$ с.

10.3.5 Проводят 10 измерений ($i = (1; 10)$) температуры образца ОВ с помощью измерителя температуры T_{ref_i} , °C, и поверяемой системы T_i , °C, в соответствии с их РЭ. Результатом измерений температуры с помощью поверяемой системы является среднее значение температуры на участке № 2. При расчете T_i , °C, края участка №2 не учитываются, необходимо отступить не менее 4 пространственных разрешений поверяемой системы в соответствии с ее описанием типа.

10.3.6 Повторяют операции п. 10.3.5 для значений температуры плюс 15 °C и плюс 80 °C для систем E52x, E54x и E56x и для значений температуры плюс 100 °C для систем E58x.

10.3.7 Повторяют операции п. 10.3.5 для поверяемых систем с повышенным диапазоном измерений температуры в точке плюс 120 °C, а для поверяемых систем с расширенным диапазоном измерений температуры в точке плюс 300 °C.

10.3.8 Повторяют операции п.п.10.3.4-10.3.7 для времени усреднения $t = 600$ с.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений длины

11.1.1 Для полученных в п.п. 10.1.1-10.1.2 настоящей методики результатов измерений L_i , м, вычисляют средние значения длины образцов ОВ по формуле:

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

где n – количество измерений ($n = 5$).

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.1).

11.1.2 Определяют значения абсолютной погрешности измерений длины с помощью поверяемой системы Δ_L , м, по формуле:

$$\Delta_L = \bar{L} - L_{ref}, \quad (2)$$

где L_{ref} – значение длины образца ОВ, указанное в протоколе аттестации РЭДО-В.

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.1).

11.1.3 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения нижнего и верхнего пределов диапазона измерений длины и значения абсолютной погрешности измерений длины соответствуют паспорту поверяемой системы и таблице 1 настоящей методики.

11.2 Обработка результатов измерений пространственного разрешения

11.2.1 Для полученных в п.п. 10.2.1-10.2.2 настоящей методики результатов измерений $T_i(L_i)$, °C, вычисляют определяют средние температуры участков № 1 и № 2 для ММ ОВ на длине 80 м с отступом 10 метров до и после перехода, а для ОМ ОВ на длине 4 км с отступом 1 км от точки перехода, до и после точки перепада температур – T_1 , °C и T_2 , °C соответственно, по формулам

$$T_1 = \frac{\sum_{i=n_1}^{n_2} T_i(L_i)}{n_2 - n_1}, \quad (3)$$

$$T_2 = \frac{\sum_{i=n_3}^{n_4} T_i(L_i)}{n_4 - n_3}, \quad (4)$$

где n_1 и n_2 – точки отсчёта на термограмме, соответствующие началу и концу линейного участка ММ ОВ длиной 80 м или ОМ ОВ длиной 4000 м до температурного перепада, м;

n_3 и n_4 – точки отсчёта на термограмме, соответствующие началу и концу участка ОВ длиной 80 м или ОМ ОВ длиной 4000 м после температурного перепада, м.

11.2.2 По полученным средним значениям температур T_1 и T_2 , °С, двух участков ОВ вычисляют критические границы, равные 10 % и 90 % от температурного перепада T_{kp1} и T_{kp2} , °С, по формулам:

$$T_{kp1} = T_1 + (T_2 - T_1) \cdot 0,1, \quad (5)$$

$$T_{kp2} = T_1 + (T_2 - T_1) \cdot 0,9, \quad (6)$$

где T_{kp1} – нижняя критическая граница (10 % от температурного перехода), °С;

T_{kp2} – верхняя критическая граница (90 % от температурного перехода), °С.

11.2.2 Определяют значения пространственных координат L_{kp1} и L_{kp2} , м, соответствующих точкам на термограмме T_{kp1} и T_{kp2} , °С (рисунок 4), по формулам:

$$L_{kp1} = \frac{(T_{kp1} - T_i) \cdot (L_{i+1} - L_i)}{T_{i+1} - T_i} + L_i, \quad (7)$$

где i – номер ближайшей точки на термограмме слева к полученному значению T_{kp1} .

$$L_{kp2} = \frac{(T_{kp2} - T_j) \cdot (L_{j+1} - L_j)}{T_{j+1} - T_j} + L_j, \quad (8)$$

где j – номер ближайшей точки на термограмме слева к полученному значению T_{kp2} .

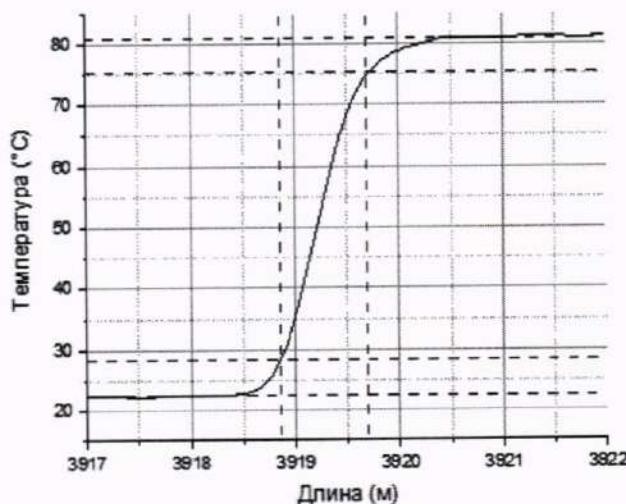


Рисунок 4 – Графическое изображение точек для определения пространственного разрешения

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.2).

11.2.3 Вычисляют значение пространственного разрешения δL , м, по формуле:

$$\delta L = L_{kp2} - L_{kp1}. \quad (9)$$

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.2).

11.2.4 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если полученное значение пространственного разрешения не превышают значения, указанного в таблице 1 настоящей методики.

11.3 Обработка результатов измерений температуры

11.3.1 Для полученных в п.п. 10.3.1-10.3.7 настоящей методики результатов измерений температуры T_{ref} и T_i , °C, вычисляют средние значения температуры по формулам

$$\bar{T}_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ref_i}}{n}, \quad (10)$$

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}. \quad (11)$$

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

11.3.2 Определяют значения абсолютной погрешности измерений температуры с помощью поверяемой системы Δ_T , °C, по формуле:

$$\Delta_T = \bar{T} - \bar{T}_{ref}. \quad (12)$$

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

11.3.3 Системы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если полученные значения диапазона измерений температуры и абсолютной погрешности измерений температуры соответствуют значениям, указанным в таблице 1 настоящей методики.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

12.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на системы не предусмотрено.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средств измерений.

12.4 В случае проведения периодической поверки отдельных измерительных каналов из состава поверяемой системы информацию об объеме проведенной поверки отразить в свидетельстве о поверке и протоколе поверки.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник лаборатории отделения Ф-3



А.К. Митюров

Младший научный сотрудник отделения Ф-3



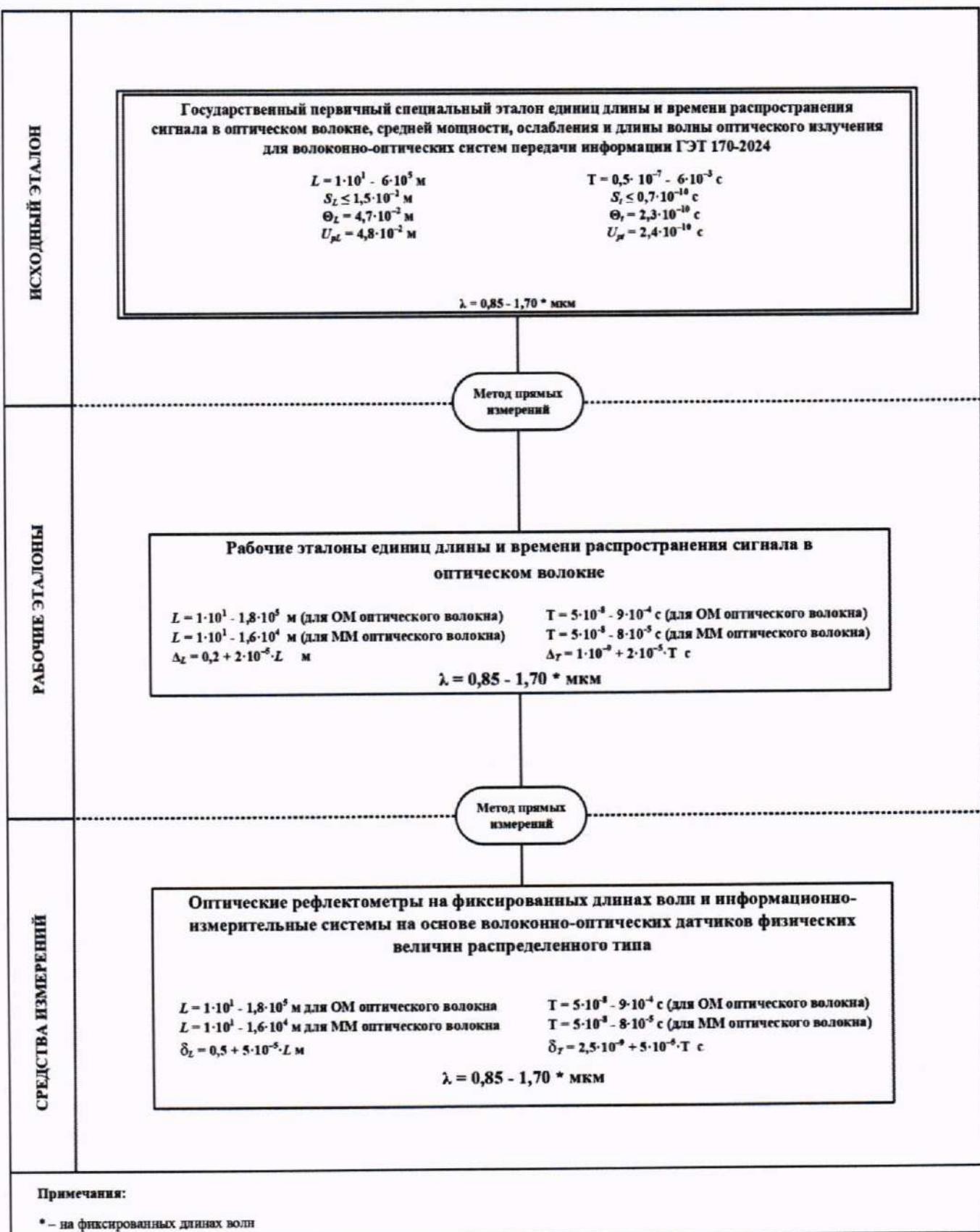
А.О. Погонышев

Приложение А

Локальная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения

сигнала в оптическом волокне, утвержденная ФГБУ «ВНИИОФИ» 06.08.2025.

Графическая часть



Приложение Б
 (Рекомендуемое)
 Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №
 от 20 г.

Системы термометрии волоконно-оптические распределенного типа Е5.
модификация _____
 (регистрационный № _____, год выпуска _____)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 025.Ф3-25 «ГСИ. Системы термометрии волоконно-оптические распределенного типа Е5. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды: °C
- относительная влажность воздуха: %
- атмосферное давление: кПа
- напряжение сети питания: В
- частота сети питания: Гц

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Идентификация программного обеспечения:
4. Определение метрологических характеристик:

Полученные результаты определения метрологических характеристик:

Таблица Б.1 – Результаты проверки нижнего и верхнего пределов диапазона измерений длины и абсолютной погрешности измерений длины

L_i , м	L , м	L_{ref} , м	ΔL , м	Результат (соответствие)

Таблица Б.2 – Результаты проверки пространственного разрешения

T ₁ , °C	T ₂ , °C	T _{kp1} , °C	T _{kp2} , °C	L _{kp1} , м	L _{kp2} , м	δL, м	Результат (соответствие)

Таблица Б.3 – Результаты проверки диапазона измерений температуры и абсолютной погрешности измерений температуры

t, с	T _{refi} , °C	T _i , °C	T _{ref} , °C	T, °C	Δt, °C	Результат (соответствие)
60						
600						

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

Подпись _____ Фамилия И.О.

Руководитель:

Подпись _____ Фамилия И.О.