

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

«01» апреля 2026 г.

«ГСИ. Тензометры волоконно-оптические ТВО-122.

Методика поверки»

МП 018.Ф3-25

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«01» апреля 2026 г.

Москва
2026 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Тензометры волоконно-оптические ТВО-122 (далее – тензометры) и устанавливает методы и средства их первичной поверки. Тензометры предназначены для измерения деформаций и температур строительных конструкций и сооружений.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений деформации на основе волоконно-оптических датчиков, утвержденной ФГБУ «ВНИИОФИ» 16.06.2025, структура приведена в приложении А, а также к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020 в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 г. № 147.

1.3 Поверка тензометров выполняется методом непосредственного сличения.

1.4 Метрологические характеристики тензометров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики тензометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений деформации*, млн ⁻¹	от -25000 до 25000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений деформации*, млн ⁻¹	± 50
Диапазон измерений температуры*, °С	от +5 до +550
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры*, °С	± 3
* – значения нормированы при использовании анализаторов (регистраторов) сигналов волоконно-оптических датчиков с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны оптического излучения не более ±0,003 нм в диапазоне от 1500 до 1600 нм.	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной поверки 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 диапазона и определение абсолютной погрешности измерений деформации	Да	Да	10.1
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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

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 2 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемых тензометров 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 поверки 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	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,3 кПа.	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04
	Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm (0,012 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \cdot k)$ Гц, где $f_{\text{изм}}$ – измеряемое значение частоты переменного тока, Гц, k – значение единицы младшего разряда, Гц, равное 0,01 Гц. Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm (0,008 \cdot U_{\text{изм}} + 4 \cdot k)$ В, где $U_{\text{изм}}$ – измеряемое значение напряжения переменного тока, В, k – значение	Мультиметры цифровые серии DT модификации DT-9963, рег. № 58550-14

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	напряжения переменного тока, В, k – значение единицы младшего разряда, В, равное 0,1 В.	
п. 10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений деформации	Эталоны единицы длины, не ниже уровня 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.18 № 2840, в диапазоне измерений линейных перемещений от 0 до 80000 мм с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5 \cdot L$ мкм, где L – измеряемое перемещение, м.	Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13
п. 10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры	Эталоны единицы температуры, не ниже уровня рабочего эталона третьего разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 № 147, в диапазоне измерений температуры от 5 °С до 500 °С с абсолютной погрешностью не более 0,04 °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-3-3, рег. № 32777-06
	Средства измерений температуры в диапазоне от минус 200 °С до плюс 500 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm (0,004 + 10^{-5} \cdot t)$ °С, где t – значение температуры, °С.	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11
	Эталоны единицы температуры, не ниже уровня рабочего эталона третьего разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 № 147, в диапазоне измерений температуры от 300 °С до 1100 °С с абсолютной погрешностью не более 0,4 °С.	Термометр термоэлектрический ППО из состава Государственного рабочего эталона 0-го разряда единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3000 °С, рег. № 3.1.ZZA.0020.2015
п.п. 10.1 – 10.2	Анализаторы (регистраторы) сигналов волоконно-оптических датчиков по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804, в диапазоне измерений длины волны от 1500 до 1600 нм с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны не более $\pm 0,003$ нм	Анализаторы сигналов волоконно-оптических датчиков, рег. № 60112-15
Вспомогательное оборудование:		
	Модуль линейного перемещения СТМЛ-1 с микрометрическим винтом. Диапазон перемещений подвижной части: не менее 10 мм	
	Термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К. Диапазон рабочих температур: от -10 °С до +60 °С.	
	Муфельная электропечь ЭКПС-10. Диапазон рабочих температур: от +50 °С до +1100 °С.	
	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84.	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Персональный компьютер (ПК). Операционная система Windows версии 7 или выше	

5.2 Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают 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 тензометров 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 тензометры;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемых тензометров повреждений, влияющих на их работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготавливают поверяемый тензометр к работе согласно его РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса, если иное не указано в их РЭ.

8.2 Дожидаются загрузки программного обеспечения (ПО) тензометров и появления на экране главного меню.

8.3 Тензометры 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 тензометры. Для этого устанавливают ПО на ПК, запускают файл ПО «TVO.Scan», в появившемся окне главного меню находят идентификационные данные ПО, отображаемые сверху по центру окна ПО.

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

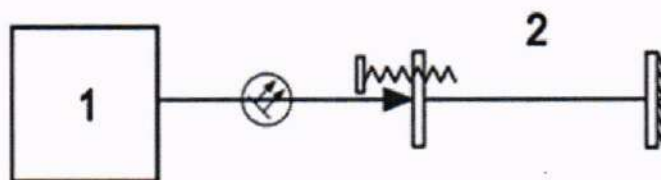
Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	TVO.Scan
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.1.0.0 и выше

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений деформации

Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Измерения деформации проводят во всем диапазоне измерений деформации поверяемых тензометров (на растяжение: от 100 до 25000 млн⁻¹; на сжатие от - 100 до - 25000 млн⁻¹): на краях и в середине диапазонов. Закрепляют поверяемый тензометр на неподвижную и подвижную часть модуля линейного перемещения (на рисунке 1 показаны схематично) с помощью соответствующих оправок с винтами и подключают его к анализатору сигналов волоконно-оптических датчиков согласно их РЭ. Перемещение каретки с микрометрическим винтом модуля линейного перемещения контролируют с помощью системы лазерной измерительной XL-80, для чего устанавливают на каретку отражатель из состава системы лазерной измерительной XL-80 и измеряют его перемещение согласно РЭ системы лазерной измерительной XL-80.



1 — анализатор сигналов волоконно-оптических датчиков; 2 — поверяемый тензометр
Рисунок 1 — Блок-схема установки для измерений деформации

10.1.2 Производят установку нуля системы лазерной измерительной XL-80 в соответствии с РЭ на нее.

10.1.3 Посредством перемещения каретки с микрометрическим винтом и контроля значения перемещения с помощью системы лазерной измерительной XL-80 производят растяжение поверяемого тензометра на значение $D_{эп} = 100$ млн⁻¹, что соответствует перемещению каретки с микрометрическим винтом на значение $L_{эп}$, мм, вычисляемое по формуле:

$$L_{эп} = \frac{D_{эп} \cdot l_{вод}}{10^6}, \quad (1)$$

где $l_{вод}$ — длина базы поверяемого тензометра, мм, указанная в его паспорте и равная 100 мм.

Проводят измерение удлинения поверяемого тензометра D_i , млн⁻¹, где $i = (1; 5)$, 5 раз с помощью анализатора сигналов волоконно-оптических датчиков посредством ПО поверяемых тензометров в соответствии с РЭ на них и формулой (1).

10.1.4 Повторяют операции пункта 10.1.3 настоящей методики для значений деформации, соответствующих середине и верхней границе диапазона измерений деформации на растяжение поверяемых тензометров. Фиксируют полученные значения результатов измерений.

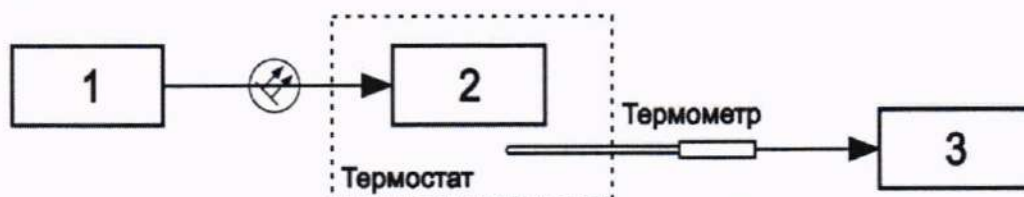
10.1.5 Повторяют операции пунктов 10.1.3 и 10.1.4 настоящей методики, производя сжатие поверяемого тензометра, для значений деформации, соответствующих нижней границе, середине и верхней границе диапазона измерений деформации на сжатие поверяемых тензометров.

10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.2.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2. Измерения температуры проводят во всем диапазоне измерений температуры от плюс 5 до плюс 550 °С на краях и в середине диапазона. Для этого помещают поверяемый тензометр в термостат воздушный лабораторный ТВЛ-К и подключают его к анализатору сигналов волоконно-оптических датчиков согласно их РЭ.

10.2.2 Вставляют в соответствующее отверстие в термостате термометр сопротивления ПТСВ-3-3 и подключают его к измерителю температуры МИТ 2.05. Понижают температуру в термостате до плюс 5 °С в соответствии с его РЭ, что соответствует нижней границе диапазона

измерений температуры поверяемыми тензомерами. Выжидают момента времени, после которого наибольшее отклонение десяти значений температуры друг относительно друга, измеренных с помощью МИТ 2.05 в соответствии с его РЭ, будет менее 0,1 °С. Производят измерения значений температуры в жидкостном термостате с помощью МИТ 2.05 $T_{эм_i}$, °С, где $i = (1; 5)$, 5 раз.



1 – анализатор сигналов волоконно-оптических датчиков; 2 – поверяемый тензомер; 3 – измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2 модификации МИТ 2.05 с подключенным к нему термометром сопротивления платиновым вибропрочным ПТСВ-3-3 или термометром термоэлектрическим ППО из состава 3.1.ZZA.0020.2015

Рисунок 2 – Блок-схема установки для измерений температуры.

10.2.3 Проводят измерение температуры поверяемого тензометра T_i , °С, 5 раз с помощью анализатора сигналов волоконно-оптических датчиков посредством ПО поверяемых тензометров в соответствии с РЭ на них.

10.2.4 Повторяют операции пунктов 10.2.2 и 10.2.3 настоящей методики для значений температуры, соответствующих середине и верхней границе диапазона измерений температуры поверяемых тензометров, используя вместо термостата воздушного лабораторного ТВЛ-К муфельную электропечь ЭКПС-10 и термометр термоэлектрический ППО из состава 3.1.ZZA.0020.2015 согласно его РЭ. Фиксируют полученные значения результатов измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений деформации

11.1.1 Для полученных в пунктах 10.1.1 – 10.1.5 настоящей методики результатов измерений D_i , млн⁻¹, вычисляют средние значения деформации, полученные с помощью поверяемого тензометра, по формуле:

$$D_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}, \quad (2)$$

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

Полученные результаты $D_{эм}$, D_i , $D_{ср}$, млн⁻¹, занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

11.1.2 Определяют значения абсолютной погрешности измерений деформации с помощью поверяемого тензометра Δ_D , млн⁻¹, по формуле:

$$\Delta_D = D_{ср} - D_{эм}. \quad (3)$$

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

11.1.3 Тензометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений деформации составляет от - 25000 до 25000 млн⁻¹ при сжатии и растяжении тензометра соответственно, а значения абсолютной погрешности измерений деформации Δ_D , млн⁻¹, не превышают пределы ± 50 млн⁻¹.

11.2 Обработка результатов измерений температуры

11.2.1 Для полученных в пунктах 10.2.1 – 10.2.4 настоящей методики результатов измерений $T_{эм_i}$, T_i , °С, вычисляют средние значения температуры по формулам:

$$T_{эм} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{эм_i}}{n}, \quad (4)$$

$$T_{\text{сред}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}. \quad (5)$$

Полученные результаты $T_{\text{эт } i}$, T_i , $T_{\text{эт}}$, $T_{\text{сред}}$, °С, занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.2).

11.2.2 Определяют значения абсолютной погрешности измерений температуры с помощью поверяемого тензометра ΔT , °С, по формуле:

$$\Delta T = T_{\text{сред}} - T_{\text{эт}}. \quad (6)$$

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

11.1.3 Тензометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений температуры составляет от плюс 5 °С до плюс 550 °С, а значения абсолютной погрешности измерений температуры ΔT , °С, не превышают пределы ± 3 °С.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Тензометры считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к тензомерам в соответствии с их ОТ, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае тензометры считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

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 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 тензометры не предусмотрено.

12.4 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.

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

Начальник лаборатории Ф-3



А.К. Митюрёв

Младший научный сотрудник лаборатории Ф-3



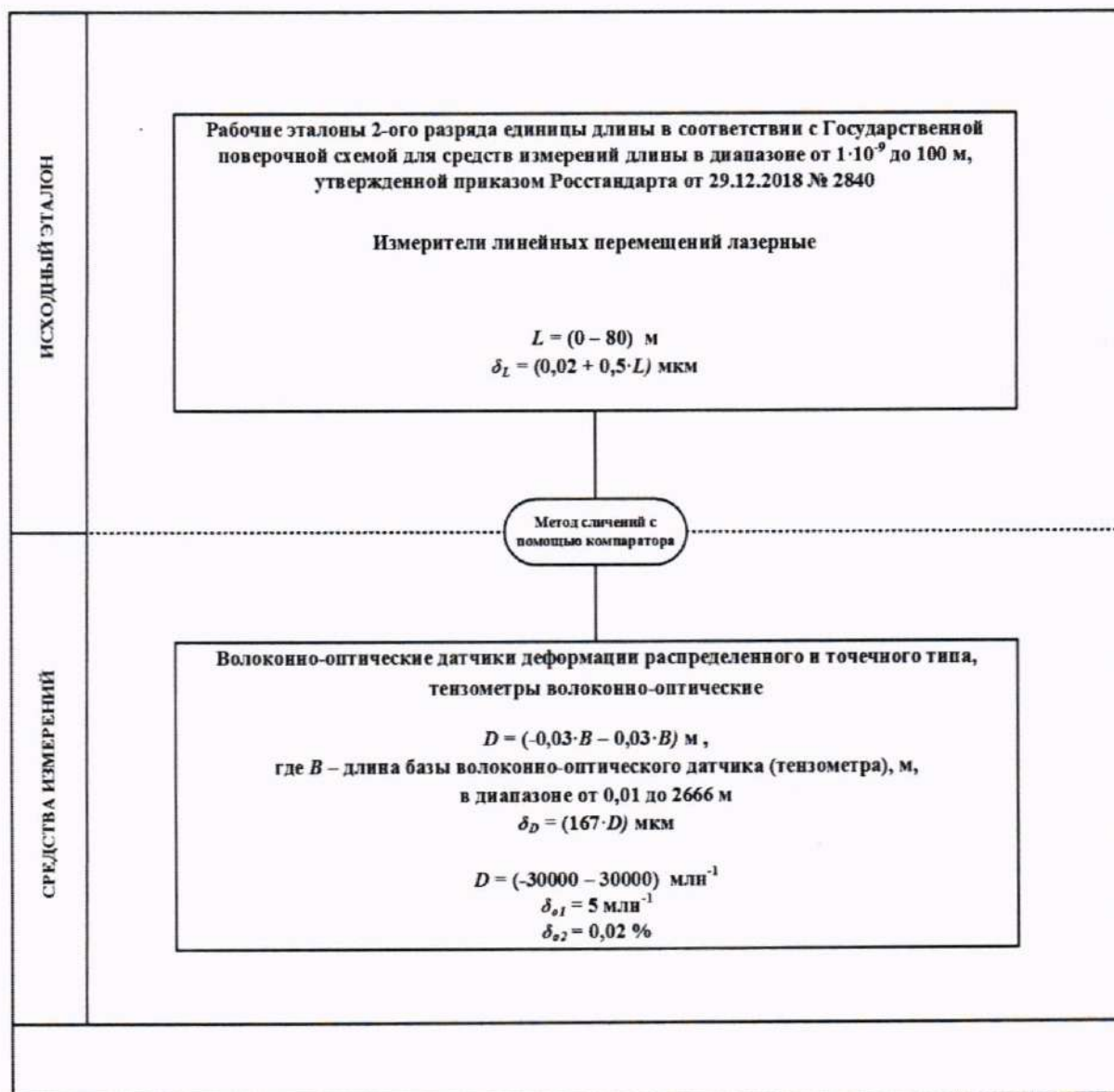
А.О. Погонищев

Приложение А

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений деформации на основе волоконно-оптических датчиков, утвержденной ФГБУ «ВНИИОФИ» 16.06.2025.

Графическая часть

ЛОКАЛЬНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ



Приложение Б
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №
от _____ 20__ г.

Тензометры волоконно-оптические ТВО-122
(регистрационный № _____, год выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 018.ФЗ-25 «ГСИ. Тензометры волоконно-оптические ТВО-122. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды: ____ °С
- 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 диапазона и определения абсолютной погрешности измерений деформации

$D_{эт}, \text{млн}^{-1}$	$D_i, \text{млн}^{-1}$	$D_{сред}, \text{млн}^{-1}$	$\Delta D, \text{млн}^{-1}$	Результат (соответствие)

$T_{эм_i}, ^\circ\text{C}$	$T_{эм}, ^\circ\text{C}$	$T_i, ^\circ\text{C}$	$T_{сред}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	Результат (соответствие)

_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.

Подпись _____