

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
И.С. Филимонов  
« 1 » 2022 г.

**«ГСИ. Средства обработки сигналов волоконно-оптических датчиков программно-технические ПТС-ВОД.**

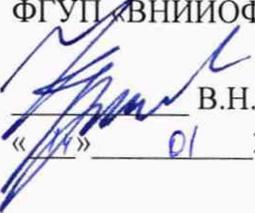
**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ»**

**МП 004.Ф3-22**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Негода  
« 01 » 2022 г.

Главный научный  
сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
В.Н. Крутиков  
« 4 » 2022 г.

Москва  
2022 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Средства обработки сигналов волоконно-оптических датчиков программно-технические ПТС-ВОД (далее – ПТС-ВОД) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. ПТС-ВОД предназначены для измерений длины волны отражённого от волоконно-оптических брэгговских датчиков оптического излучения и формирования спектральных данных о состоянии датчиков в многомодовом оптическом волокне.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862, к государственному первичному специальному эталону единиц длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170-2011.

Поверка ПТС-ВОД выполняется методом прямых измерений.

1.3 Метрологические характеристики ПТС-ВОД приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длин волн, нм	от 1500,00 до 1600,00
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн, нм	$\pm 0,05$
Динамический диапазон *, не менее, дБ	20
* Допускаемое ослабление отражённого от брэгговских датчиков оптического излучения ПТС-ВОД при измерениях длин волн	

## 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			10
Определение диапазона измерений длин волн и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн	Да	Да	10.1

Определение динамического диапазона	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	Да	Да	11

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

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

### 3 Требования к условиям поверки

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

– температура окружающей среды, °С	от 15 до 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, 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.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемого ПТС-ВОД и средств поверки, а также их правила хранения и применения, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных 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.

### 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

Операция 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 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %;	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04

	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	
	Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с относительной погрешностью не более 0,01 %; Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с относительной погрешностью не более 0,1 %	Вольтметры универсальные НМ8112-3S, рег. № 50576-12
п. 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы длины волны оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862, в диапазоне значений единицы длины волны оптического излучения от 1500 до 1600 нм	Государственный рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации (ВОСП) в диапазоне значений от 400 до 3400 нм (РЭДВ). Рег.№3.1.ZZA.0114.2018
	Аттенюаторы оптические, предназначенные для внесения ослабления мощности оптического излучения в многомодовых оптических кабелях и оптических компонентах в диапазоне от 0 до 20 дБ с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления $\pm 0,5$ дБ	Аттенюатор оптический FOD-5420, рег. № 54488-13
<b>Вспомогательное оборудование</b>		
	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84	
	Волоконно-оптическая брэгговская решетка многомодовая с номинальной длиной волны отражения в диапазоне от 1502 до 1598 нм	
	Персональный компьютер (ПК): процессор Pentium III / Celeron 866 MHz или выше; операционная система Windows XP (с SP3) или выше; 1 Гб ОЗУ; 1.5 Гб ПЗУ; наличие сетевой карты с интерфейсом Ethernet	
	Волоконно-оптические соединительные кабели с коннекторами типа FC/PC и FC/APC	

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

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

## **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, нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров по ГОСТ 31581-2012. 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 Система электрического питания системы должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи ПТС-ВОД.

6.3 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 поверяемого ПТС-ВОД должна соответствовать комплектности, приведенной в нормативной документации (РЭ и описание типа (далее – ОТ)).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

– наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый ПТС-ВОД;

– отсутствие на наружных поверхностях поверяемого ПТС-ВОД повреждений, влияющих на его работоспособность;

– отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;

– целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов поверяемого ПТС-ВОД.

7.3 ПТС-ВОД считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность ПТС-ВОД соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Устанавливают на рабочем месте ПТС-ВОД, РЭДВ, аттенуатор FOD-5420. Соединяют ПТС-ВОД с помощью сетевого кабеля CAT.6 с персональным компьютером (ПК).

Протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом по ГОСТ 9805-84, оптические разъемы поверяемого ПТС-ВОД, аттенуатора FOD-5420, РЭДВ. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических соединительных кабелей, используемых при проведении поверки.

8.2 Подготавливают ПТС-ВОД к работе согласно его РЭ. С помощью персонального компьютера (ПК) запускают программное обеспечение (ПО) ПТС-ВОД. Осуществляют настройку подключения ПТС-ВОД к ПК согласно РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса если иное не указано в их РЭ.

8.3 ПТС-ВОД считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если его ПО запускается и отображается на экране ПК в виде соответствующего окна приложения согласно описанию в РЭ, установлена связь ПТС-ВОД с ПК в соответствии с описанием в РЭ.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

9.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа (ОТ) на ПТС-ВОД. Для этого включают ПТС-ВОД и ПК, запускают файл ПО «ASTROSOFT.exe», в появившемся главном окне активируют раздел меню со значком «?» (О программе...) и в выпадающем окне находят идентификационные данные ПО.

9.2 ПТС-ВОД считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

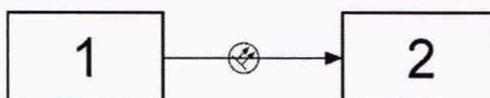
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ASTROSOFT
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.7 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение диапазона измерений длин волн и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн

Для определения диапазона и пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн с помощью ПТС-ВОД используют аппаратуру РЭДВ.

10.1.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Подключают выходной волоконно-оптический разъем поверяемого ПТС-ВОД к входному разъему газонаполненной кюветы или фильтра Фабри-Перо на передней панели РЭДВ в зависимости от типа рабочего эталона.



1 – поверяемый ПТС-ВОД; 2 – РЭДВ

Рисунок 1 – Схема установки для измерений длин волн резонансных пиков РЭДВ

10.1.2 Проводят измерения длин волн резонансных пиков  $\lambda_i$ , нм, где  $i = (1; 5)$ , 5 раз, согласно РЭ на поверяемый ПТС-ВОД. Фиксируют значения длин волн на краях и в середине диапазона измерений длин волн поверяемого ПТС-ВОД.

### 10.2 Определение динамического диапазона

Для определения динамического диапазона работы поверяемого ПТС-ВОД, под которым понимается ослабление отражённого от брэгговских датчиков оптического излучения ПТС-ВОД при измерениях длин волн, используют многомодовый перестраиваемый аттенюатор FOD-5420 и многомодовый брэгговский датчик (брэгговская решётка). Необходимо учитывать двойное прохождение оптического сигнала ПТС-ВОД во время измерений длин волн (к датчику и обратно).

Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2. Выбирают значение вносимого с помощью FOD-5420 равным нулю и проводят измерения длины волны брэгговской решётки  $\lambda_0$ , нм, с помощью поверяемого ПТС-ВОД. Фиксируют полученное значение. Вносят с помощью аттенюатора ослабление  $A$ , дБ, равное не менее половины значения динамического диапазона поверяемого ПТС-ВОД:  $A \geq 10$  дБ, и снова проводят измерения длины волны брэгговской решётки  $\lambda_1$ , нм.



1 – поверяемый ПТС-ВОД; 2 – многомодовый перестраиваемый аттенюатор FOD-5420;  
3 – многомодовая брэгговская решётка.

Рисунок 2 – Схема установки для определения динамического диапазона ПТС-ВОД

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 11.1 Обработка результатов измерений длин волн

11.1.1 Вычисляют среднее значение длины волны резонансного пика, полученное с помощью поверяемого ПТС-ВОД  $\lambda_{\text{сред}}$ , нм, по формуле

$$\lambda_{\text{сред}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}, \quad (1)$$

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

11.1.2 Вычисляют среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений длины волны резонансного пика поверяемым ПТС-ВОД  $S_\lambda$ , нм, по формулам

$$S_\lambda = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\lambda_i - \lambda_{\text{сред}})^2}; \quad (2)$$

11.1.3 Определяют границы систематической погрешности (СП) оценки длины волны резонансного пика интерферометра Фабри-Перо поверяемым ПТС-ВОД без учета знака  $\Theta_\lambda$ , нм, по формуле

$$\Theta_\lambda = |\Theta_{\lambda 1}| + |\Theta_{\lambda 2}|. \quad (3)$$

где  $\Theta_{\lambda 1}$  – границы СП измерений длины волны испытываемой системой, нм, определяемые как модуль разности между средним арифметическим значением длины волны  $\lambda_{\text{сред}}$ , нм, и эталонным значением длины волны резонансного пика, указанного в паспорте РЭДВ;

$\Theta_{\lambda 2}$  – относительная погрешность определения длин волн резонансных пиков РЭДВ, указанная в паспорте РЭДВ, умноженная на  $\lambda_{\text{сред}}$ , нм.

11.1.4 Определяют пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн с помощью ПТС-ВОД  $\Delta_\lambda$ , нм, по формуле:

$$\Delta_\lambda = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta_\lambda^2}{3} + S_\lambda^2}. \quad (4)$$

11.1.5 ПТС-ВОД считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений длин волн составляет от 1500 до 1600 нм и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн не превышают значения  $\pm 0,05$  нм.

### 11.2 Обработка результатов измерений динамического диапазона

11.2.1 Вычисляют погрешность измерений длины волны отражения многомодовой брэгговской решётки  $\Delta\lambda$ , нм, получаемой при внесении ослабления  $A$ , дБ, по формуле

$$\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda_1. \quad (5)$$

11.2.2 ПТС-ВОД считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если полученное значение погрешности измерений длины волны  $\Delta\lambda$ , нм, не превышает 0,05 нм в динамическом диапазоне не менее 20 дБ.

## 12 Оформление результатов поверки

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

12.2 ПТС-ВОД считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к ПТС-ВОД в соответствии с его ОТ. В ином случае ПТС-ВОД считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12.3 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

12.4 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

12.5 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник сектора лаборатории Ф-3

А.К. Митюрёв

Младший научный сотрудник лаборатории Ф-3

А.О. Погонишев

**Приложение А**  
(Рекомендуемое)  
Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №**  
от \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Средства обработки сигналов волоконно-оптических датчиков**  
**программно-технические ПТС-ВОД**  
(регистрационный № \_\_\_\_\_, год выпуска)

Заводской номер:

Владелец СИ:

ИНН владельца СИ:

Применяемые эталоны:

Государственный рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации (ВОСП) в диапазоне значений от 400 до 3400 нм (РЭДВ). Рег.№3.1.ZZA.0114.2018

Применяемая методика поверки:

МП 004.Ф3-22 «ГСИ. Средства обработки сигналов волоконно-оптических датчиков программно-технические ПТС-ВОД. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды:
- относительная влажность воздуха:
  - атмосферное давление:
  - напряжение сети питания:
  - частота сети питания:

Проведение поверки:

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

Полученные результаты измерений метрологических характеристик:

Таблица А1 – Результаты измерений длин волн резонансных пиков интерферометра Фабри-Перо на краях и в середине диапазона измерений поверяемого СИ

Обозначение резонансного пика	$\lambda_i$ , нм	$\lambda_{\text{сред}}$ , нм	$S_{\lambda}$ , нм	$\Theta_{\lambda}$ , нм	$\Delta\lambda$ , нм

Таблица А2 – Результаты измерений длины волны брэгговского датчика при определении динамического диапазона работы поверяемого СИ

$\lambda_0$ , нм	$\lambda_1$ , нм	$\Delta\lambda$ , нм	A, дБ

Таблица А3 – Результаты определения метрологических характеристик

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Диапазон измерений длин волн, нм	от 1500 до 1600		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн, нм	$\pm 0,05$		
Динамический диапазон, не менее, дБ	20		

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

\_\_\_\_\_  
Подпись                      Фамилия И.О.

Руководитель:

\_\_\_\_\_  
Подпись                      Фамилия И.О.