

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

« 30 » 11 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

## АНАЛИЗАТОРЫ СИГНАЛОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ FBG WAVECAPTURE

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 077.Ф3-18

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 29 » 11 2018 г.

Москва  
2018 г.

## 1 Введение

Настоящая методика распространяется на анализаторы сигналов волоконно-оптических датчиков FBG WaveCapture (далее по тексту – АСВОД) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок. АСВОД предназначены для измерений длин волн отражённого от волоконно-оптических брэгговских датчиков оптического излучения и формирования спектральных данных о состоянии датчиков.

Интервал между поверками – 1 год.

## 2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции, выполняемые при первичной и периодических поверках

№ п/п.	Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операций при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Нет
4	Определение метрологических характеристик	8.4		
5	Определение спектрального диапазона регистрации сигнала и абсолютной погрешности измерений длин волн	8.4.1	Да	Да
6	Определение минимально определяемого изменения длины волны	8.4.2	Да	Нет
7	Определение динамического диапазона	8.4.3	Да	Нет

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

2.3 Поверку АСВОД осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

## 3 Средства поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки, применяемые при первичной и периодической поверках

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Основные технические и (или) метрологические характеристики
8.4.1 - 8.4.3	Государственный специальный эталон единицы длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации, рег. № ГЭТ 170-2011	– диапазон воспроизводимых значений длин волн: 0,6 – 1,7 мкм; – НСП измерений длины волны: $1,17 \cdot 10^{-7}$ мкм; – СКО измерений длины волны: $5,31 \cdot 10^{-9}$ мкм.
8.4.1 - 8.4.3	Государственный рабочий эталон единиц средней мощности оптического излучения и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от $10^{-10}$ до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм – РЭСМ, рег. № 3.1.ZZA.0100.2017	– пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: – в диапазоне от $10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ Вт: $\pm 2,0 \%$ ; – в диапазоне от $2 \cdot 10^{-7}$ до 1 Вт: $\pm 2,0 \%$ ; – в рабочем спектральном диапазоне: $\pm 5 \%$ .
8.4.1 – 8.4.3	Вспомогательное оборудование Перестраиваемый лазерный источник излучения Santec TSL-210: – диапазон воспроизводимых значений длин волн: 1,530 – 1,650 мкм; Перестраиваемый лазерный источник излучения New Focus TLB-6500: – диапазон воспроизводимых значений длин волн: 1,500 – 1,575 мкм; Волоконно-оптические соединительные кабели (патч-корды), розетки (адаптеры); Волоконно-оптический разветвитель 10%/90%.	

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



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

#### **4 Требования к квалификации поверителей**

К проведению поверки допускаются учёные-хранители ГЭТ 170-2011 или лица, допущенные к работе на ГЭТ 170-2011, изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации (РЭ) поверяемого АСВОД и средств поверки, а также правила содержания и применения ГЭТ 170-2011 и РЭСМ, имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда и эксплуатации электроустановок указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н и имеющие опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации, прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

#### **5 Требования безопасности**

При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н, и Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804-91. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям поверки для легких физических работ. Система электрического питания прибора должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи прибора. Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

#### **6 Условия поверки**

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

температура окружающей среды, °С.....	20 ± 5
относительная влажность воздуха, %.....	65 ± 15
атмосферное давление, кПа.....	100 ± 4
напряжение питающей сети, В.....	220 ± 22
частота питающей сети, Гц .....	50,0 ± 0,5

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

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

## **7 Подготовка к поверке**

Очищают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом ГОСТ 9805-84, оптические разъемы поверяемого АСВОД и средств поверки. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей, аттенюаторов и ответвителей, используемых при проведении поверки. Включают питание всех приборов, используемых при поверке в соответствии с их Руководствами по эксплуатации (РЭ). Проводят прогрев всех включенных приборов в течение 2 часов.

## **8 Проведение поверки**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 Комплектность поверяемого АСВОД должна соответствовать разделу «Комплектность» его Руководства по эксплуатации (РЭ).

8.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей АСВОД;
- отсутствие на наружных поверхностях системы повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;
- целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов АСВОД.

8.1.3 В случае обнаружения механических повреждений или нарушения целостности волоконно-оптических кабелей и разъемов необходимо связаться с производителем СИ с помощью контактной информации, указанной в РЭ, указать характер повреждений и определить работоспособность прибора. Если СИ не работоспособно – дальнейшие операции поверки не проводят.

8.1.4 АСВОД считается прошедшим операцию поверки, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции.

### **8.2 Опробование**

8.2.1. Подготавливают поверяемый АСВОД к работе согласно его РЭ.

8.2.2. Включают АСВОД, запускают на ПК программу “Sense 2020 V1633 xxxxxxxx.exe” двойным нажатием в папке “C:\Sense 2020”, где “xxxxxxx” означает временную отметку программы Sense 20/20.

8.2.3 АСВОД считается прошедшей операцию опробования, если индикатор питания горит непрерывно зелёным светом, ПО АСВОД запускается.

### **8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения**

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

8.3.2 Система считается прошедшей операцию поверки, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.



Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Sense 20/20
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.6.3.3 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

#### 8.4 Определение метрологических характеристик

##### 8.4.1 Определение спектрального диапазона регистрации сигнала и абсолютной погрешности измерений длин волн

8.4.1.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Подключают выходной волоконно-оптический разъем перестраиваемого лазера (Santec TSL-210 / New Focus TLB-6500) с помощью волоконно-оптического соединительного кабеля к входному волоконно-оптическому разъему перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ. Подключают выходной волоконно-оптический разъем перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ с помощью волоконно-оптического соединительного кабеля к входному волоконно-оптическому разъему измерителя мощности из состава РЭСМ.

8.4.1.2 Выбирают значение вносимого с помощью перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ ослабления, при котором уровень средней мощности оптического излучения на измерителе мощности из состава РЭСМ составит менее минус 25 дБм. Фиксируют на аттенюаторе значение полученного ослабления. Данная операция производится для двух перестраиваемых лазеров: New Focus TLB-6500 и Santec TSL-210.



Рисунок 1 – Блок-схема установки для определения средней мощности перестраиваемого лазера

1 – перестраиваемый лазер New Focus TLB-6500 / Santec TSL-210; 2 – перестраиваемый аттенюатор из состава РЭСМ; 3 – измеритель мощности из состава РЭСМ

8.4.1.3 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2. Подключают выходной волоконно-оптический разъем перестраиваемого лазера New Focus TLB-6500 с помощью волоконно-оптического соединительного кабеля к входному волоконно-оптическому разъему перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ. Подключают выходной волоконно-оптический разъем перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ с помощью волоконно-оптического разветвителя 10%/90% к входному волоконно-оптическому разъему поверяемого АСВОД (выход 90%) и входному волоконно-оптическому разъему эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011 (выход 10%), с помощью которого производится измерение эталонного значения длины волны. Запускают программное обеспечение (ПО) ГЭТ 170-2011 в соответствии с правилами содержания и применения ГЭТ 170-2011.

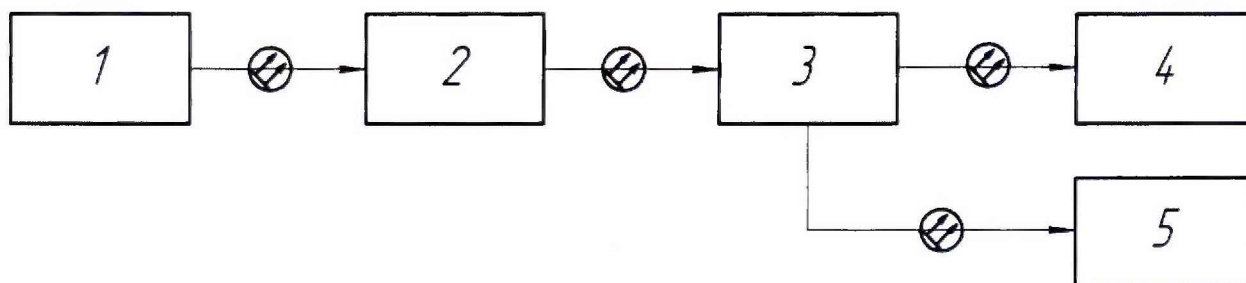


Рисунок 2 – Блок-схема установки для определения абсолютной погрешности измерений длин волн

1 – перестраиваемый лазер New Focus TLB-6500 / Santec TSL-210; 2 – перестраиваемый аттенюатор из состава РЭСМ; 3 – волоконно-оптический разветвитель 10%/90%; 4 – поверяемый АСВОД; 5 – эталонный измеритель длины волны из состава ГЭТ 170-2011.

8.4.1.4 Производят перестройку лазера на длину волны 1510 нм (используется лазер New Focus TLB-6500) согласно его РЭ и проводят 10 измерений длины волны с помощью эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011  $\lambda_{эм1510\_i}$ , нм, и с помощью поверяемого АСВОД  $\lambda_{1510\_i}$ , нм.

8.4.1.5 Вычисляют средние значения длины волны, измеренной с помощью эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011  $\lambda_{эм1510\_ср}$ , нм и с помощью поверяемого АСВОД  $\lambda_{1510\_ср}$ , нм, по формулам:

$$\lambda_{эм1510\_ср} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{эм1510\_i}}{n}; \quad (1)$$

$$\lambda_{1510\_ср} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{1510\_i}}{n},$$

где  $n$  – количество измерений длины волны.

8.4.1.6 Вычисляют среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений длины волны эталонным измерителем длины волны из состава ГЭТ 170-2011  $S_{эм1510}$ , пм, и поверяемым АСВОД  $S_{1510}$ , нм, по формулам:

$$S_{эм1510} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\lambda_{эм1510\_i} - \lambda_{эм1510\_ср})^2}; \quad (2)$$

$$S_{1510} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\lambda_{1510\_i} - \lambda_{1510\_ср})^2}.$$

8.1.4.7 Вычисляют неисключенную систематическую погрешность (НСП) измерений длины волны  $\Theta_{1510}$ , нм, поверяемым АСВОД по формуле:

$$\Theta_{1510} = |\lambda_{1510\_ср} - \lambda_{эм1510\_ср}|. \quad (3)$$

8.1.4.8 Вычисляют значение абсолютной погрешности  $\Delta_{1510}$ , нм, измерений длины волны поверяемым АСВОД по формуле:



$$\Delta_{1510} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_{эм}^2 + \Theta_{1510}^2}{3} + S_{1510}^2 + S_{эм1510}^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{эм}$  – НСП измерений длины волны с помощью эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011 равная  $1,17 \cdot 10^{-4}$  нм.

8.1.4.9 Повторяют пункты 8.1.4.4 – 8.1.4.8 настоящей методики для длины волны 1550 нм (используется лазер New Focus TLB-6500) и длины волны 1590 нм (используется лазер Santec TSL-210), в результате чего получают абсолютные погрешности измерений длины волны поверяемым АСВОД на этих длинах волн  $\Delta_{1550}$ ,  $\Delta_{1590}$ , нм.

8.4.1.10 Поверяемый АСВОД считается прошедшим операцию поверки, если значения абсолютной погрешности измерений длины волны  $\Delta_{1510}$ ,  $\Delta_{1550}$ ,  $\Delta_{1590}$ , нм, не превышают  $\pm 0,04$ .

#### 8.4.2 Определение минимально определяемого изменения длины волны

8.4.2.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2 аналогично пунктам 8.4.1.1 – 8.4.1.3 настоящей методики. Производят перестройку лазера на длину волны 1550 нм (используется лазер New Focus TLB-6500) согласно его РЭ. Проводят измерения длины волны с помощью эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011  $\lambda_{эм1550\_000}$ , нм, и с помощью поверяемого АСВОД  $\lambda_{1550\_000}$ , нм.

8.4.2.2 Производят перестройку лазера (используется лазер New Focus TLB-6500) согласно его РЭ на величину 1 пм от текущей, проводя измерения длины волны с помощью эталонного измерителя длины волны из состава ГЭТ 170-2011  $\lambda_{эм1550\_001}$ , нм, с целью получения величины перестройки равной 1 пм. Проводят измерения длины волны с помощью поверяемого АСВОД  $\lambda_{1550\_001}$ , нм. Вычисляют величину минимально определяемого изменения длины волны  $\Delta_{пер}$ , нм, по формуле:

$$\Delta_{пер} = \lambda_{1550\_001} - \lambda_{1550\_000} \quad (5)$$

8.4.2.3 Поверяемый АСВОД считается прошедшим операцию поверки, если значение минимально определяемого изменения длины волны  $\Delta_{пер}$ , нм, не превышает 0,001.

#### 8.4.3 Определение динамического диапазона

8.4.3.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2 аналогично пунктам 8.4.1.1 – 8.4.1.3 настоящей методики. Понижают уровень средней мощности излучения перестраиваемого лазера (1) с помощью перестраиваемого аттенюатора из состава РЭСМ (2) на 20 дБ (рисунок 2).

8.4.3.2 Повторяют пункты 8.4.1.4 – 8.4.1.9 настоящей методики, в результате чего получают абсолютные погрешности измерений длины волны поверяемым АСВОД  $\Delta_{1510\_20}$ ,  $\Delta_{1550\_20}$ ,  $\Delta_{1590\_20}$ , нм.

8.4.3.3 Поверяемый АСВОД считается прошедшим операцию поверки, если значения абсолютной погрешности измерений длины волны  $\Delta_{1510\_20}$ ,  $\Delta_{1550\_20}$ ,  $\Delta_{1590\_20}$ , нм, не превышают  $\pm 0,04$ .



## 9 Оформление результатов поверки

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

9.2 При положительных результатах поверки, АСВОД признается годным. На него выдаётся свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных в пунктах 8.4.1 - 8.4.3 фактических значений метрологических характеристик АСВОД и наносят знак поверки (место нанесения указано в описании типа) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», и систему допускают к эксплуатации.

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

Старший научный сотрудник ФГУП «ВНИИОФИ»

Инженер ФГУП «ВНИИОФИ»



А.К. Митюрев

А.О. Погонышев

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
к методике поверки МП 077.Ф3-18  
«ГСИ. Анализаторы сигналов волоконно-оптических  
датчиков FBG WaveCapture»

**ПРОТОКОЛ**

**первичной / периодической поверки**

от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ года

**Средство измерений:** «Анализаторы сигналов волоконно-оптических датчиков FBG WaveCapture»

Наименование СИ, тип

**Зав. №** \_\_\_\_\_ **№/№** \_\_\_\_\_

Заводские номера блоков

**Принадлежащее** \_\_\_\_\_

Наименование юридического лица, ИНН

**Поверено в соответствии с методикой поверки МП 077.Ф3-18 «ГСИ. Анализаторы сигналов волоконно-оптических датчиков FBG WaveCapture. Методика поверки», утверждённой ФГУП «ВНИИОФИ» 30 ноября 2018 г.**

Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

**С применением эталонов** \_\_\_\_\_

(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

**При следующих значениях влияющих факторов:**

(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

температура окружающей среды, °С.....20 ± 5

относительная влажность воздуха, %.....65 ± 15

атмосферное давление, кПа.....100 ± 4

напряжение питающей сети, В.....220 ± 22

частота питающей сети, Гц .....50,0 ± 0,5

**Внешний осмотр:** \_\_\_\_\_

**Опробование:** \_\_\_\_\_

**Получены результаты поверки метрологических характеристик:**

Наименование характеристики	Результат	Требования МП
Спектральный диапазон регистрации сигнала, нм		от 1510 до 1590
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны, нм		± 0,04
Минимально определяемое изменение длины волны, нм		±0,001
Динамический диапазон, дБ, не менее		20

**Рекомендации** \_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

**Исполнители:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ подписи, ФИО, должность