

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
И.С. Филимонов

« 05 » 04 2021 г.



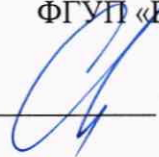
Государственная система обеспечения единства измерений

**СПЕКТРОМЕТР МАЛОГАБАРИТНЫЙ FLAME-T-XR1-ES**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

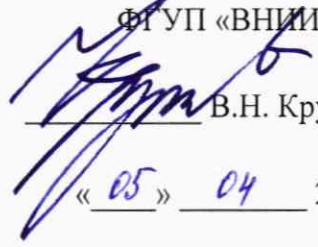
**МП 018.Ф3-21**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Неода

« 05 » 04 2021 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
В.Н. Крутиков

« 05 » 04 2021 г.

Москва  
2021 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на малогабаритный спектрометр FLAME-T-XR1-ES (далее – спектрометр) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки. Спектрометр предназначен для измерений длин волн в диапазоне от 405 до 912 нм с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений  $\pm 0,4$  нм.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 170-2011. Поверка систем выполняется методом прямых измерений при определении значений длин волн.

Интервал между поверками – 1 год.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операций при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	7.1	Да	Да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	7.4		
5	Определение диапазона и расчет пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн	7.4.1	Да	Да
6	Определение спектрального разрешения	7.4.2	Да	Нет

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 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862	<p>Диапазон воспроизводимых значений длин волн: от 0,4 до 3,4 мкм;</p> <p>Относительная погрешность определения длин волн, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в диапазоне от 400 до 1260 нм: <math>2,5 \cdot 10^{-4}</math>;</li> <li>– в диапазоне от 1260 до 1650 нм: <math>2,0 \cdot 10^{-6}</math></li> </ul>	Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации в диапазоне воспроизведения от 400 до 3400 нм (РЭДВ), по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862
Вспомогательное оборудование	Измерители параметров микроклимата	<p>Диапазон измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температуры от минус 40 до 85 °С;</li> <li>- относительной влажности от 3 до 97 %;</li> <li>- давления воздуха от 80 до 110 кПа;</li> </ul> <p>пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температуры <math>\pm 0,2</math> °С;</li> <li>- относительной влажности <math>\pm 3,0</math> %;</li> <li>- давления воздуха <math>\pm 0,13</math> кПа (<math>\pm 1</math> мм рт.ст.)</li> </ul>	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04
	Средства измерений напряжение переменного тока и частоты	<p>Диапазон измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>частоты переменного тока от 1 Гц до 100 кГц;</li> <li>верхний предел диапазона измерений напряжения переменного тока 600 В;</li> <li>верхний предел диапазона измерений силы переменного тока 1 А;</li> </ul> <p>пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений:</p>	Вольтметр универсальный НМ8112-3S, Рег. № 50576-12

		<p>- частоты переменного тока <math>\pm 0,0005 \cdot X</math>, где <math>X</math> – значение измеренной величины;</p> <p>- напряжения переменного тока <math>\pm (0,0008 \cdot X + 0,0008 \cdot P)</math>, где <math>X</math> – значение измеренной величины, <math>P</math> – верхний предел диапазона измерений напряжения переменного тока;</p> <p>- силы переменного тока <math>\pm (0,001 \cdot X + 0,0008 \cdot P)</math>, где <math>X</math> – значение измеренной величины, <math>P</math> – верхний предел диапазона измерений силы переменного тока</p>	
	Спирт изопропиловый	ГОСТ 9805-84	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84

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

3.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемого спектрометра 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 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 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 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.

5.2 Система электрического питания спектрометра должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи спектрометра.

5.3 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.

## **6 Требования к условиям поверки**

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

– температура окружающей среды, °С	от +15 до +25;
– относительная влажность воздуха, %	от 45 до 80;
– атмосферное давление, кПа	от 96 до 104;
– напряжение питающей сети, В	от 208 до 242;
– частота питающей сети, Гц	от 49 до 51.

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 Проведение поверки**

### **7.1 Внешний осмотр средства измерений**

7.1.1 Комплектность поверяемого спектрометра должна соответствовать комплектности, приведенной в нормативной документации (руководство по эксплуатации (далее – РЭ) и описание типа (далее – ОТ)).

7.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый спектрометр;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого спектрометра повреждений, влияющих на ее работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;
- целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов поверяемого спектрометра.

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

7.1.4 Спектрометр 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 спектрометра соответствует таблице состава РЭ.

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

7.2.1 Подготавливают поверяемый спектрометр к работе согласно его РЭ.

7.2.2 Оптические разъемы поверяемого спектрометра и средств поверки очищают безворсовой салфеткой, смоченным изопропиловым спиртом. Протирают торцы волоконно-оптических кабелей, используемых при проведении поверки.

7.2.3 Включают питание всех приборов, используемых при поверке в соответствии с их РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение не менее 2 часов.

7.2.4 С помощью спектрометра или персонального компьютера (далее – ПК) из состава спектрометра запускают программное обеспечение (далее – ПО).

7.2.5 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если ПО спектрометра запускается, на мониторе ПК из состава спектрометра отображается меню ПО в соответствии с РЭ на спектрометр.

### 7.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на спектрометр. Для этого включают спектрометр и ПК, нажимают правой кнопкой мыши на исполняемый файл «OceanView», открывают меню «Свойства» и нажимают на вкладку «Подробно».

7.3.2 Спектрометр считается прошедшим операцию с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Ocean View
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0.8
Цифровой идентификатор ПО	-

### 7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

#### 7.4.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений длины волны

7.4.1.1 Диапазон измерений спектрометра определяют путём измерений длины волны эталонных источников излучения из состава рабочего эталона единицы длины волны (РЭДВ) на его краях и в середине диапазона. Используют HG-AR лампу из состава РЭДВ с эмиссионными линиями в диапазоне от 400 до 1000 нм и HE-NE лазер ЛГН-304 на длине волны 633 нм из состава РЭДВ.

7.4.1.2 Собирают схему, приведенную на рисунке 1. Сначала подключают спектрометру HE-NE лазер ЛГН-304 из состава РЭДВ. Проводят измерения длины волны 632,911 нм ЛГН-304  $\lambda_i$  в соответствии с РЭ на спектрометр 10 раз.

7.4.1.3 Подключают HG-AR лампу из состава РЭДВ и проводят измерения эмиссионных линий лампы во всем спектральном диапазоне измерений длин волн с номинальными длинами волн 404, 546, 763 и 912 нм  $\lambda_i$  в соответствии с РЭ на поверяемый спектрометр 10 раз.



1 - эталонный источник излучения из состава РЭДВ; 2 – поверяемый спектрометр

Рисунок 1 – Схема установки для измерений длины волны источников с помощью спектрометра

## 7.4.2 Определение спектрального разрешения

7.4.2.1 Собирают схему, приведенную на рисунке 1. Подключают к поверяемому спектрометру HE-NE лазер ЛГН-304. В меню «настройки» поверяемого спектрометра устанавливают минимальное значение по шкале разрешения.

7.4.2.2 Проводят измерения спектра лазерного источника поверяемым спектрометром согласно его РЭ. Измеряют полуширину полученного спектра лазера с помощью маркеров, один из которых помещают на передний фронт, а другой на задний фронт спектральной кривой лазера по уровню -3дБ от максимума, а затем вычисляют разность между положениями маркеров,  $\Delta\lambda$ , в нанометрах.

7.4.2.3 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки по п.7.4.2, если полученное значение  $\Delta\lambda$ , не превышает 2,0 нм.

## 8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Обработка результатов измерений длин волн.

8.1.1 Вычисляют среднее значение  $\lambda_{cp}$ , нм, по формуле:

$$\lambda_{cp} = \sum_{i=1}^{10} \frac{\lambda_i}{10} \quad (1)$$

8.1.2 Для полученных в ходе измерений п.7.4 значений длин волн  $\lambda_i$ , нм, вычисляют среднее квадратичное отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений,  $S$ , нм, по формуле:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\lambda_i - \lambda_{cp})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (2)$$

где  $n = 10$ .

8.1.3 Определяют границы систематической погрешности (СП) измерений длин волн,  $\Theta$ , нм, по формуле:

$$\Theta = |\lambda_{cp} - \lambda_{et}| + \Delta_{et}, \quad (3)$$

где  $\lambda_{et}$  – эталонное значение длины волны источника (HG-AR лампа, HE-NE лазер ЛГН-304), указанное в паспорте РЭДВ; где  $\Delta_{et}$  – значение погрешности составной части РЭДВ (HG-AR лампа, HE-NE лазер ЛГН-304), указанное в его паспорте.

8.1.4 Определяют пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн,  $\Delta$ , нм (для доверительной вероятности  $p = 0,95$ ), по формуле:

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Theta^2}{3} + S^2} \quad (4)$$

8.1.5 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки по п.7.4.1, если выполняются измерения длины волны в диапазоне не менее, чем от 405 до 912 нм с абсолютной погрешностью измерений не более 0,27 нм.

8.2 Спектрометр считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае спектрометр считается прошедшей поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

**9 Оформление результатов поверки**

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение А). 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. Погоньшев



**Приложение А**  
(Рекомендуемое)  
Форма протокола поверки  
**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ**  
**ПЕРИОДИЧЕСКОЙ**

Спектрометр малогабаритный FLAME-T-XR1-ES

(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе)

Заводской номер: FLMT04347  
 Год Выпуска: 2021  
 Владелец СИ: АО «КБ РЕШЕНИЕ»  
 ИНН владельца СИ: 7725521469  
 Применяемые эталоны: Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.19 № 2862 МП 018.Ф3-21 «ГСИ. Спектрометр малогабаритный FLAME-T-XR1-ES. Методика поверки»  
 Применяемая методика поверки: МП 018.Ф3-21 «ГСИ. Спектрометр малогабаритный FLAME-T-XR1-ES. Методика поверки»

Условия поверки:

- температура окружающей среды:
- относительная влажность воздуха:
- атмосферное давление:

Проведение поверки:

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

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Диапазон измерений длин волн, нм	От 405 до 912		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны, нм	$\pm 0,4$		
Разрешающая способность по шкале длин волн на длине волны 633 нм, нм, не более	2		

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель: \_\_\_\_\_

Подпись

Фамилия И.О.

Дата поверки: \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Подпись

Фамилия И.О.