

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО



Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Собина

"12" марта 2024 г.

«ГСИ. Фурье-спектрометры инфракрасные
SPECTRION FT. Методика поверки»

МП 107-251-2023

г. Екатеринбург
2024 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ ведущий инженер лаб. 251, Засухин А.С.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Перечень операций поверки средства измерений	4
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8 Внешний осмотр средства измерений.....	6
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
10 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
13 Оформление результатов поверки	8

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Фурье-спектрометры инфракрасные SPECTRION FT (далее – спектрометры), выпускаемые фирмой «Shenzhen ION Engineering Technologies LTD.», Китай. Спектрометры подлежат первичной и периодической поверке. Поверка спектрометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость спектрометров обеспечивается к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки спектрометров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Спектральный диапазон измерений волновых чисел, см^{-1}	от 4000 до 350
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений волновых чисел, см^{-1}	$\pm 1,5$
Отношение сигнал/шум от пика до пика при разрешении 4 см^{-1} , не менее	19000:1

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 г. № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 –Операции поверки

Наименование операций	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Определение абсолютной погрешности измерений волновых чисел и проверка диапазона измерений волновых чисел	да	да	11.1
Определение отношения сигнал/шум при регистрации спектра пропускания	да	да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае, невыполнения требований хотя бы к одной из операций, поверка прекращается и выполняются операции по п. 13.4.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от + 15 до + 25
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке спектрометров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие руководство по эксплуатации (далее – РЭ) на спектрометры и настоящую методику поверки.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 %, с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 310, 311, 313, 314, 315, 316, рег. № 22129-09

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 № 2840: рабочий диапазон волнового числа от 3 100 до 537 см ⁻¹ ; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения волновых чисел, соответствующих минимальным ординатам линий пропускания, $\pm 0,5$ см ⁻¹ при $P = 0,95$	Меры волнового числа МВЧ-001, рег. № 67321-17
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида спектрометра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений спектрометра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и серийного номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность спектрометра.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки спектрометр готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки спектрометра.

9.3 Средства поверки подготавливают в соответствии с их РЭ.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) спектрометра: в папке с ПО, которую пользователь указывает при установке ПО, выбрать файл со значком ПО (тип файла «Приложение(.exe)»), нажать на него правой кнопкой мыши и выбрать «Свойства». В открывшемся окне выбирают вкладку «Подробно/Details». Наименование и номер версии ПО будут в строках «Описание файла/File description» и «Версия файла/File version», соответственно. Или, в панели инструментов операционной системы WINDOWS выбрать пункт «Программы и компоненты» («Programs and Features»). В открывшемся окне найти строку MainFTOS Suite и убедиться в корректности номера версии. Наименование и номер версии ПО спектрометра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО спектрометра

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MainFTOS Suite
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.16.2023.0316
Цифровой идентификатор ПО	—

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений волновых чисел и проверка диапазона измерений волновых чисел

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений волновых чисел и проверку диапазона измерений волновых чисел проводят с помощью меры волнового числа МВЧ-001 по п. 6.1.

11.1.2 В ПО переходят во вкладку [Скан/Collect] пункт [Параметры/Aqparm] и выбирают следующие параметры регистрации спектров пропускания:

- диапазон регистрации волновых чисел [Диапазон/Data range] от 4000 до 350 см^{-1} ;
- разрешение [Разрешение/Resolution] – 4,0 см^{-1} ;
- число сканирований [Заполнение/Default scans] – 32;
- функция аподизации [Аподизация/Apodization] – Trapezoide/Трапецевидная;
- скорость сканирования [Скорость/Scan speed] – 20 мм/с.

11.1.3 Проводят регистрацию спектра фона, выбирая пункт [Фон/Aqbk] во вкладке [Скан/Collect].

11.1.4 В кюветное отделение спектрометра устанавливают меру и регистрируют спектр пропускания не менее трех раз, нажав кнопку [T%/Aqsp]. После окончания измерения переходят на вкладку [Поиск пика/PeakPick] для обработки полученного спектра и загружают таблицу пиков [Таблица пиков/Peak list] путем последовательного нажатия кнопок [Загрузка/Load] и [Автоматически/Auto]. По шкале волновых чисел определяют положение максимумов в областях: $(3\ 082 \pm 10)$, $(2\ 849 \pm 10)$, $(1\ 601 \pm 10)$, $(1\ 154 \pm 10)$, $(1\ 028 \pm 10)$, (540 ± 10) см^{-1} .

Результаты измерений волновых чисел заносят в протокол.

11.1.5 Проверку диапазона измерений волновых чисел проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений волновых чисел по п. 11.1 настоящей методики поверки.

11.2 Определение отношения сигнал/шум при регистрации спектров пропускания

11.2.1 Определение отношения сигнал/шум проводят на воздухе (образцы в кюветное отделение не устанавливаются). В ПО переходят во вкладку [Скан/Collect] пункт [Параметры/Aqparm] и выбирают следующие параметры регистрации спектров пропускания:

- диапазон регистрации волновых чисел [Диапазон/Data range] от 4000 до 350 см^{-1} ;
- разрешение [Разрешение/Resolution] – 4,0 см^{-1} ;
- число сканирований [Заполнение/Default scans] – 32;
- функция аподизации [Аподизация/Apodization] – Triangular Squared/Квадратично-треугольная;
- скорость сканирования [Скорость/Scan speed] – 10 мм/с.

11.2.2 Проводят регистрацию спектра фона, выбирая пункт [Фон/Aqbk] во вкладке [Скан/Collect].

11.2.3 В ПО выбирают функцию [T%/Aqsp] и проводят регистрацию спектра пустой кюветы. После окончания измерений переходят во вкладку [Расчет/Calculate], выбирают пункт [Расчет отношения сигнал/шум/Rms]. В появившемся окне вводят диапазон регистрации волновых чисел [Диапазон/Data range] от 2200 до 2000 см^{-1} .

11.2.4 После ввода всех параметров выбирают пункт [Установить/Initialize], вводят значение «1», нажимают кнопку «OK» и записывают в протокол значение отношения сигнал/шум, которое отображается в строке «S/N (RMS)».

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя значения, полученные в п. 11.1 настоящей методики поверки, рассчитать абсолютную погрешность измерений волновых чисел, $\Delta\nu_i$, см⁻¹, по формуле

$$\Delta\nu_i = \bar{\nu}_i - \nu_{\text{эти}}, \quad (1)$$

где $\nu_{\text{эти}}$ – значение волнового числа i -ого максимума меры в соответствии с протоколом поверки, см⁻¹;

$\bar{\nu}_i$ – среднее арифметическое значение волнового числа i -ого максимума меры, см⁻¹, рассчитанное по формуле

$$\bar{\nu}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \nu_{ij}}{n}, \quad (2)$$

где ν_{ij} – j -ый результат измерения волнового числа i -ого максимума меры, см⁻¹;
 n – число измерений (количество регистраций спектров пропускания).

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности измерений волновых чисел должны удовлетворять требованиям таблицы 1.

12.3 За диапазон измерений волновых чисел принимают диапазон, указанный в таблице 1, если полученные по формуле (1) значения удовлетворяют требованиям, указанным в таблице 1.

12.4 Полученное значение отношения сигнал/шум должно удовлетворять требованиям таблицы 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки спектрометр признают пригодным к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на спектрометры не предусмотрено. Пломбирование спектрометров не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки спектрометр признают непригодным к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

Ведущий инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.С. Засухин