



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

М.П. 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СПЕКТРОФОТОМЕТРЫ ОТРАЖЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫЕ IAS

Методика поверки

РТ-МП-1544-448-2025

г.Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на спектрофотометры отражения инфракрасные IAS (далее по тексту – спектрофотометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц:

- оптической плотности в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 27.11.2018 № 2517, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 156-2015;

- длины волны в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2840, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 2-2021.

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы в области оптико-физических измерений;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности;

- ознакомленные с руководствами по эксплуатации средств поверки и поверяемого спектрофотометра.

Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры $\pm 0,5$ °С Средства измерений относительной влажности в диапазоне измерений относительной влажности воздуха от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью измерений ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo-608-H1, рег. № 53505-13
п. 10 Определение метрологических характеристик	Эталон единицы длины волны, соответствующий требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. №2840, в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм (в составе светофильтр отражения с апертурой не менее 35 мм, имеющий не менее трех пиков отражения или поглощения) Эталон единицы оптической плотности, соответствующий требованиям к рабочим эталонам по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 27 ноября 2018 г. №2517, в диапазоне значений от 0,01 до 2,00 Б (в составе не менее 3 светофильтров отражения с апертурой не менее 35 мм, с коэффициентами отражения в диапазоне от 0,02 до 0,80, и опорный светофильтр*, принимаемый за 1,00)	Государственный рабочий эталон единицы длины волны 2 разряда в диапазоне значений от 0,400 до 2,500 мкм, 3.1.ZTT.0059.2022 Государственный рабочий эталон единиц спектрального коэффициента диффузного отражения в диапазоне значений от 0,02 до 0,99 и спектральной оптической плотности в диапазоне значений от 0,01 до 2,00 Б, 3.1.ZTT.0055.2022
<p><i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></p> <p>* В качестве опорного светофильтра используется светофильтр с минимальной оптической плотностью из эталонного набора.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на спектрофотометры.

7 Внешний осмотр

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие спектрофотометра следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа средства измерений и указаниям руководства по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений, а также загрязнений оптических деталей, влияющих на работу спектрофотометра.

7.2 Спектрофотометры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

8.1.1 Поверяемый спектрофотометр должен быть выдержан в помещении, в котором проводят поверку, в течение не менее 1 часа.

8.1.2. Провести контроль условий поверки: произвести измерение температуры и относительной влажности окружающего воздуха средствами измерений, указанными в таблице 2. Результаты зафиксировать в протоколе поверки.

8.1.3 Подготовить спектрофотометр к работе в соответствии с разделом «Начало работы» руководства по эксплуатации.

8.1.4 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проводится процесс "самопроверки" спектрофотометра, для этого:

- Включить спектрофотометр и подождать не менее 15 минут.
- Нажать кнопку "Системы".
- Выбрать вкладку "Диагностика".
- Нажать кнопку "Начать диагностику" (рисунок 1)

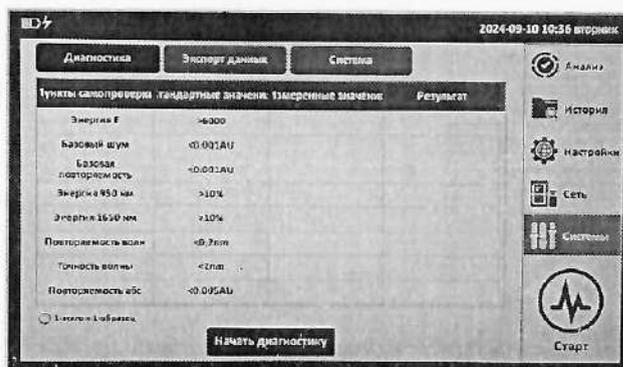


Рисунок 1 - Экран самопроверки

Результат опробования считают положительным, если все параметры показывают «Пройдено» в колонке «Результат» (рисунок 2).

Пункты самопроверки	стандартные значения	Измеренные значения	Результат
Энергия E	>6000	47289	Пройдено
Базовый шум	<0.001AU	0.000042	Пройдено
Базовая погрешность	<0.001AU	0.000023	Пройдено
Энергия 950 нм	>10%	64.78	Пройдено
Энергия 1650 нм	>10%	24.98	Пройдено
Поперечный шаг волокон	<0.2mm	0.022	Пройдено
Точность длины	<2mm	0.31	Пройдено
Повторяемость ABS	<0.001AU	0.000827	Пройдено

Рисунок 2 - Результат самопроверки

Результат опробования считается отрицательным, поверка прекращается, если хотя бы один параметр в колонке «Результат» показывает «Не пройдено».

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1. Для проверки версии встроенного программного обеспечения (далее по тексту – ПО) спектрофотометров на вкладке «Системы» (рис.1) выбрать вкладку «Система» и нажать кнопку «Информация о ПО».

На открывшемся экране появится номер текущей версии ПО.

9.2. Номер версии ПО должен быть не ниже 2.0.9.7-XXX, где “XXX” не относятся к метрологически значимой части и состоят из букв и цифр.

9.3. Спектрофотометры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. Для определения метрологических характеристик из основного окна управляющего ПО (рисунок 1) последовательно нажать на сенсорном дисплее кнопки «Системы»; «Система»; «Сертификация». Стартовое окно режима контроля характеристик показано на рисунке 3.

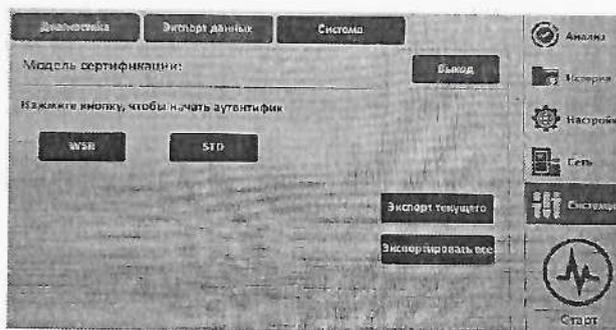


Рисунок 3 - Стартовое окно режима контроля характеристик

10.2. Определение абсолютной погрешности шкалы длины волны

10.2.1. В стартовом окне режима контроля характеристик нажать на сенсорном дисплее кнопку «WSR» для входа в режим измерений длин волн.

10.2.2 Следуя указаниям программы, установить в кюветное отделение светофильтр из комплекта рабочего эталона единицы длины волны. Управляющее ПО проводит пятикратную регистрацию спектра поглощения светофильтра и сохраняет результат в памяти спектрофотометра.

10.2.3 Установить внешний флеш-накопитель в гнездо на задней панели спектрофотометра, войти в режим экспорта данных (кнопка «Экспорт текущего», рисунок 3) и сохранить результаты измерений на внешний флеш-накопитель.

Данные сохраняются в каталог вида «<модификация>Data_<номер СИ>_<Дата измерений>_WSR» в файл формата «.csv» и могут быть обработаны на внешнем компьютере средствами MS Excel.

10.2.4 По данным сохраненного отчета определить значения длин волн λ_{ij} , нм, соответствующих максимальным значениям оптической плотности.

Количество определенных значений длин волн должно быть не менее трех.

10.3. Определение абсолютной погрешности измерений спектральной оптической плотности

Количество контрольных точек измерения оптической плотности должно быть не менее трех (начало, конец и середина диапазона измерений).

10.3.1. В стартовом окне режима контроля характеристик нажать на сенсорном дисплее кнопку «STD» для входа в режим измерений оптической плотности.

10.3.2 Следуя указаниям программы, последовательно установить в кюветное отделение светофильтры из комплекта рабочего эталона единиц спектральной оптической плотности. Управляющее ПО проводит пятикратную регистрацию спектров отражения каждого светофильтра и сохраняет их в памяти спектрофотометра.

Управляющее ПО рассчитано на последовательное измерение оптической плотности 6-ти светофильтров, включая опорный светофильтр. При использовании в качестве эталона набора с меньшим количеством мер отражения необходимо некоторые светофильтры устанавливать дважды.

10.3.3 Установить внешний флеш-накопитель в гнездо на задней панели спектрофотометра, войти в режим экспорта данных и сохранить результаты измерений оптической плотности на внешний флеш-накопитель.

Данные сохраняются в каталог вида «<модификация>Data_<номер СИ>_<Дата измерений>_Reflectivity» в файл формата «.csv» и могут быть обработаны на внешнем компьютере средствами MS Excel.

10.3.4 По данным сохраненных отчетов определить значения оптической плотности ($D_{\lambda i}$), Б, каждого светофильтра на длинах волн 950, 1200 и 1650 нм.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 По результатам измерений п. 10.2.4 рассчитать среднее арифметическое длин волн по формуле

$$\bar{\lambda}_i = \frac{\sum \lambda_{ij}}{5} \quad (1)$$

11.2 Рассчитать абсолютную погрешность шкалы длины волны ($\Delta_{\lambda i}$), нм, по формуле

$$\Delta_{\lambda i} = \bar{\lambda}_i - \lambda_{iд}, \quad (2)$$

где $\lambda_{iд}$ – действительное значение длины волны максимума поглощения светофильтра из состава рабочего эталона единицы длины для i -го светофильтра, нм.

11.3 По результатам измерений п. 10.3.4 рассчитать среднее арифметическое результатов измерений оптической плотности ($\bar{D}_{\lambda i}$), Б, для каждого i -го светофильтра на каждой длине волны (λ) по формуле

$$\overline{D_{\lambda i}} = \frac{\Sigma(D_{\lambda i} - D_{\lambda \text{оп}})}{5}, \quad (3)$$

где $D_{\lambda \text{оп}}$ – значение оптической плотности опорного светофильтра из состава рабочего эталона на длине волны λ , Б. В качестве опорного светофильтра используется светофильтр с минимальной оптической плотностью из эталонного набора.

11.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений оптической плотности ($\Delta_{D_{\lambda i}}$), Б, для каждого i -ого светофильтра из состава рабочего эталона на каждой длине волны (λ) по формуле

$$\Delta_{D_{\lambda i}} = \overline{D_{\lambda i}} - D_{\lambda i}, \quad (4)$$

где $D_{\lambda i}$ – действительное значение оптической плотности i -ого светофильтра из состава рабочего эталона на длине волны (λ), Б.

11.5 Для каждого i -ого светофильтра из состава рабочего эталона на каждой длине волны (λ) рассчитать среднее квадратическое отклонение результатов измерений ($S_{D_{\lambda i}}$), Б, по формуле

$$S_{D_{\lambda i}} = \sqrt{\frac{\Sigma(D_{\lambda i} - \overline{D_{\lambda i}})^2}{4}} \quad (5)$$

11.6 Результат операции поверки считать положительным, если абсолютная погрешность шкалы длины волны ($\Delta_{\lambda i}$), абсолютная погрешность измерений оптической плотности ($\Delta_{D_{\lambda i}}$) и среднее квадратическое отклонение результатов измерений спектральной оптической плотности ($S_{D_{\lambda i}}$) не превышают значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца спектрофотометра или лица, представившего его в поверку, выдается свидетельство о поверке спектрофотометра, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца спектрофотометра или лица, представившего его в поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

12.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории № 448



А.Г. Дубинчик

Главный специалист по метрологии
лаборатории № 448



В.В. Марягин

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 - Метрологические характеристики спектрофотометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений спектральной оптической плотности, Б	от 0,01 до 2,00
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений спектральной оптической плотности, Б	$\pm 0,1$
Среднее квадратическое отклонение результатов измерений спектральной оптической плотности, Б, не более	0,005
Спектральный диапазон, нм	от 900 до 1700
Пределы допускаемой абсолютной погрешности шкалы длины волны, нм	$\pm 2,0$