

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«18» марта 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Рефлектометры «TESA-2000»

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 017.М4-20**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
«18» 03 2020 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

Крутиков В.Н.
«18» 03 2020 г.

Москва
2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	10

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на рефлектометры «TESA-2000» (далее по тексту - рефлектометры), предназначенные для измерения интегрального коэффициента полного диффузного отражения непрозрачных материалов и покрытий без исключения зеркальной составляющей излучения модели черного тела при температуре 340 К в диапазоне длин волн от 3 до 20 мкм, и определяет методы и средства первичной и периодической поверок.

Поверка проводится при вводе рефлектометра в эксплуатацию и в процессе эксплуатации.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта Методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.3		
Определение диапазона измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К	8.3.1	Да	Да
Определение воспроизводимости измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К	8.3.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной	8.3.3	Да	Да

составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К			
---	--	--	--

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

2.3 Поверку средств измерений 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 должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

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
8.3	Рабочий эталон единицы интегрального коэффициента диффузного отражения в диапазоне значений от 0,10 до 0,97 в диапазоне длин волн от 3 до 20 мкм в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утвержденной приказом Росстандарта № 2517 от 27.11.2018 г (далее – рабочий эталон). - диапазон длин волн от 3 до 20 мкм; - диапазон значений интегрального коэффициента полного диффузного отражения: от 0,10 до 0,97; - расширенная неопределенность воспроизведения интегрального коэффициента полного диффузного отражения набора мер без исключения зеркальной составляющей для спектрального распределения излучения модели черного тела при температуре 70 °С в диапазоне длин волн от 3 до 20 мкм составляет 0,048 в абсолютных единицах при коэффициенте охвата $k = 2$ и доверительной вероятности $P = 0,95$.

3.2 Средства поверки, указанные в таблице 2, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого рефлектометра с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, изучившие настоящую методику поверки, Руководство по эксплуатации рефлектометра, имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки следует руководствоваться «Правилами устройства электроустановок», утвержденными Минэнерго России от 08.07.2002 г., «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Минэнерго России № 6 от 13.01.03 г. и приказом Минтруда «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» №328н от 24.07.2013 г.

5.2 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.

5.3 Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность, % от 20 до 70;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питания сети, В 220 ± 20 ;
- частота питающей сети, Гц от 47 до 53

6.2 В помещении, где проводится поверка, содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.

6.3 В помещении, где проводится поверка, должны соответствовать ГОСТ 8.395-80 механические вибрации, посторонние источники электро-магнитного излучения, а также постоянные и переменные электрические и магнитные поля.

6.4 Необходимо избегать длительного воздействия на рефлектометр прямых солнечных лучей, так как это может привести к выходу из строя жидкокристаллического дисплея.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Изучите Руководство по эксплуатации рефлектометров.

7.2 Выдержите рефлектометр и вспомогательное оборудование из его состава в условиях, указанных в п. 6.1 настоящей методики поверки не менее 5 часов.

7.3 Вытащите рефлектометр из контейнера для переноски.

7.3 Установите рефлектометр на рабочем месте.

7.4 Подключите измерительную ячейку рефлектометра к его блоку управления/отображения с помощью кабеля из его комплекта. Убедитесь, что метка на кабеле совпадает с меткой на разъеме.

7.5 Подключите кабель сетевого адаптера к блоку управления/отображения.

7.6 Включите сетевой адаптер в сеть.

7.7 Включите рефлектометр нажатием кнопки «POWER».

7.8 Прогрейте рефлектометр в течение 1 часа.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие видимых механических повреждений;
- исправность кабелей и разъемов рефлектометра;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак завода-изготовителя, тип и заводской номер рефлектометра);
- соответствие комплектности, указанной в паспорте рефлектометра.

8.1.2 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки, если он соответствует вышеперечисленным требованиям.

8.2 Опробование

8.2.1 Включите рефлектометр.

8.2.2 Убедитесь, что встроенный ЖК экран дисплея работает.

8.2.3 Убедитесь в исправности кнопок управления.

8.2.4 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки, если выполняются операции пп. 8.2.1 – 8.2.3.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К

8.3.1.1 Выберите режим измерений диффузного отражения нажатием правой стороны (« ϵ/ρ ») кнопки «MEASURE».

8.3.1.2 Нажмите на правую сторону («CAL») кнопки «MODE» для калибровки рефлектометра по опорным мерам, входящим в его состав.

8.3.1.3 Протрите входную апертуру рефлектометра чистым сухим безворсовым материалом.

8.3.1.4 Поместите на измерительную апертуру рефлектометра опорную меру с золотым покрытием из его состава так, чтобы она полностью перекрывала отверстие, и подождите около 2 минут.

8.3.1.5 На экране в поле «CalHi = 0.xxx» установите значение интегрального коэффициента диффузного отражения опорной меры с золотым покрытием, указанное на задней поверхности меры с помощью кнопок «CALIBRATION «DN» «UP»».

8.3.1.6 Для сохранения введенного значения нажмите на правую сторону («CAL») кнопки «MODE».

8.3.1.7 Дождитесь, когда на экране появится запись «CalLo = 0.xxx».

8.3.1.8 Снимите с апертуры опорную меру с золотым покрытием.

8.3.1.9 Протрите входную апертуру рефлектометра чистым сухим безворсовым материалом.

8.3.1.10 Поместите на измерительную апертуру рефлектометра опорную меру с черным покрытием из его состава так, чтобы она полностью перекрывала отверстие, и подождите около 2 минут.

8.3.1.11 На экране в поле «CalLo = 0.xxx» установите значение интегрального коэффициента диффузного отражения опорной меры с черным покрытием, указанное на задней поверхности меры с помощью кнопок «CALIBRATION «DN» «UP»».

8.3.1.12 Для сохранения введенного значения нажмите на правую сторону («CAL») кнопки «MODE».

8.3.1.13 Дождитесь, когда на экране появится запись « $\rho = 0.xxx$ ».

8.3.1.14 Снимите с апертуры опорную меру с черным покрытием.

8.3.1.15 Протрите входную апертуру рефлектометра чистым сухим безворсовым материалом.

8.3.1.16 Выберите относительный режим измерений коэффициента диффузного отражения нажатием правой стороны («ABS/REL») кнопки «MODE».

8.3.1.17 Поместите на измерительную апертуру рефлектометра эталонную меру Т-1 из состава рабочего эталона.

8.3.1.18 Нажмите на кнопку запуска измерений на ручке измерительной ячейки.

8.3.1.19 Подождите около 2 минут пока не нагреется эталонная мера и результаты измерений рефлектометра не стабилизируются.

8.3.1.20 Зафиксируйте 5 показаний рефлектометра.

8.3.1.21 Нажмите на кнопку запуска измерений на ручке измерительной ячейки для перехода в ждущий режим.

8.3.1.22 Снимите с апертуры эталонную меру.

8.3.1.23 Протрите входную апертуру рефлектометра чистым сухим безворсовым материалом.

8.3.1.24 Повторите измерения по п.п. 8.3.1.17 – 8.3.1.23 для всех мер из состава рабочего эталона.

8.3.1.25 Рассчитайте среднее арифметическое значение результатов измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонных мер при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К для всех мер из состава рабочего эталона по формуле (1):

$$\bar{\rho}_D = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \rho_{Di} \quad (1)$$

где ρ_{Di} – i -й результат измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонной меры из состава рабочего эталона при облучении её излучением модели черного тела при температуре 340 К, абс. ед.

8.3.1.26 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки, если его диапазон измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К составляет от 0,10 до 0,95 абс. ед.

8.3.2 Определение воспроизводимости измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К

8.3.2.1 Определите среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонных мер при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К по формуле (2):

$$S(\bar{\rho}_D) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\rho_{Di} - \bar{\rho}_D)^2}{20}} \quad (2)$$

8.3.2.2 За воспроизводимость измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К примите максимальное значение среднего квадратического отклонения среднего арифметического результата измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонных мер при облучении их

излучением модели черного тела при температуре 340 К для всех эталонных мер из состава рабочего эталона.

8.3.2.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки, если его воспроизводимость измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К не превышает $\pm 0,01$ абс. ед..

8.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К

8.3.3.1 Определите неисключенную систематическую погрешность θ_{Σ} , абс. ед., измерений путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей θ_i , абс. ед., вызванных другими источниками по формуле (3):

$$\theta_{\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^m |\theta_i| \quad (3)$$

где m - количество учитываемых неисключенных систематических погрешностей измерений, равное 2;

θ_1 - неисключенная систематическая погрешность, определяемая расширенной неопределенностью воспроизведения интегрального коэффициента полного диффузного отражения набора мер из состава рабочего эталона без исключения зеркальной составляющей для спектрального распределения излучения модели черного тела при температуре 70 °С в диапазоне длин волн от 3 до 20 мкм, указанная в сертификате калибровки набора мер из состава рабочего эталона, абс. ед.;

θ_2 - неисключенная систематическая погрешность, абс. ед., определяемая по формуле (4):

$$\theta_2 = \bar{\rho}_D - \rho_{D \text{ эт}} \quad (4)$$

где $\rho_{D \text{ эт}}$ - значение интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонной меры из состава рабочего эталона при облучении её излучением модели черного тела при температуре 70 °С, указанное в сертификате калибровки набора мер из состава рабочего эталона, абс. ед..

Определите случайную погрешность измерений ε_D , абс. ед. (без учета знака) по формуле (5):

$$\varepsilon_D = t \cdot S(\bar{\rho}_D) \quad (5)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который при $n = 5$ и доверительной вероятности $P = 0,95$ составляет 2,776.

Абсолютную погрешность измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонных мер из состава рабочего эталона при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К (без учета знака) определите по формуле (6):

$$\Delta(\bar{\rho}_D) = K_D \cdot S_{\Sigma\rho} \quad (6)$$

где $S_{\Sigma\rho}$ - среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей эталонных мер из состава

рабочего эталона при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К, рассчитываемый по формуле (8):

$$K_D = \frac{\varepsilon_D + \theta_\Sigma}{S(\bar{\rho}_D) + \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}}} \quad (8)$$

8.3.3.2 За величину абсолютной погрешности измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К примите максимальное значение абсолютной погрешности измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей для всех эталонных мер набора при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К.

8.3.3.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки, если его абсолютная погрешность измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К не превышает $\pm 0,10$ абс. ед..

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол (приложение А).

9.2 Рефлектометры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годным и допускаются к применению. На них выдаётся свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по пп. 8.3.1 - 8.3.5 фактических значений метрологических характеристик рефлектометра и наносится знак поверки (место нанесения знака поверки- задняя панель корпуса) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.2 При отрицательных результатах поверки рефлектометры признаются негодными, не допускаются к применению и на них выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 г.

Начальник лаборатории М-4-3
ФГУП «ВНИИОФИ»



С.П. Морозова

Н.с. подразделения М-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.А. Ерикова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
к Методике поверки
«Рефлектометры «TESA-2000»

ПРОТОКОЛ № _____ от _____
Поверки СИ

Общие данные о поверяемом средстве измерения:

Наименование _____
 Тип _____
 Зав. № _____
 Хранитель средства измерения _____
 ИНН _____

Метрологические характеристики:

Единица _____
 Размерность _____
 Спектральный диапазон _____

Условия измерений:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %
- атмосферное давление, кПа
- напряжение питания сети, В
- частота питающей сети, Гц

Результаты измерений.

A.1 Внешний осмотр: _____

A.2 Опробование: _____

A.4 Определение характеристик рефлектометра

Таблица А.1 - Характеристики рефлектометра.

Характеристика	Результат	Требования методики поверки
Диапазон измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К, абс. ед.		от 0,10 до 0,95
Воспроизводимость измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К, абс. ед.		± 0,01
Абсолютная погрешность измерений интегрального коэффициента диффузного отражения без исключения зеркальной составляющей образцов материалов и покрытий при облучении их излучением модели черного тела при температуре 340 К, абс. ед.		± 0,10

Поверка проведена с применением _____

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 017.М4-20 «ГСИ. Рефлектометры «TESA-2000». Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» _____.

По результатам поверки средство измерений признано соответствующим описанию утвержденного типа ГРСИ № _____.

Поверку проводил _____