УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»

_____ И.С. Филимонов
«19» июня 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИЕМНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ФОТОДИОДНЫЕ ФДП

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 039.М7-19

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»
_____ С.Н. Негода
«19» июня 2019 г.

Москва
2019 г.

gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

1 Введение

Настоящая методика поверки распространяется на приемники излучения фотодиодные ФДП (далее по тексту – ФДП), предназначенные для измерений энергетической освещенности монохроматического излучения источников и спектральной чувствительности приемников в диапазоне длин волн от 200 до 1100 нм.

Настоящая методика поверки устанавливает операции при проведении первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции при проведении первичной и периодической поверок

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта НД по поверке	Обязательность выполнения операции	
			При первичной поверке	При периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1	Определение диапазона длин волн	8.3.1	Да	Нет
3.2	Определение относительной погрешности нестабильности приемников излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности	8.3.2	Да	Да
3.3	Определение относительной погрешности линейности приемников излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности	8.3.3	Да	Нет
3.4	Определение предела допускаемой основной относительной погрешности приемников излучения	8.3.4	Да	Да

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 применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки при проведении первичной и периодической поверок

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение НД, регламентирующего метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Основные технические и (или) метрологические характеристики
8.3.1 – 8.3.4	Вторичный эталон энергетической освещенности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{3}$ Вт/м^2 и энергетической яркости от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{3}$ Вт/м^2·ср непрерывного излучения в диапазоне длин волн от 0,12 до 1,1 мкм (далее – ВЭТ) по ГПС «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности потока излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, спектральной плотности силы излучения, энергетической яркости, энергетической освещенности, коэффициента пульсации, потока и силы излучения в диапазоне длин волн от 0,001 до 1,600 мкм», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2817.	Диапазон длин волн от 0,12 до 1,1 мкм. Диапазон энергетической освещенности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{3}$ Вт/м^2 и энергетической яркости от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{3}$ Вт/м^2·ср. Среднее квадратическое отклонение сличения с ГЭТ 84-2015 - (0,5 .....1,6)·10^{-2}

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

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и Руководство по эксплуатации ФДП, имеющих 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 прошедшие полный инструктаж по технике безопасности, прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда и эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н. 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 для легких физических работ.

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

5.3 При выполнении поверки должны соблюдаться требования, указанные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором, а также требования руководства по эксплуатации ФДП.

5.4 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 проведения поверки

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

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность воздуха, %, 60 ± 15.
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4,0

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.

7 Подготовка к поверке

7.1 Изучить Руководство по эксплуатации на ФДП, подготовить оборудование, используемое при поверке, к работе в соответствии с его Руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать ФДП и оборудование, используемое при поверке, в условиях, указанных в п.6.1 настоящей Методики поверки, не менее 1 часа.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверку внешнего вида проводят визуально. Проверяют соответствие надписей и обозначений требованиям технической документации; отсутствие механических повреждений корпуса и соединительных проводов.

8.1.2 ФДП считаются прошедшими операцию поверки, если корпус не поврежден.

8.2 Опробование

8.2.1 Включить источник излучения - лампу типа ДКсШ-125 из состава ВЭТ.

8.2.2 Установить поверяемый ФДП перед лампой типа ДКсШ-125 и включить в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

8.2.3 ФДП считаются прошедшими операцию опробования, если установлено наличие показаний при освещении источником излучения.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона длин волн

Определение диапазона длин волн проводится по результатам измерений отклонений спектральной чувствительности поверяемого ФДП. Спектральную чувствительность поверяемого приемника излучения сравнивают с известной спектральной чувствительностью эталонного приемника излучения из состава ВЭТ. Эталонный приемник излучения и ФДП поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора ВЭТ таким образом, чтобы поток монохроматического излучения проходил в апертурную диафрагму. Регистрируют показания эталонного приемника $I^{\circ}(\lambda)$ [А] с шагом 10 нм в диапазоне длин волн от 200 до 1100 нм. За выходной щелью монохроматора устанавливают обрезающий светофильтр из состава ВЭТ и регистрируют показания эталонного приемника излучения, соответствующие рассеянному свету $J^{\circ}(\lambda)$ [А]. Затем поверяемый ФДП устанавливают за выходной щелью монохроматора и регистрируют показания $I(\lambda)$ [А] на каждой длине волны с шагом 10 нм в диапазоне от 200 до 1100 нм. За выходной щелью монохроматора устанавливают обрезающий светофильтр и регистрируют показания, соответствующие рассеянному свету $J(\lambda)$ [А]. Измерения повторяют 5 раз.

Спектральную чувствительность (СЧ) поверяемого ФДП $S_i(\lambda)$ [Вт/м^2] рассчитывают по известным значениям спектральной чувствительности $S^{*}(\lambda)$ [Вт/м^2] эталонного приемника излучения по формуле (1):

$$S_i(\lambda) = S^{*}(\lambda) \cdot [I(\lambda) - J(\lambda)] / [I^{*}(\lambda) - J^{*}(\lambda)] \quad (1)$$

Для каждой длины волны определяют среднее арифметическое значение $\bar{S}(\lambda)$ [Вт/м^2]. Оценку относительного среднеквадратического отклонения (далее – СКО) S_0 [отн. ед.] результата измерений от среднего арифметического для n независимых измерений с шагом 10 нм определяют по формуле (2):

$$S_0(\lambda) = \frac{\{\sum_{i=1}^{n} [\bar{S}(\lambda) - S_i(\lambda)]^2\}^{1/2}}{\bar{S}(\lambda)\ [n(n-1)]^{1/2}}\ 10^2 \qquad (2)$$

Относительная погрешность определения диапазона длин волн, определяемая относительной погрешностью сравнения АСЧ поверяемого и эталонного приемников излучения, рассчитывают по формуле (3):

$$\Theta_1 = t\, S_0(\lambda)\ , \qquad (3)$$

где t - коэффициент Стьюдента, равный 2,776 (при доверительной вероятности P=0,95 и n-1=4).

ФДП считается прошедшим операцию поверки, если в диапазоне длин волн от 200 до 250 нм значение Θ_1 не превышает 4 %, в диапазоне длин волн от 260 до 1100 нм значение Θ_1 не превышает 2,5 %.

8.3.2 Определение относительной погрешности нестабильности приемников излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности

При определении относительной погрешности нестабильности поверяемого приемника излучения используются эталонный приемник излучения и дейтериевая лампа из состава ВЭТ. Регистрируют интегральный сигнал эталонного приемника I° [А] на фиксированном расстоянии от дейтериевой лампы. Регистрируют интегральные сигналы от дейтериевой лампы эталонного I' [А] и поверяемого I [А] ФДП в течение 8 часов. Относительная погрешность нестабильности поверяемого ФДП оценивают по формуле:

$$\Theta_2 = (I/I')10^2 \qquad (4)$$

ФДП считается прошедшим операцию поверки, если в диапазоне длин волн от 200 до 250 нм значение Θ_2 не превышает 3,5 %, в диапазоне длин волн от 260 до 1100 нм значение Θ_2 не превышает 2,3 %.

8.3.3 Определение относительной погрешности линейности приемника излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности

Определение относительной погрешности линейности приемника излучения в рабочем диапазоне измерений, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы, проводят для проверки динамического диапазона измерений. При определении динамического диапазона измерений на стенде устанавливают два источника излучения – лампы ДКсШ-125 из состава ВЭТ. Расстояние между поверяемым ФДП и источниками излучения выбирают таким образом, чтобы сигнал поверяемого ФДП соответствовал нижней границе динамического диапазона измерений энергетической освещенности. Регистрируют сигнал приемника для каждого из двух излучателей I_1 [А] и I_2 [А] и суммарный сигнал I_Σ [А] от двух излучателей по формуле (5):

$$I_\Sigma = I_1 + I_2 \qquad (5)$$

Измерения проводят поочередно 5 раз.

Расстояние между поверяемым ФДП и источниками излучения уменьшают таким образом, чтобы сигнал поверяемого ФДП соответствовал верхней границе динамического диапазона измерений энергетической освещенности. Регистрируют сигнал приемника для каждого из двух излучателей I_1 [А] и I_2 [А] и суммарный сигнал I_Σ [А] от двух излучателей по формуле (4)

Коэффициент линейности К определяют по формуле (6):

$$K = I_\Sigma / (I_1 + I_2) \quad (6)$$

и относительная погрешность линейности Θ_3 определяют по формуле (7):

$$\Theta_3 = | [I_\Sigma / (I_1 + I_2)] - 1 | \cdot 10^2 \quad (7)$$

ФДП считается прошедшим операцию поверки, если в диапазоне длин волн от 200 до 1100 нм значение Θ_3 не превышает 0,8 %.

8.3.4 Определение предела допускаемой основной относительной погрешности

Границы относительной неисключенной систематической погрешности Θ [отн. ед.] рассчитывают по формуле (8):

$$\Theta_0 = 1{,}1 \left(\sum_{i=1}^{4} \Theta_i^2 \right)^{1/2}. \quad (8)$$

Источниками относительной неисключенной систематической погрешности являются:

Θ_1 – относительная погрешность измерений спектральной чувствительности поверяемого приемник излучения, отн. ед.;

Θ_2 – относительная погрешность нестабильности приемников излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности, отн. ед.;

Θ_3– относительная погрешность линейности приемника излучения в рабочем диапазоне измерений энергетической освещенности, отн. ед.;

Θ_4 – суммарное СКО вторичного эталона (диапазоне длин волн от 200 до 250 нм значение Θ_4 = 0,92 %, в диапазоне длин волн от 260 до 1100 нм значение Θ_4 = 0,56 % из свидетельства об аттестации).

Предел допускаемой основной относительной погрешности Δ_0 рассчитывают по формуле (9):

$$\Delta_0 = KS_\Sigma = K \left(\sum_{i=1}^{4} \Theta_i^2 /3 + S_0^2 \right)^{1/2}, \quad (9)$$

где К – коэффициент, определяемый соотношением случайной и неисключенной систематической погрешностей в соответствии с ГОСТ8.736-2011 по формуле (10):

$$K = [t S_0(\lambda) + \Theta_0] / [S_0(\lambda) + \Theta_0^2 / \sqrt{3}] \quad (10)$$

Если $\Theta_0 > 8S_0$, то случайной погрешностью по сравнению с систематической пренебрегают и принимают $\Delta_0 = \Theta_0$.

ФДП считается прошедшим операцию поверки, если предел допускаемой относительной погрешности не превышает ± 6,0 % в диапазоне длин волн от 200 до 250 нм и ± 4,0 % в диапазоне длин волн от 260 до 400 нм и от 410 до 1100 нм.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки – Приложение А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки ФДП оформляют свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

9.3 При отрицательных результатах поверки, ФДП признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 с указанием причин непригодности.

Исполнители:

Начальник НИО М-7 Р.В. Минаев

Начальник лаборатории М-7-1 С.И. Аневский

Начальник лаборатории М-7-2 О.А. Минаева

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)
К Методике поверки МП 039.М7-19
«ГСИ. Приемники излучения фотодиодные ФДП. Методика поверки»

Протокол первичной/периодической поверки № _____

от «____» _____ 20 ___ года.

Средство измерений: Приемники излучения фотодиодные ФДП_____

Заводской номер: _____

Дата выпуска: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: МП 039.М7-19 «ГСИ. Приемники излучения фотодиодные ФДП. Методика поверки», утверждённой ФГУП «ВНИИОФИ» 19 июня 2019 г.

С применением эталонов: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

температура окружающей среды _____ ^{0}С;

относительная влажность _____ %;

атмосферное давление _____ кПа.

Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение	Заключение

Заключение:

_____

Поверитель: _____ / _____ /
Подпись ФИО

gost.e-ecolog.ru