

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова



2024 г.

**«ГСИ. Датчики интенсивности ультрафиолетового излучения IS.**

**Методика поверки»**

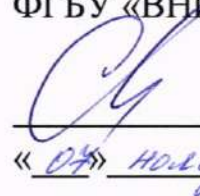
**МП 042.М4-24**

Главный метролог

ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 07 » ноября 2024 г.



Москва

2024 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики интенсивности ультрафиолетового излучения IS (далее – УФ-датчики) и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок. УФ-датчики предназначены для измерения энергетической освещенности (далее - ЭО) УФ-излучения бактерицидных, ртутных и амальгамных ламп низкого давления на длине волны 253,7 нм.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемого УФ-датчика к:

- Государственному первичному эталону единиц радиометрических и спектрорадиометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм ГЭТ 86-2017 согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2414 от 21 ноября 2023 года.

1.3 Поверка УФ-датчиков выполняется методом прямых измерений.

1.4 Метрологические характеристики УФ-датчиков указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<b>Датчик интенсивности ультрафиолетового излучения IS-4</b>	
Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м <sup>2</sup>	от 4 до 400
Коэффициент преобразования, (мА·м <sup>2</sup> )/Вт	0,04
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %	±10
<b>Датчик интенсивности ультрафиолетового излучения IS-5</b>	
Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м <sup>2</sup>	от 2 до 200
Коэффициент преобразования, (мА·м <sup>2</sup> )/Вт	0,08
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %	±10
<b>Датчик интенсивности ультрафиолетового излучения IS-6</b>	
Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м <sup>2</sup>	от 4 до 400
Коэффициент преобразования, (мА·м <sup>2</sup> )/Вт	0,04
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %	±10

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8



Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
- Определение коэффициента преобразования ЭО УФ-датчика	Да	Да	9.1
- Проверка диапазона измерений ЭО	Да	Да	9.2
- Определение относительной погрешности измерений ЭО	Да	Да	9.3

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

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура воздуха, °C 20±5
- относительная влажность воздуха, %, 60±15
- атмосферное давление, кПа 101,3±4

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений и знающие основы метрологического обеспечения средств измерений;
- изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на поверяемые УФ-датчики.

4.2 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в 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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,2</math> °С;</p> <p>относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 3,0</math> %;</p> <p>атмосферного давления в диапазоне от 84 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,13</math> кПа</p> <p>Средства измерений постоянного тока в диапазоне от <math>1 \cdot 10^{-6}</math> до <math>2 \cdot 10^{-1}</math> А с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1 \cdot 10^{-7}</math> А</p> <p>Средства измерений постоянного напряжения в диапазоне от <math>1 \cdot 10^{-1}</math> до <math>2 \cdot 10^2</math> В с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1 \cdot 10^{-2}</math> В</p>	<p>Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп, рег. № 32014-06</p> <p>Вольтметр универсальный Щ-31, рег. № 6027-07</p>
Определение метрологических характеристик	<p>Вторичные эталоны единицы ЭО непрерывного излучения в диапазоне измерений от 2 до 400 Вт/м<sup>2</sup>, в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,28 мкм, предел допускаемой относительной погрешности измерений ЭО не более <math>\pm 6 \cdot 10^{-2}</math> согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 года № 2414, часть 2</p>	<p>Государственный вторичный эталон (далее-ГВЭ) единиц энергетической освещенности непрерывного излучения от <math>1 \cdot 10^{-4}</math> до <math>2 \cdot 10^3</math> Вт/м<sup>2</sup> в диапазоне длин волн от 0,12 до 1,1 мкм</p> <p>№ 2.1.ZZA.0082.2016</p> <p>Состав ГВЭ:</p> <p>Радиометры «Аргус-04», «Аргус-05», «Аргус-06»</p> <p>Источники непрерывного излучения</p> <p>ДДС-30, ДКСШ-120, ДБ30, ДРТ-230</p> <p>Цифровой комбинированный прибор (вольтметр универсальный) Щ-31</p>



5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, а также правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанные в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 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.

6.3 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в Руководстве по эксплуатации на УФ-датчики.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Проверку внешнего вида УФ-датчика проводят путем визуального осмотра. Проводят сравнение фотографических изображений, приведенных в описании типа на поверяемый УФ-датчик, и средства измерений, представленного на поверку.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности УФ-датчика паспортным данным;
- наличие на корпусе УФ-датчика серийного номера, соответствующего паспортным данным;
- отсутствие механических повреждений УФ-датчика и соединительных проводов;
- отсутствие сколов, царапин и загрязнений на оптических деталях УФ-датчика.

7.2 УФ-датчики, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

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

8.1 Установить поверяемый УФ-датчик перед источником излучения. Подключить УФ-датчик к эталонному оборудованию согласно указаниям в руководстве по эксплуатации.

8.2 Включить питание УФ-датчика и произвести измерение выходного постоянного тока при освещении источником излучения типа ДБ30 (или аналогичным).

8.3 УФ-датчик считается прошедшим операцию опробования, если установлено наличие показаний при освещении источником излучения.

8.4 УФ-датчики, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

9.1 Определение коэффициента преобразования УФ-датчика.

9.1.1 Для определения коэффициента преобразования устанавливают фотоприемник радиометра «Аргус-06» из состава ГВЭ напротив источника излучения (лампы ДБ30 или аналогичной) таким образом, чтобы в поле зрения фотоприемника находилась рабочая зона



источника излучения, а приемная площадка находилась на расстоянии  $l$  от излучателя. Измеряют значение энергетической освещенности  $E_0$ , Вт/м<sup>2</sup>. Затем устанавливают УФ-датчик на место фотоприемника радиометра на расстоянии  $l$  от излучателя. Измеряют полный выходной электрический сигнал (силу постоянного тока) УФ-датчика  $I_{si}$ , мА. Затем закрывают УФ-датчик крышкой и измеряют темновой сигнал  $I_{ti}$ , мА. Коэффициент преобразования УФ-датчика  $K_i$ , (мА·м<sup>2</sup>)/Вт, рассчитывают по формуле:

$$K_i = \frac{I_{si} - I_{ti}}{E_0} \quad (1)$$

9.1.2 Повторяют процедуру, описанную в пункте 9.1.1, пять раз и определяют среднее арифметическое значение коэффициента преобразования по формуле:

$$\bar{K} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 K_i \quad (2)$$

9.1.3 Вычисляют значение ЭО  $E_i$ , Вт/м<sup>2</sup>, регистрируемой УФ-датчиком, по формуле:

$$E_i = (I_{si} - I_{ti}) / \bar{K} \quad (3)$$

9.1.4 Вычисляют значение среднее арифметическое ЭО  $E_i$ , Вт/м<sup>2</sup>, по формуле:

$$\bar{E} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 E_i \quad (4)$$

9.1.5 Оценку относительного среднеквадратического отклонения измерений ЭО для  $n$  независимых измерений определяют по формуле:

$$S_E = \frac{1}{\bar{E}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где  $E_i$  - значение ЭО, полученного при  $i$ -ом независимом измерении;

$\bar{E}$  - среднеарифметическое значение ЭО;

$n$  - количество измерений.

9.1.6 Для определения составляющей неисключенной систематической погрешности (НСП), возникающей из-за нелинейности измерений ЭО, УФ-радиометр из состава ГВЭ устанавливают перед двумя источниками излучения таким образом, чтобы показания радиометра при освещении двумя источниками одновременно соответствовали верхнему пределу ЭО (400 Вт/м<sup>2</sup> для модификаций IS-4 и IS-6 или 200 Вт/м<sup>2</sup> для модификации IS-5). Показание радиометра при освещении вторым источником должно составлять 2 Вт/м<sup>2</sup>. Затем на место радиометра из состава ГВЭ устанавливают поверяемый УФ-датчик. Записывают показание сигнала УФ-датчика  $I_{\text{сум}}$ (мА) при освещении одновременно двумя источниками. Поочередно закрывая заслонкой каждый из источников, записывают показания сигналов  $I_1$ (мА) и  $I_2$ (мА) от каждого из источников отдельно. Затем закрывают входное окно УФ-датчика и записывают показания сигнала  $I_t$ (мА). Определяют ЭО от первого и второго источника  $E_1$  и  $E_2$ , (Вт/м<sup>2</sup>), а также ЭО от двух источников  $E_{\text{сум}}$ (Вт/м<sup>2</sup>) по формулам:

$$E_1 = (I_1 - I_t) / \bar{K} \quad E_2 = (I_2 - I_t) / \bar{K} \quad E_{\text{сум}} = (I_{\text{сум}} - I_t) / \bar{K} \quad (6)$$

где  $\bar{K}$  - коэффициент преобразования УФ- датчика, определенный по формуле (2);

$E_1$  - значение, соответствующее нижней границе диапазона измерений ЭО;

$E_{\text{сум}}$  - значение, соответствующее верхней границе диапазона измерений ЭО.

9.1.7 Определение составляющей НСП, связанной с нелинейностью фотоприемника и усилителя-преобразователя УФ-датчика, производят по формуле:

$$\theta_2 = \left| 1 - \frac{E_1 + E_2}{E_{\text{сум}}} \right| \cdot 100\% \quad (7)$$

9.1.8 Результат поверки по данному пункту методики поверки считают положительным, если значения коэффициента преобразования  $\bar{K}$  соответствуют значениям, указанным в таблице 1 настоящей методики поверки.

9.2 Проверка диапазона измерений энергетической освещенности.

9.2.1 Диапазон измерений энергетической освещенности проверяется при измерении нелинейности в соответствии с п. 9.1.7 настоящей методики поверки.

9.2.2 Результат поверки по данному пункту методики поверки считают положительным, если диапазон измерений энергетической освещенности соответствует диапазону измерений энергетической освещенности, указанному в таблице 1 настоящей методики поверки.

9.3 Определение относительной погрешности измерений ЭО.

9.3.1 Обработку результатов измерений ЭО по п.9.1 проводят в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

9.3.2 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического значения ЭО по формуле 5.

9.3.3 Рассчитывают границы неисключенной систематической погрешности (НСП)  $\theta_\Sigma$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\theta_\Sigma = \sum_{i=1}^2 |\theta_i| \quad (8)$$

где:  $\theta_1$  – составляющая НСП, определяемая погрешностью ГВЭ, характеризующейся пределом допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %, в соответствии с паспортом ГВЭ;

$\theta_2$  - составляющая НСП, связанная с нелинейностью измерений ЭО, определенная по формуле (7).

9.3.4 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение НСП ЭО по формуле:

$$S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

9.3.5 Рассчитывают суммарное среднее квадратическое отклонение измерений ЭО по формуле:

$$S_\Sigma = \sqrt{S_E^2 + S_\theta^2} \quad (10)$$

где  $S_E$ - СКО измерений ЭО, определенное по формуле (5).

9.3.6 Рассчитывают относительную погрешность измерений ЭО при доверительной вероятности  $P = 0,95$  по формуле:



$$\Delta = S_{\Sigma} \cdot k \quad (11)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который определяется по формуле:

$$k = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_E + S_{\theta}} \quad (12)$$

$$\varepsilon = t \cdot S_E \quad (13)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$  в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

УФ-датчики считаются прошедшими поверку по п. 9.3 с положительным результатом, если относительная погрешность измерений ЭО не превышает  $\pm 10 \%$ .

9.3.7 УФ-датчики считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае УФ-датчики считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

## 10 Оформление результатов поверки

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

10.2 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А настоящей методики поверки.

10.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям), выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

10.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям), выдает извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Начальник отдела М-4 ФГБУ «ВНИИОФИ»



В.Р. Гаврилов

Ведущий инженер отдела М-4 ФГБУ «ВНИИОФИ»



О.Ю. Морозов



**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(рекомендуемое)  
к Методике поверки МП 042.М4-24  
«ГСИ. Датчики интенсивности ультрафиолетового излучения IS.  
Методика поверки»

**ПРОТОКОЛ**                      **ПЕРВИЧНОЙ**  
**ПЕРИОДИЧЕСКОЙ**                      **ПОВЕРКИ**

Датчики интенсивности ультрафиолетового излучения IS  
(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в  
единственном числе, регистрационный №)

Серийный номер:

Год выпуска:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые средства поверки:

Применяемая методика поверки: МП 042.М4-24 «ГСИ. Датчики интенсивности ультрафиолетового излучения IS. Методика поверки», согласованная ФГБУ «ВНИИОФИ» «07» ноября 2024 г.

Условия поверки:

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

Место проведения поверки:

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр средства измерений:
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений:
3. Определение метрологических характеристик:

3.1 Полученные результаты определения метрологических характеристик:

Заключение по результатам поверки:

По результатам поверки средство измерений Датчик интенсивности ультрафиолетового излучения IS соответствует/не соответствует метрологическим характеристикам, указанным в описании типа средства измерений, и признается пригодным/не пригодным к применению.

Поверитель:

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Фамилия И.О.

Дата поверки:

Руководитель подразделения:

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Фамилия И.О.