

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**



**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

М.п.

«17 января» 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Мера плоского угла призматическая 4-24-0**

**Методика поверки**

**МП 2511-0001-2022**

Руководитель отдела геометрических измерений

Н.А. Кононова

Инженер 2 категории

В.П. Филиппов

г. Санкт-Петербург  
2022

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на меру плоского угла призматическую 4-24-0, зав. № 47 (далее – призма), изготовленную НПО «Арсенал», Украина и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверок.

1.2 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость призмы к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличение с ГЭТ 22-2014.

1.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

| Наименование операции                                                                                                                                    | Проведение операции при |                       | Номер пункта документа по поверке |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                                                                                                                                                          | первичной поверке       | периодической поверке |                                   |
| 1. Внешний осмотр средства измерений                                                                                                                     | Да                      | Да                    | 7.1                               |
| 2. Подготовка к поверке                                                                                                                                  | Да                      | Да                    | 8                                 |
| 3. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:             |                         |                       | 9                                 |
| 3.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы                                                                            | Да                      | Нет                   | 9.1                               |
| 3.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы                                                 | Да                      | Нет                   | 9.2                               |
| 3.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов и среднего квадратического отклонения результатов сличения эталона с первичным эталоном | Да                      | Да                    | 9.3                               |

|                                                                              |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| 4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |
|------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °C .....  $20 \pm 0,5$ ,
- допустимое изменение температуры в помещении в течение 1 ч, °C .....  $0,2$ ,
- диапазон атмосферного давления, гПа .....  $1000 \pm 100$ ,
- относительная влажность воздуха, % .....  $58 \pm 15$ .

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К работе со средствами поверки допускаются лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности.

4.2 К работе по поверке меры плоского угла призматической 4-24-0 должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки системы должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                           | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                          | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 8.2 Контроль параметров окружающей среды                                      | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $19,5$ до $20,5$ °C с абсолютной погрешностью не более $0,2$ °C; | Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 45379-10                                                                               |
|                                                                                  | Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 99 % с абсолютной погрешностью не более 2 %                        | Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11                                                                           |
|                                                                                  | Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 900 до 1100 гПа с абсолютной погрешностью не более 3 гПа                          | Калибратор процессов документирующий Fluke 753, рег. № 49876-12; Модуль давления Fluke 700Рхх, модель Fluke 700РА5, рег. № 47782-11      |
| п. 9.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы | Интерферометр типа с дискретностью отсчёта 0,01 мкм                                                                                       | Государственный вторичный эталон единицы длины в диапазоне значений от 0,1 до 100 мм ГВЭТ 2-16-77, рег. № 2.1.ZZB.0047.2013 (далее ГВЭТ) |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы                                                                                                                         | Государственный первичный эталон единицы плоского угла<br>ГЭТ 22-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, приказ Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 | Государственный первичный эталон единицы плоского угла<br>ГЭТ 22-2014 (далее ГЭТ 22-2014) |
| п. 9.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов и среднего квадратического отклонения результатов сличения эталона с первичным эталоном                                                                         | Государственный первичный эталон единицы плоского угла<br>ГЭТ 22-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, приказ Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 | ГЭТ 22-2014                                                                               |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                           |

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

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в документе «Мера плоского угла призматическая. Руководство по эксплуатации» (далее – руководство по эксплуатации), а также требования ГОСТ 12.2.003-91.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Внешний осмотр производится визуально.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- на измерительных поверхностях призмы должны отсутствовать царапины и сколы,
- на верхней поверхности призмы должны быть нанесены заводской номер и порядковые номера граней от первой грани в направлении, противоположном ходу часовой стрелки,
- комплектность призмы должна соответствовать паспорту.

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

8.1 Перед проведением поверки призмы необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

8.2 Провести контроль параметров окружающей среды (температура, влажность окружающего воздуха) в помещении, где проводится поверка. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 3 настоящей методики.

8.3 Выдержать поверяемую призму не менее 4 часов при условиях, указанных выше.

8.4 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений**

### **9.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы**

9.1.1 Установить призму на предметный столик интерферометра ГВЭТ 2-16-77 в специальном держателе так, чтобы одна из измерительных поверхностей призмы была видна в середине поля зрения интерферометра. Выдержать призму не менее 30 минут.

9.1.2 Регулировкой винтов предметного столика и изменением высоты подвижной части интерферометра добиться четкого изображения интерференционных полос. Полосы должны располагаться в вертикальном направлении.

9.1.3 Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призмы определить по искривлению интерференционных полос в поле зрения интерферометра.

9.1.4 Измерения провести для всех измерительных поверхностей призмы.

9.1.5 Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призмы не должно превышать 0,05 мкм.

## **9.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы**

9.2.1 Установить призму на юстировочный столик стола измерительного поворотного из состава ГЭТ 22-2014 (далее стол поворотный).

9.2.2 Установить автоколлиматор из состава ГЭТ 22-2014 (далее автоколлиматор) таким образом, чтобы его визирная ось была перпендикулярна оси вращения стола поворотного.

9.2.3 Провести юстировку призмы в соответствии с правилами содержания и применения ГЭТ 22-2014.

Выставить плоскость измерения призмы перпендикулярно оси вращения стола поворотного с помощью автоколлиматора, регулируя наклон юстировочного столика стола поворотного. Визирная ось автоколлиматора должна быть направлена в середину грани призмы, параллельно плоскости измерения и перпендикулярно грани.

9.2.4 Провести измерения отклонений от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы.

9.2.5 Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы не должно превышать  $\pm 15''$ .

## **9.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов и среднего квадратического отклонения результатов сличения эталона с первичным эталоном**

9.3.1 Установить призму на юстировочный столик стола поворотного.

9.3.2 Установить автоколлиматоры из состава ГЭТ 22-2014 вокруг стола поворотного таким образом, чтобы их визирные оси были перпендикулярны его оси вращения, угол между визирными осями был близок к номинальному межгранному углу призмы  $15^\circ$ .

9.3.3 Провести юстировку призмы в соответствии с п. 9.2.3 настоящей методики. Визирные оси автоколлиматоров должны быть направлены в середины граней призмы, параллельно плоскости измерения и перпендикулярно граням.

9.3.4 Провести измерения действительных значений рабочих углов призмы на ГЭТ 22-2014. Для этого провести четыре серии измерений рабочих углов призмы, поворачивая (переставляя) призму на столе поворотном на  $90^\circ$  после каждой серии измерений. Результаты измерений обрабатываются в программном обеспечении, где вычисляются:

- действительные значения межгранных углов призмы,
- действительные значения накопленных углов призмы,
- отклонения от номинального значения рабочих углов призмы.

9.3.5 Полученные значения отклонений от номинального значения рабочих углов призмы не должны превышать  $\pm 5''$ .

9.3.6 Для оценки соответствия метрологических характеристик призмы обязательным метрологическим требованиям определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результатов измерений межгранных, а затем накопленных углов призмы и доверительную погрешность результатов измерений.

Определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результатов измерений межгранных, а затем накопленных углов призмы по формуле

$$S_{\Delta\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{mk} v_i^2}{mk(k-1)}} \quad (1)$$

где  $v_i$  - отклонение от среднего арифметического результата измерений рабочих углов призмы в каждой серии,

$m$  - число измеряемых углов,

$k$  - число серий измерений.

За  $S_{\Delta\alpha}$  принять максимальное полученное значение.

Среднее квадратическое отклонение результатов измерений не должно превышать 0,05".

Неисключенные систематические погрешности (НСП) приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Неисключенные систематические погрешности

| Источники систематической погрешности                                                | Значение ( $\Theta_j$ ) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Погрешность передачи единицы плоского угла от ГЭТ 22-2014 с помощью автоколлиматоров | 0,03"                   |
| Несовершенство изготовления и неточность установки призмы                            | 0,012"                  |

9.3.7 Среднее квадратическое отклонение НСП вычислить по формуле

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2}{3}} \quad (2)$$

9.3.8 Среднее квадратическое отклонение результатов сличения эталона с первичным эталоном вычислить по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Delta\alpha}^2 + S_{\Theta}^2} \quad (3)$$

## 10. Проверка соответствия обязательным метрологическим требованиям

Если значения среднего квадратического отклонения результатов сличения эталона с первичным эталоном удовлетворяют требованиям п. 9.3.8 настоящей методики, то нормированные характеристики призмы сравниваются с обязательными метрологическими требованиями, предъявляемыми п.п. 3.1.2, 3.2.2, 3.3.2 и 3.4.2 Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. (далее – ГПС).

Мера плоского угла призматическая 4-24-0 считается прошедшей поверку в качестве вторичного эталона в соответствии с 1, 2, 3 и 4 частями ГПС, если среднее квадратическое отклонение результатов сличения эталона с первичным эталоном не превышает 0,05".

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки призмы оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

11.2 Призму, удовлетворяющую требованиям настоящей методики поверки, признают годной к применению. При отрицательных результатах поверки по одному из пунктов методики призма не допускается к применению.

11.3 Результаты поверки вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

**Приложение А**  
**Форма протокола поверки (рекомендуемая)**

Протокол поверки № \_\_\_\_\_

|                                                                                   |                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Наименование средства измерения, тип                                              | Мера плоского угла призматическая 4-24-0 |
| Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде                          |                                          |
| Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение                      | 47                                       |
| Изготовитель (если имеется информация)                                            |                                          |
| Год выпуска (если имеется информация)                                             |                                          |
| Заказчик (наименование и юридический адрес)                                       |                                          |
| Владелец (наименование и юридический адрес)                                       |                                          |
| Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)                              |                                          |
| Дата предыдущей поверки                                                           |                                          |
| Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика) | -                                        |

**Вид поверки:** \_\_\_\_\_.

**Методика поверки:** МП 2511-0001-2022 «ГСИ. Мера плоского угла призматическая 4-24-0. Методика поверки», утверждённая ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 17 января 2022 г.

**Средства поверки:** \_\_\_\_\_.

**Условия проведения поверки**

- температура окружающей среды, °C .....
- допустимое изменение температуры в помещении в течение 1 ч, °C .....
- диапазон атмосферного давления, гПа .....
- относительная влажность воздуха, % .....

**Результаты поверки**

1 Внешний осмотр средства измерений

Результат внешнего осмотра \_\_\_\_\_

2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Результат подготовки к поверке и опробования средства измерений \_\_\_\_\_

3 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

3.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей средства измерений

Таблица 1 – Результаты измерений

| Номер грани призмы | Отклонение от плоскостности, мкм | Номер грани призмы | Отклонение от плоскостности, мкм | Номер грани призмы | Отклонение от плоскостности, мкм |
|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| 1                  |                                  | 9                  |                                  | 17                 |                                  |
| 2                  |                                  | 10                 |                                  | 18                 |                                  |
| 3                  |                                  | 11                 |                                  | 19                 |                                  |
| 4                  |                                  | 12                 |                                  | 20                 |                                  |
| 5                  |                                  | 13                 |                                  | 21                 |                                  |
| 6                  |                                  | 14                 |                                  | 22                 |                                  |
| 7                  |                                  | 15                 |                                  | 23                 |                                  |
| 8                  |                                  | 16                 |                                  | 24                 |                                  |

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призмы не превышает (превышает) 0,05 мкм.

3.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы

Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы не превышает (превышает)  $\pm 15''$ .

3.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов и среднего квадратического отклонения измерений рабочих углов призмы

Таблица 2 – Определение действительных значений рабочих углов

| Номинальные значения углов | Действительные значения углов | Номинальные значения углов | Действительные значения углов | Номинальные значения углов | Действительные значения углов |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 0° - 15°                   |                               | 120° - 135°                |                               | 240° - 255°                |                               |
| 15° - 30°                  |                               | 135° - 150°                |                               | 255° - 270°                |                               |
| 30° - 45°                  |                               | 150° - 165°                |                               | 270° - 285°                |                               |
| 45° - 60°                  |                               | 165° - 180°                |                               | 285° - 300°                |                               |
| 60° - 75°                  |                               | 180° - 195°                |                               | 300° - 315°                |                               |
| 75° - 90°                  |                               | 195° - 210°                |                               | 315° - 330°                |                               |
| 90° - 105°                 |                               | 210° - 225°                |                               | 330° - 345°                |                               |
| 105° - 120°                |                               | 225° - 240°                |                               | 345° - 360°                |                               |

Продолжение таблицы 2 – Определение действительных значений рабочих углов

| Номинальные значения углов | Действительные значения углов | Номинальные значения углов | Действительные значения углов | Номинальные значения углов | Действительные значения углов |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 0° - 15°                   |                               | 0° - 135°                  |                               | 0° - 255°                  |                               |
| 0° - 30°                   |                               | 0° - 150°                  |                               | 0° - 270°                  |                               |
| 0° - 45°                   |                               | 0° - 165°                  |                               | 0° - 285°                  |                               |
| 0° - 60°                   |                               | 0° - 180°                  |                               | 0° - 300°                  |                               |
| 0° - 75°                   |                               | 0° - 195°                  |                               | 0° - 315°                  |                               |
| 0° - 90°                   |                               | 0° - 210°                  |                               | 0° - 330°                  |                               |
| 0° - 105°                  |                               | 0° - 225°                  |                               | 0° - 345°                  |                               |
| 0° - 120°                  |                               | 0° - 240°                  |                               | -                          | -                             |

Отклонения от номинального значения рабочих углов призмы не превышают (превышают)  $\pm 5''$ .

Среднее квадратическое отклонение результатов сличения эталона с первичным эталоном не должно превышать  $0,05''$ .

**Заключение:** мера плоского угла призматическая 4-24-0 соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признана годной (не годной) к применению в качестве вторичного эталона в соответствии с 1, 2, 3 и 4 частями Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г.

**На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ):**

Свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
(извещение) \_\_\_\_\_

**Поверку произвел**

\_\_\_\_\_  
ФИО                                          Подпись                                          Дата