

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

28 декабря 2023 г.

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Призмы правильные многогранные ППМ**

**Методика поверки**

**МП-27/007-2023**

2023 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на призмы правильные многогранные ППМ (далее – призмы), предназначенные для регулирования и настройки угломерных приборов, для непосредственного измерения углов промышленных изделий и применения в качестве рабочих эталонов единицы плоского угла при передаче единицы плоского угла в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482 (исполнения 00 и 0 – рабочий эталон 1-го разряда, исполнение 1 – рабочий эталон 2-го разряда, исполнение 2 – рабочий эталон 3-го разряда, исполнение 3 – рабочий эталон 4-го разряда), для поверки, калибровки средств измерений и аттестации эталонов единицы плоского угла.

1.1. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

1.2. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача и подтверждается прослеживаемость:

к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482.

1.3. В методике поверки реализован метод передачи единицы – метод прямых измерений.

1.4. Сокращенная поверка не предусмотрена.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к призмам правильным многогранным ППМ

| Наименование характеристики                                                                                   | Значение характеристики |      |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|
|                                                                                                               | 00                      | 0    | 1     | 2     | 3     |
| Диапазон измерений углов                                                                                      | от 0° до 360°           |      |       |       |       |
| Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99                               | ±0,3"                   |      | ±1,0" | ±3,0" | ±6,0" |
| Пределы допускаемого отклонения рабочих углов от номинального значения                                        | ±2,5"                   | ±5"  | ±8"   | ±15"  | ±20"  |
| Допускаемое отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призмы, мкм, не более                      | 0,04                    | 0,05 | 0,07  | 0,10  | 0,15  |
| Пределы допускаемого отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы | ±10"                    | ±15" | ±20"  | ±30"  | ±40"  |

Таблица 2 – Номинальные значения рабочих углов

| Призмы правильные многогранные с количеством измерительных поверхностей (боковых граней) | Значение      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 4                                                                                        | 90° 00' 00,0" |
| 6                                                                                        | 60° 00' 00,0" |
| 8                                                                                        | 45° 00' 00,0" |
| 9                                                                                        | 40° 00' 00,0" |
| 10                                                                                       | 36° 00' 00,0" |
| 12                                                                                       | 30° 00' 00,0" |
| 15                                                                                       | 24° 00' 00,0" |
| 16                                                                                       | 22° 30' 00,0" |
| 17                                                                                       | 21° 10' 35,3" |
| 18                                                                                       | 20° 00' 00,0" |
| 19                                                                                       | 18° 56' 50,5" |
| 20                                                                                       | 18° 00' 00,0" |
| 23                                                                                       | 15° 39' 07,8" |
| 24                                                                                       | 15° 00' 00,0" |
| 28                                                                                       | 12° 51' 25,7" |
| 32                                                                                       | 11° 15' 00,0" |
| 36                                                                                       | 10° 00' 00,0" |
| 40                                                                                       | 9° 00' 00,0"  |
| 45                                                                                       | 8° 00' 00,0"  |
| 72                                                                                       | 5° 00' 00,0"  |

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

| Наименование операции                                                                                                                                                                 | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                       |                               | первичной поверке       | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр                                                                                                                                                                      | 7                             | Да                      | Да                    |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                                                                                                               | 8                             | Да                      | Да                    |
| 3 Определение метрологических характеристик                                                                                                                                           | 9                             | Да                      | Да                    |
| 3.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей                                                                                                                | 9.1                           | Да                      | Нет                   |
| 3.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности                                                                                     | 9.2                           | Да                      | Да                    |
| 3.3 Определение номинальных значений рабочих углов, отклонений от номинальных значений рабочих углов и доверительных границ абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 | 9.3                           | Да                      | Да                    |
| 4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям                                                                                                          | 10                            | Да                      | Да                    |



### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от 17 до 23;
- изменение температуры окружающего воздуха в помещении, °С, не более
  - в течении 1 часа ..... 0,5;
  - в течении 8 часов ..... 2;
- относительная влажность окружающего воздуха, % ..... от 40 до 80.

3.2 Поверяемые призмы и средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски и ударов.

*Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.*

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, ознакомленные с паспортом на призму и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки призм достаточно одного поверителя.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки            | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                  | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                          |
| п. 8 подготовка к поверке и опробование средства измерений        | Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от 17 до 23 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры 0,2 °С<br>Средство измерений относительной влажности в диапазоне от 40 до 80 %, с абсолютной погрешностью измерений относительной влажности 2% | Измеритель влажности температуры и атмосферного давления ИВТМ-7М 7-Д, рег. № 71394-18                                                                                      |
| п. 9 определение метрологических характеристик средства измерений | Пластина плоская стеклянная, диаметр пластины не менее 60 мм, отклонение от плоскостности не более 0,03 мкм                                                                                                                                                       | Пластины плоские стеклянные ПИ-60, ПИ-80, ПИ-100, к.т. 1 по ГОСТ 2923-75, рег. № 197-70 или пластина плоская стеклянная ПИ-60, ПИ-80, ПИ-100 исполнение 1, рег. № 89421-23 |

продолжение таблицы 4

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Мера плоского угла с номинальным значением рабочего угла $90^\circ$ , отклонение рабочего угла от номинального значения не превышает $\pm 3''$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Мера плоского угла призматическая, рег. № 72196-18, Мера угловая призматическая, рег. № 485-64                                                                                                                                                                                          |
|   | Автоколлиматор – рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482 с диапазоном измерений $\pm 40''$ , пределами абсолютной погрешности измерений $\pm 2,0''$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Автоколлиматор АК-1У, рег. № 72732-18                                                                                                                                                                                                                                                   |
|   | <p>Эталоны (углоизмерительные установки (гониометры)) в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482</p> <p>для призм с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 0,3''</math> – углоизмерительные установки (вторичный эталон) с СКО сличения с государственным эталоном не более <math>0,08''</math>;</p> <p>для призм с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 1,0</math> – углоизмерительные установки (гониометры) 1-го разряда с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 0,3''</math>;</p> <p>для призм с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 3,0</math> – углоизмерительные установки (гониометры) 2-го разряда с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 1,0''</math></p> <p>для призм с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 6,0</math> – углоизмерительные установки (гониометры) 3-го разряда с доверительными границами абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 не более <math>\pm 3,0''</math></p> | <p>Вторичный эталон единицы плоского угла ВЭ-35-10 (установка автоматизированная углоизмерительная) 2.1.ВХН.0027.2020</p> <p>Гониометр ДГ-Ц (модель ДЦ-03Ц) рег. № 75632-19</p> <p>Гониометр ДГ-Ц (модель ДЦ-1Ц) рег. № 75632-19</p> <p>Гониометр статический СГ-3Ц рег. № 43297-09</p> |

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).



## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

## **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 дефекты, влияющие на метрологические характеристики;
- на верхней поверхности призмы должны быть нанесены заводской номер и порядковые номера граней или номинальные значения углов в градусах 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 паспортом.

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

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призм определяют по искривлению интерференционных полос, возникающих при приложении пластины плоской стеклянной к измерительной поверхности призмы

9.1.1 Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей не должно превышать значение, указанное в таблице 1.

9.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы.

9.2.1 Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей призмы к базовой поверхности призмы определяют при помощи автоколлиматора или гониометра (если нормирована погрешность измерений углов в вертикальной плоскости гониометром) методом сравнения с шаблоном (в качестве шаблона использовать меру плоского угла с номинальным значением рабочего угла  $90^\circ$ ).

9.2.2 Если призма укомплектована оправой, извлечь призму из оправы. Допускается не снимать прозрачную оправу, в случае если диаметр отверстия оправы больше шаблона.

9.2.3 Поверяемую призму устанавливают на столике основанием вверх, на основание призмы устанавливают шаблон. Автоколлиматор наводят на измерительные поверхности поверяемой призмы и шаблона. Смещая призму и шаблон в горизонтальной



плоскости, добиваются получения двух изображений марки автоколлиматора в его поле зрения.

9.2.4 Горизонтальный штрих перекрестия автоколлиматора смещают снизу вверх, поочередно наводят на два изображения марки и снимают отсчет с автоколлиматора. Затем ту же операцию проводят, смещая штрих сетки окуляра в обратном направлении.

9.3 Определение номинальных значений рабочих углов, отклонений от номинальных значений рабочих углов и доверительных границ абсолютных погрешностей при доверительной вероятности 0,99.

9.3.1 Установить призму на юстировочный столик углоизмерительной установки (гониометра) маркированной поверхностью вверх, геометрическую ось призмы совместить с осью вращения столика углоизмерительной установки (гониометра).

9.3.2 Провести юстировку положения призмы в соответствии с руководством по эксплуатации углоизмерительной установки (гониометра).

9.3.3 Провести измерения действительных значений рабочих углов призмы на углоизмерительной установке (гониометре). Для этого провести четыре серии измерений рабочих углов призмы, поворачивая призму на юстировочном столике на  $90^\circ$  после каждой серии измерений. Каждую серию измерений начинать с грани с обозначением «1» или «0°».

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определить отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей поверяемой призмы к ее основанию  $H$  в секундах плоского угла вычисляют по формуле

$$H = 2(a_n - a_{ш}), \quad (1)$$

где  $a_n$  и  $a_{ш}$  – средние арифметические значения отсчетов поверяемой призмы и шаблона.

Знак отклонения от перпендикулярности поверяемой призмы считают положительным, если внешний двугранный угол, образованный основанием и рабочей гранью, больше  $270^\circ$ , а изображение автоколлимационной марки от нее в поле зрения окуляра располагается выше изображения от шаблона и, наоборот, отрицательным, если двугранный угол призмы меньше  $270^\circ$ , а изображение марки – ниже.

10.2 Определить средние значения рабочих углов из четырех серий измерений  $\bar{\alpha}_i$  по формуле:

$$\bar{\alpha}_i = \frac{\sum_{j=1}^k \alpha_{ij}}{k}, \quad (2)$$

где  $k$  – число серий измерений;

$j$  – номер серии измерений;

$i$  – номер рабочего угла;

$\alpha_{ij}$  –  $i$ -ый рабочий угол призмы в  $j$ -ой серии измерений.

10.3 Определить отклонение от номинальных значений рабочих углов  $\Delta\alpha_i$  по формуле:

$$\Delta\alpha_i = \bar{\alpha}_i - \alpha_{ном}, \quad (3)$$

где  $\alpha_{ном}$  – номинальное значение рабочих углов;

10.4 Определить доверительные границы абсолютных погрешностей при доверительной вероятности 0,99  $\Delta_\Sigma$  по формуле:

$$\Delta_\Sigma = t_\Sigma \cdot S_\Sigma, \quad (4)$$

где  $S_\Sigma$  – суммарное СКО, определяемое по формуле:

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\alpha^2 + \frac{1}{3} \cdot \Delta\alpha_j^2}, \quad (5)$$

где  $\Delta\alpha_j$  – погрешность углоизмерительной установки (гониометра);

$S_\alpha$  – СКО среднего арифметического результатов измерений рабочих углов, определяемое по формуле:

$$S_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k v_{ij}^2}{m \cdot k \cdot (k-1)}}, \quad (6)$$



где  $v_{ij}$  – отклонение от среднего арифметического результата измерений рабочих углов призмы в каждой серии;

$m$  – число измеряемых углов;

$k$  – число серий измерений;

$t_{\Sigma}$  – коэффициент, определяемый по формуле:

$$t_{\Sigma} = \frac{t \cdot S_{\alpha} + \Delta \alpha_2}{S_{\alpha} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \Delta \alpha_2^2}}, \quad (7)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, для доверительной вероятности 0,99 и числе серий измерений 4.

10.5 Результаты считать положительными если:

отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности находятся в пределах указанных в таблице 1;

отклонения от номинальных значений рабочих углов находятся в пределах указанных в таблице 1;

для призм, применяемых в качестве рабочих эталонов, значения доверительных границ абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 соответствуют требованиям к рабочим эталонам в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482:

исполнения 00 и 0 – рабочему эталону 1 разряда;

исполнение 1 – рабочему эталону 2 разряда;

исполнение 2 – рабочему эталону 3 разряда;

исполнение 3 – рабочему эталону 4 разряда.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. Допускается протокол поверки приводить на оборотной стороне свидетельства о поверке.

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

11.3 По заявлению владельца призмы или лица, представившего её на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие призмы метрологическим требованиям, соответствующему разряду согласно государственной поверочной схемы) выдается свидетельство о поверке. В свидетельстве о поверке указывается соответствие обязательным требованиям к эталону соответствующего разряда согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014.

11.4 По заявлению владельца призмы или лица, представившего её на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие призмы метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.5 Защита от несанкционированного вмешательства не предусмотрена.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К.А. Шарганов