

**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.


«9» 06 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Призмы 8-гранные


Методика поверки

МП 2511-0004-2022

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 призмы 8-гранные, зав. № MD-124612, зав. № M09-1228 (далее – призмы), изготовленные LT Ultra Precision Technologies GmbH, Германия, используемых в качестве средств измерений или в качестве рабочих эталонов 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

Таблица 1 - Метрологические требования

Допускаемое отклонение рабочих углов от номинальных значений	Доверительные границы абсолютной погрешности измерений рабочих углов при доверительной вероятности $P=0,99$ (при применении в качестве рабочего эталона 2 разряда)
$\pm 5''$	$\pm 1''$

1.2 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость призм 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 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: прямые измерения.

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 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
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

Наименование операции	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
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, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.3

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

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 2 ,
- допустимое изменение температуры в помещении в течение 1 ч, °С.....0,5,
- относительная влажность воздуха, %..... 60 ± 20 .

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 призм должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с документом, устанавливающим Государственную поверочную схему для средств измерений плоского угла.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки призм должны применяться средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 18 до 22 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 99 % с абсолютной погрешностью не более 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
п. 9.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы	Прибор для измерений отклонений от плоскостности оптических поверхностей размером до 100 мм с абсолютной погрешностью не более 0,07 интерференционной полосы	Интерферометр ИТ-100, рег. № 9528-84

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы	Гониометр 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11.2018 № 2482; автоколлиматор двухкоординатный с абсолютной погрешностью измерений не более $\pm 0,6''$; шаблон (вспомогательное оборудование) – мера плоского угла тип 3 по ГОСТ 2875-88, у которой отклонения от 90° двугранных углов между основанием и измерительными поверхностями не превышают $\pm 2''$	Гониометр ДГ-03Ц, рег. № 75632-19, Автоколлиматор АК-03У, рег. № 72732-18, шаблон (вспомогательное оборудование), Мера плоского тип 3 по ГОСТ 2875-88
п. 9.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Гониометр 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11.2018 № 2482	Гониометр ДГ-03Ц, рег. № 75632-19,
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в паспорте на призму, а также требования ГОСТ 12.2.003-91.

7 Внешний осмотр средства измерений

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 призмы, буквенные обозначения граней (А, В, С, D, Е, F, G, H) в направлении хода часовой стрелки,
- комплектность призмы должна соответствовать паспорту.

8 Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением поверки призмы необходимо ознакомиться с паспортом на неё.

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.

8.5. Снять призму с юстировочного столика.

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

9.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы

9.1.1 Установить призму на предметный столик интерферометра так, чтобы одна из измерительных поверхностей призмы была видна в середине поля зрения интерферометра. Выдержать призму не менее 30 минут.

9.1.2 Регулировкой 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 0,13 мкм.

9.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы

9.2.1 Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы определить при помощи автоколлиматора методом сравнения с шаблоном.

9.2.2 Шаблон и призму установить на столике гониометра основаниями друг к другу. Автоколлиматор навести на измерительные поверхности призмы и шаблона. Смещая призму и шаблон в горизонтальной плоскости, добиться получения двух изображений марки автоколлиматора. Отклонение от перпендикулярности определить по формуле:

$$H = \alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{ш}} \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{ш}}$ – значения отсчётов с автоколлиматора по призме и шаблону соответственно.

9.2.3 Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы не должно превышать $\pm 5''$.

9.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.3.1 Установить призму на стол поворотный таким образом, чтобы грани призмы были перпендикулярны визирной оси автоколлиматора гониометра (далее автоколлиматор).

9.3.2 Автоколлиматор навести на грань «А». Измерить углы между гранями призмы с помощью гониометра, задавая угол поворота, равный номинальному углу между гранями призмы.

9.3.3. Повернуть стол поворотный по часовой стрелке на угол, равный номинальному значению угла между гранями, и снять отсчёт по автоколлиматору и столу поворотному. Измерения проводить последовательно на всех гранях до полного оборота, начиная и заканчивая на грани «А».

9.3.4. После завершения полного оборота провести измерения аналогично п. 9.3.2-9.3.3, поворачивая стол поворотный против часовой стрелки.

9.3.5 Провести ещё 3 серии измерений аналогично п. 9.3.2-9.3.3, начиная каждую с перестановки призмы на столе поворотном на угол равный $n \cdot 90^\circ$ (где $n=1, 2, 3$) и повторной юстировки призмы.

9.3.6 После окончания измерений каждой серии вычислить:

- разности между отсчетами стола поворотного и автоколлиматора, полученными на всех гранях $\Delta\alpha = \alpha_{СП} - \alpha_{авт.}$

- средние арифметические значения разностей из прямого и обратного ходов $\Delta\bar{\alpha}_i = \frac{\Delta\alpha_{iпр.} + \Delta\alpha_{iобр.}}{2}$,

- значения смежных рабочих углов призмы (между смежными гранями) как разности отсчетов $\Delta\bar{\alpha}_i$ на соседних гранях.

9.3.7 После окончания измерений всех серий вычислить средние арифметические значения смежных рабочих углов по четырем сериям. Полученные значения принять за действительные значения смежных рабочих углов призмы. Определить действительные значения накопленных рабочих углов призмы.

9.3.8 Призма считается выдержавшей поверку если полученные значения отклонений от номинальных значений рабочих углов призмы не превышают $\pm 5''$.

9.3.9 Проверка соответствия обязательным метрологическим требованиям производится посредством определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений рабочих углов призмы на основании полученных результатов измерений.

Определить среднее арифметическое отклонение от номинального значения рабочих углов из всех серий измерений по формуле

$$\Delta\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^k \Delta\bar{\alpha}_i}{k}, \quad (1)$$

где k - число серий измерений.

Определить отклонение от среднего арифметического результата измерений рабочих углов призмы в каждой серии по формуле

$$v_i = \Delta\bar{\alpha}_i - \Delta\bar{\alpha}, \quad (2)$$

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

$$S_{\Delta\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{mk} v_i^2}{m \cdot k \cdot (k-1)}}, \quad (3)$$

где m - число измеряемых углов.

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

Доверительные границы случайной погрешности ε результатов измерений определить по формуле

$$\varepsilon = \pm t \cdot S_{\Delta\alpha}, \quad (4)$$

где t - коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,99$.

За доверительные границы абсолютной погрешности измерений рабочих углов призмы принимают $\Delta = \varepsilon$.

Призма считается прошедшей поверку в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с 3 частью Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482, если полученное значение доверительных границ абсолютной погрешности не превышает $\pm 1''$.

10 Оформление результатов поверки

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

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

10.3 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	Призма 8-гранная
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
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 2511-0004-2022 «ГСИ. Призмы 8-гранные. Методика поверки».

Средства поверки: _____.

Условия проведения поверки:

– температура окружающей среды, °С

– изменение температуры в помещении в течение 1 ч, °С

– относительная влажность воздуха, %

Результаты поверки

1 Внешний осмотр средства измерений

Результат внешнего осмотра _____

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

2.1 Определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей призмы

Таблица 1 – Результаты измерений

Грань призмы	Отклонение от плоскостности, мкм
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

Отклонение от плоскостности измерительных поверхностей призмы не превышает (превышает) 0,13 мкм.

2.2 Определение отклонения от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы

Отклонение от перпендикулярности измерительных поверхностей к базовой поверхности призмы не превышает (превышает) $\pm 5''$.

2.3 Определение отклонений от номинальных значений рабочих углов

Таблица 2 – Определение действительных значений рабочих углов

Угол между гранями	Действительные значения углов	Угол между гранями	Действительные значения углов
A-B		B-C	
A-C		C-D	
A-D		D-E	
A-E		E-F	
A-F		F-G	
A-G		G-H	
A-H		H-A	

Отклонения от номинальных значений рабочих углов призмы не превышают (превышают) $\pm 5''$.

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений рабочих углов призмы не превышают (превышают) $\pm 3''$.

Заключение: призма 8-гранная соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признана годной (не годной) к применению в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с частью 3 Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482.

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

Свидетельство о поверке № _____ от _____
(извещение о непригодности)

Поверку произвел

ФИО

Подпись

Дата