

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ-ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

14 августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Устройства структурированного света координатно-
измерительные ПОЛИГОН

Методика поверки

МП-867-2025

г. Чехов
2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки устройств структурированного света координатно-измерительных ПОЛИГОН (далее – приборы), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 и от рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 апреля 2021 г. № 472 через эталоны, заимствованные из государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров линейных объектов	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений диаметра и отклонений от формы объёмных объектов	Да	Да	10.2

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °C от плюс 15 до плюс 25.

Примечание – При проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °C до плюс 25 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров линейных объектов	Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные изготовленные из керамики, или блоки мер длины концевых плоскопараллельных, элементы которых изготовлены из стали и керамики, с номинальным значением длины от 1 до 400 мм, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м;.	Меры длины концевые плоскопараллельные 516, 611, 613 и ZERO CERA BLOCK, пер № 32668-14; Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (Рег. № 51838-12)
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений диаметра и отклонений от формы объёмных объектов	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472 – мера для поверки систем координатно-измерительных (сфера) диаметром от 0,006 до 0,05 м, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Рег. № 64593-16)

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 меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения POLYGON.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «File» («Файл»), откроется вкладка «About POLYGON» («Информация о ПО POLYGON»). Версия программного обеспечения отобразится в открывшемся окне.

9.2 Проверка программного обеспечения POLYGON Inspect.

Программное обеспечение POLYGON Inspect включается в комплект поставки опционально по запросу.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «File» («Файл»), открыть пункт меню «About POLYGON Inspect» («О ПО POLYGON Inspect»). Версия программного обеспечения отобразится в открывшемся окне.

9.3 Проверка программного обеспечения PolyWorks Inspector Standard

Программное обеспечение PolyWorks Inspector Standard включается в комплект поставки опционально по запросу.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «Справка» («Help»), затем выбрать пункт меню «О PolyWorks Inspector» («About PolyWorks Inspector»). Версия программного обеспечения отобразится в открывшемся окне.

9.4 Проверка программного обеспечения PolyWorks Inspector Premium

Программное обеспечение PolyWorks Inspector Premium включается в комплект поставки опционально по запросу.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «Справка» («Help»), затем выбрать пункт меню «О PolyWorks Inspector» («About PolyWorks Inspector»).

9.5 Проверка программного обеспечения Geomagic Design X

Программное обеспечение Geomagic Design X включается в комплект поставки в комплект поставки опционально по запросу.

Запустить программное обеспечение.

Считать идентификационные данные ПО в верхней части экрана.

9.6 Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров линейных объектов

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов осуществляется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД, меры) основано на определении длины меры в процессе сканирования и сравнении с её действительным значением. При выполнении измерений необходимо использовать КМД изготовленные из керамики, или блоки КМД, состоящие из КМД изготовленной из стали с притёртыми к её измерительным поверхностям КМД изготовленным из керамики.

10.1.2 Измерения проводить в следующей последовательности:

- привести устройство в рабочее состояние в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации;

- провести калибровку устройства по входящим в комплект калибровочным элементам согласно руководству по эксплуатации;

- установить на поворотный столик или поверочную плиту КМД с действительным значением, близким к началу диапазона измерений, например, от 1 до 5 мм;

- провести измерение устройством в соответствии с руководством по эксплуатации, определить длину КМД, занести значение в протокол. Определение длины КМД проводится по измерению расстояния в пространстве между торцевыми плоскостями КМД, построенными из полученного устройством в ходе измерения облака точек;

- повторить измерения с использованием КМД действительной длины близкой к середине и концу диапазона измерений устройством;

- определить абсолютную погрешность измерений для каждого измерения.

10.1.3 Абсолютная погрешность измерений ΔL определяется путем нахождения разности между измеренным значением меры длины концевой плоскопараллельной $L_{изм.}$ и её действительным значением $L_{действ.}$ согласно формуле

$$\Delta L = L_{изм.} - L_{действ.} \quad (1)$$

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений диаметра и отклонений от формы объёмных объектов

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений диаметра и отклонений от формы объектов осуществляется с использованием эталонной меры правильной геометрической формы – сферы с номинальным значением диаметра от 10 до 100 мм с пределом погрешности воспроизведения диаметра и с номинальным значением отклонения от круглости не более 1 мкм (далее – сфера).

10.2.2 В центр поворотного столика или на поверочную плиту установить сферу.

10.2.3 Провести измерение устройством в соответствии с руководством по эксплуатации. Экспортировать полученное облако точек для обработки.

10.2.4 Обработать данные, полученные при измерениях, локализовав через ПО PolyWorks Inspector Standard, PolyWorks Inspector Premium или Geomagic Design X точки импортированного облака, относящиеся к сфере. Провести построение поверхности сферы (функция «Sphere» во вкладке «Surface-based» категории меню «Features toolbar»). Используйте при построении настройку оптимального совмещения, минимизирующую среднеквадратическое отклонение измеренных точек от поверхности сферы.

10.2.5 Повторить измерения не менее трёх раз.

10.2.6 Определить диаметр сферы для каждого сканирования (значение автоматически выдаётся окном программы при построении сферы и может быть уточнено в свойствах построенного объекта в перечне объектов).

10.2.7 Абсолютную погрешность измерений диаметра D определяют, как разность между значением диаметра, полученным при помощи сканирования $D_{изм}$, и эталонным значением $D_{действ.}$, согласно формуле

$$D = D_{изм.} - D_{действ.} \quad (2)$$

10.2.8 Абсолютную погрешность измерений отклонения от формы ΔD определяют, как среднее квадратическое отклонение точек облака от построенной поверхности сферы. Данное значение автоматически рассчитывается программным обеспечением, при построении поверхности сферы.

Значение абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Модификация	Режим измерений	Область сканирования, ширина×длина×высота, мм	Диапазон измерений геометрических размеров, мм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений*		
			линейных объектов	объёмных объектов	геометрических размеров линейных объектов, мкм	диаметра объёмных объектов, мкм	отклонений от формы объёмных объектов, мкм
ПОЛИГОН-500	400	400×300×300	от 0 до 250	от 0 до 150	±9	±8	±5
	200	200×150×150	от 0 до 125	от 0 до 75	±8	±6	±4
ПОЛИГОН-900	400	400×300×300	от 0 до 250	от 0 до 150	±7	±6	±4
	200	200×150×150	от 0 до 125	от 0 до 75	±6	±6	±3
ПОЛИГОН-1200	100	100×75×75	от 0 до 60	от 0 до 35	±6	±5	±3
	75	75×50×50	от 0 до 40	от 0 до 20	±5	±5	±2,5
ПОЛИГОН-9000	400	400×300×300	от 0 до 250	от 0 до 150	±6	±5	±4
	200	200×150×150	от 0 до 125	от 0 до 75	±5	±5	±3
	100	100×75×75	от 0 до 60	от 0 до 35	±4	±4	±3
	75	75×50×50	от 0 до 40	от 0 до 20	±4	±4	±2,5
	600	600×450×450	от 0 до 400	от 0 до 200	±25	±10	±4
	200	200×150×150	от 0 до 125	от 0 до 75	±10	±6	±3

* при температуре окружающего воздуха от +15 °C до +25 °C включ.