

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»
В.А. Лапшинов
М.П.
«18» января 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Приборы оптические координатно-измерительные
бесконтактные AM.TECH LaserSCAN

Методика поверки

МП-254-2023

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов оптических координатно-измерительных бесконтактных AM.TECH LaserSCAN, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Средства измерений до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке. Первичной поверке подвергается каждый экземпляр средств измерений. Периодической поверке подвергается каждый экземпляр средств измерений, находящихся в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также повторно вводимые в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

Поверка в сокращённом объёме предусмотрена, при отсутствии прибора оптического координатно-измерительного фотограмметрического MSCAN, определение допускаемой абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении измерений совместно с устройством MSCAN не производится.

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

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость единицы величины поверяемого средства измерений методом сличения от рабочего эталона 2-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, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

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

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	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN	Да*	Да*	10.3
* - на основании заявления владельца СИ и предоставлении прибора оптического координатно-измерительного фотограмметрического MSCAN			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 10 до плюс 40.

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, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

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. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Измерители температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов.	Рабочий эталон 2-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 – измерители линейных перемещений лазерные, диапазон измерений (10...10000) мм, допускаемая абсолютная погрешность измерений перемещений не более $\pm(10 \cdot L)$ мкм, где L – измеряемое перемещение, м;	Системы лазерные измерительные XL-80 (Рег. № 35362-13)
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии	Вспомогательное оборудование: 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 6 апреля 2021 г. № 472 - сфера диаметром (20...100) мм, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER AbsoluteArm (Рег. № 64593-16);
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN	Линейная направляющая, диапазон перемещения каретки от 0 до 10 м.	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛИМЕТРО СПУ, исполнение А (рег. №56506-14)
Примечания: 1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке. 2) Допускается применение иных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении 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 эксплуатационной документации;
- 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 хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 1 часа 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.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Запустить программное обеспечение.

В русскоязычной версии ПО в главном меню нажать кнопку «О» во вкладке «другое». Для англоязычной версии ПО необходимо на главном экране нажать кнопку «other», затем выбрать пункт «About». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

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 (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов

Для определения абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов используют компаратор. В качестве компаратора может быть использована любая линейная направляющая (например, стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ, исполнение А, рег. №56506-14), позволяющая реализовать прямолинейной перемещение сканируемого объекта в диапазоне измерений приборов. Измерения проводить в следующей последовательности:

10.1.1. привести компаратор в рабочее состояние, установить измеритель линейных перемещений лазерный (далее – ИЛП) вдоль оси компаратора. В качестве ИЛП может быть использована система лазерная измерительные XL-80. Установить необходимые для работы компоненты ИЛП и привести его в рабочее состояние согласно руководству по эксплуатации на ИЛП;

10.1.2. установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта ИЛП;

10.1.3. установить на каретку меру для поверки систем координатно-измерительных (сферу) (далее - марку-сферу) диаметром не менее 20 и не более 100 мм;

10.1.4. нанести светоотражающие метки (пример данных меток приведен на рисунке 1) на компаратор вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор;

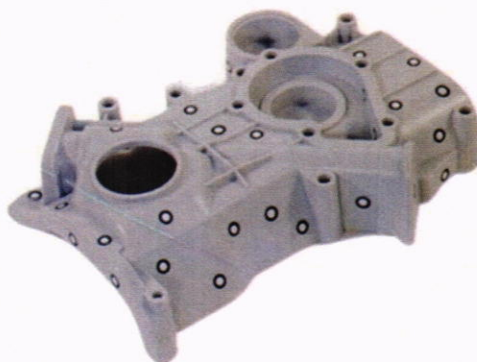


Рисунок 1 - Общий вид меток и пример их нанесения на объект сканирования.

10.1.5. включить прибор и дать ему прогреться 10 минут;

10.1.6. провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации;

10.1.7. установить каретку в нулевое положение;

10.1.8. обнулить показания ИЛП;

10.1.9. провести процедуру захвата меток, нанесенных на объект сканирования. При проведении сканирования меток необходимо выбрать условный центр зоны и начинать процедуру захвата меток в каждую из сторон поочередно;

10.1.10. провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Здесь и далее, при проведении сканирования, расстояние от прибора до сканируемой поверхности контролировать по индикатору в программном обеспечении или по световому индикатору на приборе. Измерения проводить при световом индикаторе, светящимся зелёным цветом;

10.1.11. переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;

10.1.12. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;

10.1.13. переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;

10.1.14. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;

10.1.15. переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;

10.1.16. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;

10.1.17. сохранить данные, полученные при сканировании;

10.1.18. обработать данные, полученные при сканировании;

10.1.19. локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере в каждой точке сканирования;

10.1.20. провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования;

10.1.21. произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_{ij} ;

10.1.22. произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра отражателя и каждым последующим его положением S_0 ;

10.1.23. повторить вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 3 раз (приёмов);

10.1.24. определить абсолютную погрешность измерений для каждого измерения.

Абсолютная погрешность измерений вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности и определяется по формуле:

$$\Delta S = \pm \left[\left| \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} - S_0 \right| + 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}} \right]$$

где ΔS - абсолютная погрешность измерений, мм. Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;

S_0 - эталонное (действительное) значение, мм;

S_{ij} - измеренное значение j -ого измерения i -м приёмом, мм;

n - число приёмов измерений j -ого.

Для модификаций AM.TECH LaserSCAN KSCAN MAGIC и AM.TECH LaserSCAN KSCAN MAGIC II измерения проводить в режиме синих и инфракрасных линий отдельно.

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

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

10.2. Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной фотограмметрией

Измерения проводить в следующей последовательности:

10.2.1. Выполнить действия в соответствии с п. 10.1.1 – 10.1.5.

10.2.2. Расположить, входящие в комплект прибора, специальные масштабные линейки и кодированные метки в зоне сканирования согласно эксплуатационной документации;

10.2.3. провести калибровку встроенной фотограмметрии по входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации;

10.2.4. выполнить сканирование меток и мер, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на устройство;

10.2.5. сохранить данные, полученные при сканировании;

10.2.6. с помощью программного обеспечения обработать данные, полученные при сканировании; провести построение базовой модели позиционирования;

10.2.7. загрузить полученную информацию в проект проведения измерений, для использования в качестве основной системы позиционирования;

10.2.8. Выполнить действия в соответствии с п. 10.1.6 – 10.1.24.

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

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

10.3. Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN

Измерения проводить в следующей последовательности:

- 10.3.1. Выполнить действия в соответствии с п. 10.1.1 – 10.1.4.
- 10.3.2. Расположить, входящие в комплект устройства MSCAN, специальные масштабные меры и кодированные метки в зоне сканирования согласно эксплуатационной документации на устройство MSCAN;
- 10.3.3. включить устройство MSCAN в соответствии с руководством по эксплуатации;
- 10.3.4. провести калибровку устройства MSCAN по входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации на устройство MSCAN;
- 10.3.5. выполнить сканирование меток и мер, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на устройство;
- 10.3.6. сохранить данные, полученные при сканировании;
- 10.3.7. с помощью программного обеспечения обработать данные, полученные при сканировании; провести построение базовой модели позиционирования;
- 10.3.8. загрузить полученную информацию в проект проведения измерений, для использования в качестве основной системы позиционирования;
- 10.3.9. Выполнить действия в соответствии с п. 10.1.5 – 10.1.24.

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

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

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

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

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

11.3 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

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение						
Модификация		AM.TECH LaserSCAN						
		KSCAN		AXE		SIMSCAN		
		MAGIC	MAGIC II	B11	B17	22	30	42
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм		от 10 до 5000						
Диапазон измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии или с устройством MSCAN, мм		от 10 до 10000						
Границы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95):								
- измерений геометрических размеров объектов при проведении измерений в режиме, мм		$\pm(0,015+0,030 \cdot L)$		$\pm(0,020+0,035 \cdot L)$	$\pm(0,020+0,030 \cdot L)$	$\pm(0,015+0,030 \cdot L)$		
- измерений геометрических размеров объектов при проведении измерений в режиме инфракрасных линий, мм		$\pm(0,015+0,030 \cdot L)$		-	-	-		
- измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии, мм		$\pm(0,015+0,025 \cdot L)$		$\pm(0,020+0,030 \cdot L)$	$\pm(0,020+0,025 \cdot L)$	-		
- измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN, мм		$\pm(0,015+0,012 \cdot L)$		$\pm(0,020+0,012 \cdot L)$		$\pm(0,015+0,012 \cdot L)$		
где L – длина объекта в метрах								