

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«16» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Приборы оптические координатно-измерительные
бесконтактные ScanLine EasyScan

Методика поверки

МП-383-2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов оптических координатно-измерительных бесконтактных ScanLine EasyScan (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 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 (далее – ГПЭ): ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

2. Перечень операций поверки средства 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 объектов в режиме измерений Laser Mode	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений IR Mode	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии	Да	Да	10.3

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений совместно с устройством ScanLine DigiMetric 2	Да*	Да*	10.4
* на основании заявления владельца СИ и предоставлении устройства ScanLine DigiMetric 2			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 20 до плюс 40.

Примечание – При проведении измерений условия окружающей среды средств поверки 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 требования 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
8 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 71394-18)
10	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)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Вспомогательное оборудование: Мера для поверки систем координатно-измерительных (сфера) диаметром (20...50) мм, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм;	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Рег. № 64593-16);
	Линейная направляющая, диапазон перемещения каретки от 0 до 10 м.	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ исполнение А, (Рег. №56506-14)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого 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 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 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 FreeScan.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «?», откроется вкладка «Help», затем выбрать меню «about». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

9.2 Проверка программного обеспечения EasyScan.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «?», откроется вкладка «Помощь», затем выбрать меню «О программе». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

9.3 Проверка программного обеспечения EXModel.

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «Help», открыть меню «about». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.4 Проверка программного обеспечения EXModel Pro.

Запустить программное обеспечение.

Выбрать пункт «Help», открыть меню «about». Номер версии отобразится в открывшемся окне.

9.5 Проверка программного обеспечения Shining 3D Inspect.

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «Настройки», затем выбрать пункт «О программе». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

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 объектов в режиме измерений Laser Mode

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 меру для поверки систем координатно-измерительных (сферу) (далее - марку-сферу) диаметром не менее 20 и не более 50 мм;

10.1.3 Нанести светоотражающие (рефлекторные) метки (пример данных меток приведен на рисунке 1) на компаратор вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор;

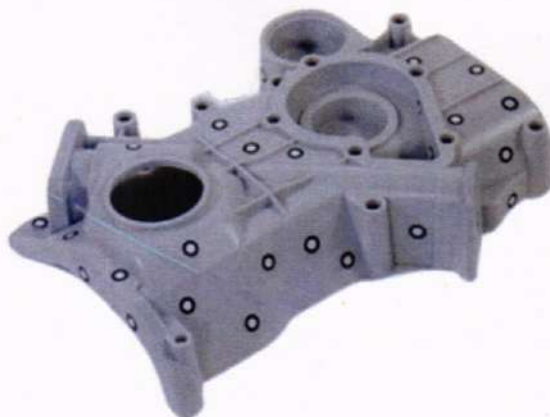


Рисунок 1 - Общий вид меток и пример их нанесения на объект сканирования.

- 10.1.4 Включить прибор и дать ему прогреться 10 минут;
- 10.1.5 Выбрать в меню ПО необходимый режим измерений;
- 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 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;
- 10.1.9 Провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Здесь и далее, при проведении сканирования, расстояние от прибора до сканируемой поверхности контролировать по индикатору на приборе и в ПО. Измерения проводить при световом индикаторе, находящемся в зеленой зоне на экране с запущенным программным обеспечением;
- 10.1.10 Переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.1.11 Провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.1.12 Переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.1.13 Провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.1.14 Переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.1.15 Провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.1.16 Сохранить данные, полученные при сканировании;
- 10.1.17 Обработать данные, полученные при сканировании;
- 10.1.18 Локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере в каждой точке сканирования;
- 10.1.19 Провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования;
- 10.1.20 Произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_i ;
- 10.1.21 Произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра отражателя и каждым последующим его положением S_{0i} ;
- 10.1.22 Повторять вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 3 раз (приёмов);
- 10.1.23 Определить абсолютную погрешность измерений ΔS_i для каждого измерения. Абсолютная погрешность измерений вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности и определяется по формуле:

$$\Delta S_i = \pm \left[\left| \frac{\sum_{j=1}^n S_{ij}}{n} - S_{0i} \right| + \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}} \right],$$

где ΔS_i - абсолютная погрешность i -го измерения, мм. Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;
 S_{0i} - эталонное (действительное) значение i -го расстояния измеренного ИЛП, мм;
 S_{ij} - измеренное значение i -ого расстояния j -м приёмом, мм;
 n - число приёмов измерений i -ого расстояния.

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 геометрических размеров объектов в режиме измерений IR Mode

Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений IR Mode проводится аналогично пункту 10.1 настоящего документа, для этого перед проведением калибровки прибора необходимо выбрать режим измерений IR Mode.

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.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии

Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии проводится аналогично пункту 10.1 настоящего документа для этого выбрать в меню ПО необходимый режим измерений-Laser Mode, далее выбрать режим Potogrammetry.

Дополнительно, перед проведением сканирования, необходимо расположить специальные масштабные линейки (входящие в комплект прибора) в зоне сканирования с нанесёнными отражающими метками. Масштабные линейки должны быть размещены на объекте сканирования или в непосредственной близости от него, располагаясь равномерно по его длине.

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.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений совместно с устройством ScanLine DigiMetric 2

Измерения проводить в следующей последовательности:

- выполнить действия в соответствии с п. 10.1.1-10.1.5

Расположить, входящие в комплект устройства ScanLine DigiMetric 2 (далее – устройство), специальные масштабные линейки и кодированные метки в зоне сканирования согласно эксплуатационной документации;

- провести калибровку устройства по входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации;
- выполнить фотографирование меток и мер, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации;
- сохранить данные, полученные при сканировании;
- с помощью программного обеспечения обработать данные и провести построение базовой модели позиционирования;
- загрузить полученную информацию в проект проведения измерений, для использования в качестве основной системы позиционирования;
- выполнить действия в соответствии с п. 10.1.6-10.1.23

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.

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

Наименование характеристики	Значение							
Модификация	ScanLine EasyScan							
	Libre	HX	HX2	Combo	Combo+	UEPRO	UEPRO2	TRIO
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 10 до 8000							
Диапазон измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно со встроенной системой фотограмметрии или с устройством ScanLine DigiMetric 2, мм	—			от 10 до 10000				
Границы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов в режиме измерений:								
- Laser Mode, мм	$\pm(0,03+0,05 \cdot L)$			$\pm(0,014+0,025 \cdot L)$		$\pm(0,014+0,025 \cdot L)$		
- IR Mode, мм	—			$\pm(0,05+0,10 \cdot L)$		—		
- совместно со встроенной системой фотограмметрии, мм	—			—		$\pm(0,014+0,012 \cdot L)$		
- совместно с устройством ScanLine DigiMetric 2, мм	—			$\pm(0,014+0,012 \cdot L)$		—		
где L – длина объекта в метрах								