



СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапшинов

М.П.

«04» июля 2022 г.

«ГСИ. Приборы оптические координатно-измерительные
бесконтактные Shining 3D»

МП-509/06-2022

г. Москва
2022 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов оптических координатно-измерительных бесконтактных Shining 3D (далее – приборы), производства Shining 3D Tech Co., Ltd, Китай, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение			
	Einscan HX	Freescan UE7	Freescan UE11	Freescan UE PRO
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 10 до 8000			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерений геометрических размеров объектов, мм	$\pm (0,05+0,10 \cdot L)^{1)}$ $\pm (0,04+0,06 \cdot L)^{2)}$	$\pm (0,02+0,04 \cdot L)$		$\pm (0,02+0,03 \cdot L)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством DigiMetric, мм	-	$\pm (0,02 + 0,025 L)$		$\pm (0,02+0,015 L)$
где L – длина объекта в метрах				
¹⁾ в режиме измерений Rapid Scan ²⁾ в режиме измерений Laser Scan				

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость единицы величины поверяемого средства измерений к следующему государственному первичному эталону:

ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод сличения.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – 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 абсолютной погрешности	Да	Да	10.1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
измерений геометрических размеров объектов			
Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством DigiMetric	Да*	Да*	10.2
<p>* - при наличии устройства DigiMetric в комплекте с прибором, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.</p>			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от 0 до плюс 40;
- относительная влажность, % не более 90

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 3 – 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 0 до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 90 % с погрешностью не более 2 %	Измерители температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 8.2 Опробование	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	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
	<p>перемещений лазерные;</p> <p>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 06 апреля 2021 г. № 472 – сфера;</p>	<p>Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Пер. № 64593-16);</p>
<p>п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов;</p> <p>п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством DigiMetric</p>	<p>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;</p> <p>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 06 апреля 2021 г. № 472 – сфера;</p> <p>Линейная направляющая, диапазон перемещения каретки от 0 до 8 м.</p>	<p>Системы лазерные измерительные XL-80 (Пер. № 35362-13)</p> <p>Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Пер. № 64593-16);</p> <p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ исполнение А, (Пер. №56506-14)</p>
<p>Примечание – Допускается применения средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

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 4 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;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения EXScan HX, FreeScan UE.

Запустить программное обеспечение.

В главном окне ПО нажать кнопку «?». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

9.2 Проверка программного обеспечения DigiMetric.

Запустить программное обеспечение.

В главном окне ПО нажать кнопку «HELP», далее «About DigiMetric». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Результат считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения соответствуют приведённым в таблице 4.

Таблица 4.

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
	Einscan HX	Freescan UE7	Freescan UE11	Freescan UE PRO	DigiMetric
Модификация СИ	Einscan HX	Freescan UE7	Freescan UE11	Freescan UE PRO	DigiMetric
Идентификационное наименование ПО	EXScan HX	FreeScan UE			DigiMetric
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.2.0.4	1.2.1.3			2019.12.13

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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

Определение метрологических характеристик проводится по методике проведения измерений, приведённой в руководстве по эксплуатации.

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов

Для определение 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:

- привести компаратор в рабочее состояние, установить систему лазерную измерительную вдоль оси компаратора. Установить необходимые для работы компоненты системы и привести её в рабочее состояние согласно руководству по эксплуатации на систему лазерную измерительную;
- установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта системы лазерной измерительной;
- установить на каретку марку-сферу диаметром не менее 20 мм;
- нанести светоотражающие метки на компаратор вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор;
- включить прибор и дать ему прогреться 10 минут;
- провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации;
- установить каретку в нулевое положение, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- обнулить показания системы лазерной измерительной;
- провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Здесь и далее, при проведении сканирования, расстояние от прибора до сканируемой поверхности должно быть для прибора Einscan NX не менее 200 мм и не более 610 мм, для приборов Freescan UE7, Freescan UE11 не менее 300 и не более 700 мм, для приборов Freescan UE PRO не менее 170 и не более 680 мм. Расстояние контролировать по индикатору в программном обеспечении или по световому индикатору на приборе. Измерения проводить при световом индикаторе, светящимся зелёным цветом;
- переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- провести измерение системой лазерной измерительной, занести значение в протокол;
- переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- провести измерение системой лазерной измерительной, занести значение в протокол;
- переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений прибором, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- провести измерение системой лазерной измерительной, занести значение в протокол;
- сохранить данные, полученные при сканировании;
- обработать данные, полученные при сканировании;
- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере в каждой точке сканирования.
- провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования;
- произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_{ij} ;
- произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра отражателя и каждым последующим его положением S_0 ;
- повторить вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 3 раз (приёмов);
- определить абсолютную погрешность измерений для каждого измерения.

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

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

- где ΔS - абсолютная погрешность измерений, мм;
 S_0 - эталонное (действительное) значение, мм;
 S_{ij} - измеренное значение j -ого измерения i -м приёмом, мм;
 n - число приёмов измерений j -ого.

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 измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством DigiMetric

Для определения абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством DigiMetric используют компаратор длиной не менее, чем диапазон измерений поверяемого средства измерений. 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 прямолинейное перемещение сканируемого объекта в диапазоне измерений приборов. Измерения проводить в следующей последовательности:

- привести компаратор в рабочее состояние, установить систему лазерную измерительную вдоль оси компаратора. Установить необходимые для работы компоненты системы и привести её в рабочее состояние согласно руководству по эксплуатации на систему лазерную измерительную;
- установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта системы лазерной измерительной;
- установить на каретку марку-сферу диаметром не менее 20 мм;
- установить каретку в нулевое положение;
- нанести светоотражающие метки на компаратор вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на прибор;
- расположить специальные масштабные меры и кодированные метки в зоне сканирования (пример данных меток приведен на рисунках 2 и 3 в Приложении А к настоящей методике поверки). Масштабные меры и кодированные метки должны быть размещены на объекте сканирования или в непосредственной близости от него, располагаясь равномерно по его длине. Метки должны быть расположены в хаотичном порядке с расстоянием от 0,2 до 0,5 м между соседними метками.
- включить устройство DigiMetric в соответствии с руководством по эксплуатации;
- провести калибровку устройства DigiMetric по входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации на устройство DigiMetric;
- выполнить фотографирование меток и мер, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на устройство. Фотографирование производится с рук оператора. Рекомендуется, чтобы камера находилась на расстоянии около 2 м от объекта сканирования. Необходимо отрегулировать фокусное расстояние, чтобы сделать изображение четким, и зафиксировать его для съёмки фотографий. Не допускается корректировка фокусного расстояния в процессе съёмки. Съёмку объекта начинать со средней части. Относительно первой фотографии камеру следует повернуть на 90°, а затем сделать вертикальный снимок. Каждый последующий снимок должен захватывать не менее одной третьей части объекта с предыдущего снимка. При необходимости получения снимков со всех сторон объекта, фотографирование производится по кругу, при этом при замыкании съёмки последний кадр должен захватывать кодированные метки из первого кадра.

- сохранить данные, полученные при сканировании;
 - с помощью программного обеспечения обработать данные, полученные при сканировании;
- провести построение базовой модели позиционирования:
- загрузить полученную информацию в проект проведения измерений, для использования в качестве основной системы позиционирования;
 - включить прибор и дать ему прогреться 5-10 минут;
 - провести калибровку прибора по входящей в комплект калибровочной пластине согласно эксплуатационной документации;
 - выполнить сканирование каретки с установленной маркой-сферой;
 - переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений, провести сканирование каретки с установленной маркой-сферой;
 - переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений, провести сканирование каретки с установленной маркой-сферой;
 - переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений, провести сканирование каретки с установленной маркой-сферой;
 - сохранить данные, полученные при сканировании;
 - обработать данные, полученные при сканировании;
 - локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере.
 - провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования:
 - произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_{ij} ;
 - повторить вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 3 раз (приёмов);
 - определить абсолютную погрешность измерений для каждого измерения.

Абсолютная погрешность измерений геометрических размеров в каждой точке диапазона измерений определяют, как разность между значением, полученным при помощи сканирования, и значением, полученным при помощи компаратора.

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

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

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.

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 и средства измерений 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»



К.А. Ревин

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Светоотражающие метки и специальная измерительная мера

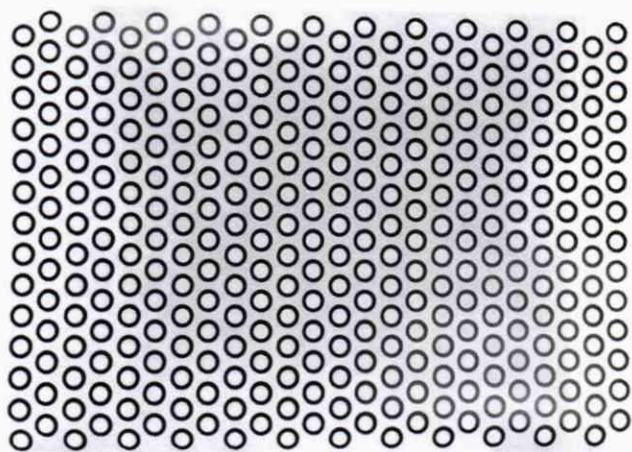


Рисунок А.1 - Общий вид светоотражающих меток

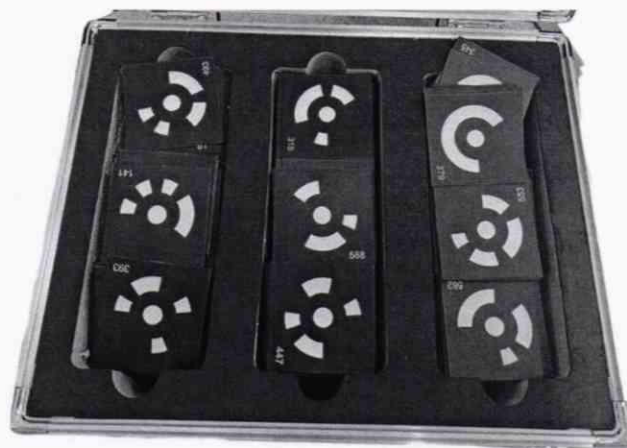


Рисунок А.2 - Общий вид кодированных меток



Рисунок А.3 - Общий вид специальной измерительной меры