

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов  
2024 г.



«ГСИ. Сканер лазерный TrimbleX7.  
Методика поверки»

МП 651-24-028

р.п. Менделеево.

2024 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на сканер лазерный TrimbleX7 (далее – сканер), изготовленный фирмой «Trimble Inc.», США, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости сканера к Государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (проверенных) в установленном порядке средств поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений углов, градус <sup>1)</sup> горизонтальных вертикальных	от 0 до 360 от -140 до +140
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, секунда	21
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений углов, секунда	$\pm 36$
Диапазон измерений расстояний, м	от 0,6 до 80
Диапазон определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат, м	от 0,6 до 80
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений расстояний, мм	$1,2 \cdot 10^{-6} \cdot L^2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний, мм	$\pm (2 + 20 \cdot 10^{-6} \cdot L)^2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат, мм	$\pm (2 + 20 \cdot 10^{-6} \cdot L)^2$

<sup>1)</sup> Здесь и далее по тексту: градус, минута и секунда - единицы измерений плоского угла.

<sup>2)</sup> Где L – расстояние до точки сканирования, мм.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость сканера к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г., к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	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

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона измерений горизонтальных и вертикальных углов, среднего квадратического отклонения измерений углов, абсолютной погрешности измерений углов	да	да	10.1
Определение диапазона измерений расстояний, среднего квадратического отклонения измерений расстояний, абсолютной погрешности измерений расстояний	да	да	10.2
Определение диапазона определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат, абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	да	да	10.3
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и сканер признается непригодным к применению.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих условиям применения эталонов, средств измерений и поверяемого сканера:

- температура окружающего воздуха от 15 °C до 25 °C в лабораторных условиях;
- температура окружающего воздуха от минус 20 °C до плюс 50 °C в рабочих условиях;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность сканера, в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- сканер и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на сканер и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять 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
10.1 Определение диапазона измерений горизонтальных и вертикальных углов, среднего квадратического отклонения измерений углов, абсолютной погрешности измерений углов	Средство измерений угла, рабочие эталоны 4-го разряда – теодолиты и тахеометры точные, диапазон измерений углов от $0^{\circ}$ до $360^{\circ}$ , доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 5''$ , по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26 ноября 2018 г.	Теодолит Leica TM6100A, регистрационный номер 58824-14 в Федеральном информационном фонде.
10.2 Определение диапазона измерений расстояний, среднего квадратического отклонения измерений расстояний, абсолютной погрешности измерений расстояний	Средство измерений длины, рабочий эталон 2-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измерений длин от 0 м до 5000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $0,6+1\cdot 10^{-6}\cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Государственный рабочий эталон единицы длины 1 разряда в диапазоне значений от 1,5 до 2711 м, регистрационный номер 3.1.ZCE.1578.2024 в Федеральном информационном фонде
10.3 Определение диапазона определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат, абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	Средство измерений длины, рабочий эталон 1-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измерений длин от 0 м до 6000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $0,2+0,5\cdot 10^{-6}\cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2024

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 - 10.3	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °C до +60 °C, давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности ±2%, температуры ±0,2 °C, давления ±3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)

Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к Государственным первичным эталонам единиц величин.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:
- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;
  - правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
  - ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
  - ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 7.1 При внешнем осмотре сканера установить:
- комплектность сканера и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на сканер, наличие поясняющих надписей;
  - исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
  - качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
  - отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае сканер бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 8.1 При опробовании установить соответствие сканера следующим требованиям:
- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
  - плавность и равномерность движения подвижных частей;
  - правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей (в соответствии с указаниями п. 5 документа «Сканер лазерный TrimbleX7. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ);

- работоспособность сканера (в соответствии с указаниями п. 5. РЭ).

Если перечисленные требования не выполняются, сканер признают негодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п. 8.1.

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении сканера к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	МПО	Trimble Perspective
Номер версии (идентификационный номер ПО)	R2.5.100 и выше	3.2.1.2111 и выше

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

10.1 Определение диапазона измерений горизонтальных и вертикальных углов, среднего квадратического отклонения измерений углов, абсолютной погрешности измерений углов

10.1.1 Определение диапазона измерений горизонтальных и вертикальных углов, среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений углов выполнить при помощи рабочего эталона 2-го разряда - теодолита Leica TM6100A (далее - теодолит) и набора (не менее 10) черно-белых мишеней, имеющих крестообразную разметку, диаметр которых составляет не менее 100 мм. Внешний вид мишени представлен на рисунке 1.

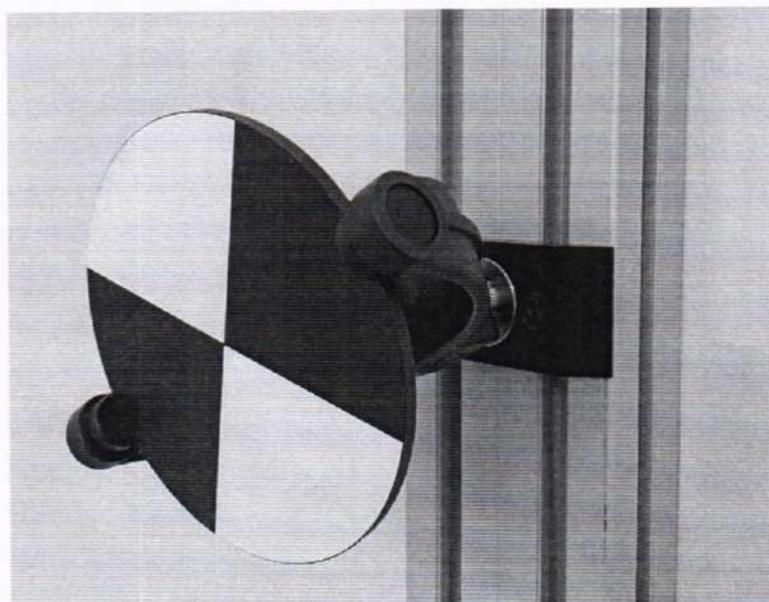


Рисунок 1 - Внешний вид мишени

10.1.2 Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов сканера.

10.1.2.1 Установить теодолит на специальный тяжелый штатив, обеспечивающий стабильность на всем протяжении измерений (далее – специальное посадочное место). Убедиться, что

специальное посадочное место приведено в горизонтальное положение. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

10.1.2.2 Выбрать пять ( $i = 1 \dots 5$ ) черно-белых мишеней, которые расположены в горизонтальной плоскости измерений сканера в диапазоне от 0 до 360 градусов.

10.1.2.3 В соответствии с эксплуатационной документацией на теодолит измерить горизонтальные углы  $\alpha_{i_{\text{действ}}}$  между выбранными черно-белыми мишенями.

10.1.2.4 Снять со специального посадочного места теодолит и установить на его место сканер.

10.1.2.5 Включить сканер в соответствии с главой 5 РЭ на него и настроить его при помощи программного обеспечения Trimble Perspective (далее – ПО), установленного на внешний контроллер.

10.1.2.6 Выполнить сканирование черно-белых мишеней 10 раз ( $j = 1 \dots 10$ ) в соответствии с разделом 5.23 РЭ.

10.1.2.7 Вычислить значения горизонтальных углов  $\alpha_{ij}$  между центрами выбранных черно-белых мишеней с использованием ПО Spatial Analyzer.

10.1.2.8 Вычислить среднее квадратическое отклонение измерений горизонтальных углов для  $i$ -го угла по формуле (1):

$$S_{\alpha_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_{ij} - \bar{\alpha}_i)^2}{(n-1)}}, \quad (1)$$

где:  $\bar{\alpha}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{n}$  - среднее арифметическое значение измерений горизонтальных углов испытуемого сканера.

10.1.2.9 Вычислить абсолютную погрешность измерений горизонтальных углов для  $i$ -го угла по формуле (2):

$$\Delta \alpha_{ij} = \alpha_{ij} - \alpha_{i_{\text{действ}}}, \quad (2)$$

где:  $\alpha_{i_{\text{действ}}}$  - эталонное (действительное) значение  $i$ -го угла, полученное с помощью теодолита.

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов считаются значениями абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов ( $\Delta \alpha_{ij}$ ) испытуемого сканера, максимальные значения среднего квадратического отклонения измерений горизонтальных углов считаются значениями среднего квадратического отклонения измерений горизонтальных углов ( $S_{\alpha_i}$ ) поверяемого сканера.

10.1.3 Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений вертикальных углов сканера.

10.1.3.1 Установить теодолит в специальное посадочное место. Убедиться, что специальное посадочное место приведено в горизонтальное положение. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

10.1.3.2 Выбрать пять ( $i = 1 \dots 5$ ) черно-белых мишеней, которые расположены в вертикальной плоскости измерений сканера в диапазоне от минус 140 до плюс 140 градусов.

10.1.3.3 В соответствии с эксплуатационной документацией на теодолит измерить вертикальные углы  $\alpha_{i_{\text{действ}}}$  между выбранными черно-белыми мишенями.

10.1.3.4 Снять со специального посадочного места теодолит и установить на его место сканер.

10.1.3.5 Включить сканер в соответствии с главой 5 РЭ на него и настроить его при помощи программного обеспечения Trimble Perspective (далее – ПО), установленного на внешний контроллер.

10.1.3.6 Выполнить сканирование черно-белых мишеней 10 раз ( $j = 1 \dots 10$ ) в соответствии с разделом 5.23 РЭ.

10.1.3.7 Вычислить значения вертикальных углов  $\alpha_{ij}$  между центрами выбранных черно-белых мишеней с использованием ПО Spatial Analyzer.

10.1.3.8 Вычислить среднее квадратическое отклонение измерений вертикальных углов для  $i$ -го угла по формуле (1).

10.1.3.9 Вычислить абсолютную погрешность измерений вертикальных углов для  $i$ -го угла по формуле (2).

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений вертикальных углов считаются значениями абсолютной погрешности измерений вертикальных углов ( $\Delta\alpha_{ij}$ ) испытываемого сканера, максимальные значения среднего квадратического отклонения измерений вертикальных углов считаются значениями среднего квадратического отклонения измерений вертикальных углов ( $S_{\alpha_i}$ ) поверяемого сканера.

10.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения среднего квадратического отклонения измерений углов не более  $21''$ , значения абсолютной погрешности измерений углов находятся в пределах  $\pm 36''$  в диапазоне измерений горизонтального угла от 0 до 360 градусов и вертикального угла от минус 140 до плюс 140 градусов.

10.2 Определение диапазона измерений расстояний, среднего квадратического отклонения измерений расстояний, абсолютной погрешности измерений расстояний

10.2.1 Определение диапазона измерений расстояний, среднего квадратического отклонения измерений расстояний, абсолютной погрешности измерений расстояний выполнить при помощи рабочего эталона 2-го разряда – комплекса базисного эталонного (далее - комплекс).

10.2.2 Установить сканер на центральный пункт комплекса. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

10.2.3 Выбрать из состава комплекса пять ( $i=1 \dots n$ , где  $n = 5$ ) пунктов, действительные длины до которых определены тахеометром электронным из состава комплекса и расположены в диапазоне измерений сканера от 0,6 до 80 м, а максимальное и минимальное расстояние соответствуют диапазону измерений расстояний сканера.

10.2.4 Разместить на выбранных пунктах визирные цели (сфера, диаметр которых составляет не менее 100 мм).

10.2.5 Включить сканер в соответствии с главой 5 РЭ на него и настроить его при помощи программного обеспечения Trimble Perspective (далее – ПО), установленного на внешний контроллер.

10.2.6 Выполнить сканирование сфер 10 раз ( $j=1 \dots n$ ,  $j = 1 \dots 10$ ) в соответствии с разделом 5.23 РЭ.

10.2.7 Вычислить расстояния до центров выбранных сфер по формуле (3):

$$L_{ij} = \sqrt{(X_{ij})^2 + (Y_{ij})^2 + (Z_{ij})^2}, \quad (3)$$

где:  $X_{ij}$ ,  $Y_{ij}$ ,  $Z_{ij}$  – координаты, полученные из обработки сканирования  $i$ -го пункта комплекса на  $j$ -ом сканировании с использованием ПО на сканер.

10.2.8 Вычислить среднее квадратическое отклонение измерений расстояний для  $i$ -го пункта комплекса по формуле (4):

$$S_{L_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_{ij} - \bar{L}_i)^2}{(n-1)}}, \quad (4)$$

где:  $\bar{L}_i = \frac{\sum_{j=1}^n L_{ij}}{n}$  - среднее арифметическое значение измерений длин поверяемого сканера.

10.2.9 Вычислить абсолютную погрешность измерений расстояний для  $i$ -го пункта комплекса по формуле (5):

$$L_{ij} = L_{ij} - L_{i \text{ действ.}}, \quad (5)$$

где:  $L_{i \text{ действ.}}$  - эталонное (действительное) значение  $i$ -го расстояния, полученное с помощью тахеометра.

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений расстояний считаются значениями абсолютной погрешности измерений расстояний ( $L_{ij}$ ) испытываемого сканера, максимальное значение среднего квадратического отклонения измерений расстояний считаются значениями среднего квадратического отклонения измерений расстояний ( $S_{L_i}$ ) поверяемого сканера.

10.2.10 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений расстояний от 0,6 до 80 м, значения абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, определяемых из выражения  $\pm(2+20 \cdot 10^{-6} \cdot L)$  мм, значения среднего квадратического отклонения измерений расстояний не более определяемого из выражения  $1,2+10 \cdot 10^{-6} \cdot L$ , где  $L$  – расстояние до точки сканирования, мм.

10.3 Определение диапазона определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат, максимальной абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат

Примечание: условная система координат – это прямоугольная система координат, начало которой соответствует условной точке пересечения осей вращения вертикального и горизонтального круга сканера. Ось Z направлена по оси вращения горизонтального круга сканера, ось X перпендикулярна горизонтальной оси вращения вертикального круга, а ось Y дополняет систему до правой, расположение осей в условной системе координат приведено на рисунке 2.

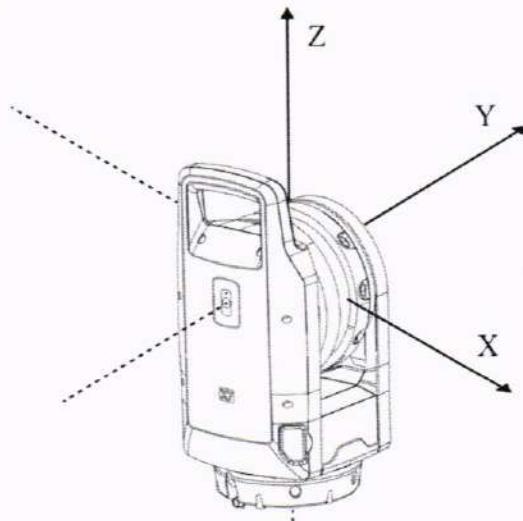


Рисунок 2 - Расположение осей в условной системе координат

10.3.1 Определение диапазона определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат и максимальной абсолютной погрешности определения

координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат выполняется на Государственном первичном специальном эталоне единицы длины ГЭТ 199-2024 (далее - ГЭТ).

10.3.2 Установить систему лазерную координатно-измерительную Leica AT401 (далее - Система), из состава ГЭТ, в специальное посадочное место ГЭТ. Убедиться, что специальное посадочное место приведено в горизонтальное положение в соответствии с эксплуатационной документацией на ГЭТ. Специальное посадочное место является началом отсчета условной системы координат сканера. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

10.3.3 Установить специальный тяжелый штатив из состава ГЭТ, обеспечивающий стабильность на всем протяжении измерений, на расстоянии от специального посадочного места ГЭТ до тяжелого штатива, соответствующее максимальному диапазону измерений сканера. Установить на тяжелый штатив эталонную сферу из состава ГЭТ.

10.3.4 Выбрать из состава ГЭТ тринацать сфер ( $i = 1 \dots 13$ ) таким образом, чтобы двенадцать сфер были размещены на измерительном базисе ГЭТ, а тринадцатая сфера была размещена на тяжелом штативе. Сфера должны быть расположены в диапазоне измерений сканера от 0,6 до 80 м при этом максимальное и минимальное расстояние до сфер должно соответствовать диапазону определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат сканера.

10.3.5 Определить действительные значения координат центров сфер, размещенных на измерительном базисе ГЭТ  $X_{i\text{ действ.}}, Y_{i\text{ действ.}}, Z_{i\text{ действ.}}$  при помощи машины координатно-измерительной портативной Hexagon Absolute Arm 8745-6 из состава ГЭТ, а значения координат центра сферы, размещенной на тяжелом штативе, при помощи Системы.

10.3.6 Снять Систему со специального посадочного места ГЭТ и установить вместо нее сканер. Включить сканер в соответствии с главой 5 РЭ на него и настроить его при помощи программного обеспечения Trimble Perspective (далее – ПО), установленного на внешний контроллер.

10.3.7 Выполнить сканирование сфер 10 раз ( $j = 10$ ) в соответствии с разделом 5.23 РЭ.

10.3.8 Вычислить координаты центров выбранных сфер  $X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij}$  с использованием ПО на сканер.

10.3.9 Вычислить абсолютную погрешность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат для координат  $X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij}$  по формулам (6):

$$\begin{aligned}\Delta X_{ij} &= X_{ij} - X_{i\text{ действ.}} \\ \Delta Y_{ij} &= Y_{ij} - Y_{i\text{ действ.}} \\ \Delta Z_{ij} &= Z_{ij} - Z_{i\text{ действ.}}\end{aligned}, \quad (6)$$

где:  $X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij}$  – координаты, полученные из обработки сканирования  $i$ -ой сферы на  $j$ -ом сканировании.

10.3.10 Вычислить абсолютную погрешность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат по формуле (7):

$$\Delta_{coord\ ij} = \sqrt{(\Delta X_{ij})^2 + (\Delta Y_{ij})^2 + (\Delta Z_{ij})^2}. \quad (7)$$

Максимальные значения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат считаются значениями абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат ( $\Delta_{coord\ ij}$ ) поверяемого сканера.

10.3.11 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат от 0,6 до 80 м, значения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат находятся в пределах, определяемых из выражения  $\pm(2+20 \cdot 10^{-6} \cdot L)$  мм, L – расстояние до точки сканирования, мм.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки сканера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения  
по научной работе НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Мазуркевич