

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А. С. Никитин

«31» марта 2017 г.

Сканеры лазерные Trimble TX6, Trimble TX8

Методика поверки

МП АПМ 22-17

г. Москва, 2017 г.

1 Методика поверки

Настоящая методика поверки распространяется на сканеры лазерные Trimble TX6, Trimble TX8, производства «Trimble AB», Швеция (далее – сканеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между периодическими поверками - 1 год.

2 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

№№ пункта	Наименование операции	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
8.1.	Внешний осмотр, идентификация программного обеспечения	Да	Да
8.2.	Опробование	Да	Да
8.3.	Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний	Да	Да
8.4.	Определение абсолютной и средней квадратической погрешности измерений угла	Да	Да

3 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны, приведённые в таблице 2.

Таблица 2.

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов и их основные метрологические и технические характеристики
8.1.	Эталон не применяются
8.2.	Эталон не применяются
8.3.	Тахеометр электронный 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011
8.4.	Тахеометр электронный типа Та5 по ГОСТ Р 51774-2001

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на сканеры, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними.

5 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на сканеры, поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

6 Условия проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С (20±5)
- относительная влажность воздуха, % не более 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84,0..106,7 (630..800)
- изменение температуры окружающей среды во время измерений, °С/ч не более 2

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра, защите сканера от прямых солнечных лучей и при температуре окружающей среды от 0 до плюс 5 °С.

7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- сканеры и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр, идентификация программного обеспечения

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие сканера следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики поверяемого сканера;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на поверяемый сканер;
- идентификационные данные программного обеспечения (далее - ПО) должны соответствовать данным приведённым в таблице 3.

Таблица 3.

Идентификационное наименование ПО	МПО	Trimble RealWorks
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2022	10.2.2.467

Идентификация встроенного микропрограммного обеспечения (далее – МПО) осуществляется через интерфейс пользователя дисплея, расположенного на боковой стороне поверяемого сканера, в следующей последовательности:

- включить сканер;
- в нижнем правом углу главного меню нажать на иконку «Settings»;
- в появившемся окне в разделе «Maintenance» отображается наименование и версия встроенного МПО.

Идентификация ПО «Trimble RealWorks» осуществляется через интерфейс пользователя путём открытия подменю «About...» во вкладке «Справка». В открывшемся окне отображается наименование ПО и номер его версии.

8.2 Опробование

При опробовании должно быть установлено соответствие поверяемого сканера следующим требованиям:

- 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.

8.3 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Абсолютная погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений расстояний определяется путем многократного (не менее 5) измерения не менее 3 контрольных расстояний (базисов), действительные длины которых равномерно расположены в заявленном диапазоне измерений расстояний.

Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения поверки штатив для установки сканера;
- разместить на штативе эталонный тахеометр;
- разместить в зоне проведения поверки штатив для установки мишени. Штатив необходимо установить на расстоянии близком (но не более) к верхнему пределу измерений расстояний сканера в стандартном режиме измерений.

- установить на него квадратный щит-мишень с чёрно-белой маркой¹ размером не менее (0,4×0,4) м. При помощи уровня убедиться в том, что щит-мишень установлен в вертикальной плоскости. Располагать щит-мишень следует к штативу сканера таким образом, чтобы плоскость щита-мишени была перпендикулярна направлению на штатив;

- разместить в геометрическом центре щита-мишени отражательную призму;
- включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;

- измерить эталонным тахеометром расстояние $R_{дейст}$ до призмы на щите-мишени. Результат занести в протокол;

- выключить и демонтировать эталонный тахеометр с его трегера. Убрать призму с мишени;
- установить на штатив на оставленный трегер поверяемый сканер;
- через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;

- сохранить данные, полученные при сканировании;
- повторить вышеописанные операции по сканированию щита-мишени не менее 5 раз;
- по завершению процесса сканирования, снять с трегера сканер и снова установить на его место эталонный тахеометр;

- снова разместить в геометрическом центре щита-мишени отражательную призму;
- включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;

- измерить эталонным тахеометром расстояние $R_{дейст\ кон}$ до призмы на щите-мишени. Результат измерений не должен отличаться от значения $R_{дейст}$ более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $R_{дейст\ кон}$ отличается от значения $R_{дейст}$ более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить описанные выше операции сканирования заново;

- повторить вышеописанные операции для ещё как минимум двух контрольных расстояний, действительные длины которых равномерно расположены в заявленном диапазоне измерения расстояний поверяемого сканера, а также для максимального расстояния в режиме увеличенной дальности;

- скачать и обработать на ПК данные полученные при сканировании;

- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированному щиту-мишени.

Провести построение плоскости минимум по 4-м точкам. Построить на полученной плоскости точку, соответствующую геометрическому центру щита-мишени методом проекции;

- произвести вычисление расстояния $R_{изм\ i\ j}$ на построенную точку;

- определить абсолютную погрешность измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) ΔR по формуле:

$$\Delta R_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^n R_{изм\ i\ j}}{n} - R_{дейст\ j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{изм\ i\ j} - \frac{\sum_{i=1}^n R_{изм\ i\ j}}{n})^2}{n-1}},$$

где ΔR_j - абсолютная погрешность измерений j-го расстояния, мм;

$R_{дейст\ j}$ - эталонное значение j-го расстояния, мм;

$R_{изм\ i\ j}$ - измеренное значение j-го расстояния, i-м приемом, мм

n - число приемов измерений j-ого расстояния.

- определить среднее квадратическое отклонение измерений каждого расстояния по формуле:

¹ При измерении расстояний от 0,6 до 120,0 м включ. вместо щита-мишени возможно использовать сферы-марки диаметром 230 мм и мини-призмы с сопряженными геометрическими центрами, которые поставляются со сканером по дополнительному заказу потребителя.

$$m_{s_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (R_{cpj} - R_{измij})^2}{n-1}},$$

где m_{s_j} – среднее квадратическое отклонение измерений j -го расстояния, мм;
 R_{cpj} – среднее арифметическое значение измеренного j -го расстояния, мм.

Значения абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений расстояний не должны превышать значений, приведённых в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование характеристики	Значение	
	Trimble TX6	Trimble TX8
Модификация		
Диапазон измерений расстояний, м:		
- стандартный режим	от 0,6 до 80,0	от 0,6 до 120,0
- режим увеличенной дальности	от 0,6 до 120,0	от 0,6 до 340,0
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм:		
- при измерении расстояний от 0,6 до 1,5 м включ.	±8	±8
- при измерении расстояний св. 1,5 до 100,0 м включ.	±4	±4
- при измерении расстояний св. 100 до 120 м включ.	±8	±8
- при измерении расстояний св. 120 до 340 м включ.	—	±20
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений расстояний, мм:		
- при измерении расстояний от 0,6 до 2,0 м включ	4	4
- при измерении расстояний св. 2 до 120 м включ.	2	2
- при измерении расстояний св. 2 до 80 м включ. ¹⁾	—	1
- при измерении расстояний св. 120 до 340 м включ.	—	10
¹⁾ – в режиме высокой точности		

8.4 Определение абсолютной и средней квадратической погрешности измерений угла

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений угла определяется на контрольных точках путем многократного измерения угла между ними.

Определение абсолютной и средней квадратической погрешности измерений угла проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения поверки штатив для установки сканера;
- разместить на штативе эталонный тахеометр;
- разместить в зоне проведения поверки два штатива для установки мишеней. Штативы необходимо установить на приблизительно одинаковых расстояниях, но не более 50 м от сканера, таким образом, чтобы горизонтальный угол между ними составил $(90 \pm 10)^\circ$.
- установить на них квадратные щиты-мишени с чёрно-белыми марками² размером не менее $(0,4 \times 0,4)$ м. При помощи уровня убедиться в том, что щиты-мишени установлены в вертикальной плоскости. Располагать щиты-мишени следует к штативу сканера таким образом, чтобы плоскость щитов-мишеней была перпендикулярна направлению на штатив;
- включить эталонный тахеометр;

² Вместо щитов-мишеней возможно использовать сферы-марки диаметром 230 мм и мини-призмы с сопряженными геометрическими центрами, которые поставляются со сканером по дополнительному заказу потребителя.

- измерить им горизонтальный/вертикальный угол V_0 между геометрическими центрами марок на щитах-мишенях. Результат занести в протокол;
- выключить и демонтировать эталонный тахеометр с его трегера;
- установить на штатив на оставленный трегер поверяемый сканер;
- через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;
- сохранить данные полученные при сканировании;
- повторить вышеописанные операции по сканированию щитов-мишеней не менее 5 раз;
- по завершению процесса сканирования, снять с трегера сканер и снова установить на его место эталонный тахеометр;
- измерить эталонным тахеометром горизонтальный/вертикальный угол $V_{0\text{кон}}$ между геометрическими центрами марок на щитах-мишенях. Результат измерений не должен отличаться от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $V_{0\text{кон}}$ отличается от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить описанные выше операции сканирования заново;
- повторить вышеописанные операции при значении горизонтального угла между щитами-мишенями $(180 \pm 10)^\circ$;
- скачать и обработать на ПК данные, полученные при сканировании;
- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированным щитам-мишеням. Провести построение плоскостей минимум по 4-м точкам. Построить на полученных плоскостях точки, соответствующие геометрическим центрам марок на щитах-мишенях, методом проекции;
- произвести вычисление горизонтального/вертикального угла V_{ij} между построенными точками;
- определить абсолютную погрешность измерений горизонтального/вертикального угла (при доверительной вероятности 0,95) Δ_{vi} по формуле:

$$\Delta_{vi} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} - V_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n})^2}{n-1}},$$

- где Δ_{vi} - абсолютная погрешность измерений горизонтального/вертикального угла, $^\circ$;
 V_{0j} - значение j-ого горизонтального/вертикального угла, определённое эталонным тахеометром, $^\circ$;
 V_{ij} - значение j-ого горизонтального/вертикального угла, определённое по сканеру, $^\circ$,
 n - число приемов измерений j-ого угла.

- определить среднюю квадратическую погрешность измерений горизонтального/вертикального угла m_{vi} по формуле:

$$m_{vi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}},$$

- где m_{vi} - средняя квадратическая погрешность измерений горизонтального/вертикального угла, $^\circ$;
 V_i - разность между измеренным поверяемым сканером значением i-го горизонтального/вертикального угла и значением i-го горизонтального/вертикального угла, полученному по эталонному тахеометру, $^\circ$;
 n - число измерений.

Значение абсолютной погрешности измерений горизонтального/вертикального угла (при доверительной вероятности 0,95) не должно превышать $\pm 33''$, а средней квадратической погрешности – $17''$.

9 Оформление результатов поверки

9.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями.

9.2. При положительных результатах поверки, сканер признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма.

9.3. При отрицательных результатах поверки сканер признается непригодным к применению и выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс-М»



В.А. Лапшинов