

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 соединенных 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 маркой<sup>1</sup> 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  $R_{\text{дейст}}$  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  $R_{\text{дейст кон}}$  до призмы на щите-мишени. Результат измерений не должен отличаться от значения  $R_{\text{дейст}}$  более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если  $R_{\text{дейст кон}}$  отличается от значения  $R_{\text{дейст}}$  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  $R_{\text{изм } i j}$  на построенную точку;

- определить абсолютную погрешность измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95)  $\Delta R$  по формуле:

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

где  $\Delta R_j$  - абсолютная погрешность измерений  $j$ -го расстояния, мм;

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

$R_{\text{изм } i j}$  - 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:

<sup>1</sup> 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.



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

где  $m_{s_j}$  - среднее квадратическое отклонение измерений  $j$ -го расстояния, мм;  
 $R_{срj}$  - 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 - режим увеличенной дальности	от 0,6 до 80,0 от 0,6 до 120,0	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. - при измерении расстояний св. 1,5 до 100,0 м включ. - при измерении расстояний св. 100 до 120 м включ. - при измерении расстояний св. 120 до 340 м включ.	±8 ±4 ±8 —	±8 ±4 ±8 ±20
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений расстояний, мм: - при измерении расстояний от 0,6 до 2,0 м включ. - при измерении расстояний св. 2 до 120 м включ. - при измерении расстояний св. 2 до 80 м включ. <sup>1)</sup> - при измерении расстояний св. 120 до 340 м включ.	4 2 — —	4 2 1 10
<sup>1)</sup> – 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 марками<sup>2</sup> 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;

<sup>2</sup> 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)  $\Delta_{vi}$  по формуле:

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

- где  $\Delta_{vi}$  - 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