

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А. С. НИКИТИН

«16» августа 2018 г.

Сканеры лазерные Leica ScanStation P50

Методика поверки

МП АПМ 72-18

Настоящая методика поверки распространяется на сканеры лазерные Leica ScanStation P50, производства компании «Leica Geosystems AG», Швейцария (далее – сканеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции поверки

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

Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений расстояний	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений угла	7.3.2	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2.

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 – тахеометр электронный Вспомогательные средства поверки: Квадрант оптический КО-60М, $\pm 120^\circ$, ПГ $\pm 30''$ (рег. № 26905-04)
7.3.2	Рабочий эталон 4-го разряда по ГОСТ Р 8.763-2011 – тахеометр электронный. Вспомогательные средства поверки: Квадрант оптический КО-60М, $\pm 120^\circ$, ПГ $\pm 30''$ (рег. № 26905-04)

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

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы, имеющие достаточные знания и опыт работы со сканерами.

4 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации, правилам по технике безопасности, действующие на месте проведения поверки и требованиям МЭК-825 «Радиационная безопасность лазерной продукции, классификация оборудования, требования и руководство для потребителей», а также правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

5 Условия проведения поверки

Поверка сканеров может быть проведена в полевых или лабораторных условиях.

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 минус 20 до плюс 50 °С.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства измерений;
- сканеры и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- сканер и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

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;
- оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

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

7.2 Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения

7.2.1 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.

7.2.2 Проверку идентификационных данных программного обеспечения проводить следующим образом:

Идентификация встроенного программного обеспечения (далее – ВПО) «Leica P50 fw» осуществляется через интерфейс пользователя дисплея, расположенного на боковой стороне поверяемого сканера, в следующей последовательности:

- включить сканер;
- в нижнем левом углу главного меню нажать на иконку «Статус»;
- в появившемся меню нажать на иконку «Системная информация»;
- в появившемся окне выбрать вкладку «Прошивка»;
- в появившемся окне отображается версия ВПО.

Идентификация ПО Leica REGISTER 360 осуществляется через интерфейс пользователя путём открытия подменю «О программе». В открывшемся окне отображается наименование ПО и номер версии.

Идентификация ПО Leica Cyclone осуществляется через интерфейс пользователя путём открытия подменю «Help», «About Cyclone». В открывшемся окне отображается наименование ПО и номер версии.

Идентификация ПО Leica CloudWorx (AutoCAD, Revit, Navisworks, MicroStation, PDMS) осуществляется через интерфейс пользователя путём открытия подменю «Информация», «Подробнее о CloudWorx». В открывшемся окне отображается наименование ПО и номер версии.

Идентификация ПО Leica CloudWorx для 3DReshaper осуществляется через интерфейс пользователя путём открытия подменю «About 3DReshaper». В открывшемся окне отображается наименование ПО и номер версии.

Данные, полученные по результатам идентификации ПО должны соответствовать данным приведённым в таблицах 3-7.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Leica P50 fw	Leica Cyclone
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.81	9.1.3

Таблица 4

Идентификационное наименование ПО	Leica JetStream	Leica REGISTER 360
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.5	1.5

Таблица 5

Идентификационное наименование ПО	Leica CloudWorx AutoCAD	Leica CloudWorx Revit
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	6.4.1	2.1.1

Таблица 6

Идентификационное наименование ПО	Leica CloudWorx PDMS	Leica CloudWorx MicroStation
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.1.4	5.1.4

Таблица 7

Идентификационное наименование ПО	Leica CloudWorx Navisworks	Leica CloudWorx 3DReshaper
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.1.1	17.1.25252.0

Если перечисленные требования не выполняются, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической измерений расстояний

Абсолютная погрешность 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 измерений расстояний проводить в следующей последовательности:

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

- установить на него щит-мишень с черно-белой маркой (коэффициент диффузного отражения не ниже 0,80) размером не менее (300×300) мм. При помощи квадранта оптического КО-60М 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 S_0 до призмы на щите-мишени. Результат записать 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 $S_{0 \text{ кон}}$ до призмы на щите-мишени. Результат измерений не должен отличаться от значения S_0 более чем на величину погрешности, приспанную эталонном тахеометру. В случае если $S_{0 \text{ кон}}$ отличается от значения S_0 более чем на величину погрешности, приспанную эталонном 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.

- 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 $S i_j$ на построенную точку;
- определить абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) расстояний по формуле:

$$\Delta S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n_j} - S_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n_j})^2}{n_j - 1}},$$

где ΔS - абсолютная погрешность измерений j -го расстояния, приведённого к горизонту, мм;
 S_{0j} - эталонное (действительное) значение j -го расстояния, приведённого к горизонту, мм;
 S_{ij} - измеренное значение j -го расстояния, приведённого к горизонту, i -м приемом, мм;
 n_j - число приемов измерений j -го расстояния.

Средняя квадратическая погрешность (далее – СКП) измерений каждой линии вычисляется по формуле:

$$m_{S_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (S_{0j} - S_{ij})^2}{n_j}},$$

где m_{S_i} - СКП измерения j -го расстояния, мм.

Значения абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений расстояний не должны превышать значений, приведённых в таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - при измерении расстояний от 0,4 до 270,0 м включ. - при измерении расстояний св. 270 до 1000 м включ.	$\pm 2 \cdot (1,2 + 10,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (3,0 + 10,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние в мм
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - при измерении расстояний от 0,4 до 270,0 м включ. - при измерении расстояний св. 270 до 1000 м включ.	$1,2 + 10,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $3,0 + 10,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D – измеряемое расстояние в мм

Если требование п.7.3.1 не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности и СКП измерений угла

Абсолютная погрешность измерений угла определяется на контрольных точках путем многократного измерения угла между ними.

Определение абсолютной 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 таким образом, чтобы угол между ними составил $(90 \pm 10)^\circ$ и на расстояниях, которые находятся в диапазоне измерений расстояний сканера.
- установить на штативы щиты-мишени с черно-белой маркой (коэффициент диффузного отражения не ниже 0,80) размером не менее (300×300) мм. При помощи квадранта оптического КО-60М 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;

- поместить в геометрическом центре щитов-мишеней маркеры;
- включить эталонный тахеометр;
- измерить им угол V_0 между маркерами на 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 угол $V_{0\text{кон}}$ между маркерами на 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 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 щитам-мишеней методом проекции;

- произвести вычисление плоского угла V_{ij} между построенными точками;

- определить абсолютную погрешность измерений угла (при доверительной вероятности 0,95) Δ_{vi} по формуле:

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

где Δ_{vi} - абсолютная погрешность измерений угла, $^\circ$;

V_{0j} - значение j-ого угла, определённое эталонным тахеометром, $^\circ$;

V_{ij} - значение j-ого угла, определённое по сканеру, $^\circ$;

n - число приемов измерений j-ого угла.

СКП измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

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

где m_{vi} - СКП измерений горизонтального (вертикального) угла, $''$;

V_i - разность между измеренным поверяемым сканером значением i-го горизонтального (вертикального) угла и значением i-го горизонтального (вертикального) угла по эталонному тахеометру, $''$;

n - число измерений.

Значение абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) не должно превышать $\pm 16''$

Значение средней квадратической погрешности измерений расстояний не должно превышать $\pm 8''$

Если требование п.7.3.2 не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Оформление результатов поверки

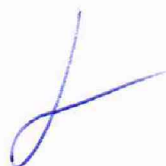
8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями.

8.2 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.

8.3 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»



К. А. Ревин