

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс – М»



А. С. Никитин

«16» октября 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тахеометры электронные
серий Leica TS16 P Arctic, Leica TS16 G, Leica TM60

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП АПМ 83-20

г. Москва
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные серий Leica TS16 P Arctic, Leica TS16 G, Leica TM60 (далее - тахеометры), производства «Leica Geosystems AG», Швейцария, и устанавливают 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 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверки	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений углов	7.3.1	Да	Да*
3.2	Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний	7.3.2	Да	Да*

* - на основании письменного заявления владельца СИ

2 Средства поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	рабочий эталон 1-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 - стенд коллиматорный.
7.3.2	рабочий эталон 1-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 - фазовый светодалномер (электронный тахеометр).

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 эксплуатационную документацию на приборы и средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке.

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.

5 Условия поверки

При проведении работ в лаборатории должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +18 до +22.

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться: при отсутствии осадков, порывов ветра, колебаний изображения в зрительной трубе и защите приборов от прямых солнечных лучей при температуре от -20 до +50 °С (от -30 до +50 °С для модели Leica TS 16 P Arctic). Приборы и эталонные средства должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах, штативах), неподвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

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

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие тахеометра следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики тахеометра;
- наличие маркировки и комплектность согласно требованиям эксплуатационной документации на тахеометр;

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

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании должно быть установлено соответствие тахеометра 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;
- дискретность отсчета измерений углов и расстояний должны соответствовать эксплуатационной документации.

7.2.2 Для идентификации программного обеспечения (далее – ПО) провести следующие процедуры:

Для встроенного ПО «Leica Captivate»:

- запустить программу на тахеометре, зайти в меню "Настройки", далее выбрать "O Leica Captivate" - вкладка "ПО".

-В появившемся диалоговом окне программы считать наименование и версию ПО.

Для ПО «Leica Geo Office»:

- запустить программу на ПК, зайти в меню «Справка», далее выбрать «О программе»;
- в появившемся окне программы считать наименование и версию ПО.

Для ПО «Leica Infinity»:

- запустить программу на ПК, зайти в меню «Help & Support», далее выбрать «About Leica Infinity»;
- в появившемся окне программы считать наименование и версию ПО.

Для ПО «Leica GeoMos»:

- запустить программу, зайти в меню «Справка», далее выбрать «О программе»;
- в появившемся окне программы считать наименование и версию ПО.

Для ПО «3DReshaper»:

- запустить программу, зайти в меню «Help», далее выбрать «About»;
- в появившемся окне программы считать наименование и версию ПО.

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Leica Captivate	Leica Infinity	Leica Geo Office	Leica GeoMos	3DReshaper
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 6.00	не ниже 3.4.1	не ниже 8.4	не ниже 8.0.0	не ниже 18.1.9.30

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

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений углов

Абсолютную и среднюю квадратическую погрешности измерений углов определяют на эталонном коллиматором стенде путем многократных измерений (не менее четырех циклов измерений, состоящих из измерений в положении «Круг право» (КП) и «Круг лево» (КЛ) горизонтального угла (90 ± 30) ° и вертикального угла (более ± 20 °).

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикального углов вычисляется 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 горизонтального (вертикального) угла, " ;
 V_{0j} – значение горизонтального (вертикального) угла по эталонному коллиматорному стенду, взятое из свидетельства о поверке (сертификата о калибровке) на него, " ;
 V_{ij} – значение горизонтального (вертикального) угла, по поверяемому тахеометру, " ;
 n – число измерений.

Средняя квадратическая погрешность измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

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

где m_{v_i} – средняя квадратическая погрешность измерений горизонтального (вертикального) угла, ";

V_i - разность между измеренным поверяемым тахеометром значением i -го горизонтального (вертикального) угла и значением i -го горизонтального (вертикального) угла по эталонному коллиматорному стенду, взятому из свидетельства о поверке на него, ";

n – число измерений.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений углов не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.2 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний

Диапазон, абсолютная и средняя квадратическая погрешность измерения расстояний определяются путём сличения с эталонным тахеометром 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831.

Необходимо провести многократно, не менее 5 раз, измерения не менее 3 значений расстояний, действительные длины которых расположены в заявляемом диапазоне измерений расстояний поверяемого тахеометра и определены с помощью эталонного тахеометра.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) расстояний определяется 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, мм;

S_{0j} - эталонное (действительное) значение j -го расстояния, полученное по эталонному тахеометру;

S_{ij} - полученное значение j -го расстояния i -м приёмом по поверяемому тахеометру;

n_j – число приёмов измерений j -го расстояния.

Средняя квадратическая погрешность 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} – средняя квадратическая погрешность измерения j -го расстояния.

Значения диапазона, абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений расстояний должны соответствовать значениям, приведённым в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, прибор 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 7 настоящей методики поверки.

8.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

8.3 При положительных результатах поверки машина признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдается свидетельство о поверке установленной формы.

8.4 При отрицательных результатах поверки, машина признается непригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

8.5 В случае применения тахеометров для работ, не требующих использования всех режимов измерений при периодической поверке по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка тахеометров по сокращенному числу измерительных каналов (канала измерений угла или канала измерений расстояний) с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение А
Метрологические характеристики
(обязательное)

Таблица А.1 - Метрологические характеристики тахеометров электронных серий Leica TS16 P Arctic, Leica TS16 G

Наименование характеристики	Значение						
	Leica TS16 P 1" Arctic	Leica TS16 G 1"	Leica TS16 P 2" Arctic	Leica TS16 G 2"	Leica TS16 P 3" Arctic	Leica TS16 G 3"	Leica TS16 P 5" Arctic
Диапазон измерений: - углов, ° - расстояний, м, не менее: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим - модификация R500: - модификация R1000:	от 0 до 360 от 1,5 до 3500 от 1,5 до 250 от 1,5 до 500 от 1,5 до 1000						
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	1	1	2	2	3	3	5
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±2	±2	±4	±4	±6	±6	±10
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - отражательный режим: - стандартный: - быстрый: - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим - для расстояний от 1,5 до 500 м включ.: - для расстояний свыше 500 м:	$1+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ где D – измеряемое расстояние, мм						

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение						
	Leica TS16 P 1" Arctic	Leica TS16 G 1"	Leica TS16 P 2" Arctic	Leica TS16 G 2"	Leica TS16 P 3" Arctic	Leica TS16 G 3"	Leica TS16 P 5" Arctic
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим: - стандартный: - быстрый: - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим - для расстояний от 1,5 до 500 м включ.: - для расстояний свыше 500 м:	$\pm 2 \cdot (1 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (4 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние, мм						

Таблица А.2 - Метрологические характеристики тахеометров электронных серий Leica TM60

Наименование характеристики	Значение			
	Leica TM60 0,5" R1000	Leica TM60 I 0,5" R1000	Leica TM60 1" R1000	Leica TM60 I 1" R1000
Диапазон измерений: - углов, ° - расстояний, м, не менее: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим	от 0 до 360 от 1,5 до 3500 от 1,5 до 250 от 1,5 до 1000			
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	0,5	0,5	1	1
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±1	±1	±2	±2
Допустимая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - отражательный режим: - стандартный: - точный: - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим - для расстояний от 1,5 до 500 м включ.: - для расстояний свыше 500 м:	$1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $0,6 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D,$ где D – измеряемое расстояние, мм			

Продолжение таблицы А.2

Наименование характеристики	Значение			
Модель	Leica TM60 0,5" R1000	Leica TM60 I 0,5" R1000	Leica TM60 1" R1000	Leica TM60 I 1" R1000
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм - отражательный режим: - стандартный: - точный: - отражательный режим (на отражающую плёнку) - диффузный режим - для расстояний от 1,5 до 500 м включ.: - для расстояний свыше 500 м:	$\pm 2 \cdot (1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (0,6 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (4 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ где D – измеряемое расстояние, мм			