

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс – М»



А. С. Никитин

«25» декабря 2019 г.

Тахеометры электронные Topcon GTL-1003

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП АПМ 74-19

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные Topcon GTL-1003 (далее - тахеометры), производства «TOPCON CORPORATION», Япония, 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

№ 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 угла	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний в режиме сканирования	7.3.3	Да*	Да*
3.4	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний в режиме быстрого сканирования	7.3.4	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

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	рабочий эталон 3-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 2-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).
7.3.3 – 7.3.4	рабочий эталон 2-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). Вспомогательное оборудование: щит-мишень белого цвета размером не менее (0,2×0,2) м; уровень рамный или брусковый, ПГ 2 мм/м

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. Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний в режиме быстрого сканирования должно проводиться при температуре от -10 до +50 °С. Приборы и эталонные средства должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах, штативах), неподлежащих 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 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

Для идентификация программного обеспечения «BASIC» необходимо включить прибор, через интерфейс пользователя в главном меню выбрать меню «Версия». В появившемся диалоговом окне будет отображено наименование и номер версии ПО.

Для идентификация программного обеспечения «MAGNET Field» необходимо включить прибор, через интерфейс пользователя на стартовой странице в левом верхнем углу экрана нажатием клавиши «М» необходимо вызвать контекстное меню. В появившемся меню необходимо выбрать пункт «О программе». В появившемся окне будет отображено наименование и номер версии ПО. Номер версии и наименование ПО должно соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	BASIC	MAGNET Field
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.06EN_01	6.0

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 угла

Абсолютная погрешность и СКП измерений угла определяется на эталонном коллиматорном 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 $\pm 20^\circ$).

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

$$\Delta_{vi} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} - V_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(V_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

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:

$$m_{vi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}}, \quad (4)$$

где m_{vi} – 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 абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний

Абсолютная погрешность и СКП измерений расстояний определяются путём сличения с эталонным тахеометром 2-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.

Значение 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.

7.3.3 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний в режиме сканирования

Абсолютная погрешность и СКП измерений расстояний определяются путём сличения с эталонным тахеометром 2-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 контрольных (эталонных) линий, действительные длины которых равномерно расположены в заявляемом диапазоне измерений расстояний прибором и определены с помощью эталонного тахеометра.

Измерения проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения поверки штатив для установки поверяемого прибора;
- 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 поверяемого прибора;

- установить на него щит-мишень белого цвета размером не менее (0,2×0,2) 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 марки-мишени отражательную призму;

- включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;

- измерить эталонным тахеометром расстояние S_0 до призмы на марке-мишени. Результат занести в протокол;

- выключить и демонтировать эталонный тахеометр с его трегера. Убрать призму с мишени;

- установить на штатив на оставленный трегер поверяемый прибор;

- через интерфейс пользователя выбрать режим сканирования и 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 марки-мишени не менее 5 раз;

- по завершению процесса сканирования, снять с трегера поверяемый прибор и снова установить на его место эталонный тахеометр;

- снова разместить в геометрическом центре марки-мишени отражательную призму;

- включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;

- измерить эталонным тахеометром расстояние $S_{0\text{кон}}$ до призмы на марки-мишени. Результат измерений не должен отличаться от значения S_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $S_{0\text{кон}}$ отличается от значения S_0 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 прибора;

- скачать и обработать данные, полученные при сканировании;

- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-мишени.

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

- произвести вычисление расстояния S_{ij} на построенную точку;

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

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:

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

где m_{sj} – средняя квадратическая погрешность измерения j -го расстояния.

Значения абсолютной погрешности и СКП 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.

7.3.4 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний в режиме быстрого сканирования

Абсолютная погрешность и СКП измерений расстояний в режиме быстрого сканирования определяется аналогично п 7.3.3 настоящей методики поверки.


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 При положительных результатах поверки прибор признают пригодным к применению и на него оформляется свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и / или поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки прибор признают непригодным к применению и на него оформляется извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение А (Обязательное)

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений: - углов, ° - расстояний, м, не менее: - отражательный режим - отражательный режим на отражающую плёнку - диффузный режим	от 0 до 360 от 1,3 до 5000,0 от 1,3 до 500,0 ¹⁾ от 0,3 до 1000,0 ²⁾
Диапазон измерений расстояний в режиме сканирования, м	от 1,3 до 1000 ²⁾
Диапазон измерений расстояний в режиме быстрого сканирования, м	от 0,6 до 70 ²⁾
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±6
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	3
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим - отражательный режим на отражающую плёнку - диффузный режим: от 0,3 до 200 м включ. св. 200 до 350 м включ. св. 350 до 1000 м включ.	$\pm 2 \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние, мм
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения расстояний, мм: - отражательный режим - отражательный режим на отражающую плёнку - диффузный режим: от 0,3 до 200 м включ. св. 200 до 350 м включ. св. 350 до 1000 м включ.	$1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D$ где D – измеряемое расстояние, мм
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний в режиме сканирования (при доверительной вероятности 0,95), мм: от 0,3 до 200 м включ. св. 200 до 350 м включ. св. 350 до 1000 м включ.	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние, мм
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения расстояний в режиме сканирования, мм: от 0,3 до 200 м включ. св. 200 до 350 м включ. св. 350 до 1000 м включ.	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D$ где D – измеряемое расстояние, мм
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний в режиме быстрого сканирования (при доверительной вероятности 0,95), мм:	14
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения расстояний в режиме быстрого сканирования, мм:	7

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>1) - Измерения на отражающую плёнку (90×90) мм с коэффициентом отражения не менее 0,9 по ГОСТ 8.557-2007</p> <p>2) - Измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения не менее 0,9 по ГОСТ 8.557-2007 и хороших условиях наблюдения (хорошая видимость, низкая освещённость)</p>	