

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



СОГЛАСОВАНО
И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е.П.
М.П. ДОВЕРЕННОСТЬ № 23/2021
ОТ 17 МАЯ 2021


А.Н. Пронин
«15» сентября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Тахеометры электронные
TOPCON GT

Методика поверки

МП 2511-0006-2021

Руководитель отдела геометрических измерений


Н.А. Кононова

Ведущий инженер


А.Л. Сизов

Ведущий инженер


З.В. Фомкина

г. Санкт-Петербург
2021

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные TOPCON GT (далее тахеометры), изготовленные «TOPCON CORPORATION», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость тахеометров к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 и Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличение с эталоном.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений: - диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
		Да	Да
		Да	Да
		Да	Да

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

В лабораторных условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, °Сот плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

В полевых условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, °Сот минус 20 до плюс 50;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

Измерения в полевых условиях должны проводиться при отсутствии атмосферных осадков, резких порывов ветра и прямого попадания солнечного света.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки тахеометра должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Рабочий эталон 1 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных TOPCON GT модификаций TOPCON GT-601, TOPCON GT-1201; рабочий эталон 3 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных TOPCON GT модификаций TOPCON GT-602, TOPCON GT-603, TOPCON GT-605, TOPCON GT-1202, TOPCON GT-1203, TOPCON GT-1205; рабочий эталон 2 разряда** (тахеометр электронный); щит-мишень белого цвета с размерами не менее 0,2х0,2 м; марка геодезическая светоотражающая; призма геодезическая; отражательная система
* - в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26.11.2018; ** - в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2831 от 29.12.2018.	

4.2 Допускается применять другие вновь разработанные или существующие средства измерений с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы плоского угла и единицы длины.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно эксплуатационной документации и документа «ПТБ-88. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах».

6 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида тахеометра описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;
- комплектность тахеометра в соответствии с руководством по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики;
- наличие информационной таблички, содержащей сведения о наименовании и заводском номере.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать поверяемый тахеометр не менее трех часов при условиях, указанных выше.

7.3 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.4 При опробовании должны быть установлены:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- работоспособность тахеометра во всех функциональных режимах;
- дискретности отсчета измерений углов и расстояний должны соответствовать эксплуатационной документации.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее — ПО) проводить в следующей последовательности.

Для идентификации ПО «BASIC» включить тахеометр, в главном меню выбрать меню «Версия». В открывшемся диалоговом окне появится отображение наименования и версии ПО.

Для идентификации ПО «MAGNET Field» необходимо включить тахеометр, через интерфейс пользователя на стартовой странице войти в контекстное меню. Далее выбрать пункт «О программе». В появившемся окне будет отображено наименование и номер версии ПО. Номер версии и наименование ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	BASIC
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.50EN_00	6.1.2

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора

Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора проводить с помощью станда коллиматорного (далее – станда).

9.1.1 Установить поверяемый тахеометр на предметный столик станда, предварительно выставив столик в нулевое положение. С помощью пузырькового уровня выставить тахеометр в горизонтальное положение.

9.1.2 Навестись с помощью тахеометра на сетку нитей горизонтального коллиматора станда и провести не менее пяти измерений. С помощью миниэкзаменатора повернуть предметный столик на угол близкий плюс $6'$ и провести измерение вертикального угла. Провести не менее пяти измерений вертикального угла.

9.1.3 Задать угол наклона предметного столика станда близкий минус $6'$ и провести измерения по п. 9.1.2.

9.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений углов определять с помощью станда путем многократных измерений (не менее пяти приемов, состоящих из измерений в положении «круг право» (КП) и «круг лево» (КЛ) горизонтального угла 90° и вертикальных углов ($\pm 30^\circ$)).

9.3 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений расстояний проводить методом сличения с помощью тахеометра электронного (далее эталонного тахеометра).

9.3.1 Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки тахеометра. Разместить эталонный тахеометр на штативе. Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки мишени. Установить на него призму геодезическую или отражательную систему (в зависимости от измеряемого расстояния).

9.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на эталонный тахеометр измерить расстояние, результаты измерений занести в протокол.

9.3.3 Снять эталонный тахеометр с трегера и установить на его место поверяемый тахеометр.

9.3.4 В соответствии с руководством по эксплуатации на поверяемый тахеометр провести многократно (не менее пяти раз) измерения расстояния, результаты измерений занести в протокол.

9.3.5 Установить на штативе для установки мишени щит-мишень белого цвета размером не менее $0,2 \times 0,2$ м. Убедиться, что щит-мишень установлен в вертикальной плоскости и располагается в плоскости перпендикулярно по отношению к тахеометру и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.6 Установить на штативе для установки мишени марку геодезическую светоотражающую и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.7 Повторить операции по п.п. 9.3.1-9.3.6 для не менее пяти расстояний, расположенных во всем диапазоне измерений для каждого режима измерений расстояний.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.4.1 Систематическую погрешность компенсации компенсатора вычислить по формуле

$$\Delta\beta = \beta - \beta_0, \quad (1)$$

где β – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол плюс β' (либо минус β'), β_0 – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол $0'$. За систематическую погрешность компенсации компенсатора принять наибольшее значение, рассчитанное по формуле (1).

Тахеометр считать выдержавшим поверку, если систематическая погрешность компенсации компенсатора в диапазоне $\pm\beta'$ не превышает $\pm 1''$.

9.4.2 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикальных углов вычислить по формуле

$$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_0, \quad (2)$$

где α_i – измеренное значение угла по каждому приему, рассчитанное по формуле (3);

α_0 – действительное значение угла;

i – порядковый номер измерения, $i=1 \dots n$, $n=5$.

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{iКЛ} + \alpha_{iКП}}{2}, \quad (3)$$

где $\alpha_{iКЛ}$ – измеренное значение угла при «круге лево»;

$\alpha_{iКП}$ – измеренное значение угла при «круге право».

За абсолютную погрешность измерений принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (2).

Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле

$$S_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}$ – среднее значение угла, рассчитанное по формуле (5).

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}. \quad (5)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений углов не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	TOP- CON GT- 601	TOP- CON GT- 602	TOP- CON GT- 603	TOP- CON GT- 605	TOP- CON GT- 1201	TOP- CON GT- 1202	TOP- CON GT- 1203	TOP- CON GT- 1205
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), угловые секунды	±2	±4	±6	±10	±2	±4	±6	±10
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, угловые секунды	1	2	3	5	1	2	3	5

9.4.3 Абсолютную погрешность для каждого измерения (при доверительной вероятности 0,95) расстояний определить по формуле

$$\Delta L = L_i - L_0, \quad (6)$$

где L_i – значение расстояния, измеренное поверяемым тахеометром;

L_0 – действительное значение расстояния;

i – порядковый номер измерения, $i=1 \dots n$, $n=5$.

За абсолютную погрешность измерений для каждого из расстояний принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (6).

Среднее квадратическое отклонение измерений расстояний вычислить по формуле

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где \bar{L} – среднее значение расстояния, рассчитанное по формуле (8).

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}. \quad (8)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений расстояний не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	TOP- CON GT-601	TOP- CON GT-602	TOP- CON GT-603	TOP- CON GT- 605	TOP- CON GT- 1201	TOP- CON GT- 1202	TOP- CON GT- 1203	TOP- CON GT- 1205
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим; - отражательный режим на отражающую плёнку ¹⁾ ; - диффузный режим ²⁾ : от 0,3 до 200 м включ.; св. 200 до 350 м включ.; св. 350 до 800 м включ.; св. 350 до 1000 м включ.		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L^3)$				$\pm 2 \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				-		
		-				$\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений 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 800 м включ.; св. 350 до 1000 м включ.		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$				-		
		-				$10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
1) Измерения на отражающую плёнку (90×90) мм; 2) Измерения на поверхность, соответствующую белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения 90 % по ГОСТ 8.557-2007; 3) L – измеряемое расстояние, мм.								

9.4.4 Критерии подтверждения соответствия обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения среднего квадратического отклонения измерений углов удовлетворяют требованиям таблицы 4 настоящей методики, то нормированные характеристики тахеометра сравниваются с обязательными метрологическими требованиями, предъявляемыми Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. (часть 4).

10 Оформление результатов поверки

10.1 При проведении поверки тахеометра оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

10.2 Тахеометры, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах поверки по одну из пунктов методики тахеометры не допускаются к применению.

10.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на тахеометр.

Приложение А
Форма протокола поверки (рекомендуемая)

Протокол № _____

Тахеометр _____, заводской № _____
Принадлежит _____

Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха _____
Относительная влажность воздуха _____

Методика поверки

Документ МП 2511-0006-2021 «ГСИ. Тахеометры электронные TOPCON GT. Методика поверки», утвержденный ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 15 сентября 2021 г.

Средства поверки

Результаты поверки

- 1 Результат внешнего осмотра _____
- 2 Результат опробования _____
- 3 Проверка программного обеспечения _____
- 4 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора _____
- 5 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Таблица 1 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

№ измерения	Измеренные значения горизонтального угла		Среднее значение по приёму	Действительное значение угла	Абсолютная погрешность измерений	Среднее квадратическое отклонение измерений
	Круг «лево»	Круг «право»				
1						
2						
3						
4						
5						

6 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Таблица 2 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Поверяемый диапазон, м	Показания эталонного тахеометра, м	Показания поверяемого тахеометра, м	Абсолютная погрешность, мм	СКО, мм

На основании результатов поверки выдано: _____

Поверитель _____

Дата _____