

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

15 сентября 2025

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

Тахеометры электронные EFT

Методика поверки

МП-27/023-2025

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные ЕТ (далее – тахеометры), предназначенные для измерения длин, горизонтальных и вертикальных углов.

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1 и 2.

1.3. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин и подтверждается прослеживаемость:

к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений», утвержденной приказом Росстандарта от 07 июня 2024 г. № 1374;

к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482.

1.4. В методике поверки реализован метод передачи единицы – метод прямых измерений.

1.5. Допускается проведение поверки отдельных измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца тахеометра с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к тахеометрам

Наименование характеристики	Значение			
	Модификация	TS2	TS2 (1")	RTS1
Диапазон измерений:				
- углов, градус ¹⁾ :				
- горизонтальных	от 0 до 360	от 0 до 360	от 0 до 360	от 0 до 360
- вертикальных	от -50 до 90	от -50 до 90	от -50 до 90	от -50 до 90
- длин, м:				
- с призменным отражателем ²⁾	от 1 до 5000	от 1 до 5000	от 1,5 до 5000	от 1,5 до 5000
- с пленочным отражателем ³⁾	от 1 до 1500	от 1 до 1500	от 1,5 до 1500	от 1,5 до 1500
- без отражателя ⁴⁾	от 0,2 до 1000	от 0,2 до 1000	от 1,5 до 1000	от 1,5 до 1000
Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), секунда ¹⁾	±4	±2	±4	
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, секунда ¹⁾	2	1	2	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин (при доверительной вероятности 0,95), мм:				
- с призменным отражателем	$\pm 2 \cdot (2 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L)^5$	$\pm 2 \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (1 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- с пленочным отражателем	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- без отражателя	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений длин, мм				
- с призменным отражателем	$2 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$1 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- с пленочным отражателем	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$
- без отражателя	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$	$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$

продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение		
Модификация	TS2	TS2 (1")	RTS1
Диапазон компенсации компенсатора, не менее, минута ¹⁾		±6	
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора, секунда ¹⁾	±1	±0,5	±0,5
1) градус, минута, секунда – единица измерений плоского угла; 2) одна призма; 3) измерения на отражающую пленку (90×90) мм с коэффициентом отражения не менее 90 %; 4) измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины с коэффициентом отражения не менее 90 %; 5) L – измеряемая длина, мм			

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при	
		первой поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	10	-	-
4.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений длин	10.1	Да	Да
4.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов	10.2	Да	Да
4.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора	10.3	Да	Да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25.

3.2 Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре окружающего воздуха от -20 до +50 °С.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, ознакомленные с руководством по эксплуатации на тахеометр и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки тахеометров достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от -20 до +50 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры ±0,2 °С	Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М, рег. № 32014-11
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений длин	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г № 1374 – базисы эталонные и пространственные полигоны	Полигон пространственный эталонный «Центральный», рег. № 81551-21 Рабочий эталон единицы длины 3 разряда в диапазоне значений от 1074 до 11744 м 3.7.АЖЬ.0004.2024
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов, п. 10.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора	Установки для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров, коллиматорные стенды 3-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА-УКС-М, рег. № 71359-18

продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Для тахеометров с доверительными границами допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) $\pm 2''$ – установки для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров, коллиматорные стенды 1-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА-УКС, рег. № 44753-10

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие сведения о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих точность передачи единиц длины и плоского угла поверяемому тахеометру.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр производится визуально.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие тахеометра следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида тахеометра описанию типа средства измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
- на передней панели тахеометра должен быть нанесен заводской номер тахеометра;
- комплектность тахеометра должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- оптическая система должна иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- провести контроль температуры окружающей среды, условия поверки должны соответствовать требованиям п.3 настоящей методики;

- проверить наличие в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений сведений о результатах действующей поверки на средства поверки;
- тахеометр и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией.

- 8.2 При опробовании установить соответствие следующим требованиям:
- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
 - плавность движения подвижных деталей и элементов;
 - правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
 - работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификация встроенного программного обеспечения (далее ПО) модификации EFT TOTAL SURVEY выполняется в следующем порядке:

- запустить тахеометр;
- выбрать пункт меню «Настройки»;
- выбрать пункт раздела «Про ПО»;
- считать номер версии встроенного ПО

9.2 Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Модификация	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер ПО)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Значение	TS2	EFT TOTAL SURVEY	не ниже 1.xx.xx	-
	TS2 (1")	EFT TOTAL SURVEY	не ниже 1.xx.xx	-
	RTS1	EFT TOTAL SURVEY	не ниже 1.xx.xx	-

* «xx.xx» принимает значения от 00.00 до 99.99

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений длин

Выбрать такие пункты базиса, длины линий между которыми (не менее трех) охватывают весь диапазон измерений тахеометров.

Многократно (не менее 5 раз) измерить значения длин линий тахеометром.

Повторить измерения с призменным отражателем, пленочным отражателем и на пластины белого цвета.

Установить пару промышленных штативов на ровном твердом основании (бетонном полу). Расстояние между штативами 990-1010 мм.

Установить на штативы тахеометр и отражатель, добиться такой высоты штативов, чтобы высота центра отражателя и высота горизонтальной оси вращения зрительной трубы тахеометра были одинаковы.

Растянуть рулетку и, наблюдая штрихи рулетки в оптические отвесы тахеометра и отражателя, измерить фактическое значение длины между тахеометром и отражателем.

Многократно (не менее 5 раз) измерить значения длин линий тахеометром.

Повторить измерения с призменным отражателем, пленочным отражателем.

Установить пару промышленных штативов на ровном твердом основании (бетонном полу). Расстояние между штативами 190-210 мм.

Установить на штативы тахеометр и отражатель, добиться такой высоты штативов, чтобы высота центра отражателя и высота горизонтальной оси вращения зрительной трубы тахеометра были одинаковы.

Растянуть рулетку и, наблюдая штрихи рулетки в оптические отвесы тахеометра и отражателя, измерить фактическое значение длины между тахеометром и отражателем.

Многократно (не менее 5 раз) измерить значения длин линий тахеометром на пластину белого цвета.

10.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Диапазон, абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений углов определить на коллиматорном стенде путем многократных измерений – не менее шести приемов, состоящих из измерений в положении «Круг право» (КП) и «Круг лево» (КЛ) горизонтального угла и вертикального угла коллиматорного стенда. Между приемами осуществлять поворот трегера тахеометра на 30°.

10.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора

Систематическая составляющая погрешности компенсации компенсатора во всем его диапазоне определяется с помощью предметного столика коллиматорного стенда.

Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора выполнить во всем его диапазоне с шагом 1' при наклоне оси тахеометра вперед и назад от среднего положения и среднее значение принять за окончательный результат.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длины каждой линии вычислить по формуле:

$$\Delta_L = \left| \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right| + 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n})^2}{n-1}},$$

где Δ_L – погрешность измерений длины;

L_0 – значение длины воспроизводимое базисом;

L_i – i -ое значение длины, измеренное тахеометром;

n – число измерений длины.

11.2 Среднее квадратическое отклонение измерений длины каждой линии вычислить по формуле:

$$m_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_0)^2}{n-1}},$$

где m_L – среднее квадратическое отклонение измерений длины.

11.3 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле:

$$\Delta_\alpha = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n} - \alpha_0 \right| + 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n})^2}{n-1}},$$

где Δ_α – погрешность измерений горизонтального/вертикального угла;

α_0 – значение горизонтального/вертикального угла воспроизводимое коллиматорным стендом;

α_i – i -ое значение горизонтального/вертикального угла, измеренное тахеометром;

n – число измерений горизонтального/вертикального угла.

11.4 Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле:

$$m_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_0)^2}{n-1}},$$

где m_α – среднее квадратическое отклонение измерений углов.

11.5 Систематическую составляющую погрешности компенсации компенсатора вычислить по формуле:

$$\sigma = \sum_{i=1}^n \left(\frac{b_0 - b_i}{v_i} \right) / n,$$

где b_0 – отсчет по вертикальному кругу тахеометра при наведении на марку автоколлиматора до начала наклона;

b_i – отсчет по вертикальному кругу тахеометра после его наклона на i -й угол и наведении на марку автоколлиматора.

v_i – значение угла наклона оси тахеометра, фиксируемое по предметному столику.

11.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений длины, среднего квадратического отклонения измерений длины, абсолютной погрешности измерений углов, среднего квадратического отклонения измерений углов, систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора соответствуют, приведенным в таблице 1.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки тахеометра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие тахеометра метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

12.4 По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие тахеометра метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

12.5 Способ защиты средства измерений от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К.А. Шарганов

