

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

23» 05 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тахеометры электронные 6Та2-МО

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-21-061 МП

р.п. Менделеево.

2022 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на тахеометры электронные 6Та2-МО (далее – тахеометры), изготовленные АО «ПО «УОМЗ», Россия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости тахеометров к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость тахеометров:

- к государственному первичному специальному эталону единицы длины - метра ГЭТ 199-2018 по государственной поверочной схеме для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29 декабря 2018 г.;

- к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 по государственной поверочной схеме средств измерений единицы плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средств измерений			10
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,997)	да	да	10.1
Определение максимальной абсолютной погрешности измерений расстояний	да	да	10.2
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается и тахеометр признается непригодным к применению.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов и поверяемого тахеометра:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С в лабораторных условиях;
- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 55 °С в полевых условиях;
- атмосферное давление от 90 до 100 кПа;
- относительная влажность воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность тахеометра, в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- тахеометр и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.



#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на тахеометры и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

#### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер раздела МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Диапазон измерений длин до 5000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности $(0,6+1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ , где L - измеряемая длина в мм	Рабочий эталон 2-го разряда, содержащий эталонный базисный комплекс, в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной Приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2831
10.2	Диапазон измерений углов от 0° до 360°, доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 0,3''$	Рабочий эталон угла 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для измерений плоского угла, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482
10.1, 10.2	Диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до 60 °С, давления от 840 гПа до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$ , температуры $\pm 0,2$ °С, давления $\pm 3$ гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)

#### Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

#### 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

#### 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре тахеометра установить:

- комплектность тахеометра и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сравнения с ЭД на тахеометр, наличие поясняющих надписей;



- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- наличие и исправность съёмных накопителей измерительной информации или управляющего ПЭВМ (в соответствии с ЭД);
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае тахеометр бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При опробовании установить 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 тахеометра с использованием всех функциональных режимов;
- дискретность отсчетов измерений должна соответствовать значениям, указанным в ЭД.

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

8.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п. 8.1.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении тахеометра к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	6TA2_MO.mot
Номер версии (идентификационный номер) ПО	01
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	343E83BA
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 **Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,997)**

10.1.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов с помощью рабочего эталона единицы плоского угла 1 разряда (далее – установка 1 разряда) в диапазоне значений от 0° до 360° необходимо выполнить следующие операции:

- определить доверительные границы абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов поверяемого тахеометра с помощью установки 1 разряда;
- определить доверительные границы абсолютной погрешности измерений вертикальных углов поверяемого тахеометра с помощью установки 1 разряда.

10.1.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов тахеометра с помощью установки 1 разряда

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов тахеометра определить путем сравнения значений измеренных с его помощью горизонтальных углов с действительными значениями этих углов, заданных установкой 1 разряда в диапазоне от 0° до 360° с шагом 60°.

Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи



измерителя влажности и температуры ИВТМ-7

Установить поверяемой тахеометр на поворотный стол установки 1 разряда. В соответствии с руководством по эксплуатации тахеометр привести в горизонтальное положение в двух плоскостях с использованием его штатных уровней.

Установить зеркало на объектив тахеометра.

Совместить оптическую ось тахеометра с оптической осью автоколлиматора.

Задать угол перемещения поворотного стола. После отработки установкой 1 разряда заданного угла необходимо довести зрительную трубу тахеометра к неподвижно закрепленному автоколлиматору и вновь совместить автоколлимационное изображение (зафиксировать значение горизонтального угла с экрана или лимба тахеометра  $\alpha_i$ , а также зафиксировать действительное значение горизонтального угла контрольного направления установки 1 разряда  $\alpha_{\text{действ}}$ , где  $i$  – номер измерения). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от 0 до 360° с шагом 60°.

Для каждого углового положения провести измерения не менее десяти раз. Результаты измерений записать во внутреннюю память тахеометра и в журнал произвольной формы.

10.1.3 Систематическую составляющую погрешности измерений горизонтальных углов вычислить по формуле (1):

$$D_{\alpha_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_{\text{действ}})}{n}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество измерений, выполненных с помощью поверяемого тахеометра в угловом положении;

$\alpha_i$  – значение горизонтального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

$\alpha_{\text{действ}}$  – значение горизонтального угла, полученное на установке 1 разряда.

Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений горизонтальных углов вычислить по формуле (2):

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

где  $\bar{\alpha}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений углов.

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,997) вычислить по формуле (3):

$$\Delta_{\alpha_i} = \pm (|D_{\alpha_i}| + 3S_{\alpha_i}) \quad (3)$$

Максимальным значением доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,997) считается максимальное значение доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,997) ( $\Delta_{\alpha}$ ) поверяемого тахеометра из полученных по формуле (3).

10.1.4 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов тахеометра с помощью установки 1 разряда

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений вертикальных углов тахеометра определить путем сравнения значений измеренных с его помощью вертикальных углов с действительными значениями, задаваемыми установкой 1 разряда в диапазоне от минус 50° до плюс 90° в следующих значениях: минус 45°, минус 30°, 0°, 30°, 45°.

Установить поверяемой тахеометр на поворотный стол установки 1 разряда. В соответствии с руководством по эксплуатации тахеометр привести в горизонтальное положение в двух плоскостях с использованием его штатных уровней.

Установить зеркало на объектив тахеометра.

Совместить оптическую ось тахеометра с оптической осью автоколлиматора.

Задать угол перемещения поворотного стола. После отработки установкой 1 разряда заданного угла необходимо довести зрительную трубу тахеометра к трубе автоколлиматора и вновь совместить автоколлимационное изображение (зафиксировать значение вертикального угла с экрана или лимба тахеометра  $\beta_i$ , а также зафиксировать действительное значение вертикального угла контрольного направления установки 1 разряда  $\beta_{\text{действ}}$ , где  $i$  – номер измерения). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от минус 45° до плюс 45° в следующих значениях: минус 45°, минус 30°, 0°, 30°, 45°.

Для каждого углового положения провести измерения не менее десяти раз. Результаты



измерений записать во внутреннюю память тахеометра и в журнал произвольной формы.

10.1.5 Систематическую составляющую погрешности измерений вертикальных углов вычислить по формуле (4):

$$D_{\beta_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (\beta_i - \beta_{\text{действ}})}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  – количество измерений, выполненных с помощью поверяемого тахеометра в угловом положении;

$\beta_i$  – значение вертикального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

$\beta_{\text{действ}}$  – значение вертикального угла, полученное на установке 1 разряда.

Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений вертикальных углов вычислить по формуле (5):

$$S_{\beta_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\beta_i - \bar{\beta}_i)^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где  $\bar{\beta}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{n}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений углов.

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,997) вычислить по формуле (6):

$$\Delta_{\beta_i} = \pm (|D_{\beta_i}| + 3S_{\beta_i}), \quad (6)$$

Максимальным значением доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,997) считается максимальное значение доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,997) ( $\Delta_{\beta}$ ) поверяемого тахеометра из полученных по формуле (6).

10.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов находятся в границах допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,997) и составляют  $\pm 2''$ .

## 10.2 Определение максимальной абсолютной погрешности измерений расстояний

10.2.1 Определить максимальную абсолютную погрешность путём сличения на эталоне 2 разряда – эталонном базисном комплексе. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7. Измерить фазовым светодальномером (из состава эталонного базисного комплекса) линии базиса эталонного базисного комплекса во всём диапазоне работы поверяемых тахеометров (не менее 3-х линий). Полученные значения линий считать эталонными. Затем измерить эти же линии поверяемым тахеометром, в соответствии с документом «Тахеометры электронные 6Та2-МО. Руководство по эксплуатации» не менее 10 раз. Повторить измерения во всех режимах работы тахеометра.

10.2.2 Абсолютную погрешность измерений расстояний вычисляют по формуле (7):

$$R_{L_j} = L_{ij} - L_{\text{действ}j}, \quad (7)$$

где  $L_{ij}$  – полученное значение  $j$ -го расстояния  $i$ -м приёмом по поверяемому тахеометру;

$L_{\text{действ}j}$  – эталонное (действительное) значение  $j$ -го расстояния, полученное с помощью дальномера.

Максимальным значением абсолютной погрешности измерений расстояний считается максимальное значение абсолютной погрешности измерений расстояний ( $R_L$ ) поверяемого тахеометра из полученных по формуле (7).

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения максимальной абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах:  $\pm(2+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$  мм при использовании отражательного режима на отражатель призменный и  $\pm(5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$  мм для режима без отражателя, где  $L$  – измеряемое расстояние, мм.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты обработки измерений метрологических характеристик приведены в п.п. 10.1 - 10.2.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки тахеометра подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт тахеометра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформить в соответствии с приказом № 2510 от 31.07.2020 г. Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Начальник отделения НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Заместитель начальника НИО-8  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела № 83  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.М. Каверин

И.С. Сильвестров

А.В. Мазуркевич