

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов
2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

«ГСИ. Тахеометры электронные GT 362R10.
Методика поверки»

МП 651-25-026

р.п. Менделеево

2025 год

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на тахеометры электронные GT 362R10 (далее – тахеометры), изготовленные GEOALLEN CO., LTD., SUZHOU, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений, градус ¹⁾ горизонтальных углов вертикальных углов	от 0 до 360 от -45 до +90
Диапазон измерений расстояний ²⁾ , м отражательный режим на одну призму отражательный режим на светоотражающую плёнку диффузный режим	от 0,4 до 3500 от 0,4 до 1200 ³⁾ от 0,4 до 1200 ³⁾
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, секунда	1,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов, секунда	± 6
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний, мм отражательный режим на одну призму отражательный режим на светоотражающую плёнку диффузный режим	$\pm(2+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ⁴⁾ $\pm(2+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ^{4) 5)} $\pm(4+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ^{4) 6)} $\pm(3+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ^{4) 5)} $\pm(4+3 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ^{4) 6)}
Примечание:	
¹⁾ Здесь и далее по тексту: градус, секунда и минута – единицы измерений плоского угла.	
²⁾ При измерении расстояний в диапазоне от 0,4 до 1,5 м включ. наведение на цель осуществляется при помощи лазерного целеуказателя, при измерении расстояний от св. 1,5 до 3500 наведение на цель осуществляется при помощи окуляра зрительной трубы.	
³⁾ Измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины с коэффициентом отражения не менее 90 %.	
⁴⁾ Где L – измеряемое расстояние, мм.	
⁵⁾ В диапазоне измерений от 0,4 до 500 включ., м.	
⁶⁾ В диапазоне измерений св. 500 до 1200 включ., м.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость тахеометров к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г., к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений и непосредственного сличения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение допускаемого среднего квадратического отклонения измерений углов и абсолютной погрешности измерений углов	да	да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений расстояний	да	да	10.2
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, 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 поверяемых тахеометров:

- температура окружающего воздуха от 15 °C до 25 °C в лабораторных условиях;
- температура окружающего воздуха от минус 20 °C до плюс 60 °C в полевых условиях.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка тахеометров осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

4.2 К проведению поверки допускаются лица с высшим 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 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции по-верки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические тре-бования к средствам поверки, необ-ходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение допускаемого сред-него квадратиче-ского отклонения измерений углов и абсолютной по-грешности измере-ний углов	Диапазон измерений углов от 0° до 360° , доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 0,3''$, СКО $0,05''$, рабочий эталон 1-го разряда, по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.	Государственный рабочий эталон единицы плоского угла 1 разряда в диапазоне значений от 0° до 360° для горизонтального угла и от минус 50° до плюс 90° для вертикального угла, регистрационный номер эталона в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 3.1.ZZT.0282.2018.
10.2 Определение абсолютной по-грешности измере-ний расстояний	Средство измерений длины, рабочий эталон 2-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измере-ний длин от 0,4 м до 3500 м, предел допускаемой абсолютной погрешно-сти измерений длины $0,6+1\cdot10^{-6}\cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств из-мерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2024
10.1, 10.2	Диапазоны измерения влажности от 0 % до 99 %, температуры от минус 20°C до плюс 60°C , давления от 840 до 1060 гПа; пределы допуска-емой погрешности измерений влаж-ности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$, дав-ления ± 3 гПа	Измеритель влажности и темпе-ратуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (вспомогательное средство)

Примечания:

- 1) Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.
- 2) Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обес-печивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства из-мерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его по-верке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к госуда-рственным первичным эталонам единиц величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре тахеометров установить:

- комплектность тахеометров и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на тахеометры, 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 (в соответствии с ЭД);
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

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

8.2 При опробовании установить соответствие тахеометров следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность тахеометров с использованием всех функциональных режимов в соответствии с указаниями раздела 11 «Настройки» РЭ.

Если перечисленные требования не выполняются, тахеометры признаются негодными к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер ПО следует получить после запуска ПО (на главном окне программы через меню «Настройки → Информация»).

Результаты операции поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Android TS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	20240919

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение допускаемого среднего квадратического отклонения измерений углов и абсолютной погрешности измерений углов

10.1.1 Определить среднее квадратическое отклонение и абсолютную погрешность

измерений горизонтальных и вертикальных углов с помощью государственного рабочего эталона единицы плоского угла 1 разряда в диапазоне значений от 0° до 360° для горизонтального угла и от минус 50° до плюс 90° для вертикального угла (далее - установка 1 разряда).

10.1.2 Среднее квадратическое отклонение и абсолютную погрешность измерений горизонтальных углов тахеометров определить путем сравнения значений измеренных с их помощью горизонтальных углов с действительными значениями этих углов, заданных установкой 1 разряда в диапазоне от 0 градусов до 360 градусов с шагом 60 градусов.

Для этого тахеометр установить на поворотный стол электромеханической системы. В соответствии с РЭ на тахеометр привести его в горизонтальное положение в двух плоскостях с использованием его штатных уровней.

Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7.

Далее запустить рабочую программу на ПЭВМ из состава установки 1 разряда.

В основном окне программы необходимо активировать вкладку «Вертикальная ось». Задать на установке 1 разряда угол равный 90° градусов, при этом «коромысло» с автоколлиматором займет положение параллельное поворотному столу установки 1 разряда.

Установить зеркало на объектив тахеометра.

Совместить оптическую ось тахеометра с оптической осью автоколлиматора. При этом критерием совмещения осей является появление автоколлимационного изображения марки в окне «Камера» рабочей программы. Точное совмещение производится при помощи кнопок перемещения изображения. Необходимо добиться полного совпадения изображения марки с осью ОY матрицы.

После настройки взаимного положения визирной оси тахеометра и поворотного «коромысла» эталона установить лимб или отсчетную шкалу тахеометра на значение $0^\circ 00'00''$, а затем кликнуть на кнопку программы «Установить ноль», при этом процессы измерения угла поворота, выполняемые угловыми сенсорами и автоколлиматором, синхронизируются, то есть будут иметь одну точку отсчета. Соответственно численное значение текущего относительного углового положения поворотного стола устанавливается равным нулю.

Активировать в основном окне программы вкладку «Горизонтальная ось». Задать угол перемещения поворотного столика. После отработки установкой 1 разряда заданного угла необходимо довести зрительную трубу тахеометра к неподвижно закрепленному автоколлиматору и вновь совместить автоколлимационное изображение (записать значение горизонтального угла с экрана или лимба тахеометра α_i , а также зафиксировать действительное значение горизонтального угла контрольного направления в соответствующем окне программы установки 1 разряда $\alpha_{\text{действ.}}$, где i – номер измерения). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от 0 градусов до 360 градусов с шагом 60 градусов.

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 Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтальных углов вычислить по формуле (1):

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

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

α_i – значение горизонтального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

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

Абсолютную погрешность горизонтальных углов вычислить по формуле (2):

$$\Delta_{\alpha_i} = \alpha_i - \alpha_{\text{действ.}}, \quad (2)$$

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

10.1.4 Среднее квадратическое отклонение и абсолютную погрешность измерений вертикальных углов тахеометров определить путем сравнения значений измеренных с их помощью вертикальных углов с действительными значениями, задаваемыми установкой 1 разряда (из состава эталона единицы плоского угла) в диапазоне от минус 45 градусов до плюс 90 градусов в следующих значениях: минус 45 градусов, минус 30 градусов, далее с шагом 30 градусов.

Для этого тахеометр установить на поворотный стол установки 1 разряда. В соответствии с РЭ на тахеометр привести его в горизонтальное положение в двух плоскостях с использованием его штатных уровней.

Далее запустить рабочую программу на ПЭВМ из состава установки 1 разряда.

В основном окне программы необходимо активировать вкладку «Вертикальная ось». Задать на установке 1 разряда угол равный 90 градусов, при этом «коромысло» с автоколлиматором займет положение, соответствующее нижней крайней точке рабочего диапазона.

Далее установить зеркало на объектив СИ.

Совместить оптическую ось тахеометра с оптической осью автоколлиматора. При этом критерием совмещения осей является появление автоколлимационного изображения марки в окне «Камера» рабочей программы. Точное совмещение произвести при помощи кнопок перемещения изображения. Необходимо добиться полного совпадения изображения марки с осью ОХ матрицы.

Активировать в основном окне программы вкладку «Вертикальная ось» и произвести измерение. Задать угол перемещения поворотного коромысла. После отработки установкой 1 разряда заданного угла необходимо довести зрительную трубу тахеометра к трубе автоколлиматора и вновь совместить автоколлимационное изображение (записать значение вертикального угла с экрана или лимба тахеометра β_i , а также зафиксировать действительное значение вертикального угла контрольного направления в соответствующем окне программы установки 1 разряда $\beta_{\text{действ}}$, где i – номер измерения). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от минус 45 градусов до плюс 90 градусов в следующих значениях: минус 45 градусов, минус 30 градусов, далее с шагом 30 градусов.

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 Среднее квадратическое отклонение измерений вертикальных углов вычислить по формуле (3):

$$S_{\beta_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\beta_i - \bar{\beta}_i)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

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

β_i – значение вертикального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

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

Абсолютную погрешность вертикальных углов вычислить по формуле (4):

$$\Delta_{\beta_i} = \beta_i - \beta_{\text{действ}}, \quad (4)$$

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

За допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов поверяемого тахеометра принять максимальное значение среднего квадратического отклонения, рассчитанное по формулам (1) и (3); за абсолютную погрешность измерений углов поверяемого тахеометра принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формулам (2) и (4).

10.1.6 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазоне измерений горизонтального и вертикального углов составляют от 0 градусов до плюс 360 градусов и от минус 45 градусов до плюс 90 градусов соответственно, значения среднего квадратического отклонения измерений углов составляют не более 1,5", значения абсолютной погрешности измерений углов находятся в пределах $\pm 6''$.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений расстояний

10.2.1 Определить абсолютную погрешность измерений расстояний используя рабочий эталон 2 разряда – эталонный базисный комплекс. Проконтролировать климатические условия на месте проведения поверки при помощи измерителя влажности и температуры ИВТМ-7. Выбрать линии базиса эталонного базисного комплекса во всём диапазоне работы поверяемого тахеометра (не менее 3-х линий), измерить выбранные линии поверяемым тахеометром в соответствии с РЭ на тахеометры не менее 10 раз. Повторить измерения во всех заявленных режимах.

10.2.2 Абсолютную погрешность измерений расстояний вычисляют по формуле (5):

$$R_{Lj} = L_{ij} - L_{\text{действ}} , \quad (5)$$

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

$j=1\dots N$ – номер приема измерения, $i=1\dots M$ – номер базисной линии;

$L_{\text{действ}} -$ эталонное (действительное) значение j -го расстояния из паспорта на эталонный базисный комплекс.

Максимальным значением абсолютной погрешности измерений расстояний считается максимальное значение абсолютной погрешности измерений расстояний поверяемого тахеометра из полученных по формуле (5).

10.2.3 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазоне измерений расстояний от 0,4 до 3500 м включительно для отражательного режима на одну призму, значение абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, вычисленных их выражений $\pm(2+2\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм; в диапазоне измерений расстояний от 0,4 до 500 м включительно для отражательного режима на светоотражающую плёнку, значение абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, вычисленных их выражений $\pm(2+2\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм, в диапазоне измерений расстояний свыше 500 до 1200 м включительно для отражательного режима на светоотражающую плёнку, значение абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, вычисленных их выражений $\pm(4+2\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм; в диапазоне измерений расстояний от 0,4 до 500 м включительно для диффузного режима, значение абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, вычисленных их выражений $\pm(3+2\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм, в диапазоне измерений расстояний свыше 500 до 1200 м включительно для диффузного режима, значение абсолютной погрешности измерений расстояний находятся в пределах, вычисленных их выражений $\pm(4+3\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм, где L – измеряемое расстояние, мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки тахеометров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца тахеометров или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки, или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

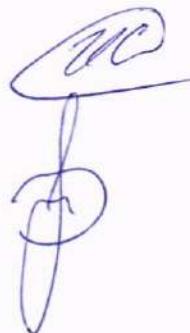
11.3 По заявлению владельца тахеометров или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения
по научной работе НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»



И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Мазуркевич