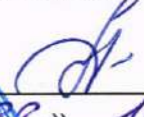


СОГЛАСОВАНО

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




А.Н. Щипунов
«22» 10 2025 г.

«ГСИ. Тахеометр электронный Leica TS60 I.
Методика поверки»

МП 651-25-049

пгт. Менделеево

2025 год

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на тахеометр электронный Leica TS60 I (далее – тахеометр), зав. номер 895497, изготовленный «Leica Geosystems AG», Швейцария, используемый в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений и средств измерений плоского угла, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежит тахеометр до ввода его в эксплуатацию. Периодической поверке подлежит тахеометр, находящийся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

1.3 Необходимо обеспечение прослеживаемости тахеометра к Государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений углов, градус ¹⁾ горизонтальных вертикальных	от 0 до 360 от -50 до +90
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, секунда	0,15
Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99), секунда	±0,5
Диапазон измерений расстояний, м стандартная призма	от 1,5 до 3500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний, мм стандартная призма	$\pm(0,2 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ ²⁾
Диапазон компенсации, минута	±4
Допускаемая систематическая погрешность компенсатора, секунда	±0,5
Примечания: ¹⁾ Здесь и далее по тексту: градус, минута и секунда - единицы измерений плоского угла. ²⁾ Где L - измеряемое расстояние, мм.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость тахеометра 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.

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 которой выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
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	-	-	10
Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения измерений углов и доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99)	да	да	10.1
Проверка диапазона измерений расстояний и определение абсолютной погрешности измерений расстояний на стандартную призму	да	да	10.2
Проверка диапазона компенсации и определение систематической погрешности компенсатора	да	да	10.3
Оформление результатов поверки	да	да	11

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

2.3 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.4 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 поверяемого тахеометра:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С в лабораторных условиях;
- температура окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 50 °С в полевых условиях;
- атмосферное давление от 85 до 105 кПа;
- относительная влажность воздуха до 95 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

4.2 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 тахеометр 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 поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения измерений углов и доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99)	Средство измерений углов, рабочий эталон 1-го разряда - установки для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров, коллиматорные стенды, диапазон измерений углов от 0° до 360°, доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 0,2''$, СКО 0,05'', 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 Проверка диапазона измерений расстояний и определение абсолютной погрешности измерений расстояний на стандартную призму	Государственный первичный специальный эталон единицы длины, диапазон измерений длин: L до 60 м, среднее квадратическое отклонение результата измерений (в режиме измерений приращений координат) $S = 25$ мкм, неисключенная систематическая погрешность (при доверительной вероятности 0,99) $\Theta(p) = \pm 19$ мкм; L от 24 до 3000 м, среднее квадратическое отклонение результата измерений $S = 0,03 \dots 0,7$ мм, неисключенная систематическая погрешность (при доверительной вероятности 0,99) $\Theta(p) = \pm 0,2$ мм; L от 1 до 4000 км, пределы допускаемого абсолютного среднего квадратического отклонения результата измерений $S = 1 \dots 20$ мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений 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

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.3 Проверка диапазона компенсации и определение систематической погрешности компенсатора	Средство измерений углов, рабочий эталон 1-го разряда - автоколлиматоры, поворотные столы, экзаменаторы, диапазон измерений углов от 0° до $4'$, доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 0,2''$, 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 соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482, в диапазоне значений от 0 до $8'$, рабочий диапазон задания углов наклона установочный $\pm 8'$, расширенная неопределенность измерений угла отклонения визирной оси исследуемого прибора при работе компенсатора $\pm 0,2''$, регистрационный номер эталона в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 3.1.ZZT.0283.2018.
10.1 Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения измерений углов и доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99) 10.3 Проверка диапазона компенсации и определение систематической погрешности компенсатора	Диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от минус 20°C до плюс 60°C , давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры 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 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 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 тахеометра установить:

- комплектность тахеометра и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения 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 управляющей 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 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 (вспомогательных средств поверки), включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- тахеометр и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

8.2 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 в соответствии с указаниями Приложения 4 «Проведение измерений» РЭ.

Если перечисленные требования не выполняются, тахеометр признают негодным 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 получить при подключении тахеометра к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

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	Leica Captive MS/TS fw
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.2

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения измерений углов и доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99)

10.1.1 Для подтверждения диапазона измерений углов, определения среднего квадратического отклонения измерений углов и доверительных границ абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99) с помощью рабочего эталона единицы плоского угла 1 разряда в диапазоне значений от 0 градусов до 360 градусов (далее - установка 1 разряда) необходимо выполнить следующие операции - подтвердить диапазон измерений углов, определить среднее квадратическое отклонение и доверительные границы абсолютной погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,99) поверяемого тахеометра с помощью установки 1 разряда.

10.1.2 Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения и 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 градусов до 360 градусов с шагом 60 градусов.

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

Установить поверяемый 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 α_i (где i – номер углового положения), а также зафиксировать действительное значение горизонтального угла контрольного направления установки 1 разряда $\alpha_{\text{действ}_i}$). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от 0 градусов до 360 градусов с шагом 60 градусов ($i = 1 \dots 6$).

Для каждого i -го углового положения провести измерения не менее десяти раз ($j = 1 \dots n$, где $n \geq 10$). 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):

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

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

α_{ij} – значение горизонтального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

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

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

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

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

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,99) вычислить по формуле (3):

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

Максимальные значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,99) считаются значениями доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов (при доверительной вероятности 0,99) (Δ_{α}) поверяемого тахеометра из полученных по формуле (3).

10.1.4 Проверка диапазона измерений углов, определение среднего квадратического отклонения и доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов тахеометра с помощью установки 1 разряда.

Среднее квадратическое отклонение и 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 градусов до плюс 90 градусов в следующих значениях: минус 50 градусов, минус 30 градусов, далее с шагом 30 градусов.

Установить поверяемый 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 β_i (где i – номер углового положения), а также зафиксировать действительное значение вертикального угла контрольного направления установки 1 разряда $\beta_{\text{действ}_i}$). Исследование угломерных характеристик тахеометра произвести в диапазоне от минус 50 градусов до плюс 90 градусов в следующих значениях: минус 50 градусов, минус 30 градусов, далее с шагом 30 градусов ($i = 1 \dots 4$).

Для каждого i -го углового положения провести измерения не менее десяти раз ($j = 1 \dots n$, где $n \geq 10$). 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):

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

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

β_{ij} – значение вертикального угла, полученное на поверяемом тахеометре;

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

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

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

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

Доверительные границы абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,99) вычислить по формуле (6):

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

Максимальные значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,99) считаются значениями доверительных границ абсолютной погрешности измерений вертикальных углов (при доверительной вероятности 0,99) (Δ_{β}) поверяемого тахеометра из полученных по формуле (6).

10.1.6 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазонах измерений горизонтального и вертикального углов от 0 градусов до 360 градусов и от минус 50 градусов до плюс 90 градусов соответственно, значение среднего квадратического отклонения измерений углов не более 0,15 секунд, значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов находятся в границах допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,99) $\pm 0,5$ секунд, что соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 2-го разряда по действующей государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26 ноября 2018 г.

10.2 Проверка диапазона измерений расстояний и определение абсолютной погрешности измерений расстояний на стандартную призму

10.2.1 Проверка диапазона измерений расстояний и определение абсолютной погрешности измерений расстояний на стандартную призму провести на ГЭТ 199-2024.

10.2.2 Для определения абсолютной погрешности измерения расстояний в диапазоне до 60 метров подготовить эталонный измерительный комплекс длины в диапазоне до 60 м (далее - ЭИКД60) из состава ГЭТ 199-2024 к выполнению измерений в соответствии с ЭД. Установить тахеометр в специальное посадочное место, расположенное вначале ЭИКД60, и привести его в рабочее положение в соответствии с РЭ. Установить отражатель из комплекта тахеометра на подвижную платформу ЭИКД60. Вращением наводящих винтов навести зрительную трубу тахеометра на центр отражателя. Ввести в память тахеометра метеопараметры, полученные от средств измерений метеопараметров из состава ГЭТ 199-2024. Установить подвижную платформу ЭИКД60 на дистанцию 1,5 м. Снять показания ЭИКД60 и принять полученное значение дистанции ($L_{действ\ j}$) за действительное значение расстояния базисной линии. Полученное значение расстояния занести в журнал измерений. Выполнить измерения базисной линии тахеометром (L_{ij}) не менее 30 раз. Результат измерений сохранить во внутреннюю память тахеометра или занести в журнал измерений.

10.2.3 Переместить подвижную платформу ЭИКД60 на дистанцию 2,5 м равную единице измерительного масштаба, определяемого частотой повторения фемтосекундных импульсов,

воспроизводимых интерферометрической измерительной системой на основе фемтосекундного лазера. Снять показания ЭИКД60 и принять полученное значение дистанции ($L_{\text{действ}j}$) за действительное значение расстояния базисной линии. Полученное значение расстояния занести в журнал измерений. Выполнить измерения базисной линии тахеометром (L_{ij}) не менее 30 раз. Результат измерений сохранить во внутреннюю память тахеометра или занести в журнал измерений.

10.2.4 Провести операции по п. 10.2.3 во всех точках повторения фемтосекундных импульсов, воспроизводимых интерферометрической измерительной системой на основе фемтосекундного лазера, в диапазоне до 60 м с регистрацией результатов измерений.

10.2.5 Для определения абсолютной погрешности измерения расстояний в диапазоне свыше 60 до 3500 м выбрать и подготовить пять базисных линий в диапазоне свыше 60 до 3500 м, обеспечивающих выполнение измерений во всём заявленном диапазоне длин линий. Контрольные значения длин базисных линий предварительно измерить с помощью измерительных средств из состава ГЭТ 199-2024 по методикам, приведенным в ЭД на ГЭТ 199-2024.

Установить тахеометр на начальном пункте линейного базиса, привести его в рабочее положение в соответствии ЭД, на выбранных концах базисных линий установить отражатели из комплекта тахеометра. Ввести в память тахеометра метеопараметры, полученные от средств измерений метеопараметров из состава ГЭТ 199-2024. Выполнить измерения расстояний выбранных базисных линий (на каждом отрезке базисной линии выполнить измерения не менее 30 раз).

Результаты измерений сохранить во внутреннюю память тахеометра или занести в журнал измерений.

Не ранее чем через пять суток повторить серию измерений по п. 10.2.4.

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

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

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 ЭИКД60 в диапазоне до 60 метров и измерительных средств в диапазоне до 3500 метров.

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений расстояний считаются значениями абсолютной погрешности измерений расстояний (R_L) поверяемого тахеометра.

10.2.7 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазоне измерений расстояний на стандартную призму от 1,5 до 3500 м, значения абсолютной погрешности измерений расстояний на стандартную призму находятся в пределах, определяемых из выражения $\pm(0,2+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм при использовании стандартной призмы, где L – измеряемое расстояние в миллиметрах, что соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда по действующей государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г.

10.3 Проверка диапазона компенсации и определение систематической погрешности компенсатора

10.3.1 Систематическая составляющая погрешности компенсатора во всем его диапазоне определяется с помощью государственного рабочего эталона единицы плоского угла 1 разряда (далее – эталон). Эталон настроить согласно эксплуатационной документации на него.

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

10.3.3 Разместить тахеометр на установочной площадке эталона таким образом, чтобы один из подъемных винтов его трегера располагался вдоль линии визирования, и привести его в рабочее положение. Навести горизонтальную нить сетки зрительной трубы тахеометра на нить коллиматора из состава эталона. Вращением винта эталона наклонить столик так, чтобы

вывести компенсатор за предел рабочего диапазона. Отметить отсчет K^- на эталоне, при котором компенсатор перестает работать. Вывести компенсатор за предел рабочего диапазона вращением винта эталона в противоположном направлении. Отметить отсчет K^+ на эталоне, при котором компенсатор перестает работать. Значение ДК диапазона компенсации вычислить по формуле (8):

$$\text{ДК} = \pm (K^- - K^+)/2, \quad (8)$$

10.3.4 Определение систематической составляющей погрешности компенсатора выполнить во всем его диапазоне с шагом в 1 секунду при наклоне оси тахеометра вперед и назад от среднего положения.

10.3.5 Разместить тахеометр на установочной площадке эталона таким образом, чтобы один из подъемных винтов его трегера располагался вдоль линии визирования, и привести его в рабочее положение. Навести горизонтальную нить сетки зрительной трубы тахеометра на нить коллиматора и зафиксировать отсчет b_0 по вертикальному кругу прибора. Изменить наклон тахеометра вдоль линии визирования эталоном на 1 секунду, навести горизонтальную нить сетки зрительной трубы тахеометра на нить коллиматора и зафиксировать отсчет $b_{\text{прям}}$ по вертикальному кругу прибора, выполнить вышеописанные действия изменяя наклон экзаменатора с шагом 1 секунда до крайнего рабочего положения компенсатора. Повторить измерения в обратном направлении до возвращения прибора в исходное положение фиксируя при этом значения $b_{\text{обр}}$.

10.3.6 Систематическую составляющую погрешности компенсатора вычислить по формуле (9):

$$\Delta_{ki} = \frac{(b_i - b_0)}{v_i}, \quad (9)$$

где Δ_{ki} - погрешность компенсатора на угловую минуту наклона, соответствующая i -му углу наклона тахеометра;

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

$b_i = \frac{(b_{\text{прям}} - b_{\text{обр}})}{2}$ - отсчет по вертикальному кругу тахеометра после его наклона на i -й угол и взведении на марку автоколлиматора;

v_i - значение i -го угла наклона оси тахеометра, фиксируемое на эталоне.

Выполнить определение систематической погрешности компенсатора во всем его диапазоне с шагом 1 секунда при наклоне оси тахеометра вперед и назад в продольном и поперечном направлении от среднего положения относительно линии визирования и вычислить среднее арифметическое из всех полученных значений Δ_{ki} . Среднее значение из двух приёмов принять за окончательный результат.

10.3.7 Результаты операции поверки считать положительными если значения диапазона компенсатора не менее ± 4 минуты, а значения систематической составляющей погрешности компенсатора не превышают $\pm 0,5$ секунд.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки тахеометра 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 тахеометра или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью по-

верителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его 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