

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс – М»

  
А. С. Никитин



«20» декабря 2018 г.

ТАХЕОМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ  
LEICA FLEXLINE TS03, LEICA FLEXLINE TS07, LEICA FLEXLINE TS10

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП АПМ 109-18

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные Leica FlexLine TS03, Leica FlexLine TS07, Leica FlexLine TS10 (далее - тахеометры), производства компании «Leica Geosystems AG», Швейцария, и устанавливают методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

### 1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверки	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений угла	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение абсолютной погрешности установки лазерного центра	7.3.4	Да	Да

### 2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011 – тахеометр электронный
7.3.2; 7.3.3	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС (рег. № 44753-16)
7.3.4	Линейка измерительная металлическая (рег. № 66266-16)
Примечание – Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики.	

### 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы, имеющие достаточные знания и опыт работы с тахеометрами.

### 4 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации, правилам по технике безопасности, действующие на месте проведения поверки и требованиям МЭК-825 «Радиационная безопасность лазерной продукции, классификация оборудования, требования и руководство для потребителей»,

а также правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88.

## 5 Условия поверки

5.1 Поверка тахеометров может быть проведена в полевых или лабораторных условиях.

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| - температура окружающей среды, °С       | (20±5)                      |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) | 630...800<br>(84,0...106,7) |

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 50 °С.

## 6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства измерений;
- тахеометр и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- тахеометр и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие тахеометра следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики тахеометра;
- наличие маркировки и комплектность согласно требованиям эксплуатационной документации на тахеометр;

Если перечисленные требования не выполняются, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

### 7.2 Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения

7.2.1 При опробовании должно быть установлено 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 всех функциональных режимов и узлов;
- дискретность отсчета измерений углов и расстояний должны соответствовать эксплуатационной документации.

7.2.2 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

Для идентификация встроенного ПО «Leica FlexField» включите тахеометр электронный, в открывшемся интерфейсе пользователя путем выбора вкладок «Пользователь» -> «O FlexField» в появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия встроенного ПО.

Для идентификации встроенного ПО «Leica Captivate» включите тахеометр электронный, в открывшемся интерфейсе пользователя путем выбора вкладок "Настройки" - "O Leica Captivate" - вкладка "ПО" отображается наименование и версия встроенного ПО.



Для идентификации ПО «Leica Instrument Tools» запустите ПО на персональном компьютере, далее через интерфейс пользователя путем выбора вкладок «Справка» -> «О программе» появиться диалоговое окно с наименованием и версией офисного ПО.

Для идентификация офисного ПО «Leica Geo Office» необходимо запустить ПО на персональном компьютере и, через интерфейс пользователя выбрать, «Справка» -> «О программе». В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Для идентификация офисного ПО «Leica Infinity» необходимо запустить ПО на персональном компьютере и, через интерфейс пользователя, выбрать вкладку «Help & Support» -> «About Leica Infinity». В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия офисного ПО.

Номер версии и наименование ПО должно соответствовать данным приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Leica FlexField	Leica Captivate	Leica Instrument Tools	Leica Geo Office	Leica Infinity
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.00	4.00	1.0	8.40	3.0.1

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

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений расстояний

Абсолютная погрешность измерений и СКП измерений расстояний определяется путем сличения с эталонным тахеометром 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011.

Необходимо провести многократно, не менее 10 раз, измерения не менее 3 значений расстояний, действительные длины которых расположены в заявляемом диапазоне измерений расстояний поверяемого тахеометра и определены с помощью эталонного тахеометра 1-го разряда по ГОСТ Р 8.750-2011.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) расстояний определяется по формуле:

$$\Delta S = \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n_j} - S_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n_j})^2}{n_j - 1}}, \quad (1)$$

где  $\Delta S$  – абсолютная погрешность измерений  $j$ -го расстояния, мм;

$S_{0j}$  - эталонное (действительное) значение  $j$ -го расстояния, полученное по эталонному тахеометру;

$S_{ij}$  - полученное значение  $j$ -го расстояния  $i$ -м приемом по поверяемому тахеометру;

$n_j$  – число приемов измерений  $j$ -го расстояния.

Средняя квадратическая погрешность измерений каждой линии вычисляется по формуле:

$$m_{S_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (S_{0j} - S_{ij})^2}{n_j}}, \quad (2)$$

где  $m_{S_j}$  – средняя квадратическая погрешность измерения  $j$ -го расстояния.

Значение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений расстояний должны соответствовать значениям, приведённым в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требование п.7.3.1. не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

### 7.3.2 Определение систематической составляющей погрешности компенсатора

Систематическая погрешность компенсатора во всем его диапазоне определяется с помощью предметного столика коллиматорного станда и вычисляется по выражению:

$$\sigma_i = \frac{(b_1 - b_i)}{v_i}, \quad (1)$$

где  $\sigma_i$  - систематическая погрешность компенсатора, ";

$b_1$  - 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, '.

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

Систематическая погрешность компенсатора должна соответствовать значениям, приведённым в Приложении А к настоящей программе.

### 7.3.3 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений угла

Абсолютная погрешность и СКП измерений угла определяется на эталонном коллиматорном станде путем многократных измерений (не менее четырех циклов измерений, состоящих из измерений в положении «Круг право» (КП) и «Круг лево» (КЛ) горизонтального угла ( $90 \pm 30$ )° и вертикального угла (более  $\pm 20$ °).

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

$$\Delta_{v_i} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} - V_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( V_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} \right)^2}{n - 1}}, \quad (3)$$

где  $\Delta_{v_i}$  – абсолютная погрешность измерений горизонтального (вертикального) угла, ";

$V_{0j}$  - значение горизонтального (вертикального) угла по эталонному коллиматорному станду, взятое из свидетельства о поверке (сертификата о калибровке) на него, ";

$V_{ij}$  – значение горизонтального (вертикального) угла, по поверяемому тахеометру, ";

$n$  – число измерений.



Средняя квадратическая погрешность измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

$$m_{V_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}}, \quad (4)$$

где  $m_{V_i}$  – средняя квадратическая погрешность измерений горизонтального (вертикального) угла, ";

$V_i$  – разность между измеренным поверяемым тахеометром значением  $i$ -го горизонтального (вертикального) угла и значением  $i$ -го горизонтального (вертикального) угла по эталонному коллиматорному стенду, взятому из свидетельства о поверке на него, ";

$n$  – число измерений.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений углов не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если требование п.7.3.3. не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

#### 7.3.4. Определение абсолютной погрешности установки лазерного центрира.

Абсолютная погрешность лазерного центрира определяется с помощью линейки измерительной, установленной под центриром на расстоянии 1,5м и вычисляется как полуразность двух отсчетов, полученных по линейке взятых при установке алидады тахеометра через 180°. Отклонение оси центрира от вертикальной оси вращения тахеометра не должно превышать  $\pm 1,5$  мм.


### 8 Оформление результатов поверки.

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики поверки.

8.2 При положительных результатах поверки, тахеометр признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и / или поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки, тахеометр признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела  
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

**Приложение А**  
(Обязательное)

**Метрологические характеристики**

Таблица А.1 - Метрологические характеристики тахеометров электронных Leica FlexLine TS03

Наименование характеристики	Значение		
	Leica FlexLine TS03 2"	Leica FlexLine TS03 3"	Leica FlexLine TS03 5"
Модификация			
Диапазон компенсации компенсатора, ', не менее	±4		
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора, "	±0,5	±1,0	±1,5
Диапазон измерений: - углов, ° - расстояний, м: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм - диффузный режим	от 0 до 360  от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 5400,0 от 1000,0 до 10000,0  от 1,5 до 250,0  от 1,5 до 1300,0 от 1,5 до 500,0		
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±4	±6	±10
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	2	3	5
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим - режим увеличенной дальности - отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм - диффузный режим	$\pm 2 \cdot (1,0 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  $\pm 2 \cdot (1,0 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  $\pm 2 \cdot (5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ , где D – измеряемое расстояние, мм		
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - отражательный режим - режим увеличенной дальности - отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм - диффузный режим	$1,0 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$  $1,0 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$  $5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ , где D – измеряемое расстояние, мм		

Таблица А.2 - Метрологические характеристики тахеометров электронных Leica FlexLine TS07

Наименование характеристики	Значение				
	Leica FlexLine TS07 1"	Leica FlexLine TS07 2"	Leica FlexLine TS07 3"	Leica FlexLine TS07 5"	Leica FlexLine TS07 7"
Модификация					
Диапазон компенсации компенсатора, ', не менее	±4				
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора, "	±0,5	±0,5	±1	±1,5	±2
Диапазон измерений: - углов, ° - расстояний, м: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм - диффузный режим	от 0 до 360  от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 5400,0  от 1000,0 до 10000,0  от 1,5 до 250,0  от 1,5 до 1300,0 от 1,5 до 500,0* от 1,5 до 1000,0**				
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±2	±4	±6	±10	±14
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	1	2	3	5	7
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - отражательный режим - режим увеличенной дальности - отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм - диффузный режим: - при измерении расстояний от 1,5 до 500,0 м включ. - при измерении расстояний св. 500 до 1000 м включ.	$1+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $1+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ , где D – измеряемое расстояние, мм				



<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отражательный режим</li> <li>- режим увеличенной дальности</li> <li>- отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- диффузный режим: <ul style="list-style-type: none"> <li>- при измерении расстояний от 1,5 до 500,0 м включ.</li> <li>- при измерении расстояний св. 500 до 1000 м включ.</li> </ul> </li> </ul>	$\pm 2 \cdot (1,0 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
	$\pm 2 \cdot (5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
	$\pm 2 \cdot (1 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
	$\pm 2 \cdot (5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
	$\pm 2 \cdot (4 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D),$ где D – измеряемое расстояние, мм
<p>* - для модификации R500 ** - для модификации R1000</p>	

Таблица А.3 - Метрологические характеристики тахеометров электронных Leica FlexLine TS10

Наименование характеристики	Значение			
	Leica FlexLine TS10 1"	Leica FlexLine TS10 2"	Leica FlexLine TS10 3"	Leica FlexLine TS10 5"
Диапазон компенсации компенсатора, ', не менее	±4			
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора, "	±0,5	±0,5	±1	±1,5
Диапазон измерений: <ul style="list-style-type: none"> <li>- углов, °</li> <li>- расстояний, м: <ul style="list-style-type: none"> <li>- отражательный режим (1 призма)</li> <li>- отражательный режим (3 призмы)</li> <li>- режим увеличенной дальности (1 призма)</li> <li>- отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- диффузный режим</li> </ul> </li> </ul>	от 0 до 360  от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 5400,0 от 1000,0 до 10000,0  от 1,5 до 250,0  от 1,5 до 1300,0 от 1,5 до 500,0* от 1,5 до 1000,0**			
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), "	±2	±4	±6	±10
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, "	1	2	3	5

<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отражательный режим</li> <li>- режим увеличенной дальности</li> <li>- отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- диффузный режим: <ul style="list-style-type: none"> <li>- при измерении расстояний от 1,5 до 500,0 м включ.</li> <li>- при измерении расстояний св. 500 до 1000 м включ.</li> </ul> </li> </ul>	$1,0+1,5\cdot 10^{-6}\cdot D$ $5+2\cdot 10^{-6}\cdot D$ $1,0+1,5\cdot 10^{-6}\cdot D$ $5+2\cdot 10^{-6}\cdot D$ $2+2\cdot 10^{-6}\cdot D$ $4+2\cdot 10^{-6}\cdot D,$ <p>где D – измеряемое расстояние, мм</p>
<p>Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отражательный режим</li> <li>- режим увеличенной дальности</li> <li>- отражательный режим на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку (60×60) мм</li> <li>- диффузный режим: <ul style="list-style-type: none"> <li>- при измерении расстояний от 1,5 до 500,0 м включ.</li> <li>- при измерении расстояний св. 500 до 1000 м включ.</li> </ul> </li> </ul>	$\pm 2\cdot(1,0+1,5\cdot 10^{-6}\cdot D)$ $\pm 2\cdot(5+2\cdot 10^{-6}\cdot D)$ $\pm 2\cdot(1,0+1,5\cdot 10^{-6}\cdot D)$ $\pm 2\cdot(5+2\cdot 10^{-6}\cdot D)$ $\pm 2\cdot(2+2\cdot 10^{-6}\cdot D)$ $\pm 2\cdot(4+2\cdot 10^{-6}\cdot D),$ <p>где D – измеряемое расстояние, мм</p>
<p>* - для модификации R500  ** - для модификации R1000</p>	