



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»

А. С. НИКИТИН

«01» сентября 2016 г.

Тахеометры электронные
Leica FlexLine TS02plus, Leica FlexLine TS06plus, Leica FlexLine TS09plus.
Методика поверки.

МП АПМ 05-16

г. Москва
2016 г.

1. Методика поверки

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные Leica FlexLine TS02plus, Leica FlexLine TS06plus, Leica FlexLine TS09plus, производства компании «Leica Geosystems AG», Швейцария (далее – тахеометры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

2. Операции поверки

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

Таблица 1.

№№ пункта	Наименование операции	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
8.1.	Внешний осмотр	Да	Да
8.2.	Опробование	Да	Да
8.3.	Определение погрешностей измерений расстояний	Да	Да
8.4.	Определение погрешностей измерений углов	Да	Да

3. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны, приведённые в таблице 2.

Таблица 2.

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов и их основные метрологические и технические характеристики
8.1	Эталоны не применяются
8.2	Эталоны не применяются
8.3	Фазовый светодалномер (тахеометр электронный) 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011
8.4	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС, СКО $\pm 0,3''$, Госреестр СИ № 44753-10

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

4. Требования к квалификации поверителей

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

5. Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на тахеометры, поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

6. Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С (20 \pm 10)
- относительная влажность воздуха, % не более 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84,0..106,7 (630..800)
- изменение температуры окружающей среды во время измерений, °С/чне более 2

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра, колебаний изображения в зрительной трубе тахеометра и защите тахеометра от прямых солнечных лучей.

7. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- тахеометры и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- тахеометр и средства поверки выдерживают на месте проведения поверочных операций в течение времени, установленного в эксплуатационной документации;
- тахеометр и эталоны должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги).

8. Проведение поверки

8.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие сканеров следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики тахеометра;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на тахеометр;
- оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения

8.2. Опробование

При опробовании должно быть установлено 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 всех функциональных режимов и узлов.
- идентификационные данные программного обеспечения (далее - ПО) должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3.

Идентификационное наименование ПО	«Leica FlexField»	«Leica Instrument Tools»	«Leica Geo Office»	«Leica Infinity»
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	6.0	8.4	8.4	2.1

Идентификация ПО «Leica FlexField» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Инструм.» -> «СисИнфо».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация ПО «Leica Instrument Tools» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Help» -> «About».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация ПО «Leica Geo Office» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Справка» -> «О программе».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация ПО «Leica Infinity» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Help & Support» -> «About Leica Infinity».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

8.3. Определение погрешностей измерений расстояний

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

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

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

где ΔS - 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 - число приемов измерений j-го расстояния.

Средняя квадратическая погрешность измерений каждого расстояния вычисляется по формуле:

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

где m_{S_j} - СКП измерений j-го расстояния.

Значение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и СКП измерений расстояний должны соответствовать значениям, приведённым в Приложении 1 к настоящей методике поверки.

Если требование п.8.3. не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.4. Определение погрешностей измерений углов

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

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

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

где Δ_{vi} - абсолютная погрешность измерений горизонтального (вертикального) угла, ...";

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

V_{ij} - значение горизонтального (вертикального) угла по поверяемому тахеометру, ...".

n - число измерений.

СКП измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле:

$$m_{v_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}},$$

где m_{v_i} - СКП 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.

Диапазон измерений углов должен составлять $(0 - 360)^\circ$.

Значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений углов не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей методике поверки.

Если требование п.8.4. не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Оформление результатов поверки

9.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями. Рекомендуемый образец протокола поверки приведен в Приложении 2 к настоящей методике поверки.

9.2. При положительных результатах поверки, тахеометр признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма

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

Начальник отдела
ООО «Автопрогресс-М»



Лапшинов В.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (обязательное)
Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики		
	TS02 3"	TS02 5"	TS02 7"
Модификация Диапазон измерений: - углов, ...° - расстояний, м, не менее: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку - диффузный режим	от 0 до 360 от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 250,0 ¹⁾ от 1,5 до 30,0 ²⁾ от 1,5 до 500,0 ²⁾³⁾		
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, ..."	3	5	7
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), ..."	±6	±10	±14
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: - отражательный режим - отражательный режим на отражающую пленку - диффузный режим	$1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ где D – измеряемое расстояние, мм		
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим - отражательный режим на отражающую пленку - диффузный режим	$\pm 2 \cdot (1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D – измеряемое расстояние, мм		
¹⁾ - измерения на отражающую плёнку (60мм × 60мм) с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007 ²⁾ - измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007 ³⁾ - для модификации R500			

Наименование характеристики	Значение характеристики				
	TS06 1"	TS06 2"	TS06 3"	TS06 5"	TS06 7"
Модификация Диапазон измерений: - углов, ...° - расстояний, м, не менее: - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку ¹⁾ - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку ¹⁾ - диффузный режим	от 0 до 360 от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 5400,0 от 1000 до 10000,0 от 1,5 до 250,0 от 1,5 до 1300,0 от 1,5 до 500,0 ²⁾³⁾ от 1,5 до 1000,0 ²⁾⁴⁾				
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, ..."	1	2	3	5	7

Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), ..."	±2	±4	±6	±10	±14	
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм: <ul style="list-style-type: none"> - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку¹⁾ - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку¹⁾ - диффузный режим от 1,5 до 500 м включ. - диффузный режим св. 500 до 1000 м включ. 				$1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$		
	где D – измеряемое расстояние, мм					
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: <ul style="list-style-type: none"> - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку¹⁾ - диффузный режим от 1,5 до 500 м включ. - диффузный режим св. 500 до 1000 м включ. 				$\pm 2 \cdot (1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$		
	где D – измеряемое расстояние, мм					
¹⁾ - измерения на отражающую плёнку (60мм × 60мм) с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007 ²⁾ - измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007 ³⁾ - для модификации R500 ⁴⁾ - для модификации R1000						

Наименование характеристики	Значение характеристики			
	TS09 1"	TS09 2"	TS09 3"	TS09 5"
Модификация				
Диапазон измерений: <ul style="list-style-type: none"> - углов, ...° - расстояний, м, не менее: <ul style="list-style-type: none"> - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку¹⁾ - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку¹⁾ - диффузный режим 	от 0 до 360 от 1,5 до 3500,0 от 1,5 до 5400,0 от 1000 до 10000,0 от 1,5 до 250,0 от 1,5 до 1300,0 от 1,5 до 500,0 ²⁾³⁾ от 1,5 до 1000,0 ²⁾⁴⁾			
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений углов, ..."	1	2	3	5
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), ..."	±2	±4	±6	±10

<p>Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений расстояний, мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку¹⁾ - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку¹⁾ - диффузный режим от 1,5 до 500 м включ. - диффузный режим св. 500 до 1000 м включ. 	$1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ <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"> - отражательный режим (1 призма) - отражательный режим (3 призмы) - отражательный режим увеличенной дальности (1 призма) - отражательный режим на отражающую пленку - отражательный режим увеличенной дальности на отражающую пленку¹⁾ - диффузный режим от 1,5 до 500 м включ. - диффузный режим св. 500 до 1000 м включ. 	$\pm 2 \cdot (1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (1,5+2,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (2+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (4+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ <p>где D – измеряемое расстояние, мм</p>
<p>¹⁾ - измерения на отражающую плёнку (60мм × 60мм) с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007</p> <p>²⁾ - измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения не менее 90% по ГОСТ 8.557-2007</p> <p>³⁾ - для модификации R500</p> <p>⁴⁾ - для модификации R1000</p>	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (рекомендуемое)
Рекомендуемый образец протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____

Дата и время проведения поверки: « ____ » _____ 20__ г.

Условия проведения поверки: _____

Тахеометр электронный _____, зав. № _____.

1. Внешний осмотр:

Требования	Результаты поверки
отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики тахеометра	
наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на тахеометр	
чистота и равномерная освещенность поля зрения оптических систем	
наименование ПО, номер его версии	

2. Опробование:

Требования	Результаты поверки
отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов	
плавность и равномерность движения подвижных частей	
правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей	
работоспособность всех функциональных режимов	

СКП, m_s , мм			
Заявляемые требования, мм: - абсолютная погрешность - СКП			

№№ п/п	Значения измеренных линий (диффузный режим), мм								
	Эталонное значение, S_{0j}	Измеренное значение, S_{ij}	$S_{0j} - S_{ij}$	Эталонное значение, S_{0j}	Измеренное значение, S_{ij}	$S_{0j} - S_{ij}$	Эталонное значение, S_{0j}	Измеренное значение, S_{ij}	$S_{0j} - S_{ij}$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Сист. составляющая									
Случ. составляющая									
Абсолютная погрешность ΔS , мм									
СКП, m_s , мм									
Заявляемые требования, мм: - абсолютная погрешность - СКП									

4. Определение погрешностей измерений углов:

Приём 1	Значения ...° ...' ..."		Приём 2	Значения ...° ...' ..."		Приём 3	Значения ...° ...' ..."		Приём 4	Значения ...° ...' ..."	
	ВК	ГК		ВК	ГК		ВК	ГК		ВК	ГК
А лево			А лево			А лево			А лево		
В лево			В лево			В лево			В лево		
С лево			С лево			С лево			С лево		
Д лево			Д лево			Д лево			Д лево		
А право			А право			А право			А право		
В право			В право			В право			В право		
С право			С право			С право			С право		
Д право			Д право			Д право			Д право		

Угол	СКП	Сист. составляющая погр.	Случ. составляющая погр	Абсолютная погрешность
Горизонтальный (AB)				
Вертикальный (CD)				
Заявляемое требование				
Горизонтальный (AB)		-		
Вертикальный (CD)				