

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

«03» марта 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Тахеометры электронные PS

Методика поверки

МП-341-2024

г. Чехов
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки тахеометров электронных PS модификаций PS-201 и PS-203: PS-201, зав. № МК000116, PS-201, зав. № МК000117, PS-201, зав. № МК000118, PS-201, зав. № МК000119, PS-201, зав. № МК000120, PS-201, зав. № МК000140, PS-201, зав. № МК000146, PS-201, зав. № МК000158, PS-201, зав. № МК000159, PS-201, зав. № МК000160, PS-201, зав. № МК000200, PS-201, зав. № МК000215, PS-203, зав. № МК000176, PS-203, зав. № МК000180, PS-203, зав. № МК000182, PS-203, зав. № МК000213, PS-203, зав. № МК000216, PS-203, зав. № МК000226, PS-203, зав. № МК000229 (далее – тахеометры), применяемой в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единиц величины в части измерений углов методом прямых измерений от рабочего эталона 1-го разряда для модификации PS-201, от рабочего эталона 3-го разряда для модификации PS-203 в соответствии с 4-й частью Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоского угла, и в части измерений длины методом прямых измерений от рабочего эталона 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону: ГЭТ199-2024 - Государственный первичный специальный эталон единицы длины.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение диапазонов, среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений углов одним приёмом (при доверительной вероятности 0,95)	Да	Да	10.1
Определение диапазонов, среднего квадратического отклонения и максимальной абсолютной погрешности измерений длины	Да	Да	10.2

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 20 до плюс 50
 - относительная влажность воздуха, %, не более 95

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. Для проведения поверки необходимо два поверителя.

5 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 °C до плюс 50 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 % до 95 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Рабочий эталон 1-го разряда (для модификации PS-203 – рабочий эталон 3-го разряда) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 - Стенд универсальный коллиматорный, предел допускаемого среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов не более 0,5" (для модификации PS-203 – 1");	Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС, (рег. № 85466-22)
10.2	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 – Базис эталонный, пространственный полигон или комплекс базисный эталонный, $(1,5 - 1000)$ м, ПГ не более $\pm(1+1\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм;	Полигон пространственный эталонный «Центральный», рег. № 81551-21; Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда – комплекс базисный эталонный в диапазоне значений от 1,5 до 2904 м и единицы длины и приращения координат 3 разряда – полигон пространственный эталонный в диапазоне значений от 778 до 1074 м 3.7.АЖЬ.0005.2025

Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смешений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения «BASIC»

Для идентификации ПО «BASIC» следует включить тахеометр, нажать на кнопку «Версия» в главном окне. Номер версии отобразится в строке «BASIC».

9.2 Проверка программного обеспечения «MAGNET Field».

Для идентификации ПО «MAGNET Field» необходимо на клавиатуре прибора нажать кнопку «PRG», далее запустить ПО «MAGNET Field», в главном экране выбрать вкладку «О программе». Номер версии отобразится в строке «Версия».

Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

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

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазонов, среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений углов одним приёмом (при доверительной вероятности 0,95)

10.1.1 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) и абсолютная погрешность измерений углов определяется на установке для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров или коллиматором стенде путем многократных измерений (не менее шести приёмов измерений, состоящих из измерений в положении «Круг лево» (КЛ) и «Круг право» (КП) горизонтального угла (90 ± 30)° и вертикального угла (± 30)°). Между приёмами осуществлять поворот подставки через 30°.

10.1.2 СКО измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле

$$\delta_{Vi} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - \bar{V}_i)^2}{n-1}} \quad (1)$$

где δ_{Vi} – СКО измерений i -ого горизонтального (вертикального) угла, ...";
 V_{ij} – измеренное поверяемым средством измерений значение i -ого горизонтального (вертикального) угла j -м приёмом, ...";

$\bar{V}_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ij}}{n}$ – среднее арифметическое из n измеренных значений углов, ...";

j – номер измерения;

n – количество приёмов.

10.1.3 Систематическая погрешность измерений горизонтального и вертикального углов вычисляется по формуле

$$D_{Vi} = \frac{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_{i0})}{n} \quad (2)$$

где D_{Vi} – систематическая погрешность измерений i -ого горизонтального (вертикального) угла, ...";

V_{ij} – измеренное поверяемым средством измерений значение i -ого горизонтального (вертикального) угла j -м приёмом, ...";

V_{i0} – действительное значение горизонтального (вертикального) угла эталонного коллиматорного стенда, взятое из протокола свидетельства о поверке на него, ...";

j – номер измерения;

n – количество приёмов.

10.1.4 Абсолютная погрешность измерений горизонтального и вертикального углов (при доверительной вероятности 0,95) вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности и определяется по формуле

$$\Delta_{vi} = \pm(|D_{Vi}| + 2 \cdot \delta_{Vi}) \quad (3)$$

где Δ_{vi} – абсолютная погрешность измерений горизонтального (вертикального) угла одним приёмом (при доверительной вероятности 0,95), ...". Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;

D_{Vi} – систематическая погрешность измерений i -ого горизонтального (вертикального) угла, ...";

δ_{Vi} – СКО измерений i -ого горизонтального (вертикального) угла, ...";

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений горизонтальных (вертикальных) углов считаются значениями абсолютной погрешности измерений углов тахеометром.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значения среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

10.2 Определение диапазонов, среднего квадратического отклонения и максимальной абсолютной погрешности измерений длины

10.2.1 Среднее квадратическое отклонение и максимальная абсолютная погрешность измерений длины определяются с использованием базисных линий, входящих в состав базиса эталонного, пространственного полигона или комплекса базисного эталонного в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.2.2 Необходимо провести многократно, не менее 5 раз, измерения не менее 3 длин, действительные значения которых равномерно расположены в заявляемом диапазоне измерений прибора.

10.2.3 Прибор установить на начальный пункт базиса, в соответствии с руководством по эксплуатации привести его рабочее состояние, выполнить горизонтизацию в двух плоскостях используя штатные установочные уровни, ввести текущие метеорологические параметры окружающей среды. Установить отражатели на другие пункты базиса, находящиеся на расстоянии от начального в соответствии с требованиями предыдущего пункта, и в соответствии

с руководством по эксплуатации провести тахеометром измерения длины до них в необходимом режиме.

10.2.4 СКО измерений длины вычисляется по формуле

$$\delta_{Li} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_{ij} - \bar{L}_i)^2}{n-1}} \quad (4)$$

где δ_{Li} – СКО измерений i -й длины, мм;

L_{ij} – измеренное поверяемым средством измерений значение i -й длины, мм;

$\bar{L}_i = \frac{\sum_{j=1}^n L_{ij}}{n}$ – среднее арифметическое из n измеренных значений длины, мм;

j – номер измерения;

n – количество измерений.

10.2.5 Абсолютная погрешность измерений длины определяется по формуле

$$\Delta_{Li} = L_{ij} - L_{i0} \quad (5)$$

где Δ_{Li} – абсолютная погрешность измерений i -й длины, мм;

L_{ij} – измеренное поверяемым средством измерений значение i -й длины j -м приёмом, мм;

L_{i0} – эталонное (действительное) значение i -й длины из протокола поверки базиса эталонного или полигона пространственного, мм;

Максимальные значения абсолютной погрешности измерений длин считаются значениями абсолютной погрешности измерений длин тахеометром.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значения среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)
Метрологические и технические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование	Значение	
Модификация	PS-201	PS-203
Диапазон измерений углов:		
- горизонтальных	от 0° до 360°	
- вертикальных	от -30° до +30°	
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов одним приёмом	1"	3"
Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов одним приёмом (при доверительной вероятности 0,95)	±2"	±6"
Диапазон измерений длин, м:		
- отражательный режим (1 призма)	от 1,5 до 1000	
- диффузный режим	от 1,5 до 800	
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений длины, мм:		
- отражательный режим (1 призма)	1,5+2,0·10 ⁻⁶ ·L	
- диффузный режим	2,0+2,0·10 ⁻⁶ ·L	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, мм:		
- отражательный режим (1 призма)	±2·(1,5+2,0·10 ⁻⁶ ·L)	
- диффузный режим	±2·(2,0+2,0·10 ⁻⁶ ·L)	
где L – измеряемое расстояние, мм		