

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

11 марта 2025 г.

М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Тахеометры электронные AXIS**

**Методика поверки**

**МП-27/016-2025**

2025 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные AXIS (далее – тахеометры), предназначенные для измерения длин, горизонтальных и вертикальных углов.

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

1.3. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача и подтверждается прослеживаемость:

к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений», утвержденной приказом Росстандарта от 07 июня 2024 г. № 1374;

к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26 ноября 2018 г. № 2482.

1.4. В методике поверки реализован метод передачи единицы – метод прямых измерений.

1.5. Допускается проведение поверки отдельных величин и поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца тахеометра с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к тахеометрам электронным AXIS

Наименование характеристики	Значение			
	AXIS 1 AXIS 2 AXIS 3 AXIS 4 AXIS 9	AXIS 4L AXIS 9L	AXIS 4P AXIS 9P	AXIS 10
Диапазон измерений углов, градус <sup>1)</sup>	от 0 до 360			
Диапазон измерений длин, м:				
- с призмным отражателем <sup>2)</sup>	от 1,5 до 5000,0	от 1,5 до 5000,0	от 1,5 до 5000,0	от 1,5 до 3500,0
- с пленочным отражателем <sup>3)</sup>	от 1,5 до 1800,0	от 1,5 до 2500,0	от 1,5 до 1200,0	от 1,5 до 1200,0
- без отражателя <sup>4)</sup>	от 1,5 до 1500,0	от 1,5 до 2000,0	от 1,5 до 1000,0	от 1,5 до 1000,0
Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), секунда <sup>1)</sup>	±4		±2	±1
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, секунда <sup>1)</sup>	2		1	0,5
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин (при доверительной вероятности 0,95), мм:				
- с призмным отражателем	$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ <sup>5)</sup>		$\pm 2 \cdot (1 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- с пленочным отражателем	$\pm 2 \cdot (3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		$\pm 2 \cdot (3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- без отражателя	$\pm 2 \cdot (3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		$\pm 2 \cdot (3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	

продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение			
	AXIS 1 AXIS 2 AXIS 3 AXIS 4 AXIS 9	AXIS 4L AXIS 9L	AXIS 4P AXIS 9P	AXIS 10
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений длин, мм - с призмным отражателем - с пленочным отражателем - без отражателя - в диапазоне от 1,5 до 600,0 м включ. - в диапазоне св. 600 м	2+2·10 <sup>-6</sup> ·L 3+2·10 <sup>-6</sup> ·L  3+2·10 <sup>-6</sup> ·L 5+2·10 <sup>-6</sup> ·L		1+1·10 <sup>-6</sup> ·L 3+2·10 <sup>-6</sup> ·L  3+2·10 <sup>-6</sup> ·L 5+2·10 <sup>-6</sup> ·L	
Диапазон компенсации компенсатора, не менее, минута <sup>1)</sup>	±4			
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора, секунда <sup>1)</sup>	±1			
<p>1) градус, минута, секунда – единица измерений плоского угла;</p> <p>2) одна призма;</p> <p>3) измерения на отражающую пленку (90×90) мм с коэффициентом отражения не менее 90 %;</p> <p>4) измерения на поверхность соответствующей белой поверхности пластины с коэффициентом отражения не менее 90 %;</p> <p>5) L – измеряемая длина, мм</p>				

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	10	-	-
3.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений длин	10.1	Да	Да

продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
3.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов	10.2	Да	Да
3.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора	10.3	Да	Да
4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С .....от +15 до +25.

3.2 Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре окружающего воздуха от -20 до +50 °С.

*Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.*

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, ознакомленные с руководством по эксплуатации на тахеометр и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки тахеометров достаточно одного поверителя.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8 подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне от -20 до +50 °С, с абсолютной погрешностью измерений температуры 0,2 °С	Измеритель параметров микроклимата Метеоскоп-М, рег. № 32014-11

продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г № 1374 – базисы эталонные и пространственные полигоны	Полигон пространственный эталонный «Центральный», рег. № 81551-21 Рабочий эталон единицы длины 3 разряда в диапазоне значений от 1074 до 11744 м 3.7.АЖБ.0004.2024
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов, п. 10.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора	Для тахеометров с доверительными границами допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) $\pm 4''$ – установки для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров, коллиматорные стенды 3-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА-УКС-М, рег. № 71359-18
	Для тахеометров с доверительными границами допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) $\pm 1''$ и $\pm 2''$ – установки для поверки тахеометров, теодолитов и нивелиров, коллиматорные стенды 1-го разряда в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла», утвержденной приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА-УКС, рег. № 44753-10

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих точность передачи единиц длины и плоского угла поверяемому тахеометру.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации

электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 Внешний осмотр производится визуально.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие тахеометра следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида тахеометра описанию типа средства измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
- на передней панели тахеометра должен быть нанесен заводской номер тахеометра;
- комплектность тахеометра должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- оптическая система должна иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- провести контроль параметров окружающей среды (температура, влажность окружающего воздуха), условия поверки должны соответствовать требованиям п.3 настоящей методики;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- тахеометр и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией

8.2 При опробовании установить соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность движения подвижных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) модификаций AXIS 1, AXIS 2 выполняется в следующем порядке:

- нажать кнопку включения тахеометра;
- номер версии отображается в момент включения.

9.2 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) модификаций AXIS 3 выполняется в следующем порядке:

- включить тахеометр;
- войти в главное меню – нажать кнопку «MENU»;
- выбрать пункт меню «Инф.»;
- выбрать вкладку «Версия» и считать номер версии.

9.3 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) модификаций AXIS 4 выполняется в следующем порядке:

- включить тахеометр;
- выбрать пункт меню «о приборе.»;
- выбрать вкладку «Проч.» и считать номер версии.

9.4 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) модификаций AXIS 9 выполняется в следующем порядке:

- включить тахеометр;
- выбрать пункт меню «Устан.»;

- выбрать вкладку «Инфо»;
- выбрать пункт «Инфо. SW» и считать номер версии.

9.5 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) модификаций AXIS 10 выполняется в следующем порядке:

- включить тахеометр;
- выбрать пункт меню «Нас-ки»;
- выбрать вкладку «Инфо»;
- выбрать пункт «SW инфо» и считать номер версии.

9.6 Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Модификация	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер ПО)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Значение	AXIS 1	AXIS	241024	-
	AXIS 2	AXIS	24.09.04	-
	AXIS 3	AXIS	010-240720-006	-
	AXIS 4 AXIS 4L AXIS 4P	AXIS	20240913	-
	AXIS 9 AXIS 9L AXIS 9P	AXIS	20240414	-
	AXIS 10	AXIS	20241127	-

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений длин

Выбрать такие пункты базиса, длины линий между которыми (не менее трех) охватывают весь диапазон измерений тахеометров.

Многokrратно (не менее 5 раз) измерить значения длин линий тахеометром

Повторить измерения с призмным отражателем, пленочным отражателем и на пластину белого цвета.

10.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Диапазон, абсолютную погрешность и средне квадратическое отклонение измерений углов определить на коллиматорном стенде путем многократных измерений – не менее шести приемов, состоящих из измерений в положении «Круг право» (КП) и «Круг лево» (КЛ) горизонтального угла и вертикального угла коллиматорного стенда. Между приемами осуществлять поворот трегера тахеометра на 30°.

10.3 Определение систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора

Систематическая составляющая погрешности компенсации компенсатора во всем его диапазоне определяется с помощью предметного столика коллиматорного стенда.

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

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длины каждой линий вычислить по формуле:

$$\Delta_L = \left| \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right| + 2 \sqrt{\frac{\sum (L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n})^2}{n-1}},$$

где  $\Delta_L$  – погрешность измерений длины;  
 $L_0$  – значение длины воспроизводимое базисом;  
 $L_i$  –  $i$ -ое значение длины, измеренное тахеометром;  
 $n$  – число измерений длины.

11.2 Среднее квадратическое отклонение измерений длины каждой линии вычислить по формуле:

$$m_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_0)^2}{n-1}},$$

где  $m_L$  – среднее квадратическое отклонение измерений длины.

11.3 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле:

$$\Delta_\alpha = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n} - \alpha_0 \right| + 2 \sqrt{\frac{\sum (\alpha_i - \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n})^2}{n-1}},$$

где  $\Delta_\alpha$  – погрешность измерений горизонтального/вертикального угла;  
 $\alpha_0$  – значение горизонтального/вертикального угла воспроизводимое коллиматорным стендом;  
 $\alpha_i$  –  $i$ -ое значение горизонтального/вертикального угла, измеренное тахеометром;  
 $n$  – число измерений горизонтального/вертикального угла.

11.4 Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле:

$$m_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_0)^2}{n-1}},$$

где  $m_\alpha$  – среднее квадратическое отклонение измерений углов.

11.5 Систематическую составляющую погрешности компенсации компенсатора вычислить по формуле:

$$\sigma = \sum_{i=1}^n \left( \frac{b_0 - b_i}{v_i} \right) / n,$$

где  $b_0$  – 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.

11.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений длины, среднего квадратического отклонения измерений длины, абсолютной погрешности измерений углов, среднего квадратического отклонения измерений углов, систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора соответствуют, приведенным в таблице 1.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца изделия или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки тахеометра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие тахеометра метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

12.4 По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие тахеометра метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

12.5 Способ защиты средства измерений от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К.А. Шарганов