

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО
И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин
«15» сентября 2021 г.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е.А.
ДОВЕРЕННОСТЬ №23/2021
ОТ 17 МАЯ 2021

Государственная система обеспечения единства измерений
Тахеометры электронные
SOKKIA iX

Методика поверки

МП 2511-0010-2021


Руководитель отдела геометрических измерений


Н.А. Кононова

Ведущий инженер


А.Л. Сизов

Ведущий инженер


З.В. Фомкина

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные SOKKIA iX (далее тахеометры), изготовленные «TOPCON CORPORATION», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость тахеометров к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 и Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличение с эталоном.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений: - диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
		Да	Да
		Да	Да
		Да	Да

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

В лабораторных условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, °Сот плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

В полевых условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, °Сот минус 20 до плюс 50;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

Измерения в полевых условиях должны проводиться при отсутствии атмосферных осадков, резких порывов ветра и прямого попадания солнечного света.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки тахеометра должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Рабочий эталон 1 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных SOKKIA iX модификаций SOKKIA iX-601, SOKKIA iX-1201; рабочий эталон 3 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных SOKKIA iX модификаций SOKKIA iX-602, SOKKIA iX-603, SOKKIA iX-605, SOKKIA iX-1202, SOKKIA iX-1203, SOKKIA iX-1205; рабочий эталон 2 разряда** (тахеометр электронный); щит-мишень белого цвета с размерами не менее 0,2х0,2 м; марка геодезическая светоотражающая; призма геодезическая; отражательная система
* - в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26.11.2018;	
** - в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2831 от 29.12.2018.	

4.2 Допускается применять другие вновь разработанные или существующие средства измерений с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы плоского угла и единицы длины.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно эксплуатационной документации и документа «ПТБ-88. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах».

6 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида тахеометра описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;
- комплектность тахеометра в соответствии с руководством по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики;
- наличие информационной таблички, содержащей сведения о наименовании и заводском номере.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать поверяемый тахеометр не менее трех часов при условиях, указанных выше.

7.3 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.4 При опробовании должны быть установлены:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- работоспособность тахеометра во всех функциональных режимах;
- дискретности отсчета измерений углов и расстояний должны соответствовать эксплуатационной документации.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее — ПО) проводить в следующей последовательности.

Для идентификации ПО «BASIC» включить тахеометр, в главном меню выбрать меню «Версия». В открывшемся диалоговом окне появится отображение наименования и версии ПО.

Для идентификации ПО «MAGNET Field» необходимо включить тахеометр, через интерфейс пользователя на стартовой странице войти в контекстное меню. Далее выбрать пункт «О программе». В появившемся окне будет отображено наименование и номер версии ПО. Номер версии и наименование ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	BASIC	MAGNET Field
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.50EN_00	6.1.2

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора

Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора проводить с помощью станда коллиматорного (далее – станда).

9.1.1 Установить поверяемый тахеометр на предметный столик станда, предварительно выставив столик в нулевое положение. С помощью пузырькового уровня выставить тахеометр в горизонтальное положение.

9.1.2 Навестись с помощью тахеометра на сетку нитей горизонтального коллиматора станда и провести не менее пяти измерений. С помощью миниэкземпляратора повернуть предметный столик на угол близкий плюс β' и провести измерение вертикального угла. Провести не менее пяти измерений вертикального угла.

9.1.3 Задать угол наклона предметного столика станда близкий минус β' и провести измерения по п. 9.1.2.

9.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений углов определять с помощью станда путем многократных измерений (не менее пяти приемов, состоящих из измерений в положении «круг право» (КП) и «круг лево» (КЛ) горизонтального угла 90° и вертикальных углов ($\pm 30^\circ$)).

9.3 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений расстояний проводить методом сличения с помощью тахеометра электронного (далее эталонного тахеометра).

9.3.1 Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки тахеометра. Разместить эталонный тахеометр на штативе. Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки мишени. Установить на него призму геодезическую или отражательную систему (в зависимости от измеряемого расстояния).

9.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на эталонный тахеометр измерить расстояние, результаты измерений занести в протокол.

9.3.3 Снять эталонный тахеометр с трегера и установить на его место поверяемый тахеометр.

9.3.4 В соответствии с руководством по эксплуатации на поверяемый тахеометр провести многократно (не менее пяти раз) измерения расстояния, результаты измерений занести в протокол.

9.3.5 Установить на штативе для установки мишени щит-мишень белого цвета размером не менее $0,2 \times 0,2$ м. Убедиться, что щит-мишень установлен в вертикальной плоскости и располагается в плоскости перпендикулярно по отношению к тахеометру и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.6 Установить на штативе для установки мишени марку геодезическую светоотражающую и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.7 Повторить операции по п.п. 9.3.1-9.3.6 для не менее пяти расстояний, расположенных во всем диапазоне измерений для каждого режима измерений расстояний.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.4.1 Систематическую погрешность компенсации компенсатора вычислить по формуле

$$\Delta\beta = \beta - \beta_0, \quad (1)$$

где β – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол плюс β' (либо минус β'), β_0 – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол $0'$. За систематическую погрешность компенсации компенсатора принять наибольшее значение, рассчитанное по формуле (1).

Тахеометр считать выдержавшим поверку, если систематическая погрешность компенсации компенсатора в диапазоне $\pm\beta'$ не превышает $\pm 1''$.

9.4.2 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикальных углов вычислить по формуле

$$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_0, \quad (2)$$

где α_i – измеренное значение угла по каждому приему, рассчитанное по формуле (3);

α_0 – действительное значение угла;

i – порядковый номер измерения, $i=1 \dots n$, $n=5$.

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{i\text{КЛ}} + \alpha_{i\text{КП}}}{2}, \quad (3)$$

где $\alpha_{i\text{КЛ}}$ – измеренное значение угла при «круге лево»;

$\alpha_{i\text{КП}}$ – измеренное значение угла при «круге право».

За абсолютную погрешность измерений принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (2).

Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле

$$S_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}$ – среднее значение угла, рассчитанное по формуле (5).

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}. \quad (5)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений углов не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	SOK- KIA iX-601	SOK- KIA iX-602	SOK- KIA iX-603	SOK- KIA iX- 605	SOK- KIA iX-1201	SOK- KIA iX-1202	SOK- KIA iX-1203	SOK-KIA iX-1205
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), угловые секунды	±2	±4	±6	±10	±2	±4	±6	±10
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, угловые секунды	1	2	3	5	1	2	3	5

9.4.3 Абсолютную погрешность для каждого измерения (при доверительной вероятности 0,95) расстояний определить по формуле

$$\Delta L = L_i - L_0, \quad (6)$$

где L_i – значение расстояния, измеренное поверяемым тахеометром;

L_0 – действительное значение расстояния;

i – порядковый номер измерения, $i=1 \dots n$, $n=5$.

За абсолютную погрешность измерений для каждого из расстояний принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (6).

Среднее квадратическое отклонение измерений расстояний вычислить по формуле

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где \bar{L} – среднее значение расстояния, рассчитанное по формуле (8).

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}. \quad (8)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений расстояний не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	SOK- KIA iX-601	SOK- KIA iX-602	SOK- KIA iX-603	SOK- KIA iX-605	SOK- KIA iX-1201	SOK- KIA iX-1202	SOK- KIA iX-1203	SOK- KIA iX-1205
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим; - отражательный режим на отражающую плёнку ¹⁾ ; - диффузный режим ²⁾ : от 0,3 до 200 м включ.; св. 200 до 350 м включ.; св. 350 до 600 м включ.; св. 350 до 800 м включ.								
		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L^3)$				$\pm 2 \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
		$\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$				-		
		-				$\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$		
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений расстояний, мм: - отражательный режим; - отражательный режим на отражающую плёнку; - диффузный режим: от 0,3 до 200 м включ.; св. 200 до 350 м включ.; св. 350 до 600 м включ.; св. 350 до 800 м включ.								
		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$				$5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
		$10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$				-		
		-				$10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$		
1) Измерения на отражающую плёнку (90×90) мм; 2) Измерения на поверхность, соответствующую белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения 90 % по ГОСТ 8.557-2007; 3) L – измеряемое расстояние, мм.								

9.4.4 Критерии подтверждения соответствия обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения среднего квадратического отклонения измерений углов удовлетворяют требованиям таблицы 4 настоящей методики, то нормированные характеристики тахеометра сравниваются с обязательными метрологическими требованиями, предъявляемыми Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. (часть 4).

10 Оформление результатов поверки

10.1 При проведении поверки тахеометра оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

10.2 Тахеометры, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах поверки по одну из пунктов методики тахеометры не допускаются к применению.

10.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на тахеометр.

Приложение А
Форма протокола поверки (рекомендуемая)

Протокол № _____

Тахеометр _____, заводской № _____
Принадлежит _____

Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха _____
Относительная влажность воздуха _____

Методика поверки

Документ МП 2511-0010-2021 «ГСИ. Тахеометры электронные SOKKIA iX. Методика поверки», утвержденный ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 15 сентября 2021 г.

Средства поверки

Результаты поверки

- 1 Результат внешнего осмотра _____
- 2 Результат опробования _____
- 3 Проверка программного обеспечения _____
- 4 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора _____
- 5 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Таблица 1 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

№ измерения	Измеренные значения горизонтального угла		Среднее значение по приёму	Действительное значение угла	Абсолютная погрешность измерений	Среднее квадратическое отклонение измерений
	Круг «лево»	Круг «право»				
1						
2						
3						
4						
5						

6 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Таблица 2 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Поверяемый диапазон, м	Показания эталонного тахеометра, м	Показания поверяемого тахеометра, м	Абсолютная погрешность, мм	СКО, мм

На основании результатов поверки выдано: _____

Поверитель _____

Дата _____