

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



Утверждаю  
И. о. директора ФГУП «ВНИИМ  
им. Д. И. Менделеева»

  
А. Н. Пронин

М. п.

27 «августа» 2019 г.

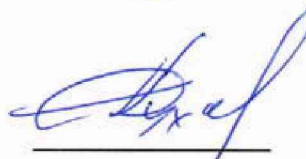
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМЫ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
AICON MOVEINSPECT HF4

Методика поверки  
МП 253-0749-2019



Руководитель НИО  
А. А. Янковский



Заместитель  
руководителя НИО  
Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург  
2019 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	4
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ .....	5
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	5
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки .....	5
5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения .....	5
5.3 Опробование.....	6
5.4 Определение погрешности измерений перемещения объекта, угловой и линейной скорости 6	
6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	10

## ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на системы фотограмметрические измерительные AICON MoveInspect HF4 (далее по тексту – системы), изготовленные фирмой AICON 3D Systems GmbH, Германия, и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией на систему, техническим описанием средств измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

4 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.736-2011 ГСОЕИ. «Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

5 В тексте настоящей методики поверки имеются следующие сокращения:

- РЭ – руководство по эксплуатации;
- МП – методика поверки;
- ПО – программное обеспечение;
- ЭД – эксплуатационная документация

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.2	да	да
Опробование	5.3	да	да
Определение погрешности измерений перемещения, угловой и линейной скорости	5.4	да	да
Оформление результатов поверки	6	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование средства измерений и оборудования	Основные метрологические и технические характеристики	Номер пункта МП
1 Стенд одноосный автоматизированный СОА-2	Диапазон воспроизведения единицы плоского угла от 0 до 360 °, погрешность воспроизведения единицы плоского угла не более 2,5". Диапазон воспроизведения угловой скорости от 0 до 720 °/с, погрешность воспроизведения единицы угловой скорости не более 0,02 °/с. Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 67315-17.	5.3, 5.4
2 Рулетка измерительная металлическая	Номинальная длина шкалы 8 м, 2 кл. точности по ГОСТ 7502-98.	5.4
3 Персональный компьютер	ОС Windows 7 и старше, ПО MoveInspect	5.2, 5.3, 5.4,

2.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность измерений, со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

3.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны соблюдаться требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и руководствах по эксплуатации применяемых приборов.

## 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:  
температура окружающего воздуха, °С 20±5  
относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %, не более 90

4.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- проверка наличия на измерительном блоке системы этикетки с товарным знаком фирмы-изготовителя;
- подготовка к работе поверяемой системы, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений на корпусах составных частей системы.

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в эксплуатационной документации на систему.

При проверке маркировки должно быть установлено наличие информационной таблички на корпусе измерительного блока системы.

5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.2.1 Подготовить систему к работе в соответствии с ЭД.

5.2.2 Включить систему. Запустить ПО MoveInspect. После запуска ПО выполнить сопряжение персонального компьютера и системы. В меню Administrators отобразится информация о системе:

- наименование изделия;
- номер версии программного обеспечения (ПО).

5.2.3 Сличить идентификационные данные ПО с данными, приведёнными в таблице

3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО регистратора

Идентификационные признаки	Значение	
	встроенное	автономное
Идентификационное наименование ПО	MoveInspect	MoveInspect
Номер версии ПО (идентификационный номер), не ниже	-	V7.00.00
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	-	88C8E77537AA6EDDBCCEDF58FCD48207 <sup>1)</sup>
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-	128-битный алгоритм хеширования MD5

1 – значение контрольной суммы приведено для версии ПО 7.00.00

Система считается прошедшей поверку по пункту 5.2, если наименование и версия ПО соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведённым в таблице 3.

### 5.3 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность системы.

5.3.1 Подготовить систему к работе в соответствии с ЭД.

5.3.2 Выдержать систему во включенном состоянии в течении не менее 30 минут.

5.3.3 Разместить на платформе стенда специальные метки из комплекта системы.

Выполнить сопряжение меток и системы, осуществить калибровку системы в соответствии с ЭД на систему.

5.3.4 Установить скорость вращения тахометрической установки 0,5 рад/с.

5.3.5 С помощью ПО произвести измерения угловой скорости.

5.3.6 Система считается прошедшей поверку по пункту 5.3, если измеренной значение угловой скорости составляет  $\approx 0,5$  рад/с.

5.4 Определение погрешности измерений перемещения объекта, угловой и линейной скорости

5.4.1 С помощью концевых мер осуществить измерения расстояния от оси вращения имитатора до центральной метки  $L$  не менее 5 раз:

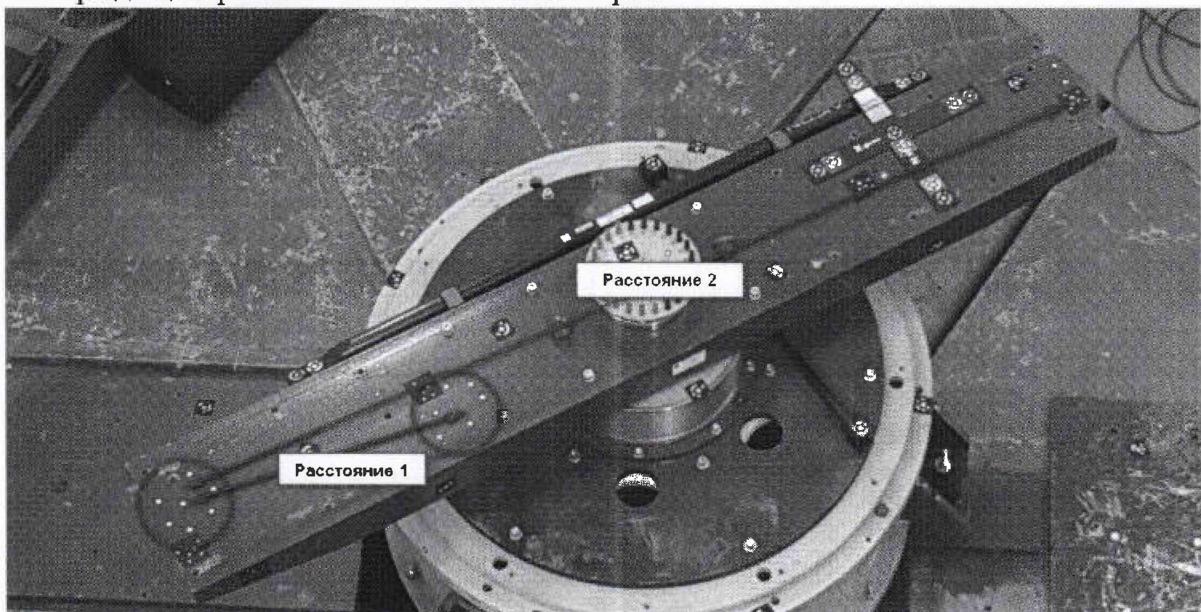


Таблица 4 - Результаты измерений расстояния

1	2	3	4	5
$L_1, \text{ мм}$	$L_2, \text{ мм}$	$L_3, \text{ мм}$	$L_4, \text{ мм}$	$L_5, \text{ мм}$

5.4.2 По результатам измерений рассчитать среднее значение радиуса вращения имитатора  $R$  по формуле 1:

$$R = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N L_n \quad (1)$$

5.4.3 Осуществить синхронизацию с помощью внешнего тактирования измерений величины плоского угла и перемещений объекта ПО MoveInspect.

5.4.4 Установить скорость вращения рабочего стола в соответствии с указаниями в таблице 5. Измерить скорость вращения стола  $\Omega$  и рассчитать значения линейной скорости  $v$ .

Таблица 5 – Результаты измерений угловой скорости

Задаваемая угловая скорость	$\Omega$ , рад/с	$v = \Omega R$ , м/с	$\omega_i$ , рад/с			$\bar{\omega}$ , рад/с	$V_i$ , м/с			$\bar{V}$ , м/с
			1	2	3		1	2	3	
1 рад/с										
5 рад/с										
15 рад/с										

5.4.5 В каждой точке, приведенной в таблице 5 с помощью ПО MoveInspect произвести не менее трех измерений линейной ( $\omega$ ) и угловой скорости объекта ( $V$ ).

5.4.6 По данным таблицы 5 для каждого значения угловой скорости вращения рабочего стола рассчитать среднее арифметическое значение угловой (число измерений  $N=3$ ), СКО измерений угловой скорости, и линейной скорости перемещения. Результаты расчетов занести в таблицу 5.

$$\bar{\omega} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \omega_i \quad (2)$$

$$S_{\omega} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (\omega_i - \bar{\omega})^2} \quad (3)$$

$$\bar{V} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i \quad (4)$$

$$S_V = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (V_i - \bar{V})^2} \quad (5)$$

5.4.7 Для каждой точки определить расчетные значения угловой и линейной скорости. Результаты занести таблицу 5.

5.4.8 Для каждой точки определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений угловой и линейной скорости по формулам:

$$\Delta_{\omega}^0 = \sqrt{(\Omega - \bar{\omega})^2} \quad (6)$$

$$\Delta_V^0 = \sqrt{(v - \bar{V})^2} \quad (7)$$

5.4.9 По полученным экспериментальным данным для каждой точки определить погрешность результата измерений угловой и линейной скорости при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формулам 9 и 10:

$$\Delta_{\omega} = 2 \times \sqrt{S_R^2 + S_{\omega}^2 + \frac{1}{3} \left( (\Delta_{\omega}^0)^2 + \Theta_3^2 \right)} \quad (8)$$

$$\Delta_V = 2 \times \sqrt{S_R^2 + S_V^2 + \frac{1}{3} \left( (\Delta_V^0)^2 + \Theta_1^2 + \Theta_3^2 \right)} \quad (9)$$

где:

$\Theta_1$  - неисключённая систематическая погрешность определения радиуса вращения, обусловленная погрешностью измерения радиуса вращения;

$\Theta_3$  - неисключённая систематическая погрешность определения скорости вращения рабочего стола;

5.4.10 Из массива данных, полученных в ходе измерений по пп. 5.4.5 – 5.4.7 для каждого значения угловой скорости выбрать результаты трех измерений перемещения  $X$  и  $Y$ , соответствующие углам поворота имитатора  $\alpha$  в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Результаты измерений перемещений

Угловая скорость	Угол поворота $\alpha, ^\circ$	$X_i, \text{ мм}$			$\bar{X}, \text{ мм}$	$Y_i, \text{ мм}$			$\bar{Y}, \text{ мм}$	$R_X, \text{ мм}$	$R_Y, \text{ мм}$
		1	2	3		1	2	3			
1 рад/с	45										
	90										
	180										
5 рад/с	45										
	90										
	180										
15 рад/с	45										
	90										
	180										

5.4.11 По данным таблицы 6 для каждого значения угла поворота  $\alpha$  рассчитать среднее арифметическое значение перемещения по X и Y для трех измерений ( $N=3$ ) и среднеквадратическое отклонение результата измерений по формулам 11-14, соответственно. Результаты расчетов занести в таблицу 6.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (10)$$

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (11)$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i \quad (12)$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (13)$$

5.4.12 Для каждой точки определить расчетные значения перемещения по формулам 14 и 15.

$$R_X = R - R \times \cos(\alpha) \quad (14)$$

$$R_Y = R \times \sin(\alpha) \quad (15)$$

5.4.13 Для каждой точки определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений перемещений по формуле:

$$\Delta_R = \sqrt{(R_X - \bar{X})^2 + (R_Y - \bar{Y})^2} \quad (16)$$

5.4.14 По полученным экспериментальным данным для каждой точки определить погрешность результата измерений перемещения при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле 18:

$$\Delta_{XYZ} = 2 \times \sqrt{S_R^2 + S_X^2 + S_Y^2 + \frac{1}{3}(\Delta_R^2 + \Theta_2^2)} \quad (17)$$

где:

$\Theta_2$  - неисключенная систематическая погрешность измерения угла поворота установки.

Система считается прошедшей поверку по пункту 5.4, если погрешность измерений угловой скорости в каждой точке не превышает 0,001 рад/°/с, погрешность измерений линейной скорости не превышает  $0,001 + 0,001 \cdot v$  ( $v$  - скорость, м/с), погрешность



измерений перемещения в каждой точке не превышает  $0,05 + 0,00095 \cdot s$  мм ( $s$  - перемещение, мм).

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки в соответствии с ПРИЛОЖЕНИЕМ А и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на нее оформляется извещение о непригодности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Протокол поверки системы фотограмметрические измерительные AICON MoveInspect HF4

Условия поверки:

Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С.

Относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_ %.

Атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа.

Результаты поверки

1 Внешний осмотр, проверка комплектности \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

3 Подтверждение соответствия программного обеспечения \_\_\_\_\_

4 Определение погрешности измерений

4.1 Максимальная погрешность измерений перемещения, мкм

4.1 Максимальная погрешность измерений угловой скорости, °/с

4.1 Максимальная погрешность измерений линейной скорости, м/с

№ 5 Заключение: система фотограмметрическая измерительные AICON MoveInspect HF4,  
пригодна / непригодна для применения.

Дата поверки « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Поверитель \_\_\_\_\_

Подпись

Расшифровка подписи