

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«02» декабря 2022 г.

МП АПМ 86-21

«ГСИ. Машина координатно-измерительная Sky 50.35.30.
Методика поверки»

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машины координатно-измерительной Sky 50.35.30, зав. № 2745 (далее – КИМ), производства Innovalia Metrology, Испания, используемой в качестве рабочего средства измерений и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины (пространственных измерений) MPE_E , мкм*, где L – измеряемая длина в мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки/датчика MPE_P , мкм*
	X	Y	Z		
Sky 50.35.30	от 0 до 5000	от 0 до 3500	от 0 до 3000	Измерительная головка PH10MQ Plus с лазерным сканером Optiscan D1100	
				$\pm(8,5+4,0 \cdot L/1000)$	
				Измерительная головка PH10MQ Plus с контактным датчиком SP25M	
				$\pm(5,0+5,0 \cdot L/1000)$	
				Контактный датчик SP80	
				$\pm(4,0+4,0 \cdot L/1000)$	
Примечание: * - при температуре окружающего воздуха от +19 °С до +21 °С и относительной влажности воздуха от 25 % до 80 %					

1.2 КИМ до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 192-2019 - ГПСЭ единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба;

ГЭТ2-2021- ГПЭ единицы длины – метра в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 с изменениями согласно Приказа Росстандарта от 15 августа 2022 г № 2018.

1.4 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

1.5 При проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка отдельных измеряемых величин, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки КИМ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции 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	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	-	-	10
Определение абсолютной погрешности измерительной головки/датчика МРЕ _Р	Да	Да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длины (пространственных измерений) МРЕ _Е	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +19 до +21;
- допустимое изменение температуры, °С, не более, в течении 1 ч 0,5;
- Температурный градиент по объему, °С на метр 0,5;
- относительная влажность воздуха, % от 25 до 80.

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, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки КИМ достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. №472 – сфера	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (рег. № 64593-16)
10.2	Рабочие эталоны единицы длины 4-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной Приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 - меры длины концевые плоскопараллельные	Меры длины концевые плоскопараллельные набор № 9, модель 240411 (рег. № 9291-91)
Вспомогательное оборудование		
8, 9, 10.1, 10.2,	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1 \%$	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
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 КИМ и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают соответствие КИМ следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида КИМ описанию типа средств измерений;
- наружные поверхности КИМ не должны иметь дефектов, влияющих на ее эксплуатационные характеристики;
- на рабочих поверхностях КИМ не должно быть царапин, забоин и других дефектов, влияющих на плавность перемещений подвижных узлов КИМ;
- наконечники щупов не должны иметь сколов, царапин и других дефектов;
- маркировка и комплектность должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

Если перечисленные требования не выполняются, КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- КИМ подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- измерительные поверхности эталонных (образцовых) средств измерений: концевых мер длины очищают от смазки, промывают бензином или спиртом ректификатом и протирают чистой салфеткой;
- средства поверки выдерживают до начала измерений в помещении, где проводят поверку КИМ в течение 24 часов и 1 час в рабочем (измерительном) объеме КИМ.

8.2 При опробовании проверяют взаимодействие частей на холостом ходу перемещением подвижных узлов на полные диапазоны, дискретность отсчета. Перемещения должны быть плавными, без рывков и скачков.

Если перечисленные требования не выполняются, КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) «МЗ» выполняется в следующем порядке:

- на персональном компьютере запустить ПО для работы с КИМ «МЗ»;
- на верхней панели пользовательского интерфейса выбрать вкладку меню «Справка»;
- выбрать вкладку «О программе...»;
- на экране отображается наименование и номер версии ПО.

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МЗ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.10

Если перечисленные требования не выполняются, КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерительной головки/датчика МРЕР

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерительной головки/датчика МРЕР с использованием контактного датчика

Установить сферу в центре рабочего объема КИМ с помощью стойки. Для измерений использовать самый жесткий щуп.

Произвести 3 цикла измерений в автоматическом режиме. В каждом цикле произвести измерения поверхности сферы в 25 равномерно расположенных на полусфере точках.

Рекомендуемая модель измерений включает:

- одну точку на вершине испытываемой сферы;
- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на $22,5^\circ$ ниже вершины (рис 1);
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 45° ниже вершины, и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;

- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на $67,5^\circ$ ниже вершины (рис 1), и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре, и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$.

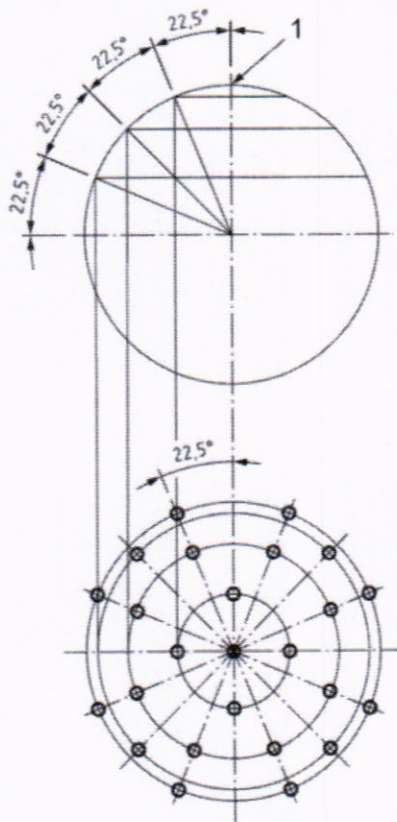


Рисунок 1 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕР

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки/датчика МРЕР с использованием лазерного сканера Optiscan D1100

Установить сферу в центре рабочего объема КИМ с помощью стойки. Проводится 10 циклов измерений в автоматическом режиме. В каждом цикле производится сканирование поверхности сферы в следующих направлениях: в горизонтальной плоскости четыре направления каждые 90° , одно сверху.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений длины (пространственных измерений) МРЕ

Определение абсолютной погрешности измерений длины производится вдоль каждой из осей (X, Y, Z) и вдоль пространственных диагоналей (AC1, BD1, CA1, DB1) Концевые меры длины с номинальными значениями 50, 500 и 1000 мм устанавливаются на стойке для крепления в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений, используя теплоизолирующие перчатки. Обязательно осуществляется компенсация погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды, отличающихся от нормальных.

Для каждой из осей диапазон измерений разделить на участки, приблизительно равные, 1000 мм: пять для оси X, четыре для оси Y и три для оси Z. Для каждой пространственной диагонали, в зависимости от направления, разделить на два участка: впереди и сзади, справа и слева рабочего объема КИМ.

При использовании контактного датчика провести определение ориентации КМД ощупыванием трех точек на ней, разнесенных как можно дальше друг от друга. Производится сбор точек с измерительных поверхностей КМД и определяется их длина.

При использовании лазерного сканера Optiscan D1100 провести определение ориентации КМД сканированием нерабочих поверхностей. Производится сканирование измерительных поверхностей КМД и определяется их длина.

Измерения каждой меры на каждом участке выполнить три раза.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

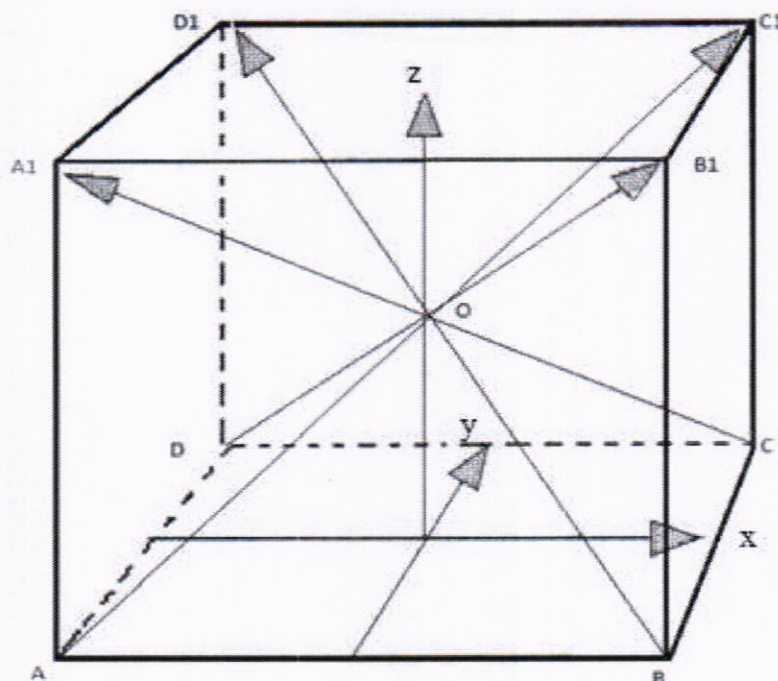


Рисунок 2 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1. Абсолютная погрешность измерительной головки/датчика МРЕР с использованием контактного датчика определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов:

$$\text{МРЕР} = |\max(D_{i+})| + |\max(D_{i-})|, \text{ мм, где:}$$

D_{i+} - отклонение точки i от средней сферы в положительную область, мм;

D_{i-} - отклонение точки i от средней сферы в отрицательную область, мм.

Абсолютная погрешность измерений не должна превышать значений, указанных в таблице 1.

11.2 Абсолютная погрешность измерительной головки/датчика МРЕР с использованием лазерного сканера Optiscan D1100 определяется как разность между измеренным значением диаметра сферы с помощью лазерного сканера ($D_{\text{изм. } n}$) и действительным значением диаметра сферы ($D_{\text{сф}}$):

$$\text{МРЕР} = D_{\text{изм. } n} - D_{\text{сф}},$$

где n – номер цикла измерений.

Абсолютная погрешность измерений не должна превышать значений, указанных в таблице 1.

11.3 Абсолютная объемная погрешность МРЕР вычисляется по формуле:

$$\text{МРЕР} = L_{jik} - L_{джик}, \text{ мм, где}$$

$L_{джик}$ – действительное значение длины КМД,

L_{jik} – результат измерений,

j – порядковый номер КМД,

i – порядковый номер измерений,

k – порядковый номер положения.

Результаты измерений абсолютной объемной погрешности MPE_E должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Если требования данного пункта не выполняются, КИМ признают непригодной к применению.

12 Оформление результатов поверки

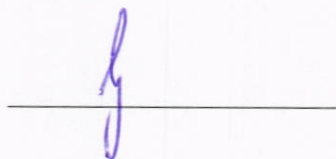
12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки КИМ признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, предоставляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, КИМ признается непригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, предоставляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



М.А. Скрипка