

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
ФГУП «ВНИИМС»



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»  
Н.В. Иванникова  
«04» августа 2020 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**МАШИНЫ КООРДИНАТНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПОРТАЛЬНЫЕ  
CRYSTA-APEX S СЕРИИ 191 С ПЯТИОСЕВОЙ ПОВОРОТНОЙ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКОЙ REVO**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 203-41-2020**

г. Москва, 2020

Настоящая методика поверки распространяется на машины координатные измерительные порталные CRYSTA-Arex S серии 191 с пятиосевой поворотной измерительной головкой REVO (далее – КИМ), изготовленные «Mitutoyo Corporation», Япония и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки машин должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Средства поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	5.1.	Визуально	да	да
2. Опробование	5.2.	Визуально	да	да
3. Идентификация программного обеспечения машин	5.3.	-	да	да
4. Определение абсолютной погрешности измерительной головки	5.4	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm: сфера без покрытия (рег. № 64593-16), стойка; приспособление для крепления сферы	да	да
5. Определение допускаемой абсолютной объемной погрешности	5.5	Меры длины концевые плоско-параллельные номиналом от 20 до 1000 мм, 3 разряд;	да	да

Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в эксплуатации, средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики и прошедшие поверку.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают следующие требования безопасности, а также изложенные в документации на поверяемые КИМ.

2.1. Электронная аппаратура КИМ и поверочного оборудования должны быть заземлены и перед ними на полу должны лежать резиновые коврики, во время работы кожухи электронной аппаратуры должны быть закрыты.

2.2. До включения в сеть электронной аппаратуры должны быть подключены необходимые электрические кабели. Запрещается во время работы отсоединять их, а также производить замену предохранителей.

2.3. Установленные предохранители должны соответствовать маркировке на панелях.

2.4. Запрещается вскрывать и переставлять составные части КИМ и поверочного оборудования при включенных в сеть кабелях питания.

### 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки КИМ соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, (°C)  $21 \pm 5$
- допускаемый временной градиент температуры  $2^\circ\text{C}/\text{ч}$ ; от 2 до  $5^\circ\text{C}/24\text{ч}$
- относительная влажность окружающего воздуха, % не более 65

3.2. КИМ и средства поверки должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

### 4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

4.1. КИМ подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации,

4.2. измерительные поверхности эталонных средств измерений: измерительных щупов, концевых мер длины, калибровочной сферы, типовой детали очищают от смазки, промывают авиационным бензином марки Б-70 по ГОСТ 1012-72 и спиртом ректификатом по ГОСТ 18300-72 и протирают чистой салфеткой,

4.3. эталонные (образцовые) средства выдерживают до начала измерений в помещении, где проводят испытания КИМ, в рабочем положении в течение 24 часов.

### 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении внешнего осмотра по п.5.1. (далее нумерация согласно таблице 1) устанавливают соответствие КИМ следующим требованиям:

- 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 технической документации.

5.2. Опробование.

Проверить взаимодействие частей на холостом ходу перемещением подвижных узлов на полные диапазоны. Перемещения должны быть плавными, без рывков и скачков.

Провести вручную однократное измерение типовой детали с использованием всех функциональных (узлов и программного обеспечения) КИМ. Затем то же самое выполнить в автоматическом режиме.

5.3. Идентификация программного обеспечения (ПО) машины.

Идентификацию ПО машин координатных измерительных проводят по следующей методике:

- произвести запуск ПО;
- проверить наименование программного обеспечения и его версию.

КИМ считается прошедшей поверку в части программного обеспечения, если ПО и его версия соответствует данным приведенным в таблице 2

Таблица 2

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии
MCOSMOS	4.X и выше
MiCAT Planner	1.X и выше
MODUS	1.X и выше

#### 5.4. Определение абсолютной погрешности измерительной головки

Сферу установить на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Для измерений использовать самый жесткий щуп. Произвести измерения поверхности сферы в 25 дискретных точках равномерно размещенных на полусфере испытуемой сферы.

Рекомендуемая модель измерений включает:

- одну точку на вершине испытуемой сферы;
- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на  $22,5^\circ$  ниже вершины (рис. 1);
- восемь точек равномерно распределенных на окружности, расположенной на  $45^\circ$  ниже вершины и повернутых на  $22,5^\circ$  относительно предыдущей группы;
- четыре точки равномерно распределенных на окружности, расположенной на  $67,5^\circ$  ниже вершины и повернутых на  $22,5^\circ$  относительно предшествующей группы.
- восемь точек равномерно распределенных на окружности, расположенной на  $90^\circ$  ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на  $22,5^\circ$

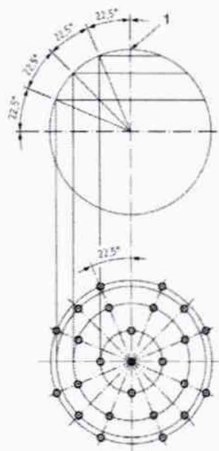


Рисунок 1 – Распределение точек на сфере для определения погрешности измерительной головки  $P_{FTU}$

Погрешность измерительной головки,  $P_{FTU}$  определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов

$$P_{FTU} = \max_i (D_{i+}) + \max (D_{i-}), \text{ мм},$$

где:

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

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

Погрешность измерительной головки  $P_{FTU}$  не должна превышать значения  $P_{FTU, \text{МРЕ}}$ , указанного в таблице 3.

Таблица 3

Се- рия	Наимено- вание КИМ	Модификация машины	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной го- ловки, мкм	
			RSP2	RSP3 (RSP3-1, RSP3-2, RSP3-3, RSP3- 4, RSP3-6)
191	CRYSTA- Арех	S 9106 S 9108 S 9166 S 9168 S 9206 S 9208	±4,0	±1,8
		S 121210 S 122010 S 123010	±4,4	±2,2
		S 162012 S 163012 S 164012 S 165012	±7,5	±5,3
		S 162016 S 163016 S 164016 S 165016	±8,5	±6,3
		S 203016 S 204016 S 205016 S 203020 S 203020 S 204020 S 205020	±10,5	±8,3

#### 5.5. Определение абсолютной погрешности объемных измерений.

При поверке используют меры длины концевые плоскопараллельные 3-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 № 2840 от 29 декабря 2018 г. с номиналом от 20 до 1000 мм в соответствии с диапазоном измерений проверяемой модификации.

Концевые меры устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений. При установке мер необходимо применять теплоизолирующие перчатки. Обязательно осуществляется компенсация погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды, отличающихся от нормальных.

Производится сбор точек с измерительных поверхностей пяти концевых мер и определяется их длина. Измерения проводят в семи различных положениях (рис. 2), каждое измерение повторяется 3 раза – общее число измерений повторяется три раза – общее число измерений составляет не менее 105.

Для диапазона свыше 1500 мм рекомендуется проводить измерения вдоль осей в нескольких местах, равномерно расположенных по длине оси, а для пространственных диагоналей рекомендуется проводить измерения впереди и сзади рабочего объема КИМ справа и слева в четырех угловых положениях. Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

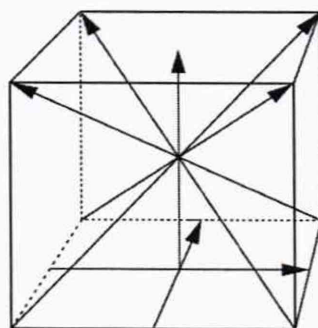


Рисунок 2. Типичные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

Для меры номер  $j$  определяется действительное значение длины измеряемой меры,  $L_{Дjk}$  по формуле:

$$L_{Дjk} = L_{0j} (1 + K_t (t_{Дjk} - t_0)), \text{ где}$$

$L_{0j}$  – номинальная длина меры при температуре  $t_0 = 20,5^\circ\text{C}$

$t_{Дjk}$  – температура меры при проведении измерения номер  $i$  меры  $j$  в положении  $k$ ,

$t_0$  – температура, при которой аттестована КМД,

$K_t$  – интегральный коэффициент теплового расширения КМД.

Далее для каждого измеренного отрезка  $j$  в положении  $k$  вычисляется погрешность измерения длины,  $\Delta L_{jk}$ , по формуле:

$$\Delta L_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{jki} - L_{Дjk})}{n} \text{ мм, где,}$$

$L_{jk}$  – погрешность измерения меры номер  $j$  в положении  $k$ ,

$L_{jki}$  – измеренная на КИМ длина меры номер  $j$  в мм,

$L_{Дjk}$  – действительная длина меры номер  $j$  с учетом температурной погрешности,

$i$  – номер измерения,

$j$  – номер меры,

$n$  – число измерений в положении  $k$ ,

$k$  – номер положения.

По результатам измерений с использованием мер для наглядности можно построить график пространственной погрешности измерений  $\Delta L_{jk}$  :

по оси абсцисс откладывается значение  $L_{0j}$  в мм, по оси ординат – погрешность  $\Delta L_{jk}$ .

Строятся графики пространственной погрешности измерений КИМ, представляющие собой прямые линии, построенные по формуле:

$$\Delta L = \left( A + \frac{L}{B} \right), \text{ мкм, где}$$

$A$  и  $B$  – заявленные значения постоянной и переменной части составляющих пространственной погрешности измерений для каждого типоразмера машины;

$L$  – измеряемая длина, мм

Значения абсолютной погрешности объемных измерений не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 Значения абсолютной погрешности объемных измерений

Се- рия	Наимено- вание КИМ	Тип ма- шины	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности, (L=длина в мм), мкм	
			RSP2	RSP3 (RSP3-1, RSP3-2, RSP3-3, RSP3-4, RSP3-6)
191	CRYSTA- Арех	S 9106 S 9108 S 9166 S 9168 S 9206 S 9208	$\pm(2,3+4L/1000)^*$ / $\pm(2,3+5L/1000)^{**}$	$\pm(1,9+4L/1000)^*$ / $\pm(1,9+5L/1000)^{**}$
		S 121210 S 122010 S 123010	$\pm(2,9+4L/1000)^*$ / $\pm(2,9+5L/1000)^{**}$	$\pm(2,5+3L/1000)^*$ / $\pm(2,5+4L/1000)^{**}$
		S 162012 S 163012 S 164012 S 165012	$\pm(5,3+6,5L/1000)^*$ / $\pm(5,3+7,5L/1000)^{**}$	$\pm(4,9+6,5L/1000)^*$ / $\pm(4,9+7,5L/1000)^{**}$
		S 162016 S 163016 S 164016 S 165016	$\pm(6,5+7,5L/1000)^*$ / $\pm(6,5+8,5L/1000)^{**}$	$\pm(6,1+7,5L/1000)^*$ / $\pm(6,1+8,5L/1000)^{**}$
		S 203016 S 204016 S 205016	$\pm(6,5+10L/1000)^*$ / $\pm(6,5+11L/1000)^{**}$	$\pm(6,1+10L/1000)^*$ / $\pm(6,1+11L/1000)^{**}$
		S 203020 S 204020 S 205020	$\pm(6,5+10L/1000)^*$ / $\pm(6,5+11L/1000)^{**}$	$\pm(6,1+10L/1000)^*$ / $\pm(6,1+11L/1000)^{**}$

Примечание:  
\* - температурный диапазон 18-22 °С  
\*\* - температурный диапазон 16-26 °С

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки выдается свидетельство установленной формы с указанием даты и имени поверителя.

Знаки поверки в виде оттиска клейма и/или наклейки наносятся на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки клеймо погашается, выдается извещение о временной непригодности средства измерений с указанием причин.

6.3 Периодичность поверки устанавливается один раз в год. Поверка также необходима после проведения каждого ремонта.

Заместитель начальника отдела 203  
Испытательного центра  
ФГУП «ВНИИМС»

 Е.А. Милованова

Начальник лаборатории 203/4  
Испытательного центра  
ФГУП «ВНИИМС»

 Н.А. Зуйкова