



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



С.А. Денисенко
расшифровка подписи

23 апреля 2025 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Машины координатно-измерительные портального типа
НЕХА**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-416-203-2025

Москва

2025

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на машины координатно-измерительные портального типа НЕХА (далее по тексту - КИМ), выпускаемые по техническим условиям ООО «Три Сигма», г. Санкт-Петербург и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 КИМ не относятся к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.2 КИМ до ввода в эксплуатацию подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр КИМ.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр КИМ, находящийся в эксплуатации, через установленный интервал между поверками. КИМ, введенные в эксплуатацию и находящиеся на длительном хранении (более одного межповерочного интервала), подвергаются периодической поверке только после окончания хранения.

1.5 Настоящая методика поверки применяется для поверки КИМ, используемых в качестве средств измерений, 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 6 апреля 2021 г. № 472.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложение А.

1.6 Обеспечение прослеживаемости поверяемой КИМ к Государственному первичному эталону ГЭТ 192-2019 и Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 осуществляется через концевые меры длины 3-го разряда методом прямых измерений согласно Государственной поверочной схеме 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 № 472 от 06 апреля 2021 г.

2. Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Идентификация программного	9	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
обеспечения машин			
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10		
Определение допускаемой абсолютной объемной погрешности	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерительной головки	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности сканирования с измерительной головкой за определенное время сканирования	10.3	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10.4	Да	Да

2.2 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку КИМ прекращают и КИМ признают не прошедшими поверку.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку КИМ следует проводить при следующих условиях:

- температура воздуха, °С от 16 до 26;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 25 до 75.

3.2 КИМ и другие средства измерений и поверки выдерживают не менее 1 ч при постоянной температуре, соответствующей нормальным условиям работы.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на КИМ и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь соответствующую подготовку и опыт работы с КИМ, а также обязаны знать требования эксплуатационной документации и требования настоящей методики поверки.

4.3 Для проведения поверки КИМ достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 16 до 26 °С, абсолютная погрешность не более 1°С	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13
П. 10.1	Меры длины концевые плоскопараллельные с номинальными значениями длины от 10 до 1000 мм, рабочий эталон 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.	Меры длины концевые плоскопараллельные серии 611 с номинальными значениями длины от 10 до 1000 мм, 3 разряд, рег. № 32668-14
П. 10.2	Сфера, рабочий эталон 1-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме 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.	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm: сфера без покрытия, рег. № 64593-16
П. 10.3	Сфера, рабочий эталон 1-го разряда, согласно Государственной поверочной схеме 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. Секундомер, средство измерений, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm: сфера без покрытия, рег. № 64593-16 Секундомер электронный тип Интеграл С-01, рег. №44154-10

Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки КИМ должны соблюдаться следующие требования безопасности, а также изложенные в документации на поверяемые КИМ:

- электронная аппаратура КИМ и поверочное оборудование должны быть заземлены, во время работы кожухи электронной аппаратуры должны быть закрыты;
- до включения в сеть электронной аппаратуры должны быть подключены необходимые электрические кабели. Запрещается во время работы отсоединять их, а также производить замену предохранителей;
- установленные предохранители должны соответствовать маркировке на панелях;
- запрещается вскрывать и переставлять составные части КИМ и поверочного оборудования при включенных в сеть кабелях питания;
- при подготовке к проведению поверки должны быть соблюдены требования пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями, к которым относится бензин, используемый для промывки;
- бензин хранят в металлической посуде, плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки;
- промывку проводят в резиновых технических перчатках типа II по ГОСТ 20010-93.

7. Внешний осмотр

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида поверяемой КИМ описанию и изображению, приведенному в описании типа, а также требованиям руководства по эксплуатации в части комплектности, а именно:

- 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.

7.2 КИМ считается поверенной в части внешнего осмотра, если выполнены все требования пункта 7.1.

8. Подготовка к поверке и опробование

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

- измерительные поверхности эталонных средств измерений: измерительных щупов, концевых мер длины, калибровочной сферы очищают от смазки, промывают авиационным бензином марки Б-70 по ГОСТ 1012-2013 и спиртом ректификатом по ГОСТ 55878-2013 и протирают чистой салфеткой,
- эталонные средства выдерживают до начала измерений в помещении, где проводят поверку КИМ, в рабочем положении в течение 12-24 часов.

8.2 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют и контролируют соответствие условий поверки требованиям, приведенным в п. 3 настоящей методики поверки.

8.3 Процедура опробования состоит в следующем:

- проверить взаимодействие частей на холостом ходу перемещением подвижных узлов на полные диапазоны. Перемещения должны быть плавными, без рывков и скачков.
- провести вручную однократное измерение концевой меры длины с использованием всех функциональных узлов и программного обеспечения КИМ. Затем то же самое выполнить в автоматическом режиме.

8.4 КИМ считается прошедшей поверку в части опробования, если она удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

9. Идентификация программного обеспечения

Идентификацию программного обеспечения (далее – ПО) КИМ 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 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)		
Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	Цифровой идентификатор ПО
Acro Cad	v. 3.7	
Curve Analyzer	v. 3.X	
Inca3D	v. 6.5.0.6	
Inspect 3D Geomera	v. 2022R1	
Metrolog X4	v. 7	
MODUS	v. 1.6	
OpenDMIS	v. 1.0	
PC-DMIS	v. 2017	
Rational DMIS	v. 7.0	
PolyWorks	v. 2019 IR 1	
PowerINSPECT	v. 1.0	
QUINDOS	v. 7.X	

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Определение абсолютной объемной погрешности.

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 10 до 1000 мм в соответствии с диапазоном измерений поверяемой 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. 1), каждое измерение повторяется 3 раза – общее число измерений составляет не менее 105.

Для диапазона свыше 1200 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.

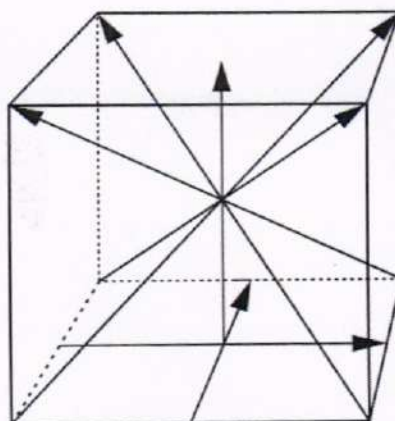


Рисунок 1 - Типичные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

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 поверена КМД,

K_t – интегральный коэффициент теплового расширения КМД.

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

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

L_{jki} – 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 ΔL_{jk} :

по оси абсцисс откладывается значение L_{0j} в мм, по оси ординат – погрешность ΔL_{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 для всех модификаций КИМ значений, приведенных в приложении А.

10.2. 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 распределенные на окружности, расположенной на $22,5^\circ$ ниже вершины (рис. 2);
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 45° ниже вершины и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предыдущей группы;
- четыре точки, равномерно распределенные 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° ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$

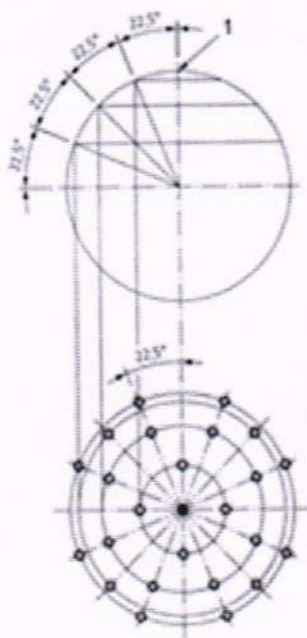


Рисунок 2 – Распределение точек на сфере для определения погрешности измерительной головки

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

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

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 MPE_p не должна превышать значения, указанного в приложении А.

10.3. Определение абсолютной погрешности сканирования с измерительной головкой за определенное время сканирования

Сферу установить на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Для измерений использовать самый жесткий щуп. Необходимо выбрать положение щупа относительно оси пиноли под углом α , приблизительно равным 45° . Произвести три цикла измерений (в режиме непрерывного сканирования). В каждом цикле измеряются 4 траектории сканирования поверхности сферы, указанные на рисунке.

Модель измерений включает:

- траектория сканирования А расположена на экваторе сферы;
- траектория сканирования В расположена на расстоянии 8 мм от траектории А;
- траектория сканирования С расположена на полярной оси сферы;
- траектория сканирования D расположена на расстоянии 8 мм от полярной оси;
- траектории В, С и D взаимно перпендикулярны.

Каждый цикл сканирования начинается с установки щупа в промежуточную точку, расположенную на расстоянии 10 мм от испытуемой сферы. Из этой точки щуп по нормали подводится к ее поверхности. Каждый цикл сканирования завершается отводом щупа в промежуточную точку, расположенную на расстоянии не менее 10 мм от испытуемой сферы.

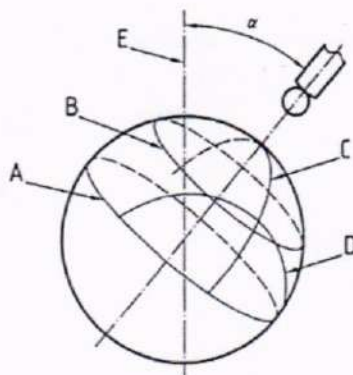


Рисунок 3 - Траектории сканирования на сфере, для определения погрешности сканирования измерительной головки

Погрешность сканирования измерительной головки, T_{ij} , определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанную по методу наименьших квадратов

$$T_{ij} = \max_i (D_{i+}) + \max_i (D_{i-}), \text{ мм, где:}$$

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

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

С помощью секундомера необходимо засечь время сканирования всех 4 траекторий для каждого цикла с момента первого касания щупа к сфере.

Погрешность сканирования измерительной головки не должна превышать значений, указанных в приложении А.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

КИМ считаются прошедшими поверку, если по пунктам 7-9, соответствуют перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10.1-10.3 находятся в пределах допустимых значений.

В случае подтверждения соответствия КИМ метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и СИ признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие КИМ метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и СИ признают непригодным к применению.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

11.2. При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, выдается свидетельство о поверке, в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

11.3. При отрицательных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности на бумажном носителе.

Начальник отдела 203
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»


_____ М.Л. Бабаджанова

Начальник лаборатории 203/4
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»


_____ Н.А. Зуйкова

Инженер 1 категории
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»


_____ К.И. Маликов

Приложение А

Метрологические характеристики машин представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1 – Метрологические характеристики координатно-измерительных машин HEXA, модификации STANDARD

Типо- размер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, MPE _в мкм, где L – измеряемый размер в мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, MPE _г мкм		
	Ось X	Ось Y	Ось Z	Измерительная головка + контактный датчик					
				НН-МІ	НН-МІ-М+TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20	НН-МІ-М+ THDe, НН+THDe, PH10+TP200	НН-МІ	НН-МІ-М+ TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20	НН-МІ-М+THDe, НН+THDe, PH10+TP200
05.06.04	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	±(1,8+L/333)*	±(1,8+L/333)* ±(2,0+L/250)**	±(1,7+L/333)* ±(1,9+L/250)**	±2,0	±1,9	±1,7
06.08.06	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±(2,0+L/250)**			±2,1	±2,0	±1,8
08.10.06	от 0 до 800	от 0 до 1000		±(2,0+L/333)* ±(2,2+L/250)**					
08.12.06		от 0 до 1200							
08.15.06		от 0 до 1500							
10.12.08	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±(2,1+L/333)* ±(2,3+L/250)**	±(2,0+L/333)* ±(2,2+L/250)**	±(1,8+L/333)* ±(2,0+ L/250)**	±2,2	±2,1	±2,0
10.15.08		от 0 до 1500							
10.21.08		от 0 до 2100							
10.30.08		от 0 до 3000							
12.15.10	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	-	±(2,5+L/333)* ±(2,8+L/250)**	±(2,4+L/333)* ±(2,7+L/250)**	-	±2,9	
12.22.10		от 0 до 2200							
12.30.10		от 0 до 3000							
15.22.10	от 0 до 1500	от 0 до 2200	от 0 до 1200		±(2,9+L/333)* ±(3,2+L/250)**	±(2,8+L/333)* ±(3,1+L/250)**		±3,2	±3,1
15.30.10		от 0 до 3000							
15.22.12		от 0 до 2200							
15.30.12		от 0 до 3000							

Примечание:

* – при температуре окружающего воздуха от +18°C до +22°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

** – при температуре окружающего воздуха от +16°C до +26°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

Таблица 2 - Метрологические характеристики координатно-измерительных машин НЭХА, модификации PRO

Типо-размер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, МРЕ _Е , мкм, где L – измеряемый размер в мм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕ _Р , мкм				Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/τ} за время сканирования 68 сек, мкм					
	Ось X	Ось Y	Ось Z	Измерительная головка + контактный датчик											
				НН-МI-M+TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20, REVO+RSP2	НН-МI-M+THDe, НН+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP3, SP80	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5, PH10+SP25M	НН-МI-M+TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20 REVO+RSP2	НН-МI-M+THDe, НН+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP3, SP80	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5 PH10+SP25M	SP80, НН+HP-S-X1					
05.06.04	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	±(1,6+L/333)* ±(1,8+L/250)**	±(1,5+L/333)* ±(1,7+L/250)**	±(1,3+L/333)* ±(1,5+L/250)**	±1,7	±1,6	±1,4	-					
06.08.06	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600			±(1,4+L/333)* ±(1,6+L/250)**				±1,8	±1,7	±1,5	±2,8		
08.10.06	от 0 до 800	от 0 до 1000				±(1,8+L/333)* ±(2,0+L/250)**	±(1,7+L/333)* ±(1,9+L/250)**	±(1,6+L/333)* ±(1,8+L/250)**	±1,9				±1,8	±1,7	±2,9
08.12.06		от 0 до 1200													±3,0
08.15.06		от 0 до 1500													±3,1
10.12.08	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±(2,0+L/333)* ±(2,2+L/250)**	±(1,9+L/333)* ±(2,1+L/250)**					±(1,8+L/333)* ±(2,0+L/250)**	±2,3	±2,3			±2,1
10.15.08		от 0 до 1500				±3,2									
10.21.08		от 0 до 2100				±3,3									
10.30.08		от 0 до 3000				±3,4									
12.15.10	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±(2,4+L/333)* ±(2,6+L/250)**	±(2,2+L/333)* ±(2,4+L/250)**	±(2,2+L/333)* ±(2,4+L/250)**	±2,7	±2,6	±2,5	±3,5					
12.22.10		от 0 до 2200								±3,7					
12.30.10		от 0 до 3000								±3,9					
15.22.10	от 0 до 1500	от 0 до 2200	от 0 до 1000	±(2,7+L/333)* ±(3,0+L/200)**	±(2,6+L/333)* ±(2,9+L/200)**	±(2,5+L/333)* ±(2,8+L/200)**	±3,0	±3,0	±2,8	±4,2					
15.30.10		от 0 до 3000								до 1200	±4,4				
15.22.12		от 0 до 2200								до 1200	±4,2				
15.30.12		от 0 до 3000								до 1200	±4,4				

Продолжение таблицы 2

Продолжение таблицы 2										
Типо- размер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, МРЕ _в , мкм, где L – измеряемый размер в мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕ _г , мкм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{тнр/г} , за время сканирования 68 сек, мкм
	Ось X	Ось Y	Ось Z	Измерительная головка + контактный датчик						
				НН-МI-M+ TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20, REVO+RSP2	НН-МI-M+ THDe, НН+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP3, SP80	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5, PH10+SP25M	НН-МI-M+ TMe, НН+TMe, PH10+TP20, PH20+TP20, MH20i+TP20 REVO+RSP2	НН-МI-M+ THDe, НН+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP3, SP80	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5 PH10+ SP25M	SP80, НН+HP-S-X1
18.22.10	от 0 до 1800	от 0 до 2200	от 0 до 1000	$\pm(3,1+L/333)^*$ $\pm(3,4+L/200)^{**}$	$\pm(2,9+L/333)^*$ $\pm(3,2+L/200)^{**}$	$\pm(2,9+L/333)^*$ $\pm(3,2+L/200)^{**}$	$\pm 3,4$	$\pm 3,3$	$\pm 3,2$	$\pm 4,0$
18.30.10		от 0 до 3000	от 0 до 1200	$\pm(3,4+L/333)^*$ $\pm(3,7+L/200)^{**}$	$\pm(3,3+L/333)^*$ $\pm(3,6+L/200)^{**}$	$\pm(3,2+L/333)^*$ $\pm(3,5+L/200)^{**}$	$\pm 3,7$	$\pm 3,7$	$\pm 3,5$	$\pm 4,2$
18.22.12		от 0 до 2200								$\pm 4,2$
18.30.12		от 0 до 3000								$\pm 4,4$
18.22.15		от 0 до 2200								$\pm 4,2$
18.30.15		от 0 до 3000								$\pm 4,4$
20.33.10	от 0 до 2000	от 0 до 3300	от 0 до 1000	$\pm(3,9+3L/500)^*$ $\pm(4,3+L/100)^{**}$	$\pm(3,7+3L/500)^*$ $\pm(4,1+L/100)^{**}$	$\pm(3,6+L/333)^*$ $\pm(3,9+L/200)^{**}$	$\pm 4,1$	$\pm 4,0$	$\pm 3,9$	$\pm 4,2$
20.33.12		от 0 до 3300	от 0 до 1200	$\pm(4,0+3L/500)^*$ $\pm(4,4+L/100)^{**}$	$\pm(3,9+3L/500)^*$ $\pm(4,3+L/100)^{**}$	$\pm(3,6+3L/500)^*$ $\pm(4,0+L/100)^{**}$	$\pm 4,2$			
20.33.15		от 0 до 3300	от 0 до 1500	$\pm(4,2+3L/500)^*$ $\pm(4,6+L/100)^{**}$	$\pm(4,0+3L/500)^*$ $\pm(4,4+L/100)^{**}$	$\pm(4,0+3L/500)^*$ $\pm(4,4+L/100)^{**}$	$\pm 4,5$	$\pm 4,4$	$\pm 4,3$	$\pm 4,4$

Примечание:

* – при температуре окружающего воздуха от +18°C до +22°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

** – при температуре окружающего воздуха от +16°C до +26°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

Таблица 3 - Метрологические характеристики координатно-измерительных машин HEXA, модификации ULTRA

Типо-размер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, MPE_E , мкм, где L – измеряемый размер в мм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, MPE_R (мкм)		Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования $MPE_{THP/t}$, за время сканирования 68 сек, мкм
	Ось X	Ось Y	Ось Z	Измерительная головка + контактный датчик				
				HH-MI-M+THDe, HH+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP2, REVO+RSP3, SP80	HH+HP-S-X1, HH+HP-S-X3, HH+HP-S-X5, PH10+SP25M	HH-MI-M+THDe, HH+THDe, PH10+TP200, REVO+RSP2, REVO+RSP3, SP80	HH+HP-S-X1, HH+HP-S-X3, HH+HP-S-X5, PH10+SP25M	SP80, HH+HP-S-X1
05.06.04	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	$\pm(0,9+L/333)^*$	$\pm(0,7+L/333)^*$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$	-
06.08.06	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	$\pm(1,2+L/250)^{**}$	$\pm(1,0+L/250)^{**}$			$\pm 2,0$
08.10.06	от 0 до 800	от 0 до 1000		$\pm(1,0+L/333)^*$	$\pm(0,9+L/333)^*$	$\pm 1,2$	$\pm 0,9$	$\pm 2,1$
08.12.06		от 0 до 1200		$\pm(1,3+L/250)^{**}$	$\pm(1,2+L/250)^{**}$			
08.15.06		от 0 до 1500	$\pm(1,1+L/333)^*$	$\pm(1,0+L/333)^*$	$\pm 1,3$			$\pm 1,0$
10.12.08	от 0 до 1000	от 0 до 1200	$\pm(1,4+L/250)^{**}$	$\pm(1,3+L/250)^{**}$				
10.15.08		от 0 до 1500	$\pm(1,2+L/333)^*$	$\pm(1,1+L/333)^*$		$\pm 1,5$	$\pm 1,2$	
10.21.08		от 0 до 2100	$\pm(1,5+L/250)^{**}$	$\pm(1,4+L/250)^{**}$				
10.30.08		от 0 до 3000	$\pm(1,3+L/333)^*$	$\pm(1,2+L/333)^*$	$\pm 1,7$			$\pm 1,4$
12.15.10	от 0 до 1200	от 0 до 1500	$\pm(1,6+L/250)^{**}$	$\pm(1,5+L/250)^{**}$				
12.22.10		от 0 до 2200	$\pm(1,5+L/333)^*$	$\pm(1,4+L/333)^*$		$\pm 1,9$	$\pm 1,6$	
			$\pm(1,7+L/200)^{**}$	$\pm(1,7+L/200)^{**}$				
			$\pm(1,6+L/333)^*$	$\pm(1,5+L/333)^*$	$\pm 2,1$	$\pm 1,9$	$\pm 2,8$	
			$\pm(1,8+L/200)^{**}$	$\pm(1,8+L/200)^{**}$				

Примечание:

* – при температуре окружающего воздуха от +18°C до +22°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

** – при температуре окружающего воздуха от +16°C до +26°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

Таблица 4 - Метрологические характеристики координатно-измерительных машин HEXA, модификации MICRA

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, МРЕ _Е , мкм, где L – измеряемый размер в мм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕ _Р , мкм	
	Ось X	Ось Y	Ось Z	Измерительная головка + контактный датчик			
				НН-МI-M+ТHDe НН-МI-M+ТMe, НН+ТHDe, НН+ТMe, PH10+TP200	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5, PH10+SP25M	НН-МI-M+ ТHDe, НН+ТHDe, PH10+TP200	НН+HP-S-X1, НН+HP-S-X3, НН+HP-S-X5, PH10+SP25M
03.03.02	от 0 до 300	от 0 до 300	от 0 до 200	$\pm(3,5+L/333)^*$ $\pm(3,9+L/250)^{**}$	$\pm(3,2+ L/333)^*$ $\pm(3,6+ L/250)^{**}$	$\pm 3,5$	$\pm 3,2$
04.05.04	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 400	$\pm(3,5+L/333)^*$ $\pm(3,9+L/250)^{**}$	$\pm(3,2+L/333)^*$ $\pm(3,6+L/250)^{**}$	$\pm 4,0$	$\pm 3,7$
06.07.04	от 0 до 600	от 0 до 700	от 0 до 400	$\pm(3,7+L/333)^*$ $\pm(4,1+L/250)^{**}$	$\pm(3,4+L/333)^*$ $\pm(3,8+L/250)^{**}$	$\pm 4,0$	$\pm 3,7$

Примечание:

* – при температуре окружающего воздуха от +18°C до +22°C и относительной влажности воздуха не более 75%.

** – при температуре окружающего воздуха от +16°C до +26°C и относительной влажности воздуха не более 75%.