



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

М.п.

23 апреля 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные порталного типа  
**HEXA**

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. Проверка 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 |                       |
|--|--|-------------------------|-----------------------|
|  |  | первой 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. Требований к условиям проведения поверки

- 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 °C, абсолютная погрешность не более 1°C  | 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 1·10 <sup>-9</sup> 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.<br><br>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<br><br>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 теплоизолирующее 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.

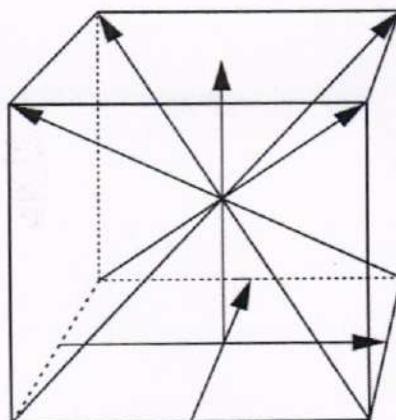


Рисунок 1 - Типичные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

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

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

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

$t_{Djki}$  – 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,  $\Delta L_{jk}$ , по формуле:

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

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

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

$L_{Djki}$  – 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 частей 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  $45^\circ$  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  $90^\circ$  ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на  $22,5^\circ$ .

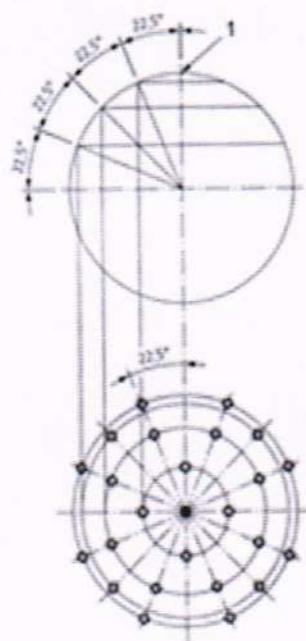


Рисунок 2 – Распределение точек на сфере для определения погрешности измерительной головки

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

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

где:

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

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

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  $\alpha$ , приблизительно равным  $45^\circ$ . 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 A расположена на экваторе сферы;
- траектория сканирования B расположена на расстоянии 8 мм от траектории A;
- траектория сканирования C расположена на полярной оси сферы;
- траектория сканирования D расположена на расстоянии 8 мм от полярной оси;
- траектории B, C 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.

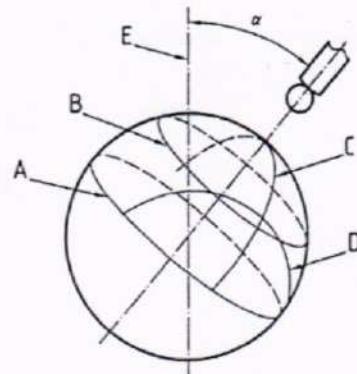


Рисунок 3 - Траектории сканирования на сфере, для определения погрешности сканирования измерительной головки

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»



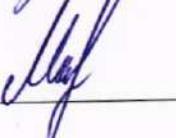
М.Л. Бабаджанова

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 НЕХА, модификации STANDARD

| 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, $MPE_P$ , мкм |           |  |           |
|-------------|------------------------|--------------|--------------|--|---|---|-----------|--|-----------|
|             | Ось X                  | Ось Y        | Ось Z        | Измерительная головка + контактный датчик  |   |   |           |  |           |
|             |                        |              |              | HH-MI  | HH-MI-M+TMe,<br>HH+TMe,<br>PH10+TP20,<br>PH20+TP20,<br>MH20i+TP20 | HH-MI-M+THDe,<br>HH+THDe,<br>PH10+TP200   | HH-MI     | HH-MI-M+ TMe,<br>HH+TMe,<br>PH10+TP20,<br>PH20+TP20,<br>MH20i+TP20 |           |
| 05.06.04    | от 0 до 500            | от 0 до 600  | от 0 до 400  | $\pm(1,8+L/333)^*$<br>$\pm(2,0+L/250)^{**}$  |   |   | $\pm 2,0$ | $\pm 1,9$  | $\pm 1,7$ |
| 06.08.06    | от 0 до 600            | от 0 до 800  |              | $\pm(1,8+L/333)^*$<br>$\pm(2,0+L/250)^{**}$  |   | $\pm(1,7+L/333)^*$<br>$\pm(1,9+L/250)^{**}$                                     |           |  |           |
| 08.10.06    |                        | от 0 до 1000 | от 0 до 600  | $\pm(2,0+L/333)^*$<br>$\pm(2,2+L/250)^{**}$  |   |   | $\pm 2,1$ | $\pm 2,0$  | $\pm 1,8$ |
| 08.12.06    | от 0 до 800            | от 0 до 1200 |              |  |   |   |           |  |           |
| 08.15.06    |                        | от 0 до 1500 |              |  |   |   |           |  |           |
| 10.12.08    |                        | от 0 до 1200 |              |  |   |   |           |  |           |
| 10.15.08    | от 0 до 1000           | от 0 до 1500 | от 0 до 800  | $\pm(2,1+L/333)^*$<br>$\pm(2,3+L/250)^{**}$  | $\pm(2,0+L/333)^*$<br>$\pm(2,2+L/250)^{**}$                       | $\pm(1,8+L/333)^*$<br>$\pm(2,0+L/250)^{**}$                                     | $\pm 2,2$ | $\pm 2,1$  | $\pm 2,0$ |
| 10.21.08    |                        | от 0 до 2100 |              |  |   |   |           |  |           |
| 10.30.08    |                        | от 0 до 3000 |              |  |   |   |           |  |           |
| 12.15.10    |                        | от 0 до 1500 |              |  |   |   |           |  |           |
| 12.22.10    | от 0 до 1200           | от 0 до 2200 | от 0 до 1000 |  | $\pm(2,5+L/333)^*$<br>$\pm(2,8+L/250)^{**}$                       | $\pm(2,4+L/333)^*$<br>$\pm(2,7+L/250)^{**}$                                     |           | $\pm 2,9$  | $\pm 2,7$ |
| 12.30.10    |                        | от 0 до 3000 |              |  |   |   |           |  |           |
| 15.22.10    |                        | от 0 до 2200 |              |  |   |   |           |  |           |
| 15.30.10    | от 0 до 1500           | от 0 до 3000 |              |  | $\pm(2,9+L/333)^*$<br>$\pm(3,2+L/250)^{**}$                       | $\pm(2,8+L/333)^*$<br>$\pm(3,1+L/250)^{**}$                                     |           | $\pm 3,2$  | $\pm 3,1$ |
| 15.22.12    |                        | от 0 до 2200 |              |  |   |   |           |  |           |
| 15.30.12    |                        | от 0 до 3000 | от 0 до 1200 |  |   |   |           |  |           |

Примечание:

\* – при температуре откружающего воздуха от  $+18^{\circ}\text{C}$  до  $+22^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 75%.

\*\* – при температуре откружающего воздуха от  $+16^{\circ}\text{C}$  до  $+26^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 75%.

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

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

Продолжение таблицы 2

| Типо-размер | Диапазон измерений, мм |              |                 | Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, $MPE_E$ , мкм,<br>где L – измеряемый размер в мм |  |   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, $MPE_P$ ,<br>мкм |  |  | Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования<br>$MPE_{THP/t}$ ,<br>за время сканирования<br>68 сек, мкм |
|-------------|------------------------|--------------|-----------------|---|--|---|--|--|--|--|
|             | Ось X                  | Ось Y        | Ось Z           | HH-MI-M+ TMe,<br>HH+TMe,<br>PH10+TP20,<br>PH20+TP20,<br>MH20i+TP20,<br>REVO+RSP2                      | HH-MI-M+<br>THDe,<br>HH+THDe,<br>PH10+TP200,<br>REVO+RSP3,<br>SP80 | HH+HP-S-X1,<br>HH+HP-S-X3,<br>HH+HP-S-X5,<br>PH10+SP25M | HH-MI-M+<br>TMe,<br>HH+TMe,<br>PH10+TP20,<br>PH20+TP20,<br>MH20i+TP20<br>REVO+RSP2 | HH-MI-M+<br>THDe,<br>HH+THDe,<br>PH10+TP200,<br>REVO+RSP3,<br>SP80 | HH+HP-S-X1,<br>HH+HP-S-X3,<br>HH+HP-S-X5<br>PH10+<br>SP25M |  |
| 18.22.10    | от 0<br>до 1800        | от 0 до 2200 | от 0<br>до 1000 | $\pm(3,1+L/333)^*$<br>$\pm(3,4+L/200)^{**}$   | $\pm(2,9+L/333)^*$<br>$\pm(3,2+L/200)^{**}$                        | $\pm(2,9+L/333)^*$<br>$\pm(3,2+L/200)^{**}$             | $\pm 3,4$  | $\pm 3,3$  | $\pm 3,2$  | $\pm 4,0$  |
| 18.30.10    |                        | от 0 до 3000 | от 0<br>до 1200 | $\pm(3,4+L/333)^*$<br>$\pm(3,7+L/200)^{**}$   | $\pm(3,3+L/333)^*$<br>$\pm(3,6+L/200)^{**}$                        | $\pm(3,2+L/333)^*$<br>$\pm(3,5+L/200)^{**}$             | $\pm 3,7$  | $\pm 3,7$  | $\pm 3,5$  | $\pm 4,2$  |
| 18.22.12    |                        | от 0 до 2200 | от 0<br>до 1000 | $\pm(3,4+L/333)^*$<br>$\pm(3,7+L/200)^{**}$   | $\pm(3,3+L/333)^*$<br>$\pm(3,6+L/200)^{**}$                        | $\pm(3,2+L/333)^*$<br>$\pm(3,5+L/200)^{**}$             | $\pm 3,7$  | $\pm 3,7$  | $\pm 3,5$  | $\pm 4,2$  |
| 18.30.12    |                        | от 0 до 3000 | от 0<br>до 1200 | $\pm(3,4+L/333)^*$<br>$\pm(3,7+L/200)^{**}$   | $\pm(3,3+L/333)^*$<br>$\pm(3,6+L/200)^{**}$                        | $\pm(3,2+L/333)^*$<br>$\pm(3,5+L/200)^{**}$             | $\pm 3,7$  | $\pm 3,7$  | $\pm 3,5$  | $\pm 4,4$  |
| 18.22.15    |                        | от 0 до 2200 | от 0<br>до 1500 | $\pm(3,8+L/333)^*$<br>$\pm(4,1+L/200)^{**}$   | $\pm(3,6+L/333)^*$<br>$\pm(3,9+L/200)^{**}$                        | $\pm(3,6+L/333)^*$<br>$\pm(3,9+L/200)^{**}$             | $\pm 4,1$  | $\pm 4,0$  | $\pm 3,9$  | $\pm 4,2$  |
| 18.30.15    |                        | от 0 до 3000 | от 0<br>до 1500 | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,1+L/100)^{**}$  | $\pm(3,7+3L/500)^*$<br>$\pm(4,1+L/100)^{**}$                       | $\pm(3,6+3L/500)^*$<br>$\pm(4,0+L/100)^{**}$            | $\pm 4,2$  |  | $\pm 3,9$  | $\pm 4,4$  |
| 20.33.10    |                        | от 0 до 3300 | от 0<br>до 1000 | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,3+L/100)^{**}$  | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,1+L/100)^{**}$                       | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,0+L/100)^{**}$            | $\pm 4,2$  | $\pm 4,2$  | $\pm 4,2$  | $\pm 4,4$  |
| 20.33.12    |                        | от 0 до 3300 | от 0<br>до 1200 | $\pm(4,0+3L/500)^*$<br>$\pm(4,4+L/100)^{**}$  | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,3+L/100)^{**}$                       | $\pm(3,9+3L/500)^*$<br>$\pm(4,3+L/100)^{**}$            | $\pm 4,4$  |  | $\pm 4,2$  | $\pm 4,4$  |
| 20.33.15    |                        | от 0 до 3300 | от 0<br>до 1500 | $\pm(4,2+3L/500)^*$<br>$\pm(4,6+L/100)^{**}$  | $\pm(4,0+3L/500)^*$<br>$\pm(4,4+L/100)^{**}$                       | $\pm(4,0+3L/500)^*$<br>$\pm(4,4+L/100)^{**}$            | $\pm 4,5$  | $\pm 4,4$  | $\pm 4,3$  | $\pm 4,4$  |

Примечание:

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

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

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

| Типо-размер | Диапазон измерений, мм |              |              | Пределы допускаемой абсолютной объёмной погрешности, $MPE_E$ , мкм,<br>где L – измеряемый размер в мм |   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки,<br>$MPE_p$ (мкм) |           | Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования<br>$MPE_{THP/t}$ , за время сканирования 68 сек, мкм |
|-------------|------------------------|--------------|--------------|---|---|--|-----------|--|
|             | Ось X                  | Ось Y        | Ось Z        | Измерительная головка + контактный датчик   |   |  |           |  |
| 05.06.04    | от 0 до 500            | от 0 до 600  | от 0 до 400  | $\pm(0,9+L/333)^*$<br>$\pm(1,2+L/250)^{**}$   | $\pm(0,7+L/333)^*$<br>$\pm(1,0+L/250)^{**}$ | $\pm 1,0$  | $\pm 0,7$ | -  |
| 06.08.06    | от 0 до 600            | от 0 до 800  |              | $\pm(1,0+L/333)^*$<br>$\pm(1,3+L/250)^{**}$   | $\pm(0,9+L/333)^*$<br>$\pm(1,2+L/250)^{**}$ | $\pm 1,2$  | $\pm 0,9$ | $\pm 2,0$  |
| 08.10.06    | от 0 до 800            | от 0 до 1000 | от 0 до 600  | $\pm(1,1+L/333)^*$<br>$\pm(1,4+L/250)^{**}$   | $\pm(1,0+L/333)^*$<br>$\pm(1,3+L/250)^{**}$ | $\pm 1,3$  | $\pm 1,0$ | $\pm 2,1$  |
| 08.12.06    |                        | от 0 до 1200 |              | $\pm(1,2+L/333)^*$<br>$\pm(1,5+L/250)^{**}$   | $\pm(1,1+L/333)^*$<br>$\pm(1,4+L/250)^{**}$ | $\pm 1,5$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2,2$  |
| 08.15.06    | от 0 до 1000           | от 0 до 1500 | от 0 до 800  | $\pm(1,3+L/333)^*$<br>$\pm(1,6+L/250)^{**}$   | $\pm(1,2+L/333)^*$<br>$\pm(1,5+L/250)^{**}$ | $\pm 1,7$  | $\pm 1,4$ | $\pm 2,3$  |
| 10.12.08    |                        | от 0 до 1200 |              | $\pm(1,4+L/333)^*$<br>$\pm(1,7+L/200)^{**}$   | $\pm(1,3+L/333)^*$<br>$\pm(1,6+L/200)^{**}$ | $\pm 1,9$  | $\pm 1,6$ | $\pm 2,4$  |
| 10.15.08    | от 0 до 1500           | от 0 до 1500 | от 0 до 1000 | $\pm(1,5+L/333)^*$<br>$\pm(1,8+L/200)^{**}$   | $\pm(1,4+L/333)^*$<br>$\pm(1,7+L/200)^{**}$ | $\pm 2,1$  | $\pm 1,9$ | $\pm 2,5$  |
| 10.21.08    |                        | от 0 до 2100 |              | $\pm(1,6+L/333)^*$<br>$\pm(1,9+L/200)^{**}$   | $\pm(1,5+L/333)^*$<br>$\pm(1,8+L/200)^{**}$ | $\pm 2,1$  | $\pm 1,9$ | $\pm 2,5$  |
| 10.30.08    | от 0 до 3000           | от 0 до 3000 | от 0 до 1200 | $\pm(1,7+L/333)^*$<br>$\pm(2,0+L/200)^{**}$   | $\pm(1,6+L/333)^*$<br>$\pm(1,9+L/200)^{**}$ | $\pm 2,7$  | $\pm 2,7$ | $\pm 2,7$  |
| 12.15.10    |                        | от 0 до 1500 |              | $\pm(1,8+L/333)^*$<br>$\pm(2,1+L/200)^{**}$   | $\pm(1,7+L/333)^*$<br>$\pm(2,0+L/200)^{**}$ | $\pm 2,7$  | $\pm 2,7$ | $\pm 2,7$  |
| 12.22.10    | от 0 до 1200           | от 0 до 2200 | от 0 до 1000 | $\pm(1,9+L/333)^*$<br>$\pm(2,2+L/200)^{**}$   | $\pm(1,8+L/333)^*$<br>$\pm(2,1+L/200)^{**}$ | $\pm 2,8$  | $\pm 2,8$ | $\pm 2,8$  |

Примечание:

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

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

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

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

Примечание:

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

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