

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



В.Н. Абрамов

«25» сентября 2023 г.

МП АПМ 51-23

«ГСИ. Машины координатно-измерительные Leader Metrology.  
Методика поверки»

г. Москва  
2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатно-измерительных Leader Metrology (далее – КИМ), производства CHINA-US JOINT ENTERPRISE QINGDAO LEADER METROLOGY INSTRUMENTS CO., LTD, Китай, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

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

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр КИМ.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр КИМ, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

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

ГЭТ2-2021- ГПЭ единицы длины – метра в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г.;

ГЭТ 192-2019 - ГПСЭ единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба 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 № 472 «06» апреля 2021 г.

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

## 2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки КИМ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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
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 МРЕ <sub>Р</sub>	Да	Да	10.1
Определение абсолютной объёмной погрешности МРЕ <sub>Е</sub>	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 +18 до +22;
- допустимое изменение температуры, °С, не более, в течении 1 ч 1;
- допустимое изменение температуры, °С, не более, в течении 24 ч 2;
- градиент температуры по объему, °С на метр, не более 1;
- относительная влажность воздуха, %, от 25 до 70.

### 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 2.

Таблица 2 – 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 № 472 «06» апреля 2021 г. – сфера	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, рег. № 64593-16
10.2	Рабочий эталон единицы длины 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. - меры длины концевые плоскопараллельные	Меры длины концевые плоскопараллельные набор № 9, модель 240411, рег. № 9291-91

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательное оборудование		
8, 9, 10.1	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±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. 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) «RationalDmis» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «RationalDMIS»;
- в меню выбрать «Help» («Помощь»);
- в выпадающем списке выбрать «About RationaDMIS» («O RationaDMIS»).

Идентификация ПО «Modus» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «MODUS»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «O программе».

Идентификация ПО «Visual DMIS» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «VisualDMIS»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «O программе».

Идентификация ПО «Metrolog X4» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Metrolog X4»;
- нажать значок «?» («Help»);
- выбрать раздел «O программе» («About this Program»).

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	RationalDmis	Modus	Visual DMIS	Metrolog X4
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2022	не ниже 1.6	не ниже 7.0.6	не ниже V7
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	-	-	-	-

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

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение абсолютной погрешности измерительной головки МРЕР

Установить сферу на плите рабочего стола 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° ниже вершины (рисунок 1);
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 45° ниже вершины, и повернутых на 22,5° относительно предшествующей группы;

- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на  $67,5^\circ$  ниже вершины (рисунок 1), 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  $22,5^\circ$ .

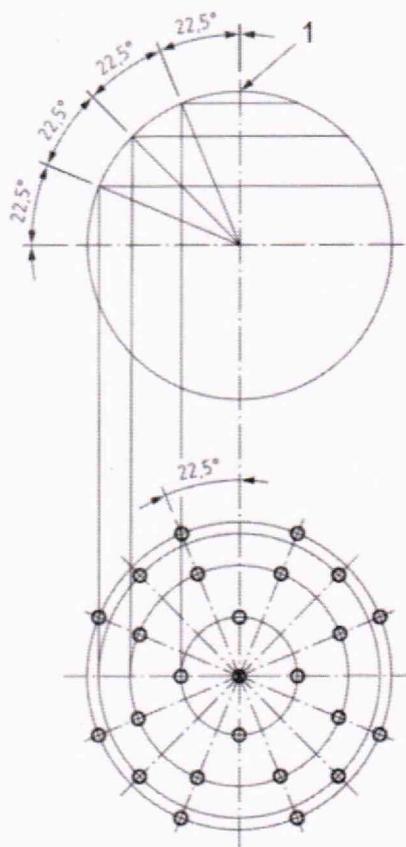


Рисунок 1 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки,  $MPE_p$

## 10.2 Определение абсолютной объемной погрешности $MPE_E$

Определение абсолютной объемной погрешности  $MPE_E$  производится с помощью мер длины концевых плоскопараллельных 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 от 29 декабря 2018 г. № 2840 из набора номиналом от 50 до 1000 мм.

Концевые меры длины устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений, используя теплоизолирующие перчатки. Обязательно осуществляется компенсация погрешностей, связанных с отклонениями параметров окружающей среды, отличающихся от нормальных.

При проведении поверки должно быть измерено не менее трех отрезков различной длины. Концевые меры длины выбирают таким образом, чтобы значение длины наибольшей из мер составляло не менее 80 % диапазона измерений вдоль данной оси, для КИМ с диапазоном измерений по выбранной оси более 1200 мм – в качестве наибольшей меры использовать меру длиной 1000 мм. В качестве наименьшей меры используют меру 50 мм.

Производится сбор точек с измерительных поверхностей концевых мер и определяется их длина. Измерения проводят в семи различных положениях (рисунок 2), каждое измерение повторяется 3 раза.

Для диапазона измерений 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, справа и слева рабочего объема КИМ.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

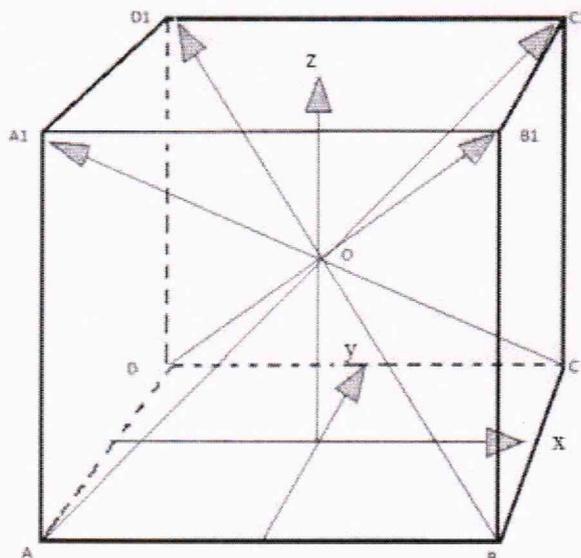


Рисунок 2 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Абсолютная погрешность измерительной головки  $MPE_P$ , определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов:

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

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

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

Абсолютная погрешность измерительной головки  $MPE_P$  не должна превышать значений, указанных в приложении А.

11.2 Абсолютная объемная погрешность  $MPE_E$  вычисляется по формуле:

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

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

$L_{jik}$  – результат измерений,

$j$  – порядковый номер КМД,

$i$  - порядковый номер измерений,

$k$  - порядковый номер положения.

Абсолютная объемная погрешность  $MPE_E$  не должна превышать значений, указанных в приложении А.

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»

 И.К. Душкина

**Приложение А**  
(обязательное)

**Метрологические характеристики**

Таблица А.1 - Метрологические характеристики машин координатно-измерительных Leader Metrology модификации Excellent-P NCE

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Контактный датчик SP25M/SP80		Контактный датчик TP200		Головка REVO/REVO-2	
	X	Y	Z	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм
454	400	500	400	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	-	-
564	500	600	400	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	-	-
686	600	800	600	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$
8106	800	1000	600	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$
8156	800	1500	600	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$
10128	1000	1200	800	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,1$	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$
10158	1000	1500	800	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,1$	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$
10208	1000	2000	800	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,1$	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$
121510	1200	1500	1000	$\pm(2,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$	$\pm(2,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,4$	$\pm(2,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
122010	1200	2000	1000	$\pm(2,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$	$\pm(2,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,4$	$\pm(2,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
152010	1500	2000	1000	$\pm(2,8+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$	$\pm(3,0+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$	$\pm(2,8+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$
152512	1500	2500	1200	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,4$	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$
153010	1500	3000	1000	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,4$	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$
153512	1500	3500	1200	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
152515	1500	2500	1500	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
153015	1500	3000	1500	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
163515	1600	3500	1500	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
203015	2000	3000	1500	$\pm(4,0+4 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$	$\pm(4,2+4 \cdot L/1000)$	$\pm 4,2$	$\pm(3,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$

Примечания:

1. MPE<sub>E</sub> - пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности;
2. MPE<sub>P</sub> - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки;
3. L – измеряемая длина в мм.
4. Погрешность указана при температуре окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С и относительной влажности воздуха от 25 % до 70 %.
5. При использовании: SP25M с щупом Ø 4 x < 30 мм; SP80 со щупом Ø 5 x 50 мм; TP200 с модулем стандартного усилия и щупом Ø 4 x < 30 мм; REVO/REVO-2 с щупом Ø 4 x < 30 мм.

Таблица А.2 - Метрологические характеристики машин координатно-измерительных Leader Metrology модификации Excellent-PH NCE

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Контактный датчик SP25M/SP80		Контактный датчик TP200		Головка REVO/REVO-2	
	X	Y	Z	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм
454	400	500	400	$\pm(1,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,2$	$\pm(1,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,4$	-	-
564	500	600	400	$\pm(1,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,2$	$\pm(1,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,4$	-	-
686	600	800	600	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	$\pm(1,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,1$
8106	800	1000	600	$\pm(1,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,4$	$\pm(1,6+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,6$	$\pm(1,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,2$
8156	800	1500	600	$\pm(1,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,4$	$\pm(1,6+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,6$	$\pm(1,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,2$
10128	1000	1200	800	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$
10158	1000	1500	800	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$
10208	1000	2000	800	$\pm(1,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,5$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$	$\pm(1,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,3$
121510	1200	1500	1000	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,1$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$
122010	1200	2000	1000	$\pm(1,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,1$	$\pm(1,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,7$
152010	1500	2000	1000	$\pm(2,5+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,5$	$\pm(2,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$	$\pm(2,3+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,3$
152512	1500	2500	1200	$\pm(2,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,9$	$\pm(3,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,1$	$\pm(2,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,6$
153010	1500	3000	1000	$\pm(2,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,9$	$\pm(3,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,1$	$\pm(2,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,6$
153512	1500	3500	1200	$\pm(2,9+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,9$	$\pm(3,1+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,1$	$\pm(2,7+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$
152515	1500	2500	1500	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,4$	$\pm(3,0+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$
153015	1500	3000	1500	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,4$	$\pm(3,0+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$
163515	1600	3500	1500	$\pm(3,2+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,4+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,4$	$\pm(3,0+3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,8$
203015	2000	3000	1500	$\pm(3,5+4 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,7+4 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(3,0+3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$

## Примечания:

1. MPE<sub>E</sub> - пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности;
2. MPE<sub>P</sub> - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки;
3. L – измеряемая длина в мм.
4. Погрешность указана при температуре окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С и относительной влажности воздуха от 25 % до 70 %.
5. При использовании: SP25M с щупом Ø 4 x < 30 мм; SP80 со щупом Ø 5 x 50 мм; TP200 с модулем стандартного усилия и щупом Ø 4 x < 30 мм; REVO/REVO-2 с щупом Ø 4 x < 30 мм.

Таблица А.3 - Метрологические характеристики машин координатно-измерительных Leader Metrology модификации Tornado NCA

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Контактный датчик TP200		Контактный датчик TP20	
	X	Y	Z	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм	MPE <sub>E</sub> , мкм	MPE <sub>P</sub> , мкм
454	400	500	400	$\pm(1,8+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
564	500	600	400	$\pm(1,8+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 1,9$	$\pm(2,1+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
686	600	800	600	$\pm(1,9+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,0$	$\pm(2,2+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,3$
8106	800	1000	600	$\pm(1,9+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,0$	$\pm(2,2+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
8156	800	1500	600	$\pm(1,9+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,0$	$\pm(2,2+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,2$
10128	1000	1200	800	$\pm(2,4+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,4$	$\pm(2,7+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$
10158	1000	1500	800	$\pm(2,4+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,4$	$\pm(2,7+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$
10208	1000	2000	800	$\pm(2,4+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,4$	$\pm(2,7+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$
121510	1200	1500	1000	$\pm(2,7+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$	$\pm(3,0+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$
122010	1200	2000	1000	$\pm(2,7+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 2,7$	$\pm(3,0+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$
152010	1500	2000	1000	$\pm(3,0+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$	$\pm(3,3+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,3$
152510	1500	2500	1000	$\pm(3,0+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,0$	$\pm(3,3+3,3 \cdot L/1000)$	$\pm 3,3$
152512	1500	2500	1200	$\pm(3,2+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,5+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
153010	1500	3000	1000	$\pm(3,2+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,2$	$\pm(3,5+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$
153512	1500	3500	1200	$\pm(3,5+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,8+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,8$
154012	1500	4000	1200	$\pm(3,5+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,8+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,8$
152515	1500	2500	1500	$\pm(3,5+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,5$	$\pm(3,8+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,8$
153015	1500	3000	1500	$\pm(3,7+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(4,0+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$
163515	1600	3500	1500	$\pm(3,7+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(4,0+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$
164015	1600	4000	1500	$\pm(3,7+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 3,7$	$\pm(4,0+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$
203015	2000	3000	1500	$\pm(4,0+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 4,0$	$\pm(5,0+4,0 \cdot L/1000)$	$\pm 5,0$

Примечания:  
1. MPE<sub>E</sub> - пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности;  
2. MPE<sub>P</sub> - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки;  
3. L – измеряемая длина в мм.  
4. Погрешность указана при температуре окружающего воздуха от + 18 °С до + 22 °С и относительной влажности воздуха от 25 % до 70 %.  
5. При использовании: TP200 с модулем стандартного усилия и шупом Ø 4 x < 30 мм; TP20 с модулем стандартного усилия и шупом Ø 4 x 10 мм; PH20 с модулем стандартного усилия и шупом Ø 4 x < 10 мм.