

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов
М.п.

«14» августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные NORGAU NCMM

Методика поверки

МП-847-2025

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатно-измерительных NORGAU NCMM (далее – КИМ), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства 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 к следующему государственному первичному эталону через эталоны, заимствованные из Государственной поверочной схемы 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, утверждённой приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 № 2840: ГЭТ2-2021 – ГПЭ единицы длины – метра.

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

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах А.1.1 – А.1.4 Приложения А к настоящей методике поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средств измерений			10
Определение абсолютной объемной погрешности измерений длины (MPE_E), размаха показаний (MPL_{R0})	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерительной головки (MPE_P)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности сканирования (MPE_{THP})	Да	Да	10.3
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, °C от плюс 18 до плюс 22*
- от плюс 19 до плюс 21**
- относительная влажность воздуха, % от 25 до 75

Допустимое изменение температуры, °C не более, в течение:

- 1 часа 1
- 24 часов 2

Примечания:

* - температура окружающей среды для модификаций *Sky, Star, Bridge*

** - температура окружающей среды для модификации *Ultra*

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. Для проведения поверки 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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °C до плюс 25 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ °C; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 25 до плюс 75 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной объемной погрешности измерений длины (MPE_E), размаха показаний (MPL_{RL})*	Рабочий эталон 3-го разряда 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 от 29 декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,1+1 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м Рабочий эталон 4-го разряда 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 от 29 декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламыш (Рег. № 51838-12)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки (МРЕ _Р)	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472 – мера для поверки систем координатно-измерительных (сфера) диаметром от 0,006 до 0,05 м, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм;	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Пер. № 64593-16)
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности сканирования (МРЕ _{ТНР})	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 апреля 2021 г. № 472 – мера для поверки систем координатно-измерительных (сфера) диаметром от 0,006 до 0,05 м, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм; Средства измерений времени в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г. – секундомер.	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Пер. № 64593-16) Секундомер механический СОСпр-26-2-000, (Пер. № 11519-11)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		
* меры длины концевые плоскопараллельные (далее – КМД) 3-го разряда используются для поверки модификации Ultra. КМД 4-го разряда используются для поверки модификаций Sky, Star, Bridge		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида КИМ описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- маркировки в соответствии с описанием типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики КИМ;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

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 Контроль условий поверки

Перед проведением работ КИМ и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения RationalDmis

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Помощь».

Далее выбрать пункт «О RationalDmis»

Версия ПО отобразится на экране.

9.2 Проверка программного обеспечения Modus

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Справка».

Далее выбрать пункт «О MODUS»

Версия ПО отобразится на экране.

9.3 Проверка программного обеспечения PolyWorks

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Справка».

Далее выбрать пункт «О PolyWorks»

Версия ПО отобразится на экране.

Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа;
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

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

10 Определение метрологических характеристик средств измерений

10.1 Определение абсолютной объемной погрешности измерений длины (MPE_E), размаха показаний (MPL_{R0})

Абсолютная объёмная погрешность измерений длины определяется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД). Измеряется расстояние между двумя торцами меры с последующим вычислением отклонения от эталонного значения её длины. Необходимо использовать не менее трёх мер с номинальными длинами, близкими к началу,

середине и концу диапазона измерений КИМ (минимальная длина должна составлять не более 100 мм, максимальная длина должна составлять не менее 0,8 верхнего предела измерений КИМ).

КМД или приспособление с КМД устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений, используя теплоизолирующие перчатки. Обязательно использование встроенной системы термокомпенсации. Производится сбор точек с измерительных поверхностей концевых мер и определяется их длина (L_i). Измерения проводят в семи различных положениях (рисунок 1), каждое измерение повторяется три раза.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

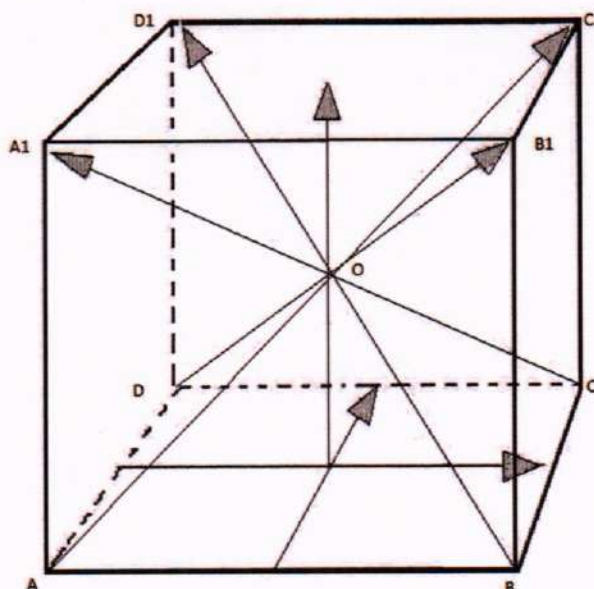


Рисунок 1 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

10.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки (МРЕг)

Установить сферу на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Провести 3 цикла измерений в автоматическом режиме. В каждом цикле проводятся измерения поверхности сферы (D_i) в 25 равномерно расположенных на полусфере точках.

Рекомендуемая модель измерений приведена на рисунке 2 и включает:

- одну точку на вершине сферы;
- четыре точки (равномерно распределенных) на $22,5^\circ$ ниже вершины;
- восемь точек (равномерно распределенных) на 45° ниже вершины и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- четыре точки (равномерно распределенных) на 68° ниже вершины повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- восемь точек (равномерно расположенных) на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$.

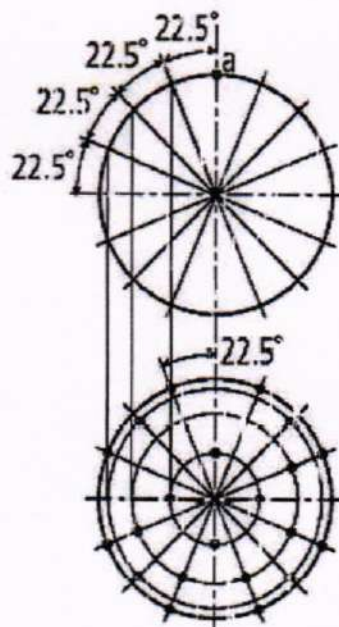


Рисунок 2 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки

10.3 Определение абсолютной погрешности сканирования (МРЕ_{тнр})

Установить сферу на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки.

Необходимо выбрать положение щупа относительно оси сферы под углом, приблизительно равным 45° .

Произвести три цикла измерений (D_i) (в режиме непрерывного сканирования).

В каждом цикле измеряются 4 определенные линии по сфере (рисунок 3) в режиме сканирования:

- первая линия – на экваторе сферы (360° сканирования);
- вторая линия – в параллельной плоскости на 8 мм выше первой линии (360° сканирования);
- третья линия – сегмент (180° сканирования), проходящий через полюс;
- четвертая линия – еще один сегмент (180° сканирования) повернут на 90° относительно третьей линии и смещен на 8 мм от полюса.

Каждый цикл сканирования начинается с установки щупа в промежуточную точку, расположенную на расстоянии 10 мм от используемой 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 используемой сферы. С помощью секундомера засечь время сканирования (T) всех четырех траекторий для каждого цикла, с момента первого касания щупа к сфере.

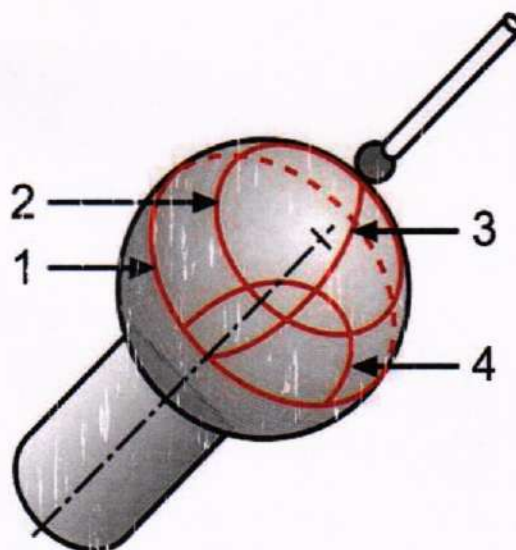


Рисунок 3 – Вид и расположение линий на сфере

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия КИМ проводится в форме расчета абсолютной объемной погрешности измерений длины (MPE_E), размаха показаний (MPL_{R0}), абсолютной погрешности измерительной головки (MPE_P), абсолютной погрешности сканирования (MPE_{THP}).

11.1 Абсолютная объемная погрешность измерений длины MPE_E , мкм, для каждой КМД вычисляют по формуле

$$MPE_E = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_{эт.}, \quad (1)$$

где L_i – измеренное значение КМД, мкм;

n – число измерений;

$L_{эт.}$ – действительная длина КМД, с учётом отклонения параметров окружающей среды от условий, при которых аттестовались КМД, мкм.

Абсолютная объемная погрешность не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.2 Определение размаха показаний MPL_{R0} , мкм, осуществляется одновременно с определением абсолютной объемной погрешности измерений в каждой поверяемой точке диапазона измерений, вычисляют по формуле

$$MPL_{R0} = \max L_i - \min L_i, \quad (2)$$

где $\max L_i$ – максимальное измеренное значение КМД, мкм;

$\min L_i$ – минимальное измеренное значение КМД, мкм.

Размах показаний не должен превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.3 Погрешность измерительной головки MPE_P , мкм, определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов по формуле

$$MPE_P = |\max(D_{i+})| + |\max(D_{i-})|, \quad (3)$$

где D_{i+} – отклонение точки i от средней сферы в положительную область, мкм;

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

Абсолютная погрешность измерительной головки не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.4 Абсолютную погрешность сканирования MPE_{TNP} , мкм/с, определяют, как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов по формуле

$$MPE_{TNP} = (|\max(D_{i+})| + |\max(D_{i-})|)/T, \quad (4)$$

где D_{i+} – отклонение точки i от средней сферы в положительную область, мкм;
 D_{i-} – отклонение точки i от средней сферы в отрицательную область, мкм;
 T – время сканирования, с.

Абсолютная погрешность сканирования не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей программе испытаний.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

12.3 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

12.4 Выдача свидетельства о поверке или извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрслогия»

К.А. Ревин

Приложение А

(обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1.1 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных NORGAU NCMM модификации Sky

Типоразмер КИМ	Разрешение измеритель- ных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80, контактные датчики RSP2/RSP3 (с измерительными головками REVO, REVO-2)			Контактный датчик TP200 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS)			Контактные датчики TP20/CF20/CZ20 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS, PH6, PH20, MH20i)			
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{R0} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{R0} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{R0} , мкм
MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{ТПР} , мкм/с	MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _E , мкм	MPE _P , мкм								
040504*	0,1 0,5	от 0 по 400	от 0 до 500	от 0 до 400	±(1,3+3L/ 1000)	1,3	2,6/58	1,2	±(1,7+3L/ 1000)	1,7	1,5	±(2,1+3,3L/ 1000)	2,1	1,9
050604*	0,1 0,5	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	±(1,3+3L/ 1000)	1,3	2,6/58	1,2	±(1,7+3L/ 1000)	1,7	1,5	±(2,1+3,3L/ 1000)	2,1	1,9
060806	0,1 0,5	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±(1,5+3L/ 1000)	1,5	3,0/58	1,4	±(1,9+3L/ 1000)	1,9	1,7	±(2,3+3,3L/ 1000)	2,3	2,1
081006	0,1 0,5	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(1,7+3L/ 1000)	1,7	3,4/58	1,5	±(2,1+3L/ 1000)	2,1	1,9	±(2,5+3,3L/ 1000)	2,5	2,2
081506	0,1 0,5	от 0 до 800	от 0 до 1500	от 0 до 600	±(1,7+3L/ 1000)	1,7	3,4/58	1,5	±(2,1+3L/ 1000)	2,1	1,9	±(2,5+3,3L/ 1000)	2,5	2,2
101208	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±(1,9+3L/ 1000)	1,9	3,8/58	1,7	±(2,3+3L/ 1000)	2,3	2,1	±(2,7+3,3L/ 1000)	2,7	2,3
101508	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 800	±(1,9+3L/ 1000)	1,9	3,8/58	1,7	±(2,3+3L/ 1000)	2,3	2,1	±(2,7+3,3L/ 1000)	2,7	2,3
102008	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 800	±(1,9+3L/ 1000)	1,9	3,8/58	1,7	±(2,3+3L/ 1000)	2,3	2,1	±(2,7+3,3L/ 1000)	2,7	2,3
121510	0,1 0,5	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±(2,2+3L/ 1000)	2,2	4,2/62	2,0	±(2,6+3L/ 1000)	2,6	2,3	±(3,0+3,3L/ 1000)	3,0	2,7
122010	0,1 0,5	от 0 до 1200	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±(2,2+3L/ 1000)	2,2	4,2/62	2,0	±(2,6+3L/ 1000)	2,6	2,3	±(3,0+3,3L/ 1000)	3,0	2,7
152010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±(2,8+3L/ 1000)	2,8	5,2/62	2,5	±(3,2+3L/ 1000)	3,2	2,9	±(3,6+3,3L/ 1000)	3,6	3,3

Типоразмер КИМ	Разрешение измеритель- ных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80, контактные датчики RSP2/RSP3 (с измерительными головками REVO, REVO-2)				Контактный датчик TP200 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS)			Контактные датчики TP20/CF20/CZ20 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS, PH6, PH20, MH20i)		
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{RO} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{RO} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{RO} , мкм
MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{THP} , мкм/с	MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _E , мкм	MPE _P , мкм								
152512	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1200	±(3,2+3L/ 1000)	3,2	6,0/62	2,9	±(3,6+3L/ 1000)	3,6	3,3	±(4,0+4L/ 1000)	4,0	3,5
153010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1000	±(3,2+3L/ 1000)	3,2	6,0/62	2,9	±(3,6+3L/ 1000)	3,6	3,3	±(4,0+4L/ 1000)	4,0	3,5
153512	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3500	от 0 до 1200	±(3,5+3L/ 1000)	3,5	6,2/62	3,2	±(3,9+3L/ 1000)	3,9	3,5	±(4,3+4L/ 1000)	4,3	3,8
152515	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1500	±(3,5+3L/ 1000)	3,5	6,2/62	3,2	±(3,9+3L/ 1000)	3,9	3,5	±(4,3+4L/ 1000)	4,3	3,8
153015	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1500	±(3,5+3L/ 1000)	3,5	6,2/62	3,2	±(3,9+3L/ 1000)	3,9	3,5	±(4,3+4L/ 1000)	4,3	3,8
163515	0,1 0,5	от 0 до 1600	от 0 до 3500	от 0 до 1500	±(3,5+3L/ 1000)	3,5	6,2/62	3,2	±(3,9+3L/ 1000)	3,9	3,5	±(4,3+4L/ 1000)	4,3	3,8
203015	0,1 0,5	от 0 до 2000	от 0 до 3000	от 0 до 1500	±(4,0+4L/ 1000)	4,0	7,5/62	3,5	±(4,4+4L/ 1000)	4,4	3,9	±(5,0+4L/ 1000)	5,0	4,5

* Контактные датчики RSP2, RSP3 (с измерительными головками REVO, REVO-2) для данных типоразмеров КИМ не предусмотрены

MPE_E – пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности измерений длины (L – измеряемая длина в миллиметрах)

MPE_P – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки

MPE_{THP} – предел допускаемой абсолютной погрешности сканирования

MPL_{RO} – размах показаний

Таблица А.1.2 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных NORGAU NCMM модификации Star

Типоразмер КИМ	Разрешение измерительных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80, контактные датчики RSP2/RSP3 (с измерительными головками REVO, REVO-2)			
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{RO} , мкм
					MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{THP} , мкм/с	
686	0,1 0,5	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	$\pm(1,0+3L/1000)$	1,0	2,0/58	0,9
6106	0,1 0,5	от 0 до 600	от 0 до 1000	от 0 до 600	$\pm(1,0+3L/1000)$	1,0	2,0/58	0,9
8106	0,1 0,5	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	$\pm(1,2+3L/1000)$	1,2	2,4/58	1,1
8126	0,1 0,5	от 0 до 800	от 0 до 1200	от 0 до 600	$\pm(1,2+3L/1000)$	1,2	2,4/58	1,1
8156	0,1 0,5	от 0 до 800	от 0 до 1500	от 0 до 600	$\pm(1,2+3L/1000)$	1,2	2,4/58	1,1
9128	0,1 0,5	от 0 до 900	от 0 до 1200	от 0 до 800	$\pm(1,2+3L/1000)$	1,2	2,4/58	1,1
10126	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 600	$\pm(1,3+3L/1000)$	1,3	2,6/58	1,2
10128	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	$\pm(1,3+3L/1000)$	1,3	2,6/58	1,2
10158	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 800	$\pm(1,3+3L/1000)$	1,3	2,6/58	1,2
10208	0,1 0,5	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 800	$\pm(1,3+3L/1000)$	1,3	2,6/58	1,2
121510	0,1 0,5	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	$\pm(1,5+3L/1000)$	1,5	3,0/62	1,4
122010	0,1 0,5	от 0 до 1200	от 0 до 2000	от 0 до 1000	$\pm(1,7+3L/1000)$	1,7	3,4/62	1,5
152010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1000	$\pm(2,3+3L/1000)$	2,3	4,6/62	2,1
153010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1000	$\pm(2,6+3L/1000)$	2,6	5,2/62	2,3
152512	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1200	$\pm(2,7+3L/1000)$	2,7	5,4/62	2,4
153512	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3500	от 0 до 1200	$\pm(2,8+3L/1000)$	2,8	5,6/62	2,5
152515	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1500	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7

Типоразмер КИМ	Разрешение измерительных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80, контактные датчики RSP2/RSP3 (с измерительными головками REVO, REVO-2)			
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{R0} , мкм
					MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{THP} , мкм/с	
153015	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1500	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7
163515	0,1 0,5	от 0 до 1600	от 0 до 3500	от 0 до 1500	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2
182510	0,1 0,5	от 0 до 1800	от 0 до 2500	от 0 до 1000	$\pm(3,2+3L/1000)$	3,2	6,4/62	2,9
203015	0,1 0,5	от 0 до 1200	от 0 до 3000	от 0 до 1500	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2
204015	0,1 0,5	от 0 до 2000	от 0 до 4000	от 0 до 1500	$\pm(3,8+3L/1000)$	3,8	7,6/62	3,4
MPE _E – пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности измерений длины (L – измеряемая длина в миллиметрах) MPE _P – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки MPE _{THP} – предел допускаемой абсолютной погрешности сканирования MPL _{R0} – размах показаний								

Таблица А.1.3 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных NORGAU NCMM модификации Ultra

Типоразмер КИМ	Разрешение измерительных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80		
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPI _{PO} , мкм
					MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	
553	0,01	от 0 до 500	от 0 до 500	от 0 до 300	±(0,7+L/400)	0,7	0,6
564	0,01	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	±(0,7+L/400)	0,7	0,6
686	0,01	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±(0,8+L/400)	0,8	0,7
8106	0,01	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(0,8+L/400)	0,8	0,7

MPE_E – пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности измерений длины (L – измеряемая длина в миллиметрах)

MPE_P – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки

MPL_{PO} – размах показаний

Таблица А.1.4 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных NORGAU NCMM модификации Bridge

Типоразмер КИМ	Разрешение измерительных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80			Контактные датчики TP20/CF20/CZ20 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS, PH6, PH20, MH20i)			
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{LR0} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{LR0} , мкм
					MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{THP} , мкм/с		MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	
152010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1000	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	3,2
152510	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1000	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	3,2
153010	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1000	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	3,2
153510	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3500	от 0 до 1000	$\pm(3,0+3L/1000)$	3,0	6,0/62	2,7	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	3,2
152012	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1200	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2	$\pm(3,8+4L/1000)$	3,8	3,4
152512	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1200	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2	$\pm(3,8+4L/1000)$	3,8	3,4
153012	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1200	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2	$\pm(3,8+4L/1000)$	3,8	3,4
154012	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 4000	от 0 до 1200	$\pm(3,5+3L/1000)$	3,5	7,0/62	3,2	$\pm(3,8+4L/1000)$	3,8	3,4
152015	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1500	$\pm(3,8+3L/1000)$	3,8	7,6/62	3,4	$\pm(4,3+4L/1000)$	4,3	3,8
152515	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1500	$\pm(3,8+3L/1000)$	3,8	7,6/62	3,4	$\pm(4,3+4L/1000)$	4,3	3,8
153015	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1500	$\pm(3,8+3L/1000)$	3,8	7,6/62	3,4	$\pm(4,3+4L/1000)$	4,3	3,8
155015	0,1 0,5	от 0 до 1500	от 0 до 5000	от 0 до 1500	$\pm(3,8+3L/1000)$	3,8	7,6/62	3,4	$\pm(4,3+4L/1000)$	4,3	3,8
163015	0,1 0,5	от 0 до 1600	от 0 до 3000	от 0 до 1500	$\pm(4,0+3L/1000)$	4,0	8,0/62	3,5	$\pm(4,5+4L/1000)$	4,5	4,0

Типоразмер КИМ	Разрешение измерительных шкал, мкм	Диапазон измерений длины, мм			Контактный датчик SP25M (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS), измерительная головка SP80			Контактные датчики TP20/CF20/CZ20 (с измерительными головками PH10M PLUS, PH10MQ PLUS, PH10M-iQ PLUS, PH10T PLUS, PH6, PH20, MH20i)			
		X	Y	Z	Пределы допускаемой абсолютной погрешности			MPL _{R0} , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		MPL _{R0} , мкм
					MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	MPE _{TNP} , мкм/с		MPE _E , мкм	MPE _P , мкм	
166015	0,1 0,5	от 0 до 1600	от 0 до 6000	от 0 до 1500	$\pm(4,0+3L/1000)$	4,0	8,0/62	3,5	$\pm(4,5+4L/1000)$	4,5	4,0

MPE_E – пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности измерений длины (L – измеряемая длина в миллиметрах)
 MPE_P – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки
 MPE_{TNP} – предел допускаемой абсолютной погрешности сканирования
 MPL_{R0} – размах показаний