

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «МОСЭНЕРГОТЕСТ»



М.В. Максимов

«19» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные портативные  
NORGAU NCMA

Методика поверки

МП-014-2025

Москва  
2025

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатно-измерительных портативных NORGAU NCMA (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, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840 – ГЭТ 2-2021 – ГПЭ единицы длины – метра.

В методике поверки используется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах А.1.1 – А.1.3 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 погрешности линейных измерений ( $E_{uni}$ ) при измерениях контактным щупом	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений диаметра сферы ( $P_{size}$ ) при измерениях контактным щупом	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений центра сферы ( $LDia$ ) при измерениях контактным щупом	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений формы ( $P_{form}$ ) при измерениях контактным щупом	Да	Да	10.4
Определение повторяемости измерений координат точки при измерениях по сфере	Да	Да	10.5

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
лазерным сканером			
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 0 до 80

### 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 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 0 до плюс 95 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3$ %;	Термогигрометр ИВА-6, рег.№ 46434-11
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности линейных измерений ( $E_{uni}$ ) при измерениях контактным щупом	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 Туламаш, 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 при измерении диаметра сферы (Psize) при измерениях контактным щупом	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 $\pm 1$ мкм	Эталон единицы длины 1 разряда, рег. № 3.7.АФА.0002.2 024 (без покрытия)
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности при измерении центра сферы (LDia) при измерениях контактным щупом	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 $\pm 1$ мкм	Эталон единицы длины 1 разряда 3.7.АФА.0002.2 024 (без покрытия)
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности при измерении формы (PForm) при измерениях контактным щупом	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 $\pm 1$ мкм	Эталон единицы длины 1 разряда 3.7.АФА.0002.2 024 (без покрытия)
п. 10.5 Определение повторяемости измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером	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 $\pm 1$ мкм	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, рег. № 64593-16 (с покрытием)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого 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 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, приведенных 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 RationalDmis2**

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Помощь».

Далее выбрать пункт «О Rational Dmis2 (About Rational Dmis2)».

Версия ПО отобразится на экране.

#### **9.2 Проверка программного обеспечения PowerInspect**

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Помощь (Help)».

Далее выбрать пункт «О программе (About program)».

Версия ПО отобразится на экране.

### 9.3 Проверка программного обеспечения PolyWorks

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы выбрать пункт «Помощь (Help)».

Далее выбрать пункт «О PolyWorks (About 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 погрешности линейных измерений (Euni) при измерениях контактным щупом

Абсолютная погрешность линейных измерений при измерениях контактным датчиком определяется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД). Измеряется расстояние между двумя торцами КМД с последующим вычислением отклонения от эталонного значения её длины. Расчет абсолютной погрешности линейных измерений производится для каждого измерения. Необходимо использовать не менее трёх мер. Рекомендуемые номинальные значения длин КМД: 50, 500, 1000 мм. Для модификации NORGAU NCMA NorgBase – 6-15 рекомендуемые номинальные значения длин КМД: 50, 500, 700 мм.

Меры устанавливаются и закрепляются на виброустойчивое основание в пространстве измерения КИМ в плоскости XY таким образом, чтобы наибольшая из измеряемых КМД находилась в области от 60 до 100 % диапазона измерений КИМ. Измерения проводят в пяти различных положениях: по осям X, Y, Z, и по двум диагоналям. Ось Z совпадает с центральной вертикальной осью основания КИМ (направлена вверх). Оси X и Y расположены в горизонтальной плоскости основания под углом 90° друг к другу. Каждое измерение повторяется три раза.

КИМ должна располагаться на перпендикуляре к геометрическому центру КМД.

Измерить каждую КМД не менее трех раз, собрав не менее 5 точек на каждом торце КМД – по углам и в центре. По данным точкам построить плоскости, соответствующие рабочим поверхностям КМД, и определить расстояние между ними.

Переместить КМД на 180° от начального положения относительно центра КИМ. Вместо перемещения КМД допускается поворот КИМ вокруг оси Z на тот же угол.

Измерить каждую КМД три раза, собрав не менее пяти точек на каждом торце КМД – по углам и в центре. По данным точкам построить плоскости и определить расстояние между ними.

Переместить КМД в исходное положение, закрепить под 45°. Измерить каждую КМД три раза, собрав не менее пяти точек на каждом торце КМД – по углам и в центре. По данным точкам построить плоскости и определить расстояние между ними. Повторить процедуру не менее трех раз. Переместить КМД на 180° от начального положения относительно центра КИМ. Вместо перемещения КМД допускается поворот КИМ вокруг оси Z на тот же угол. Повторить процедуру для второй диагонали.

Переместить КМД в исходное положение, закрепить вертикально. Измерить каждую КМД три раза, собрав не менее пяти точек на каждом торце КМД – по углам и в центре. По данным точкам построить плоскости и определить расстояние между ними.

### 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений диаметра сферы (Psize) при измерениях контактным щупом

Абсолютная погрешность измерений диаметра сферы определяется путем измерения 25

точек на эталонной сфере, закрепленной на виброустойчивом основании в пространстве измерения КИМ, таким образом, чтобы измеряемая сфера находилась на расстоянии 50 % диапазона (радиуса) измерений КИМ. Провести измерения диаметра сферы не менее трех раз.

Рекомендуемая модель измерений приведена на рисунке 1 и включает:

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

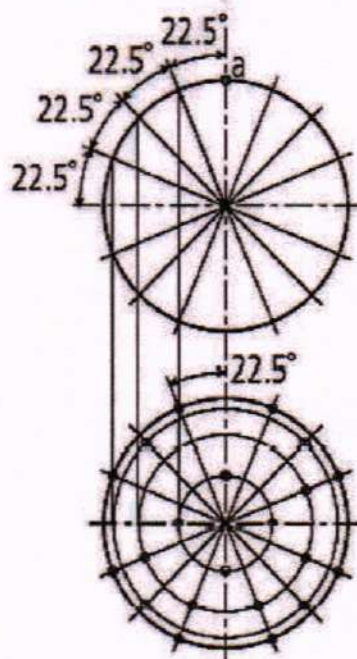


Рисунок 1 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности при измерении диаметра сферы

### 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений центра сферы (LDia) при измерениях контактным щупом

Абсолютная погрешность измерений центра сферы определяется с помощью измерений контактным щупом точек на сфере.

Выбрать два положения для сферы в любом месте измерительного диапазона КИМ с учетом направления перемещения щупа во время проведения поверки.

Сфера и КИМ должны быть жестко закреплены как по отдельности, так и по отношению друг к другу, чтобы свести к минимуму погрешности из-за изгиба.

Измерить на сфере каждую из 5 точек полюса, как показано на рисунке 2а. Для каждой точки полюса измерить на сфере четыре дополнительные точки, не меняя направления щупа, как показано на рисунке 2б.

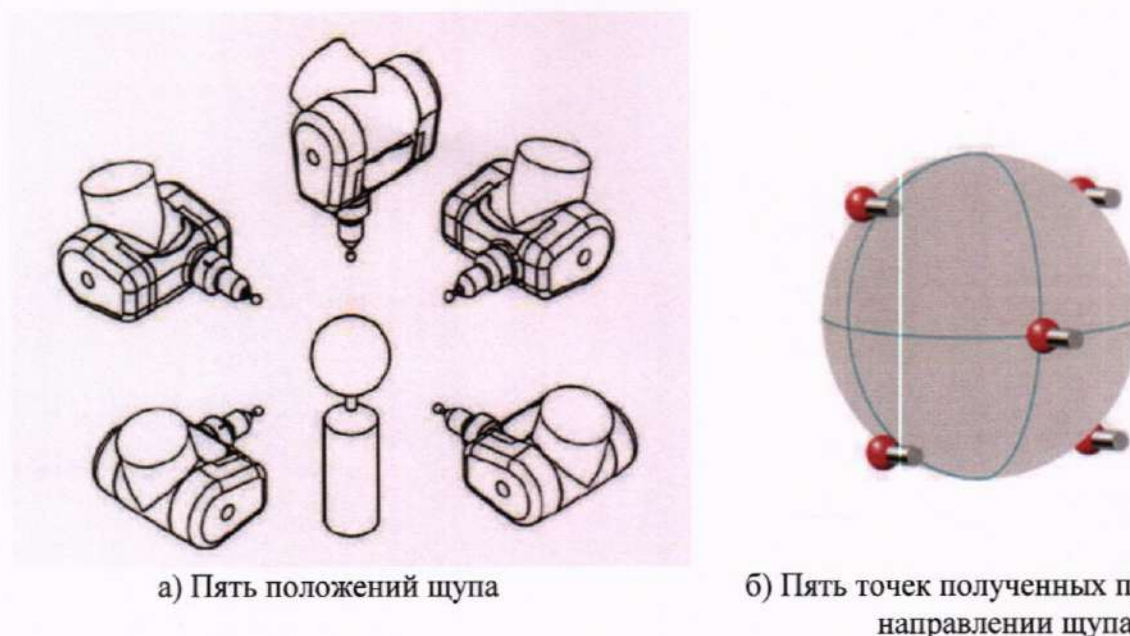


Рисунок 2 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности при измерении центра сферы

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений формы (PForm) при измерениях контактным щупом

Абсолютная погрешность измерений формы определяется путем измерения 25 точек на эталонной сфере, закрепленной на виброустойчивом основании в пространстве измерения КИМ, таким образом, чтобы измеряемая сфера находилась на расстоянии 50 % диапазона измерений КИМ. Провести измерения радиуса сферы не менее трех раз.

Рекомендуемая модель измерений приведена на рисунке 1 и включает:

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

#### 10.5 Определение повторяемости измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером

Определение повторяемости измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером проводят для КИМ, укомплектованных лазерным сканером.

Сферу установить на виброустойчивое основание с помощью стойки в любом месте измерительного диапазона КИМ. Провести три цикла сканирования сферы в любом направлении в одном положении сканера и получить облако точек, в соответствии со сканируемой областью на сфере, как показано на рисунке 3.

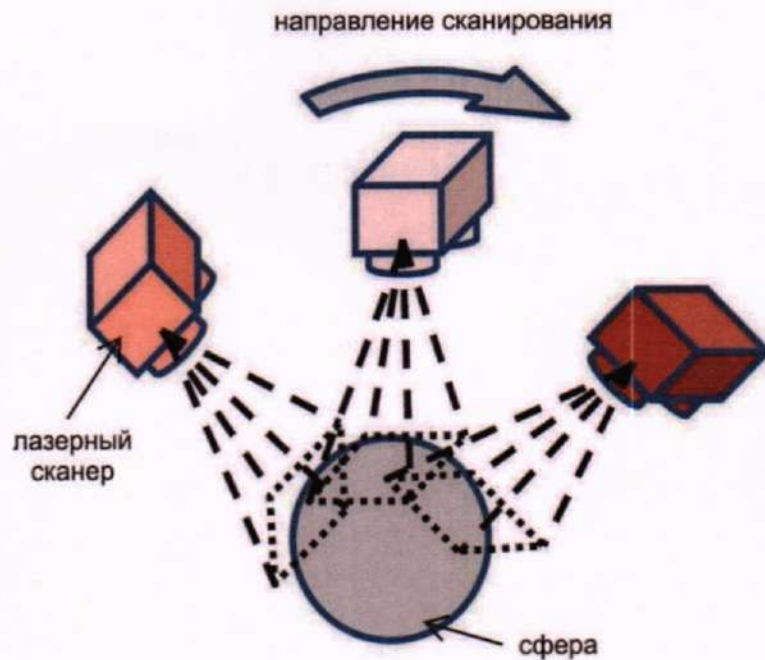


Рисунок 3 – Направления сканирования лазерного сканера

Для каждого цикла сканирования построить из полученного облака точек среднюю сферу методом наименьших квадратов. Определить повторяемости измерений координат точки при использовании 95 % точек полученного облака точек.

### 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия КИМ проводится в форме расчета абсолютной погрешности линейных измерений  $E_{uni}$ , абсолютной погрешности измерений диаметра сферы  $P_{size}$ , абсолютной погрешности измерений центра сферы  $LD_{dia}$ , абсолютной погрешности измерений формы сферы  $PF_{form}$ , повторяемости измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером  $\Delta U_i$ .

**11.1** Абсолютную погрешность линейных измерений  $E_{uni}$ , мм, рассчитать по формуле

$$E_{uni} = l_{изм} - l_{ном}, \quad (1)$$

где  $l_{изм}$  – измеренное значение длины КМД, мм;  
 $l_{ном}$  – действительная длина КМД, с учётом отклонения параметров окружающей среды от условий, при которых аттестовались КМД, мм.

Абсолютная погрешность линейных измерений  $E_{uni}$  не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

**11.2** Погрешность измерений диаметра сферы  $\Delta D_i$ , мм, определяется по формуле

$$\Delta D_i = D_i - D_0, \quad (2)$$

где  $D_i$  – измеренное значение диаметра сферы, мм;  
 $D_0$  – эталонное (действительное) значение диаметра сферы, мм.

За абсолютную погрешность измерений диаметра сферы  $P_{size}$  принимается максимальное значение  $\Delta D_i$ .

Абсолютная погрешность измерений диаметра сферы  $P_{size}$  не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

**11.3** По полученным точкам согласно пункту 10.3 с помощью ПО определить координаты центра сферы в каждом измерении (для пяти сфер). С помощью ПО построить и измерить диаметр минимальной описанной сферы, которая охватывает 5 центров сфер по схеме приведенной на рисунке 4.

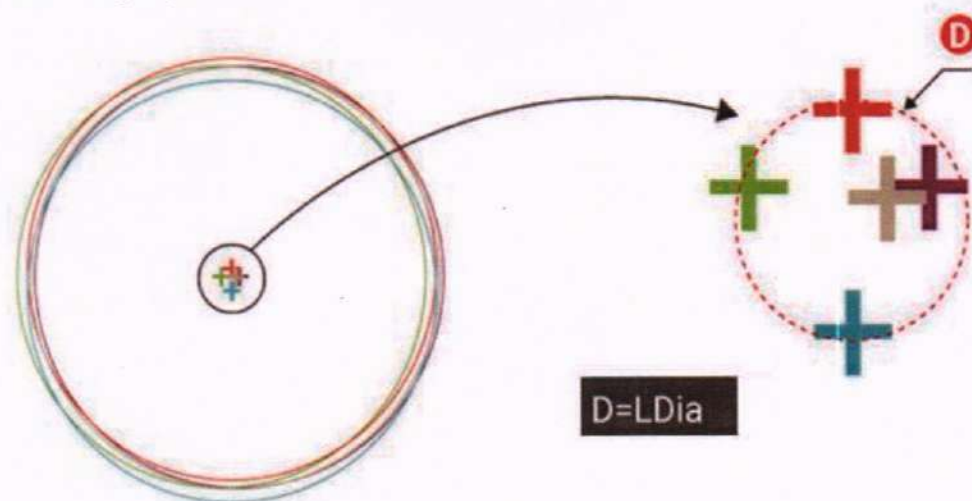


Рисунок 4 – Построение минимально описанной сферы

За абсолютную погрешность измерений центра сферы  $LDia$  принимается значение диаметра  $D$ .

Абсолютная погрешность измерений центра сферы  $LDia$  не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

**11.4** Погрешность измерений формы  $\Delta R$ , мм, определяется по формуле

$$\Delta R = R_{max} - R_{min}, \quad (3)$$

где  $R_{max}$  – максимальный измеренный радиус, мм;  
 $R_{min}$  – минимальный измеренный радиус, мм.

За абсолютную погрешность измерений формы  $PF_{orm}$  принимается значение  $\Delta R$ .

Абсолютная погрешность измерений формы  $PF_{orm}$  не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

**11.5** Повторяемость измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по формуле

$$r = |\max(U_{i+})| + |\max(U_{i-})|, \quad (4)$$

где  $r$  – повторяемость измерений координат точки  $i$ ;  
 $\max(U_{i+})$  – максимальное отклонение точки  $i$  от средней сферы в положительную область,  
 $\max(U_{i-})$  – максимальное отклонение точки  $i$  от средней сферы в отрицательную область.

Значение повторяемости при измерениях по сфере лазерным сканером  $r$  не должно превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

**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 «МОСЭНЕРГОТЕСТ»



М.А. Скрипка

**Приложение А**  
(обязательное)

**Метрологические и технические характеристики**

Таблица А.1.1 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных портативных NORGAU NCMA NorgBase с шестью осями вращения

Наименование характеристики	Значение				
	6-15	6-20	6-25	6-30	6-35
Типоразмер	6-15	6-20	6-25	6-30	6-35
Диапазон измерений, м	от 0 до 1,5	от 0 до 2,0	от 0 до 2,5	от 0 до 3,0	от 0 до 3,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности линейных измерений (Euni) при измерениях контактным щупом, мм	±0,029	±0,038	±0,046	±0,058	±0,077
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра сферы (Psize) при измерениях контактным щупом, мм	±0,018	±0,020	±0,022	±0,029	±0,038
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений центра сферы (LDia) при измерениях контактным щупом, мм	0,042	0,046	0,052	0,068	0,088
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений формы (PForm) при измерениях контактным щупом, мм	0,023	0,027	0,031	0,042	0,054

Таблица А.1.2 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных портативных NORGAU NCMA NorgMaxx с шестью осями вращения

Наименование характеристики	Значение				
	6-20	6-25	6-30	6-35	6-40
Типоразмер	6-20	6-25	6-30	6-35	6-40
Диапазон измерений, м	от 0 до 2,0	от 0 до 2,5	от 0 до 3,0	от 0 до 3,5	от 0 до 4,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности линейных измерений (Euni) при измерениях контактным щупом, мм	±0,022	±0,025	±0,036	±0,048	±0,060
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра сферы (Psize) при измерениях контактным щупом, мм	±0,008	±0,009	±0,012	±0,015	±0,019
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений центра сферы (LDia) при измерениях контактным щупом, мм	0,026	0,028	0,038	0,053	0,066

Наименование характеристики	Значение				
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений формы (PForm) при измерениях контактным щупом, мм	0,016	0,017	0,024	0,032	0,036

Таблица А.1.3 – Метрологические характеристики машин координатно-измерительных портативных NORGAU NCMA NorgMaxx с семью осями вращения

Наименование характеристики	Значение				
	7-20	7-25	7-30	7-35	7-40
Типоразмер	от 0 до 2,0	от 0 до 2,5	от 0 до 3,0	от 0 до 3,5	от 0 до 4,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности линейных измерений (Euni) при измерениях контактным щупом, мм	±0,027	±0,029	±0,049	±0,058	±0,070
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений диаметра сферы (Psize) при измерениях контактным щупом, мм	±0,010	±0,011	±0,014	±0,017	±0,021
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений центра сферы (LDia) при измерениях контактным щупом, мм	0,033	0,039	0,052	0,068	0,081
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений формы (PForm) при измерениях контактным щупом, мм	0,021	0,023	0,030	0,049	0,052
Повторяемость измерений координат точки при измерениях по сфере лазерным сканером, мм	0,037	0,043	0,057	0,071	0,082