

СОГЛАСОВАНО
Руководитель центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«04» июня 2025 г.

МП АПМ 15-25

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

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатно-измерительных Leader (далее – КИМ), производства Guangdong Micro Accuracy 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 подлежат первичной поверке, а 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, 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 № 472 от «06» апреля 2021 г.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передач 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 объемной погрешности МРЕ _Е с измерительным датчиком	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _Р с измерительным датчиком	Да	Да	10.2

Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	соответствия измерений 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;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 70;
- допустимое изменение температуры, °С, не более, в течение 1 ч 0,5;
- допустимое изменение температуры, °С, не более, в течение 24 ч 1;

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	Рабочие эталоны 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 Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 - меры длины концевые плоскопараллельные	Меры длины концевые плоскопараллельные 240101, 240111, 240121, 240131, 240211, 240221, 240231, 240301, 240311, 240321, 240331, 240401, 240411, 240421, 240431, 240501, 240511, 244111, 244121, 244131, 244211, 244221, 244231, 244301, 244311, 244411, 244421, 244431, 244511, 244521, 244531, (рег. № 9291-91)
10.2	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 – сфера	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, (рег. № 64593-16)
Вспомогательное оборудование		

8, 10.1, 10.2	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +22 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	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) «PC-DMIS» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «PC-DMIS»;
- на верхней панели выбрать вкладку «Справка»;
- выбрать вкладку «О программе».

Идентификация ПО «Quindos7» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Quindos7»;
- выбрать меню «Справка»;
- в выпадающем списке выбрать «О Quindos7».

Идентификация ПО «RationalDMIS» выполняется в следующем порядке:

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

Идентификация ПО «VisualDMIS» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «VisualDMIS»;
- выбрать меню «Help» («Помощь»);
- в выпадающем списке выбрать «About» («О программе»).

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

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	PC-DMIS	Quindos7	RationalDMIS	VisualDMIS
Идентификационное наименование ПО	PC-DMIS	Quindos7	RationalDMIS	VisualDMIS
Номер версии (идентификационный номер ПО)	20XX RX*	QX.XX.XXXX-R-X*	20XX*	20XX RX*
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	67B8C319C 09846EDB6 FD9695D96 91D27	B23F0AA76566D343 80837EF98F4E5115	-	-

*X - Изменяемая часть версии ПО, принимающая цифровые значения

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной объемной погрешности МРЕ_Е с измерительным датчиком

Определение абсолютной объемной погрешности МРЕ_Е 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 20 до 1000 мм.

Концевые меры длины устанавливаются 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 номинальная длина 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 не менее 900 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 1), 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, используя приспособление для фиксации мер длины концевых плоскопараллельных, приведенное в приложении Б к настоящей методике поверки.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

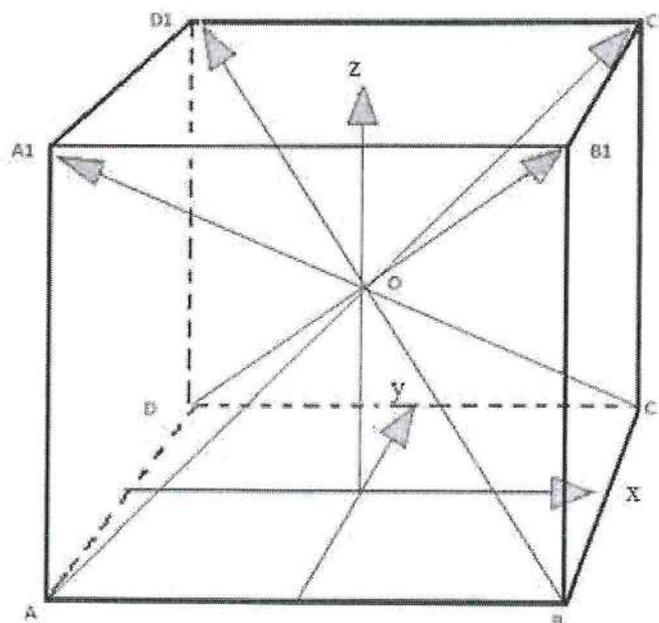


Рисунок 1 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

10.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки МРЕР с измерительным датчиком

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 испытуемой сферы;
- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на $22,5^\circ$ ниже вершины (рисунок 1);
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 45° ниже вершины, и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- четыре точки, равномерно распределенных на окружности, расположенной на $67,5^\circ$ ниже вершины (рисунок 2), и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- восемь точек, равномерно распределенных на окружности, расположенной на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре, и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$.

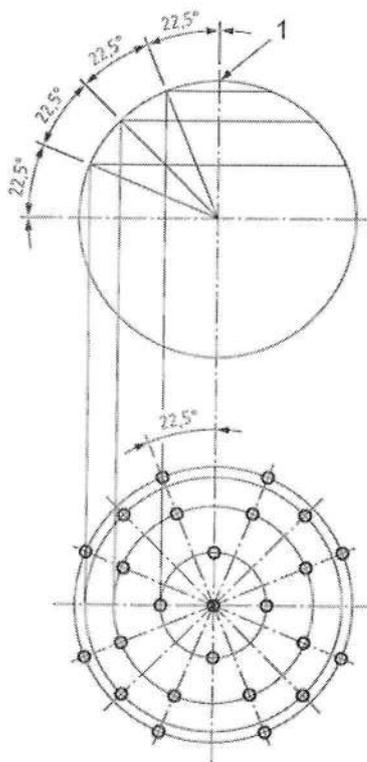


Рисунок 2 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки, MPE_p

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 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.

11.2 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.

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.

И.о. заместителя руководителя
центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс – М»



О.Ю. Куранова

Приложение А (обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1. Метрологические характеристики

Модификация	Диапазон измерений, мм			Предел допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ, мкм с измерительным датчиком				Предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ, мкм с измерительным датчиком			
	По оси X	По оси Y	По оси Z	ТР20	ТР200	SP25M SP80	ТР20	ТР200	SP25M SP80		
СММ564	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 400	±1,9+L/300	±1,7+L/300	±1,4+L/300	±1,9	±1,7	±1,4		
СММ686	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±2,0+L/300	±1,8+L/300	±1,5+L/300	±2,0	±1,8	±1,5		
СММ8106	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	±2,2+L/300	±2,0+L/300	±1,7+L/300	±2,2	±2,0	±1,7		
СММ8126	от 0 до 800	от 0 до 1200	от 0 до 600	±2,2+L/300	±2,0+L/300	±1,7+L/300	±2,2	±2,0	±1,7		
СММ10128	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±2,7+L/300	±2,5+L/300	±2,1+L/300	±2,7	±2,5	±2,1		
СММ10128НР	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±2,3+L/300	±2,1+L/300	±1,7+L/300	±2,3	±2,1	±1,7		
СММ10158	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 800	±2,7+L/300	±2,5+L/300	±2,1+L/300	±2,7	±2,5	±2,1		
СММ10158НР	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 800	±2,3+L/300	±2,1+L/300	±1,7+L/300	±2,3	±2,1	±1,7		
СММ10208	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 800	±2,7+L/300	±2,5+L/300	±2,1+L/300	±2,7	±2,5	±2,1		
СММ10208НР	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 800	±2,3+L/300	±2,1+L/300	±1,7+L/300	±2,3	±2,1	±1,7		
СММ121510	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±3,1+L/300	±2,9+L/300	±2,5+L/300	±3,1	±2,9	±2,5		
СММ121510НР	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±2,7+L/350	±2,5+L/350	±2,1+L/350	±2,7	±2,5	±2,1		
СММ122010	от 0 до 1200	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±3,1+L/300	±2,9+L/300	±2,5+L/300	±3,1	±2,9	±2,5		
СММ122010НР	от 0 до 1200	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±2,7+L/350	±2,5+L/350	±2,1+L/350	±2,7	±2,5	±2,1		

Примечание:

1. Погрешность указана при температуре окружающего воздуха от +18 до +22 °С (допускаемое изменение температуры 0,5 °С/час, 1 °С/24часа) и относительной влажности воздуха не более 70 %

2. L – измеряемая длина в мм

Приложение Б
(обязательное)

Приспособление для фиксации мер длины концевых плоскопараллельных

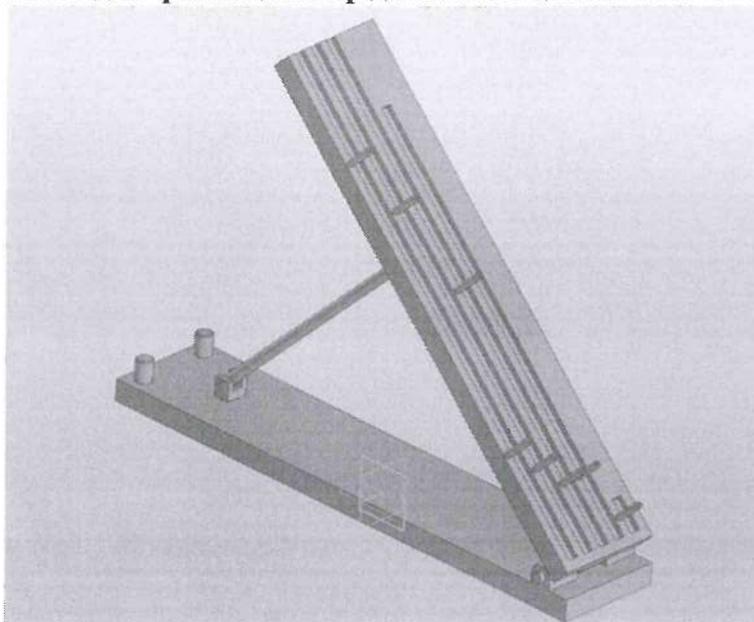


Рисунок Б.1 – приспособление для фиксации мер длины концевых плоскопараллельных