

СОГЛАСОВАНО
Руководитель центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

12» ноября 2024 г.

МП АПМ 16-24

«ГСИ. Машины координатные измерительные MEZORIX.
Методика поверки»

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатных измерительных MEZORIX (далее – КИМ), производства Shenzhen Lihe Precision Equipment Technology Co., Ltd, KHP, 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:

ГЭТ192-2019 - 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 «06» апреля 2021 г. № 472;

ГЭТ2-2021- ГПЭ единицы длины – метра в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне $1 \cdot 10^{-9}$ 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 с изменениями согласно Приказа Росстандарта от 15 августа 2022 г № 2018.

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
Контроль условий поверки	Да	Да	8
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 MPE_P	Да	Да	10.1
Определение абсолютной объёмной погрешности MPE_E	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, °C от +18 до +22;
 - допускаемое изменение температуры, °C, не более, в течении 1 ч 1;
 - допускаемое изменение температуры, °C, не более, в течении 24 ч 2;
 - градиент температуры по объему, °C на метр, не более 1;
 - относительная влажность воздуха, %, от 25 до 75.

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 требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
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 06 апреля 2021 г. №472 – сфера	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, рег. № 64593-16
10.2	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 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	<p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 °C</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±2 %</p>	Термогигрометр модификация рег.№ 46434-11	ИВА-6, ИВА-6Н-Д,
<p>Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>			

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 готовят к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- измерительные поверхности эталонных (образцовых) средств измерений: концевых мер длины очищают от смазки, промывают бензином или спиртом ректификатором 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 RationalDMIS» («О RationalDMIS»).

Идентификация ПО «PolyWorks Inspector» выполняется в следующем порядке:

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

Идентификация ПО «Aberlink 3D» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Aberlink 3D»;
- выбрать меню «Помощь»;
- нажать на иконку с изображением КИМ.

Идентификация ПО «SuperDMIS» выполняется в следующем порядке:

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

Идентификация ПО «Geomera 3D» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Geomera 3D»;
- выбрать меню «Помощь»;
- в выпадающем списке выбрать «О программе»;

Идентификация ПО «PC-DMIS» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «PC-DMIS»;
- выбрать пункт меню «Help» («Помощь»);
- выбрать пункт «About PC-DMIS» («О PC-DMIS»).

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

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
Идентификационное наименование ПО	Rational DMIS	PolyWorks Inspector	Aberlink 3D	SuperDMIS	Geomera 3D	PC-DMIS
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2022.1	не ниже 2022 IR8.1	не ниже 4.20.4	не ниже 1.0	не ниже 1.0	не ниже 2022.1
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-	-	-

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 погрешности измерительной головки МРЕ_Р

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 1), 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 $22,5^\circ$.

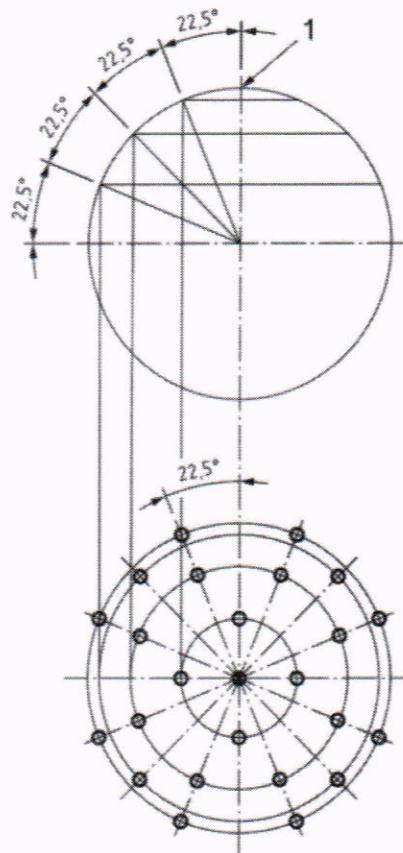


Рисунок 1 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕ_Р

10.2 Определение абсолютной объемной погрешности МРЕ_Е

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 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.

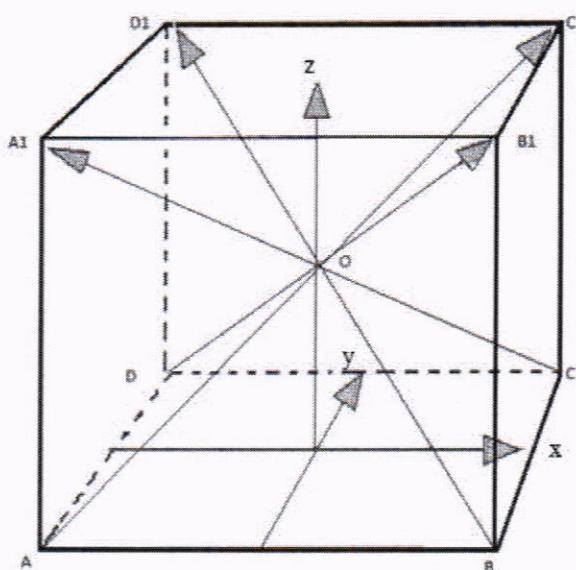


Рисунок 2 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

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:

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

L_{djik} – 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.

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

О.Ю. Куранова

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1. Метрологические характеристики

Модификация	Типо-размер	Диапазон измерений, мм			Контактный датчик			
					TP20 / CZ20		SP25M	
		По оси X	По оси Y	По оси Z	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности MPE _E , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки MPE _P , мкм	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности MPE _E , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки MPE _P , мкм
ATLAS C Basic	686	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±(2,0+L/300)	±2,4	-	-
	6106	от 0 до 600	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(2,0+L/300)	±2,4	-	-
	6126	от 0 до 600	от 0 до 1200	от 0 до 600	±(2,0+L/300)	±2,4	-	-
	6156	от 0 до 600	от 0 до 1500	от 0 до 600	±(2,0+L/300)	±2,4	-	-
	8106	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(2,2+L/300)	±3,0	-	-
	8126	от 0 до 800	от 0 до 1200	от 0 до 600	±(2,2+L/300)	±3,0	-	-
	8156	от 0 до 800	от 0 до 1500	от 0 до 600	±(2,2+L/300)	±3,0	-	-
	8206	от 0 до 800	от 0 до 2000	от 0 до 600	±(2,2+L/300)	±3,0	-	-
ATLAS S Basic	565	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 500	±(1,6+L/300)	±1,8	±(0,9+L/300)	±1,0
	686	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 600	±(1,7+L/300)	±1,9	±(1,0+L/300)	±1,2
	6106	от 0 до 600	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(1,7+L/300)	±1,9	±(1,0+L/300)	±1,2
	6126	от 0 до 600	от 0 до 1200	от 0 до 600	±(1,7+L/300)	±1,9	±(1,0+L/300)	±1,2
	6156	от 0 до 600	от 0 до 1500	от 0 до 600	±(1,7+L/300)	±1,9	±(1,0+L/300)	±1,2
	8106	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 600	±(1,8+L/300)	±2,0	±(1,2+L/300)	±1,4
	8126	от 0 до 800	от 0 до 1200	от 0 до 600	±(1,8+L/300)	±2,0	±(1,2+L/300)	±1,4
	8156	от 0 до 800	от 0 до 1500	от 0 до 600	±(1,8+L/300)	±2,0	±(1,2+L/300)	±1,4
	8206	от 0 до 800	от 0 до 2000	от 0 до 600	±(1,8+L/300)	±2,0	±(1,2+L/300)	±1,4
	10128	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 800	±(2,0+L/300)	±2,2	±(1,5+L/300)	±1,7
	10158	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 800	±(2,0+L/300)	±2,2	±(1,5+L/300)	±1,7
	10208	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 800	±(2,0+L/300)	±2,2	±(1,5+L/300)	±1,7

Продолжение таблицы А.1

Модификация	Типо-размер	Диапазон измерений, мм			Контактный датчик			
					TP20 / CZ20		SP25M	
		По оси X	По оси Y	По оси Z	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности MPE _E , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки MPE _P , мкм	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности MPE _E , мкм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки MPE _P , мкм
ATLAS S Basic	10258	от 0 до 1000	от 0 до 2500	от 0 до 800	±(2,0+L/300)	±2,2	±(1,5+L/300)	±1,7
	101210	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 1000	±(2,3+L/300)	±2,5	±(2,0+L/300)	±2,2
	101510	от 0 до 1000	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±(2,3+L/300)	±2,5	±(2,0+L/300)	±2,2
	102010	от 0 до 1000	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±(2,3+L/300)	±2,5	±(2,0+L/300)	±2,2
	102510	от 0 до 1000	от 0 до 2500	от 0 до 1000	±(2,3+L/300)	±2,5	±(2,0+L/300)	±2,2
	121510	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1000	±(2,5+L/300)	±2,7	±(2,0+L/300)	±2,4
	122010	от 0 до 1200	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±(2,5+L/300)	±2,7	±(2,0+L/300)	±2,4
	122510	от 0 до 1200	от 0 до 2500	от 0 до 1000	±(2,5+L/300)	±2,7	±(2,0+L/300)	±2,4
	123010	от 0 до 1200	от 0 до 3000	от 0 до 1000	±(2,5+L/300)	±2,7	±(2,0+L/300)	±2,4
	152010	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1000	±(3,5+L/300)	±3,7	±(2,5+L/300)	±2,7
	152510	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1000	±(3,5+L/300)	±3,7	±(2,5+L/300)	±2,7
	153010	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1000	±(3,5+L/300)	±3,7	±(2,5+L/300)	±2,7
	154010	от 0 до 1500	от 0 до 4000	от 0 до 1000	±(3,5+L/300)	±3,7	±(2,5+L/300)	±2,7
	152012	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 1200	±(4,0+L/300)	±4,2	±(3,0+L/300)	±3,2
	152512	от 0 до 1500	от 0 до 2500	от 0 до 1200	±(4,0+L/300)	±4,2	±(3,0+L/300)	±3,2
	153012	от 0 до 1500	от 0 до 3000	от 0 до 1200	±(4,0+L/300)	±4,2	±(3,0+L/300)	±3,2
	154012	от 0 до 1500	от 0 до 4000	от 0 до 1200	±(4,0+L/300)	±4,2	±(3,0+L/300)	±3,2
ATLAS SF	454	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 320	±(3,5+L/300)	±4,0	-	-
	565	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 450	±(4,5+L/300)	±5,0	-	-

Примечание – L – измеряемая длина в мм