

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



В.Н. Абрамов

«12» октября 2022 г.

МП АПМ 45-22

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

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на машины координатно-измерительные АЕН, производства XI'AN High-Tech AEN Industrial Metrology Co., Ltd, Китай (далее – КИМ) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены следующие 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:

ГЭТ 192-2019 - ГПСЭ единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба;

ГЭТ 2-2021 ГПЭ единицы длины – метра.

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

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 поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операции поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	-	-
Определение абсолютной погрешности головки МРЕ _Р	10.1	Да	Да
Определение абсолютной объемной погрешности измерений МРЕ _Е	10.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/τ}	10.3	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

- При проведении поверки должны соблюдаться, следующие условия измерений:
- температура окружающей среды, °С от +18 до +22;
 - допускаемое изменение температуры, °С, не более, в течении 1 ч 0,5;
 - допускаемое изменение температуры, °С, не более, в течении 24 ч 1,0;
 - градиент температуры по объему, °С на метр, не более 0,5;
 - относительная влажность воздуха, без конденсата, %, не более 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 эталоны и вспомогательные 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 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)
10.3	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; Средство измерений времени в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (рег. №64593-16) Секундомер механический СОСпр (рег. № 11519-11)

	приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» сентября 2022 г. № 2360 - секундомер	
Вспомогательное оборудование		
10.1 – 10.3	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ %	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, должны соблюдаться требования по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на КИМ и средства поверки, правила по технике безопасности, которые действуют 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 шупов 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, дискретность отсчета. 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) «Inca3D» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Inca3D»;
- в меню выбрать «Справка»;
- выбрать «О Inca3D».

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

- запустить ПО «PC-DMIS»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «О программе».

Идентификация ПО «Poly Works» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Poly Works»;
- в меню выбрать «Справка»;
- выбрать «О Poly Works».

Идентификация ПО «Modus» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «Modus»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «О программе».

Идентификация ПО «RationalDMIS» выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «RationalDMIS»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «О программе».

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

- запустить ПО «Inspect 3D Geomera»;
- в меню выбрать «Помощь»;
- выбрать «О программе».

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

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
	Inca3D	PC-DMIS	Poly Works	Modus	RationalDMIS	Inspect 3D Geomera
Идентификационное наименование ПО	Inca3D	PC-DMIS	Poly Works	Modus	RationalDMIS	Inspect 3D Geomera
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 6.5.0.6	не ниже 2021.2 SP1	не ниже 2022 IR3.2	не ниже 1.8	не ниже 64V2022.1.8191	не ниже 2022R1
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 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 $22,5^\circ$ ниже вершины (рис 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 (рис 1) 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 $22,5^\circ$.

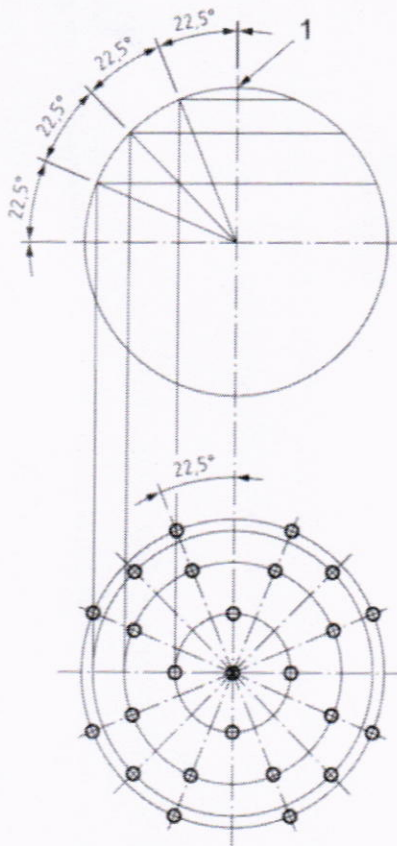


Рисунок 1 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕ_Р

10.2 Определение абсолютной объемной погрешности измерений 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 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 девяти различных положениях (рис. 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.

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

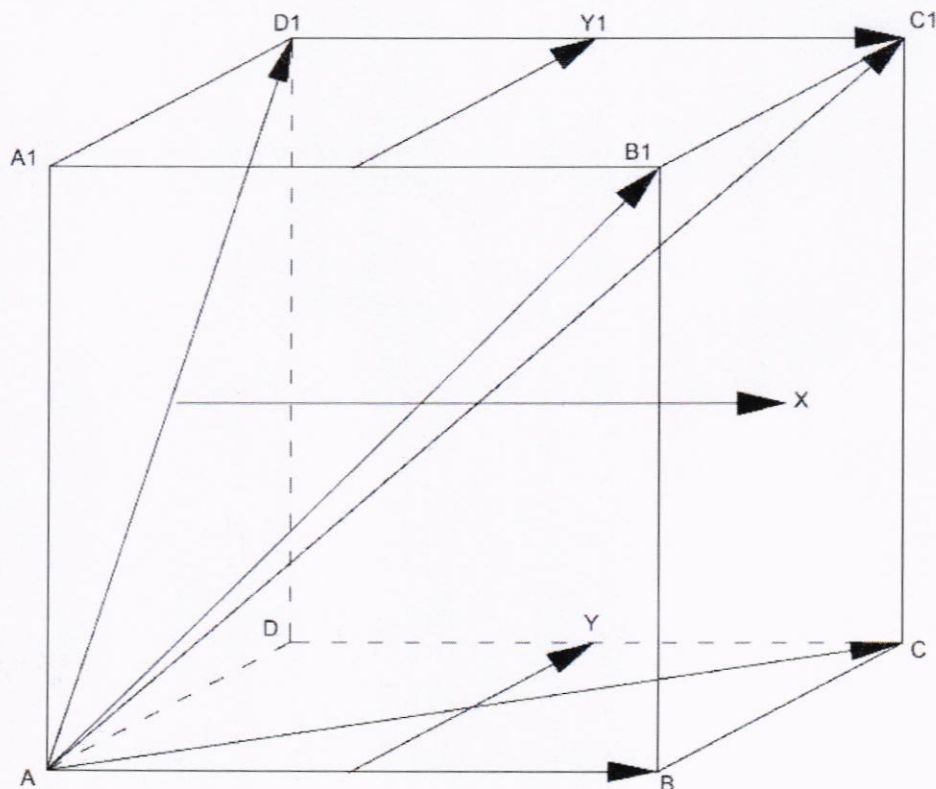


Рисунок 2 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ

10.3 Определение абсолютной погрешности сканирования МРЕ_{тнр/т}

Установить сферу на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки.

Для измерений использовать самый жесткий щуп. Необходимо выбрать положение щупа относительно оси сферы по углом, приблизительно равным 45° .

Произвести три цикла измерений (в режиме непрерывного сканирования).

В каждом цикле измеряются 4 определенные линии по сфере (рис. 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 испытуемой 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 испытуемой сферы. С помощью секундомера засечь время сканирования всех четырех прямых для каждого цикла, с момента первого касания щупа к сфере.

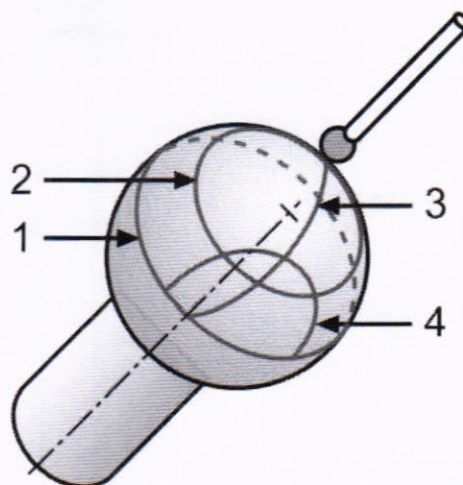


Рисунок 3 – Вид и расположение линий на сфере.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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 не должна превышать значений, указанных в приложении А.

11.2 Абсолютная объемная погрешность MPE_E измерений длины отрезка, воспроизводимого концевыми мерами длины (L_{jik}), и действительное значение этого отрезка ($L_{джик}$), вычисляется по формуле:

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

j - номер КМД,

i - номер измерений,

k - номер положения.

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

11.3 Абсолютную погрешность сканирования $MPE_{ТНР/\tau}$ определяют как сумму максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов:

$$MPE_{ТНР/\tau} = |\max(D_{i+})| + |\max(D_{i-})|, \text{ мм, где:}$$

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 сканирования $MPE_{ТНР/\tau}$ 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.

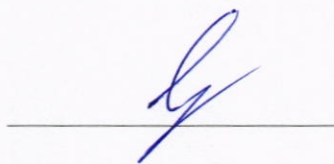
12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки КИМ признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего 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, представляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



М.А. Скрипка

Приложение А
(Обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации Daisy

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _Р , мкм			Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е , мкм					Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/τ} , за время сканирования 72 сек, мкм
	По оси X	По оси Y	По оси Z	Конфигурация измерительных головок и контактных датчиков								
				PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200	PH10 Т/М с датчиком SP25 М	PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200	PH10 Т/М с датчиком SP25М	Revo с датчиком RSP2	Revo с датчиком RSP3	PH10 Т/М с датчиком SP25М
Daisy8156	800	1500	600	±2,5	±2,0	±1,8	±(2,5+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	-	-	±3,5
Daisy8156 HA	800	1500	600	±2,3	±1,7	±1,7	±(2,2+ +L/300)	±(1,7+ +L/330)	±(1,7+ +L/330)	-	-	±2,7
Daisy10258	1000	2500	800	±2,9	±2,4	±2,4	±(2,9+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	-	-	±3,9
Daisy10258 HA	1000	2500	800	±2,6	±2,2	±2,2	±(2,6+ +L/300)	±(2,2+ +L/330)	±(2,2+ +L/330)	±(2,6+ +L/300)	±(2,2+ +L/330)	±3,2
Daisy121510 HA	1200	1500	1000	±3,4	±3,2	±3,2	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±(3,2+ +L/330)	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±4,2
Daisy122010 HA	1200	2000	1000	±3,4	±3,2	±3,2	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±(3,2+ +L/330)	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±4,2
Daisy122510 HA	1200	2500	1000	±3,4	±3,2	±3,2	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±(3,2+ +L/330)	±(3,3+ +L/300)	±(3,2+ +L/330)	±4,2

Примечание: L – длина в мм.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации Legend

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _Р , мкм			Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е , мкм					Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/τ} за время сканирования 68 сек, мкм
	По оси X	По оси Y	По оси Z	Конфигурация измерительных головок и контактных датчиков								
				PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200/Revo с датчиком RSP2	PH10 Т/М с датчиком SP25M/Revo с датчиком RSP3	PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200	PH10 Т/М с датчиком SP25M	Revo с датчиком RSP2	Revo с датчиком RSP3	PH10 Т/М с датчиком SP25M/SP80
Legend575	500	700	500	±1,7	±1,5	±1,3	±(1,7+ +L/300)	±(1,5+ +L/300)	±(1,3+ +L/300)	-	-	±2,7
Legend5105	500	1000	500	±1,7	±1,5	±1,3	±(1,7+ +L/300)	±(1,5+ +L/350)	±(1,3+ +L/350)	-	-	±2,7
Legend7107	700	1000	700	±1,9	±1,7	±1,5	±(1,9+ +L/300)	±(1,7+ +L/300)	±(1,5+ +L/300)	-	-	±2,9
Legend7107 HA	700	1000	700	-	±1,5	±1,3	-	±(1,5+ +L/350)	±(1,3+ +L/350)	-	-	±2,7
Legend7157	700	1500	700	±1,9	±1,7	±1,5	±(1,9+ +L/300)	±(1,7+ +L/300)	±(1,5+ +L/300)	-	-	±2,9
Legend7157 HA	700	1500	700	-	±1,5	±1,3	-	±(1,5+ +L/350)	±(1,3+ +L/350)	-	-	±2,7
Legend10128	1000	1200	800	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,3
Legend10128 HA	1000	1200	800	-	±1,9	±1,7	-	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±3,1

Продолжение таблицы А.2 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации Legend

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _р , мкм		Пределы допускаемой абсолютной погрешности погрешности МРЕ, мкм					Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{тнр/г} за время сканирования 68 сек. мкм	
	По оси X	По оси Y	По оси Z	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком ТР20	РН10 Т/М с датчи-ком ТР200/Рево с датчи-ком RSP2	РН10 Т/М с датчи-ком RSP3	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком ТР20	РН10 Т/М с датчи-ком ТР200	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M	Рево с датчи-ком RSP2	Рево с датчи-ком RSP3	РН10 Т/М с датчиком SP25M/ SP80
Legend10158	1000	1500	800	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,3
Legend10158 HA	1000	1500	800	-	±1,9	±1,7	-	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±3,1
Legend10208	1000	2000	800	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,3
Legend10208 HA	1000	2000	800	-	±1,9	±1,7	-	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±3,1
Legend10258	1000	2500	800	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,3
Legend10258 HA	1000	2500	800	-	±1,9	±1,7	-	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±3,1
Legend10308	1000	3000	800	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,3
Legend10308 HA	1000	3000	800	-	±1,9	±1,7	-	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±(1,9+ +L/350)	±(1,7+ +L/350)	±3,1

Продолжение таблицы А.2 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации Legend

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МР _Е , мкм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности объемной погрешности МР _Е , мкм					Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МР _Е тн ^г , за время сканирования 68 сек, мкм	
	По оси X	По оси Y	По оси Z	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком ТР20	РН10 Т/М с датчи-ком ТР200/Револ с датчи-ком RSP2	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M/Револ с датчи-ком RSP3	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком ТР20	РН10 Т/М с датчи-ком ТР200	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M	Револ с датчи-ком RSP2	Револ с датчи-ком RSP3		
Legend121510	1200	1500	1000	±2,7	±2,5	±2,3	±(2,7+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,7
Legend121510 HA	1200	1500	1000	-	±2,3	±2,1	-	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±3,5
Legend122010	1200	2000	1000	±2,7	±2,5	±2,3	±(2,7+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,7
Legend122010 HA	1200	2000	1000	-	±2,3	±2,1	-	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±3,5
Legend122510	1200	2500	1000	±2,7	±2,5	±2,3	±(2,7+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,7
Legend122510 HA	1200	2500	1000	-	±2,3	±2,1	-	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±3,5
Legend123010	1200	3000	1000	±2,7	±2,5	±2,3	±(2,7+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,7
Legend123010 HA	1200	3000	1000	-	±2,3	±2,1	-	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,3+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±(2,1+ +L/350)	±3,5

Продолжение таблицы А.2 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации Legend

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _Р , мкм			Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е , мкм					Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/τ} , за время сканирования 68 сек, мкм	
	По оси X	По оси Y	По оси Z	Конфигурация измерительных головок и контактных датчиков									PH10 Т/М с датчиком SP25M/ SP80
				PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200/ Revo с датчиком RSP2	PH10 Т/М с датчиком SP25M/ Revo с датчиком RSP3	PH20, PH10 Т/М с датчиком TP20	PH10 Т/М с датчиком TP200	PH10 Т/М с датчиком SP25M	Revo с датчиком RSP2	Revo с датчиком RSP3		
Legend152012	1500	2000	1200	±3,4	±3,2	±3,0	±(3,4+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±4,4	
Legend152012 HA	1500	2000	1200	-	±3,0	±2,8	-	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±4,2	
Legend152512	1500	2500	1200	±3,4	±3,2	±3,0	±(3,4+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±4,4	
Legend152512 HA	1500	2500	1200	-	±3,0	±2,8	-	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±4,2	
Legend153012 HA	1500	3000	1200	-	±3,0	±2,8	-	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±(3,0+ +L/350)	±(2,8+ +L/350)	±4,2	
Legend153012	1500	3000	1200	±3,4	±3,2	±3,0	±(3,4+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(3,0+ +L/300)	±4,4	

Примечание: L – длина в мм.

Таблица А.3 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации МЛ

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ, мкм			Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ, мкм						Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ ^{тип} за время сканирования 75 сек, мкм
	По оси X	По оси Y	По оси Z	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком TP20	РН10 Т/М с датчи-ком TP200/Revo с датчи-ком RSP2	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M/Revo с датчи-ком RSP3	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком TP20	РН10 Т/М с датчи-ком TP200	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M	Revo с датчи-ком RSP2	Revo с датчи-ком RSP3	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M/SP80	
ML122010	1200	2000	1000	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,4	
ML122510	1200	2500	1000	±2,3	±2,1	±1,9	±(2,3+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±3,4	
ML152510	1500	2500	1000	±2,5	±2,3	±2,0	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,0+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,0+ +L/300)	±3,4	
ML153010	1500	3000	1000	±2,5	±2,3	±2,0	±(2,5+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,0+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,0+ +L/300)	±3,4	
ML152012	1500	2000	1200	±2,9	±2,6	±2,3	±(2,9+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,8	
ML152512	1500	2500	1200	±2,9	±2,6	±2,3	±(2,9+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,8	
ML153012	1500	3000	1200	±2,9	±2,6	±2,3	±(2,9+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,3+ +L/300)	±3,8	
ML153014	1500	3000	1400	±3,3	±2,9	±2,6	±(3,3+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±(2,6+ +L/300)	±(2,1+ +L/300)	±(1,9+ +L/300)	±4,2	

Продолжение таблицы А.3 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации МЛ

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ, мкм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности МРЕ, мкм						Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ ^{тип} , за время сканирования 75 сек, мкм
	По оси X	По оси Y	По оси Z	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком TP20	РН10 Т/М с датчи-ком TP200/Ревос датчи-ком RSP2	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M/Ревос датчи-ком RSP3	РН20, РН10 Т/М с датчи-ком TP20	РН10 Т/М с датчи-ком TP200	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M	Ревос датчи-ком RSP2	Ревос датчи-ком RSP3	РН10 Т/М с датчи-ком SP25M/SP80	
ML153514	1500	3500	1400	±3,3	±2,9	±2,6	±(3,3+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±(1,9+ +L./300)	±4,2	
ML154014	1500	4000	1400	±3,3	±2,9	±2,6	±(3,3+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±(1,9+ +L./300)	±4,2	
ML155014	1500	5000	1400	±3,3	±2,9	±2,6	±(3,3+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±(1,9+ +L./300)	±4,2	
ML183010	1800	3000	1000	±2,8	±2,4	±2,1	±(2,8+ +L./300)	±(2,4+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±(2,4+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±3,4	
ML183510	1800	3500	1000	±2,8	±2,4	±2,1	±(2,8+ +L./300)	±(2,4+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±(2,4+ +L./300)	±(2,1+ +L./300)	±3,4	
ML183012	1800	3000	1200	±3,2	±2,9	±2,6	±(3,2+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±3,8	
ML183512	1800	3500	1200	±3,2	±2,9	±2,6	±(3,2+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(2,6+ +L./300)	±3,8	
ML183014	1800	3000	1400	±3,6	±3,2	±2,9	±(3,6+ +L./300)	±(3,2+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±(3,2+ +L./300)	±(2,9+ +L./300)	±4,2	

Продолжение таблицы А.3 – Метрологические характеристики КИМ АЕН модификации ML

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки МРЕ _Р , мкм	Пределы допускаемой абсолютной объемной погрешности МРЕ _Е , мкм								Пределы допускаемой абсолютной погрешности сканирования МРЕ _{ТНР/т} , за время сканирования 75 сек, мкм
	По оси X	По оси Y	По оси Z	Конфигурация измерительных головок и контактных датчиков									
				РН20, РН10 Т/М с датчиком TP20	РН10 Т/М с датчиком TP200/Revo с датчиком RSP2	РН10 Т/М с датчиком SP25M/Revo с датчиком RSP3	РН20, РН10 Т/М с датчиком TP20	РН10 Т/М с датчиком TP200	РН10 Т/М с датчиком SP25M	Revo с датчиком RSP2	Revo с датчиком RSP3	РН10 Т/М с датчиком SP25M/SP80	
ML183514	1800	3500	1400	±3,6	±3,2	±2,9	±(3,6+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±4,2	
ML184014	1800	4000	1400	±3,6	±3,2	±2,9	±(3,6+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±4,2	
ML185014	1800	5000	1400	±3,6	±3,2	±2,9	±(3,6+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±(3,2+ +L/300)	±(2,9+ +L/300)	±4,2	

Примечание: L – длина в мм.