

**Общество с ограниченной ответственностью «Квазар»
(ООО «Квазар»)**

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Квазар»



О.С. Жаркова

«30» августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные Мастер ЭВА
Методика поверки

МП-КВ3-013-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на Машины координатно-измерительные Мастер ЭВА, производства ООО «НОВОТЕКС СИСТЕМС», Россия (далее – КИМ) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в приложении А к настоящей методике поверки.

1.3. КИМ до ввода в эксплуатацию подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации, а также после ремонта - периодической поверке.

1.4. В целях обеспечения прослеживаемости поверяемой КИМ к государственным первичным эталонам необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 192 – 2019 Государственный первичный специальный эталон единицы длины в области измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденный приказом Росстандарта от 06.04.2021 № 472.

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

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверка	Обязательность проведения операции при:	
		первой поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений	8.1 – 8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений:	10	Да	Да
– Определение повторяемости измерений координат точки контактным щупом	10.1	Да	Да
– Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом	10.2	Да	Да
– Определение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров лазерным сканером ТЮБОСКАН	10.3	Да*	Да*
– Определение повторяемости измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН	10.4	Да*	Да*

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	11	Да*	Да*
Примечание: * — данный пункт методики выполняется при условии наличия лазерного сканера в комплектации КИМ.			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающего воздуха, °С от +15,0 до +25,0;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации на поверяемое СИ и руководствами по эксплуатации эталонного оборудования, имеющие необходимую квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Поверка может проводиться одним специалистом.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки применяют 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		
		1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений температуры от -10 до +60 °С, $\Delta = \pm 0,4$ °С; - диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %, $\Delta = \pm 3$ % 			Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53505-13)
10.1 Определение повторяемости измерений координат точки при измерениях контактным щупом	Рабочий эталон единицы длины 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 диаметром 25,4 мм			Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, модификация сфера с антибликовым покрытием (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 64593-16)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом	Рабочий эталон единицы длины 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	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор №9 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9291-91)
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров (при измерениях лазерным сканером ТЮБОСКАН)	Рабочий эталон единицы длины 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 диаметром 25,4 мм	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, модификация сфера с антибликовым покрытием (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 64593-16)
10.4 Определение повторяемости измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН	Рабочий эталон единицы длины 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 диаметром 25,4 мм	Мера для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm, модификация сфера с антибликовым покрытием (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 64593-16)
<i>Примечание:</i> допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.		

6 Требования 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 вышеперечисленные требования не выполняются, то КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений):

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным п.3 данной методики. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствие п.3 данной методики.

8.2. Подготовка к проведению поверки.

- КИМ подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- измерительные поверхности эталонных средств измерений: концевых мер длины, очищают от смазки, промывают бензином и 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.

8.3. При опробовании проверить:

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

Если вышеперечисленные требования не выполняются, то КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят и оформляются результаты поверки в соответствии с п. 12.2.

9 Проверка программного обеспечения

9.1. Для выполнения идентификации программного обеспечения (ПО), необходимо проверить номер версии, отображающуюся на мониторе управляющего компьютера, сличить версию ПО, с данными, указанными в таблице 3.

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

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	Цифровой идентификатор ПО
1	2	3	4
Значение	ЭВАсофт	v1.0.0.1	—
	Axel 7	ver 7.01	—
	PolyWorks	2019 IR5.1	—
	ArcoCAD	V10	—

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
	Geomagic Design X	1.0	—
	Verisurf	2018	—
	Rational DMIS	7.7	—
	SpatialAnalyzer	2014.IR14	—

Если вышеперечисленные требования не выполняются, то КИМ признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят и оформляются результаты поверки в соответствии с п. 12.2.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. Определение повторяемости результата измерений координат точки контактным щупом.

10.1.1. Повторяемость результата измерений координат точки контактным методом определяется путем измерения координат центра эталонной сферы диаметром 25,4 мм с помощью контактного щупа со сферическим наконечником диаметром от 5 до 15 мм.

10.1.2. Измерения выполняются в двух положениях эталонной сферы относительно расположения основания КИМ и в пяти положениях сегментов КИМ относительно эталонной сферы (Рисунок 1).

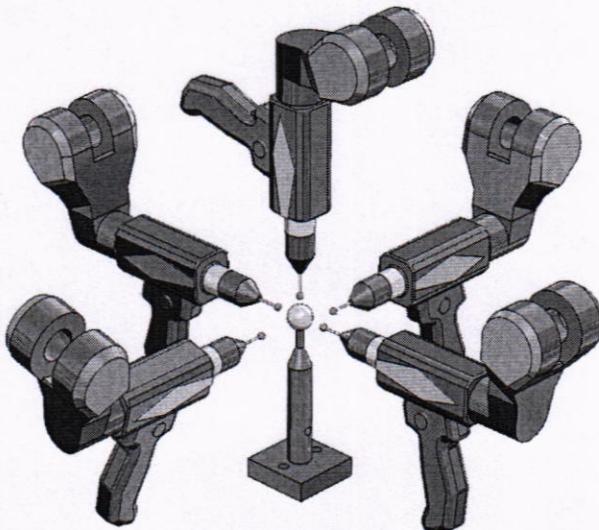


Рисунок 1. Пять различных положений сегментов КИМ относительно сферы.

10.1.3. Сферу закрепить на столе таким образом, чтобы измеряемая сфера находилась на расстоянии 50% половины диапазона (радиуса) измерений машины.

10.1.4. При каждом из положений сегментов машины относительно сферы снять на сфере по 5 точек, образующих сферу, по которой рассчитываются координаты ее центра (Рисунок 2). Четыре точки должны быть расположены на большом сечении сферы и одна на ее полюсе.

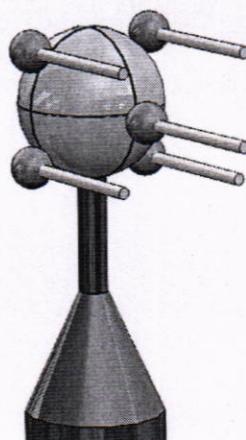


Рисунок 2 – Расположение точек при измерении координат центра сферы.

10.1.5. Для каждого положения сферы относительно КИМ вычислить с помощью ПО координаты среднего арифметического положения центра сферы.

10.1.6. Вычислить и зафиксировать значения расстояний между пятью центрами измеренных сфер (Рисунок 3).

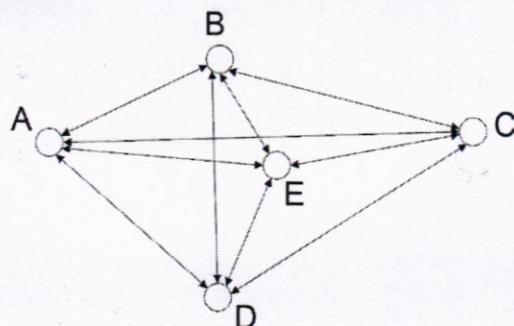


Рисунок 3. Схематическое расположение расстояний между пятью измеренными центрами сфер.

10.1.7. Повернуть основание машины на 180° относительно сферы и повторить операции пунктов 10.1.4 - 10.1.6.

10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом.

10.2.1. Абсолютная погрешность линейных измерений контактным методом определяется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее - меры). Измеряется расстояние между рабочими плоскостями меры с последующим вычислением отклонения от действительного значения длины меры. Необходимо использовать не менее трёх мер. Для КИМ с диапазоном измерений до 4000 мм включительно номинальные значения длины КМД или сборок КМД должны быть равномерно распределены по диапазону измерений КИМ с учетом того, что наибольшая из длин КМД или сборок КМД должна находиться в пределах от 60% до 100% диапазона измерений машины. Для КИМ с диапазоном измерений более 4000 мм использовать КМД длиной 100 мм, а также сборки КМД длиной 1200 и 2500 мм.

10.2.2. Меры устанавливаются и закрепляются на виброустойчивое основание в пространстве измерения КИМ в плоскости XY ее системы координат. КИМ должна располагаться на перпендикуляре к геометрическому центру мер.

10.2.3. Измерить расстояние между рабочими плоскостями каждой меры не менее 3 раз, собрав не менее 5 точек на каждой рабочей плоскости меры - по углам и в центре.

10.2.4. Переместить меры с поворотом на 120° по часовой стрелке от начального положения в плоскости XY с поворотом вокруг оси Z системы координат КИМ. Вместо перемещения мер допускается поворот КИМ вокруг оси Z на тот же угол.

Для КИМ с диапазоном измерений более 4000 мм меры перемещать с поворотом на 60° по часовой стрелке от начального положения в плоскости XY с поворотом вокруг оси Z системы координат КИМ.

10.2.5. Выполнить операции пунктов 10.2.3 — 10.2.4. Данный пункт выполнять до тех пор, пока меры не вернутся в исходное положение;

10.2.6. Установить меры в начальное положение и закрепить на приспособлении под углом 45° к плоскости XY;

10.2.7. Выполнить операции пунктов 10.2.3 — 10.2.5.

10.2.8. Установить меры в исходное положение и закрепить вертикально.

10.2.9. Выполнить операции пунктов 10.2.3 — 10.2.5.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров лазерным сканером ТЮБОСКАН.

10.3.1. Данный пункт методики выполнять только при наличии в комплекте поставки КИМ лазерного сканера ТЮБОСКАН. В случае наличия в комплекте поставки КИМ лазерного

сканера ТЮБОСКАН по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка без определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров лазерным сканером ТЮБОСКАН, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

10.3.2. Абсолютная погрешность линейных измерений лазерным сканером ТЮБОСКАН определяется с помощью мер длины концевых плоскоконцентрических. Измеряется расстояние между рабочими плоскостями мер с последующим вычислением отклонения от действительного значения длины мер. Необходимо использовать меры с номинальными значениями длины 50, 500 и 1000 мм.

10.3.3. Меры устанавливаются и закрепляются на виброустойчивое основание в пространстве измерения КИМ в плоскости XY ее системы координат. КИМ должна располагаться на перпендикуляре к геометрическому центру мер.

10.3.4. Измерить расстояние между рабочими плоскостями каждой меры не менее 3 раз, отсканировав рабочие плоскости и нерабочие поверхности мер.

10.4 Определение повторяемости результата измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН.

10.4.1. Данный пункт методики выполнять только при наличии в комплекте поставки КИМ лазерного сканера ЭВАСКАН.

10.4.2. Повторяемость измерений координат точки при бесконтактном методе измерения определяется путем сканирования эталонной сферы и вычислении координат ее центра.

10.4.3. Сферу закрепить на столе таким образом, чтобы измеряемая сфера находилась на расстоянии 50% половины диапазона измерений машины.

10.4.4. При каждом из положений сегментов машины относительно сферы, как показано на рисунке 4, выполнить сканирование сферы, по результатам которого рассчитываются координаты ее центра.

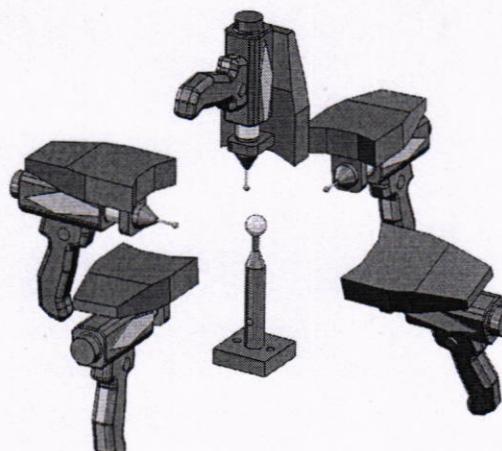


Рисунок 4 - Положение сегментов машины относительно эталонной сферы

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1. Определение повторяемости результата измерений координат точки контактным щупом.

За повторяемость принимается наибольшее по абсолютной величине максимальное расстояние между пятью полученными координатами центра сферы, которое автоматически рассчитывается в программе КИМ.

Значение повторяемости результата измерений координат точки контактным щупом не должно превышать значений, указанных в таблице 1 приложения А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, КИМ признают непригодной к применению.

11.2. Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом

Абсолютная погрешность измерений линейных размеров линейных размеров контактным щупом определяется по формуле (1):

$$\Delta_{ij} = L_{i \text{ действ}} - L_{ij \text{ изм.}}, \quad (1)$$

где $L_{ij \text{ изм.}}$ – j -й результат измерений КИМ i -ой меры, мм

$L_{i \text{ действ}}$ – действительное значение длины i -ой меры, мм.

Значение диапазона измерений и абсолютная погрешность измерений линейных размеров контактным щупом не должны превышать значений, указанных в таблице 1 приложения А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, КИМ признают непригодной к применению.

11.3. Определение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров лазерным сканером ТЮБОСКАН.

Определить значение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров лазерным сканером ТЮБОСКАН по формуле (1).

Значение абсолютной погрешности измерений геометрических параметров лазерным сканером ТЮБОСКАН не должно превышать значений, указанных в приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, КИМ признают непригодной к применению.

11.4. Определение повторяемости результата измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН.

За повторяемость принимается наибольшее по абсолютной величине максимальное расстояние между пятью полученными координатами центра сферы, которое автоматически рассчитывается в программе КИМ.

Значение повторяемости результата измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН не должно превышать значений, указанных в таблице 1 приложения А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, КИМ признают непригодной к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1. Сведения о результатах и объеме поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2. При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

12.3. При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

12.4. Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Инженер по метрологии

А.Д. Чикмарев

Приложение А. Обязательное.

Таблица А.1 – Метрологические характеристики КИМ с шестью осями вращения

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм	Повторяемость результата измерений координат точки контактным щупом, мм*, не более	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом, мм*
Мастер ЭВА 6 2.0	от 0 до 2000	0,026	±0,021
Мастер ЭВА 6 2.5	от 0 до 2500	0,028	±0,023
Мастер ЭВА 6 3.0	от 0 до 3000	0,038	±0,034
Мастер ЭВА 6 3.5	от 0 до 3500	0,053	±0,045
Мастер ЭВА 6 4.0	от 0 до 4000	0,066	±0,057
Мастер ЭВА 6 4.5	от 0 до 4500	0,086	±0,072
Мастер ЭВА 6 5.0	от 0 до 5000	0,143	±0,119
Мастер ЭВА 6 6.0	от 0 до 6000	0,189	±0,146
Мастер ЭВА 6 7.0	от 0 до 7000	0,237	±0,183
Мастер ЭВА 6 9.0	от 0 до 9000	0,272	±0,217

Примечание: * — при температуре воздуха от + 15 °C до + 25 °C

Таблица А.2 – Метрологические характеристики КИМ с семью осями вращения

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм	Повторяемость результата измерений координат точки контактным щупом, мм*, не более	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров контактным щупом, мм*
Мастер ЭВА 7 2.0	от 0 до 2000	0,038	±0,023
Мастер ЭВА 7 2.5	от 0 до 2500	0,041	±0,025
Мастер ЭВА 7 3.0	от 0 до 3000	0,068	±0,044
Мастер ЭВА 7 3.5	от 0 до 3500	0,084	±0,057
Мастер ЭВА 7 4.0	от 0 до 4000	0,092	±0,070
Мастер ЭВА 7 4.5	от 0 до 4500	0,120	±0,089
Мастер ЭВА 7 5.0	от 0 до 5000	0,159	±0,132
Мастер ЭВА 7 6.0	от 0 до 6000	0,208	±0,161
Мастер ЭВА 7 7.0	от 0 до 7000	0,261	±0,201
Мастер ЭВА 7 9.0	от 0 до 9000	0,299	±0,239

Примечание: * — при температуре воздуха от + 15 °C до + 25 °C

Таблица А.3 – Метрологические характеристики КИМ в комплекте с лазерными сканерами ЭВАСКАН

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм	Повторяемость результата измерений координат точки лазерным сканером ЭВАСКАН, мм*, не более				
		ЭВАСКАН 50	ЭВАСКАН 80	ЭВАСКАН 100	ЭВАСКАН 160	ЭВАСКАН 200
Мастер ЭВА 7 2.0	от 0 до 2000	0,031	0,037	0,033	0,039	0,035
Мастер ЭВА 7 2.5	от 0 до 2500	0,035	0,040	0,037	0,042	0,039
Мастер ЭВА 7 3.0	от 0 до 3000	0,042	0,046	0,044	0,054	0,046
Мастер ЭВА 7 3.5	от 0 до 3500	0,055	0,059	0,057	0,064	0,059
Мастер ЭВА 7 4.0	от 0 до 4000	0,068	0,072	0,070	0,076	0,072
Мастер ЭВА 7 4.5	от 0 до 4500	0,078	0,082	0,080	0,087	0,082

Примечание: * — при температуре воздуха от + 15 °C до + 25 °C

Таблица А.4 – Метрологические характеристики КИМ с семью осями вращения с лазерным сканером ТЮБОСКАН

Модификация КИМ	Диапазон измерений, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров лазерным сканером ТЮБОСКАН, мм*		
		ТЮБОСКАН 80 (при измерении объектов с линейным размером поперечного сечения от 9 до 74 мм)	ТЮБОСКАН 150 (при измерении объектов с линейным размером поперечного сечения от 14 до 142 мм)	ТЮБОСКАН 200 (при измерении объектов с линейным размером поперечного сечения от 19 до 190 мм)
Мастер ЭВА 7 2.0	от 0 до 2000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 2.5	от 0 до 2500	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 3.0	от 0 до 3000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 3.5	от 0 до 3500	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 4.0	от 0 до 4000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 4.5	от 0 до 4500	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 5.0	от 0 до 5000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 6.0	от 0 до 6000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 7.0	от 0 до 7000	±0,1	±0,2	±0,2
Мастер ЭВА 7 9.0	от 0 до 9000	±0,1	±0,2	±0,2

Примечание: * — при температуре воздуха от + 15 °C до + 25 °C