

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«23» октября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Машины координатно-измерительные портальные РМТ

Методика поверки

МП-535-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки машин координатно-измерительных портальных PMT (далее – КИМ), производства PMT Technologies (Suzhou) Co., Ltd, Китай, 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, утверждённой приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840: ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

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

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице А.1 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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение абсолютной объёмной погрешности измерений (МРЕ _Е)	Да*	Да*	10.1
Определение абсолютной погрешности измерительной головки (МРЕ _Р)	Да	Да	10.2

* определение абсолютной объёмной погрешности модификаций PMT FUTURE, PMT FUTURE PLUS в расширенном температурном режиме проводится на основании заявления владельца, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °C, для модификаций:

- PMT FUTURE, PMT FUTURE PLUS

от плюс 16 до плюс 26

- PMT PRIME

от плюс 18 до плюс 22

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

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 16 до плюс 26 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 40 до плюс 75 % с абсолютной погрешностью не более 2 %;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной объёмной погрешности измерений (МРЕ _в)	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, набор № 9, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (Рег. № 51838-12)
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки (МРЕ _г)	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 ± 1 мкм;	Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Рег. № 64593-16);
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 средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением работ средство измерений 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, приведённых 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, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверка программного обеспечения.

Запустить программное обеспечение, дождаться его загрузки.

В главном окне программы нажать кнопку «Справка» (Help).

Далее нажать кнопку «О программе» (About)

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, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной объёмной погрешности измерений (МРЕ_в)

Абсолютная объёмная погрешность измерений определяется с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД). Измеряется расстояние между двумя торцами меры с последующим вычислением отклонения от эталонного значения её длины. Необходимо

использовать не менее трёх мер. с номинальными длинами, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений КИМ (минимальная длина должна составлять не более 100 мм, максимальная длина должна составлять не менее 0,8 верхнего предела измерений КИМ).

Концевые меры длины или приспособление с концевыми мерами длины устанавливают в пространстве измерений КИМ вдоль линии измерений, используя теплоизолирующие перчатки. Обязательно использование встроенной системы термокомпенсации. 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 свыше 1200 мм допускается проводить измерения КМД с номинальным значением 1000 мм, располагая её в нескольких местах, равномерно расположенных вдоль осей и пространственных диагоналей (линий измерений).

Измерения должны проводиться в автоматическом режиме.

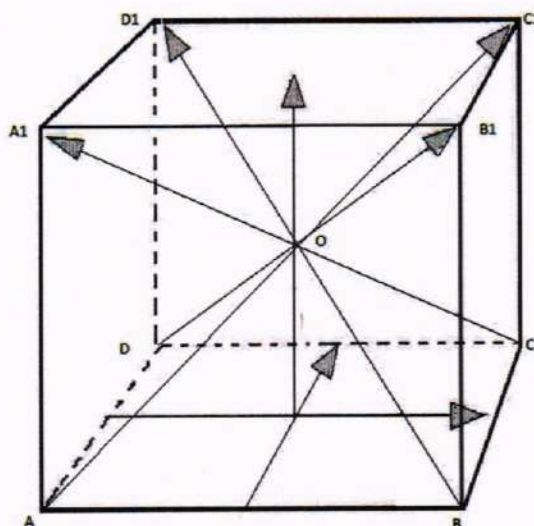


Рисунок 1 – Стандартные положения, в которых производят измерения в пределах объема КИМ.

Абсолютная объёмная погрешность измерений определяется для каждой КМД по формуле:

$$\Delta_i = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_{\text{эт.}}$$

где L_i – измеренное значение КМД;

n – число измерений;

$L_{\text{эт.}}$ – действительная длина КМД, с учётом отклонения параметров окружающей среды от условий, при которых аттестовались КМД.

Для КИМ модификаций PMT FUTURE и PMT FUTURE PLUS дополнительно определить абсолютную объёмную погрешность при температуре окружающего воздуха плюс 16 и плюс 26 °С.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютная погрешность измерений не более значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерительной головки (МРЕР)

Установить сферу на плите рабочего стола КИМ с помощью стойки. Провести 3 цикла

измерений в автоматическом режиме. В каждом цикле проводятся измерения поверхности сферы в 25 равномерно расположенных на полусфере точках.

Рекомендуемая модель измерений приведена на рисунке 2 и включает:

- одну точку на вершине испытываемой сферы;
- четыре точки (равномерно распределенных) на 22° ниже вершины;
- восемь точек (равномерно распределенных) на 45° ниже вершины и повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- четыре точки (равномерно распределенных) на 68° ниже вершины (рис 1) повернутых на $22,5^\circ$ относительно предшествующей группы;
- восемь точек (равномерно расположенных) на 90° ниже вершины, т.е. на диаметре и повернутых относительно предыдущей группы на $22,5^\circ$.

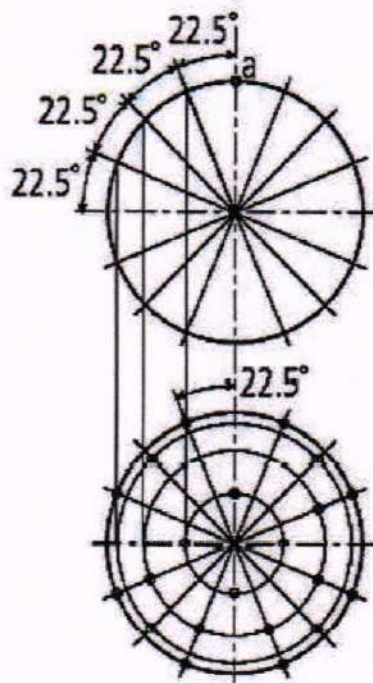


Рисунок 2 – Точки касания на сфере для определения абсолютной погрешности измерительной головки

Погрешность определяется как сумма максимальных отклонений измеренного профиля в положительную и отрицательную области от средней сферы, рассчитанной по методу наименьших квадратов:

$$\Delta_{0r} = |\max(D_{i+})| + |\max(D_{i-})|$$

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 измерений не должна превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.


Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование

средства измерений не производится.

11.3 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

11.4 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 «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



К.А. Ревин

Приложение А

(обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики КИМ модификации PMT FUTURE

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм с измерительным датчиком:					
				TP20, PMT T20		TP200		SP25M, REVO-2 (RSP2, RSP3), SP80	
	Ось X	Ось Y	Ось Z	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P
655	от 0 до 510	от 0 до 610	от 0 до 505	$\pm(2,2+L/300)^*$	2,2	$\pm(1,8+L/350)^*$	1,8	$\pm(1,6+L/400)^*$	1,6
855		от 0 до 810		$\pm(2,2+L/220)^{**}$		$\pm(1,8+L/250)^{**}$		$\pm(1,6+L/300)^{**}$	
1087	от 0 до 810	от 0 до 1010	от 0 до 705	$\pm(2,4+L/300)^*$	2,4	$\pm(2,0+L/350)^*$	2,0	$\pm(1,8+L/400)^*$	1,8
1587		от 0 до 1510		$\pm(2,4+L/220)^{**}$		$\pm(2,0+L/250)^{**}$		$\pm(1,8+L/300)^{**}$	
2087		от 0 до 2010							
12108	от 0 до 1010	от 0 до 1210	от 0 до 805	$\pm(2,6+L/300)^*$	2,6	$\pm(2,2+L/350)^*$	2,2	$\pm(2,0+L/400)^*$	2,0
15108		от 0 до 1510		$\pm(2,6+L/220)^{**}$		$\pm(2,2+L/250)^{**}$		$\pm(2,0+L/300)^{**}$	
20108		от 0 до 2010							
25108		от 0 до 2510							
121010		от 0 до 1210							
151010	от 0 до 1210	от 0 до 1510	от 0 до 1005	$\pm(2,9+L/300)^*$	2,9	$\pm(2,5+L/350)^*$	2,5	$\pm(2,3+L/400)^*$	2,3
201010		от 0 до 2010		$\pm(2,9+L/220)^{**}$		$\pm(2,5+L/250)^{**}$		$\pm(2,3+L/300)^{**}$	
251010		от 0 до 2510							
151210		от 0 до 1510							
201210		от 0 до 2010		$\pm(3,1+L/300)^*$	3,1	$\pm(2,7+L/350)^*$	2,7	$\pm(2,5+L/400)^*$	2,5
251210	от 0 до 1510	от 0 до 2510	от 0 до 1205	$\pm(3,1+L/220)^{**}$		$\pm(2,7+L/250)^{**}$		$\pm(2,5+L/300)^{**}$	
301210		от 0 до 3010							
201510		от 0 до 2010							
251510		от 0 до 2510		$\pm(3,4+L/300)^*$	3,4	$\pm(3,0+L/350)^*$	3,0	$\pm(2,7+L/400)^*$	2,7
301510		от 0 до 3010		$\pm(3,4+L/220)^{**}$		$\pm(3,0+L/250)^{**}$		$\pm(2,7+L/300)^{**}$	
401510		от 0 до 4010							
201512	от 0 до 1510	от 0 до 2010	от 0 до 1205	$\pm(3,6+L/300)^*$	3,6	$\pm(3,2+L/350)^*$	3,2	$\pm(2,9+L/400)^*$	2,9
251512		от 0 до 2510		$\pm(3,6+L/220)^{**}$		$\pm(3,2+L/250)^{**}$		$\pm(2,9+L/300)^{**}$	
301512		от 0 до 3010							
401512		от 0 до 4010							
201515		от 0 до 2010							
251515	от 0 до 1510	от 0 до 2510	от 0 до 1505	$\pm(3,8+L/300)^*$	3,8	$\pm(3,4+L/350)^*$	3,4	$\pm(3,2+L/400)^*$	3,2
301515		от 0 до 3010		$\pm(3,8+L/220)^{**}$		$\pm(3,4+L/250)^{**}$		$\pm(3,2+L/300)^{**}$	
401515		от 0 до 4010							

где MPE_E - пределы допускаемой объемной погрешности, мкм;MPE_P - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, мкм;

L- измеряемая длина в мм;

* при температуре окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С включ.;

** при температуре окружающего воздуха от +16 °С до +18 °С и св. плюс +22 °С до +26 °С включ. и при наличии системы активной температурной компенсации

Таблица А.2 - Метрологические характеристики модификации PMT FUTURE PLUS

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм с измерительным датчиком:					
				TP20, PMT T20		TP200		SP25M, REVO-2 (RSP2, RSP3), SP80	
	Ось X	Ось Y	Ось Z	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P
655	от 0 до 510	от 0 до 610	от 0 до 505	$\pm(1,9+L/350)^*$	2,2	$\pm(1,5+L/400)^*$	1,5	$\pm(1,2+L/500)^*$	1,2
855		от 0 до 810		$\pm(1,9+L/250)^{**}$		$\pm(1,5+L/300)^{**}$		$\pm(1,2+L/400)^{**}$	
1087	от 0 до 810	от 0 до 1010	от 0 до 705	$\pm(2,1+L/350)^*$	2,2	$\pm(1,7+L/400)^*$	1,7	$\pm(1,4+L/500)^*$	1,4
1587		от 0 до 1510		$\pm(2,1+L/250)^{**}$		$\pm(1,7+L/300)^{**}$		$\pm(1,4+L/400)^{**}$	
2087		от 0 до 2010							
12108	от 0 до 1010	от 0 до 1210	от 0 до 805	$\pm(2,3+L/350)^*$	2,3	$\pm(1,9+L/400)^*$	1,9	$\pm(1,6+L/500)^*$	1,6
15108		от 0 до 1510		$\pm(2,3+L/250)^{**}$		$\pm(1,9+L/300)^{**}$		$\pm(1,6+L/400)^{**}$	
20108		от 0 до 2010							
25108		от 0 до 2510	от 0 до 1005	$\pm(2,6+L/350)^*$	2,6	$\pm(2,2+L/400)^*$	2,2	$\pm(1,8+L/500)^*$	1,8
121010		от 0 до 1210		$\pm(2,6+L/250)^{**}$		$\pm(2,2+L/300)^{**}$		$\pm(1,8+L/400)^{**}$	
151010		от 0 до 1510							
201010		от 0 до 2010							
251010		от 0 до 2510							
151210	от 0 до 1210	от 0 до 1510	от 0 до 1005	$\pm(2,8+L/350)^*$	2,8	$\pm(2,4+L/400)^*$	2,4	$\pm(2,0+L/500)^*$	2,0
201210		от 0 до 2010		$\pm(2,8+L/250)^{**}$		$\pm(2,4+L/300)^{**}$		$\pm(2,0+L/400)^{**}$	
251210		от 0 до 2510							
301210		от 0 до 3010							
201510	от 0 до 1510	от 0 до 2010	от 0 до 1205	$\pm(3,2+L/350)^*$	3,2	$\pm(2,8+L/400)^*$	2,8	$\pm(2,4+L/500)^*$	2,4
251510		от 0 до 2510		$\pm(3,2+L/250)^{**}$		$\pm(2,8+L/300)^{**}$		$\pm(2,4+L/400)^{**}$	
301510		от 0 до 3010							
401510		от 0 до 4010							
201512		от 0 до 2010	от 0 до 1205	$\pm(3,4+L/350)^*$	3,4	$\pm(3,0+L/400)^*$	3,0	$\pm(2,6+L/450)^*$	2,6
251512		от 0 до 2510		$\pm(3,4+L/250)^{**}$		$\pm(3,0+L/300)^{**}$		$\pm(2,6+L/350)^{**}$	
301512		от 0 до 3010							
401512		от 0 до 4010							
201515		от 0 до 2010	от 0 до 1505	$\pm(3,6+L/350)^*$	3,6	$\pm(3,2+L/400)^*$	3,2	$\pm(2,9+L/400)^*$	2,9
251515		от 0 до 2510		$\pm(3,6+L/250)^{**}$		$\pm(3,2+L/300)^{**}$		$\pm(2,9+L/300)^{**}$	
301515		от 0 до 3010							
401515		от 0 до 4010							

где MPE_E - пределы допускаемой объемной погрешности, мкм;MPE_P - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, мкм;

L- измеряемая длина в мм;

* при температуре окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С включ.;

** при температуре окружающего воздуха от +16 °С до +18 °С и св. плюс +22 °С до +26 °С включ. и при наличии системы активной температурной компенсации

Таблица А.3 - Метрологические характеристики модификации PMT PRIME

Типоразмер	Диапазон измерений, мм			Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мкм с измерительным датчиком:					
				TP20, PMT T20		TP200		SP25M, REVO-2 (RSP2, RSP3), SP80	
	Ось X	Ось Y	Ось Z	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P	MPE _E	MPE _P
654	от 0 до 510	от 0 до 610	от 0 до 405	±(2,6+L/300)	2,6	±(2,4+L/300)	2,4	±(2,2+L/300)	2,2
866	от 0 до 610	от 0 до 810	от 0 до 605	±(2,8+L/300)	2,8	±(2,6+L/300)	2,6	±(2,4+L/300)	2,4
1086	от 0 до 810	от 0 до 1010							
1286		от 0 до 1210							
1586		от 0 до 1510							
12108	от 0 до 1010	от 0 до 1210	от 0 до 805	±(3,4+L/300)	3,4	±(3,2+L/300)	3,2	±(3,0+L/300)	3,0
15108		от 0 до 1510							
20108		от 0 до 2010							
25108		от 0 до 2510							
151210	от 0 до 1210	от 0 до 1510	от 0 до 1005	±(3,8+L/300)	3,8	±(3,6+L/300)	3,6	±(3,4+L/300)	3,4
201210		от 0 до 2010							
251210		от 0 до 2510							
301210		от 0 до 3010							
201510	от 0 до 1510	от 0 до 2010	от 0 до 1205	±(4,0+L/300)	4,0	±(3,8+L/300)	3,8	±(3,6+L/300)	3,6
251510		от 0 до 2510							
301510		от 0 до 3010							
201512		от 0 до 2010							
251512		от 0 до 2510							
301512		от 0 до 3010							
где MPE _E - пределы допускаемой объемной погрешности, мкм; MPE _P - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, мкм; L- измеряемая длина в мм; Указанные точности достигаются при температуре окружающего воздуха от +18 °С до +22 °С включ.									