

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов



М.П.

«20» января 2023 г.

«ГСИ. Микроскопы измерительные ИМ.
Методика поверки.»

МП-133-2023

г. Чехов
2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки микроскопов измерительных ИМ (далее – приборы), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблицах 1 - 4.

Таблица 1 - Метрологические характеристики микроскопов серии ИМ-Г, модификации ИМ-Г-50 (К)-5

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм - по оси X - по оси Y	от 0 до 50 от 0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y, мкм	± 5

Таблица 2 - Метрологические характеристики микроскопов серии ИМ-Ц консольного типа

Наименование характеристики	Значение							
Модификация	ИМ- Ц-100 (К)	ИМ- Ц-150 (К)	ИМ- Ц-200 (К)	ИМ- Ц-250 (К)	ИМ- Ц-300 (К)	ИМ- Ц-400 (К)	ИМ- Ц-500 (К)	ИМ- Ц-600 (К)
Диапазон измерений линей- ных размеров по оси X, мм	от 0 до 100	от 0 до 150	от 0 до 200	от 0 до 250	от 0 до 300	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 600
Диапазон измерений линей- ных размеров по оси Y, мм	от 0 до 50	от 0 до 100	от 0 до 100	от 0 до 150	от 0 до 200	от 0 до 300	от 0 до 400	от 0 до 500
Диапазон измерений линей- ных размеров по оси Z ^{1), 2)} , мм	от 0 до 90	от 0 до 100	от 0 до 300	от 0 до 400	от 0 до 400	от 0 до 450	от 0 до 450	от 0 до 450
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров:								
для микроскопов класса точности 5 по оси (X, Y) ³⁾ , мкм	±(2,0+ L/50)	±(3,0+L/75)					±(3,0+L/200)	
для микроскопов класса точности 4 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	-	±(2,8+L/200) ±(4,3+L/200) ±(2,8+L/100)						
для микроскопов класса точности 3 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	-	±(1,8+L/200) ±(2,6+L/200) ±(1,8+L/100)						
для микроскопов класса точности 2 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	-	±(1,3+L/100) ±(2,2+L/100) ±(1,7+L/100)						

Наименование характеристики	Значение							
Модификация	ИМ- Ц-100 (К)	ИМ- Ц-150 (К)	ИМ- Ц-200 (К)	ИМ- Ц-250 (К)	ИМ- Ц-300 (К)	ИМ- Ц-400 (К)	ИМ- Ц-500 (К)	ИМ- Ц-600 (К)
для микроскопов класса точности 1 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y)	-	$\pm(1,0+L/100)$ $\pm(2,1+L/100)$						
Диапазон измерений плоского угла	от 0° до 360°							
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла	$\pm 14''$							
¹⁾ по заказу возможно уменьшение диапазона, значение приведено в паспорте; ²⁾ при наличии контактного датчика; ³⁾ где L – длина объекта в мм;								

Таблица 3 - Метрологические характеристики микроскопов серии ИМ-Ц портального типа

Наименование характеристики	Значение										
Модификация	ИМ-Ц-300 (П)	ИМ-Ц-400 (П)	ИМ-Ц-500 (П)	ИМ-Ц-600 (П)	ИМ-Ц-800 (П)	ИМ-Ц-1000 (П)	ИМ-Ц-1200 (П)	ИМ-Ц-1500 (П)	ИМ-Ц-2000 (П)	ИМ-Ц-2500 (П)	ИМ-Ц-3000 (П)
Диапазон измерений линейных размеров по оси X, мм	от 0 до 300	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 1500	от 0 до 2000
Диапазон измерений линейных размеров по оси Y, мм	от 0 до 300	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 2500	от 0 до 3000
Диапазон измерений линейных размеров по оси Z ^{1), 2)} , мм	от 0 до 350										
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров:											
для микроскопов класса точности 5 по оси (X, Y) ³⁾ , мкм	$\pm(2,9+L/200)$										
для микроскопов класса точности 4 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	$\pm(2,8+L/200)$ $\pm(4,3+L/200)$ $\pm(2,8+L/100)$										

Наименование характеристики	Значение										
Модификация	ИМ-Ц- 300 (П)	ИМ-Ц- 400 (П)	ИМ-Ц- 500 (П)	ИМ-Ц- 600 (П)	ИМ-Ц- 800 (П)	ИМ-Ц- 1000 (П)	ИМ-Ц- 1200 (П)	ИМ-Ц- 1500 (П)	ИМ-Ц- 2000 (П)	ИМ-Ц- 2500 (П)	ИМ-Ц- 3000 (П)
для микроскопов класса точности 3 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	±(1,8+L/200) ±(2,6+L/200) ±(1,8+L/100)										
для микроскопов класса точности 2 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y) - по оси Z ²⁾	±(1,3+L/100) ±(2,2+L/100) ±(1,7+L/100)										
для микроскопов класса точности 1 ³⁾ , мкм: - по оси (X, Y) - в плоскости двух осей (X, Y)	±(1,0+L/100) ±(2,1+L/100)										
Диапазон измерений плоского угла	От 0° до 360°										
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла	±14"										
¹⁾ по заказу возможно уменьшение диапазона, значение приведено в паспорте; ²⁾ при наличии контактного датчика; ³⁾ где L – длина объекта в мм;											

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Серия микроскопов	ИМ-Г	ИМ-Ц
Дискретность отчёта линейных измерений, мкм	2	2; 1; 0,5; 0,1; 0,01; 0,001
Дискретность отсчета измерений плоского угла	360"	1"

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 2-го разряда 2-й части и рабочего эталона 4-го разряда 3-й части 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, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра, и от рабочего эталона 4-го разряда 3-й части в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла,

утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоского угла.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – 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	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 погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y при использовании оптического датчика	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании контактного датчика (при наличии датчика в комплекте поставки)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений плоского угла	Да	Да	10.3

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от плюс 17 до плюс 23;
- относительная влажность, %, не более 80;
- допускаемое изменение температуры в течении 1 часа, °С 0,5

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталон) 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, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 6.

Таблица 6 – 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 17 до плюс 23 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 80 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д (рег. № 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y при использовании оптического датчика	Рабочий эталон 2-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 - Мера длины штриховая, диапазон измерений не менее 200 мм, допускаемое отклонение длины меры и её интервалов не более $\pm(0,2+0,5 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м	Мера длины штриховая (рег. № 76752-19)
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании контактного датчика	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, доверительные границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм; Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 1, доверительные границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (рег. № 51838-12); Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 74059-19)
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений плоского угла	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» ноября 2018 г. № 2482 – угловые меры с одним и четырьмя рабочими углами, доверительные границы абсолютных погрешностей не более 3"	Набор мер плоского угла МУ-1, (рег. № 485-64)

Примечания:

1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.

2) Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

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 эксплуатационной документации;
- 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 хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 4 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;
- соответствие дискретности отсчётов заявленным значениям.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Запустить программное обеспечение.

В главном меню нажать кнопку «Help», затем выбрать пункт «About». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Результат считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения соответствуют приведённым в описании типа.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, 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 погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y при использовании оптического датчика

10.1.1 Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y использовать меру длины штриховую (далее – ШМД). ШМД установив на предметный столик вдоль оси X, располагая её поочерёдно на участках 1-3 в соответствии с рисунком 1.

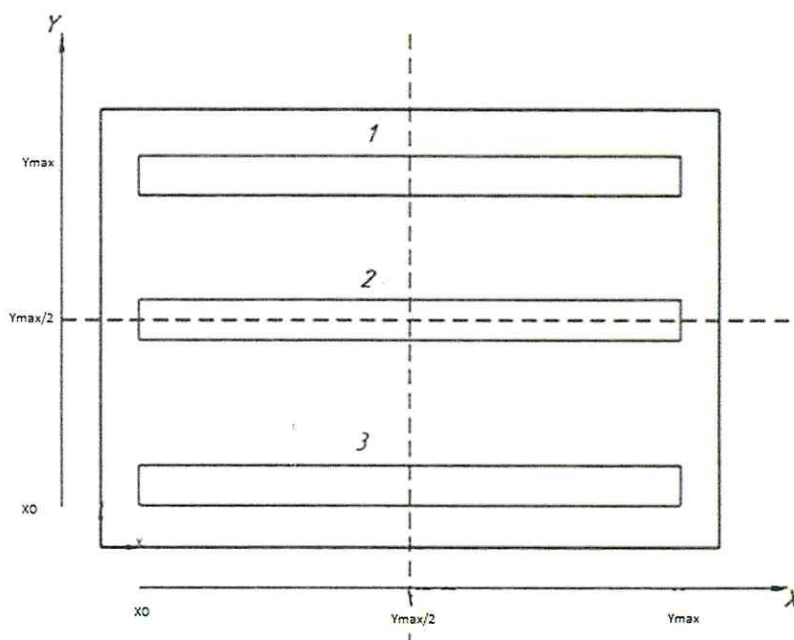


Рисунок 1 – Установка ШМД на предметном столике микроскопа вдоль оси X.

10.1.2 . Выполнить последовательно измерения миллиметрового интервала, интервала, соответствующего половине длины шкалы и полной длине шкалы ШМД на каждом участке. Измерения на участках 1 и 3 проводить при прямом, а на участке 2 при обратном ходе.

10.1.3 Если длина ШМД менее 0,8 диапазона измерений линейных размеров по данной оси координат, необходимо проводить измерения располагая ШМД на нескольких участках столика машины, равномерно расположенных вдоль оси координат, с перекрытием не менее 50 мм.

10.1.4 Повторить аналогичные измерения вдоль оси Y, располагая ШМД на участках 1-3 в соответствии с рисунком 2.

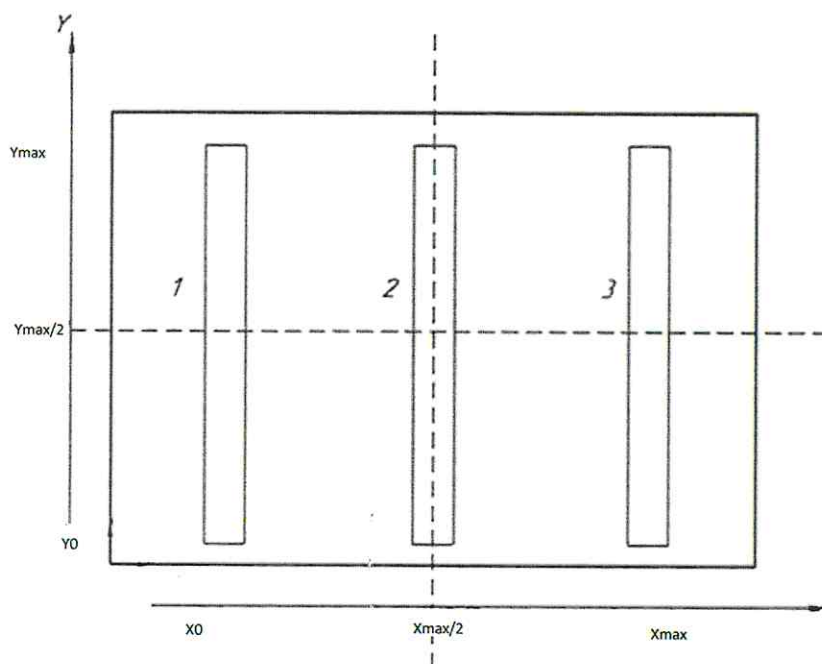


Рисунок 2 – Установка ШМД на предметном столике микроскопа вдоль оси Y.

10.1.5 Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости двух осей X-Y использовать ШМД установив на предметный столик по диагонали осей X-Y. Если длина ШМД менее 0,8 диапазона измерений линейных размеров по данной оси

координат, необходимо проводить измерения располагая ШМД на нескольких участках столика машины, равномерно расположенных вдоль оси координат, с перекрытием не менее 50 мм.

10.1.6 Абсолютную погрешность измерений линейных размеров по осям X, Y при использовании оптического датчика (Δ_{l_i}) в каждой точке диапазона определяют по формуле (1):

$$\Delta_{l_i} = l_{\text{изм}_i} - l_{\partial_i} \quad (1)$$

где $l_{\text{изм}_i}$ – измеренное значение длины i-го интервала ШМД с помощью прибора, мм;
 l_{∂_i} – действительное значение длины i-го интервала ШМД, с учетом поправки на температурный коэффициент линейного расширения меры, мм.

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

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании контактного датчика

10.2.1 Абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси Z при использовании контактного датчика определяется при помощи мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД). Использовать не менее пяти КМД с номинальными длинами, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений прибора по оси Z с шагом 15 – 20 % (минимальная длина не более 10 мм, максимальная длина должна составлять не менее 80 % от верхнего предела измерений).

10.2.2 Выполнить контактным датчиком касание стекла предметного столика и обнулить показания цифрового отсчёта по оси Z.

10.2.3 Поднять контактный датчик и установить под ним на предметный столик первую КМД.

10.2.4 Выполнить касание середины боковой измерительной поверхности КМД контактным датчиком и снять отсчёт по оси Z. Повторить измерение не менее 3 раз, вычислить среднее измеренное значение.

10.2.5 Провести аналогичные измерения по п. п. 10.2.3 – 10.2.4 для остальных КМД.

10.2.6 Для каждого измеренного значения определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси Z (Δ_{z_i}) по формуле (2).

$$\Delta_{z_i} = \overline{l_{\text{изм}_i}} - l_{\partial_i} \quad (2)$$

где $\overline{l_{\text{изм}_i}}$ – среднее измеренное значение длины i-й КМД с помощью прибора, мм;
 l_{∂_i} – действительное значение длины i-й КМД, с учетом поправки на температурный коэффициент линейного расширения меры, мм.

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

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений плоского угла

10.3.1 Абсолютную погрешность измерений плоского угла определяется при помощи мер плоского угла (далее – МУ).

10.3.2 Меру установить на предметный столик.

10.3.3 В программном обеспечении обозначить точки на рабочих поверхностях МУ и измерить угол, образованный прямыми, проходящими через данные точки.

10.3.4 Измерения проводят не менее, чем для четырёх значений углов.

10.3.5 Повторить измерения не менее четырёх раз, изменяя положение МУ на 90 градусов относительно предыдущего положения.

10.3.6 Для каждого измеренного значения определить абсолютную погрешность измерений плоского угла (Δ_{α_i}) по формуле (3):

$$\Delta_{\alpha_i} = \alpha_{\text{изм}_i} - \alpha_{\partial_i} \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{изм}_i}$ – измеренное значение i -го угла, ';

α_{∂_i} – действительное значение i -го угла в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации), '.

10.3.7 Наибольшее значение (Δ_{α_i}) принять за абсолютную погрешность измерений плоского угла.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в п. 1 настоящей методики поверки.

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.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

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.

Выдача 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