

ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
ФГБУ «ВНИИМС»



СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

« 20 » 06 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Микроскопы конфокальные MarSurf CM**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 203-33-2022**

Москва, 2022 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на микроскопы конфокальные MarSurf CM (далее по тексту – микроскопы) изготавливаемые Mahr GmbH, Германия и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Микроскопы не относятся к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена. Количество и модели объектов определяются при заказе микроскопов и указываются в руководстве по эксплуатации.

1.2 Микроскопы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр микроскопа.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр микроскопа, находящийся в эксплуатации, через установленный межповерочный интервал. Микроскоп, введенный в эксплуатацию и находящийся на длительном хранении (более одного межповерочного интервала), подвергается периодической поверке только после окончания хранения.

1.5 Обеспечение прослеживаемости поверяемого микроскопа к Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений параметров шероховатости  $R_{max}$ ,  $R_z$  и  $R_a$  (ГЭТ 113-2014) и к Государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ 2-2021) осуществляется посредством использования при поверке поверенных или аттестованных мер.

1.6 При определении метрологических характеристик поверяемого микроскопа используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемого микроскопа с действительным значением единицы длины средства поверки.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки микроскопа должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при:	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7	да	да
2	Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3	Идентификация программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4	Определение погрешности измерений шероховатости по параметру $R_a$	10	да	да
5	Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	11	да	да
6	Определение погрешности измерений линейных размеров по оси Z	12	да	да
7	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13	да	да

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку следует проводить в нормальных условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 2$ ;
- относительная влажность воздуха, не более, % 80.

А также должны отсутствовать вибрации, тряска, удары, являющиеся источником погрешности выполняемых угловых измерений.

3.2 Микроскоп и другие средства измерений и поверки выдерживают не менее 2 часов при постоянной температуре, соответствующей нормальным условиям.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на микроскоп и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2. Поверители обязаны иметь соответствующую подготовку и опыт работы с микроскопом, а также обязаны знать требования эксплуатационной документации и требования настоящей методики поверки.

4.3. Для проведения поверки микроскопа достаточно одного поверителя.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10 Определение погрешности измерений шероховатости по параметру Ra	Меры шероховатости 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2657 от 06.11.2019 г. Номинальное значение параметра шероховатости Ra от 0,001 до 50 мкм.	Меры профильные ПРО-10, рег. № 46835-11.

<p>п.11 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY</p>	<p>Мера длины штриховая 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений в диапазоне длины от <math>1 \times 10^{-9}</math> до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. Номинальные значения линейных размеров от 0,005 мм до 1 мм.</p>	<p>Объект – микрометр ОМ-О, рег. № 28962-05.</p>
<p>п.12 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z</p>	<p>Мера одноштриховая 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2657 от 06.11.2019 г. с номинальным значением от 2 мкм до 15 мкм.</p>	<p>Мера для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN 10-1, рег. № 52740-13.</p>

Допускается применение аналогичных 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 выполнении поверочных работ должны быть выполнены требования промышленной безопасности, регламентированные на предприятии в соответствии с действующим законодательством.

#### **7. Внешний осмотр**

Осмотр внешнего вида микроскопа осуществляется визуально.

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие внешнего вида микроскопа эксплуатационной документации, комплектности, маркировки.

7.2 Проверяют отсутствие механических повреждений микроскопа, влияющих на его работоспособность, а также целостность кабелей связи и электрического питания.

7.3 Микроскоп считается поверенным в части внешнего осмотра, если установлено полное соответствие конструктивного исполнения, комплектности и маркировки его эксплуатационной документации, а также отсутствуют механические повреждения микроскопа, кабелей связи и электрического питания.

## 8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Перед проведением поверки микроскопа рекомендуется выполнить следующие подготовительные операции:

- ознакомиться с описанием типа и руководством по эксплуатации поверяемого микроскопа;
- выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности;
- выдержать микроскоп во включенном состоянии не менее 30 минут.

8.2 Перед опробованием должны быть проведены подготовительные работы согласно эксплуатационной документации.

При опробовании проверяется работоспособность в соответствии с требованиями его эксплуатационной документации.

Микроскоп считается поверенным в части опробования, если установлено, что он функционирует в соответствии с эксплуатационной документацией.

## 9. Идентификация программного обеспечения средства измерений

Идентификацию программного обеспечения (ПО) проводят по следующей методике:

- проверить наименование программного обеспечения и его версию.

Микроскоп считается поверенным в части программного обеспечения, если наименование ПО - MarSurf MSW или MarSurf MFM и его версии не ниже 12.1.1 и 9.0 соответственно.

## Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10. Определение погрешности измерений шероховатости по параметру Ra

10.1 Погрешность измерений шероховатости по параметру Ra определяется с помощью мер шероховатости 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости Rmax, Rz в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и Ra в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2657 от 06.11.2019 г.

10.2 Установить меру на предметный столик микроскопа. Измерения провести на пяти равномерно распределенных по поверхности меры участках. В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа провести анализ измеренных данных и определить параметр Ra. Среднее значение для параметра шероховатости Ra определить, как среднее арифметическое значение по формуле:

$$R_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}, \quad (1)$$

где  $R_i$  –  $i$ -ое измеренное значение меры, мкм  
 $n$  – количество измерений, не менее 5.

10.3 Погрешность измерений шероховатости определить по формуле:

$$\Delta R = R_{cp} - R_{oc}, \quad (2)$$

где  $R_{oc}$  – действительное значение параметра меры, указанное в свидетельстве о поверке на неё,  $R_{cp}$  – среднее значение параметра шероховатости Ra, мкм.

10.4 Повторить пункты 10.1 – 10.3 для каждого объектива поверяемого микроскопа (кроме увеличения 5х, модель 3200S). Меры необходимо подобрать так, чтобы значения параметра шероховатости Ra мер находились в пределах диапазона измерений шероховатости по параметру Ra для каждого объектива.

10.5 Микроскоп считается прошедшим данный этап поверки, если абсолютная погрешность измерений шероховатости по параметру Ra находится в пределах, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений шероховатости по параметру Ra

Увеличение	Модель объектива	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений шероховатости по параметру Ra, мкм
10x	1600S	$\pm(0,08+4L/100)$ , где L в мкм
20x	800L	$\pm(0,04+4L/100)$ , где L в мкм
	800S	$\pm(0,025+3L/100)$ , где L в мкм
	800XS	$\pm(0,008+3L/100)$ , где L в мкм
50x	320L	$\pm(0,01+4L/100)$ , где L в мкм
	320S	$\pm(0,002+3L/100)$ , где L в мкм
	320XS	$\pm(0,001+3L/100)$ , где L в мкм
100x	160L	$\pm(0,002+3L/100)$ , где L в мкм
	160S	$\pm(0,001+3L/100)$ , где L в мкм
	160XS	$\pm(0,001+3L/100)$ , где L в мкм

### 11. Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY осуществляется методом прямых измерений с использованием меры длины штриховой 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений в диапазоне длины от  $1 \times 10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. (например - объект микрометр).

11.2 Необходимо установить меру на предметный столик микроскопа.

11.3 Последовательно провести измерения номинальных размеров меры указанных в таблице 3, вдоль осей X и Y. Объективы для проведения измерений конкретных номинальных размеров необходимо использовать согласно таблице 4.

Таблица 4 – Номинальные значения меры

Объектив, увеличение	Номинальное значение размера меры, мкм
5x	5
	500
	1000
10x	5
	500
	1000
20x	5
	300
	700
50x	5
	150
	300
100x	5
	100
	150
150x	5
	100
	150

11.4 Определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров по осям сканирования X и Y (для каждого номинала) по формуле:

$$\Delta L = L_{\text{изм}} - L_{\text{дс}}, \quad (3)$$

где  $L_{\text{дс}}$  - действительное значение параметра меры, указанное в свидетельстве о поверке (паспорте);

$L_{\text{изм}}$  - измеренное значение меры, мкм.

11.5 Микроскоп считается прошедшим данный этап поверки, если значения абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям сканирования X и Y находятся в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности линейных размеров в плоскости XY

Увеличение	Модель объектива	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y, мкм
5x	3200S	$\pm(6+L/50)$ , где L в мкм
10x	1600S	$\pm(3+L/50)$ , где L в мкм
20x	800L	$\pm(2,2+L/50)$ , где L в мкм
	800S	
	800XS	
50x	320L	$\pm(1,5+L/50)$ , где L в мкм
	320S	
	320XS	
100x	160L	$\pm(1,1+L/50)$ , где L в мкм
	160S	
	160XS	

## 12. Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z

Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z осуществляется методом прямых измерений с использованием меры для поверки приборов для измерений шероховатости поверхности PEN 10-1.

12.1 Установить меру на предметный столик микроскопа.

12.2 Последовательно произвести измерения высоты установленной меры. Измерения высоты меры повторить не менее 3 раз.

12.3 Определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров по формуле:

$$\Delta H = H_{\text{ср}} - H_{\text{дс}}, \quad (4)$$

где  $H_{\text{дс}}$  - действительное значение меры, указанное в свидетельстве о поверке (паспорте), мкм.;

$H_{\text{ср}}$  - среднее арифметическое результатов измерений высоты меры, мкм

12.4 Повторить пункты 12.1 – 12.3 для каждого объектива поверяемого микроскопа (кроме увеличения 5x, модель 3200S).

12.5 Микроскоп считается прошедшим данный этап поверки, если погрешность измерений линейных размеров по оси Z находится в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z

Увеличение	Модель объектива	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z, мкм
10x	1600S	$\pm(0,088+4L/100)$ , где L в мкм
20x	800L	$\pm(0,05+4L/100)$ , где L в мкм
	800S	$\pm(0,04+3L/100)$ , где L в мкм
	800XS	$\pm(0,026+3L/100)$ , где L в мкм
50x	320L	$\pm(0,026+4L/100)$ , где L в мкм
	320S	$\pm(0,022+3L/100)$ , где L в мкм
	320XS	$\pm(0,022+3L/100)$ , где L в мкм
100x	160L	$\pm(0,022+3L/100)$ , где L в мкм
	160S	$\pm(0,011+3L/100)$ , где L в мкм
	160XS	$\pm(0,011+3L/100)$ , где L в мкм

### 13. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

13.1 Микроскоп считается прошедшим поверку, если по пунктам 7-12 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10-12 не выходят за указанные пределы погрешности.

13.2 В случае подтверждения соответствия микроскопа метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и его признают пригодным к применению.

13.3 В случае, если соответствие микроскопа метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и микроскоп признают непригодным к применению.

### 14. Оформление результатов поверки

14.1 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) с указанием моделей объективов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

14.2 При положительных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений на бумажном носителе. Знак поверки в виде оттиска клейма и (или) наклейки наносится на свидетельство о поверке.

14.3 При отрицательных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности на бумажном носителе.

Зам. начальника отдела 203  
ФГБУ «ВНИИМС»

Е.А. Милованова

Начальник лаборатории 203/5  
ФГБУ «ВНИИМС»

Д.А. Карбанов