



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПО ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ И ВАКУУМА»

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
АО «НИЦПВ»

 Д.М. Михайлюк



« 8 » сентября 2020 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Микроскоп конфокальный лазерный сканирующий VL2000DX**

**Методика поверки  
МП 80/072-1-2020**

Москва  
2020

## 1 Область применения

Настоящая методика распространяется на микроскоп конфокальный лазерный сканирующий VL2000DX фирмы Lasertech, Япония (далее – микроскоп), предназначенный для измерений линейных размеров элементов рельефа по осям X, Y и Z, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

## 2 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1:

Таблица 1. Операции, выполняемые при проведении поверки.

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Обязательность проведения операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения.	7.1	да	да
2	Опробование микроскопа	7.2	да	да
3	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z	7.3.1	да	да
4	Определение диапазона и относительной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	7.3.2	да	да

## 3 Средства поверки

При проведении поверки применяются следующие средства поверки:

- мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К 2-го разряда (Госреестр № 33598-06) - поверочный образец ПО-1;

- объект-микрометр типа ОМО 2-го разряда (Госреестр №590-63) – поверочный образец ПО-4;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 1 мм (Госреестр №74059-19) – поверочный образец ПО-2;

- мера длины концевая 3-го разряда номинальным значением 4 мм (Госреестр №74059-19) – поверочный образец ПО-3;

Допускается использование других средств поверки, по характеристикам, не уступающим указанным.

## 4 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.3.019-80 «Правила эксплуатации электроустановок потребителем».

## 5 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы с микроскопами конфокальными лазерными;
- прошедшие обучение и имеющие удостоверение поверителя;
- изучившие техническое описание и руководство по эксплуатации поверяемого микроскопа конфокального лазерного сканирующего VL2000DX и методику его поверки.

## 6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С .....18-22
- атмосферное давление, кПа.....92-104
- относительная влажность воздуха, % не более.....80
- напряжение питания от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В.....100-240

6.2 Подготовку микроскопа к работе провести в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6.3 Перед проведением поверки микроскоп должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 2 часов.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр, проверка комплектности. Идентификация программного обеспечения

7.1.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности (без запасных частей и инструмента), указанной в руководстве по эксплуатации;
- надёжность крепления соединительных элементов;
- отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики микроскопа;
- наличие на микроскопе заводского номера и товарного знака фирмы-изготовителя.

7.1.2 Для идентификации программного обеспечения (ПО) микроскопа необходимо:

- включить микроскоп;
- запустить рабочую программу микроскопа согласно руководству по эксплуатации;

В открывшемся окне скачать:

- идентификационное наименование ПО (в верхнем левом углу);
- запустить подменю «Help», считать номер версии программного обеспечения, соответствующий пункту «Software version».

Микроскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные признаки ПО микроскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	LM-eye
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.09 (либо выше)
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

### 7.2 Опробование

7.2.1 После включения микроскопа выдержать его во включенном состоянии не менее 2-х часов. На рабочем столе ПЭВМ нажать на иконку программного обеспечения (ПО) микроскопа, при этом откроется активное окно управления микроскопом.

7.2.2 После запуска аппаратной части и ПО производится автоматическая проверка функциональных узлов и программной части системы. При возникновении каких-либо ошибок работы ПО или неполадок в аппаратной части, ПО выдает сообщение об ошибке с указанием аппаратного узла или программного компонента, который является причиной неисправности.

В случае отсутствия указанных сообщений, микроскоп находится в исправном состоянии и готов к работе.

7.2.3 Микроскоп считается прошедшим поверку по п.7.2, если выполнены требования п.7.2.2.

### 7.3 Определение метрологических характеристик.

#### 7.3.1 Определение диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z.

7.3.1.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 100х, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры с увеличением 8000 крат. Запомнить полученное изображение на жесткий диск управляющего компьютера микроскопа. В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты выступа рельефной структуры меры в количестве  $n = 10$  раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение  $h_i$  высоты (в мкм).

7.3.1.2 Определить среднее значение высоты выступов по формуле:

$$\bar{h} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} h_i$$

7.3.1.3 Определить абсолютную погрешность измерений высоты выступов меры по формуле

$$\Delta_1 = \bar{h} - H_{\text{МШПС}}$$

где  $H_{\text{МШПС}}$  - паспортное значение высоты выступа меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К, выраженное в мкм.

7.3.1.4 Установить на концевую меру номинальным размером 4 мм (ПО-3) концевую меру номинальным размером 1 мм (ПО-2) таким образом, чтобы их рабочие поверхности соприкасались и взаимно перекрывались на 65-80%. Произвести притирку мер друг к другу.

7.3.1.5 Установить объектив с увеличением 20х, установить концевые меры ПО-2 и ПО-3 на столик образцов микроскопа таким образом, чтобы их рабочие поверхности находились в горизонтальной плоскости и перепад высоты 1 мм, создаваемый концевой мерой 1 мм, находился в поле зрения микроскопа примерно в центральной его части. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.1.6 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты ступеньки 1 мм в количестве  $n = 10$  раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение  $H_i$  высоты, выраженное в мкм.

7.3.1.7 Определить среднее значение высоты ступеньки по формуле:

$$\bar{H} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} H_i$$

7.3.1.8 Определить абсолютную погрешность измерений высоты ступеньки номинальным значением 1 мм по формуле

$$\Delta_2 = \bar{H} - H_{к.м.(0,5)}$$

где  $H_{к.м.(0,5)}$  – паспортное значение длины концевой меры номинальным значением 1 мм, выраженное в мкм.

7.3.1.9 Установить объектив с увеличением 20х, установить концевые меры ПО-2 и ПО-3 на столик образцов микроскопа таким образом, чтобы их рабочие поверхности находились в горизонтальной плоскости и перепад высоты 4 мм, создаваемый концевой мерой 4 мм, находился в поле зрения микроскопа примерно в центральной его части. Получить данное изображение в конфокальном режиме. Зарегистрировать полученное изображение на жесткий диск.

7.3.1.10 В соответствии с руководством по эксплуатации микроскопа произвести измерения высоты ступеньки 4 мм в количестве  $n = 10$  раз в разных местах в пределах поля зрения, каждый раз регистрируя значение  $H_j$  высоты, выраженное в мкм.

7.3.1.11 Определить среднее значение высоты ступеньки по формуле:

$$\tilde{H} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} H_j$$

7.3.1.12 Определить абсолютную погрешность измерений высоты ступеньки номинальным значением 4 мм по формуле

$$\Delta_3 = \tilde{H} - H_{к.м.(4,5)}$$

где  $H_{к.м.(4,5)}$  – паспортное значение длины концевой меры номинальным значением 4 мм, выраженное в мкм.

7.3.1.13 Считать, что абсолютная погрешность измерений линейных размеров по оси  $Z$  во всем диапазоне находится внутри границ  $\pm(0,1 + 0,005L)$  мкм, установленных в описании типа (где  $L$  - измеряемая длина по оси  $Z$  в мкм), если выполнены требования

$$|\Delta_1| \leq 0,1 + 0,005L_1,$$

$$|\Delta_2| \leq 0,1 + 0,005L_2$$

$$|\Delta_3| \leq 0,1 + 0,005L_3$$

где  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$  – измеряемые линейные размеры (в мкм) по оси  $Z$ :

$L_1 = \bar{h}$  - значение, определенное по п.7.3.1.2,

$L_2 = \bar{H}$  - значение, определенное по п.7.3.1.7,

$L_3 = \tilde{H}$  - значение, определенное по п.7.3.1.11.

7.3.1.14 Результаты поверки по п.7.3.1 считать положительными, если выполнены требования п.7.3.1.13.

При этом диапазоном измерений линейных размеров по оси  $Z$  следует считать диапазон от 0,2 до 4500 мкм.

## 7.3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY

7.3.2.1 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-4 (объект-микрометр).

7.3.2.2 Последовательно провести измерения номинальных размеров объект-микрометра, указанных в таблице 3, вдоль осей сканирования X и Y, используя объективы, указанные в таблице 3 из имеющихся в наличии согласно комплекту поставки микроскопа. Для каждого номинального значения размера измерения провести 10 раз, результатом измерений считать среднее значение по 10-ти измерениям.

Таблица 3. Номинальные значения размеров объект-микрометра, подлежащие измерениям в зависимости от увеличения объектива.

Объектив	Номинальное значение размера объект-микрометра, мкм
5x	20
	1000
10x	10
	100
	640
20x	50
	320
50x	20
	120
100x	10
	60

7.3.2.3 Определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров для каждого номинального размера из таблицы 3 по формуле:

$$\Delta L_i = L_i - L_{ном}$$

где  $L_{ном}$  – номинальное значение размера объект-микрометра из числа указанных в таблице 3,

$L_i$  – среднее измеренное значение по 10-ти измерениям, соответствующее номинальному значению.

7.3.2.4 Установить на столик образцов микроскопа поверочный образец ПО-1 (меру ширины и периода специальную МШПС-2.0К). Используя объектив с увеличением 50x, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 3-м шагам меры и определить его среднее значение  $L_{(3)}$ .

Определить абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta L_{(3)} = L_{(3)} - 3T_{МШПС}$$

где  $T_{МШПС}$  – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.5 Используя объектив с увеличением 100x, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 1-му шагу меры и определить его среднее значение  $L_{(1)}$ .

Определить абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$L_{(1)} = L_{(1)} - T_{МШПС}$$

где  $T_{МШПС}$  – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.6 Используя объектив с увеличением 20x, получить изображение рельефной шаговой структуры центрального модуля меры. Провести 10 раз измерения линейного размера, соответствующего 8-ми шагам меры и определить его среднее значение  $L_{(8)}$ .

Определить абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta L_{(8)} = L_{(8)} - 8T_{\text{МШПС}}$$

где  $T_{\text{МШПС}}$  – аттестованное значение шага меры ширины и периода специальной МШПС-2.0К.

7.3.2.7 Считать, что абсолютная погрешность измерений линейных размеров в плоскости ХУ находится в пределах  $\pm(0,3+0,015L)$  если для всех значений, полученных по п.7.3.2.3, выполняется условие:

$$\Delta L_i \leq \pm(0,3+0,015L)$$

а также выполнены условия:

$$\Delta L_{(1)} \leq \pm(0,3+0,015L)$$

$$\Delta L_{(3)} \leq \pm(0,3+0,015L)$$

$$\Delta L_{(8)} \leq \pm(0,3+0,015L)$$

При этом диапазоном измерений линейных размеров в плоскости ХУ следует считать значения, указанные в таблице 4:

Таблица 4. Диапазон измерений линейных размеров в плоскости ХУ в зависимости от используемого объектива микроскопа

Объектив	Диапазон измерений линейных размеров в плоскости ХУ в пределах поля зрения объектива, мкм
-5х	от 20 до 1280
-10х	от 10 до 640
-20х	от 3 до 320
-50х	от 2 до 128
-100х	от 1 до 64

7.3.2.8 Микроскоп считается прошедшим этап поверки по п.7.3.2, если выполнены требования п. 7.3.2.7.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, который хранится в организации, проводившей поверку.

8.2 Микроскоп, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признают годным к применению. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Свидетельство о поверке оформляется в соответствии с требованиями нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на лицевую панель базового блока микроскопа.

8.3 При отрицательных результатах поверки микроскоп запрещают к применению и выдают извещение о непригодности по установленной форме.

Главный метролог АО «НИЦПВ»



С.В. Бондарчук