

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)**

УТВЕРЖДАЮ

И.о директора УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


Е.П. Собина

«26» 10 2020 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Микроскоп электронный сканирующий

Quattro S

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 94-223-2020

Екатеринбург
2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

2 ИСПОЛНИТЕЛИ заведующий лабораторией 223 Собина А.В., ведущий инженер лаборатории 223 Ким Н.А.

3 УТВЕРЖДЕНА и.о. директора УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Перечень операций поверки средства измерений	5
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
6 Метрологические и технические требования к средства поверки.....	5
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8 Внешний осмотр средства измерений	6
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
10 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
11 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	8
12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ..	10
13 Оформление результатов поверки.....	13
Приложение А (рекомендуемое). Форма протокола поверки	14

Государственная система обеспечения единства измерений Микроскоп электронный сканирующий Quattro S. Методика поверки	МП 94-223-2020
---	-----------------------

Дата введения в действия «__» _____ 2020 г

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на микроскоп электронный сканирующий Quattro S (далее – микроскоп) производства «Thermo Fisher Scientific Brno s.r.o.», Чешская Республика, предназначенный для измерений линейных размеров, формы, ориентации и других параметров наноструктур и микрорельефа поверхностей различных объектов, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок микроскопа Quattro S, зав. № 9953401. Проверка микроскопа должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость микроскопа к ГЭТ 2-2010 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» согласно второй части 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г.

1.3 Интервал между поверками – один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы и нормативные правовые акты:

ГОСТ 12.3.019-80 Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 «Об утверждении 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»

Приказ Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (с учетом Приказа Минпромторга РФ от 28 декабря 2018 г. № 5329 «О внесении изменений в приказ Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815»)

Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке микроскопа должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	да	да
Проверка программного обеспечения	10	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений:	11	да	да
- проверка разрешения	11.1	да	нет
- проверка относительной погрешности измерений линейных размеров	11.2	да	да
- подтверждение диапазона измерений линейных размеров	11.3	да	нет

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, указанных в таблице 1, проводится настройка микроскопа в соответствии с руководством по эксплуатации (далее - РЭ). В дальнейшем необходимые операции повторяют вновь, в случае повторного невыполнения требований поверка прекращается, микроскоп бракуется, и выполняются операции по п.13 настоящей методики поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки микроскопа должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20±3;
- относительная влажность воздуха, % не более 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке микроскопа допускаются специалисты, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, имеющие вторую квалификационную группу по электробезопасности (до 1000 В), ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и РЭ на микроскоп.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки микроскопа применяют оборудование согласно таблицы 2.

Т а б л и ц а 2 – Средства поверки

Наименование	Метрологические и технические требования
Мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 33598-06), соответствующая рабочему эталону 2 разряда 2 части государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г.)	Номинальные значения воспроизведения линейных размеров шаговой структуры меры в диапазоне от 397 до 2002 нм, ПГ $\pm(1-3)$ нм.
Объект-микрометр ОМ-О (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 28962-16), соответствующий эталону 1 разряда 2 части государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г.)	Длина основной шкалы (1,0000 \pm 0,0005) мм, ПГ \pm 0,0001 мм.
Термогигрометр ИВА-6А-КП-Д (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 46434-11)	Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по п. 4

6.2 Эталоны, применяемые для поверки микроскопа должны быть поверены, если представлены средствами измерений утвержденного типа, или аттестованы, если представлены средствами измерений неутвержденного типа; средства измерений – поверены.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих требуемую точность передачи единицы линейного размера поверяемому микроскопу.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки микроскопа должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.3.019, а также условия по обеспечению безопасности, изложенные в РЭ микроскопа.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие внешнего вида микроскопа сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений микроскопа и всех его составных частей, соединительных кабелей и сетевых разъемов;

- соответствие комплектности, указанной в РЭ микроскопа;

- четкость обозначений и маркировки микроскопа.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре микроскопа выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Подготовить микроскоп к работе в соответствии с РЭ.

9.2 Включить микроскоп, выполняя последовательность операций, указанных в РЭ.

9.3 Проверить работоспособность органов управления и регулировки микроскопа в соответствии с РЭ.

Убедиться, что все режимы работы, а также параметры, соответствующие, заданному режиму, высвечиваются на мониторе управляющего компьютера микроскопа. Выбор необходимого режима, а также выполнение команд, производят в соответствии с РЭ.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных программного обеспечения поверяемого микроскопа, указанных в описании типа.

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) проводят при включении поверяемого микроскопа Quattro S в соответствии с РЭ микроскопа путем запуска программы *xT Microscope Server* с рабочего стола основного управляющего компьютера (*Microscope PC*) при помощи ярлыков модулей интерфейса программы *xT (xT Microscope server / Microscope Control)*. Для этого после загрузки операционной системы



управляющего компьютера на рабочем столе монитора дважды щелкнуть по иконке , чтобы запустить ПО (все видимые индикаторы должны быть зеленого цвета – активированы). Нажать на кнопку *Start*, чтобы запустить сервер управления. Дождаться пока все элементы будут полностью функционировать (все видимые элементы должны быть зеленого цвета – активированы). Нажать на кнопку *Start UI*, чтобы запустить модуль пользовательского интерфейса программного обеспечения *Microscope Control*. Главное окно появляется за диалоговым окном входа в систему.

В строке меню пользовательского интерфейса программного обеспечения *Microscope Control* нажимают кнопку *Help (Справка)*, которое раскрывает системные информационные функции, выбирают (активируют) информационное поле *About Microscope Control (О приложении Microscope Control)*. На мониторе управляющего компьютера микроскопа Quattro S должно отобразиться окно, содержащее информацию о версии продукта. Вид информационного окна с идентификационными данными ПО приведен на рисунке 1. Окно автоматически исчезает после первого щелчка в любом месте.

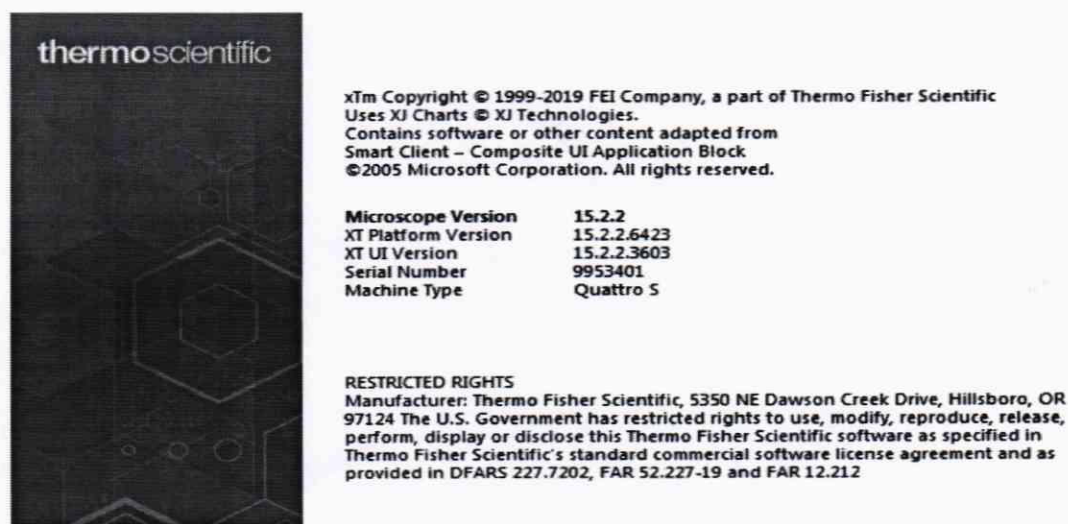


Рисунок 1 – Информационное окно с идентификационными данными ПО

10.2 Идентификационное наименование и номер версии ПО, наименование модулей интерфейса ПО поверяемого микроскопа должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные ПО микроскопа Quattro S

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	<i>xT</i>
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 15.2.2
Цифровой идентификатор ПО	-
Идентификационное наименование основного модуля интерфейса ПО (сервер управления)	<i>xT Microscope Server</i>
Идентификационное наименование модуля пользовательского интерфейса ПО	<i>Microscope Control (User Interface (UI))</i>

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Проверка разрешения

Проверку разрешения проводят с помощью меры МШПС-2.0К, указанной в п.6 настоящей методики поверки, при оптимальном рабочем расстоянии и в зависимости от вакуумного режима и типа детекторов микроскопа при следующих режимах:

- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ;
- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 1 кВ;
- низкий вакуум и сверхнизкий вакуум естественной среды в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ;
- низкий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 3 кВ.

В камеру для образцов микроскопа устанавливают специальную меру ширины и периода МШПС-2.0К. В соответствии с РЭ микроскопа подводят объект под электронную колонну микроскопа на расстояние менее 10 мм между объективной линзой и поверхностью меры посредством управления столика для образцов через управляющий компьютер. Расстояние определяется вычислительным блоком микроскопа на основе данных, поступающих от микрометрической подачи, которая передвигает столик для образцов по оси Z (параметр контролируется визуально на экране монитора управляющего компьютера). После чего столик для образцов с установленной на нем мерой МШПС-2.0К наклоняют на угол 35,3 градуса для наблюдения четкой контрастной границы между верхним основанием и боковой стенкой структуры; устанавливают максимальную резкость границы с помощью детектора вторичных электронов и определяют предельное разрешение объекта по изображению на мониторе управляющего компьютера микроскопа с использованием программного обеспечения, используя функцию автоматического определения параметра.

П р и м е ч а н и е – Допускается определение параметра вручную.

11.2 Проверка относительной погрешности измерений линейных размеров

11.2.1 Проверку относительной погрешности измерений линейных размеров и ее составляющих проводят согласно п.11.2.2 с использованием специальной меры ширины и периода МШПС-2.0К (для нанометрового диапазона) и согласно п.11.2.3 с использованием объект-микрометра ОМ-О (для микрометрового диапазона), указанных в п.6 настоящей методики поверки.

11.2.2 Специальная мера МШПС-2.0К (рег. № 33598-06) представляет совокупность пяти одинаковых групп рельефных шаговых структур на поверхности квадратной кремниевой монокристаллической пластины со стороной не более 10 мм, поверхность которой ориентирована параллельно кристаллографической плоскости, по три структуры в каждой группе. Геометрическая форма элемента рельефа шаговой структуры – трапеция. Сечение выступа шаговой структуры с обозначениями параметров (характеристик) меры показано на рисунке 2.

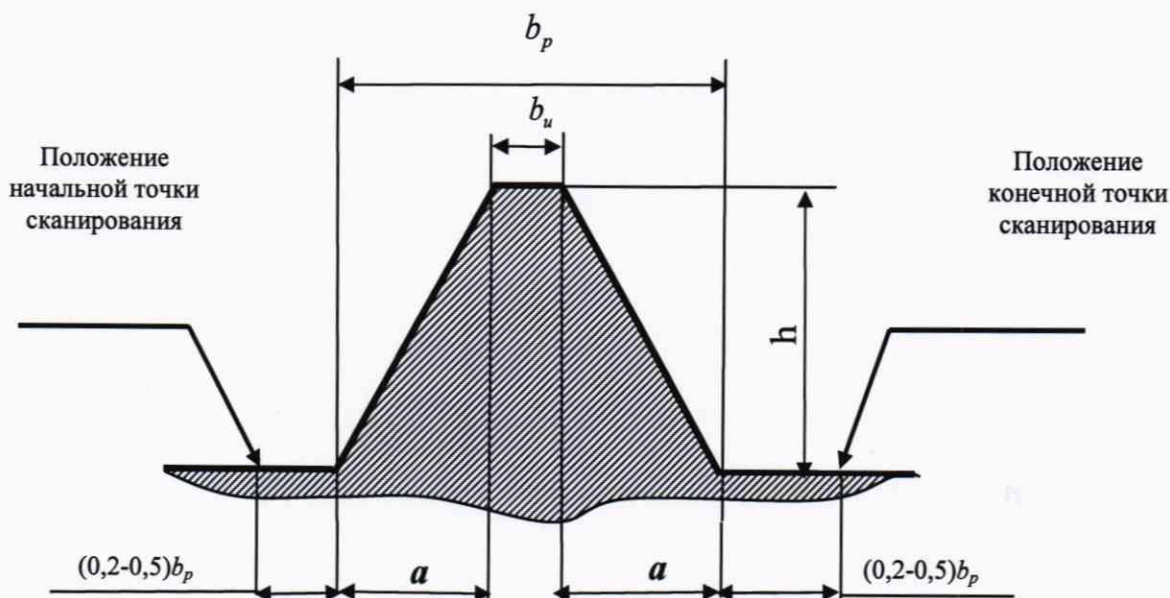


Рисунок 2 – Сечение выступа шаговой структуры с обозначениями параметров b_u – ширина верхнего основания выступа шаговой структуры; h – высота выступа шаговой структуры; a – ширина проекции боковой стенки выступа шаговой структуры на плоскость нижнего основания выступов шаговой структуры; b_p – ширина нижнего основания выступа шаговой структуры.

В камеру для образцов микроскопа устанавливают меру МШПС-2.0К. Согласно РЭ микроскопа подводят объект под электронную колонну микроскопа на расстояние менее 10 мм между объективной линзой и поверхностью меры посредством управления столика для образцов через управляющий компьютер. Расстояние определяется вычислительным блоком микроскопа на основе данных, поступающих от микрометрической подачи, которая передвигает столик для образцов по оси Z (параметр контролируется визуально на экране монитора управляющего компьютера). Осуществляют предварительную фокусировку на край меры.

На мере МШПС-2.0К находят группы шаговых структур и выбирают детектор вторичных электронов. Фокусируются на одной из групп шаговых структур – центральном модуле, фрагмент I-I, вдоль горизонтальной линии ориентирования.

В соответствии с РЭ с использованием программного обеспечения микроскопа выполняют не менее пяти измерений ($n \geq 5$) следующих метрологических характеристик меры МШПС-2.0К, установленных в свидетельстве о поверке меры МШПС-2.0К (см. рисунок 2):

- значение шага структуры, нм;
- значение ширины верхнего основания выступа шаговой структуры, нм;
- значение ширины нижнего основания выступа шаговой структуры, нм;
- значение ширины проекции боковой стенки выступа на плоскость нижнего основания выступа шаговой структуры, нм;
- высоту выступа шаговой структуры, нм.

Микроскоп Quattro S позволяет получать изображения образцов в горизонтальной плоскости XY. Для измерения высоты выступа шаговой структуры меру МШПС-2.0К наклоняют на угол 54,7 градуса (угол между нижним основанием и боковой стенкой), фокусируются на боковой стенке и измеряют её ширину. После этого вычисляют высоту выступа по известному углу и ширине боковой стенки (произведение синуса угла 54,7 градуса на ширину боковой стенки).

11.2.3 Объект-микрометр ОМ-О (рег. № 28962-16) используют для определения погрешности измерений линейных размеров в микрометровом диапазоне.

В камеру для образцов микроскопа устанавливают объект-микрометр ОМ-О. Поскольку объект-микрометр ОМ-О выполнен из диэлектрического материала, то для получения изображения в электронном микроскопе камеру откачивают до низкого вакуума (50 Па).

Согласно РЭ микроскопа фокусируются в центре объект-микрометра ОМ-О и находят изображение шкалы объект-микрометра ОМ-О как показано на рисунке 3.

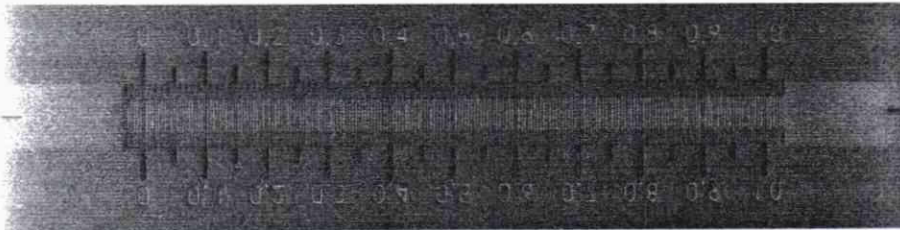


Рисунок 3 – Шкала объект-микрометра ОМ-О

Сфокусироваться на шкале объект-микрометра ОМ-О таким образом, чтобы были четко видны длинные штрихи. Согласно РЭ микроскопа вызвать измерительные горизонтальные линии. Управление измерительными линиями осуществляется ПО при помощи мыши управляющего компьютера микроскопа.

В соответствии с РЭ с использованием программного обеспечения микроскопа выполняют не менее пяти измерений ($n \geq 5$) следующего линейного размера объект-микрометра ОМ-О, установленного в свидетельстве о поверке и описании типа объект-микрометра ОМ-О:

- длина основной шкалы, мкм.

11.3 Подтверждение диапазона измерений линейных размеров

Подтверждение диапазона измерений линейных размеров проводят в ходе проведения первичной поверки по п. 11.2, используя специальную меру ширины и периода МШПС-2.0К, предназначенную для передачи единицы длины в нанометровом диапазоне (от 397 до 2002 нм) и объект-микрометра ОМ-О, предназначенного для передачи единицы длины в микрометровом диапазоне.

Устанавливают факт измерения каждого установленного i -го линейного размера меры МШПС-2.0К и объект-микрометра ОМ-О в пределах нормированных значений погрешности измерений линейных размеров, определенных согласно п.12.2 настоящей методики поверки. Полученные значения диапазона измерений линейных размеров должны удовлетворять требованиям, приведенным в п.12.3.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Значения предельного разрешения, определенные с помощью программного обеспечения микроскопа согласно п.11.1, должны быть не более значений, указанных в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Нормированные значения разрешения

Наименование характеристики	Значение характеристики
Разрешение (при оптимальном рабочем расстоянии в зависимости от вакуумного режима и типа детектора), нм, не более:	
- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ	1,0
- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 1 кВ	3,0
- низкий вакуум и сверхнизкий вакуум естественной среды в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ	1,3
- низкий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 3 кВ	3,0

12.2 Для определения относительной погрешности измерений линейных размеров оценивают случайную и систематическую составляющие относительной погрешности измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О.

Для каждого цикла измерений по п.11.2 и п.11.3 вычисляют среднее арифметическое значение каждого определяемого линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О по формуле

$$\bar{N}_i = \frac{\sum_{j=1}^n N_{ij}}{n}, \quad (12.1)$$

где N_{ij} - результат j -го измерения i -го линейного размера, нм (мкм);

n – число измерений, ($n \geq 5$)

По результатам n измерений i -го линейного размера рассчитывают среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического (оценки измеряемой величины) i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О по формуле

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{j=1}^n (N_{ij} - \bar{N}_i)^2}. \quad (12.2)$$

За оценку случайной составляющей относительной погрешности измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О принимают относительное СКО случайной составляющей погрешности – S_{ri} , определяемое по формуле

$$S_{ri} = \frac{S_i}{N_i} \cdot 100\%. \quad (12.3)$$

Для оценки систематической составляющей относительной погрешности измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О вычисляют модули разности между j -ым измеренным значением i -го линейного размера – N_{ij} , и его значением, приведенным в свидетельстве о поверке меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О – N_{oi}

$$\Delta_{Cij} = |N_{ij} - N_{oi}|. \quad (12.4)$$

По полученным разностям определяют среднее значение

$$\bar{\Delta}_{Ci} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta_{Cij}. \quad (12.5)$$

За оценку систематической составляющей абсолютной погрешности измерений i -го линейного размера с учетом погрешности определения установленного значения i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О – Δ_{mi} , принимают значение, рассчитываемое по формуле

$$\Delta_{Ci} = \pm (|\bar{\Delta}_{Ci}| + |\Delta_{mi}|). \quad (12.6)$$

Оценку систематической составляющей относительной погрешности измерений i -го линейного размера определяют по формуле

$$\delta_{Ci} = \frac{\Delta_{Ci}}{N_i} \cdot 100\%. \quad (12.7)$$

Определение относительной погрешности измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О проводят расчетным путем согласно ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

Относительную погрешность измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О вычисляют по формуле

$$\delta_i = \pm K_i \cdot S_{\Sigma i}, \quad (12.8)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и систематической составляющих погрешности;

$S_{\Sigma i}$ – оценка суммарного СКО результата измерения.

Суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma i}$ оценки измеряемой величины вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma i} = \sqrt{(S_{ri})^2 + \frac{\delta_{Cl}^2}{3}} \quad (12.9)$$

Коэффициент K_i вычисляют по формуле

$$K_i = \frac{t \cdot S_{ri} + \delta_{Cl}}{S_{ri} + \sqrt{\frac{\delta_{Cl}^2}{3}}}, \quad (12.10)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности $P=0,95$ в зависимости от числа измерений n находят по таблице, приведенной в ГОСТ Р 8.736, (например, $t(n=5; P=0,95)=2,776$).

12.3 Полученные значения относительной погрешности измерений каждого i -го линейного размера меры МШПС-2.0К и объект-микрометра ОМ-О, рассчитанные согласно п.12.2, и диапазон измерений линейных размеров поверяемого микроскопа должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Метрологические характеристики микроскопа

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений линейных размеров - при низком вакууме и сверхнизком вакууме естественной среды - при высоком вакууме	от 300 нм до 2 мкм от 300 нм до 1 мм
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений линейных размеров, %	±3

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки микроскопа заносят в протокол поверки, форма которого приведена в рекомендуемом приложении А, или оформляют протоколом произвольной формы.

13.2 Положительные результаты поверки оформляют в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. (с учетом Приказа Минпромторга РФ от 28 декабря 2018 г. № 5329 «О внесении изменений в приказ Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815») или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде оттиска клейма.

13.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый микроскоп признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с действующим порядком.

Разработчики:

Зав. лабораторией 223 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.В. Собина

Ведущий инженер лаб. 223 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.А. Ким

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Наименование организации, проводившей поверку
Аттестат аккредитации, № _____

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____
от «__» _____ 20__ г.

Наименование и тип СИ _____

Принадлежит _____

Зав. №, дата выпуска _____

Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ: _____

Изготовитель _____

Проверка проведена в соответствии с документом МП 94-223-2020 «ГСИ. ГСИ. Микроскоп сканирующий электронный Quattro S. Методика поверки».

Средства поверки: _____

Условия поверки:

- температура окружающей среды, °С
- относительная влажность воздуха, %

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

А.1 Внешний осмотр _____

Проверка по п.8 настоящей методики проведена с положительным (отрицательным) результатом.

А.2 Опробование _____

Проверка по п.9 настоящей методики проведена с положительным (отрицательным) результатом.

А.3 Проверка программного обеспечения _____

Идентификационное наименование и номер версии ПО, наименование модулей интерфейса ПО поверяемого микроскопа Quattro S соответствуют (не соответствуют) заявленным.

Проверка по п.10 настоящей методики проведена с положительным (отрицательным) результатом.

А.4 Определение метрологических характеристик

А.4.1 Проверка разрешения

Результаты проверки разрешения приведены в таблице А.4.1

Таблица А.4.1

Наименование характеристики	Значение характеристики, нм	Нормированное значение, нм, не более
Разрешение (при оптимальном рабочем расстоянии в зависимости от вакуумного режима и типа детектора):		
- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ		1,0
- высокий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 1 кВ		3,0
- низкий вакуум и сверхнизкий вакуум естественной среды в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 30 кВ		1,3
- низкий вакуум в камере, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 3 кВ		3,0

Проверка по п.11.1 настоящей методики проведена с положительным (отрицательным) результатом.

А.4.2 Проверка относительной погрешности измерений линейных размеров

Результаты измерений i -го линейного размера меры МШПС-2.0К или объект-микрометра ОМ-О и проверки относительной погрешности измерений линейных размеров в соответствии с п.11.2 методики поверки, приведены в таблице А.4.2.

Таблица А.4.2

Метрологическая характеристика меры МШПС-2.0К (или объект-микрометра ОМ-О) и ее установленное значение, нм (мкм)	Результаты измерений i -го линейного, нм (мкм)				
	1	2	3	4	n=5
Среднее значение i -го линейного размера, \bar{N}_i , нм (мкм)					
СКО среднего i -го линейного размера, S_i , нм (мкм)					
СКО случайной составляющей отн. погрешности измерений i -го линейного размера, S_n , %					
Систематическая составляющая абс. погрешности измерений i -го линейного размера, Δ_{Cl} , нм (мкм)					
Систематическая составляющая отн. погрешности измерений i -го линейного размера, δ_{Cl} , %					

Окончание таблицы А.4.2

Коэффициент k_i	
Суммарное СКО результата измерений, $S_{\Sigma i}$, %	
Относительная погрешность результата измерений i -го линейного размера, δ_i , %	
Нормированное значение относительной погрешности измерений линейных размеров, %	± 3 %

Полученные значения относительной погрешности измерений линейных размеров не превышают (превышают) допусковых пределов.

Проверка по п.11.2 проведена с положительным (отрицательным) результатом.

А.4.3 Подтверждение диапазона измерений линейных размеров

Диапазон измерений линейных размеров с использованием специальной меры ширины и периода МШПС-2.0К (для нанометрового поддиапазона) объект-микрометра ОМ-О (для микрометрового поддиапазона) соответствует (не соответствует) заявленному в описании типа.

Проверка по п.11.3 проведена с положительным (отрицательным) результатом.

Заключение:

Микроскоп Quattro S, зав. № 9953401, признан пригодным (непригодным) к применению.

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности) № _____ от _____.
Срок действия свидетельства до _____.

Поверитель _____

(подпись)

(Ф. И. О.)

Организация, проводившая поверку _____.