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

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «НТ-МДТ»

_____ А.А. Яковлева
15 ноября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

_____А.Е. Коломин
15 ноября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Микроскопы сканирующие зондовые NTEGRA

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-43-2021

Москва, 2021 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на микроскопы сканирующие зондовые NTEGRA (далее по тексту – микроскопы) изготавливаемые ООО «НТ-МДТ», г. Москва, г. Зеленоград и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Микроскопы сканирующие зондовые NTEGRA 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.

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. Микроскопы, введенные в эксплуатацию и находящиеся на длительном хранении (более одного межповерочного интервала), подвергаются периодической поверке только после окончания хранения.

1.5 Обеспечение прослеживаемости поверяемого микроскопа к Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz и Ra (ГЭТ 113-2014) осуществляется посредством использования при поверке поверенной или аттестованной меры.

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 микроскопов 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	9	да	да
4	Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	10.1	да	да
5	Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z	10.2	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку следует проводить в нормальных условиях окружающей среды:

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

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

3.2 Микроскопы 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 микроскопы сканирующие зондовые NTEGRA и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2. Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с микроскопами, а также обязаны знать требования настоящей методики поверки.

4.3. Для проведения поверки микроскопов 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

Номер п. методики поверки	Наименование и обозначение средств поверки и вспомогательного оборудования; основные технические и метрологические характеристики средства поверки
10	Мера периода и высоты линейная TGZ1, рег. № 41678-09 (Номинальное значение высоты выступов в рельефе шаговых структур 20 нм; Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности определения высоты выступов в рельефе шаговых структур ±2 нм). Мера периода и высоты линейная TGZ3, рег. № 41678-09 (Номинальное значение высоты выступов в рельефе шаговых структур 520 нм; Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности определения высоты выступов в рельефе шаговых структур ±20 нм). Номинальное значение периода структуры меры – 3 мкм. Допускаемое отклонение от номинального значения периода структуры меры ±0,01 мкм. Допускается использование одной любой меры из набора.

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 микроскопов осуществляется визуально.

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

7.2 Проверяют отсутствие механических повреждений микроскопов, 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. Проверка 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 - NOVA SPM и его версия не ниже 1.0.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY.

10.1.1 Для определения погрешности измерений линейных размеров по оси сканирования X необходимо на рабочий стол микроскопа установить меру TGZ1 (допускается использование TGZ2, TGZ3) таким образом, чтобы структуры меры располагались перпендикулярно оси сканирования X.

10.1.2 Произвести сканирование меры. Размер скана установить 32 мкм на 32 мкм. Разрешение по оси сканирования X установить - не менее 2000 точек, по оси сканирования Y- не менее 64 точек.

10.1.3 По полученному изображению скана вычесть наклон меры согласно РЭ. Выбрать на изображении скана 10 профилей и на каждом профиле определить значение одного периода X_{ui}, нм, согласно рис. 1.

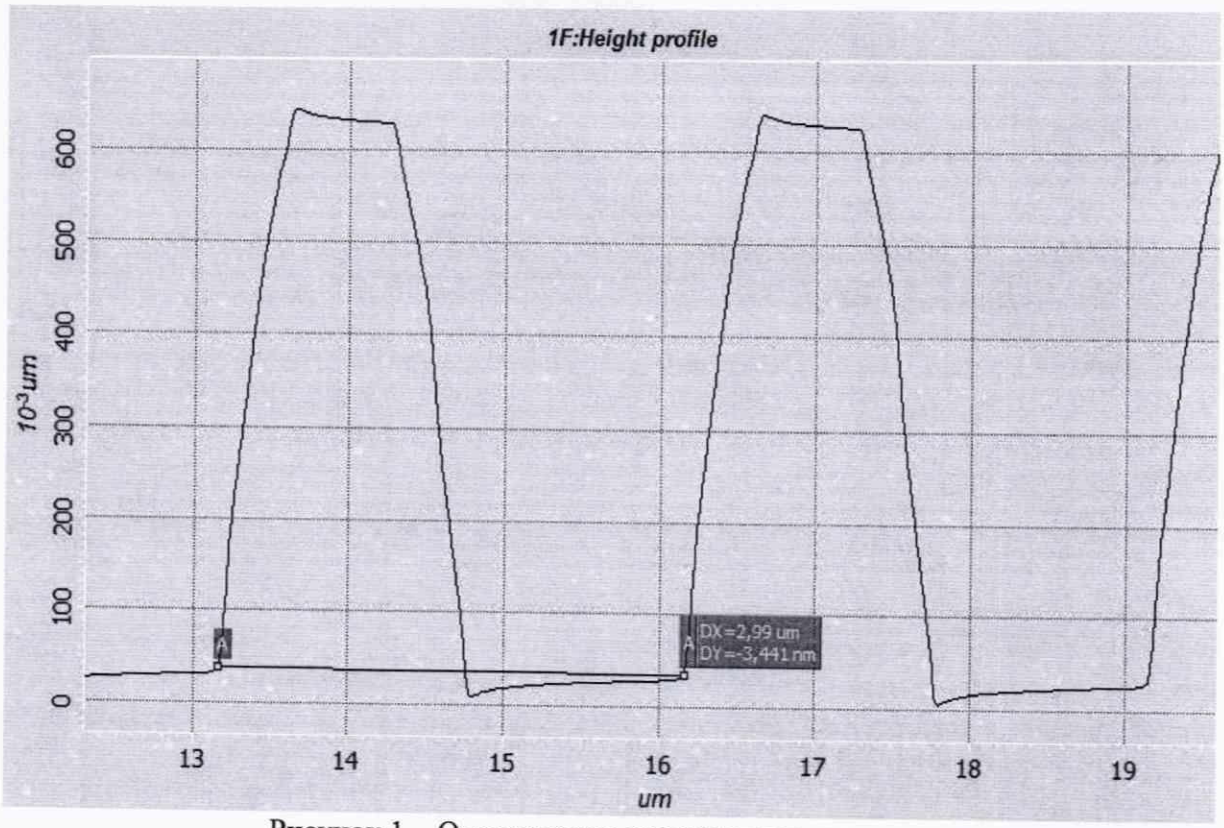


Рисунок 1 – Определение значения периода меры

10.1.4 Для каждого профиля рассчитать абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси сканирования X по формуле:

$$\Delta_{Xi} = X_э - X_{иi}, \quad (1)$$

где $X_э$ - значение периода меры, указанное в паспорте на меру, нм.

10.1.5 Повторить процедуру, указанную в пунктах 10.1.1 - 10.1.4, определив на профилях значения десяти периодов. Определить среднее значения периода для каждого профиля.

10.1.6 С максимальным разрешением по оси сканирования X произвести сканирование меры так, что бы перпендикулярно оси сканирования X уместилось не менее 30 периодов. Определить значения 30 периодов для 10 профилей. Определить среднее значения периода для каждого профиля. Согласно пункту 4.3.1.4 абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси сканирования X.

10.1.7 Повернуть меру на 90° и аналогичным образом (п. 10.1.1 – 10.1.5) произвести определение погрешности измерений линейных размеров по оси сканирования Y.

10.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям сканирования X и Y находятся в пределах ±(3+0,01×L), где L – измеряемое значение длины в нм.

Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z

10.2.1 Для определения погрешности измерений линейных размеров по оси сканирования Z необходимо на рабочий стол микроскопа установить меру TGZ1) таким образом, чтобы структуры меры располагались перпендикулярно оси сканирования X.

10.2.2 Произвести сканирование меры. Размер скана установить 32 мкм на 32 мкм. Разрешение по оси сканирования X установить - не менее 2000 точек, по оси сканирования Y - не менее 64 точек.

10.2.3 По полученному изображению скана вычесть наклон меры согласно РЭ. Выбрать на изображении скана 10 профилей и на каждом профиле определить значение высоты выступа $Z_{иi}$, нм. Определение высоты меры произвести путем определения рас-

стояния между двумя маркерами на верхней и нижней плоскостях ступени. При обработке профилей отступить от краев плоскостей 1/3 их длины, согласно рис. 2.

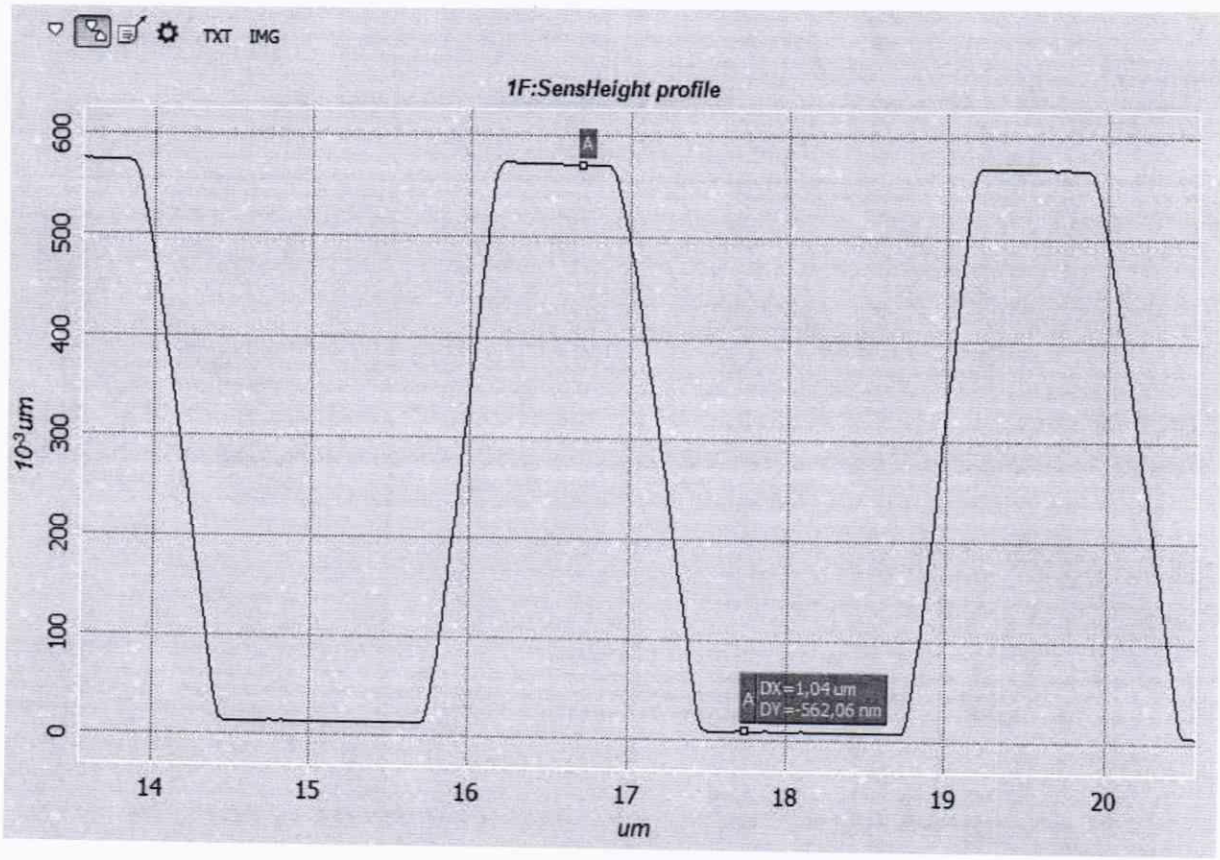


Рисунок 2 – Определение значения высоты выступа

10.2.4 Для каждого профиля рассчитать абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси сканирования Z по формуле:

$$\Delta_{Zi} = Z_э - Z_{ui}, \quad (2)$$

где $Z_э$ - значение высоты ступени меры, указанное в паспорте на меру, нм.

10.2.5 Повторить процедуру, указанную в пунктах 10.2.1 - 10.2.4 с использованием меры TGZ3.

10.2.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси сканирования Z находятся в пределах ±(4+0,05×L), где L – измеряемое значение длины в нм.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Микроскоп считается прошедшим поверку, если по пунктам 7-9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пункту 10 не выходят за указанные пределы погрешности.

11. 2 В случае подтверждения соответствия микроскопа метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и её признают пригодным к применению.

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

12. Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

12.2 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.

12.3 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
ФГУП «ВНИИМС» Е.А. Милованова

Начальник лаборатории 203/5
ФГУП «ВНИИМС» Д.А. Карабанов