



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко
31 июля 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений.
Профилометры оптические Nanometric IntoM

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-380-203-2025

МОСКВА, 2025

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на профилометры оптические Nanometric IntoM (далее – профилометры оптические) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1. Профилометры оптические Nanometric IntoM 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. Профилометры оптические до ввода в эксплуатацию, подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации, а также после ремонта – периодической поверке.

1.3 Поверка профилометров оптических в сокращенном объеме не предусмотрена.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки профилометров оптических, используемых в качестве средств измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений параметров шероховатости R_{max} , 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 от 06.11.2019 г. № 2657 и 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 29.12.2018 г. № 2840.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования к средствам измерений

Поверяемый параметр	Доверительные границы абсолютной погрешности	
	при применении в качестве средства измерений	при применении в качестве рабочего эталона
10.1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений параметра Ra , мкм	$\pm(0,01 + 0,05Ra)$, где Ra – измеренное значение параметра шероховатости, мкм	-
10.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY, мкм	$\pm(0,3+0,05L)$, где L – измеренное значение линейного размера в плоскости XY, мкм	-
10.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z, мкм	$\pm(0,05+0,05H)$, где H – измеренное значение линейного размера, мкм	-

1.5 Обеспечение прослеживаемости поверяемого профилометра оптического к Государственному первичному эталону ГЭТ 113-2014 осуществляется методом прямых измерений эталонных мер шероховатости в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений параметров

шероховатости R_{max} , 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 от 06.11.2019 г. № 2657 и к Государственному первичному эталону ГЭТ 2-2021 осуществляется методом прямых измерений меры штриховой 2-го разряда в соответствии 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 29.12.2018 г. № 2840.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений параметра шероховатости Ra	10.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	10.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z	10.3	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.4	да	да

2.2 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку профилометров оптических прекращают и признают не прошедшими поверку.

3. Требования к условиям проведения поверки

Поверка проводится в нормальных условиях применения профилометров оптических:

- температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ 20 ± 2
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80

Профилометры оптические выдерживают не менее 1 ч в помещении, где проводят поверку.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя, изучившие порядок работы с профилометром оптическим, а также знающие требования настоящей методики, и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений. Для проведения поверки профилометра оптического достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3– Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 10 до плюс 30°C, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,5°C; Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 80 %, пределы допускаемой относительной погрешности ±3 %	Термогигрометр ИВА-6Н, модификации ИВА-6НР, рег. № 13561-01
10.1 Определение абсолютной погрешности измерений параметра шероховатости Ra	Эталонные меры шероховатости поверхности 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости R _{max} , R _z 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 от 06.11.2019 г. № 2657	Меры шероховатости эталонные ПРО-10, Рег. № 66933-17
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY	Мера длины штриховая 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме 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	Объект-микрометр ОМ-О (Рег. № 28962-05)

	агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. Цена деления 5 мкм.	
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z	<p>Эталонные меры шероховатости поверхности 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости R_{max}, R_z в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и R_a в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 г. № 2657</p> <p>Набор мер длины концевых плоскопараллельных 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от 1×10^{-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.;</p>	<p>Мера шероховатости PEN-10-1 (Рег. № 52740-13), номинальное значение параметра шероховатости R_z 10 мкм;</p> <p>мера из набора мер шероховатости поверхности, зав. № 1 с номинальным значением высоты неровности 0,05 мкм, Рег. № 3.1.ZZM.0518.2025</p> <p>меры длины концевые плоскопараллельные из набора № 1 (Рег. № 9291-91), меры номиналом 1,7 мм и 1,2 мм.</p>

Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки профилометров оптических необходимо соблюдать требования раздела руководства по эксплуатации и других нормативных документов на средства измерений и средства поверки.

При подготовке к проведению поверки должны быть соблюдены требования безопасной работы с летучими жидкостями, к которым относятся этиловый спирт (ректификат) с этиловым эфиром, используемые для промывки мер, которые хранят в емкости с плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более однодневной нормы, требуемой для промывки.

7. Внешний осмотр

Осмотр внешнего вида профилометров оптических осуществляется визуально.

7.1 Проверку внешнего вида следует производить путем внешнего осмотра. При внешнем осмотре профилометра оптического установить соответствие следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида профилометра оптического описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соответствие требованиям описанию типа профилометра оптического в части комплектности и маркировки;
- целостность кабелей связи и электрического питания;
- отсутствие на наружных поверхностях профилометра оптического следов коррозии и механических повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства и ухудшающих его внешний вид.

7.2 Профилометр оптический считается поверенным в части внешнего осмотра, если выполнены все требования пункта 7.1.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют температуру окружающей среды и относительную влажность при помощи термогигрометра. Условия поверки должны соответствовать требованиям, приведённым в п. 3 настоящей методики поверки.

8.2 Поверяемый профилометр оптический и средства поверки следует подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Профилометр оптический настроить, привести в рабочее состояние и опробовать в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Профилометр оптический считается прошёдшим данный этап поверки, если установлено, что он функционирует в соответствии с эксплуатационной документацией.

9. Проверка программного обеспечения

Провести проверку программного обеспечения (ПО) по следующей методике:

- произвести запуск доступного ПО;
- проверить наименование программного обеспечения и его версию.

Результат проверки ПО считается положительным, если полученные на дисплее идентификационные данные ПО и номер версии соответствуют указанным в описании типа.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений параметра шероховатости Ra

Определение абсолютной погрешности измерений параметра шероховатости Ra производить при помощи эталонных мер шероховатости. При проведении измерений использовать объектив 10x.

10.1.2 Выбрать три меры ПРО-10 с номинальными значениями параметра Ra из диапазона измерений профилометра оптического. Установить поочередно каждую эталонную меру ПРО-10 на профилометр оптический и выбрать режимы измерения параметра шероховатости Ra (отсечку шага λ_c , скорость измерения, длину измерения L) в зависимости от номинального значения параметра Ra.

10.1.3 Провести измерения параметра Ra каждой меры на 5 равномерно расположенных длинах измерений в пределах рабочего участка эталонной меры, используя объектив 10x.

Среднее значение параметра шероховатости Ra для каждой меры определить по формуле:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m Ra_{np}^i}{n}, \text{ мкм} \quad (1)$$

где n- количество измерений на каждой мере;

Ra_{np}^i – измеренное i-тое значение параметра шероховатости Ra меры, мкм.

10.1.4 Абсолютную погрешность измерений параметра шероховатости Ra в мкм каждой меры определить по формуле:

$$\Delta Ra = Ra_{cp} - Ra_{dc}, \quad (2)$$

где Ra_{dc} - действительное значение параметра шероховатости Ra соответствующей эталонной мере, указанное в протоколе поверки на меру, мкм.

10.1.5 Профилометр оптический считается прошедшим поверку в части определения абсолютной погрешности измерений параметра Ra, если значения абсолютной погрешности измерений параметра шероховатости Ra для каждой меры находятся в пределах $\pm(0,01 + 0,05Ra)$, где Ra – среднее значение параметра шероховатости Ra в мкм.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY

Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY осуществляется методом прямых измерений с использованием меры длины штриховой 2-го разряда (объект-микрометр). При проведении измерений использовать объектив 10x.

10.2.1 Установить объект-микрометр на предметный столик профилометра оптического.

10.2.2 Последовательно провести измерения номинальных размеров объект-микрометра вдоль осей X и Y. Использовать объектив 10x для проведения измерений следующих номинальных размеров расстояний между штрихами объект-микрометра 5 мкм, 500 мкм, 1000 мкм.

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

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

где L_{dc} - действительное значение длины интервала меры, указанное в протоколе поверки на неё, мкм;

$L_{изм}$ - измеренное значение длины интервала меры, мкм.

10.2.4 Профилометр оптический считается прошедшим данный этап поверки, если значения абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости XY находятся в пределах $\pm(0,3+0,05L)$, где L - измеренное значение линейного размера в плоскости XY, мкм.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z провести в трех точках диапазона измерений методом прямых измерений 2-х мер шероховатости с неровностью высотой 0,05 мкм и 10 мкм и ступеньки высотой 500 мкм, составленной с помощью мер длины концевых плоскопараллельных 2-го разряда 1,7 мм и 1,2 мм из набора № 1 (Рег.№ 9291-91). При проведении измерений использовать объектив 10x.

10.3.2 Установить на предметный столик профилометра оптического последовательно меры шероховатости с неровностями высотой 0,05 мкм и 10 мкм, затем ступеньку из притертых к стеклянной подложке концевых мер длины размером 1,7 мм и 1,2 мм. Измерить не менее 5 сечений неровности мер и ступеньку.

10.3.3 Определить среднее значение измеренной высоты меры $H_{ср}$:

$$H_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (4)$$

где H_i - результат измерения высоты i -го сечения неровности меры (ступеньки), мкм; n - количество измеренных высот сечений неровности меры (ступеньки).

10.3.4 Определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси Z по формуле:

$$\Delta H = H_{дс} - H_{ср} \quad (5)$$

где $H_{дс}$ - действительное значение высоты неровности меры, указанное в протоколе поверки на неё, мкм.

10.3.5 Профилометр оптический считается прошедшим данный этап поверки, если значения погрешности измерений линейных размеров по оси Z находятся в пределах $\pm(0,05+0,05H)$ мкм, где H - измеренное значение линейного размера по оси Z , мкм.

10.4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Профилометр оптический считается прошедшим поверку, если по пунктам 7-9 его характеристики соответствуют установленным требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10.1- 10.3 находятся в пределах допустимых значений. В случае подтверждения соответствия метрологических требований на профилометр оптический, результаты поверки считаются положительными, и профилометр оптический признают пригодным к применению.

В случае, если соответствие метрологическим требованиям на профилометр оптический не подтверждено, результаты поверки считаются отрицательными и профилометр оптический признают непригодным к применению.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по каждой операции, указанной в таблице 2.

11.2. При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается по заявлению владельца выдача свидетельства о поверке на бумажном носителе.

11.3. При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности.

Начальник отдела 203
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

М.Л. Бабаджанова

Зам. начальника отдела 203
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Д.А. Карабанов

Ведущий инженер отдела 203
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Н.А. Табачникова