

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д.И. Менделеева»  
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

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



Е.П. Собина

« 30 » марта 2026 г.

**«ГСИ. Толщиномер покрытий PANTERus.  
Методика поверки»**

**МП 133-261-2025**

г. Екатеринбург  
2026 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### 1 РАЗРАБОТАНА:

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

### 2 ИСПОЛНИТЕЛИ

И.о. зав. лабораторией 261

И.С. Цай

Старший инженер лаб. 261

П.А. Дмитриев

3 СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2026 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на Толщиномер покрытий PANTERus (далее – толщиномер), предназначенный для бесконтактных измерений поверхностной плотности покрытий рентгеновским методом по всей ширине полосы, и устанавливает процедуру первичной и периодической поверок.

1.2 Поверка толщиномера должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.3 Поверка толщиномера в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов покрытий от рабочих эталонов методом прямых измерений в соответствии с документом «Государственная поверочная схема для средств измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях», утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2089 от 28 сентября 2018 года, что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 168-2015 «Государственный первичный эталон единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях».

1.4 Настоящая МП применяется для поверки толщиномера, используемого в качестве рабочего средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей МП использованы ссылки на документы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень документов

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.09.2018 г. № 2089	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений поверхностной плотности и массовой доли элементов в покрытиях

Примечание – 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 средств измерений

3.1 При проведении поверки должны выполняться операции согласно таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3.2 Если при выполнении той или иной операции выявлено несоответствие установленным требованиям, поверку приостанавливают, выясняют и устраняют причины несоответствия, после этого повторяют операцию поверки, по которой выявлено несоответствие. В случае повторного выявления несоответствия установленным требованиям поверку прекращают, выдают извещение о непригодности.

### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;

### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке, работающих в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений в соответствующей области, и ознакомившиеся с руководством по эксплуатации (далее – РЭ) на толщиномер, средства поверки и настоящей МП.

## 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений должны быть поверены.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры и влажности окружающей среды, диапазон измерений температуры от 0 °С до плюс 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,7$ °С; влажности от 0 % до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2$ %	Термогигрометр автономный ИВА-6 модификации ИВА-6Н-Д, рег. № 82393-21
п. 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единиц поверхностной плотности и массовой доли элементов покрытий по Приказу Росстандарта № 2089 от 28 сентября 2018 года с диапазоном измерений от 30 до 300 г/м <sup>2</sup> , пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5$ %	Комплект №Z-01 ГСО 9274-2008 (стандартные образцы поверхностной плотности цинковой пленки на стали, комплект Zn/Fe), диапазон значений поверхностной плотности цинкового покрытия на стали от 30,0 до 300 г/м <sup>2</sup> , границы относительной погрешности аттестованного значения CO $\pm 5$ %, при P=0,95

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

## 7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности предприятия, на территории которого проводится поверка, требования ГОСТ 12.2.003, а также требования по безопасности согласно РЭ на толщиномер и средства поверки.

## 8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре подтверждают:

- соответствие внешнего вида сведениям, приведенным в описании типа;
- наличие знака радиационной опасности и наличие маркировки таблички (наименование, заводской номер);
- отсутствие видимых повреждений толщиномера и его составных частей, отсутствие следов коррозии на металлических частях, целостность соединительных кабелей и электропроводки.

8.2 Комплектность толщиномера должна соответствовать таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность толщиномера

Наименование	Обозначение	Кол-во
Толщиномер покрытий	PANTERus	1 шт.
Рамка для образцов	-	1 шт.
Толщиномер покрытий PANTERus. Руководство по эксплуатации	295405.01.00.000 РЭ	1 экз.
Толщиномер покрытий PANTERus. Инструкция оператора	295405.80.00.000 И1	1 экз.

## 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра автономного ИВА-6. Условия поверки должны соответствовать требованиям п. 4.1 настоящей МП.

9.2 Провести визуальный контроль срабатывания лампы предупреждения о радиационной опасности, не приближаясь к толщиномеру. При включении оператором режима измерений должны сработать сигнальные лампы, установленные на станине: зеленая потухнуть, красная загореться.

9.3 Опробование провести на двух образцах из комплекта №Z-01 ГСО 9274-2008 (стандартные образцы поверхностной плотности цинковой пленки на стали, комплект Zn/Fe). В окне ПО должны отобразиться результаты измерений, соответствующие значениям поверхностной плотности покрытия выбранных образцов.

## 10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) толщиномера. Данные на экране ПО должны соответствовать данным, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	PANTERUS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.X*
Цифровой идентификатор ПО	—

\* X не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 1 до 99

## 11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Проверка диапазона и относительной погрешности измерений поверхностной плотности покрытий проводят с помощью комплекта №Z-01 стандартных образцов (далее – СО) поверхностной плотности цинковой пленки на стали ГСО 9274-2008. Определение погрешности проводят не менее чем в трех точках, близких к нижнему значению, середине и верхнему значению диапазона измерений.

11.2 Переводят толщиномер в режим измерений внешних эталонов согласно эксплуатационной документации. Для установки СО используют рамку для образцов, позволяющую установить образцы на уровень проката. Проверку диапазона измерений и погрешности измерений поверхностной плотности покрытий проводят последовательно на обеих измерительных головках толщиномера.

Образец из комплекта укладывают в рамку и проводят одновременно по 5 измерений поверхностной плотности каждого образца в заявленном диапазоне измерений.

11.3 Вычисляют среднее арифметическое значение  $\bar{x}_j$ , г/м<sup>2</sup>, СКО  $S_j$ , г/м<sup>2</sup> полученного ряда значений поверхностной плотности по формулам:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ji}, \quad (1)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $n$  – число измерений;

$x_{ij}$  –  $i$ -й результат измерений цинкового покрытия в  $j$ -й точке диапазона, мм;

$i$  - номер измерения ( $i = 1 \dots 3$ );

$j$  - номер проверяемой точки в диапазоне измерений толщиномера соответствующий  $j$ -й точке СО.

11.4 Доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений поверхностной плотности вычисляют по формуле

$$\varepsilon_j = t \cdot S_j, \quad (3)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, зависит от доверительной вероятности  $P$  и числа результатов измерений  $n$  (для  $P = 0,95$  и  $n = 5$   $t = 2,78$ ).

Значение систематической составляющей погрешности измерений поверхностной плотности вычисляют по формуле

$$\Theta_j = \left| \bar{x}_j - h_{0j} \right| + \left| \Delta_{0j} \right|, \quad (4)$$

где  $h_{0j}$  - аттестованное значение поверхностной плотности покрытия СО,  $г/м^2$ ;

$\Delta_{0j}$  - погрешность аттестованного значения СО,  $г/м^2$ .

11.5 Значения относительной погрешности измерений поверхностной плотности ( $\delta_j$ , %) вычисляют по формуле

$$\delta_j = \frac{K_j \cdot S_{\Sigma j}}{h_{0j}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $K_j$  - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и систематической составляющих погрешности.

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

$$S_{\Sigma j} = \sqrt{S_{\Theta j}^2 + S_j^2}, \quad (6)$$

где  $S_{\Theta j}$  - среднее квадратическое отклонение систематической погрешности,  $г/м^2$ , которое вычисляют по формуле

$$S_{\Theta j} = \frac{\Theta_j}{\sqrt{3}}. \quad (7)$$

Коэффициент  $K_j$  вычисляют по формуле

$$K_j = \frac{\varepsilon_j + \Theta_{\Sigma j}}{S_j + S_{\Theta j}}. \quad (8)$$

11.6 Относительная погрешность измерений поверхностной плотности покрытий должна находиться в пределах  $\pm 10$  %.

11.7 Проверку диапазона измерений и проверку дискретности проводят одновременно с оценкой погрешности. Диапазон измерений соответствует заявленному значению, если погрешность измерений поверхностной плотности покрытий находится в пределах допустимых значений. Дискретность измерений соответствует заявленному значению, если при отображении результатов измерений поверхностной плотности покрытий наименьшее значение, на которое изменяется показание, соответствует  $0,1$   $г/м^2$ .

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки толщиномер признают пригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки толщиномер признают непригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средств измерений.

12.4 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

Разработчики:

И.о. зав. лабораторией 261

Старший инженер лаб. 261



И.С. Цай



П.А. Дмитриев

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
Метрологические характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений поверхностной плотности покрытий*, г/м <sup>2</sup>	от 30 до 300
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поверхностной плотности покрытий, %	±10
Дискретность отсчета поверхностной плотности покрытий, г/м <sup>2</sup>	0,1
* Для каждой из двух измерительных головок	