



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

С.А. Денисенко

расшифровка подписи

подпись

М.п.



«14» ноября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплект мер толщины

Методика поверки

РТ-МП-1652-203-2025

г. Москва

2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки комплекта мер толщины (далее по тексту – комплекта), производства АО «Гиредмет», г. Москва, предназначенного для воспроизведения значений толщины пластин из полупроводниковых материалов и используемого в качестве средства измерений или в качестве рабочего эталона, осуществляющего передачу единицы длины приборам для измерений толщины в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений толщины полупроводниковых материалов, структура которой приведена в приложении А к настоящей методике поверки, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Комплект мер толщины не относится к многоканальным измерительным системам, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоит из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава комплектов для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена. Возможна поверка отдельных мер из состава комплекта.

1.2 Комплект до ввода в эксплуатацию подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта, – периодической поверке.

1.3 Периодической поверке подвергается комплект, находящийся в эксплуатации, через интервалы между поверками, а также комплект, повторно вводимый в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками).

1.4 При поверке должна быть обеспечена прослеживаемость комплекта к Государственному первичному эталону единицы длины - метра (ГЭТ 2-2021) в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений толщины полупроводниковых материалов. Реализация методики поверки обеспечена путем передачи единицы длины методом прямых измерений.

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

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения толщин, мкм	
– Мера InSb 2' d=575, № 1110 #10	575
– Мера GaSb 3' d=680, № 17 #9	680
– Мера InSb 3' d=750, № 108 #1	750
– Мера InSb 3' d=1280, № 108 #31	1280
– Мера InAs 3' d=2060, № Г-132 #10	2060
– Мера InAs 3' d=2360, № Г-132 #1	2360
Допускаемое отклонение от номинального значения толщины, мкм	±25
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения толщины, мкм	±(0,25+0,0025·L)
Стандартное отклонение среднего арифметического значения толщины, мкм	±(0,1+0,0001·L)
Разнотолщинность TTV, мкм, не более	4
Примечание: L – измеренное значение толщины, мкм	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки комплектов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверки	Периодической поверки	
Внешний осмотр и проверка маркировки	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение действительных значений толщины мер, определение отклонения действительного значения толщины от номинального, определение погрешности воспроизведения значений толщины, определение стандартного отклонения среднего арифметического значения толщины, определение разнотолщинности мер	да	да	9.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9.2
Оформление результатов поверки	да	да	10

2.2 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций поверки, поверку комплекта прекращают и комплект признают непригодным к применению.

3 Требования к условиям проведения поверки

Поверку следует проводить в нормальных условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ±5;
- относительная влажность воздуха, %, не более 75.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 проведению поверки допускаются лица:

- допущенные к работе в качестве поверителей;
- знающие требования настоящей методики;
- ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на средства поверки.

4.2 Поверку могут выполнять поверители, работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.3 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 - Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 10 до плюс 30°C, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$; Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 40 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3\%$	Прибор комбинированный Testo 608-H1 (рег. № 53505-13)
п. 9.1 Определение действительных значений толщины мер, определение отклонения действительного значения толщины от номинального, определение погрешности воспроизведения значений толщины, определение стандартного отклонения среднего арифметического значения толщины, определение разнотолщинности мер	Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 г, диапазон измерений линейных размеров от 550 до 2400 мкм	Приборы универсальные для измерений длины DMS 1000, (рег. № 36001-07)

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

При проведении поверки комплекта необходимо соблюдать:

– указания по технике безопасности, указанные в соответствующих эксплуатационных документах на комплект и средства измерений, оборудование, применяемые при поверке комплектов;

– указания по технике безопасности, действующие на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр и проверка маркировки

7.1 Внешний осмотр и проверка маркировки комплекта проводится визуально сличением с паспортом.

7.2 Проводится проверка соответствия комплекта следующим требованиям:

– соответствие внешнего вида комплекта описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- наличие маркировки;
- отсутствие грубых механических повреждений и коррозии, влияющих на эксплуатационные свойства комплекта;
- отсутствие загрязнений.

7.3 Комплект считается прошедшим поверку в части внешнего осмотра и проверки маркировки, соответствует требованиям, указанным в п. 7.2 настоящей методики.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

8.2 Если комплект и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличных от указанных в п.3, то их необходимо выдержать при этих условиях не менее 2 часов в помещении, где проходит поверка.

8.3 Поверяемый комплект и средства поверки подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.4 Комплект считается прошедшим поверку в части подготовки к поверке, если условия поверки соответствуют требованиям п. 3 настоящей методики, проведены все процедуры, предусмотренные пп. 8.1-8.3 данной методики.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 **Определение действительных значений толщины мер, определение отклонения действительного значения толщины от номинального, определение погрешности воспроизведения значений толщины, определение стандартного отклонения среднего арифметического значения толщины, определение разнотолщинности мер**

Примечание: При проведении измерений необходимо работать в перчатках и соблюдать осторожность, хрупкий материал

9.1.1 Действительные значения толщины мер определяют на приборе универсальном для измерений длины DMS 1000, установив минимальное измерительное усилие.

9.1.2 Для каждой меры провести измерения в пяти точках, равномерно распределённых в центральной части меры на площадке диаметром 30мм.

9.1.3 Занести результаты измерений в протокол, повторить измерения для всех мер, входящих в набор.

9.1.4 Определить действительное значение толщины, вычислив среднее значение толщины меры x_{cp} , мм по формуле:

$$x_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i – результат i -го измерения, мкм;
 n – число измерений.

9.1.5 Вычислить отклонение действительных значений толщины от номинальных по формуле:

$$\Delta = x_{cp} - x_n, \quad (2)$$

где x_n – номинальное значение толщины меры, мм.

9.1.6 Вычислить среднеквадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического значения по формуле (3):

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

9.1.7 Вычислить доверительные границы случайной погрешности результата измерений по формуле (4):

$$\varepsilon = t \cdot S, \quad (4)$$

где t – коэффициент Стьюдента ($t = 2,77$ для доверительной вероятности 0,95 и числа измерений, равного 5).

9.1.8 Вычислить разнотолщинность (ТТV) меры по формуле:

$$r = x_{imax} - x_{imin}, \quad (5)$$

где x_{imax} – наибольшее измеренное значение толщины меры, мкм;
 x_{imin} – наименьшее измеренное значение толщины меры, мкм

9.1.9 Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) по формуле (6):

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где θ_{Σ} – сумма НСП применяемых средств измерений. За НСП принимается абсолютная погрешность используемых средств поверки.

9.1.10 Вычислить суммарное СКО по формуле (7):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}. \quad (7)$$

9.1.11 Вычислить коэффициент К по формуле (8):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\theta}}. \quad (8)$$

9.1.12 Вычислить доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения при доверительной вероятности 0,95 по формуле (9):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}. \quad (9)$$

9.1.13 Провести операции по пунктам 9.1.2 – 9.1.12 для всех мер, входящих в комплект.

9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.2.1 Комплект считается прошедшим поверку, если по пп. 7 - 8, соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по п. 9.1 находятся в пределах допустимых значений, приведенных в таблице 1.

9.2.2 В случае подтверждения соответствия комплекта метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и комплект признают пригодным к применению.

9.2.3 В случае, если соответствие комплекта метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и комплект признают непригодным к применению.

10 Оформление результатов поверки

10.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки. Протокол поверки оформляется в произвольной форме. Протокол поверки должен содержать результаты по выполненным в соответствии с таблицей 2 операциям поверки. Протокол поверки оформляется в виде приложения к свидетельству о поверке или в виде самостоятельного документа.

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

10.3 При положительных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца комплектов или лица, представившего их 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.

10.4 При отрицательных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца комплектов или лица, представившего их на поверку, выдается извещение о непригодности на бумажном носителе.

Начальник отдела 203
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



М.Л. Бабаджанова

Начальник лаборатории 203_3
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Т.А. Корюшкина

Локальная поверочная схема
для средств измерений толщины в диапазоне значений от 575 до 2360 мкм.

