

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
8.628—  
2007

---

Государственная система обеспечения единства  
измерений

**МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО  
ДИАПАЗОНА ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО  
КРЕМНИЯ**

**Требования к геометрическим формам, линейным  
размерам и выбору материала для изготовления**

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2011

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума», Федеральным государственным учреждением «Российский научный центр «Курчатовский институт», Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 441 «Наукоемкие технологии» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 мая 2007 г. № 96-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ИЗДАНИЕ (декабрь 2010 г.) с Изменением № 1, утвержденным в ноябре 2010 г. (ИУС 2—2011)

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2007  
© СТАНДАРТИНФОРМ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . .	1
2 Нормативные ссылки . . . . .	1
3 Термины и определения . . . . .	2
4 Геометрические формы и линейные размеры элементов рельефа . . . . .	2
5 Требования к материалу для изготовления рельефной меры . . . . .	3
Приложение А (справочное) Технологический процесс изготовления рельефной меры с использованием анизотропного травления . . . . .	4
Библиография . . . . .	5

## Введение

Для проведения линейных измерений в диапазоне от  $10^{-9}$  до  $10^{-6}$  м используют растровые электронные или сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные микроскопы (далее — микроскопы). Для их поверки и калибровки применяют материальные носители единицы длины (далее — меры), размеры элементов которых определяют, используя стабилизированное по частоте лазерное излучение. Длину волны лазерного излучения поверяют с помощью эталона длины.

На практике в качестве мер применяют рельефные меры нанометрового диапазона (далее — рельефные меры), представляющие собой пластину из монокристаллического кремния, на поверхности которой сформированы элементы рельефа определенной геометрической формы с размерами основных элементов не более  $10^{-6}$  м.

В основе технологического процесса создания рельефных мер лежит использование анизотропного травления монокристаллического кремния: скорость травления в направлении одной из кристаллографических плоскостей в кристаллической структуре кремния в несколько тысяч раз превышает скорость травления в направлении другой кристаллографической плоскости. Угол между кристаллографическими плоскостями определен кристаллической структурой кремния. В результате формируются пространственные геометрические фигуры с известным углом наклона между боковыми стенками и основаниями. Ориентацию рабочей поверхности пластины, на которой формируются элементы рельефа, определяют рентгеновским дифракционным методом по методике, установленной в ГОСТ 19658—81 «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а также к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Рельефные меры могут быть изготовлены с трапециевидальным профилем элементов рельефа. Методика их поверки установлена в ГОСТ Р 8.629—2007, а применение для целей поверки микроскопов установлено:

- для растровых электронных микроскопов — в ГОСТ Р 8.631—2007;
- для сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов — в ГОСТ Р 8.630—2007.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

## НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## Государственная система обеспечения единства измерений

## МЕРЫ РЕЛЬЕФНЫЕ НАНОМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

## Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

State system for ensuring the uniformity of measurements. Single-crystal silicon nanometer range relief measures.  
Requirements for geometrical shapes, linear sizes and manufacturing material selection

Дата введения — 2008—02—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а также к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния (далее — рельефные меры) для диапазона линейных измерений от  $10^{-9}$  до  $10^{-6}$  м.

Настоящий стандарт распространяется на рельефные меры, предназначенные для проведения всех видов поверок растровых электронных микроскопов по ГОСТ Р 8.631 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630 при проведении государственного метрологического контроля (надзора), а также на рельефные меры, используемые при калибровке указанных типов микроскопов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.629—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецидальным профилем элементов. Методика поверки

ГОСТ Р 8.630—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика поверки

ГОСТ Р 8.631—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Микроскопы электронные растровые. Методика поверки

ГОСТ 19658—81 Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия

**П р и м е ч а н и е** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по РМГ 29 [1], а также следующие термины с соответствующими определениями.

**3.1 рельеф поверхности (твердого тела):** Поверхность твердого тела, отклонения которой от идеальной плоскости обусловлены естественными причинами или специальной обработкой.

**3.2 элемент рельефа (поверхности):** Пространственно локализованная часть рельефа поверхности.

**3.3 одиночный элемент рельефа (поверхности):** Элемент рельефа, место расположения которого на поверхности исключает влияние других элементов на результаты измерения параметров данного элемента.

**3.4 элемент рельефа в форме выступа (выступ):** Элемент рельефа, расположенный выше прилегающих к нему областей.

**3.5 элемент рельефа в форме канавки (канавка):** Элемент рельефа, расположенный между двумя выступами.

**3.6 элемент рельефа в форме ступеньки (ступенька):** Элемент рельефа, образованный двумя параллельными полуплоскостями и плоской стенкой, соединяющей параллельные границы этих полуплоскостей.

**3.7 элемент рельефа в форме линии (линия):** Элемент рельефа, линейная длина которого в направлении, перпендикулярном к плоскости минимального по площади сечения, значительно превышает остальные линейные размеры.

*Примечание* — Линия может представлять собой как выступ, так и канавку.

**3.8 геометрическая форма элемента рельефа:** Геометрическая фигура, наиболее адекватно аппроксимирующая форму минимального по площади сечения элемента рельефа.

*Пример* — Трапециевидный выступ, представляющий собой элемент рельефа поверхности, геометрическая форма минимального по площади сечения которого наиболее адекватно аппроксимируется трапецией.

**3.9 мера (физической) величины:** Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в узаконенных единицах и известны с необходимой точностью [1].

**3.10 рельефная мера:** Средство измерений длины, представляющее собой твердый объект, линейные размеры элементов рельефа которого установлены с необходимой точностью.

*Примечание* — Рельфная мера может быть изготовлена с помощью средств микро- и нанотехнологии или представлять собой специально обработанный объект естественного происхождения.

**3.11 рельефная мера нанометрового диапазона:** Мера, содержащая элементы рельефа, линейный размер хотя бы одного из которых менее  $10^{-6}$  м.

**3.12 шаговая структура (рельефа поверхности):** Совокупность повторяющихся в определенном направлении элементов рельефа одинаковой геометрической формы.

*Примечание* — Обычно число повторяющихся элементов в шаговых структурах более 5.

**3.13 ширина элемента рельефа поверхности:** Величина отрезка, характеризующая длину верхнего (нижнего) основания геометрического профиля элемента рельефа поверхности.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 4 Геометрические формы и линейные размеры элементов рельефа

**4.1** На рабочей поверхности пластины область, занятая рельефной мерой, представляет собой квадрат со стороной не более 10 мм.

**4.2** Рельеф поверхности рельефной меры представляет собой совокупность одиночных элементов рельефа (выступов, линий, ступенек) и одной или нескольких шаговых структур, вспомогательных линий и маркерных знаков. Площадь поверхности, занимаемая указанной совокупностью элементов рельефа, — не более  $1 \text{ мм}^2$ .

Схематические изображения наиболее часто используемых элементов рельефа поверхности рельефной меры приведены на рисунке 1.

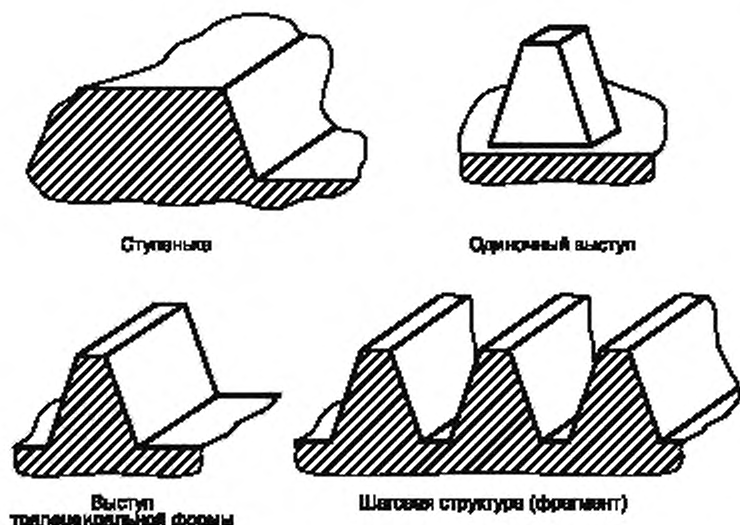


Рисунок 1 — Типовые элементы рельефа рельефной меры

4.3 Конкретную геометрическую форму элементов рельефа рельефной меры выбирают в соответствии с методиками поверки растровых электронных микроскопов по ГОСТ Р 8.631 и зондовых сканирующих атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630.

4.4 Линейные размеры элементов рельефа выбирают из следующих диапазонов значений для:

- ширины линий (верхние основания выступов) — от  $5 \cdot 10^{-9}$  до  $8 \cdot 10^{-7}$  м;
- высоты элементов рельефа — от  $1 \cdot 10^{-7}$  до  $8 \cdot 10^{-7}$  м;
- шага периодически повторяющихся структур — от  $1 \cdot 10^{-6}$  до  $3 \cdot 10^{-6}$  м.

4.3, 4.4 (Измененная редакция, Изм. № 1).

## 5 Требования к материалу для изготовления рельефной меры

5.1 Рельефную меру изготавливают из пластин монокристаллического кремния марок ЭКЭФ и ЭКДБ с удельным электрическим сопротивлением не менее  $1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  по ГОСТ 19658.

5.2 Рабочая поверхность пластины, на которой формируют элементы рельефа, должна быть параллельна кристаллографической плоскости с индексами Миллера (100). Ориентацию кристаллографической плоскости определяют по ГОСТ 19658. Допускаемое отклонение от параллельности рабочей поверхности и кристаллографической плоскости (100) не должно превышать  $1^\circ$ .

5.3 Для формирования элементов рельефа на поверхности используют метод жидкостного анизотропного травления раствором щелочи. Геометрическую структуру технологической защиты, концентрацию раствора щелочи и продолжительность процесса травления определяют, исходя из размеров элементов рельефа, установленных в требованиях к средствам поверки растровых электронных микроскопов по ГОСТ Р 8.631 и сканирующих зондовых атомно-силовых микроскопов по ГОСТ Р 8.630.

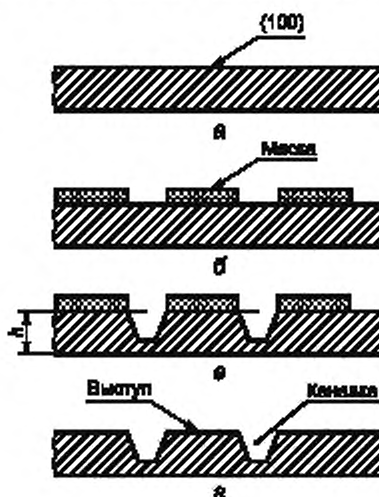
Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры приведены в приложении А.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

Приложение А  
(справочное)

Технологический процесс изготовления рельефной меры с использованием  
анизотропного травления

Основные этапы технологического процесса изготовления рельефной меры приведены на рисунке А.1.



а — исходная пластина монокристаллического кремния с ориентацией поверхности {100}, б — пластина с нанесенной технологической защитой (маской); в — пластина после анизотропного травления, h — глубина травления; г — пластина после удаления технологической защиты с элементами рельефа

Рисунок А.1

П р и м е ч а н и е — Поверхности пластин представляют собой кремневую структуру, покрытую диоксидом кремния, образовавшегося в процессе взаимодействия кремния с окружающей средой.



### Библиография

- [1] РМГ 29—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

Ключевые слова: длина, рельефные меры нанометрового диапазона, монокристаллический кремний, размеры, формы, материал, растровые электронные микроскопы, зондовые сканирующие атомно-силовые микроскопы

Редактор *М.И. Максимова*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *Т.И. Кононенко*  
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 31.01.2011. Подписано в печать 10.02.2011. Формат 60 × 84  $\frac{1}{8}$ . Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,70. Тираж 81 экз. Зак. 92.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.

Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

Изменение № 1 ГОСТ Р 8.628—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.11.2010 № 467-ст

Дата введения 2011—04—01

Предисловие. Сведения о стандарте. Пункт 1 дополнить словами: «Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт», Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;

последний абзац. После слов «на официальном сайте» исключить слово: «национального».

Введение. Исключить слова: «измерительные», «измерительных» (2 раза);

третий абзац дополнить наименованием ГОСТ 19658—81: «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Раздел 1. Второй абзац. Исключить слово: «измерительных» (2 раза).

Раздел 2. В наименованиях ГОСТ Р 8.630—2007 и ГОСТ Р 8.631—2007 исключить слово: «измерительные».

Пункт 3.1. Термин изложить в новой редакции: **«рельеф поверхности (твердого тела)»**.

Пункт 3.2. Термин изложить в новой редакции: **«элемент рельефа (поверхности)»**.

Пункт 3.3. Термин изложить в новой редакции: **«одиночный элемент рельефа (поверхности)»**.

Пункт 3.9. Термин изложить в новой редакции: **«мера (физической) величины»**.

Пункт 3.12. Термин изложить в новой редакции: **«шаговая структура (рельефа поверхности)»**.

Пункты 4.3, 5.3. Исключить слово: «измерительных» (4 раза).

Пункт 4.4. Заменить слова: «верхнее основание» на «верхние основания», «от  $3 \cdot 10^{-8}$  до  $5 \cdot 10^{-7}$  м» на «от  $5 \cdot 10^{-9}$  до  $8 \cdot 10^{-7}$  м».

Библиографические данные. Ключевые слова. Исключить слово: «измерительные» (2 раза).

(ИУС № 2 2011 г.)

Изменение № 1 ГОСТ Р 8.628—2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.11.2010 № 467-ст

Дата введения 2011—04—01

Предисловие. Сведения о стандарте. Пункт 1 дополнить словами: «Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт», Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;

последний абзац. После слов «на официальном сайте» исключить слово: «национального».

Введение. Исключить слова: «измерительные», «измерительных» (2 раза);

третий абзац дополнить наименованием ГОСТ 19658—81: «Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия».

Раздел 1. Второй абзац. Исключить слово: «измерительных» (2 раза).

Раздел 2. В наименованиях ГОСТ Р 8.630—2007 и ГОСТ Р 8.631—2007 исключить слово: «измерительные».

Пункт 3.1. Термин изложить в новой редакции: **«рельеф поверхности (твердого тела)»**.

Пункт 3.2. Термин изложить в новой редакции: **«элемент рельефа (поверхности)»**.

Пункт 3.3. Термин изложить в новой редакции: **«одиночный элемент рельефа (поверхности)»**.

Пункт 3.9. Термин изложить в новой редакции: **«мера (физической) величины»**.

Пункт 3.12. Термин изложить в новой редакции: **«шаговая структура (рельефа поверхности)»**.

Пункты 4.3, 5.3. Исключить слово: «измерительных» (4 раза).

Пункт 4.4. Заменить слова: «верхнее основание» на «верхние основания», «от  $3 \cdot 10^{-8}$  до  $5 \cdot 10^{-7}$  м» на «от  $5 \cdot 10^{-9}$  до  $8 \cdot 10^{-7}$  м».

Библиографические данные. Ключевые слова. Исключить слово: «измерительные» (2 раза).

(ИУС № 2 2011 г.)