

**Государственная система обеспечения единства  
измерений**

**ВАТТМЕТРЫ СВЧ МАЛОЙ МОЩНОСТИ  
ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,02—178,6 ГГц**

**Методика поверки и калибровки**

Издание официальное

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ГП ВНИИФТРИ)»

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 июня 2000 г. № 17)

За принятие проголосовали:

| Наименование государства   | Наименование национального органа по стандартизации |
|----------------------------|---|
| Азербайджанская Республика | Азгосстандарт                                       |
| Республика Армения         | Армгосстандарт                                      |
| Республика Беларусь        | Госстандарт Республики Беларусь                     |
| Грузия                     | Грузстандарт  |
| Республика Казахстан       | Госстандарт Республики Казахстан                    |
| Кыргызская Республика      | Кыргызстандарт                                      |
| Республика Молдова         | Молдовастандарт                                     |
| Российская Федерация       | Госстандарт России                                  |
| Республика Таджикистан     | Таджикгосстандарт                                   |
| Туркменистан               | Главгосинспекция «Туркменстандартлары»              |
| Республика Узбекистан      | Узгосстандарт                                       |
| Украина                    | Госстандарт Украины                                 |

3 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 2 апреля 2001 г. № 155-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 8.569—2000 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 2002 г.

4 ВЗАМЕН ГОСТ 8.392—80 в части поверки измерителей поглощаемой мощности

## Содержание

|   |   |
|---|---|
| 1 Назначение и область применения .....                                 | 1 |
| 2 Нормативные ссылки .....  | 1 |
| 3 Операции поверки.....   | 1 |
| 4 Средства поверки .....  | 1 |
| 5 Условия поверки и подготовка к ней.....                               | 2 |
| 6 Проведение поверки .....  | 3 |
| 6.1 Внешний осмотр.....   | 3 |
| 6.2 Опробование .....   | 3 |
| 6.3 Определение КСВН.....   | 3 |
| 6.4 Определение основной погрешности.....                               | 4 |
| 7 Оформление результатов поверки .....                                  | 6 |
| Приложение А Таблица поправок $\gamma_{ij}$ к показаниям ваттметра..... | 7 |
| Приложение Б Библиография .....   | 7 |

**Государственная система обеспечения единства измерений****ВАТТМЕТРЫ СВЧ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,02—178,6 ГГц****Методика поверки и калибровки**

State system for ensuring the uniformity of measurements.  
 Low power SHF wattmeters of frequency range 0,02—178,6 GHz.  
 Verification and calibration methods

Дата введения 2002—01—01

**1 Назначение и область применения**

Настоящий стандарт распространяется на ваттметры сверхвысокой частоты (СВЧ) поглощающей мощности малого уровня в диапазоне частот 0,02—178,6 ГГц, предназначенные для измерения среднего значения мощности непрерывных и импульсно-модулированных колебаний, классов 2,5; 4,0; 6,0; 10; 15; 25 и устанавливает методику их поверки и калибровки (далее — поверки).

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 13317—89 Элементы соединения СВЧ трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры

ГОСТ 22261—94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

**3 Операции поверки**

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:  
 внешний осмотр;  
 опробование;  
 определение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН);  
 определение основной погрешности;  
 обработка результатов измерений;  
 оформление результатов поверки.

**4 Средства поверки**

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование средства измерения     | Технические и метрологические характеристики  |
|-------------------------------------|---|
| Генераторы сигналов высокочастотные | Диапазон частот 0,02—178,6 ГГц.<br>Регулируемый уровень мощности $10^{-5} \div 10^{-2}$ Вт<br>Нестабильность частоты — по 5.4.<br>Нестабильность уровня мощности — по 5.5 |

Окончание табл. 1

| Наименование средства измерения  | Технические и метрологические характеристики   |
|--|--|
| Частотомеры (вольномеры)   | Диапазон частот 0,01—178,6 ГГц.<br>Погрешность измерения частоты — менее $5 \cdot 10^{-5}$ |
| Измерители КСВН панорамные или измерительные линии   | Диапазон частот 0,02—178,6 ГГц.<br>Погрешность измерения КСВН — по таблице 2               |
| Калибраторы мощности (в качестве рабочих эталонов) типов ВПО-1 . . . ВПО-4; М1-6Б, М1-8Б . . . М1-11Б; М1-25; Н7-1               | Погрешность поверки, обеспечивающая требование 6.4.5                                       |
| Комплект инструментов КИСК Дт2.70026   | По ГОСТ 13317  |
| П р и м е ч а н и е — Допускается применять другие средства измерений, имеющие метрологические характеристики не хуже указанных. |  |

4.2 При определении КСВН ваттметра должны быть применены средства измерений, обеспечивающие требования таблицы 2.

Таблица 2

| Наименование характеристики                         | Значение для класса поверяемого ваттметра |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|
|   | 2,5                                       | 3  | 6  | 10 | 15 | 25 |
| Предельно допустимая погрешность измерителя КСВН, % | 3К  | 4К | 5К | 6К | 6К | 6К |
| Обозначение: К — КСВН входа поверяемого ваттметра.  |   |    |    |    |    |    |

4.3 При определении основной погрешности должны быть применены рабочие эталоны на основе ваттметров проходящей мощности (калибраторов мощности), обеспечивающие требования таблицы 3.

Таблица 3

| Наименование характеристики   | Значение для класса поверяемого ваттметра |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|
|   | 2,5                                       | 3    | 6    | 10   | 15   | 25   |
| Предельно допустимая погрешность рабочего эталона, %                        | 1,2                                       | 1,5  | 2,5  | 4,0  | 6,0  | 6,0  |
| Модуль эффективного коэффициента отражения выхода $  \Gamma_1  $ , не более | 0,04                                      | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,10 | 0,15 |

## 5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 22261.

5.2 Приборы должны быть представлены в рабочем комплекте, позволяющем провести их поверку.

5.3 При работе с поверяемыми приборами и рабочими эталонами должны быть соблюдены требования, установленные в эксплуатационной документации на них.

5.4 Относительная погрешность установления частот не должна превышать  $0,5 \cdot A \cdot 10^{-4}$ , где А — класс ваттметра. Нестабильность частоты за время установления показаний поверяемого ваттметра и рабочего эталона не должна быть более  $0,5 \cdot A \cdot 10^{-4}$ .

5.5 Нестабильность уровня мощности генератора сигналов за время установления показаний поверяемого ваттметра и рабочего эталона не должна быть более  $1/5$  погрешности рабочего эталона.

5.6 Скорость изменения температуры в помещении не должна превышать 0,1 К за время установления показаний поверяемого ваттметра и рабочего эталона.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре проверяют отсутствие видимых механических повреждений, исправность элементов соединения СВЧ трактов, возможность установки на нуль электроизмерительных приборов с помощью нуль-корректоров при выключенном питании, четкость фиксации переключателей.

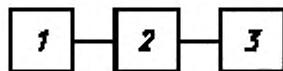
### 6.2 Опробование

6.2.1 В стрелочных и цифровых приборах проверяют возможность электрической установки стрелочного или цифрового указателя на нулевую отметку шкалы.

6.2.2 В приборах с калибровкой номинальное значение калибровочного сигнала должно быть установлено на всех шкалах, на которых предусмотрена калибровка.

6.2.3 При повторных переключениях пределов измерений, при изгибе соединительных кабелей и шлангов питания (за исключением трактов СВЧ) показания прибора должны сохраняться неизменными.

6.2.4 Прибор должен измерять мощность на всех пределах измерения с каждым из выносных или встроенных первичных измерительных преобразователей; опробование проводят на любой частоте рабочего диапазона первичного преобразователя по схеме, приведенной на рисунке 1.



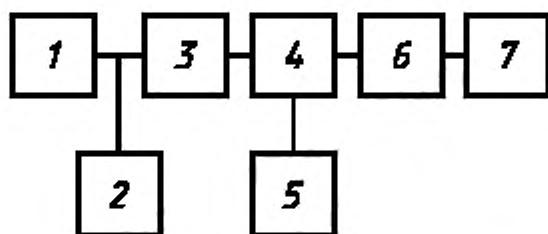
1 — генератор сигналов СВЧ; 2 — развязывающий аттенюатор или ферритовый вентиль; 3 — поверяемый прибор

Рисунок 1

6.2.5 У ваттметров с коаксиальным входом проверяют соответствие размеров соединителя требованиям ГОСТ 13317. Ваттметры, у которых входной соединитель не соответствует требованиям ГОСТ 13317, бракуют.

### 6.3 Определение КСВН

6.3.1 Определение КСВН ваттметра проводят по схеме, приведенной на рисунке 2, для каждого подлежащего поверке преобразователя и для вариантов включения преобразователя с аттенюаторами, переходами, трансформаторами сопротивлений, по которым владельцем принято решение о необходимости поверки.



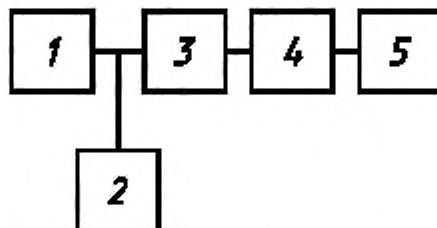
1 — генератор сигналов СВЧ или генератор качающейся частоты панорамного измерителя; 2 — частотометр; 3 — развязывающий аттенюатор или вентиль; 4 — измерительная линия или рефлектометр панорамного измерителя; 5 — индикатор измерительной линии или панорамного измерителя; 6 — первичный преобразователь поверяемого ваттметра; 7 — измерительный блок поверяемого ваттметра

Рисунок 2

Значения КСВН на каждой из частот поверки не должны превышать максимального значения, установленного в паспорте на поверяемый прибор.

#### 6.4 Определение основной погрешности

6.4.1 Основную погрешность определяют на частотах, указанных в эксплуатационно-технической документации на поверяемый прибор. Обязательными являются крайние точки частот диапазона (поддиапазона). Промежуточные частоты должны быть кратными 250 МГц в диапазоне до 3 ГГц; 500 МГц — в диапазоне от 3 до 18 ГГц; 2 ГГц — в диапазоне от 18 до 78,33 ГГц и 5 ГГц — в диапазоне от 78,33 до 178,6 ГГц. Основную погрешность определяют непосредственным сличением с рабочим эталоном проходящей мощности по схеме, приведенной на рисунке 3.



1 — генератор сигналов СВЧ; 2 — частотомер; 3 — рабочий эталон проходящей мощности; 4 — первичный преобразователь поверяемого ваттметра; 5 — измерительный блок поверяемого ваттметра

Рисунок 3

6.4.2 При определении основной погрешности выполняют следующие операции: устанавливают требуемые частоту и уровень мощности генератора СВЧ; устанавливают нулевые показания поверяемого ваттметра и рабочего эталона; включают мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитывают показания поверяемого ваттметра и рабочего эталона; выключают мощность СВЧ и определяют отношение результатов измерений мощности поверяемым ваттметром  $P_n$  и рабочим эталоном  $P_o$ . Повторяют определение отношения  $P_n/P_o$  несколько раз (не менее четырех) и рассчитывают среднее арифметическое значение  $(P_n/P_o)_{cp}$ . Случайную погрешность поверки  $\Delta_{cl}$  рассчитывают по формуле

$$\Delta_{cl} = \frac{(P_n/P_o)_{max} - (P_n/P_o)_{min}}{(P_n/P_o)_{cp}} \cdot \mu_n , \quad (1)$$

где  $\mu_n$  — коэффициент, зависящий от числа наблюдений  $n$  и определяемый по таблице 4.

Таблица 4

| Обозначение коэффициента | Значение для числа наблюдений $n$ |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                          | 3                                 | 4    | 5    | 6    | 8    | 10   | 15   | 25   |
| $\mu_n$                  | 1,0                               | 0,73 | 0,58 | 0,48 | 0,37 | 0,31 | 0,22 | 0,18 |

Погрешность  $\Delta_{cl}$  не должна превышать 0,2 класса поверяемого ваттметра.

6.4.3 Определяют составляющую основной погрешности ваттметра  $\delta_n$ , %, зависящую от уровня мощности, для каждого  $i$ -го из  $n$  пределов измерения не менее чем на двух уровнях мощности, соответствующих приблизительно 0,95 и 0,1 предела измерения для цифровых ваттметров и 0,95 и 0,5 предела измерения — для аналоговых ваттметров, по формуле

$$\delta_n = [(P_n/P_o)_{cp,i} - 1] \cdot 100 , \quad (2)$$

где  $(P_n/P_o)_{cp,i}$  — среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности поверяемым ваттметром и рабочим эталоном.

Измерения на всех пределах проводят на одной (опорной) частоте  $f_i$  и получают  $2n$  результатов. В качестве опорной предпочтительно выбирать частоту, на которой погрешность рассогласования минимальна, или частоту, указанную в качестве опорной в эксплуатационно-технической документации на ваттметр. Для термисторных ваттметров с замещением мощностью постоянного тока и термоэлектрических ваттметров с калибровкой мощностью постоянного тока или тока низкой частоты в качестве значений  $\delta_{ij}$  могут быть использованы значения погрешности измерительных блоков на соответствующих  $2n$  уровнях мощности. Погрешность рассогласования  $\Delta_p$ , %, рассчитывают по формуле

$$\Delta_p = 2 |\Gamma_s| |\Gamma_n| 100, \quad (3)$$

где  $|\Gamma_s|$  — модуль эффективного коэффициента отражения выхода рабочего эталона (ваттметра проходящей мощности), отградуированного в значениях мощности, падающей на согласованную нагрузку;

$|\Gamma_n|$  — модуль коэффициента отражения входа поверяемого ваттметра, определяемый по формуле

$$|\Gamma_n| = \frac{K-1}{K+1},$$

где  $K$  — КСВН входа поверяемого ваттметра.

6.4.4 Определяют составляющую основной погрешности ваттметра  $\delta_{ij}$ , %, зависящую от частоты, на одном и том же (опорном) уровне мощности, выбранном из  $2n$  уровней, использованных при измерениях по 6.4.3 для всех  $m$  частот  $f_j$ , предусмотренных 6.4.1, или на частотах, установленных в эксплуатационно-технической документации на поверяемый ваттметр, по формуле

$$\delta_{ij} = [(P_n/P_o)_{cpj} - 1] 100, \quad (4)$$

где  $(P_n/P_o)_{cpj}$  — среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности поверяемым ваттметром и рабочим эталоном для  $m$  частот  $f_j$  и получают  $m$  результатов.

6.4.5 Для каждого из  $(2n+m)$  результатов определяют погрешность поверки  $\Delta$ , %, по формуле

$$\Delta = \pm (\sqrt{\Delta_{ca}^2 + \Delta_1^2} + \gamma \Delta_p), \quad (5)$$

где  $\Delta_{ca}$  — случайная погрешность поверки;

$\Delta_1$  — предел допускаемой погрешности рабочего эталона;

$\gamma$  — коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3 \Delta_p}{\sqrt{\Delta_{ca}^2 + \Delta_1^2}} \text{ и}$$
(6)

определяемый по таблице 5.

Таблица 5

| Значение параметра | При значении соотношения                               |      |      |      |      |      |      |     |   |
|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|-----|---|
|                    | $\frac{3 \Delta_p}{\sqrt{\Delta_{ca}^2 + \Delta_1^2}}$ | 0    | 1    | 2    | 4    | 6    | 8    | 10  | - |
| $\gamma$           | 0  | 0,53 | 0,70 | 0,85 | 0,93 | 0,97 | 0,98 | 1,0 |   |

Расчетное значение погрешности поверки не должно превышать 0,8 класса поверяемого ваттметра.

6.4.6 Значения основной погрешности  $\delta_{ij}$ , %, для каждой  $j$ -й из  $m$  частот и на каждом  $i$ -м из  $2n$  уровнях мощности рассчитывают по формуле

$$\delta_{ij} = \delta_{i1} + \delta_{ij} - \delta_{11}, \quad (7)$$

где  $\delta_{11}$  — значение погрешности на опорном уровне при опорной частоте сигнала.

Всего определяют  $2mn$  значений основной погрешности  $\delta_{ij}$ .

Ваттметр считается годным, если ни одно из  $2mn$  значений  $|\delta_{ij}|$  не превышает 0,8 предела допускаемой основной погрешности, определяемой по эксплуатационно-технической документации для соответствующих уровней мощности, частот и пределов измерения поверяемого ваттметра.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Если при поверке ваттметра СВЧ или первичного измерительного преобразователя значение одного из параметров не соответствует значению, указанному в эксплуатационно-технической документации на прибор, а также при обнаружении механических и электрических неисправностей дальнейшую поверку прекращают.

7.2 Ваттметры СВЧ, не соответствующие требованиям настоящего стандарта, в обращение не допускают и на них выдают извещение о непригодности по [1].

7.3 На ваттметры СВЧ и первичные измерительные преобразователи, соответствующие требованиям настоящего стандарта, выдают свидетельство о поверке по [1].

7.4 По заказу владельца ваттметра оформляют таблицу поправок  $\gamma_{ij}$  на основе значений  $\delta_{ij}$  по форме приложения А или таблицу калибровочных коэффициентов или коэффициентов эффективности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**Таблица поправок  $\gamma_{ij}$  к показаниям ваттметра**  
тип \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Таблица А.1

$$\gamma_{ij} = -\delta_{ij}$$

| Уровень мощности      |                     | Частота            |                    |     |                    |
|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----|--------------------|
|                       |                     | $f_1$<br>(опорная) | $f_2$              | ... | $f_n$              |
| Предел 1<br>(опорный) | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{11}$      | $\gamma_{12}$      |     | $\gamma_{1n}$      |
|                       | $P_{max}$           | $\gamma_{21}$      | $\gamma_{22}$      |     | $\gamma_{2n}$      |
| Предел 2              | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{31}$      | $\gamma_{32}$      |     | $\gamma_{3n}$      |
|                       | $P_{max}$           | $\gamma_{41}$      | $\gamma_{42}$      |     | $\gamma_{4n}$      |
| ***                   |                     |                    |                    |     |                    |
| Предел $n$            | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{(2n-1)1}$ | $\gamma_{(2n-1)2}$ |     | $\gamma_{(2n-1)n}$ |
|                       | $P_{max}$           | $\gamma_{(2n)1}$   | $\gamma_{(2n)2}$   |     | $\gamma_{(2n)n}$   |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Библиография**

- [1] ПР 50.2.006—94 Порядок проведения поверки средств измерений (регистрация Минюста № 640 от 21.07.94)

**ГОСТ 8.569—2000**

---

УДК 621.317.7840.23.089.6 : 006.354

МКС 17.020

Т88.8

ОКСТУ 0008

Ключевые слова: ваттметр, рабочий эталон, погрешность, методика поверки, калибровка

---

Редактор *Т.С. Шеко*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *Е.Д. Дульпева*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 17.04.2001. Подписано в печать 17.08. 2001. Усл.печ.л. 1,40. Уч.-изд.л. 0,90.  
Тираж экз. С 1872. Зак. 785.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.

Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Филиал ИПК Издательство стандартов – тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.  
Пар № 080102