МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

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

## Методика поверки и калибровки

Издание официальное

БЗ 5—2001

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

gost.e-ecolog.ru

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

© ИПК Издательство стандартов, 2001

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

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

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й  С Т А Н Д А Р Т

**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) поглощаемой 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 |

**Издание официальное**

*Окончание табл. 1*

| Наименование средства измерения | Технические и метрологические характеристики |
|---|---|
| Частотомеры (волномеры) | 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 |
| Примечание — 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 $\lvert \Gamma_э \rvert$, 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.

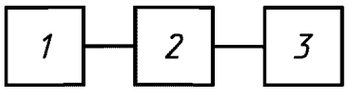
### 6.2 Опробование

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.



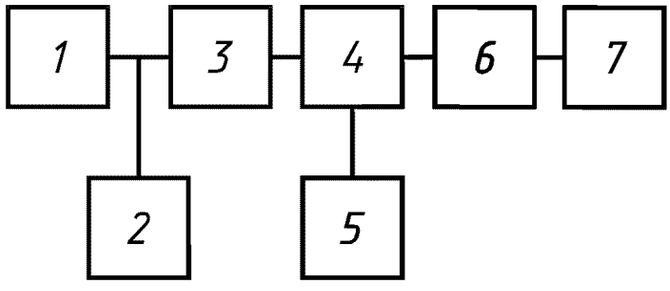

*1* — генератор сигналов СВЧ; *2* — развязывающий аттенюатор или ферритовый вентиль; *3* — поверяемый прибор

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.



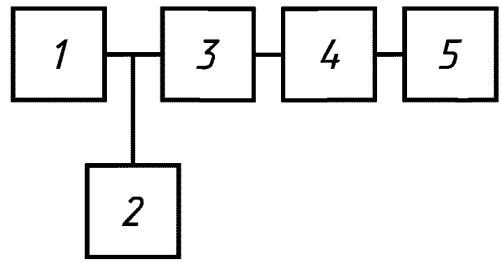

*1* — генератор сигналов СВЧ или генератор качающейся частоты панорамного измерителя; *2* — частотомер; *3* — развязывающий аттенюатор или вентиль; *4* — измерительная линия или рефлектометр панорамного измерителя; *5* — индикатор измерительной линии или панорамного измерителя; *6* — первичный преобразователь 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 $P_{\text{п}}$ и рабочим эталоном $P_{\text{о}}$. Повторяют определение отношения $P_{\text{п}}/P_{\text{о}}$ несколько раз (не менее четырех) и рассчитывают среднее арифметическое значение $(P_{\text{п}}/P_{\text{о}})_{\text{ср}}$. Случайную погрешность поверки $\Delta_{\text{сл}}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_{\text{сл}} = \frac{(P_{\text{п}}/P_{\text{О}})_{\text{макс}} - (P_{\text{п}}/P_{\text{О}})_{\text{мин}}}{(P_{\text{п}}/P_{\text{О}})_{\text{ср}}} \cdot \mu_n , \qquad (1)$$

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 $\Delta_{\text{сл}}$ не должна превышать 0,2 класса поверяемого ваттметра.

6.4.3 Определяют составляющую основной погрешности ваттметра $\delta_{i1}$, %, 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

$$\delta_{i1} = [(P_{\text{п}}/P_{\text{о}})_{\text{ср}i} - 1]\ 100 , \qquad (2)$$

где $(P_{\text{п}}/P_{\text{о}})_{\text{ср}i}$ — среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности поверяемым ваттметром и рабочим эталоном.

Измерения на всех пределах проводят на одной (опорной) частоте $f_1$ 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 $\delta_{i1}$ могут быть использованы значения погрешности измерительных блоков на соответствующих $2n$ уровнях мощности. Погрешность рассогласования $\Delta_р$, %, рассчитывают по формуле

$$\Delta_р = 2 \mid \Gamma_э \mid \mid \Gamma_п \mid 100 , \qquad (3)$$

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

$\mid \Gamma_п \mid$ — модуль коэффициента отражения входа поверяемого ваттметра, определяемый по формуле

$$\mid \Gamma_п \mid = \frac{K-1}{K+1} ,$$

где $K$ — КСВН входа поверяемого ваттметра.

6.4.4 Определяют составляющую основной погрешности ваттметра $\delta_{1j}$, %, 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

$$\delta_{1j} = |(P_п/P_о)_{срj} - 1| \ 100 , \qquad (4)$$

где $(P_п/P_о)_{срj}$ — 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

$$\Delta = \pm (\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2} + \gamma \Delta_р) , \qquad (5)$$

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

$\Delta_1$ — предел допускаемой погрешности рабочего эталона;

$\gamma$ — коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3 \Delta_р}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}} \text{ и} \qquad (6)$$

определяемый по таблице 5.

Таблица 5

| Значение параметра | При значении соотношения $\frac{3 \Delta_р}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 $2n$ уровней мощности рассчитывают по формуле

$$\delta_{ij} = \delta_{i1} + \delta_{1j} - \delta_{11} , \qquad (7)$$

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 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ (опорная) | $f_2$ | . . . | $f_m$ |
| Предел 1 (опорный) | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{11}$ | $\gamma_{12}$ | | $\gamma_m$ |
| | $P_{max}$ | $\gamma_{21}$ | $\gamma_{22}$ | | $\gamma_{2m}$ |
| Предел 2 | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{31}$ | $\gamma_{32}$ | | $\gamma_m$ |
| | $P_{max}$ | $\gamma_{41}$ | $\gamma_{42}$ | | $\gamma_{4m}$ |
| ... | | | | | |
| | | | | | |
| Предел $n$ | 0,1 (0,5) $P_{max}$ | $\gamma_{(2n-1)\,1}$ | $\gamma_{(2n-1)\,2}$ | | $\gamma_{(2n-1)\,m}$ |
| | $P_{max}$ | $\gamma_{(2n)\,1}$ | $\gamma_{(2n)\,2}$ | | $\gamma_{(2n)\,m}$ |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

**Библиография**

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

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. Дульнева*
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.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru