



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

---

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ВАТТМЕТРЫ СВЧ МАЛОЙ МОЩНОСТИ  
И ИХ ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДИАПАЗОНА  
ЧАСТОТ 0,03–78,33 ГГц**

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

ГОСТ 8.392–80

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва

**РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам  
ИСПОЛНИТЕЛИ**

**В. Г. Чуйко, Н. Ф. Пругло**

**ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам**

**Член Госстандарта Л. К. Исаев**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июня 1980 г. № 3271**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**

**Государственная система обеспечения  
единства измерений**

**ВАТТМЕТРЫ СВЧ МАЛОЙ МОЩНОСТИ И ИХ  
ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 0,03—78,33 ГГц,**

**Методы и средства поверки**

**State system for ensuring the uniformity  
of measurements.**

**Low power SHF wattmeters and their primary  
measuring transformers of frequency  
range 0,03—78,33 GHz  
Verification means and methods**

**ГОСТ**

**8.392—80**

**Взамен  
ГОСТ 15129—69**

**Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июня  
1980 г. № 3271 срок введения установлен**

**с 01.01 1982 г.**

Настоящий стандарт распространяется на волноводные ваттметры СВЧ малой мощности в диапазоне частот 2,59—78,33 ГГц и коаксиальные в диапазоне частот 0,03—18 ГГц, предназначенные для определения среднего значения непрерывных и импульсно-модулированных колебаний уровня мощности  $10^{-5}$ — $10^{-2}$  Вт, классов точности 4, 6, 10, 15, 25, изготавляемые по ГОСТ 13605—75, а также на их выносные первичные измерительные преобразователи (далее — преобразователи) по ГОСТ 13606—68, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

### **1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

1.1. При проведении поверки следует выполнять следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.1);

опробование (п. 4.2);

определение метрологических параметров (п. 4.3);

определение коэффициента стоячей волны  $K_{ст} u$  на входе ваттметра поглощаемой мощности или преобразователя поглощаемой мощности (п. 4.3.1);

определение модуля эффективного коэффициента отражения  $|G_s|$  на выходе ваттметра проходящей мощности или преобразователя проходящей мощности (п 4.3.2),

определение основной погрешности и частотных коэффициентов ваттметра или преобразователя (п 4.3.3)

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки следует применять средства поверки, указанные в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование средств поверки            | Тип    | Нормативно-технические характеристики   |
|---|--------|---|
| Высокочастотные генераторы сигналов     | Г4-107 | Диапазон частот 0,012—0,4 ГГц; нестабильность частоты $150 \cdot 10^{-6}$ за 15 мин, мощность выхода 1 мкВ—1 В                |
|   | Г4-76А | Диапазон частот 0,4—1,2 ГГц; нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин; мощность выхода $10^{15}—5 \cdot 10^{-8}$ Вт |
|   | Г4-78  | Диапазон частот 1,16—1,78 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода $10^{-15}—10^{-4}$ Вт      |
|   | Г4-79  | Диапазон частот 1,78—2,56 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода $10^{-15}—10^{-4}$ Вт      |
|   | Г4-80  | Диапазон частот 2,56—4,0 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода $10^{-15}—10^{-4}$ Вт       |
|   | Г4-81  | Диапазон частот 4,0—5,6 ГГц, нестабильность частоты $2 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода $10^{-15}—10^{-3}$ Вт        |
|   | Г4-82  | Диапазон частот 5,6—7,5 ГГц, нестабильность частоты $1,5 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода $10^{-15}—10^{-3}$ Вт      |
|   | Г4-111 | Диапазон частот 6,0—18,0 ГГц, нестабильность частоты $10 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода 7,20 и 10 мВт              |
|   | Г4-114 | Диапазон частот 16,65—25,86 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода не менее 5 мВт           |
|   | Г4-115 | Диапазон частот 25,86—37,5 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин, мощность выхода не менее 5 мВт            |
| Волноводные поляризационные аттенюаторы | Г4-105 | Диапазон частот 36,14—52,63 ГГц; нестабильность частоты 10 МГц за 10 мин, мощность выхода не менее 4 мВт                      |
|   | Г4-104 | Диапазон частот 52,63—78,95 ГГц, нестабильность частоты 0,01 ГГц за 10 мин, мощность выхода не менее 4 мВт                    |
|   | Д3-29  | Диапазон частот 2,59—3,94 ГГц; пределы измерения 0—80 дБ, погрешность 0,01—0,004 А, дБ  |

## Продолжение табл. 1

| Наименование средств поверки                    | Тип    | Нормативно-технические характеристики   |
|---|--------|---|
| Развязывающие аттенюаторы                       | Д3-28  | Диапазон частот 3,94—5,64 ГГц; пределы измерения 0—60 дБ; погрешность 0,01—0,004 А, дБ                    |
|   | Д3-27  | Диапазон частот 5,64—8,24 ГГц; пределы измерения 0—60 дБ; погрешность 0,01—0,004 А, дБ                    |
|   | Д3-32А | Диапазон частот 6,85—9,93 ГГц; пределы измерения 0—70 дБ; погрешность 0,01—0,005 А, дБ                    |
|   | Д3-33А | Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц; пределы измерения 0—70 дБ; погрешность 0,01—0,005 дБ                      |
|   | Д3-34А | Диапазон частот 12,05—17,44 ГГц; пределы измерения 0—70 дБ; погрешность 0,01—0,005 А, дБ                  |
|   | Д3-35А | Диапазон частот 17,44—25,86 ГГц; пределы измерения 0—70 дБ; погрешность 0,01—0,005 А, дБ                  |
|   | Д3-36А | Диапазон частот 25,86—37,5 ГГц; пределы измерения 0—70 дБ; погрешность 0,11+0,01 (A20), дБ                |
|   | Д5-15  | Диапазон частот 36,14—52,63 ГГц; пределы измерения 0,5—40 дБ; $K_{ctU} = 1,1$ ; погрешность $\pm 0,25$ дБ |
|   | Д5-16  | Диапазон частот 52,63—78,9 ГГц; пределы измерения 0—50 дБ; $K_{ctU} = 1,1$ ; погрешность $\pm 0,25$ дБ    |
|   | Д5-17  | Диапазон частот 15—3,0 ГГц;   |
| Коаксиальные вентили                            | Д5-18  | Диапазон частот 3,0—7,0 ГГц; погрешность $\geq 0,1\%$   |
|   | Э6-38  | Диапазоны частот:<br>2,59—3,94 ГГц  |
|   | Э6-40  | 3,94—5,64 ГГц   |
|   | Э6-42  | 5,64—8,24 ГГц   |
|   | Э6-43  | 6,85—9,93 ГГц   |
|   | Э6-44  | 8,24—12,05 ГГц  |
|   | Э6-45  | 12,05—17,44 ГГц   |
|   | Э6-46  | 17,44—25,86 ГГц   |
|   | Э'1-1  | $K_{ctU} < 1,3$ ; Диапазоны частот:   |
|   | Э6-29  | 0,6—1,2 ГГц   |
| Поляризационные измерители полных сопротивлений | Э6-33  | 0,9—1,8 ГГц   |
|   | Э6-36  | 1,5—4,0 ГГц   |
|   |        | 4,0—7,0 ГГц   |
|   |        | Пределы измерения<br>$K_{ctU}$ 1,05—2,0.  |
|   |        | Фазы 0—360°<br>погрешность измерения $K_{ctU} - 4\%$ ;<br>фазы 4—10%                                      |

Продолжение табл. 1

| Наименование средств поверки     | Тип     | Нормативно-технические характеристики  |
|----------------------------------|---------|--|
| Волноводные измерительные линии  | P3-40   | диапазоны частот:<br>8,24—12,05 ГГц  |
|                                  | P3-41   | 6,85—9,93 ГГц  |
|                                  | P3-42   | 5,64—8,24  |
|                                  | P3-44   | 3,94—5,64 ГГц  |
|                                  | P3-45   | 3,2—4,8 ГГц  |
|                                  | P3-46   | 2,59—3,94 ГГц  |
|                                  | P1-21   | Диапазон частот 6,85—9,93 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,02$ ;<br>погрешность $\leq 4\%$  |
|                                  | P1-27   | Диапазон частот 6,85—9,93 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,03$ ;  |
|                                  | P1-28   | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,03$ ;   |
|                                  | P1-20   | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,02$ ;   |
|                                  | P1-19/1 | погрешность $\leq 4\%$<br>Диапазон частот 11,55—16,66 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,02$ ,  |
|                                  | P1-29   | погрешность $\leq 4\%$<br>Диапазон частот 12,05—17,44 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,03$ ;  |
|                                  | P1-13А  | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 17,44—25,86 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,02$ ;  |
| Коаксиальные измерительные линии | P1-30   | погрешность $\leq 4\%$<br>Диапазон частот 17,44—25,86 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,03$ ;  |
|                                  | P1-12А  | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 25,86—37,5 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,02$ ;   |
|                                  | P1-31   | погрешность $\leq 4\%$<br>Диапазон частот 25,86—37,5 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,03$ ;   |
|                                  | P1-25   | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 1,0—3,0 ГГц;<br>$K_{ct\ U} = 1,04$ ,<br>непостоянство связи зонда с полем линии 2% |
|                                  | P1-17   | Диапазон частот 0,5—3,0 ГГц;<br>$K_{ct\ U} \leq 1,07$ ;  |
|                                  | P1-3    | погрешность $\leq 6\%$<br>Диапазон частот 2,5—10,35 ГГц<br>$K_{ct\ U} = 1,08$ ;  |

## Продолжение табл. 1

| Наименование средств измерения                                  | Тип  | Нормативно-технические характеристики   |
|---|--|---|
| Панорамные (волноводные) измерители коэффициента стоячей волны  | P1-22<br>P1-34   | непостоянство связи зонда с полем линии 2%<br>Диапазон частот 1,0—7,5 ГГц,<br>$K_{ct\ l} < 1,020$ до 2 ГГц,<br>$K_{ct\ U} < 1,025$ до 5,5 ГГц,<br>$K_{ct\ U} < 1,040$ до 7,5 ГГц,<br>погрешность $< 6\%$<br>Диапазон частот 2,0—18,0 ГГц,<br>$K_{ct\ U} = 1,07$ до 10 ГГц,<br>$K_{ct\ l} = 1,1$ до 18 ГГц,<br>непостоянство связи 3%<br>Пределы измерения $K_{ct\ l}$ 1,05—2,00<br>Погрешность 5% $K$<br>Диапазоны частот |
|   | P2-40<br>P2-41<br>P2-42<br>P2-43<br>P2-44<br>P2-45<br>P2-56<br>P2-57<br>P2-58<br>P2-59<br>P2-60<br>P2-61<br>P2-67<br>P2-65 | 2,59—3,94 ГГц<br>3,2—4,8 ГГц<br>3,94—5,64 ГГц<br>5,64—8,24 ГГц<br>6,85—9,93 ГГц<br>8,24—12,05 ГГц<br>2,59—3,94 ГГц<br>3,2—4,8 ГГц<br>3,94—5,64 ГГц<br>5,64—8,24 ГГц<br>6,85—9,93 ГГц<br>8,24—12,05 ГГц<br>12,05—17,44 ГГц<br>25,86—37,5 ГГц   |
| Панорамные (коаксиальные) измерители коэффициента стоячей волны | P2-32<br>P2-66   | Погрешность 5% $K + 2$<br>Диапазоны частот<br>11,55—16,6 ГГц<br>17,44—25,86 ГГц<br>Пределы измерения<br>1,05—2,00<br>погрешность 5% $K$<br>Диапазоны частот   |
| Подвижные короткозамыкатели из комплекта измерительных линий    | P2-47<br>P2-50<br>P2-52<br>P2-53<br>P2-54<br>P1-27<br>НКП-8<br>P1-28 НКП-7<br>P1-29 ИКП-5<br>P1-30 НКП-4<br>P1-31 НКП-3    | 0,02—1,25 ГГц<br>1,0—4,0 ГГц<br>1,07—2,14 ГГц<br>2,0—4,0 ГГц<br>4,0—12,05 ГГц<br>Диапазоны частот<br>6,85—9,93 ГГц<br>8,24—12,05 ГГц<br>12,05—17,44 ГГц<br>17,44—25,86 ГГц<br>25,86—37,5 ГГц  |

## Продолжение табл. 1

| Наименование средств поверки  | Тип  | Нормативно-технические характеристики  |
|---|--|--|
| Электронно-счетный частотомер   | Ч3-38 с блоками Я34-42, Я34-43   | Диапазон частот 0,1—10 ГГц; нестабильность частоты генератора $5 \cdot 10^{-9}$  |
| Преобразователь частоты   | Ч5-13  | Диапазон частот 10—70 ГГц  |
| Электронно-счетный универсальный частотомер                                   | Ч3-54<br>С блоком Я34-32<br>С блоком Я34-42<br>С блоком Я34-43<br>С блоком Я34-72<br>С преобразователем Ч5-13 и блоком Я34-72<br>Ч2-37 А | Диапазон частот:<br>0,1—100 МГц<br>1—5 ГГц<br>4—12 ГГц<br>0,3—7 ГГц<br>10—70 ГГц   |
| Резонансные частотомеры   | Ч2-25<br>Ч2-36 А<br>ВСТ-0890<br>ВСТ-0912   | Диапазон частот 7,7—10,7 ГГц; погрешность не более $\pm 0,05\%$<br>Диапазон частот 36,14—52,63 ГГц; погрешность 0,1%<br>Диапазон частот 5,5—7,7 ГГц; погрешность не более $\pm 0,05\%$<br>Диапазон частот 37,5—31,4 ГГц; погрешность не более $\pm 5 \cdot 10^{-4}$<br>Диапазон частот 31,6—25 ГГц; погрешность не более $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ |
| Цифровой универсальный вольтметр  | В7-18  | Пределы измерения 10 мкВ—1000 В; ток 1 мкА—10 мА; погрешность 0,05—0,02%<br>Погрешность 1%<br>Верхний предел измерения 2,121 В; класс точности 0,001   |
| Индикатор<br>Потенциометр постоянного тока<br>Измеритель отношения напряжений | М-95 А<br>Р-345<br>В8—6  | 0,15—20,1 и 10 кГц (фиксированное значение);<br>погрешность:<br>5—6% — в пределах измерения 1—10<br>2,5%               »               » 10—1000;<br>4%               »               » 1000—3160;<br>6%               »               » 3160—10000  |
| Термисторные мосты  | М4-3<br>М3-22<br>МТ-3  | Пределы измерения 5—7500 мкВт; погрешность 1,5%<br>Пределы измерения 6—6000 мкВт; погрешность 1,2%<br>Пределы измерения 10—10000 мкВт; погрешность 0,5%  |

## Продолжение табл. 1

| Наименование средств измерений                               | Тип   | Нормативно-технические характеристики  |
|--|---|--|
| Волноводные образцовые средства измерений мощности СВЧ       |   | Погрешность:<br>не более 1,2% — для 1-го разряда; 2,5% — для 2 го разряда  |
| Первичные измерительные преобразователи поглощаемой мощности | M5-40<br>M5-41<br>M5-42<br>M5-43<br>M5-44<br>M5-45                      | Пределы измерения $10^{-2}$ — $10^{-4}$ Вт,<br>диапазоны частот:<br>5,64—8,24 ГГц<br>6,85—9,93 ГГц<br>8,24—12,05 ГГц<br>11,95—17,44 ГГц<br>25,86—37,5 ГГц<br>37,5—53,6 ГГц<br>Пределы измерения $10^{-4}$ —1 Вт;<br>диапазон частот 17,44—37,5 ГГц |
| Первичный измерительный преобразователь ваттметра М3-55      |   | Пределы измерения $10^{-2}$ — $10^{-4}$ Вт;  |
| Первичные измерительные преобразователи проходящей мощности  | M1-4<br>M1-5<br>M1-6<br>M1-7<br>M1-8<br>M1-9<br>M1-10<br>M1-11<br>M3-55 | диапазоны частот<br>2,59—3,04 ГГц<br>3,04—5,64 ГГц<br>5,64—8,24 ГГц<br>6,85—9,93 ГГц<br>8,24—12,05 ГГц<br>11,95—17,44 ГГц<br>17,44—25,86 ГГц<br>25,86—37,5 ГГц<br>Пределы измерения $10^{-3}$ —1 Вт;   |
| Ваттметры поглощаемой мощности                               | M3-25   | диапазон частот 16,7—37,5 ГГц<br>Уровень мощности 2—20 мВт,<br>диапазоны частот<br>37,5—53,6 ГГц<br>53,6—78,33 ГГц,<br>погрешность 1%  |
| Коаксиальные образцовые средства измерений мощности СВЧ:     |   |  |
| Первичный измерительный преобразователь ваттметра М3-54      |   | Пределы измерений $10^{-4}$ —1 Вт;<br>диапазон частот 0—17,85 ГГц,<br>погрешности 0,5—2,5%   |
| Первичные измерительные преобразователи проходящей мощности  | Я2М-21<br>Я2М-22<br>Я2М-23<br>Я2М-24                                    | Значение коэффициента преобразования<br>в пределах 6—18; $ G_s $ не более 0,03;<br>погрешность не более 2,5%;<br>диапазоны частот:<br>0,0—5,5 ГГц<br>5,5—10,0 ГГц<br>1,0—3,0 ГГц<br>0,15—1,0 ГГц   |

Продолжение табл. 1

| Наименование средства поверки                       | Тип     | Нормативно-технические характеристики   |
|---|---------|---|
| Первичный измерительный преобразователь<br>Ваттметр | M5-88   |   |
|   | M3-54   | Диапазон частот 0—17,85 ГГц;<br>пределы измерения $10^{-4}$ —1 Вт<br>погрешность:<br>0,5—2,5% — для 1-го разряда;<br>0,8—4% — для 2-го разряда  |
|   | УПИМ-4А | Диапазон частот 150—1000 МГц;<br>погрешность поверки при $K_{ct}U$<br>поверяемого прибора не более 1,6; в тракте с волновым сопротивлением 75 Ом —<br>не более 1%   |
|   | УПИМ-5  | Диапазон частот 150—3000 МГц;<br>погрешность поверки при $K_{ct}U$ поверяемого прибора не более 1,6; с волновым сопротивлением 75 Ом — не более 1,5%,<br>в тракте с волновым сопротивлением 50 Ом — не более 2,5% |

Примечание. Допускается применять другие приборы, имеющие нормируемые метрологические характеристики, аналогичные указанным в табл. 1, в том числе и на отдельных участках их частотного или динамического диапазона.

2.2. При определении модуля эффективного коэффициента отражения  $|Γ_s|$  или коэффициента стоячей волны напряжения  $K_{ct}U$  ваттметра либо преобразователя применяют средства измерений, имеющие погрешность для ваттметров классов точности 4, 6, 10 — не более 4%, классов точности 15, 25 — не более 6%.

Примечание. В технически обоснованных случаях для ваттметров классов точности 4 и 6 допускается применять средства измерения  $K_{ct}U$  с погрешностью 7 %.

2.3. При поверке ваттметров или преобразователей применяют поверочные установки и образцовые ваттметры, позволяющие определить действительное значение мощности, рассеиваемой в поверяемом ваттметре поглощаемой мощности или приемном преобразователе поглощаемой мощности, а также падающей или проходящей через выход поверяемого ваттметра проходящей мощности с погрешностью, не превышающей  $1/3$  наибольшей допускаемой погрешности поверяемых приборов. В технически обоснованных случаях допускается применять поверочные установки и образцовые ваттметры, погрешность которых не превышает  $1/2$  наибольшей допускаемой погрешности поверяемых приборов.

### 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки следует соблюдать нормальные условия в соответствии с ГОСТ 22261—76 в нормативно-технической документации (далее — НТД) на ваттметр или преобразователь конкретного типа.

3.2. Ваттметры и преобразователи, представляемые на поверку, должны быть полностью укомплектованы.

3.3. При работе с поверяемыми средствами измерений необходимо соблюдать требования, указанные в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

### 4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 4.1. Внешний осмотр

4.1.1. При внешнем осмотре проверяют отсутствие механических повреждений, исправность фланцев и коаксиальных разъемов, возможность установки на нуль электроизмерительных приборов при помощи нуль-корректоров при выключенном питании и четкость фиксации переключателей.

4.1.2. Размеры коаксиальных разъемов СВЧ и волноводных фланцев должны соответствовать ГОСТ 13317—80. Полярные фланцы и разъемы рабочих и образцовых средств измерений должны быть совместимыми.

#### 4.2. Опробование

При опробовании проверяют возможность электрической установки стрелочного и цифрового указателей на нулевую отметку шкалы и автоматическое переключение пределов измерения.

Для приборов с режимом работы «Калибровка» проверяют возможность установки нормального калибровочного сигнала на всех пределах измерения, на которых предусмотрена калибровка.

Опробование проводят на любой частоте рабочего диапазона, на всех пределах измерения с каждым из выносных или встроенных преобразователей.

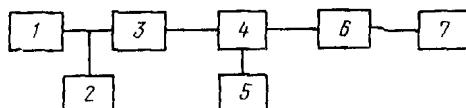
#### 4.3. Определение метрологических параметров

Метрологические параметры следует определять на частотах, указанных в ГОСТ 13605—75. Частота колебаний генератора СВЧ должна быть установлена с погрешностью, не превышающей значения на 0,1%. Методика поверки на частотах ниже 150 МГц установлена в НТД на ваттметр или преобразователь конкретного типа.

4.3.1. Коэффициент стоячей волны  $K_{стU}$  на входе ваттметра поглощаемой мощности или преобразователя поглощаемой мощности определяют у каждого преобразователя, входящего в

комплект ваттметра, в соответствии с НТД на ваттметр или преобразователь конкретного типа по схеме, приведенной на черт. 1.

В качестве частотомера допускается применять встроенный частотомер генератора сигналов.



1 — генератор СВЧ; 2 — частотомер; 3 — развязывающий аттенюатор или ферритовый вентиль, 4 — измерительная линия или панорамный измеритель  $K_{стU}$ ; 5 — индикатор измерителя  $K_{стU}$ ; 6 — поверяемый ваттметр или преобразователь ваттметра поглощаемой мощности; 7 — измерительный блок ваттметра

Черт. 1

Полученные значения  $K_{стU}$  ваттметра на каждой частоте не должны превышать допускаемых значений, указанных в НТД на ваттметр или преобразователь конкретного типа.

4.3.2. Определение модуля эффективного коэффициента отражения  $|\Gamma_s|$  на выходе ваттметра проходящей мощности или преобразователя проходящей мощности

4.3.2.1. Определение  $|\Gamma_s|$  проводят одним из методов, приведенных ниже.

#### Метод 1

Определение  $|\Gamma_s|$  по схеме, указанной на черт. 2, проводят следующим образом. Последовательно, через 0,05—0,06  $\lambda g$  ( $\lambda g$  — длина волны в волноводе) в пределах от 0 до 0,6  $\lambda g$  изменяют фазу его коэффициента отражения на 18—20°, при этом каждый раз зонд измерительной линии помещают в максимуме стоячей волны. Регулированием аттенюатора на входе измерительной линии добиваются того, чтобы изменения показаний измерительной линии не были более  $\pm 20\%$ . При каждом положении короткозамыкателя определяют отношение показаний измерительного блока ваттметра к показаниям индикатора измерительной линии.

$|\Gamma_s|$  для ваттметра, отградуированного в значениях падающей мощности, определяют по формуле

$$|\Gamma_s| = \frac{1}{2|\Gamma_{il}|} \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\alpha_{max} + \alpha_{min}}, \quad (1)$$

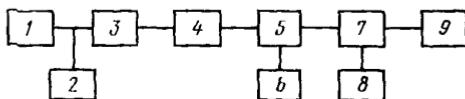
где  $\alpha_{max}$  и  $\alpha_{min}$  — соответственно максимальное и минимальное показания поверяемого ваттметра или преобразователя;

$|\Gamma_n|$  — модуль эффективного отражения на входе короткозамыкателя.

$|\Gamma_s|$  для ваттметра, отградуированного в значениях проходящей мощности, определяют по формуле

$$|\Gamma_s| = \frac{|\alpha_{na}| + |\alpha_{min}|}{4\alpha_0}, \quad (2)$$

где  $\alpha_0$  — показания ваттметра при подключении к его выходу согласованной нагрузки.



1 — генератор СВЧ, 2 — частотомер, 3 — развязывающий аттенюатор или вентиль, 4 — регулируемый аттенюатор, 5 — поверяемый ваттметр проходящей мощности, 6 — измерительный блок ваттметра, 7 — измерительная линия, 8 — индикатор измерительной линии, 9 — подвижной короткозамыкатель

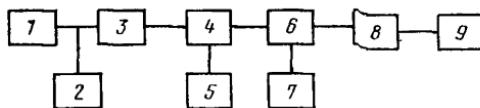
Черт. 2

### Метод 2

Метод применяют для определения  $|\Gamma_s|$  ваттметров проходящей мощности, состоящих из направленного ответвителя, ориентированного на падающую мощность, и ваттметра поглощающей мощности в боковом плече. Измерения проводят по схеме, указанной на черт. 3.

На входе поверяемого ваттметра подключают короткозамыкатель, на выходе — измерительную линию и устанавливают такой уровень мощности на входе измерительной линии, чтобы показания поверяемого ваттметра были не менее 500 мВт. Затем ко входу ваттметра подключают нагрузку с регулируемыми модулем и фазой коэффициента отражения, в качестве которой применяют подвижный короткозамыкатель с регулируемым аттенюатором или регулируемую неоднородность с согласованной нагрузкой. Последовательным регулированием подвижного короткозамыкателя с регулируемым аттенюатором добиваются такого их расположения, при котором включение и выключение сигнала на входе измерительной линии не вызывают изменения показаний ваттметра более чем на 0,02% его показаний при полностью открытом регулируемом аттенюаторе. Затем измерительной линией определяют  $K_{c1w}$  выхода поверяемого ваттметра и рассчитывают  $|\Gamma_s|$  по формуле

$$|\Gamma_9| = \frac{K_{ctU}-1}{K_{ctU}+1}, \quad (3)$$



1 — генератор СВЧ, 2 — частотомер; 3 — развязывающий аттенюатор или вентиль, 4 — измерительная линия; 5 — индикатор измерительной линии; 6 — направленный ответвитель ваттметра проходящей мощности; 7 — измерительный блок ваттметра; 8 — регулируемый аттенюатор, 9 — подвижный короткозамыкатель

Черт. 3

Для определения  $|\Gamma_9|$  коаксиальных ваттметров допускается использовать волноводные короткозамыкатели и аттенюаторы с применением коаксиально-волноводного перехода.

4.3.2.2. Значения  $|\Gamma_9|$  не должны превышать допускаемых значений, установленных в НТД на поверяемый ваттметр или преобразователь конкретного типа.

4.3.3. Определение основной погрешности и частотных коэффициентов ваттметра или преобразователя проводят методом непосредственного сличения или сличением при помощи компаратора с образцовым ваттметром по схемам, приведенным на черт. 4—7.

Проверку ваттметров и преобразователей по схемам, приведенным на черт. 4 и 6, проводят в последовательности, приведенной ниже:

устанавливают нулевые показания поверяемого и образцового ваттметров;

подают мощность СВЧ;

одновременно снимают показания образцового  $P_{обр}$  и проверяемого  $P_{пов}$  ваттметров;

снимают мощность СВЧ;

вычисляют отношение  $\frac{P_{пов}}{P_{обр}}$  как результат каждого наблюдения и среднее арифметическое значение этой величины.

Число наблюдений должно быть достаточным для того, чтобы предельная случайная погрешность поверки не превышала 0,3% класса точности или допускаемой погрешности прибора, но не менее трех.

Затем вычисляют значение частотных коэффициентов  $K_k$  и  $K_s$ . Определение терминов приведено в справочном приложении 4.

Проверку ваттметров по схемам, указанным на черт. 5 и 7, проводят в последовательности, изложенной ниже:

на выходе компаратора подключают образцовый ваттметр и устанавливают нулевые показания этих приборов;

подают мощность СВЧ;

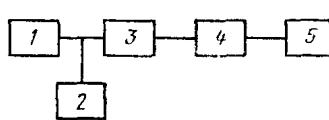
снимают одновременно показания компаратора  $P_k$  и образцового ваттметра  $P_{обр}$ ;

заменив образцовый ваттметр на поверяемый, повторяют указанные операции, при этом снимают одновременно показания компаратора  $P_k'$  и поверяемого ваттметра  $P_{пов}$ .

Затем по формулам (9)–(16); (21)–(23) вычисляют значения частотных коэффициентов  $K_k$  и  $K_s$ .

Показания значений мощности  $P_k'$  и  $P_k$ ' не должны отличаться более чем на 20%.

4.3.3.1. Проверку ваттметра или преобразователя поглощаемой мощности по образцовому ваттметру проходящей мощности проводят по схеме, указанной на черт. 4. Вычисляют значения частотных коэффициентов  $K_k$  и  $K_s$  в зависимости от способа градуировки образцового ваттметра и поверяемого ваттметра или преобразователя по формулам (4)–(8).



Черт. 4

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях падающей мощности:

поворяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{пов}}{P_{обр}} ; \quad (4)$$

поворяемый ваттметр или преобразователь в значениях поглощаемой мощности

$$K_s = \frac{P_{пов}}{P'_{обр} h_{пов}} ; \quad (5)$$

$$h_{пов} = \frac{4K_{ct_U}}{(K_{ct_U} + 1)^2} \quad (6)$$

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях проходящей мощности:

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{нов}} h_{\text{нов}}}{P_{\text{обр}}} ; \quad (7)$$

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях поглощаемой мощности

$$K_s = \frac{P_{\text{нов}}}{P_{\text{обр}}} , \quad (8)$$

где  $P_{\text{нов}}$  — показания проверяемого ваттметра или преобразователя без учета частотного коэффициента;

$P_{\text{обр}}$  — результат измерения с учетом частотного коэффициента;

$K_{\text{ст}}$  — коэффициент стоячей волны на входе проверяемого ваттметра или преобразователя.

Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении 1

4.3.3.2 Проверку ваттметра или преобразователя поглощаемой мощности по образцовому ваттметру поглощаемой мощности проводят сличением при помощи компаратора по схеме, приведенной на черт. 5. В качестве компаратора используют ваттметр проходящей мощности. Вычисляют значения частотных коэффициентов  $K_k$  и  $K_s$  в зависимости от способа градуировки



Черт. 5

Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении 2

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях падающей мощности:

компаратор в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{нов}}}{P_{\text{обр}} N} ; \quad (9)$$

$$K_e = \frac{P_{\text{поп}}}{P'_{\text{обр}} h_{\text{поп}} N} ; \quad (10)$$

в значениях проходящей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{поп}} h_{\text{поп}}}{P'_{\text{обр}} h_{\text{обр}} N} ; \quad (11)$$

$$K_s = \frac{P_{\text{поп}}}{P'_{\text{обр}} h_{\text{обр}} N} . \quad (12)$$

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях поглощаемой мощности:

компаратор в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{поп}} h_{\text{обр}}}{P'_{\text{обр}} N} ; \quad (13)$$

$$K_s = \frac{P_{\text{поп}} h_{\text{обр}}}{P'_{\text{обр}} h_{\text{поп}} N} ; \quad (14)$$

в значениях проходящей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{поп}} h_{\text{поп}}}{P'_{\text{обр}} N} ; \quad (15)$$

$$K_s = \frac{P_{\text{поп}}}{P'_{\text{обр}} N} , \quad (16)$$

где  $h_{\text{обр}}$ ;  $h_{\text{поп}}$  — определяют по формуле (6) для образцового и поверяемого ваттметра соответственно;

$$N = \frac{P''_{1k}}{P'_{1k}} ,$$

где  $P'_{1k}$  и  $P''_{1k}$  — показания компаратора с учетом частотного коэффициента при подключении образцового и поверяемого ваттметров соответственно.

4.3.3.3. Поверку ваттметра или преобразователя проходящей мощности по образцовому ваттметру поглощаемой мощности проводят непосредственным сличением по схеме, приведенной на черт. 6.

Значение частотных коэффициентов  $K_k$  и  $K_s$  в зависимости от способа градуировки поверяемого ваттметра или преобразователя и образцового ваттметра вычисляют по формулам (17) — (20).

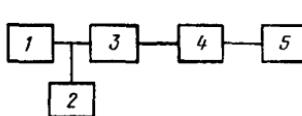
Образцовый ваттметр отградуирован в значениях падающей мощности:

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}}} ; \quad (17)$$

в значениях проходящей мощности

$$K_s = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}} h_{\text{обр}}} . \quad (18)$$



1 — генератор СВЧ; 2 — частотомер; 3 — развязывающий аттенюатор или ферритовый вентиль; 4 — проверяемый прибор; 5 — образцовый ваттметр поглощаемой мощности

Черт. 6

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях поглощаемой мощности:

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

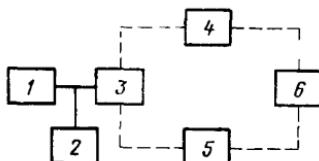
$$K_k = \frac{P_{\text{пов}} h_{\text{обр}}}{P'_{\text{обр}}} ; \quad (19)$$

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях проходящей мощности

$$K_s = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}}} . \quad (20)$$

Результаты наблюдений заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении 1.

4.3.3.4. Проверку ваттметра или преобразователя проходящей мощности по образцовому ваттметру проходящей мощности проводят при помощи компаратора по схеме, приведенной на черг. 7.



1 — генератор СВЧ; 2 — частотомер; 3 — аттенюатор или вентиль; 4 — образцовый ваттметр проходящей мощности; 5 — проверяемый ваттметр; 6 — компаратор

Черт. 7

В качестве компаратора используют ваттметр поглощаемой мощности.

Значение частотных коэффициентов в зависимости от способа градуировки поверяемого ваттметра или преобразователя и образцового ваттметра определяют по формулам (21) — (23).

Образцовый ваттметр отградуирован в значениях падающей мощности:

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}} M} ; \quad (21)$$

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях проходящей мощности

$$K_9 = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}} h_k M} ; \quad (22)$$

образцовый ваттметр в значениях проходящей мощности  
проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях падающей мощности

$$K_k = \frac{P_{\text{пов}} h_k}{P'_{\text{обр}} M} ; \quad (23)$$

проверяемый ваттметр или преобразователь в значениях проходящей мощности

$$K_9 = \frac{P_{\text{пов}}}{P'_{\text{обр}} M} ; \quad (24)$$

$$M = \frac{P'_{1k}}{P_{1k}} .$$

Результаты наблюдений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в обязательном приложении 2.

4.3.3.5. Основную погрешность ваттметра или преобразователя  $\delta(f_0)$  в процентах на каждом пределе измерения определяют на трех отметках шкалы, соответствующих значениям 0,3; 0,5; 0,9 предела измерения (0,1; 0,5 и 0,9 — для цифровых ваттметров) одним из методов, данных в пп. 4.3.3.1—4.3.3.4, на одной из частот  $f_0$  по формуле

$$\delta(f_0) = \left( \frac{P_{\text{пов}} \eta(f_0)}{P'_{\text{обр}}} - 1 \right) ; \quad (25)$$

где  $\eta(f_0)$  — значение частотного коэффициента на частоте  $f_0$ , указанное в паспорте на прибор;

$P_{\text{пов}}$  — показания измерительного блока поверяемого ваттметра или преобразователя;

$P'_{\text{обр}}$  — показания измерительного блока образцового ваттметра с учетом частотного коэффициента ваттметра.

Сигнал частоты  $f_0$ , в частном случае, может быть сигналом постоянного тока (мощность замещения или мощность калибровки).

4.3.3.6. Основную погрешность на всех пределах измерения на частоте  $f_0$  (при которой погрешность поверки минимальна) определяют следующим образом:

на пределе измерения, на котором определяют частотные коэффициенты, определяют основную погрешность  $\delta(f_0)$  по п. 4.3.3.5 на трех отметках шкалы  $k$ ,  $l$  и  $m$  —  $\delta_{0k}$ ,  $\delta_{0l}$ ,  $\delta_{0m}$  и со случайной погрешностью результата измерения не более 0,2 класса точности поверяемого ваттметра или преобразователя. Определяют отклонение погрешности  $\gamma$  на отметках шкалы  $k$  и  $m$  от значения погрешности на отметке  $l$  по формулам:

$$\begin{aligned}\gamma_{0k} &= \delta_{0k} - \delta_{0l}; \\ \gamma_{0m} &= \delta_{0m} - \delta_{0l}.\end{aligned}\quad (26)$$

На той же частоте на другом пределе измерения определяют основную погрешность на отметке  $l$  —  $\delta_{1l}$  и вычисляют  $\delta_{1k}$  и  $\delta_{1m}$  по формулам:

$$\begin{aligned}\delta_{1k} &= \delta_{1l} - \delta_{0k}; \\ \delta_{1m} &= \delta_{1l} + \gamma_{0m}.\end{aligned}\quad (27)$$

Таким же образом определяют значение погрешностей на каждом  $i$ -м пределе измерения от 1-го до  $n$ -го:

$$\delta_{1l}; \delta_{1m}; \delta_{1k}; \dots \delta_{nl}; \delta_{nm}; \delta_{nk}.$$

4.3.3.7. определяют отклонение найденных значений погрешности  $\gamma_{lk}$ ,  $\gamma_{lm}$  и  $\gamma_{ll}$  от соответствующих значений  $\delta_{0k}$ ,  $\delta_{0l}$  и  $\delta_{0m}$  по формулам:

$$\begin{aligned}\gamma_{lk} &= \delta_{0k} - \delta_{lk}; \\ \gamma_{ll} &= \delta_{0l} - \delta_{ll}; \\ \gamma_{lm} &= \delta_{0m} - \delta_{lm}.\end{aligned}\quad (28)$$

4.3.3.8. Частотный коэффициент определяют по пп. 4.3.3.1—4.3.3.4 на пределе измерения, выбранном для определения  $\delta_{0k}$ ,  $\delta_{0l}$  и  $\delta_{0m}$  отметках шкалы, в которых погрешность поверки минимальна, и частотах  $f_j$  по п. 4.3.

Полученные значения частотных коэффициентов должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в паспорте на ваттметр или преобразователь конкретного типа.

4.3.3.9. Определяют отклонение  $\gamma(f_j)$  в процентах от измеренного частотного коэффициента на частотах  $f_j$  —  $\eta'(f_j)$  от

значении  $\tau(f_j)$ , указанных в НТД на Аттметр или преобразователь конкретного типа по формуле

$$\gamma(f_J) = \pm \frac{\eta'(f) - \eta(f)}{\eta'(f_J)}, \quad (29)$$

Правая часть формулы (29) берется со знаком минус для ваттметров, у которых для определения мощности СВЧ показания измерительного блока делят на значение  $\eta(f_j)$  (например МЗ-22) и со знаком плюс для ваттметров, у которых показания измерительного блока умножают на  $\eta(f_j)$  (например калибратор мощности с термисторным мостом).

4.3.3.10. Определяют основную погрешность ваттметра или преобразователя во всем частотном и динамическом диапазонах как алгебраическую сумму значений основной погрешности на частоте  $f_0$  и отклонений  $\gamma_{ik}$ ,  $\gamma_{il}$ ,  $\gamma_{im}$  и  $\gamma(f_i)$  по формулам:

$$\begin{aligned}\delta_{ikj} &= \delta(f_0)_{ik} + \gamma_{ik} + \gamma(f_j), \\ \delta_{ilj} &= \delta(f_0)_{il} + \gamma_{il} + \gamma(f_j); \\ \delta_{lmj} &= \delta(f_0)_{lm} + \gamma_{lm} + \gamma(f_j).\end{aligned}\tag{30}$$

Ваттметр или преобразователь с  $|\delta| < |\delta_{\text{пр}}|$ , где  $|\delta_{\text{пр}}|$  — модуль предельного допускаемого отклонения, если значения основной погрешности, рассчитанного по формулам, приведенным в паспорте на ваттметр или преобразователь конкретного типа для каждого  $i$ -го предела измерения на каждой  $j$ -й частоте.

4.3.3.11. Для ваттметров с выносным преобразователем в технически обоснованных случаях допускается определять для измерительного блока согласно методике его поверки и значения  $\gamma(f_j)$  определять для преобразователя по настоящему стандарту.

Основную погрешность рассчитывают

4.3.3.12. Преобразователь считают годным по формулам (30).  
 верки, если значения частотного коэффициента  $\eta'(f_i)$ , определен-  
 ные по пп. 4.3.3.1—4.3.3.4 соответствуют норме, указанной в пас-  
 порте на преобразователь конкретного типа, и удовлетворяют  
 условию

$$\frac{\eta''(f_j) - \eta'(f_i)}{\eta''(f_i)} < \sqrt{(\Delta'_{\text{NOB}})^2 + (\frac{1}{\Sigma'_{\text{NOB}}})^2}, \quad (31)$$

где  $\eta''(f_j)$ ,  $\eta'(f_j)$  — значения частотного коэффициента, указанные в паспорте по результатам предыдущей поверки и получены в результате данной поверки соответственно.

$\Delta'_{\text{пов}}$  — допускаемое значение погрешности частотного коэффициента, приведенное в НТД на преобразователь конкретного типа;  
 $\Delta''_{\text{пов}}$  — значение погрешности данной поверки.

4.3.3.13. Основная погрешность поверяемого ваттметра не должна превышать установленного допускаемого значения для ваттметра конкретного типа.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

5.1. Расчет погрешности поверки ваттметра или преобразователя по схемам, приведенным на черт. 4 и 6, проводят по формуле

$$\Delta_{\text{пов}} = \pm (\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_{\text{сл}}^2} + \gamma \Delta_p), \quad (32)$$

где  $\Delta_1$  — предел допускаемой погрешности образцового ваттметра;  $\Delta_{\text{сл}}$  — случайная погрешность измерения, определяемая по формуле

$$\Delta_{\text{сл}} = \frac{\left(\frac{P_{\text{пов}}}{P_{\text{обр}}}\right)_{\max} - \left(\frac{P_{\text{пов}}}{P_{\text{обр}}}\right)_{\min}}{\frac{1}{n} \sum \left(\frac{P_{\text{пов}}}{P_{\text{обр}}}\right)_i} \mu_n : \quad (33)$$

где  $\mu_n$  — коэффициент, зависящий от числа наблюдений  $n$  и определяемый из ряда:

$n = 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 25;$

$\mu_n = 1,0; 0,73; 0,58; 0,48; 0,37; 0,31; 0,22; 0,18;$

$\Delta_2$  — погрешность измерения  $h_{\text{пов}}$  ( $h_{\text{обр}}$ ), определяемая по формуле

$$\Delta_2 = \delta K_{\text{ст}U} \frac{K_{\text{ст}U} - 1}{K_{\text{ст}U} + 1}, \quad (34)$$

где  $\delta K_{\text{ст}U}$  — относительная погрешность измерения  $K_{\text{ст}U}$ ;

$\Delta_p$  — погрешность рассогласования, определяемая по формуле

$$|\Delta_p| = 2 |\Gamma_s| \cdot |\Gamma_n|, \quad (35)$$

где  $|\Gamma_s|$  — модуль эффективного коэффициента отражения на выходе ваттметра проходящей мощности, определяемый по п. 4.3.2;

$|\Gamma_n|$  — модуль коэффициента отражения ваттметра поглощаемой мощности, вычисляемый по формуле

$$|\Gamma_n| = \frac{K_{\text{ст}U} - 1}{K_{\text{ст}U} + 1}, \quad (36)$$

где  $K_{ctU}$  — коэффициент стоячей волны на входе ваттметра поглощаемой мощности;  
 $\gamma$  — коэффициент, зависящий от отношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_{сл}^2}}$$

и определяемый по табл. 2.

Таблица 2

| $\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_{сл}^2}}$ | 0 | 0,5  | 1    | 2    | 3    | 4    | 8    | 20   | $\infty$ |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| $\gamma$   | 0 | 0,17 | 0,46 | 0,67 | 0,76 | 0,78 | 0,88 | 0,96 | 1,0      |

5.2. Расчет погрешности поверки ваттметра или преобразователя по схемам, указанным на черт. 5 и 7, проводят по формуле

$$\Delta_{пов} = \pm (\sqrt{\Delta_{1сл}^2 + \Delta_{2сл}^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2} + \gamma \Delta_p), \quad (37)$$

где  $\Delta_{1сл}$  — случайная погрешность определения отношения показаний образцового ваттметра  $P_{обр}$  к показаниям компаратора  $P'_k$ , вычисляемое по формуле

$$\Delta_{1сл} = \frac{\left( \frac{P_{обр}}{P'_k} \right)_{max} - \left( \frac{P_{обр}}{P'_k} \right)_{min}}{\frac{1}{n} \sum \left( \frac{P_{обр}}{P'_k} \right)_t} \mu_n, \quad (38)$$

где  $\mu_n$  и  $n$  — определяют по п. 5.1;

$\Delta_{2сл}$  — случайная погрешность определения отношения показаний поверяемого ваттметра или преобразователя к показаниям компаратора, вычисляемая по формуле

$$\Delta_{2сл} = \frac{\left( \frac{P_{нап}}{P'_k} \right)_{max} - \left( \frac{P_{нап}}{P'_k} \right)_{min}}{\frac{1}{n} \sum \left( \frac{P_{нап}}{P'_k} \right)_t} \mu_n, \quad (39)$$

где  $\Delta_1$  — предел допускаемой погрешности образцового ваттметра;

$\Delta_2$  — погрешность измерения  $h_{пов}$ ,  $h_{обр}$ ,  $h_k$ , определяемая по формуле (34);

$\Delta_p$  — погрешность рассогласования, определяемая по формуле (40) при поверке ваттметра или преобразователя по

схеме, указанной на черт. 5, и по формуле (42) при поверке ваттметра по схеме, указанной на черт. 7.

$$\Delta p = 2|\Gamma_k|(|\Gamma_{обр}| + |\Gamma_n|), \quad (40)$$

где  $|\Gamma_k|$  — модуль эффективного коэффициента отражения компаратора;

$|\Gamma_{обр}|$  — модуль коэффициента отражения образцового ваттметра, определяемый по формуле

$$|\Gamma_{обр}| = \frac{K_{стU_{обр}} - 1}{K_{стU_{обр}} + \gamma}, \quad (41)$$

где  $K_{стU_{обр}}$  — коэффициент стоячей волны образцового ваттметра;

$|\Gamma_n|$  — модуль коэффициента отражения поверяемого ваттметра или преобразователя, определяемый по формуле (36);

$\gamma$  — коэффициент, зависящий от отношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{1c,a}^2 + \Delta_{2c,a}^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2}}$$

и определяемый по табл. 3

Таблица 3

| $\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{1c,a}^2 + \Delta_{2c,a}^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2}}$ | 0 | 1    | 2    | 3    | 4    | 8   | 20   | $\infty$ |
|--|---|------|------|------|------|-----|------|----------|
| $\gamma$   | 0 | 0,25 | 0,49 | 0,61 | 0,66 | 0,8 | 0,92 | 1,0      |

Погрешность рассогласования  $\Delta_p$  при поверке ваттметров по схеме, указанной на черт. 7, рассчитывают по формуле

$$\Delta_p = 2|\Gamma_k|(|\Gamma_{обр}| + |\Gamma_n|), \quad (42)$$

где  $|\Gamma_k|$  — модуль коэффициента отражения компаратора;

$|\Gamma_{обр}|$  — модуль эффективного коэффициента отражения образцового ваттметра, определяемый по п 432;

$|\Gamma_n|$  — модуль эффективного коэффициента отражения поверяемого ваттметра, определяемый по п 432

5.3 Погрешность не должна превышать погрешности поверяемого ваттметра или преобразователя.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Электротехнические изделия, входящие в состав средств поверки ваттметров и их преобразователей, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75.

6.2. Напряженность магнитного поля на рабочих местах и в местах нахождения персонала при проведении поверок ваттметров должна соответствовать установленной в ГОСТ 12.1.006—76.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. На ваттметры СВЧ малой мощности и их первичные измерительные преобразователи, удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, выдают свидетельство о поверке. Результаты поверки заносят в паспорт или свидетельство о поверке по форме, приведенной в обязательном приложении 3.

7.2. На ваттметры СВЧ малой мощности с выносными измерительными преобразователями в свидетельстве о поверке или паспорте должны быть указаны типы и номера выносных измерительных преобразователей, которые подвергались поверке.

7.3. Ваттметры СВЧ малой мощности и их первичные измерительные преобразователи, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, в обращение не допускаются и на них выдают справку с указанием причин исправности.

---

**ПРИЛОЖЕНИЕ I**  
**Обязательное**

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ  
ВАТТМЕТРА ПРОХОДЯЩЕЙ (ПОГЛОЩАЕМОЙ)  
МОЩНОСТИ ТИПА \_\_\_\_\_**

Метод поверки: непосредственное сличение с образцовым

ваттметром типа \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Средства измерений:

генератор СВЧ \_\_\_\_\_

образцовый ваттметр \_\_\_\_\_

индикатор \_\_\_\_\_

цифровой вольтметр \_\_\_\_\_

ферритовый вентиль \_\_\_\_\_

$f =$  \_\_\_\_\_ ГГц,  $K_{ct\ U\ обр} =$  \_\_\_\_\_;  $K_{ct\ U\ пов} =$  \_\_\_\_\_

| Номер наблюдения | Мощность образцового ваттметра $P_{обр}$ , Вт | Мощность поверяемого ваттметра $P_{пов}$ , Вт | Отношение $P_{пов}/P_{обр}$ |
|------------------|---|---|-----------------------------|
| 1                | _____   | _____   | _____                       |
| 2                | _____   | _____   | _____                       |
| 3                | _____   | _____   | _____                       |
| 4                | _____   | _____   | _____                       |
| 5                | _____   | _____   | _____                       |

Среднее значение

Вывод о пригодности \_\_\_\_\_

Подпись поверителя \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Обязательное

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ  
ВАТТМЕТРА ПРОХОДЯЩЕЙ (ПОГЛОЩАЕМОЙ)  
МОЩНОСТИ ТИПА \_\_\_\_\_**

Метод поверки: сличение при помощи компаратора с образцовым  
ваттметром типа \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Средства измерений:

генератор СВЧ \_\_\_\_\_

частотометр \_\_\_\_\_

компаратор \_\_\_\_\_

образцовый ваттметр \_\_\_\_\_

ферритовый вентиль \_\_\_\_\_

цифровой вольтметр \_\_\_\_\_

$f =$  \_\_\_\_\_ ГГц,  $K_{ct\ U\ обр} =$  \_\_\_\_\_;  $K_{ct\ U\ пов} = |\Gamma_3| k =$  \_\_\_\_\_

| Номер наблюдения | Мощность компаратора $P_k$ , Вт | Мощность образцового ваттметра $P_{обр}$ , Вт | Отношение $P_{обр}/P_k$ | Мощность компаратора $P_k$ , Вт | Мощность поверяемого ваттметра $P_{пов}$ , Вт | Отношение $P_{пов}/P_k$ |
|------------------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|
| 1                | _____                           | _____   | _____                   | _____                           | _____   | _____                   |
| 2                | _____                           | _____   | _____                   | _____                           | _____   | _____                   |
| 3                | _____                           | _____   | _____                   | _____                           | _____   | _____                   |
| 4                | _____                           | _____   | _____                   | _____                           | _____   | _____                   |
| 5                | Среднее значение                |   |                         | Среднее значение                |   |                         |

Вывод о пригодности \_\_\_\_\_

Подпись госпроверителя \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
Обязательное

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ  
ВАТТМЕТРА ИЛИ ПЕРВИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
ПРОХОДЯЩЕЙ (ПОГЛОЩАЕМОЙ)  
МОЩНОСТИ ТИПА \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_**

| $f$ , ГГц | $K_{ct} U^{(F_3)}$ | $K_3(K_\Pi)$ |
|-----------|--------------------|--------------|
|           |                    |              |

Вывод о пригодности \_\_\_\_\_

Подпись поверителя \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
Справочное

**ПОЯСНЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАСТОЯЩЕМ СТАНДАРТЕ**

Ваттметр СВЧ — прибор для измерения мощности СВЧ, шкала которого отградуирована в единицах мощности

Измерительный блок ваттметра СВЧ — составная часть ваттметра с выносным первичным измерительным преобразователем (ПИП), предназначенным для преобразования, усиления и индикации сигнала первичного измерительного преобразователя

Частотный коэффициент ваттметра СВЧ — число, зависящее от частоты, на которое следует умножить или разделить показания измерительного блока ваттметра СВЧ, или ПИП для определения результата измерения мощности СВЧ на этой частоте

Калибровочный коэффициент ваттметра проходящей мощности ( $K_k$ ) — частотный коэффициент, определяемый относительно мощности СВЧ, падающей на вход или выход ваттметра.

Коэффициент эффективности ваттметра или ПИП ( $K_e$ ) — частотный коэффициент определяемый относительно мощности, поглощенной ваттметром. Для типовых ваттметров и ПИП с замещением или калибровкой ( $K_e$ ) численно равен отношению коэффициента преобразования на СВЧ —  $K_{n\sim}$  — к коэффициенту преобразования на постоянном токе или токе низкой частоты  $K_{n=}$ .

**Эффективный коэффициент отражения**  $\Gamma_{\text{э}}$  ваттметра проходящей мощности — число, которое необходимо подставить в формулу  
$$\Delta_p = 2|\Gamma_n| |\Gamma_{\text{э}}|$$
 для расчета погрешности рассогласования при измерении мощности ваттметром проходящей мощности  $|\Gamma_n|$  — коэффициент отражения устройства, подключенного к выходу ваттметра проходящей мощности.

Редактор *A. В. Цыганкова*  
Технический редактор *O. Н. Никитина*  
Корректор *B. В. Лобачева*

Сдано в наб. 26 07 80 Подп к печ. 02 10 80 1,75 п л 1,84 уч-изд л. Тир 15000 Цена 10 коп.  
Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул Московская, 256 Зак 2304

## ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

| Величина                  | Единица      |             |               |
|---------------------------|--------------|-------------|---------------|
|                           | Наименование | Обозначение |               |
|                           |              | русское     | международное |
| ДЛИНА                     | метр         | м           | м             |
| МАССА                     | килограмм    | кг          | kg            |
| ВРЕМЯ                     | секунда      | с           | s             |
| СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА  | ампер        | А           | A             |
| ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ         |              |             |               |
| ТЕМПЕРАТУРА               | кельвин      | К           | K             |
| КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА       | моль         | моль        | mol           |
| СИЛА СВЕТА                | кандела      | кд          | cd            |
| ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ |              |             |               |
| Плоский угол              | радиан       | рад         | rad           |
| Телесный угол             | стерадиан    | ср          | sr            |

## ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

| Величина  | Единица      |             | Выражение производной единицы |  |
|---|--------------|-------------|-------------------------------|--|
|   | наименование | обозначение | через другие единицы СИ       | через основные единицы СИ  |
| Частота   | герц         | Гц          | —                             | $\text{с}^{-1}$  |
| Сила  | ньютон       | Н           | —                             | $\text{м}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$                       |
| Давление  | паскаль      | Па          | $\text{Н}/\text{м}^2$         | $\text{м}^{-1}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$                  |
| Энергия, работа, количество теплоты               | дюйуль       | Дж          | $\text{Н}\cdot\text{м}$       | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$                     |
| Мощность, поток энергии                           | вatt         | Вт          | $\text{Дж}/\text{с}$          | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}$                     |
| Количество электричества, электрический заряд     | кулон        | Кл          | $\text{А}\cdot\text{с}$       | $\text{с}\cdot\text{А}$  |
| Электрическое напряжение, электрический потенциал | вольт        | В           | $\text{Вт}/\text{А}$          | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-1}$   |
| Электрическая емкость                             | фарад        | Ф           | $\text{Кл}/\text{В}$          | $\text{м}^{-2}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^4\cdot\text{А}^2$ |
| Электрическое сопротивление                       | ом           | Ом          | $\text{В}/\text{А}$           | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-2}$   |
| Электрическая проводимость                        | сименс       | См          | $\text{А}/\text{В}$           | $\text{м}^{-2}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^3\cdot\text{А}^2$ |
| Поток магнитной индукции                          | вебер        | Вб          | $\text{В}\cdot\text{с}$       | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$   |
| Магнитная индукция                                | tesла        | Тл          | $\text{Вб}/\text{м}^2$        | $\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$                  |
| Индуктивность                                     | генри        | Гн          | $\text{Вб}/\text{А}$          | $\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-2}$   |
| Световой поток                                    | люмен        | Лм          | —                             | $\text{кд}\cdot\text{ср}$  |
| Освещенность                                      | люкс         | Лк          | —                             | $\text{м}^{-2}\cdot\text{кд}\cdot\text{ср}$                      |
| Активность изотопа                                | беккерель    | Бк          | —                             | $\text{с}^{-1}$  |
| Доза излучения                                    | грей         | Гр          | —                             | $\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$                                   |

\* В эти два выражения входит, наравне с основными единицами СИ, дополнительная единица — стерадиан.