

7414

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ГНИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ



А. Ю. Кузин

2006 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

**ВАТТМЕТР СВЧ С БЛОКОМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ Я2-114  
И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ТМ03R**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

г. Мытищи,  
2006 г.

## 1 Общие сведения

1.1 Данная методика распространяется на ваттметр СВЧ с блоком измерительным Я2-114 и преобразователем измерительным ТМ03R (далее – ваттметр), фирмы «Elmika», Литва, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

## 2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки ваттметр должен быть выдержан при комнатной температуре не менее 2 часов.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

| Операции поверки   | Номер пункта методики | Обязательность поверки параметров |                       |
|--|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|  |                       | первичная поверка                 | периодическая поверка |
| 1 Внешний осмотр   | 8.1                   | да                                | да                    |
| 2 Опробование  | 8.2                   | да                                | да                    |
| 3 Определение метрологических характеристик  | 8.3                   | да                                | да                    |
| 3.1 Проверка присоединительных размеров волнового соединителя преобразователя измерительного   | 8.3.1                 | да                                | да                    |
| 3.2 Проверка КСВН входа преобразователя измерительного   | 8.3.2                 | да                                | да                    |
| 3.3 Проверка нестабильности показаний во времени в установившемся режиме, включая «дрейф электрического нуля», в нормальных условиях | 8.3.3                 | да                                | да                    |
| 3.4 Определение относительной погрешности измерения мощности, без учета погрешности рассогласования                                  | 8.3.4                 | да                                | да                    |

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в табл. 2.

3.2 Все средства измерений применяемые при поверке должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2.

| № пункта методики поверки | Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура   |
|---------------------------|---|
| 1                         | 2   |
| 8.3.1                     | Измерительный микроскоп УИМ-23 (погрешность не более $\pm 0,005$ мм).   |
| 8.3.2                     | Генератор сигналов высокочастотный Г4-183 (диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 0,3$ дБ), линия измерительная Р1-41 (диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, погрешность измерений не более $5K+2$ %), измеритель отношений напряжений В8-7 (диапазон измеряемых напряжений 60 дБ, погрешность декадного делителя 1,5 %). |

| 1     | 2   |
|-------|---|
| 8.3.3 | Генератор сигналов высокочастотный Г4-183, переносчик частоты РЧ5-29 (диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 1 \times 10^{-6}$ ), аттенюатор АР-07 из комплекта линии измерительной Р1-41, прибор для поверки ваттметров Н7-1/1 (диапазон частот от 78,33 до 118,1 ГГц, погрешность измерения мощности 2,5 %). |
| 8.3.4 | Генератор сигналов высокочастотный Г4-183, переносчик частоты РЧ5-29, аттенюатор АР-07 из комплекта линии измерительной Р1-41, прибор для поверки ваттметров Н7-1/1.  |

Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в табл. 2.

#### 4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки ваттметра допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

#### 5 Требования безопасности

5.1 К работе с ваттметром допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

#### 6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях.

|   |  |
|---|--|
| Температура окружающего воздуха, °С   | $20 \pm 5$ .                           |
| Относительная влажность воздуха, %  | $65 \pm 15$ .                          |
| Атмосферное давление, кПа   | $100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ мм рт ст.). |
| Напряжение питания от сети переменного тока частотой ( $50 \pm 0,5$ ) Гц, В | $220 \pm 5$ .                          |

#### 7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

- провести (если необходимо) расконсервацию и техническое обслуживание ваттметра, проверить исправность кабелей, провести внешний осмотр ваттметра, убедиться в отсутствии механических повреждений и неисправностей;
- проверить комплектность поверяемого ваттметра;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в технической документации).

#### 8 Проведение поверки

##### 8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром установить соответствие ваттметра требованиям эксплуатационной документации. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов, наличие и целостность печатей и пломб.

Ваттметр, имеющий дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.



## 8.2 Опробование

Опробование провести в соответствии с руководством по эксплуатации.

При опробовании убедиться в положительных результатах установки нуля, калибровки, установки калибровочных коэффициентов, а также отображение на индикаторе блока измерительного результатов измерений при подаче мощности СВЧ. Проверку работоспособности проводить на всех возможных пределах измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если проверка на работоспособность прошла успешно, в противном случае ваттметр бракуется и отправляется в ремонт.

## 8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Проверка присоединительных размеров волноводного соединителя преобразователя измерительного.

Соответствие присоединительных размеров определить сличением основных размеров с указанными в ГОСТ РВ 51914-2002 (с использованием измерительного микроскопа УИМ-23). Присоединительные размеры должны соответствовать волноводному соединителю 2,4×1,2 мм в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если присоединительные размеры волноводного соединителя соответствуют ГОСТ РВ 51914-2002.

### 8.3.2 Проверка КСВН входа преобразователя измерительного.

Проверку КСВН входа преобразователя измерительного проводить на частотах 78,33; 80,00; 90,00; 100,0; 118,1 ГГц, в следующей последовательности:

- собрать схему, представленную на рис.1;
- провести измерения в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации измерительной линии P1-41.



Рис.1

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значение КСВН входа преобразователя измерительного не более 2,5.

8.3.3 Проверка нестабильности показаний во времени в установившемся режиме, включая «дрейф электрического нуля», в нормальных условиях

Определение нестабильности показаний прибора во времени в установившемся режиме, включая «дрейф электрического нуля» в нормальных условиях проводят в следующей последовательности:

- собрать схему в соответствии с рис. 2;
- включить блок, потянув рычаг «Сеть» на себя; при этом должен высвечиваться индикатор «ЗО», а на основном табло блока - символ «FF- ».
- набрать с помощью клавиатуры номер частотного диапазона «11» и нажать кнопку «ввод», при этом должен высвечиваться индикатор «сопротивление», должен мигать индикатор «Ω», а на основном табло блока должны высвечиваться символы «СОПР-»;

- набрать с помощью клавиатуры значение рабочего сопротивления термистора «240» и нажать кнопку «ВВОД», при этом на основном табло блока должно появиться изображение пунктирной линии «-----» и должен включиться световой индикатор «mW», а на вспомогательном табло должно индцироваться время работы блока от момента включения (в минутах и секундах), через 20 мин должен начать мигать световой индикатор «установка нуля» и должен высвечиваться индикатор «30»;

- нажать кнопку «нуль», при этом гаснет индикатор «30», высвечивается индикатор «установка нуля», режим установки должен длиться от 5 до 10 с, после чего продолжается самопрогрев блока (высвечиваются индикаторы «30» и «ИЗМЕРЕНИЕ»), через 10 минут световой индикатор «УСТАНОВКА НУЛЯ» должен начать мигать повторно;

- нажать еще раз кнопку «НУЛЬ», в режиме установки нуля должен высвечиваться индикатор «УСТАНОВКА НУЛЯ», после окончания режима установки нуля блок должен перейти в режим измерений мощности с учетом дрейфа мощности замещения (должны светиться световые индикаторы «ИЗМЕРЕНИЕ», «УЧЕТ ДРЕЙФА»), а на основном табло блока должно индцироваться значение мощности замещения в милливаттах;

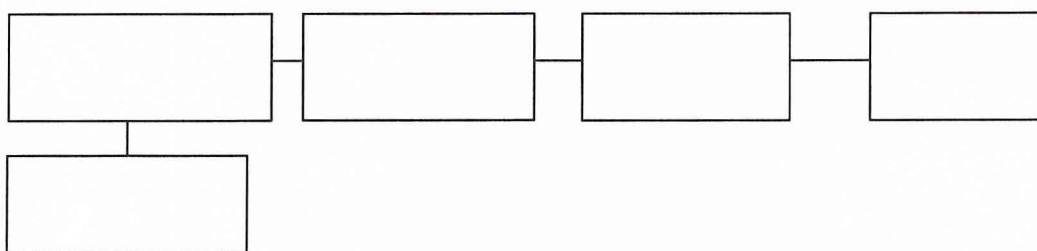


Рис. 2

- установить частоту генератора СВЧ  $f_g$  равную верхнему значению рабочего диапазона частот ваттметра и уровень мощности генератора СВЧ  $P_{on} = 2$  мВт;

- включить мощность СВЧ и после установления показаний в течение 10 минут через каждую минуту записывать показания ваттметра;

- выключить мощность СВЧ.

Для каждого интервала времени рассчитать нестабильность показаний во времени по формуле 1:

$$\alpha = \frac{\Delta P}{T}, \quad (1)$$

где,  $\Delta P$  – абсолютное значение разности между соседними показаниями ваттметра в начале и в конце каждого интервала;

$T$  – интервал времени, мин.

Среднее значение нестабильности показаний ваттметра определить как среднее арифметическое для всех интервалов времени.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если нестабильности показаний во времени в установившемся режиме не превышают 0,1 мВт/мин.

#### 8.3. 4 Определение относительной погрешности измерения мощности, без учета погрешности рассогласования

Определение относительной погрешности измерения мощности ваттметра, без учета погрешности рассогласования проводить в следующем порядке:

- собрать схему в соответствии с рис. 2.



- включить блок, потянув рычаг «Сеть» на себя; при этом должен высвечиваться индикатор «ЗО», а на основном табло блока - символ «FF- ».

- набрать с помощью клавиатуры номер частотного диапазона «11» и нажать кнопку «ввод», при этом должен высвечиваться индикатор «сопротивление», должен мигать индикатор «Ω», а на основном табло блока должны высвечиваться символы «СОПР-»;ъ

- набрать с помощью клавиатуры значение рабочего сопротивления термистора «240 » и нажать кнопку «ВВОД»; при этом на основном табло блока должно появиться изображение пунктирной линии «-----» и должен включиться световой индикатор «mW», а на вспомогательном табло должно индицироваться время работы блока от момента включения (в минутах и секундах), через 20 мин должен начать мигать световой индикатор «установка нуля» и должен высвечиваться индикатор «ЗО»;

- нажать кнопку «ноль», при этом гаснет индикатор «ЗО», высвечивается индикатор «установка нуля», режим установки должен длиться 5-10 с, после чего продолжается самопрогрев блока (высвечиваются индикаторы «ЗО» и «ИЗМЕРЕНИЕ»), через 10 минут световой индикатор «УСТАНОВКА НУЛЯ» должен начать мигать повторно;

- нажать еще раз кнопку «НУЛЬ», в режиме установки нуля должен высвечиваться индикатор «УСТАНОВКА НУЛЯ», после окончания режима установки нуля блок должен перейти в режим измерения мощности с учетом дрейфа мощности замещения (должны светиться световые индикаторы «ИЗМЕРЕНИЕ», «УЧЕТ ДРЕЙФА»), а на основном табло блока должно индицироваться значение мощности замещения в милливаттах;

- установить частоту генератора СВЧ  $f_{on} = 95,00$  ГГц, уровень мощности  $P_{on} = 2$  мВт;

- включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания ваттметра и рабочего эталона;

- выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности ваттметром  $P_n$  и рабочим эталоном  $P_o$ .

Повторить определение отношения  $P_n/P_o$  несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение  $(P_n/P_o)_{cp}$ .

Рассчитать случайную погрешность  $\delta_{сл}$  по формуле 2:

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{макс} - (P_n / P_o)_{мин}}{(P_n / P_o)_{cp}} * \mu_n, \quad (2)$$

где  $\mu_n$  – коэффициент, зависящий от числа наблюдений n и определяемый по табл. 3.

Таблица 3.

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

Погрешность  $\delta_{сл}$  не должна превышать 0,2 от класса точности ваттметра.

Определить составляющую погрешности измерений мощности  $\delta_{i1}$ , зависящую от уровня мощности на опорной частоте  $f_{on} = 95,00$  ГГц и уровнях мощности (1; 3; 5) мВт, по формуле 3:

$$\delta_{i1} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100, \% \quad (3)$$

где  $(P_n/P_o)_{срi}$  - среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности ваттметром и рабочим эталоном.

Определить составляющую погрешности измерений мощности  $\delta_{1j}$ , зависящую от частоты, на опорном значении мощности  $P_{on} = 1$  мВт и частотах  $f_i = (78,33; 80,00; 85,00; 90,00;$

тоты, на опорном значении мощности  $P_{on} = 1$  мВт и частотах  $f_i = (78,33; 80,00; 85,00; 90,00; 95,00; 100,0; 105,0; 115,0; 118,1)$  ГГц по формуле 4:

$$\delta_{1j} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100, \% \quad (4)$$

где  $(P_n/P_o)_{срi}$  - среднее арифметическое значение отношения  $(P_n/P_o)$  для  $m$  частот  $f_i$  ( $m$  результатов).

По результатам расчетов определить максимальные значения составляющих погрешности измерения мощности ваттметра  $\delta_{i1} = \delta_{i1max}$  и  $\delta_{1j} = \delta_{1jmax}$ .

Значения  $\delta_{i1max}$  и  $\delta_{1jmax}$  не должны превышать значение погрешности измерений ( $\delta_{из}$ ) определяемое по формуле 5:

$$\delta_{из} = \pm \sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_{рз}^2}, \% \quad (5)$$

где  $\delta_{сл}$  - случайная погрешность;

$\delta_{рз}$  - относительная погрешность рабочего эталона;

Расчетное значение погрешности измерений ( $\delta_{из}$ ) не должно превышать 0,8 класса точности ваттметра.

Относительную погрешность измерений мощности ваттметра рассчитать по формуле 6:

$$\delta_{в} = \delta_{i1max} + \delta_{1jmax} - \delta_{11}\%, \quad (6)$$

где:  $\delta_{11}$  – значение погрешности на опорном уровне мощности при опорной частоте;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение  $|\delta_{в}|$  не превышает 0,8 от предела допускаемой относительной погрешности измерений мощности, определяемой по эксплуатационно-технической документации.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается владельцу преобразователей.

9.2 При отрицательных результатах поверки применение ваттметра запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ  
«Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Младший научный сотрудник ГЦИ СИ  
«Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



В.Л. Воронов



А.А. Закутин