

1414
УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ 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 ± 5 .
Относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 .
Атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт.ст.).
Напряжение питания от сети переменного тока частотой ($50 \pm 0,5$) Гц, В	220 ± 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 Р1-41.

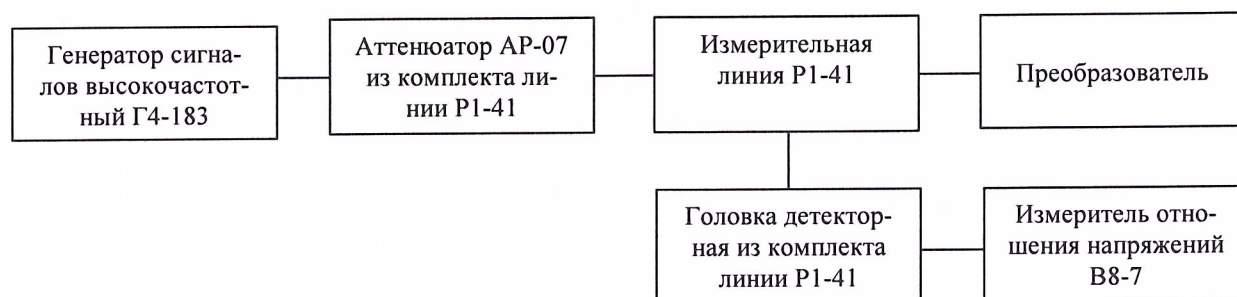


Рис.1

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 индизироваться 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 «нуль», при этом гаснет индикатор «ЗО», высвечивается индикатор «установка нуля», режим установки должен длиться от 5 до 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 измерений мощности с учетом дрейфа мощности замещения (должны светиться световые индикаторы «ИЗМЕРЕНИЕ», «УЧЕТ ДРЕЙФА»), а на основном табло блока должно индизироваться значение мощности замещения в милливаттах;

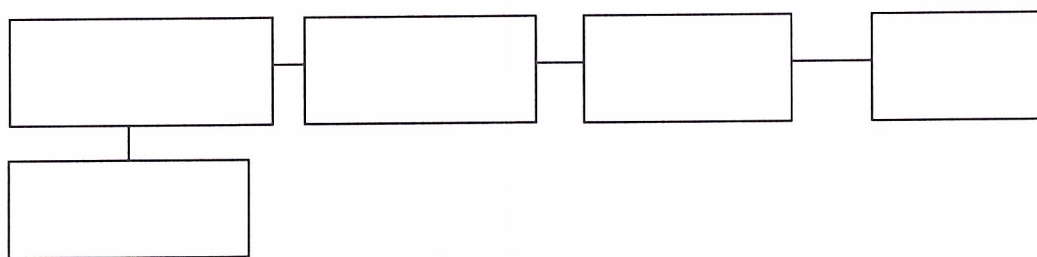


Рис. 2

- установить частоту генератора СВЧ f_s 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, ΔP – 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 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 «ЗО»;

- нажать кнопку «нуль», 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 «УСАНОВКА НУЛЯ» должен начать мигать повторно;

- нажать еще раз кнопку «НУЛЬ», в режиме установки нуля должен высвечиваться индикатор «УСАНОВКА 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 индцироваться 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:

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

где μ_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 μ_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 δ_{i1} , зависящую от уровня мощности на опорной частоте $f_{on} = 95,00$ ГГц и уровнях мощности (1; 3; 5) мВт, по формуле 3:

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

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

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{ij} , 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 δ_{i1max} и δ_{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: δ_{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 ГНИИ МО РФ

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



В.Л. Воронов

А.А. Закутин