

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ ФБУ
«ГНМЦ Минобороны России»



В.В. Швыдун

« 28 » 2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**Преобразователи измерительные СВЧ 55006, 55318, 55518
фирмы «Boonton electronics», США**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

л.р. 62763-15

2015 г.

1 Общие сведения

1.1 Данная методика распространяется на преобразователи измерительные СВЧ 55006, 55318, 55518 (далее – преобразователь измерительный), фирмы «Boonton», США, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

1.2 Интервал между поверками - один год.

2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки преобразователь измерительный должен быть прогрет в течение не менее 30 минут. Время прогрева поверяемого оборудования установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 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 (МХ)	8.3		
3.1 Проверка присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа	8.3.2	да	да
3.3 Определение относительной погрешности измерений мощности	8.3.3	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используются средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

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

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-3,5: пределы допускаемой абсолютной погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности индикаторов часового типа $\pm 0,02$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности устройств измерения несоосности $\pm 0,03$ мм
8.3.2	Анализатор цепей векторный N5244A с комплектом калибровочных наборов 58056K: диапазон рабочих частот от 0,01 до 43 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 3K$ %, где K – измеряемое значение КСВН
8.3.3	Генератор сигналов E8257D с опциями 550, UNW, 1EU (рег. № 36797-08): диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц (опция 550), выходная мощность не менее 100 мВт (опция 1EU), время нарастания фронта на частоте 500 МГц в режиме модуляции короткими импульсами (опция UNW), 6 нс; Калибратор мощности СВЧ NRPC18, диапазон частот от 0,01 до 18 ГГц,

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
	тип соединителя N, диапазон измерений мощности от 10^{-2} до 10^2 Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 1,6\%$

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

4 Требования к квалификации поверителей

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

5 Требования безопасности

5.1 К работе с преобразователем измерительным допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, 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 ± 0,5) Гц, В	220 ± 5.

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовить средства измерений к работе в соответствии с РЭ.

7.2 Поверитель должен изучить техническую документацию изготовителя (ТД) поверяемого преобразователя измерительного и РЭ используемых средств поверки.

7.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого преобразователя измерительного для проведения поверки (наличие интерфейсного кабеля, кабеля синхронизации и пр.);

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в ТД).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром установить соответствие преобразователя измерительного требованиям эксплуатационной документации. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, четкость обозначений, наличие и целостность печатей и пломб.

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

8.2 Опробование

Выполнить требования п.8.3.1.

При опробовании убедиться в положительных результатах самоконтроля следующим образом:

подключить преобразователь измерительный к блоку индикации (ноутбук, ПЭВМ) с установленным прикладным программным обеспечением (ППО) «Boonton Peak Power Analyzer Suite»;

собрать схему, представленную на рисунке 3;

установить на генераторе сигналов E8257D частоту сигнала 500 МГц;

установить на генераторе сигналов E8257D уровень мощности 1 мВт, режим модуляции «Mod On/Off» в положение «Off»;

в ППО «Boonton Peak Power Analyzer Suite»:

режим запуска триггера – «внутренний» («Trigger Control» → «Source» → «CH1»);

режим захвата триггера - «авто» («Trigger Control» → «Mode» → «AutoLevel»);

режим отображения – «Ватты» («Canel Control» → «Units» → «Watts»);

Результаты поверки считать положительными, если в разделе «Marker Measurements», параметр «MkrLvl1» отображает значение близкое 1 мВт).

8.3 Определение МХ

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей

Соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя определять в следующей последовательности:

для коаксиального соединителя тип III по ГОСТ 13317-89 (вариант 3) проводить контроль размера A $5.258^{+0.102}$ (мм) с использованием комплекта КИСК-7 согласно рисунку 1;

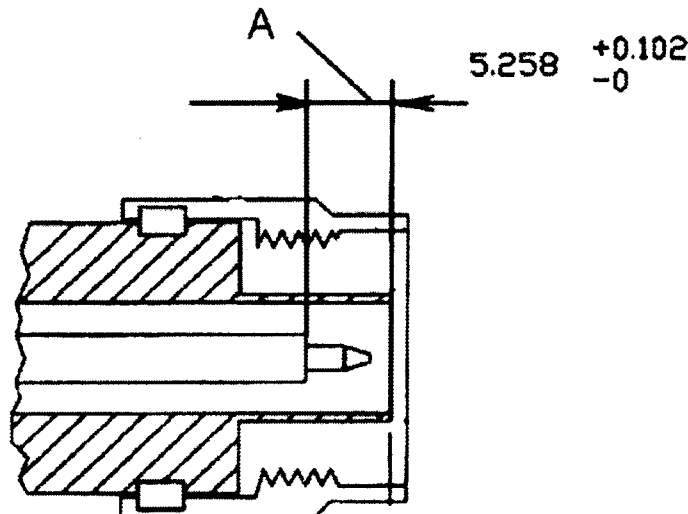


Рисунок 1

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения не выходят за указанные допуски.

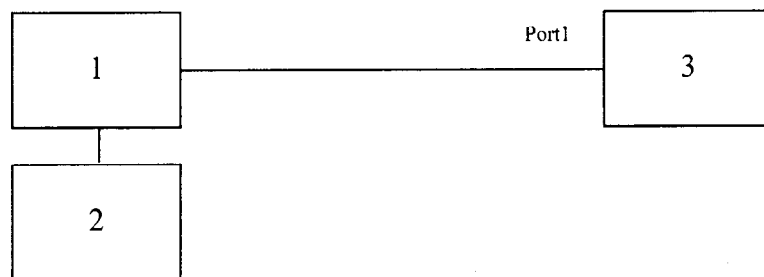
При отрицательных результатах применение преобразователя измерительного запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

8.3.2 Определение КСВН входа

Измерения КСВН проводить по схеме, представленной на рисунке 2, в следующей последовательности:

собрать схему, изображенную на рисунке 2;

подготовить анализатор цепей векторный N5244A (ВАЦ) к работе с коаксиальным соединителем тип III «розетка» по ГОСТ 13317-89 (вариант 3) в соответствии с эксплуатационно-технической документацией (ЭТД).



- 1 – преобразователь измерительный;
 2 – блок индикации (ПЭВМ);
 3 – анализатор цепей векторный N5244A

Рисунок 2

провести измерения модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$ (режим SWR) в соответствии с ЭТД на ВАЦ;

записать максимальные значения $|S_{11}|$, полученные на интервалах, указанных в столбце № 2 таблицы 3 для соответствующего преобразователя измерительного.

Результаты поверки считать положительными, если значения $|S_{11}|$ не превышают значений, указанных в столбце № 3 таблицы 3.

Таблица 3

Тип преобразователя	Диапазон частот	Максимально допустимое значение $ S_{11} $ (КСВН)
1	2	3
55006	от 0,05 до 6,0 ГГц	1,25
55318	от 0,05 до 2,0 ГГц включ.	1,15
	св. 2,0 до 16,0 ГГц включ.	1,28
	св. 16,0 до 18,0 ГГц включ.	1,34
55518	от 0,05 до 2,0 ГГц включ.	1,15
	св. 2,0 до 6,0 ГГц включ.	1,20
	св. 6,0 до 16,0 ГГц включ.	1,28
	св. 16,0 до 18,0 ГГц включ.	1,34

8.3.3 Определение относительной погрешности измерений мощности

8.3.3.1 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений мощности проводить по схеме согласно рисунку 3 в следующей последовательности:

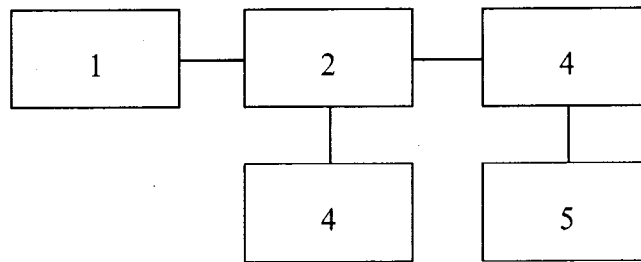
собрать схему, представленную на рисунке 3, используя преобразователь измерительный;

для преобразователя измерительного 55006 установить частоту f_{ω} , равную 6 ГГц (для преобразователей измерительных 55318 и 55518 – 18 ГГц) и мощность сигнала СВЧ $P_{от} = 1$ мВт, по показаниям калибратора мощности;

установить в ППО режим измерения средней мощности;

включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания преобразователя измерительного и калибратора мощности;

выключить мощность СВЧ;



- 1 – генератор сигналов E8257D;
 2 – калибратор мощности NRPC18 (далее – калибратор мощности);
 3 – блок индикации калибратора мощности;
 4 – преобразователь измерительный;
 5 – блок индикации преобразователя измерительного;

Рисунок 3

определить отношение результатов измерений мощности преобразователем измерительным P_n и калибратора мощности P_o ;

повторить определение отношения P_n/P_o 10 раз и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.

Рассчитать случайную составляющую относительной погрешности измерений мощности $(\delta_{сл})$ по формуле:

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n/P_o)_{макс} - (P_n/P_o)_{мин}}{(P_n/P_o)_{cp}} \cdot 0,31, \quad (1)$$

Погрешность $\delta_{сл}$ не должна превышать 1 %.

8.3.3.2 Определение составляющей погрешности измерений мощности δ_{Fj} , зависящей от частоты, на опорном значении мощности 1 мВт проводить по схеме, представленной на рисунке 3, в следующей последовательности:

установить в ППО «Boonton Peak Power Analyzer Suite» режим измерения средней мощности;

установить мощность СВЧ сигнала генератора сигналов E8257D $P_{on} = 1$ мВт, по показаниям калибратора мощности и частоту 50 МГц;

установить рабочую частоту преобразователя измерительного в ППО «Boonton Peak Power Analyzer Suite» («Canel Control» → «Sensor» → «Frequency»);

выключить выходную мощность генератора сигналов E8257D;

провести установку нуля преобразователя измерительного и калибратора мощности;

включить мощность СВЧ на генераторе E8257D и после установления показаний одновременно отсчитать показания преобразователя измерительного (P_n) и калибратора мощности (P_o);

выключить мощность СВЧ и определить отношение P_n/P_o .

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

Рассчитать составляющую погрешности измерений мощности $\delta_{Fj}, j=\overline{1, m}$ (m - номер максимальной частоты для таблицы 4), зависящую от значения частоты, на опорном значении мощности 1 мВт и частотах F_j , указанных в таблице 4, по формуле:

$$\delta_{F_j} = [(P_n / P_o)_{cpj} - 1] \cdot 100, \% \quad (2)$$

где $(P_n/P_o)_{cpj}$ – среднее арифметическое значение отношения (P_n/P_o) для j -частоты;

Таблица 4

Тип измерительного преобразователя	Частота F_j , ГГц
55006	0,05; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0.
55318, 55518	0,05; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18.

Погрешность рассогласования δ_p рассчитать по формуле:

$$\delta_p = 2 \cdot |\Gamma_o| \cdot |\Gamma_n| \cdot 100, \% \quad (3)$$

где $|\Gamma_o|$ – модуль эффективного коэффициента отражения выхода калибратора мощности;
 $|\Gamma_n|$ – модуль коэффициента отражения преобразователя измерительного:

$$|\Gamma_n| = \frac{K - 1}{K + 1} \quad (4)$$

где K – КСВН;

Для каждой частоты F_j , определяют погрешность измерений ($\delta_{из}$) по формуле:

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

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

δ_K – предел допускаемой относительной погрешности калибратора мощности;

γ – коэффициент, зависящий от соотношения:

$$\frac{3\Delta_p}{\delta_{сл}^2 + \delta_K^2} \quad (6)$$

и определяемый по таблице 5.

Таблица 5

Значение параметра $\frac{3\Delta_p}{\delta_{сл}^2 + \delta_K^2}$	0	1	2	4	6	8	10	∞
Значение коэффициента γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98	1

Расчетное значение погрешности измерений ($\delta_{из}$) не должно превышать 0,8 предела допускаемой погрешности измерений мощности преобразователя измерительного.

Результаты поверки считать положительными, если все значения δ_{F_j} находятся в границах $\pm 7\%$.

9 Оформление результатов поверки

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

владельцу преобразователя измерительного.

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

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

В.В. Хижняк

Начальник лаборатории
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

А.А. Закутин