



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ФГУП «СНИИМ»
Е.С. Коптев

«11» 09 2017

НАБОРЫ МЕР НЗМ

Методика поверки

МП-125-РА.RU.310556-2018

Содержание

1	Общие указания	3
2	Операции поверки	3
3	Средства поверки.....	4
4	Требования безопасности	4
5	Условия проведения поверки	5
6	Подготовка к поверке.....	5
7	Проведение поверки.....	5
8	Оформление результатов поверки	12
	Приложение А	12

1 Общие указания

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки наборов мер НЗМ (далее наборы мер).

1.2 Методика поверки разработана на основе требований ГОСТ Р 8.597 и ГОСТ 8.249.

1.3 Проверка набора мер проводится органами метрологической службы, аккредитованными на право поверки в установленном порядке. Интервал между поверками 12 месяцев.

1.4 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в документе: «Наборы мер НЗМ. Паспорт».

1.5 Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки, приведен в приложении А.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки следует выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	+	+
Проверка крутящего момента ключей тарированных	7.2	+	+
Проверка основных присоединительных размеров элементов соединений мер из состава наборов мер	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик:	7.4	+	+
Определение действительных значений параметров мер в интервале диапазона рабочих частот свыше 0,01 ГГц	7.4.1	+	+
Определение действительных значений параметров мер в интервале диапазона рабочих частот свыше 0 до 0,01 ГГц	7.4.2	+	+

2.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый набор мер бракуют, поверку прекращают.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки следует применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Измеритель крутящего момента силы цифровой (SRTT)	Номинальные измеряемые значения 0,90 и 1,35 Н·м; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 4\%$.
7.3	Комплект устройств для измерения присоединительных размеров в коаксиальном волноводе из состава Государственного первичного эталона единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ 75-2011	Погрешность измерения $\pm 0,01$ мм
7.4.1	Государственный первичный эталон единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ 75-2011 (ГЭТ 75-2011)	ГОСТ Р 8.813 – 2013
7.4.1	Государственный первичный эталон единицы угла фазового сдвига между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц (ГЭТ 207-2013)	ГОСТ Р 8.875-2014
7.4.2	Измеритель сопротивления по постоянному току (вольтметр цифровой В7-34)	диапазон измерений от 10 до 300 Ом; погрешность $\pm 0.5\%$
П р и м е ч а н и я :		
1. Применяемые при поверке средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке (калибровке).		
2. Допускается применение иных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого набора с требуемой точностью.		

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с набором мер и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

5 Условия проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха(25±5) °C;
- относительная влажность воздухане более 80 %;
- атмосферное давлениеот 84 до 106,7 кПа
(от 630 до 800 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сетиот 198 до 242 В.

6 Подготовка к поверке

6.1 Обеспечить в рабочем помещении выполнение условий проведения поверки и отсутствие интенсивных воздушных потоков.

6.2 Подготовить к работе используемые средства поверки в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

6.3 Выдержать набор мер при нормальных условиях эксплуатации не менее 1 ч.

6.4 Протереть контактные поверхности соединителей поверяемых мер и соединителей, к которым предполагается подключать поверяемые меры спиртом этиловым ректифицированным при помощи ватной палочки.

6.5 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

6.6 Размер рабочей поверхности стола должен быть достаточным для размещения на ней набора мер.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Путем визуального контроля набора мер проверяют:

- комплектность и маркировку на соответствие указанным в паспорте на набор мер;
- отсутствие видимых механических повреждений, нарушение гальванического покрытия, следов коррозии, заусениц и вмятин на контактных поверхностях мер;
- механическую исправность присоединительных элементов и накидных гаек мер;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке).

7.1.2 Путем визуального контроля проверяют чистоту соединителей мер (при необходимости используют лупу) и проводят их чистку (продувку и протирку):

- продувают сжатым воздухом при помощи баллончика со сжатым воздухом или резиновой груши с целью удаления частиц пыли и частиц отслоившихся токопроводящих покрытий;
- протирают токоведущие поверхности соединителей спиртом этиловым при помощи ватной палочки, смоченной в спирте.

7.1.3 Результаты проверки считать положительными, если при внешнем осмотре установлено следующее:

- комплектность соответствует указанной в паспорте на набор мер;
- маркировка разборчива;
- видимые механические повреждения, нарушения гальванического покрытия, следы коррозии, заусеницы и вмятины на контактных поверхностях мер отсутствуют;
- присоединительные элементы и накидные гайки мер исправны и не имеют следов загрязнений;
- свидетельство о предыдущей поверке (при периодической поверке) в наличии.

7.2 Проверка крутящего момента ключей тарированных

7.2.1 Проверку крутящего момента ключей тарированных из состава наборов мер, проводить с помощью измерителя крутящего момента силы в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационной документации на него.

7.2.2 Измерить крутящий момент ключей.

7.2.3 Результаты проверки считать положительными, если крутящий момент ключей тарированных соответствует данным, указанным таблице 3.

Таблица 3

Тип ключа	Размер зева, мм (дюйм)	Тип соединителя	Номинальное значение крутящего момента, Н·м	Предел допускаемой абсолютной погрешности крутящего момента, Н·м
КТ-2	19 (3/4)	IX, вариант 3; 3,5 мм; 2,4 мм	1,35	±0,2
КТ-4	8 (5/16)	N, III	0,9	±0,1

7.3 Проверка присоединительных размеров

7.3.1 Проверку присоединительных размеров проводить с применением комплектов для измерения соединителей коаксиальных в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на них.

7.3.2 Проверке подлежит присоединительный размер «A» (рисунки 1, 2) и соосность диаметров внутренних проводников коаксиального волновода всех соединителей нагрузок и переходов измерительных коаксиальных из состава наборов мер.

7.3.3 Результаты проверки считать положительными, если:

- присоединительный размер «A» соединителей мер равен:
 - для соединителей типов III и N (розетка) $5,26_{-0,10}$ мм;
 - для соединителей типов III и N (вилка) $5,26^{+0,10}$ мм;
 - для остальных типов соединителей $0,00_{-0,10}$ мм.

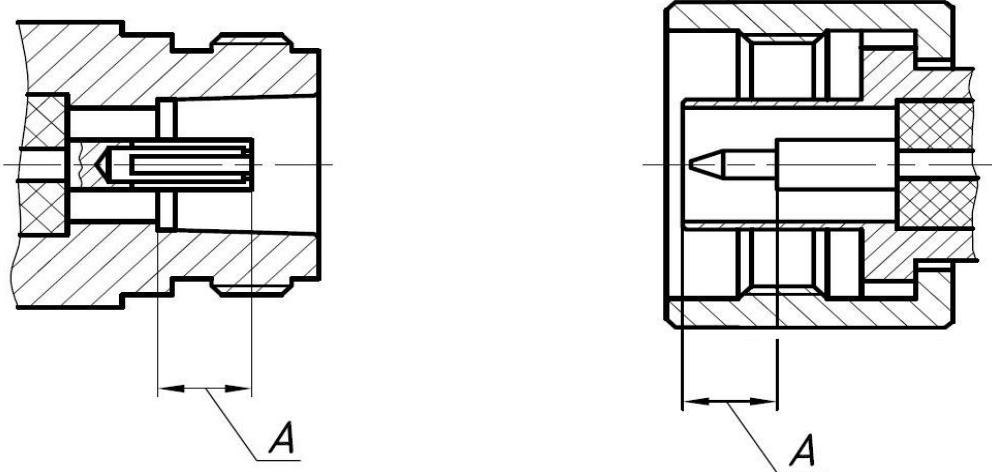


Рисунок 1 – Соединители тип III или тип N «розетка» и «вилка»

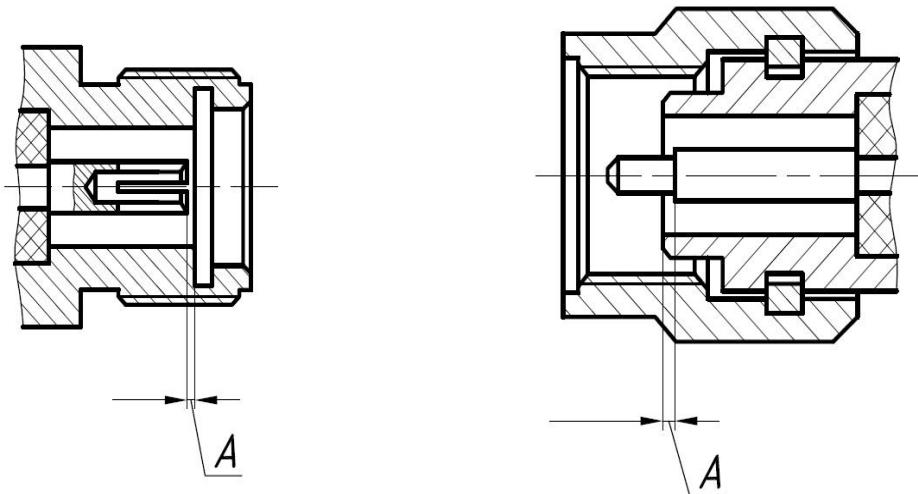


Рисунок 2 – Соединители типов IX, вариант 3; 3,5 мм; I (2,4 мм);
NMD 3,5 мм; или NMD 2,4 мм «розетка» и «вилка»

ВНИМАНИЕ!

В случае несоответствия присоединительных размеров ответного соединителя требованиям ГОСТ Р В 51914, подключение к нему мер не допустимо!

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение действительных значений параметров мер в интервале диапазона рабочих частот свыше 0,01 ГГц.

7.4.1.1 Определение значений параметров мер проводят путем прямых измерений на аппаратуре ГЭТ 75-2011 и ГЭТ 207-2013 в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на данный эталон в интервале диапазона рабочих частот свыше 0,01 ГГц до верхней частоты диапазона частот поверяемого набора мер. В данном интервале частот, измерения проводят на частотах, кратных 0,5 ГГц или на частотах, указанных потребителем.

7.4.1.2 Измерения проводят при четырех подключениях меры, поворачивая ее при каждом последующем подключении вокруг своей оси примерно на 90 градусов. За результат измерения принимают среднее арифметическое из значений, полученных при четырех подключениях.

7.4.1.3 На каждой из частот измерений определяют:

- действительные значения модуля и фазы коэффициента отражения нагрузок рассогласованных;
- действительные значения модулей и фазы коэффициента отражения входа и выхода аттенюаторов коаксиальных;
- действительные значения модуля и фазы коэффициента передачи аттенюаторов коаксиальных.

7.4.1.4 Для каждого измеряемого параметра (кроме фаз коэффициента отражения входа и выхода аттенюаторов коаксиальных) для всех частот измерений определяют максимальные отличия между собой результатов измерений при четырех подключениях измеряемой меры.

7.4.1.5 Результаты выполнения операции считают положительными, если в результате проведенных измерений выполнены следующие условия:

- модуль коэффициента отражения нагрузок рассогласованных в диапазоне рабочих частот:

- для нагрузок рассогласованных HP1-18, HP1-20, HP1-50¹ $0,091 \pm 0,04$
 - для нагрузок рассогласованных HP3-18, HP3-20, HP3-50 $0,333 \pm 0,05$
 - максимальное отличие результатов измерений модуля и фазы коэффициентов отражения мер при различных подключениях от среднего значения в диапазоне частот не более 0,7 от пределов допускаемой погрешности определения действительных значений мер, приведенных в таблице 4.
 - значения КСВН входа/выхода аттенюаторов коаксиальных, не более: 1,2
 - модуль коэффициента передачи аттенюаторов коаксиальных в диапазоне рабочих частот:
 - для аттенюаторов Д2М-18-10² $10 \pm 0,3$
 - для аттенюаторов Д2М-32-10 $10 \pm 1,0$
 - для аттенюаторов Д2М-50-10 $10 \pm 0,7$
 - для аттенюаторов Д2М-18-20 $20 \pm 0,3$
 - для аттенюаторов Д2М-32-20 $20 \pm 1,0$
 - для аттенюаторов Д2М-50-20 $20 \pm 0,9$
 - для аттенюаторов Д2М-18-30 $30 \pm 0,3$
 - для аттенюаторов Д2М-32-30 $30 \pm 1,0$
 - для аттенюаторов Д2М-50-30 $30 \pm 0,9$
 - максимальные отличия результатов измерений модуля коэффициента отражения, модуля и фазы коэффициента передачи аттенюаторов коаксиальных при различных подключениях от среднего значения в диапазоне рабочих частот не более 0,7 от пределов допускаемой погрешности определения действительных значений мер, приведенных в таблицах 5 и 6.
- 7.4.1.6 Результаты измерения, полученные в п. 7.4.1.3 на требуемых частотах заносят в свидетельство о поверке.
- 7.4.1.7 При необходимости (по требованию потребителя), измеренные значения параметров мер на требуемых частотах записывают на USB flash диск в файлы в формате “.s1p” (“.s2p”). В этом случае в свидетельстве о поверке указывают контрольные суммы файлов, содержащих измеренные значения параметров мер, вычисленные по алгоритму MD5. Для расчета контрольной суммы применять программу (утилиту), использующую алгоритм MD5, например «WinMD5 free». Указанная программа находится в свободном доступе сети Интернет (например сайт <http://www.winmd5.com>).

¹ Здесь и далее – начальные символы кодового обозначения нагрузок рассогласованных

² Здесь и далее – начальные символы кодового обозначения аттенюаторов коаксиальных.

Таблица 4 - Пределы допускаемых абсолютных погрешностей определения модулей и фаз коэффициентов отражения мер.

Наименование характеристики	Значение характеристики		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок рассогласованных ($\pm\Delta\Gamma$):	в диапазонах частот:		
– для нагрузок HP1-18	св. 0 до 8 ГГц включ.	св. 8 до 18 ГГц включ.	
– для нагрузок HP3-18	$\pm 0,006$	$\pm 0,008$	
– для нагрузок HP1-20	$\pm 0,008$	$\pm 0,010$	
– для нагрузок HP3-20	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	
– для нагрузок HP1-50	$\pm 0,006$	$\pm 0,008$	
– для нагрузок HP3-50	$\pm 0,008$	$\pm 0,010$	
св. 18 до 32 ГГц включ.	св. 32 до 50 ГГц включ.		
	$\pm 0,012$	$\pm 0,014$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок рассогласованных, градус:	в диапазонах частот:		
– для нагрузок HP1-18	св. 0 до 8 ГГц включ.	св. 8 до 18 ГГц включ.	
– для нагрузок HP3-18	$\pm 3,5$	$\pm 4,5$	
– для нагрузок HP1-20	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	
– для нагрузок HP3-20	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	
– для нагрузок HP1-50	$\pm 3,5$	$\pm 4,5$	
– для нагрузок HP3-50	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	
св. 18 до 32 ГГц включ.	св. 32 до 50 ГГц включ.		
	$\pm 5,0$	$\pm 2,5$	

Таблица 5 - Пределы допускаемых абсолютных погрешностей определения модулей коэффициентов отражения аттенюаторов коаксиальных

Наименование характеристики	Значение характеристики		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения аттенюаторов:	в диапазонах частот:		
– для аттенюаторов Д2М-18	св. 0 до 8 ГГц включ.	св. 8 до 18 ГГц включ.	
– для аттенюаторов Д2М-32	$\pm 0,005$	$\pm 0,007$	
– для аттенюаторов Д2М-50	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	
	$\pm 0,006$	$\pm 0,008$	
св. 18 до 32 ГГц включ.	св. 32 до 50 ГГц включ.		
	$\pm 0,006$	$\pm 0,008$	$\pm 0,012$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента отражения аттенюаторов, градус:	$\pm [1 + 60 \cdot \Delta\Gamma /\Gamma]$, где: $\Delta\Gamma$ – предел допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения; Γ – модуль коэффициента отражения аттенюатора.		

Таблица 6 - Пределы допускаемых абсолютных погрешностей определения модулей коэффициентов передачи аттенюаторов коаксиальных

Наименование характеристики	Значение характеристики		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента передачи аттенюаторов, дБ:	в диапазонах частот:		
– для аттенюаторов Д2М-18-10	св. 0 до 8 ГГц включ.	св. 8 до 18 ГГц включ.	
– для аттенюаторов Д2М-18-20	±0,05	±0,08	
– для аттенюаторов Д2М-18-30	±0,06	±0,09	
– для аттенюаторов Д2М-32-10	±0,08	±0,10	
– для аттенюаторов Д2М-32-20	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	
– для аттенюаторов Д2М-32-30	±0,05	±0,08	
– для аттенюаторов Д2М-50-10	±0,06	±0,09	
– для аттенюаторов Д2М-50-20	±0,08	±0,10	
– для аттенюаторов Д2М-50-30	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	св. 32 до 50 ГГц включ.
– для аттенюаторов Д2М-50-10	±0,05	±0,08	±0,09
– для аттенюаторов Д2М-50-20	±0,06	±0,09	±0,10
– для аттенюаторов Д2М-50-30	±0,08	±0,10	±0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента передачи аттенюаторов, градус:	в диапазонах частот:		
– для аттенюаторов Д2М-18-10	св. 0 до 8 ГГц включ.	св. 8 до 18 ГГц включ.	
– для аттенюаторов Д2М-18-20	±0,6	±1,2	
– для аттенюаторов Д2М-18-30	±0,8	±1,4	
– для аттенюаторов Д2М-18-30	±1,0	±1,5	
– для аттенюаторов Д2М-32-10	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	
– для аттенюаторов Д2М-32-20	±0,6	±1,2	
– для аттенюаторов Д2М-32-30	±0,8	±1,4	
– для аттенюаторов Д2М-32-30	±1,0	±1,5	
– для аттенюаторов Д2М-50-10	св. 0 до 18 ГГц включ.	св. 18 до 32 ГГц включ.	св. 32 до 50 ГГц включ.
– для аттенюаторов Д2М-50-20	±0,6	±1,2	±1,5
– для аттенюаторов Д2М-50-30	±0,8	±1,4	±2,0
– для аттенюаторов Д2М-50-30	±1,0	±1,5	±2,5

7.4.2 Определение действительных значений параметров мер в интервале диапазона рабочих частот свыше 0 до 0,01 ГГц.

7.4.2.1 Определение значений параметров мер в интервале диапазона рабочих свыше 0 до 0,01 ГГц выполняют расчетным путем (аппроксимацией), используя условные значения параметров мер на постоянном токе, и значения параметров мер, измеренные на частоте 0,01 ГГц (п. 7.4.1.3).

7.4.2.2 Условные значения параметров мер на постоянном токе определяют следующим образом.

При помощи измерителя сопротивлений измеряют сопротивление нагрузок согласованных на постоянном токе.

Вычисляют условное значения КСВН (К0) и фазы КО (ϕ_0) нагрузок согласованных на постоянном токе по формулам 1, 2:

$$K_0 = R/Z \text{ для } R \geq Z; K_0 = Z/R \text{ для } R \leq Z, \quad (1)$$

где R – сопротивление постоянному току; Z – номинальное значение волнового сопротивления коаксиального волновода;

$$\varphi_0 = 0 \text{ для } R \geq Z; \varphi_0 = \pi \text{ для } R \leq Z, \quad (2)$$

Условное значение модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных вычисляют по формуле:

$$\Gamma = \frac{K_0 - 1}{K_0 + 1} \quad (3)$$

При помощи измерителя сопротивлений измеряют сопротивление R_{BX} , $R_{ВЫХ}$, R_{PP} для каждого аттенюатора, где:

- R_{BX} , $R_{ВЫХ}$ - сопротивления между внутренним и наружным проводниками соединителей вилка и розетка аттенюатора соответственно на постоянном токе, Ом;
- R_{PP} - сопротивление между внутренними проводниками соединителей вилка и розетка аттенюатора на постоянном токе, Ом.

Условные значения ослабления (A_0), фазы коэффициента передачи (φ_{0a}) и модуля коэффициента отражения входа/выхода (Γ_{BX} , $\Gamma_{ВЫХ}$) на постоянном токе для каждого аттенюатора определяют по формулам (4) - (6):

$$A_0 = 20 \cdot \lg \left(\frac{Z \cdot R_3}{R_1(R_2 + R_3 + Z) + R_3 \cdot (R_2 + Z)} \right), \text{ дБ}; \quad (4)$$

$$\varphi_{0a} = 0, \text{ градусы} \quad (5)$$

$$\Gamma_{BX} = \frac{K_{BX} - 1}{K_{BX} + 1}; \quad \Gamma_{ВЫХ} = \frac{K_{ВЫХ} - 1}{K_{ВЫХ} + 1}, \quad (6),$$

$$\text{где } K_{BX} = \frac{Z_{BX}}{Z}; \quad K_{ВЫХ} = \frac{Z_{ВЫХ}}{Z}, \text{ при } Z_{BX} \geq Z, \quad (7)$$

$$K_{BX} = \frac{Z}{Z_{BX}}; \quad K_{ВЫХ} = \frac{Z}{Z_{ВЫХ}}, \text{ при } Z_{BX} \leq Z \quad (8)$$

$Z=50$ - волновое сопротивления коаксиального волновода, Ом

$$Z_{BX} = \frac{R_3 \cdot (Z + R_2)}{Z + R_2 + R_3} + R_1, \text{ Ом}$$

$$Z_{ВЫХ} = \frac{R_3 \cdot (Z + R_1)}{Z + R_1 + R_3} + R_2, \text{ Ом}$$

$$R_1 = \frac{R_{BX} - R_{ВЫХ} + R_{PP}}{2}, \text{ Ом};$$

$$R_2 = \frac{R_{ВЫХ} - R_{BX} + R_{PP}}{2}, \text{ Ом};$$

$$R_3 = \frac{R_{ВЫХ} + R_{BX} - R_{PP}}{2}, \text{ Ом.}$$

7.4.2.3 Расчет действительных значений параметров мер на требуемых частотах f в интервале диапазона рабочих частот свыше 0 до 0,01 ГГц проводят по формуле:

$$X_f = X_0 + (X_{fB} - X_0) \cdot \frac{f}{f_B}, \quad (9)$$

- где f - рабочая частота, ГГц;
 $f_B = 0,01$ - верхняя частота измерений, ГГц;
 X_f - действительное значение параметра меры на частоте f ;
 X_{f_B} - действительное значение параметра меры на частоте f_B ;
 X_0 - условное значения параметра меры на постоянном токе.

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца.

8.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 В разделе «Метрологические характеристики» свидетельства о поверке указывают значения параметров мер на требуемых частотах.

При необходимости (по требованию потребителя) указывают значения сопротивлений постоянному току нагрузок рассогласованных и условные значения параметров мер на постоянном токе.

При необходимости (по требованию потребителя), измеренные значения параметров мер на требуемых частотах записывают на USB flash диск в файлы в формате “.s1p” (“.s2p”). В этом случае в свидетельстве о поверке указывают контрольные суммы файлов, содержащих измеренные значения параметров мер, вычисленные по алгоритму MD5.

8.4 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности, результаты предыдущей поверки аннулируются (аннулируется свидетельство о поверке и гасится поверительное клеймо), в разделе «Проверка» руководства по эксплуатации на набор мер делается соответствующая отметка.

Приложение А

Перечень нормативных документов

ГОСТ РВ 51914-2002	Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры.
ГОСТ Р 8.813 – 2013	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 65 ГГц.
ГОСТ Р 8.875-2014	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц.