

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ ФБУ  
«ГНМЦ Минобороны России»



В.В. Швыдун

2015 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Антенны измерительные TESEQ ВНА 9118  
фирмы «TESEQ GmbH», Германия

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

и р. 63884-16

2015 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на антенны измерительные TESEQ ВНА 9118 (далее – антенны) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 2 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение КСВН входа	8.3	+	+
4 Определение коэффициента калибровки (КК)	8.4	+	+
5 Определение погрешности КК	8.5	+	+

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3, 8.4	Анализатор цепей N5224A (диапазон рабочих частот от 10 МГц до 43,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ , уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более минус 23 дБ, диапазон мощности выходного сигнала от минус 87 до 3 дБмВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне от минус 70 до 10 дБ $\pm 1,1$ дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне от минус 25 до 10 дБ $\pm 0,9$ дБ)
8.4	Анализатор цепей N5224A. Антенна измерительная П6-23М (диапазон частот от 0,85 до 17,44 ГГц, эффективная площадь не менее 50 см <sup>2</sup> , пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади $\pm 0,8$ дБ, КСВН входа антенны не более 1,8). Комплект антенн измерительных рупорных П6-38, пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади $\pm 12$ %, КСВН входа не более 1,2)

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики обеспечивающих заданную точность измерений.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки антенны допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, и опыт практической работы.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в документации на антенны, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С..... 20±5;
- относительная влажность воздуха, %..... до 95;
- атмосферное давление, мм рт. ст. .... от 626 до 795;
- напряжение питания, В ..... 220±22;
- частота, Гц..... 50±1.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на поверяемые антенны по их подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие антенны следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наружная поверхность антенны не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу антенны;
- присоединительный разъем должен быть чистым;
- комплектность антенны должна соответствовать указанной в технической документации.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплектность антенны соответствует требованиям технической документации, внешний вид антенны соответствует требованиям п. 8.1.1.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить антенну к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ). Проверить работоспособность элементов крепления антенны, надежность подключения кабельных сборок.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если элементы наведения антенны и СВЧ соединитель работоспособны.

### 8.3 Определение КСВН входа

8.3.1 Определение КСВН входа и диапазона рабочих частот провести с применением анализатора цепей PNA N5224A путем измерений КСВН входа антенн.

Измерения провести в диапазоне частот от 1,0 до 18,0 ГГц в соответствии с РЭ на анализатор цепей PNA N5224A. Антенну ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов.

8.3.2 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа антенн в диапазоне рабочих частот не превышает 2,0.

### 8.4 Определение КК

8.4.1 Определение КК антенн проводить в диапазоне частот от 1,0 до 18,0 ГГц с шагом не более 0,1 ГГц методом сравнения с эталонной антенной П6-38.

8.4.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структурная схема соединения приборов

8.4.3 Установить антенны друг напротив друга соосно. Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

8.4.4 Расстояние между антеннами выбрать в соответствии с условием нахождения антенн в дальней зоне, минимальное расстояние между антеннами вычислить по формуле (1):

$$R_{\text{мин}} = \frac{2D^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $D$  – максимальный размер апертур используемых антенн, м;

$\lambda$  – длина волны, м.

Расстояние от антенн до пола, потолка и стен должно составлять не менее 1,8 м.

8.4.5 Измерения проводить на согласованной поляризации электромагнитного поля.

8.4.6 Анализатор цепей N5224A установить в режим измерений коэффициента передачи S12. Выход измерительного порта «2» подключить к входу излучателя, а порта «1» к приемной антенне. Установить полосу обзора равной исследуемой полосе частот. Полосу пропускания, уровень выходной мощности и количество усреднений установить таким образом, чтобы обеспечивалось отношение сигнал/шум не менее 30 дБ.

Допускается использование встроенных функций «сглаживания» («Smoothing», не более 1 %) или частотно-временных преобразований.

8.4.7 Зафиксировать измеренную анализатором цепей N5224A зависимость уровня сигнала  $P_{эт}$  с выхода эталонной антенны от частоты.

8.4.8 В точку расположения эталонной антенны установить проверяемую антенну и подключить к измерительному порту «1». Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

8.4.9 Зафиксировать измеренную зависимость уровня сигнала  $P_{пров}$  с выхода проверяемой антенны от частоты.

8.4.10 КК проверяемой антенны для каждой частотной точки вычислить по формуле (2):

$$K_{пров} = P_{эт} + K_{эт} - P_{пров}, \text{ дБ (м}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

где  $P_{пров}$  - частотная зависимость мощности на выходе проверяемой антенны;

$P_{эт}$  - частотная зависимость мощности на выходе эталонной антенны;

$K_{эт}$  - частотная зависимость коэффициента калибровки эталонной антенны.

8.4.11 Результаты поверки считать положительными, если коэффициент калибровки антенны в диапазоне частот от 1,0 до 18,0 ГГц не выходит за пределы от 25 до 45 дБ (м<sup>-1</sup>).

## 8.5 Определение погрешности коэффициента калибровки

8.5.1 Определить погрешность КК проверяемой антенны по формуле (3):

$$\delta_{АНТ} = \pm 10 \lg \left( 1 + 1,1 \sqrt{\delta_{АЦВ}^2 + \delta_{отр}^2 + \delta_{П6}^2 + \delta_{согл}^2 + \delta_{ДЗ}^2 + \delta_{юст}^2} \right), \text{ дБ}, \quad (3)$$

где  $\delta_{АЦВ}$  - погрешность измерений отношений уровней сигналов анализатором цепей N5224A, устанавливаемая из паспорта для измеряемых значений отношений уровней сигналов и вычисляемая по формуле (4):

$$\delta_{АЦВ} = 10^{\frac{\Delta(A)}{10}} - 1, \quad (4)$$

где  $\Delta(A)$  - погрешность из паспорта для измеряемого уровня ослабления А;

$\delta_{отр}$  - погрешность, обусловленная побочными переотражениями электромагнитных волн, вычисляемая по формуле (5):

$$\delta_{отр} = \left( 1 + 10^{\frac{КБ}{20}} \right)^2 - 1 \quad (5)$$

где КБ – уровень безэховости помещения, в котором проводятся измерения, дБ.

$\delta_{П6}$  - погрешность, обусловленная погрешностью определения КУ эталонной антенны,

$\delta_{согл}$  - погрешность, обусловленная рассогласованием СВЧ трактов, определяемая по формулам (6-8):

$$\delta_{согл} = \max(\delta'_{согл}, \delta''_{согл}); \quad (6)$$

$$\delta'_{согл} = \frac{(1 - |\Gamma_1|^2)(1 + |\Gamma_2||\Gamma_3|)^2}{(1 - |\Gamma_1|^2)(1 - |\Gamma_2||\Gamma_3|)^2} - 1; \quad (7)$$

$$\delta_{\text{согл}}'' = \frac{(1 - |\Gamma_1|^2)(1 - |\Gamma_2||\Gamma_3|)^2}{(1 - |\Gamma_1|^2)(1 + |\Gamma_2||\Gamma_3|)^2} - 1, \quad (8)$$

$|\Gamma_1|, |\Gamma_2|$  и  $|\Gamma_3|$  - модули коэффициентов отражения измерительной антенны, поверяемой антенны и анализатора цепей соответственно;

$\delta_{\text{дз}}$  - погрешность, обусловленная неплоскостью фазового фронта электромагнитной волны, принимается равной 0,05;

$\delta_{\text{юст}}$  - погрешность, обусловленная неточностью юстировки антенн, принимается равной 0,05.

8.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности коэффициента калибровки антенны находятся в пределах  $\pm 2$  дБ.

### 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки антенны выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 При отрицательных результатах поверки антенна бракуется и направляется в ремонт. На забракованную антенну выдается извещение о непригодности с указанием причин бракования.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Начальник лаборатории  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



К.С. Черняев

И.Н. Медведев