

**УТВЕРЖДАЮ**

**Начальник  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России**

**В.В. Швыдун**



11 \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**

**Комплекты антенн PMM AS-05  
фирмы «Narda Safety Test Solutions S.r.l.», Италия**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**2017 г.**

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекты антенн РММ AS-05 (далее – комплекты антенн) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками 2 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	+	+
2 Опробование	6.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик	6.3		
3.1 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки антенн в диапазоне рабочих частот, пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки	6.3.1	+	+
3.2 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению	6.3.2	+	+

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики	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
6.3.1	Генератор сигналов высокочастотный SMR-40 (диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, уровень выходного сигнала от минус 30 до 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня сигнала $\pm 1$ дБ; рабочий эталон единиц напряженности электромагнитного поля в диапазоне частот от 300 Гц до 1000 МГц КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ» (диапазон частот установки электрического поля дипольными антеннами от 30 до 1000 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения единицы напряженности $\pm 6$ %); антенна измерительная П6-23М (диапазон частот от 0,85 до 18,0 ГГц, КСВН не более 1,5, эффективная площадь не менее 150 см <sup>2</sup> ); анализатор спектра Е4440А (диапазон рабочих частот от 3 Гц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 1,0 \cdot 10^{-6}$ , пределы допускаемой погрешности определения уровня $\pm 1,2$ дБ)
6.3.2	Измеритель КСВН и ослаблений Р2-135 (диапазон частот от 0,01 до 2,5 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5,0, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 5$ %); измеритель КСВН и ослаблений Р2-137 (диапазон частот от 2,0 до 18,0 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5,0, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 5$ %)

Номер пункта методики	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательно-го средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Допускается использование других средств измерений, имеющих метрологические и технические характеристики, обеспечивающих определение метрологических и технических характеристик с требуемой погрешностью</p> <p>2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь непросроченные свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.</p>	

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 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 технической документации комплекта антенн, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

#### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С .....  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, % ..... до 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст. .... от 626 до 795;
- напряжение питания, В ..... от 215 до 225;
- частота, Гц ..... от 49,5 до 50,5.

5.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать комплект антенн в условиях, указанных в п. 5.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на комплект антенн по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств измерений для установления их рабочего режима.

#### 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

##### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре установить соответствие комплекта антенн требованиям технической документации. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствии механических повреждений;
- чистоте разъема;
- целостности лакокрасочных покрытий и четкости маркировки.

Проверить комплектность комплекта антенн в соответствии с технической документацией.

6.1.2 Результаты поверки считать положительными, если комплект антенн удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная. В противном случае комплект антенн дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 6.2 Опробование

6.2.1 Произвести опробование работы комплекта антенн для оценки его исправности.

При опробовании проверить возможность сборки и подключения антенн из состава комплекта антенн к анализатору спектра (измерительному приемнику).

6.2.2 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается возможность сборки и подключения антенн из состава комплекта антенн к анализатору спектра (измерительному приемнику). В противном случае комплект антенн дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1. Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки комплект антенн в диапазоне рабочих частот, пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки

6.3.1.1 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот и пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки биконической антенны ВС-01 провести с помощью рабочего эталона единиц напряженности электромагнитного поля в диапазоне частот от 300 Гц до 1000 МГц КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ» (установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД).

6.3.1.2 Определение коэффициента калибровки антенны ВС-01 провести с помощью установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД на частотах 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200 МГц методом замещения.

Провести подготовку к работе всех приборов, входящих в состав ПГИ1 и СИИ1, в соответствии с «Установка электрического поля с дипольными антеннами УЭД. Техническое описание и инструкция по эксплуатации». Установка готова через 60 минут после включения всех приборов (при измерениях в ручном режиме БИПУ (блок интерфейсных плат унифицированный в стойках генераторно-измерительной СГИ1 и измерительно-информационной СИИ1 и в пульте генераторно-измерительном ПГИ-1) не включать).

Установить излучатель биконический ИБ1 и антенну биконическую АБ1 в положение, соответствующее горизонтальной поляризации. Высоту  $h$  центра антенн и расстояние между ними  $D$  определить из условий (1):

$$h = n \cdot \lambda / 4, \quad D = n \cdot \lambda / 2, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны,  
 $n = 1, 2, 3, \dots$

При проведении измерений использовать генератор Г4-151\* в совокупности с усилителем мощности от 30 до 200 МГц. Выход генератора подключить к входу блока коммутации БК4. Выход блока коммутации БК4 подключить к излучателю биконическому ИБ1.

Установить на генераторе частоту 30 МГц.

Под действием электрического поля в антенне биконической возбуждается переменное напряжение, которое поступает на вход головки термисторной М5-88\*. Мощность  $P$ , выделяемую в головке термисторной М5-88\*, измерить измерителем мощности М3-22А\*.

Меняя напряжение на выходе генератора, установить ориентировочное значение напряженности электрического поля в месте расположения АБ1. Напряженность электрического поля  $E$  в В/м в месте расположения АБ1 определить по формуле (2):

$$E = K \cdot \sqrt{\frac{P}{R_m}}, \quad (2)$$

где  $K$  – градуировочный коэффициент антенны биконической АБ1, Ом/м, приведён в формуляре УЭД;

$P$  – мощность, Вт;

$R_m$  – рабочее сопротивление термисторного моста, Ом (150 Ом).

Отключить выход блока коммутации БК4, заменить антенну АБ1 на антенну ВС-01. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации. Выход антенны ВС-01 подключить к входу вольтметра ВЗ-59\* стойки измерительно-информационной СИИ1, используя высокочастотный пробник из состава вольтметра ВЗ-59\* и 50-Омную нагрузку.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны ВС-01.

Коэффициент калибровки антенны ВС-01 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (3).

$$K = 20 \cdot \lg(E/U), \quad (3)$$

где  $K$  – коэффициент калибровки антенны, дБ ( $m^{-1}$ );

$E$  – напряженность электрического поля в месте расположения АБ1, определенная по формуле (2), В/м;

$U$  – измеренный уровень сигнала на выходе антенны, В.

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны ВС-01 на частотах 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200 МГц.

Погрешность коэффициента калибровки  $\delta_{\Sigma}$ , дБ, рассчитать по формуле (4):

$$\delta_{\Sigma} = 20 \cdot \lg(1 + 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2}), \quad (4)$$

где  $\delta_1$  – относительная погрешность воспроизведения единицы напряженности электрического поля УЭД,  $\delta_1 = 0,06$ ;

$\delta_2$  – погрешность измерений вольтметра ВЗ-59\*,  $\delta_2 = 0,04$ ;

$\delta_3$  – погрешность установки уровня выходного сигнала генератора Г4-151\*,  $\delta_3 = 0,001$ ;

$\delta_4$  – погрешность определения градуировочного коэффициента антенны АБ1,  $\delta_4 = 0,05$ .

6.3.1.3 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот антенны ВС-01 составляет от 30 до 200 МГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 6 до 18 дБ ( $m^{-1}$ ), значения погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах  $\pm 2$  дБ.

6.3.1.4 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот и пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки логопериодической антенны LP-04 провести: в диапазоне частот от 200 до 1000 МГц с помощью рабочего эталона единиц напряженности электромагнитного поля в диапазоне частот от 300 Гц до 1000 МГц КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ» (установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД), в диапазоне частот свыше 1000 до 6000 МГц с помощью антенны измерительной П6-23М, анализатора спектра E4440A, генератора сигналов высокочастотного R&S SMR40.

6.3.1.5 Определение коэффициента калибровки антенны LP-04 в диапазоне частот от 200 до 1000 МГц провести с помощью установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД на частотах 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц методом замещения.

Провести подготовку к работе всех приборов, входящих в состав ПГИ1 и СИИ1, в соответствии с «Установка электрического поля с дипольными антеннами УЭД. Техническое описание и инструкция по эксплуатации». Установка готова через 60 минут после включения всех приборов (при измерениях в ручном режиме БИПУ не включать).

Установить излучатель биконический ИБ1 и антенну биконическую АБ1 в положение, соответствующее горизонтальной поляризации. Высоту  $h$  центра антенн и расстояние между ними  $D$  определить из условий (5):

$$h = n \cdot \lambda/4, \quad D = n \cdot \lambda/2, \quad (5)$$

где  $\lambda$  – длина волны,

$n = 1, 2, 3, \dots$

На частоте 200 МГц использовать генератор Г4-151\*. На частотах 300, 400, 500, 600 МГц использовать генератор Г4-159\*. На частотах 700, 800, 1000 МГц использовать генератор Г4-160\*. Выходы генераторов подключить к входам блока коммутации БК4. Выход блока коммутации БК4 подключить к излучателю биконическому ИБ1.

Установить на генераторе частоту 200 МГц.

Под действием электрического поля в антенне биконической возбуждается переменное напряжение, которое поступает на вход головки термисторной М5-88\*. Мощность  $P$ , выделяемую в головке термисторной М5-88\*, измерить измерителем мощности МЗ-22А\*.

Меняя напряжение на выходе генератора, установить ориентировочное значение напряженности электрического поля в месте расположения АБ1. Напряженность электрического поля  $E$  в В/м в месте расположения АБ1 определить по формуле (6):

$$E = K \cdot \sqrt{\frac{P}{R_m}}, \quad (6)$$

где  $K$  – градуировочный коэффициент антенны биконической АБ1, Ом/м, приведён в таблице 3;

$P$  – мощность, Вт;

$R_m$  – рабочее сопротивление термисторного моста, Ом (150 Ом).

Таблица 3

F, МГц	200	300	400	500	600	700	800	1000
K, Ом/м · 1000	0,511	0,774	0,97	1,32	1,67	3,31	4,87	4,94

Отключить выход блока коммутации БК4, заменить антенну АБ1 на антенну LP-04. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации. Выход антенны LP-04 подключить к входу вольтметра ВЗ-59\* стойки измерительно-информационной СИИ1, используя высокочастотный пробник из состава вольтметра ВЗ-59\* и 50-Омную нагрузку.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны LP-04.

Коэффициент калибровки антенны LP-04 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (7).

$$K = 20 \cdot \lg\left(\frac{E}{U}\right), \quad (7)$$

где  $K$  – коэффициент калибровки антенны LP-04, дБ ( $m^{-1}$ );

$E$  – напряженность электрического поля в месте расположения АБ1, определенная по формуле (2), В/м;

$U$  – измеренный уровень сигнала на выходе антенны LP-04, В.

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны LP-04 на частотах 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

Погрешность коэффициента калибровки  $\delta_{\Sigma}$ , дБ, рассчитать по формуле (8):

$$\delta_{\Sigma} = 20 \cdot \lg(1 + 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2}), \quad (8)$$

где  $\delta_1$  – относительная погрешность воспроизведения единицы напряженности электрического поля УЭД,  $\delta_1 = 0,06$ ;

$\delta_2$  – погрешность измерений вольтметра ВЗ-59\*,  $\delta_2 = 0,04$ ;  
 $\delta_3$  – погрешность установки уровня выходного сигнала генератора Г4-151\* (Г4-159\*, Г4-160\*),  $\delta_3 = 0,001$  (0,01) соответственно;  
 $\delta_4$  – погрешность определения градуировочного коэффициента антенны АБ1,  $\delta_4 = 0,05$ .

6.3.1.6 Определение коэффициента калибровки испытуемой антенны в диапазоне частот свыше 1000 до 6000 МГц провести в безэховой камере с коэффициентом безэховости в диапазоне частот от 1000 до 18000 МГц не более минус 20 дБ.

Измерения провести методом образцовой антенны с использованием измерительной антенны П6-23М. Вспомогательное поле в рабочей зоне камеры создать антенной-излучателем.

Измерить с помощью анализатора спектра Е4440А уровень сигнала с выхода антенны П6-23М  $A_0$  (дБм), уровень сигнала с выхода испытуемой антенны  $A_A$  (дБм), которая устанавливается вместо антенны П6-23М. Коэффициент усиления исследуемой антенны определить по формуле (9):

$$G_{II} = G_0 \cdot 10^{\frac{A_A - A_0}{10}} \quad (9)$$

где  $G_0$  – коэффициент усиления антенны П6-23М.

Коэффициент калибровки  $K$  дБ ( $m^{-1}$ ) исследуемой антенны определить по формуле (10):

$$K = \sqrt{\frac{Z_0}{Z_{BX}} \cdot \frac{4\pi}{G_{II} \cdot \lambda^2}} \quad (10)$$

где  $Z_0$  – волновое сопротивление свободного пространства (377 Ом);

$Z_{BX}$  – сопротивление входа (50 Ом);

$\lambda$  – длина волны, м.

Погрешность определения коэффициента калибровки  $\delta_{\Sigma}$  в диапазоне частот от 1000 до 6000 МГц рассчитать по формуле (11):

$$\delta_{\Sigma} = 20 \cdot \lg(1 + 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2}) \quad (11)$$

где  $\delta_1$  – погрешность коэффициента усиления антенны П6-23М (1,0 дБ);

$\delta_2$  – нестабильность измерения уровня сигнала анализатора спектра Е4440А;

$\delta_3$  – погрешность из-за рассогласования трактов антенны П6-23М и испытуемой антенны (не превышает 0,1 дБ);

$\delta_4$  – погрешность из-за неточности юстировки антенны и определения положения фазового центра (не превышает 0,4 дБ).

6.3.1.7 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот логопериодической антенны LP-04 составляет от 200 до 6000 МГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 8 до 42 дБ ( $m^{-1}$ ), значения погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах  $\pm 2$  дБ.

6.3.1.8 Определение коэффициента калибровки, погрешности коэффициента калибровки рупорной антенны DR-01 провести в безэховой камере, соблюдая условия дальней зоны для антенн, по методике, описанной в п. 4.11.7 на частотах от 6 до 18 ГГц с шагом 1 ГГц.

6.3.1.9 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот рупорной антенны DR-01 составляет от 6 до 18 ГГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 35 до 42 дБ ( $m^{-1}$ ), значения погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах  $\pm 2$  дБ.

Примечание: \* – СИ из состава КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ».

6.3.2 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению

Определение КСВН комплекта антенн провести при помощи измерителей КСВН и ослаблений Р2-135, Р2-137.

4.12.1 Измерители P2-135, P2-137 заземлить, включить и прогреть в течение времени, указанного в их РЭ.

Провести настройку измерителей согласно их РЭ.

Выходы антенн последовательно подключать к измерителям с учетом диапазона рабочих частот.

Измерение КСВН комплекта антенн провести в соответствии с РЭ на P2-135, P2-137.

4.12.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение коэффициента стоячей волны по напряжению составляет не более:

- |                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| - логопериодическая антенна LP-04 | 2,0; |
| - рупорная антенна DR-01          | 2,0. |

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты измерений и расчетов ведутся в протоколах.

7.2 При положительных результатах поверки на комплект антенн выдается свидетельство установленного образца. На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки. Знак поверки наносится на корпус каждой антенны методом наклейки и в свидетельство о поверке в виде оттиска клейма

7.3 При отрицательных результатах поверки комплект антенн бракуется и направляется в ремонт. На забракованный комплект антенн выдается извещение о непригодности с указанием причин бракования.

Начальник отдела  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Младший научный сотрудник  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К. Черняев

В. Медведева