



Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде
по обеспечению единства измерений _____

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Антенны измерительные РММ ВЛ-01

Методика поверки

РММ ВЛ-01 МП

2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на антенну измерительную РММ BL-01 (далее – антенна) фирмы «Narda Safety Test Solutions», Италия и устанавливает порядок проведения ее первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 2 года.

1.3 Сокращенная поверка антенн в ограниченных диапазонах рабочих частот невозможна.

1.4 Поверяемая антенна должна иметь прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 45-2011, ГЭТ 160-2006 в соответствии с государственными поверочными схемами по ГОСТ Р 8.805-2012 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 2500 МГц и ГОСТ Р 8.574-2000 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности и потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	+	+
2 Опробование	6.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик	6.3	+	+
3.1 Определение коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот и погрешности коэффициента калибровки	6.3.1	+	+
3.2 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению	6.3.2	+	+

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % до 90;
- атмосферное давление, кПа от 80,0 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В 220 ± 22;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные на право проведения поверки.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемую антенну и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемой антенне.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
9.1	Генератор сигналов высокочастотный R&S SMR40 (диапазон частот от 10 до 40000 МГц, уровень выходного сигнала от минус 20 до 13 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-6}$, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня сигнала $\pm 1,0$ дБ); рабочий эталон 2 разряда единицы напряженности электромагнитного поля по ГОСТ Р 8.805-2012; антенна измерительная П6-23М (диапазон частот от 0,85 до 17,44 ГГц, КСВН не более 1,5, эффективная площадь не менее 150 см ²); анализатор спектра N9951A (диапазон частот от 9кГц до 44 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты выходного сигнала опорного генератора $\pm 1,4 \cdot 10^{-6}$, пределы допускаемой погрешности измерений мощности сигнала на частоте 50 МГц $\pm 0,45$ дБ)
9.2	Векторный анализатор цепей N5224A (диапазон рабочих частот от 0,01 до 43,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более минус 15 дБ, диапазон мощности выходного сигнала от минус 30 до 16 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне от минус 49,99 до 10 дБ - $\pm 0,9$ дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне от минус 24,99 до 0 дБ - $\pm 1,63$ дБ).

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

6.3 Поверяемая антенна, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре установить соответствие антенны требованиям технической документации. При внешнем осмотре убедиться в:

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

Проверить комплектность антенны в соответствии с технической документацией.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1.1 На поверку представляют антенну, полностью укомплектованную в соответствии с РЭ на нее.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на антенну и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.1.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

8.2 ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.2.1 Произвести опробование работы антенны для оценки её исправности.

При опробовании проверить возможность сборки и подключения антенны к анализатору спектра (измерительному приемнику).

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается возможность сборки и подключения антенны к анализатору спектра (измерительному приемнику). В противном случае антенна дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки антенны в диапазоне рабочих частот, пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки

9.1.1 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот и пределов допускаемой погрешности коэффициента калибровки антенны провести: в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц с помощью рабочего эталона единицы 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 Пб-23М, анализатора спектра N9951A

9.1.2 Определение коэффициента калибровки антенны РММ ВЛ-01 в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц провести с помощью установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД на частотах 30, 100, 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:

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

где λ – длина волны,

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

На частотах 30, 100, 200 МГц использовать генератор Г4-151* в совокупности с усилителем мощности от 30 до 300 МГц. 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 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 МЗ-22А*.

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

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

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	30	100	200	300	300	400	500	600	700	800	1000
K, Ом/м 1000	0,327	0,276	0,511	1,10	0,774	0,97	1,32	1,67	3,31	4,87	4,94

Отключить выход блока коммутации БК4, заменить антенну АБ1 на измерительную антенну РММ ВЛ-01. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации. Выход антенны РММ ВЛ-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 РММ ВЛ-01.

Коэффициент калибровки антенны РММ ВЛ-01 на фиксированной частоте рассчитать по формуле:

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

где K – коэффициент калибровки антенны РММ ВЛ-01, дБ (м⁻¹);

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

U – измеренный уровень сигнала на выходе антенны РММ ВЛ-01, В.

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны РММ ВЛ-01 на частотах 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

Погрешность коэффициента калибровки δ_K , дБ, рассчитать по формуле:

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

где δ_1 – относительная погрешность воспроизведения единицы напряженности электрического поля УЭД, $\delta_1 = 0,06$;

δ_2 – погрешность измерений вольтметра ВЗ-59*, $\delta_2 = 0,04$;

δ_3 – погрешность установки уровня выходного сигнала генератора Г4-151* (Г4-159*, Г4-160*), $\delta_3 = 0,001$ (0,01) соответственно;

δ_4 – погрешность определения градуировочного коэффициента антенны АБ1, $\delta_4 = 0,05$.

9.1.3 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 6000 МГц не более минус 20.

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

Измерить последовательно с помощью анализатора спектра N9951A уровень сигнала с выхода антенны П6-23М A_0 (дБм) и уровень сигнала с выхода испытуемой антенны A_A (дБм), которая устанавливается вместо антенны П6-23М. Коэффициент усиления исследуемой антенны определить по формуле:

$$G_H = G_O \cdot 10^{\frac{A_A - A_O}{10}}, \quad (5)$$

где G_O – коэффициент усиления антенны П6-23М.

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

$$K = \sqrt{\frac{Z_O}{Z_{ВХ}} \cdot \frac{4\pi}{G_H \cdot \lambda^2}}, \quad (6)$$

где Z_O – волновое сопротивление свободного пространства (377 Ом);

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

λ – длина волны, м.

Погрешность определения коэффициента калибровки δ_{Σ} в диапазоне частот от 1000 до 2000 МГц рассчитать по формуле:

$$\delta_{\Sigma} = 20 \cdot \lg(1 + 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2}), \quad (7)$$

где δ_1 – погрешность коэффициента усиления антенны П6-23М (1,0 дБ);

δ_2 – нестабильность измерения уровня сигнала анализатора спектра N9951A;

δ_3 – погрешность из-за рассогласования трактов антенны П6-23М и испытуемой антенны (не превышает 0,1 дБ);

δ_4 – погрешность из-за неточности юстировки антенны и определения положения фазового центра (не превышает 0,4 дБ).

9.1.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот антенны составляет от 30 до 6000 МГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 8 до 45 дБ (m^{-1}), значения погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах ± 2 дБ.

9.2 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению

Определение КСВН антенны РММ ВЛ-01 провести при помощи векторного анализатора цепей N5224А в панорамном режиме в диапазоне частот от 200 до 6000 МГц.

9.2.1 Векторный анализатор цепей N5224А заземлить, включить и прогреть в течение времени, указанного в его РЭ.

Провести калибровку векторного анализатора цепей согласно его РЭ.

Выход антенны РММ ВЛ-01 подключить к входу векторного анализатора цепей N5224А. Провести измерения КСВН антенны РММ ВЛ-01 в соответствии с РЭ на N5224А.

9.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение коэффициента стоячей волны по напряжению антенны РММ ВЛ-01 составляет не более 2,0.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 В результате оценки характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие метрологических характеристик средства измерений, полученных в п.п. 10.1-10.2, требованиям описания типа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки антенны передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца антенны или лица, представившего её на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие антенны метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

11.3 По заявлению владельца антенны или лица, представившего её на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие антенны метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца антенны или лица, представившего её на поверку, возможно оформление протокола поверки.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К. Черняев



Д. Александрова