

**УТВЕРЖДАЮ**

**Начальник ФГБУ  
«ГНМЦ» Минобороны России**



**В.В. Швыдун**

**2019 г.**

## **Инструкция**

**Антенна измерительная HL562**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**г. Мытищи  
2019 г.**

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на антенну измерительную HL562, зав. № 100128 (далее - антенна), изготовленную фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия Müldorfstraße 15 81671 München, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 2 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнить операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик (МХ):	6.3	да	да
3.1 Определение диапазона рабочих частот, КСВН входа, коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот	6.3.1	да	да
3.2 Определение погрешности коэффициента калибровки антенны	6.3.2	нет	да

Проведение сокращённой поверки антенны измерительной HL562 не возможно.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номер пункта методики	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 средств поверки
6.3.1	Рабочий эталон единиц напряжённости электромагнитного поля в диапазоне частот от 300 Гц до 1000 МГц КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ» (диапазон частот установки электрического поля с дипольными антеннами от 30 до 1000 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения единицы напряжённости $\pm 6\%$ ).
6.3.1	Анализатор цепей векторный N5224A (диапазон рабочих частот от 0,01 до 43,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ , 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).
6.3.1	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 $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ , пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня сигнала $\pm 1$ дБ.
6.3.1	Антенна измерительная П6-23М (диапазон частот от 0,85 до 17,44 ГГц, КСВН не более 1,5, эффективная площадь не менее 150 см <sup>2</sup> ).
6.3.1	Анализатор спектра E4440A (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).
Примечания: 1 Допускается использование других средств измерений, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2. 2 Применяемые средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства (отметки в формулярах или паспортах)	

#### 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 антенны, 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 окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 22$ ;
- частота питающей сети, Гц  $50 \pm 1$ .

5.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать антенну в условиях, указанных в п. 5.1, в течение не менее 8 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на антенну, по её 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 проверить:

- комплектность поверяемой антенны;
- отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность антенны.

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплектность поверяемой антенны соответствует паспорту на нее, отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность антенны, органы

управления находятся в исправном состоянии

## 6.2 Опробование

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

6.2.2 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.

## 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение диапазона рабочих частот, КСВН входа, коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот.

6.3.1.1 Определение КСВН входа

6.3.1.1.1 Определение КСВН входа антенны провести с применением векторного анализатора цепей N5224A. Измерения провести в рабочем диапазоне частот в режиме панорамного обзора.

При измерении КСВН антенну сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов, и разместить от них на удалении 3 м, не менее.

6.3.1.1.2 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа антенны (для частот от 140 до 3000 МГц) не более 2,0.

6.3.1.2 Определение диапазона рабочих частот, коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот

6.3.1.2.1 Определение диапазона рабочих частот, значений коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот провести при помощи рабочего эталона единиц напряжённости электромагнитного поля в диапазоне частот от 300 Гц до 1000 МГц КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ» (установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД), антенны измерительной П6-23М, анализатора спектра E4440A, генератора сигналов СВЧ SMR40.

В диапазоне частот от 30 до 1000 МГц использовать установку электрического поля с дипольными антеннами УЭД из состава КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ», на частотах от 1000 до 3000 МГц использовать антенну измерительную П6-23М, анализатор спектра E4440A и генератор сигналов СВЧ SMR40.

Измерения на установке УЭД провести в ручном режиме (блок интерфейсных плат унифицированный БИПУ в стойках генераторно-измерительной СГИ1 и измерительно-информационной СИИ1 и в пульте генераторно-измерительном ПГИ-1 не включать).

6.3.1.2.2 Определение коэффициента калибровки поверяемой антенны HL562 в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц провести с помощью установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД на частотах 30, 50, 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 (1):

$$h = n \cdot \frac{\lambda}{4}, \quad D = n \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны,

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

На частотах 30, 50, 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.

Примечание: \* - здесь и далее средство измерений из состава КОСИ НЭМП «Панировка-ЭМ».

Установить на генераторе частоту 30 МГц.

Меняя напряжение на выходе генератора, установить ориентировочное значение напряжённости электрического поля в месте расположения АБ1. Напряжённость электрического поля  $E$  в мВ/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 табл. 3 и 4;

$P$  – мощность, мкВт;

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

Таблица 3

F, МГц	30	50	100	200	300
K, Ом/м · 1000	0,487	0,327	0,276	0,511	1,10

Таблица 4

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

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\*.

Отключить выход блока коммутации БК4, заменить антенну АБ1 на измерительную антенну НЛ562. Антенну установить на согласованной поляризации. Выход антенны НЛ562 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 НЛ562.

Коэффициент калибровки антенны НЛ562 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (3):

$$K_{AI} = \frac{E}{U_{AI}}, \quad (3)$$

где  $K_{AI}$  – коэффициент калибровки антенны НЛ562, м<sup>-1</sup>;

$E$  – напряжённость электрического поля в месте расположения антенны, рассчитанная по формуле (2), В/м;

$U_{AI}$  – уровень сигнала на выходе антенны НЛ562, измеренный вольтметром ВЗ-59\*, В.

Провести пересчёт коэффициента калибровки  $K_{AI}$  в логарифмические единицы (дБ(м<sup>-1</sup>)) по формуле (4):

$$K_{AI} = 20 \cdot \lg K_{AI}. \quad (4)$$

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны НЛ562 на частотах 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

6.3.1.2.3 Определение коэффициента калибровки поверяемой антенны в диапазоне частот от 1000 до 3000 МГц провести в безэховой камере с коэффициентом безэховости в диапазоне частот от 1000 до 3000 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 и генератором сигналов SMR-40.

Измерить с помощью анализатора спектра E4440A уровень сигнала с выхода антенны П6-23М  $A_0$  (дБм), уровень сигнала с выхода поверяемой антенны  $A_A$  (дБм), которая устанавливается вместо антенны П6-23М. Коэффициент усиления поверяемой антенны определить по формуле (5):

$$G_{И} = G_0 \cdot 10^{\frac{A_A - A_0}{10}}, \quad (5)$$

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

Коэффициент калибровки  $K$  дБ ( $m^{-1}$ ) поверяемой антенны определить по формуле (6):

$$K = \sqrt{\frac{Z_0}{Z_{ВХ}} \cdot \frac{4\pi}{G_{И} \cdot \lambda^2}}, \quad (6)$$

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

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

$\lambda$  – длина волны, м.

6.3.1.2.3 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот антенны HL562 составляет от 30 до 3000 МГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 5 до 32 дБ ( $m^{-1}$ ).

6.3.2 Погрешность коэффициента калибровки для каждой частоты рассчитать по формуле:

$$\Delta K = K - K_{П}, \quad (7)$$

где  $K_{П}$  – значение коэффициента калибровки антенны, полученное при периодической поверке;

$K$  – значение коэффициента калибровки антенны, полученное при первичной поверке и записанное в формуляр.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности коэффициента калибровки антенны HL562 находятся в пределах  $\pm 2,0$  дБ.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах поверки антенны выдается свидетельство установленного образца.

7.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

7.3 Знак поверки наносится на корпус антенны в виде наклейки и в свидетельство о поверке в виде оттиска клейма.

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

Начальник отдела  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Младший научный сотрудник  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К. Черняев

А. Гусева