

СОГЛАСОВАНО

Начальник ФГБУ

«ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

2021 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Антенны логопериодические НЛПА-60
Методика поверки**

ЛИБЮ.464651.006 МП

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки	3
3	Требования к условиям проведения поверки	3
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	3
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7	Внешний осмотр	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9	Определение метрологических характеристик средства измерений	5
10	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11	Оформление результатов поверки	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на антенны логопериодические НЛПА-60 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот 0,0003 – 1000 МГц (ГЭТ 45-2011) и Государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3 – 178 ГГц (ГЭТ 160-2006).

1.2 Первичной поверке подлежит антенна логопериодическая НЛПА-60 до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит антенна, находящаяся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Сокращенная поверка НЛПА-60 невозможна.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнять операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
4 Определение метрологических характеристик (МХ)	9		
4.1 Подготовка антенны к работе	9.1	да	да
4.2 Определение КСВН входа	9.2	да	да
4.3 Определение коэффициента калибровки (Кк)	9.3	да	да
4.4 Определение пределов допускаемой погрешности Кк	9.4	да	да
4.5 Определение диапазона частот	9.5	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
температура окружающего воздуха, °С.....от 15 до 25;
относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %от 30 до 80;
атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа)от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на антенны логопериодические НЛПА-60, знающие принцип действия

используемых средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.2 К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и имеющие достаточную квалификацию.

4.3 Лица, участвующие в поверке НЛПА-60, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основных 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, 9.2	Анализатор цепей векторный N5224A (рег. № 53568-13): 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
9.3	Рабочий эталон 2 разряда единицы напряженности электрического поля по ГОСТ Р 8.805-2012
9.3	Генератор сигналов высокочастотный R&S SMR40 (рег. № 35617-07): диапазон частот от 0,01 до 40 ГГц, 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
9.3	Анализатор спектра N9951A (рег. № 68075-17): диапазон частот от 9 кГц до 44 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты выходного сигнала опорного генератора $\pm 1,4 \cdot 10^{-6}$, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 0,45$ дБ
9.3	Антенна измерительная П6-23М (рег. № 24810-16): диапазон частот от 0,85 до 17,44 ГГц, КСВН не более 1,5, эффективная площадь не менее 150 см ²
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
8.1.1	Прибор комбинированный Testo-622 (рег. № 44744-10): диапазон измерения относительной влажности воздуха от 10 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3\%$, диапазон измерений температуры воздуха от минус 10 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры воздуха $\pm 0,4$ °С, диапазон измерений абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой погрешности измерений абсолютного давления ± 5 гПа

5.2 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 2.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

5.4 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

5.5 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

5.6 Измерения радиотехнических характеристик должны проводиться в помещении, оборудованном радиопоглощающими материалами и обеспечивающем относительный уровень побочных переотражений не более минус 20 дБ.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевыми Правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоте разъемов и поверхностей;
- наличие заводского номера НЛПА-60 и состояние лакокрасочного покрытия.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1.1 При подготовке к поверке:

- проверить наличие свидетельств (знаков поверки) о поверке рабочих эталонов;
- проверить целостность электрических цепей каналов;
- перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

8.2 ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.2.1 Произвести опробование работы антенны для оценки ее исправности.

При опробовании антенны проверить возможность сборки и подключения к ее входу кабельной сборки.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается возможность сборки и подключения антенны. В противном случае антенна дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подготовка антенны к работе

9.1.1 После проведения опробования подключить коаксиальный вход антенны с помощью кабельной сборки к измерительному входу «2» анализатора цепей N5224A.

9.1.2 Выполнить операции, оговоренные в технической документации на анализатор цепей N5224A по его подготовке к измерениям.

9.1.3 Осуществить предварительный прогрев анализатора цепей N5224A для установления его рабочего режима.

Антенна НЛПА-60 готова к проведению поверки.

9.2 Определение КСВН входа антенны

9.2.1 Определение КСВН антенны провести с применением анализатора цепей векторного N5224A методом прямых измерений.

Измерения проводить в рабочем диапазоне частот поверяемой антенны в соответствии с РЭ на анализатор цепей. Антенну ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов.

Результаты поверки считать положительными, если:

КСВН входа антенны в диапазоне рабочих частот не превышает 3,2.

9.3 Определение коэффициента калибровки (Кк)

9.3.1 Определение коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот провести: в диапазоне частот от 100 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 П6-23М, анализатора спектра N9951A, генератора сигналов SMR40.

Определение коэффициента калибровки антенны НЛПА-60 в диапазоне частот от 100 до 1000 МГц провести с помощью установки электрического поля с дипольными антеннами УЭД на частотах 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):

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

где λ – длина волны,

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

На частотах 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 100 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/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 таблице 3;

P – мощность, Вт;

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

Таблица 3

F, МГц	100	200	300	300	400	500	600	700	800	1000
K, Ом/м·1000	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 НЛПА-60. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации. Выход антенны НЛПА-60 подключить к входу вольтметра В3-59* стойки измерительно-информационной СИИ1, используя высокочастотный пробник из состава вольтметра В3-59* и 50-Омную нагрузку.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны НЛПА-60.

Коэффициент калибровки антенны НЛПА-60 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (3).

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

где K – коэффициент калибровки антенны НЛПА-60, дБ(1/м);

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

U – измеренный уровень сигнала на выходе антенны НЛПА-60, В.

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны НЛПА-60 на частотах 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

9.3.2 Определение коэффициента калибровки поверяемой антенны в диапазоне частот свыше 1000 до 6000 МГц провести в безэховой камере (БЭК) с коэффициентом безэховости в диапазоне частот от 1000 до 6000 МГц не более минус 20 дБ.

Измерения провести методом образцовой антенны с использованием измерительной антенны П6-23М. Вспомогательное поле в рабочей зоне БЭК создать антенной-излучателем (например, П6-23М).

Измерить с помощью анализатора спектра N9951A уровень сигнала с выхода антенны П6-23М A_0 (дБм) и уровень сигнала с выхода поверяемой антенны A_A (дБм), которая устанавливается вместо антенны П6-23М. Коэффициент усиления исследуемой антенны определить по формуле (4):

$$G_H = G_0 \cdot 10^{\frac{A_A - A_0}{10}}, \quad (4)$$

где G_0 – коэффициент усиления антенны П6-23М.

Коэффициент калибровки K_k дБ(1/м) поверяемой антенны определить по формуле (5):

$$K_k = \sqrt{\frac{Z_0}{Z_{вх}} \cdot \frac{4\pi}{G_H \cdot \lambda^2}}, \quad (5)$$

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

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

λ – длина волны, м.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения коэффициента калибровки в диапазоне частот от 100 до 6000 МГц находятся в пределах от 7 до 43 дБ(1/м). При этом K_k на частоте 100 МГц не более 15,0 дБ(1/м), K_k на частоте 300 МГц не более 20,0 дБ(1/м), K_k на частоте 1000 МГц не более 30,0 дБ(1/м), K_k на частоте 3000 МГц не более 34,0 дБ(1/м).

9.4 Определение пределов допускаемой погрешности K_k

9.4.1 Пределы допускаемой погрешности K_k в рабочем диапазоне частот рассчитать по формуле (6).

$$\Delta K_k(f) = K_{кпсп}(f) - K_{кизм}(f), \quad (6)$$

где $K_{кизм}(f)$ – K_k , измеренные в п.4.12.3, дБ(1/м);

$K_{кпсп}(f)$ – K_k , указанные в формуляре на антенну, дБ(1/м).

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности K_k антенны находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

9.5 Определение диапазона рабочих частот

9.5.1 Определение диапазона рабочих частот осуществлять по результатам определения коэффициентов калибровки антенн.

Значения коэффициентов калибровки антенны НЛПА-60 в диапазоне от 100 до 6000 МГц должны находиться в диапазоне от 7 до 43 дБ(1/м). При этом K_k на частоте 100 МГц не более 15,0 дБ(1/м), K_k на частоте 300 МГц не более 20,0 дБ(1/м), K_k на частоте 1000 МГц не более 30,0 дБ(1/м), K_k на частоте 3000 МГц не более 34,0 дБ(1/м).

Результаты поверки считать положительными, если значения коэффициентов калибровки НЛПА-60 в диапазоне от 100 до 6000 МГц находятся в диапазоне от 7 до 43 дБ(1/м). При этом K_k на частоте 100 МГц не более 15,0 дБ(1/м), K_k на частоте 300 МГц не более 20,0 дБ(1/м), K_k на частоте 1000 МГц не более 30,0 дБ(1/м), K_k на частоте 3000 МГц не более 34,0 дБ(1/м).

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Антенна логопериодическая НЛПА-60 соответствует метрологическим требованиям, если в результате поверки установлено, что:

КСВН входа антенны в диапазоне рабочих частот не превышает 3,2;
значения коэффициента калибровки НЛПА-60 в диапазоне частот от 100 до 6000 МГц находятся в пределах от 7 до 43 дБ(1/м). При этом Кк на частоте 100 МГц не более 15,0 дБ(1/м), Кк на частоте 300 МГц не более 20,0 дБ(1/м), Кк на частоте 1000 МГц не более 30,0 дБ(1/м), Кк на частоте 3000 МГц не более 34,0 дБ(1/м);
диапазон рабочих частот НЛПА-60 составляет от 100 до 6000 МГц.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки НЛПА-60 подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца НЛПА-60 или лица, представившего его на поверку, знак поверки наносится на средство измерений в виде наклейки и в свидетельство о поверке в виде оттиска поверительного клейма, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Старший научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К.С. Черняев

Т.С. Радаева