

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ
«ГНМЦ» Минобороны России


В.В. Швыдун



«20» _____ 2015 г.
М.п. _____

ИНСТРУКЦИЯ

**Антенны измерительные TESEQ CBL 6143A
фирмы «TESEQ GmbH», Германия**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

м.р 63885-16

2015 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на антенны измерительные TESEQ CBL 6143A (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 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, 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 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 $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня сигнала $\pm 1,0$ дБ); рабочий эталон 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 ± 6 %); 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 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 относительной погрешности определения уровня $\pm 1,0$ дБ)
6.3.2	Измеритель КСВН и ослаблений P2-132 (диапазон частот от 0,01 до 8,3 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5,0, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН ± 25 %)

Примечания

1 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

2 Все средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и имеет действующие свидетельства о поверке.

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 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 ± 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 антенну в условиях, указанных в п. 5.1, в течение не менее 2 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 установить соответствие антенны требованиям технической документации. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствии механических повреждений;
- чистоте разъемов;
- исправности соединительных проводов и кабелей;
- целостности лакокрасочных покрытий и четкости маркировки.

Проверить комплектность антенны в соответствии с технической документацией.

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

6.2 Опробование

6.2.1 Произвести опробование работы антенны для оценки её исправности.

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

6.2.2 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается возможность сборки, установки 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, значения коэффициента калибровки антенн в диапазоне рабочих частот, погрешности коэффициента калибровки

6.3.1.1 Определение диапазона рабочих частот, значения коэффициента калибровки антенн 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 3000 МГц с помощью антенны измерительной П6-23М, анализатора спектра Е4440А, ВЧ генератора Г4-201/1.

6.3.1.2 Определение коэффициента калибровки антенны TESEQ CBL 6143А 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 (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 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*.

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

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 таблице 3;

P – мощность, Вт;

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

Таблица 3

F, МГц	50	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 TESEQ CBL 6143А. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации. Выход антенны 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.

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

$$K = 20 \cdot \lg\left(\frac{E}{U}\right), \quad (3)$$

где K – коэффициент калибровки антенны, дБ/м;

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 на частотах 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

Погрешность коэффициента калибровки δ_{Σ} , дБ, рассчитать по формуле (4):

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

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 установки генератора Г4-151* (Г4-159*, Г4-160*), $\delta_3 = 0,001$ (0,01) соответственно;

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

6.3.1.3 Определение коэффициента калибровки испытуемой антенны в диапазоне частот свыше 1000 до 3000 МГц провести в безэховой камере с коэффициентом безэховости в диапазоне частот от 1000 до 3000 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 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 (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/м исследуемой 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 (50 Ом);

λ – длина волны, м.

Погрешность определения коэффициента калибровки δ_{Σ} в диапазоне частот от 1000 до 3000 МГц рассчитать по формуле (7):

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

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

δ_2 – нестабильность измерения уровня сигнала анализатора спектра E4440A;

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

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

6.3.1.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот антенны составляет от 30 до 3000 МГц, значения коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот находятся в пределах от 5 до 35 дБ/м, значения погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах ± 2 дБ.

6.3.2 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению

Определение КСВН антенны провести в экранированном помещении при помощи измерителя КСВН и ослаблений Р2-132 на частотах от 200 до 3000 МГц с шагом 200 МГц.

6.3.2.1 Измеритель Р2-132 заземлить, включить и прогреть в течение времени, указанного в РЭ.

Провести калибровку измерителя согласно РЭ.

Выход антенны подключить к входу измерителя Р2-132. Провести измерения КСВН антенны в соответствии с РЭ на Р2-132.

6.3.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение коэффициента стоячей волны по напряжению антенны составляет не более 2,0.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты измерений и расчетов ведутся в протоколах.

7.2 При положительных результатах поверки на антенну выдается свидетельство установленного образца (или делается отметка о поверке в формуляре в установленном порядке).

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

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

К. Черняев

И. Медведев