

УТВЕРЖДАЮ



**Руководитель ГЦИ СИ
ФБУ «ВНИИ Минобороны России»**

В.В. Швыдун

2012 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**Антенны измерительные VULB916x
фирмы «Schwarzbeck Mess-Elektronik OHG», Германия**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

**г. Мытищи
2012 г.**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на антенны измерительные VULB916х, (далее - антенны), изготовленные фирмой «Schwarzbeck Mess-Elektronik OHG», Германия.

Интервал между поверками 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе им-порта и после ремонта	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	+	+
2 Опробование	5.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик	5.3		
3.1 Определение КСВН входа	5.3.1	+	+
3.2 Определение коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот	5.3.2	+	+
3.3 Определение погрешности коэффициента калибровки	5.3.3	+	+

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 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
5.3.1	Измеритель КСВН и ослаблений Р2-132 (рег. № 32197-06) (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 %)
5.3.2	Генератор сигналов измерительный Agilent ESG E4422B (рег. № 29589-06) (диапазон частот от 250 кГц до 4 ГГц, нестабильность $\pm 10^{-7}$, уровень выходного сигнала от 17 до минус 136 дБм, пределы допускаемой погрешности установки уровня выходного сигнала $\pm 0,5$ дБ). Нановольтметр постоянного напряжения В2-39 (рег. № 39918-08) (диапазон измерений напряжения постоянного тока от 1 нВ до 1000 В, пределы допускаемой погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm 0,1$ %). Установка образцовая П1-5 (рег. № 7833-80) (диапазон рабочих частот от 30 до 1000 МГц, диапазон воспроизведения напряженности электрического поля от 0,3 до 12,5 В/м, пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряженности электрического поля $\pm 1,0$ дБ). Установка измерительная К2П-71 (рег. № 26235-03) (диапазон рабочих частот от 0,2 до 37,5 ГГц, предел измерений коэффициента калибровки (в диапазоне частот от 0,2 до 1,0 ГГц относительно коэффициента калибровки рабочего эталона) 30 дБ, диапазон измерений эффективной поверхности в диапазоне частот от 1 до 17,44 ГГц от 1 до 300 см ² , пределы допускаемой основной погрешности измерений коэффициента калибровки и эффективной поверхности измерительных антенн $\pm 1,0$ дБ).

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
	Антенна измерительная Пб-23М (рег. № 24810-03) (диапазон частот от 1,0 до 18,0 ГГц, эффективная площадь 150 см ² , пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади ± 20 %, КСВН входа 1,5). Вспомогательное оборудование: рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.560-94
Примечания 1 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2. 2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь непросроченные свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.	

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 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.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В 220 ± 22 ;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1 .

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать антенну в условиях, указанных в п. 4.1, 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.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 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.

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

5.2 Опробование

5.2.1 Произвести опробование работы антенны для оценки её исправности.

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

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

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Определение КСВН входа

Определение КСВН входа антенн провести с применением измерителя КСВН и ослаблений Р2-132.

Измерения провести в рабочем диапазоне частот в режиме панорамного обзора.

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

Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа антенны в диапазоне рабочих частот (от 200 МГц и выше) не более:

Тип	VULB 9160	VULB 9161	VULB 9161SE	VULB 9162	VULB 9163	VULB 9168
КСВН входа (для частот от 200 МГц)	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0

5.3.2. Определение коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот

5.3.2.1 Определение коэффициента калибровки антенны в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц провести с использованием рабочего эталона 1-го разряда по ГОСТ 8.560-94 и установки образцовой П1-5.

5.3.2.1.1 Определение коэффициента калибровки в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц провести в соответствии с руководства по эксплуатации (РЭ) на установку образцовую П1-5. В основу положен принцип вспомогательного поля и эталонной антенны. Вспомогательное поле создается антенной-излучателем П6-21А, входящей в состав П1-5. Дипольные антенны из состава П1-5 предварительно должны быть отградуированы по постоянному току и быть обеспечены графиками зависимостей тока (I) и сопротивления термовакуумного преобразователя (далее - ТВБ) (R_T) от термо-ЭДС.

5.3.2.1.2 Подать мощность от генератора сигналов измерительного Agilent ESG E4422B (далее - генератор) на излучатель. Подавая мощность, необходимо контролировать термо-ЭДС ТВБ эталонной антенны по нановольтметру постоянного напряжения В2-39 (далее - нановольтметр).

5.3.2.1.3 Увеличивая мощность на выходе генератора и используя таблицу градуировки ТВБ эталонной антенны, установить такое значение термо-ЭДС ТВБ эталонной антенны, при котором значение тока в антенне будет находиться в интервале (от 0,8 до 1) I_n , где I_n - номинальный ток ТВБ.

5.3.2.1.4 Отсчитать установленное значение термо-ЭДС по нановольтметру. Отключить выход генератора.

5.3.2.1.5 Используя данные предварительной градуировки, определить ток I и со-

противление подогревателя ТВБ R_T , соответствующие измеренному значению термо-ЭДС.

5.3.2.1.6 Напряженность электрического поля E , В·м⁻¹, в месте расположения эталонной дипольной антенны из состава П1-5 определить по формуле (1):

$$E = \frac{I}{a} \times \frac{R_{\Sigma} + R_T a^2}{h_d}, \quad (1)$$

где I – наведенный ток в эталонной антенне, А;

R_S – сопротивление излучения, Ом;

R_T – сопротивление подогревателя термопреобразователя, Ом;

a – частотный коэффициент термопреобразователя;

h_d – действующая длина антенны, м.

Значения параметров R_S , a , h_d приведены в паспорте установки П1-5.

5.3.2.1.7 Расположить испытываемую антенну таким образом, чтобы ее вибраторы, работающие на данной частоте, находились в месте расположения эталонной дипольной антенны. При установке руководствоваться либо геометрическими размерами вибраторов испытываемой антенны, либо расчетными формулами, приведенными в ТД на испытываемую антенну.

5.3.2.1.8 Помещая испытываемую антенну в точку расположения эталонной антенны и измеряя напряжение U на ее выходе, определить коэффициент калибровки испытываемой антенны, дБ (1/м), по формуле (2):

$$K = 20 \left[\lg \left(\frac{E_u}{E_0} \right) - \lg \left(\frac{U}{U_0} \right) \right], \quad (2)$$

где $E_0 = 1$ мкВ·м⁻¹,

$U_0 = 1$ мкВ;

E_u – напряженность поля при установке испытываемой антенны, мкВ·м⁻¹.

5.3.2.1.9 Коэффициент калибровки испытываемой антенны K без учета ослабления кабеля, соединяющего антенну и анализатор спектра (вольтметр переменного тока), определить по формуле (2).

5.3.2.1.10 Коэффициент калибровки собственно испытываемой антенны, дБ (1/м), определить по формуле (3):

$$K_A = K - A, \quad (3)$$

где A – ослабление кабеля на соответствующей частоте, дБ.

5.3.2.2 Определение коэффициента калибровки антенны в диапазоне частот от 1000 до 7000 МГц провести с помощью установки измерительной типа К2П-71 методом сравнения с использованием в качестве образцовой антенны типа П6-23М.

5.3.2.2.1 Измерения проводить при горизонтальной поляризации антенн. Расстояние D между излучающей и поверяемой (эталонной) антеннами должно быть от 5 до 6 м. Высота подъема h антенн (расстояние от пола до центра симметрии антенны) должно быть $1,75 \pm 0,02$ м.

5.3.2.2.2 Включить установку К2П-71 и в соответствии с руководством по эксплуатации произвести подготовительные операции, необходимые для ее нормального функционирования.

5.3.2.2.3 На заданном расстоянии D и высоте h на треноге разместить эталонную антенну и соединительным кабелем соединить выход антенны с преобразователем 18 МГц (рис. 1). При этом излучающая и приемная антенны должны быть ориентированы по азиму-

ту так, чтобы их центры симметрии находились на одной прямой, а продольные оси вибраторов были параллельны поверхности пола.

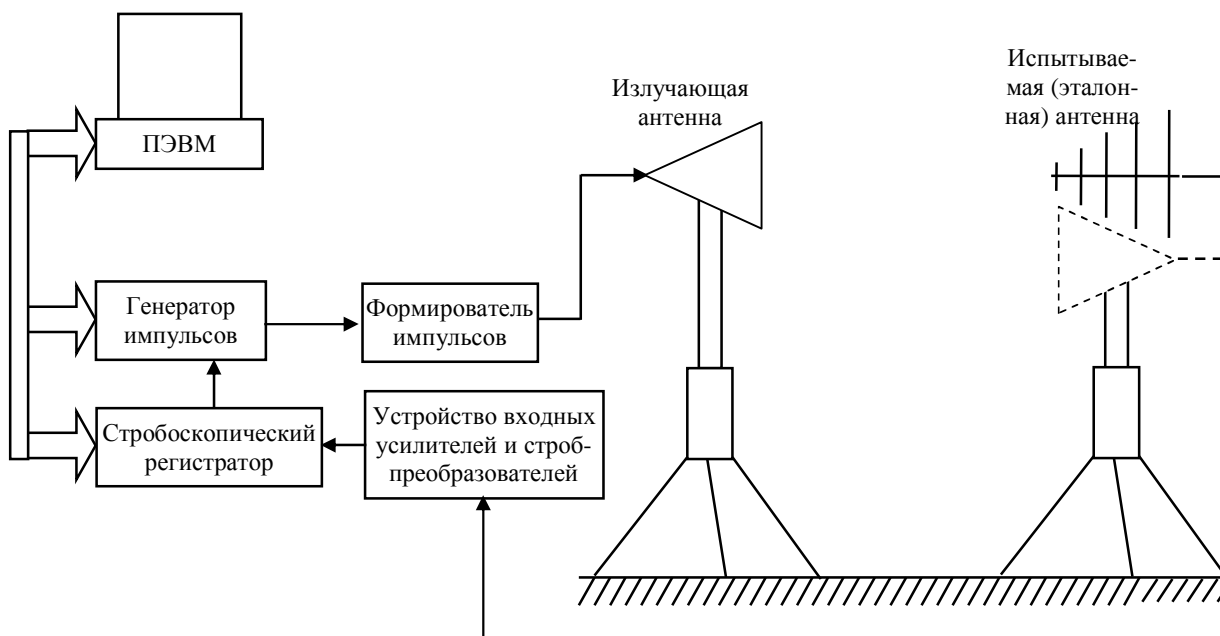


Рисунок 1

5.3.2.2.4 Ориентировать эталонную антенну поворотом влево и вправо по азимуту на максимальный уровень принимаемого сигнала. Провести измерения уровня принимаемого сигнала в соответствии с РЭ К2П-71.

5.3.2.2.5 Установить на место эталонной антенны испытываемую антенну при сохранении взаимной ориентации, высоты и расстояния до излучающей антенны. Поворотом испытываемой антенны влево и вправо по азимуту ориентировать ее на максимальный уровень принимаемого сигнала. Провести измерения коэффициента калибровки испытываемой антенны в соответствии с РЭ К2П-71.

5.3.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения коэффициента калибровки находятся в диапазоне:

Тип	VULB 9160	VULB 9161	VULB 9161SE	VULB 9162	VULB 9163	VULB 9168
Коэффициент калибровки, дБ(1/м), не более	от 7 до 35	от 6 до 36	от 6 до 35	от 6 до 47	от 6 до 37	от 8 до 39

5.3.3 Определение погрешности коэффициента калибровки

5.3.3.1 Определение погрешности коэффициента калибровки провести методом расчета.

5.3.3.2 Погрешность определения коэффициента калибровки испытываемой антенны, дБ (1/м), в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц определить по формуле (4):

$$d_{0,03-1,0} = 10 \lg \left(1 + 1,1 \sqrt{d_{П1-5}^2 + d_{\text{сogl}}^2 + d_{П}^2} \right), \quad (4)$$

где $d_{П1-5}$ - погрешность установки П1-5 с использованием рабочего эталона 1-го разряда по ГОСТ 8.560-94 (принимается равной 0,12);

$d_{\text{созл}}$ - погрешность, обусловленная рассогласованием СВЧ трактов, определяемая по формуле (5):

$$d_{\text{созл}} = (1 + 0,5(KCBH - 1)/(KCBH + 1))^2 - 1, \quad (5)$$

где КСВН - максимальное значение измеренного КСВН;

d_{Π} - погрешность, обусловленная поляризационными потерями, определяемая по формуле (6):

$$d_{\Pi} = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(1 + 10^{\frac{K}{20}} \right)^2 - 1, \quad (6)$$

где K - максимальный измеренный уровень кроссполяризационной составляющей, дБ.

5.3.3.3 Погрешность определения коэффициента калибровки испытываемой антенны, дБ (1/м), в диапазоне частот от 1000 до 3000 МГц определить по формуле (7):

$$d_{1,0-7,0} = 10 \lg \left(1 + 1,1 \sqrt{d_{\Pi 6}^2 + d_{\text{созл}}^2 + d_{K2\Pi-71}^2} \right), \quad (7)$$

где $d_{\Pi 6}$ - погрешность определения коэффициента калибровки антенн измерительных П6-46 и П6-23М (принимается равной 0,2);

$d_{\text{созл}}$ - погрешность, обусловленная рассогласованием СВЧ трактов, определяемая по формуле (8):

$$d_{\text{созл}} = (1 + 0,5(KCBH - 1)/(KCBH + 1))^2 - 1, \quad (8)$$

где КСВН - максимальное значение измеренного КСВН;

$d_{K2\Pi-71}$ - погрешность измерений коэффициента калибровки установкой измерительной типа К2П-71 (принимается равной 0,12).

5.3.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности определения коэффициента калибровки находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты измерений и расчетов ведутся в протоколах.

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

6.3 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»

К. Черняев

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

И. Медведев