

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУ

«32-й НИИ Минобороны России»



С.И. Донченко

2010 г.

*Инструкция*

Стенд полеобразующий СП-1

*Методика поверки*

г. Мытищи  
2010 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на стенд полеобразующий СП-1 (далее по тексту – стенд), зав. № 001, изготовленный ФГУП «СКБ РИАП», г. Нижний Новгород, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал – 2 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2.1	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению входа стенда	8.3.1	да	да
3.2 Определение погрешности воспроизведения единицы напряженности электрического поля	8.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона рабочих частот	8.3.3	да	да

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

3.2 Допускается использование других средств поверки, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства измерений должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2

Номера пунктов 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 средства поверки
8.2.1	Установка поверочная П1-10 (диапазон частот от 300 Гц до 1000 МГц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения единицы напряженности электрического поля в установке с кольцевым конденсатором $\pm 8 \%$ , с плоским конденсатором $\pm 6 \%$ , в установке с дипольными антеннами УЭД $\pm 6 \%$ )

<i>Номера пунктов методики поверки</i>	<i>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 средства поверки</i>
8.3.1, 8.3.3	Измеритель КСВН панорамный Р2-102 (диапазон частот от 0,01 до 2,14 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5,0, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 16\%$ )
8.3.2, 8.3.3	Установка поверочная П1-10; вольтметр переменного тока ВЗ-63 (диапазон частот от 10 Гц до 1500 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm (0,2 - 2)\%$ )

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки стенда допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим техническим образованием, имеющим опыт работы с электротехническими установками, ознакомленный с технической документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки стенда необходимо соблюдение следующих требований к условиям внешней среды:

- температура окружающей среды  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65 \pm 15)\%$ ;
- атмосферное давление  $(750 \pm 30)$  мм рт.ст.

#### 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить техническую документацию на поверяемый стенд и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемого стенда;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и заблаговременно включить питание перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и коррозии;
- чистоту и исправность гнезд, разъемов и соединений.
- наличие и прочность крепления органов коммутации, четкость фиксации их положений.

8.1.2 Стенд, неудовлетворяющий данным требованиям, бракуется и направляется в ремонт.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Опробование стенда осуществлять путем измерений напряжения на выходе антенны-переносчика АПЕ-101, размещенной в рабочем объеме стенда в штатном положении, при подаче на вход стенда переменного напряжения амплитудой 0,5 В и частотой 1 МГц.

Переменное напряжение подавать при помощи генератора сигналов высокочастотного Г4-153 из состава установки поверочной П1-10. Измерения напряжения на выходе антенны-переносчика АПЕ-101 выполнять при помощи микровольтметра В3-59 из состава установки поверочной П1-10.

Результаты опробования считать положительными, если при подаче на вход стенда переменного напряжения амплитудой 0,5 В и частотой 1 МГц на выходе антенны-переносчика имеется напряжение, отличное от напряжения собственных шумов микровольтметра В3-59.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 *Определение коэффициента стоячей волны по напряжению входа стенда*

Определение коэффициента стоячей волны по напряжению входа стенда осуществлять методом прямых измерений при помощи измерителя КСВН панорамного Р2-102.

Выход измерителя КСВН панорамного Р2-102 подключить к входу стенда.

Согласно руководства по эксплуатации измерителя КСВН панорамного Р2-102 измерить коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) входа стенда в режиме панорамного обзора в полосе от 9 кГц до 300 МГц.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если КСВН входа стенда не превышает 1,3.

#### 8.3.2 *Определение погрешности воспроизведения единицы напряженности электрического поля*

Определение погрешности воспроизведения единицы напряженности электрического поля (НЭП) осуществлять при помощи установки электрического поля с кольцевым и плоским конденсаторами (УЭК и УЭП, соответственно) и установки электрического поля с дипольными антеннами (УЭД) из состава установки поверочной П1-10 методом сличения. В качестве меры сличения использовать антенну-переносчик АПЕ-101.

Собрать схему, представленную на рисунке 1.

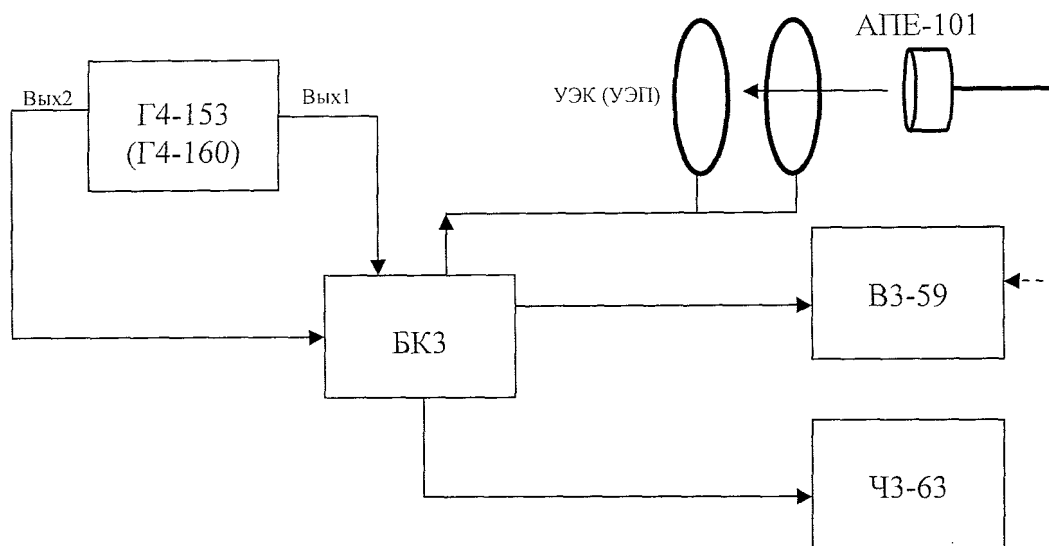


Рисунок 1 - Структурная схема для проверки погрешности измерений НЭП в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц

Измерения на установках УЭК и УЭП проводить в ручном режиме (блок интерфейсных плат унифицированный БИПУ в стойках генераторно-измерительной СГИ1 и измерительно-информационной СИИ1 не включать).

Выход 1 «10V» и выход 2 «0,1V» генератора сигналов высокочастотного Г4-153 подключить к соответствующим разъемам блока коммутации БКЗ.

Выходы блока коммутации БКЗ подключить к входам частотомера электронно-счетного ЧЗ-63, микровольтметра ВЗ-59 и кольцевого конденсатора УЭК.

Частоту выходного сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-153 установить равной 9 кГц, уровень сигнала 500 мВ.

На блоке коммутации БКЗ нажать клавишу «Г4-153» и подать сигнал установленного уровня и частоты на входы микровольтметра ВЗ-59 и частотомера электронно-счетного ЧЗ-63.

В соответствии с Руководствами по эксплуатации микровольтметра ВЗ-59 и частотомера электронно-счетного ЧЗ-63 измерить уровень и частоту выходного сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-153. При необходимости провести подстройку частоты и уровня выходного сигнала генератора при помощи кнопок управления, расположенных на лицевой панели генератора сигналов высокочастотного Г4-153.

Напряженность электрического поля, воспроизводимого в кольцевом конденсаторе УЭК, рассчитать по формуле:

$$E = U^* \cdot K_{EU}, \quad (1)$$

где  $E$  – напряженность электрического поля между обкладками кольцевого конденсатора, В/м;

$$U^* – \text{среднее значение уровня выходного колебания генератора, } U^* = \sum_{i=0}^n U_i / n,$$

$U_i$  –  $i$ -е значение уровня выходного колебания генератора,  $n = 10$ , В;

$K_{EU}$  – коэффициент преобразования УЭК, записанный в свидетельстве о поверке,  $K_{EU} = 2,558 \text{ м}^{-1}$ .

Выход антенны-переносчика АПЕ-101 подключить к входу микровольтметра ВЗ-59 стойки измерительно-информационной СГИ1. В рабочую зону кольцевого конденсатора УЭК установить антенну-переносчик АПЕ-101. Антенну установить на диэлектрическом штативе в положение, соответствующее согласованной поляризации.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны-переносчика АПЕ-101.

Коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (2):

$$K^*_{АПЕ} = \frac{E}{U^*_{АПЕ}}, \quad (2)$$

где  $K^*_{АПЕ}$  – коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101,  $\text{м}^{-1}$ ;

$E$  – напряженность электрического поля между обкладками конденсатора, рассчитанная по формуле (1), В/м;

$U^*_{АПЕ}$  – среднее значение уровня сигнала на выходе антенны антенны-переносчика

$U^*_{АПЕ} = \sum_{i=0}^n U_{АПЕi} / n$ , где  $U_{АПЕi}$  –  $i$ -е значение уровня сигнала на выходе антенны-переносчика АПЕ-101,  $n = 10$ , измеренное микровольтметром ВЗ-59, В.

Аналогичные измерения и расчеты провести на частотах 10; 20; 50; 100 кГц.

Выход блока коммутации БКЗ подключить к плоскому конденсатору УЭП.

Частоту выходного сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-153 установить равной 200 кГц, уровень - 500 мВ.

На блоке коммутации БКЗ нажать клавишу «Г4-153» и подать сигнал установленного уровня и частоты на входы микровольтметра ВЗ-59 и частотомера электронно-счетного ЧЗ-63.

В соответствии с Руководствами по эксплуатации микровольтметра ВЗ-59 и частотомера электронно-счетного ЧЗ-63 измерить уровень и частоту выходного сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-153. При необходимости провести подстройку частоты и уровня выходного сигнала генератора при помощи кнопок управления, расположенных на лицевой панели генератора сигналов высокочастотного Г4-153.

Напряженность электрического поля, воспроизводимого в плоском конденсаторе УЭП, рассчитать по формуле:

$$E = U \cdot K_{UE}, \quad (3)$$

где  $E$  – напряженность электрического поля между обкладками плоского конденсатора, В/м;

$U$  – уровень выходного сигнала генератора, измеренное микровольтметром ВЗ-59, В;

$K_{UE}$  – коэффициент преобразования УЭП, записанный в свидетельстве о поверке,  $\text{м}^{-1}$ .

Значение коэффициента  $K_{UE}$  выбрать из таблицы 4.

Таблица 4

Частота, МГц	$K_{UE}, \text{м}^{-1}$
0,2	1,88
0,5	1,89
1	1,89
2	1,90
5	1,91
10	1,90
20	1,93
30	1,96

Выход антенны-переносчика АПЕ-101 подключить к входу микровольтметра ВЗ-59 стойки измерительно-информационной СГИ1. В рабочую зону плоского конденсатора УЭП поместить антенну-переносчик АПЕ-101. Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны-переносчика АПЕ-101.

Коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (2).

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 на частотах 500 кГц, 1; 2; 5; 10; 20; 30 МГц.

В диапазоне частот от 50 до 300 МГц коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 определить следующим образом.

Установку электрического поля с дипольными антеннами УЭД подготовить к работе согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации на нее.

Излучающую антенну измерительную П6-21А и приемную антенну АБ1 из состава УЭД установить на расстоянии 5 м друг от друга и 2 м от подстилающей поверхности в положение, соответствующее горизонтальной поляризации.

На вход антенны измерительной П6-21А с генератора сигналов высокочастотного Г4-159 (из состава УЭД) подать сигнал частотой 50 МГц и уровнем 0,5 В.

Уровень сигнала на выходе приемной антенны измерить вольтметром переменного тока ВЗ-63 (вместо ваттметра термисторного МЗ-22, входящего в состав УЭД).

Напряженность формируемого электрического поля определить по формуле:

$$E = U^* \cdot k_{AB}, \quad (4)$$

где  $U^*$  – среднее значение напряжения на выходе антенны АБ 1, измеренное вольтметром переменного тока ВЗ-63 (рассчитывается аналогично формулам (1) и (2));

$k_{AB}$  – коэффициент преобразования антенны АБ 1, указанное в свидетельстве о поверке П1-10, 1/м.

Вместо антенны АБ 1 в ту же точку пространства установить антенну-переносчик АПЕ-101 в положение, соответствующее горизонтальной поляризации. Выход антенны-переносчика АПЕ-101 через согласующий элемент из состава ВЗ-63 подключить к входу вольтметра переменного тока ВЗ-63. Измерить уровень сигнала на выходе антенны-переносчика АПЕ-101.

Коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 на фиксированной частоте рассчитать по формуле (2) при условии, что значение напряженности поля соответствует рассчитанному по формуле (4).

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны-переносчика АПЕ-101 на частотах от 100 до 300 МГц с шагом 50 МГц, используя генератор сигналов высокочастотный Г4-160 и вибраторы из состава УЭД соответствующих частот.

Погрешность калибровки антенны-переносчика АПЕ-101  $\delta_{АПЕ}$  рассчитать по формуле:

$$\delta_{АПЕ} = \sqrt{\delta_{П}^2 + \delta_{В}^2}, \quad (5)$$

где  $\delta_{П}$  – погрешность воспроизведения НЭП соответствующими установками (0,08; 0,06 и 0,06, соответственно УЭК, УЭП, УЭД);

$\delta_{В}$  – погрешность измерений напряжения на выходе антенны-переносчика АПЕ-101.

Погрешность воспроизведения НЭП стендом рассчитать по формуле:

$$\delta_{СП} = \pm 20 \lg(1 + \sqrt{\delta_{АПЕ}^2 + \delta_B^2 + \delta_\Gamma^2 + \delta_{КСВ}^2}), \quad (6)$$

где  $\delta_\Gamma$  - относительная погрешность установки уровня выходного сигнала генератора, подключаемого к входу стенда;

$\delta_{КСВ}$  - погрешность, обусловленная рассогласованием в тракте «выход генератора – вход стенда». За погрешность  $\delta_{КСВ}$  принимают наибольшее из:

$$\delta_{КСВ}^I = \frac{(1 - |\Gamma_{СП}|^2)(1 - |\Gamma_\Gamma|^2)}{(1 - |\Gamma_{СП}||\Gamma_\Gamma|)^2} - 1; \quad (7)$$

$$\delta_{КСВ}^{II} = \frac{(1 - |\Gamma_{СП}|^2)(1 - |\Gamma_\Gamma|^2)}{(1 + |\Gamma_{СП}||\Gamma_\Gamma|)^2} - 1, \quad (8)$$

где  $\Gamma_\Gamma$ ,  $\Gamma_{СП}$  – коэффициенты стоячей волны по напряжению выхода генератора и входа стенда (п. 8.3.1 настоящего документа), соответственно.

Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности воспроизведения НЭП находятся в пределах  $\pm 1$  дБ.

### 8.3.3 Определение диапазона рабочих частот

Определение диапазона рабочих частот осуществлять по результатам проверки по п. 8.3.1 и п. 8.3.2 настоящего документа.

Если в диапазоне частот от 9 кГц до 300 МГц КСВН входа стенда не более 1,3 и значения погрешности воспроизведения НЭП в пределах  $\pm 1$  дБ, то диапазон рабочих частот стенда от 9 кГц до 300 МГц.

Результаты испытаний считать положительными, если диапазон рабочих частот стенда от 9 кГц до 300 МГц.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ


9.1 При положительных результатах поверки на стенд выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемый стенд к дальнейшему применению не допускается. На такой стенд выдается извещение о его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

Старший научный сотрудник  
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

 А.С. Гончаров

 М.С. Шкуркин