

1570

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИ МО РФ

  
А. Кузин

« 28 » 02 2008 г.



## Инструкция

Антенны измерительные дискоконусные А111С

Методика поверки

г. Мытищи,  
2008 г.

## 1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на антенны измерительные логопериодические А111С (далее – антенны), и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал – один год.

## 2 Операции поверки

2.1 Поверку антенн допускается проводить только при помощи поверенных средств измерений.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

	Наименование операции	Номер пункта Методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	да	да
2	Опробование	8.2	да	да
3	Определение метрологических характеристик:			
3.1	Определение частотной зависимости КСВН входа антенны	8.3	да	да
3.2	Определение относительной погрешности коэффициента калибровки	8.4	да	да
3.3	Определение уровня кроссполяризационной составляющей	8.5	да	нет
3.4	Определение неравномерности диаграммы направленности в азимутальной плоскости	8.6	да	нет

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.3	Измеритель КСВН панорамный Р2-83 (диапазон частот 0,1-17,44 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,07 до 5,0, предел допускаемой относительной погрешности измерений КСВН 25 %),
8.4, 8.5, 8.6	анализатор спектра Е4402В (диапазон частот от 9 кГц до 3,0 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношений уровней не более $\pm 0,8$ дБ),
8.4, 8.5, 8.6	генератор сигналов высокочастотный Г4-129 (диапазон частот 0,31-1,2 ГГц, выходная мощность не менее 10 мВт);
8.4, 8.5, 8.6	генератор сигналов высокочастотных Г4-211 (диапазон частот 1,07-4,0 ГГц, выходная мощность не менее 10 мВт);
8.4, 8.5, 8.6	антенна измерительная П6-23А (диапазон частот 1,0-12,0 ГГц, эффективная площадь не менее 150 см <sup>2</sup> , погрешность эффективной площади не более 20 %, КСВН входа антенны не более 1,5).

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

3.3 Для определения погрешности коэффициента усиления допускается использование средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления  $\pm 1,0$  дБ.

3.4 Полученные при поверке значения метрологических характеристик должны быть не хуже значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
КСВН входа антенны, не более	2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента калибровки антенны, дБ	$\pm 2,0$
Уровень кроссполяризации составляющей, дБ, не более	минус 20
Неравномерности диаграммы направленности в азимутальной плоскости	1,0

#### 4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки антенн допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с СВЧ установками, ознакомленный с техническим описанием, руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку.

#### 5 Требования безопасности

5.1 К работе по поверке допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091, ГОСТ 26104, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 При проведении измерений необходимо руководствоваться «Временными санитарными правилами при работе с генераторами сантиметровых волн» № 273-58, «Правилами эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий» и «Инструкцией по защите личного состава от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими средствами» № 4/88.

#### 6 Условия проведения поверки

6.1 Поверку проводить при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2 Используемые средства поверки должны обеспечивать работоспособность и измерение характеристик антенн с заданными характеристиками погрешностей при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды  $20 \pm 5$  °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 65 %;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.

6.3 Электропитание средств поверки должно осуществляться от промышленной сети напряжением  $(220 \pm 11)$  В, частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

6.4 Определение погрешности коэффициента калибровки и уровня кроссполяризованной составляющей антенны производится в безэховом помещении с коэффициентом безэховости на частотах от 1,0 до 3,0 ГГц не более минус 20 дБ.

## 7 Подготовка к поверке

7.1 Проверяется наличие средств поверки по п. 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

7.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями технической документации.

7.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке провести в соответствии с документацией на указанные средства.

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие антенны следующим требованиям:

по комплектности,  
отсутствие видимых механических повреждений антенны, влияющих на ее нормальную работу,

чистоту разъемов и клемм,  
состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок,  
отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов антенны.

### 8.2 Опробование

Проверить исправность и работоспособность всех механизмов крепления, координатных устройств антенн.

Антенны сориентировать по высоте, азимуту, углу места.

Проверить исправность соединительных элементов, кабелей, возможность и удобство смены антенн.

Проверить работоспособность СИ, используемых при поверке.

### 8.3 Определение КСВН входа

Измерение КСВН входа антенны выполнить с применением измерителя КСВН панорамного Р2-83 в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ) на него.

Измерения провести в диапазоне частот от 1,0 до 3,0 ГГц в режиме панорамного обзора.

При измерении КСВН антенну сориентировать в сторону свободную от отражающих предметов.

Результаты поверки считать положительными если значения КСВН входа антенны не более 2,0.

### 8.4 Определение погрешности коэффициента калибровки

8.4.1 Определение погрешности коэффициента калибровки антенны А111С провести в диапазоне частот от 1,0 до 3,0 ГГц с шагом не более 0,2 ГГц методом эталонной антенны с использованием двух антенн типа Пб-23А.

8.4.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

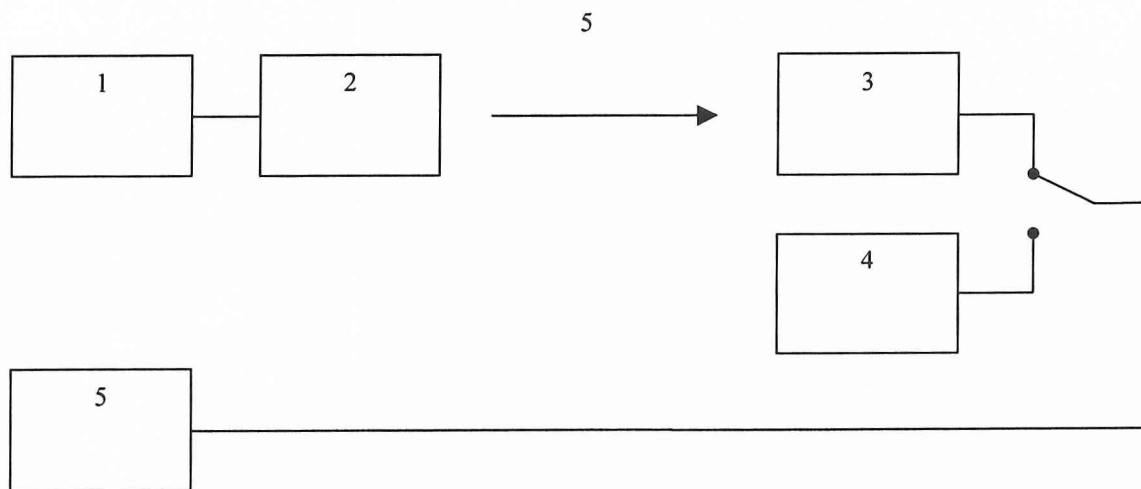


Рисунок 1

- 1 – генератор сигналов высокочастотный Г4-129 (до 1,1 МГц), Г4-211 (от 1,1 до 3,0 ГГц);  
 2 – излучающая антенна П6-23А;  
 3 – эталонная антенна П6-23А;  
 4 – антенна А111С;  
 5 – анализатор спектра Е4402В.

8.4.3 Установить антенны «2» и «3» друг напротив друга соосно.

8.4.4 Расстояние между антеннами выбрать в соответствии с условием нахождения антенн в дальней зоне, минимальное расстояние между антеннами определить по формуле (1):

$$R_{\text{мин}} = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $D$  – максимальный размер раскрыва используемых вспомогательных антенн, м;  
 $\lambda$  – длина волны, м.

Расстояние от антенн до пола, потолка и стен должно составлять не менее 1,5 м.

8.4.5 Измерения провести на согласованной поляризации электромагнитного поля.

8.4.6 Анализатор спектра подготовить к работе в режиме измерений уровней сигналов согласно РЭ. Установить: полосу обзора от 0,95 до 3,05 ГГц, полосу пропускания фильтра - 100 кГц, время свипирования установить - автоматически, опорный уровень - минус 20 дБм; ослабление входного аттенюатора - автоматически, измерение уровней сигналов проводить в режиме «запоминания максимума». Вход анализатора спектра нагружать поочередно на вход эталонной антенны и антенны А111С.

Выход генератора сигналов высокочастотного подключить к входу излучающей антенны. Генератор установить в режим непрерывной генерации. Выходную мощность установить равной 0 дБм. Перестраивая выходной сигнал генератора по частоте и уровню поочередно с интервалом не менее 10 с установить на генераторе все частотные точки с 1,0 до 3,0 ГГц.

8.4.7 Зафиксировать уровень сигнала  $A_{\text{эт}}$  с выхода эталонной антенны по показаниям анализатора спектра Е4402В для каждой частотной точки.

8.4.8 В точку расположения эталонной антенны установить антенну А111С и подключить к анализатору спектра Е4402В.

8.4.9 Перестраивая выходной сигнал по частоте и уровню поочередно с интервалом не менее 10 с установить на генераторе все частотные точки с 1,0 до 3,0 ГГц.

8.4.10 Зафиксировать уровень сигнала  $A_{\text{пов}}$  с выхода поверяемой антенны А111С по показаниям анализатора спектра Е4402В для каждой частотной точки.

8.4.11 Коэффициент калибровки поверяемой антенны для каждой частотной точки определить по формуле (2):

$$K_{\text{ПОВ}} = K_{\text{ЭТ}} + A_{\text{ЭТ}} - A_{\text{ПОВ}}, \text{ дБ}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{ЭТ}}$  – коэффициент калибровки эталонной антенны в данной частотной точке.

8.4.12 Погрешность коэффициента калибровки антенны А111С, выраженная в децибелах определить для каждой поверяемой частотной точки по формуле (3):

$$\delta_G = |K_{\text{ПОВ}} - K_{\text{ПАСП}}|, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где  $K_{\text{ПАСП}}$  – коэффициент усиления антенны, указанный в паспорте, дБ.

8.4.13 Результаты поверки считать положительными если значение относительной погрешности коэффициента калибровки антенны находится в пределах  $\pm 2,0$  дБ.

## 8.5 Определение уровня кроссполяризованной составляющей

8.5.1 Определение уровня кроссполяризованной составляющей провести методом сравнения уровня принятого сигнала антенны при согласованной и ортогональной поляризации полей облучения и приема.

8.5.2 Измерения провести поочередно на горизонтальной и вертикальной поляризации в рабочем диапазоне частот с шагом не менее чем 1 ГГц, в частотных точках, включающих две крайние.

8.5.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.

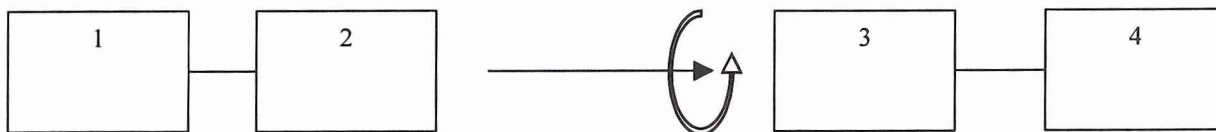


Рисунок 2

1 – генератор сигналов высокочастотный Г4-129 или Г4-211;

2 – антенна измерительная П6-23А;

3 – антенна измерительная логопериодическая А111С;

4 – анализатор спектра Е4402В.

8.5.4 Антенны установить друг напротив друга соосно, для излучения и приема на вертикальной поляризации, на расстоянии, рассчитанном по формуле (1).

8.5.5 Анализатор спектра Е4402В установить в режим измерения уровней сигналов согласно РЭ. Параметры обзора установить следующими: ширину полосы обзора - 1 МГц, центральную частоту равной текущей частоте измерений; ширину полосы пропускания фильтров - 3 кГц, время свипирования - автоматически, опорный уровень - минус 20 дБм; ослабление входного аттенюатора - автоматически, измерение уровней сигналов проводить в режиме «запоминания максимума».

Вход анализатора спектра подключать к выходу антенны А111С.

Выход используемого генератора сигналов высокочастотного подключить к входу антенны П6-23А. Генератор установить в режим непрерывной генерации. Выходную мощность установить - 1 мВт.

Частоту выходного сигнала используемого генератора и центральную частоту анализатора спектра Е4402В установить равными текущей частоте измерений.

8.5.6 Путем поворота излучающей антенны вокруг строительной оси добиться минимальных показаний уровня сигнала на входе анализатора спектра Е4407В. Измеряемое значение уровня принимаемого сигнала  $A_{\text{min}}$  зафиксировать.

8.5.7 Повернуть излучающую антенну на 90°. Показания приемного устройства  $A_{\text{max}}$  зафиксировать.

8.5.8 Уровень кроссполяризованной составляющей в частотной точке на заданной поляризации облучающего поля рассчитать по формуле (4):

$$K_{\text{КРОСС}} = A_{\text{min}} - A_{\text{max}}, \text{ дБ.} \quad (4)$$

8.5.9 Антенну А111С повернуть вокруг своей оси на  $90^\circ$ , операции пп.8.5.6-8.5.8 повторить.

8.5.10 За уровень кроссполяризованной составляющей поля излучения антенны в частотной точке принимается большее из значений, рассчитанных по формуле (4), для горизонтальной и вертикальной поляризации облучающего поля.

8.5.11 Результаты поверки считать положительными, если значение уровня кроссполяризованной составляющей антенны А111С не превышает минус 20 дБ.

8.6 Определение неравномерности диаграммы направленности в азимутальной плоскости

8.6.1 Определение неравномерности диаграммы направленности в азимутальной плоскости выполнить методом сравнения уровня принятого сигнала при различных углах поворота антенны в азимутальной плоскости относительно направления на облучатель.

8.6.2 Измерения провести на вертикальной поляризации в рабочем диапазоне частот с шагом не менее 1 ГГц, в частотных точках, включающих две крайние.

8.6.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.

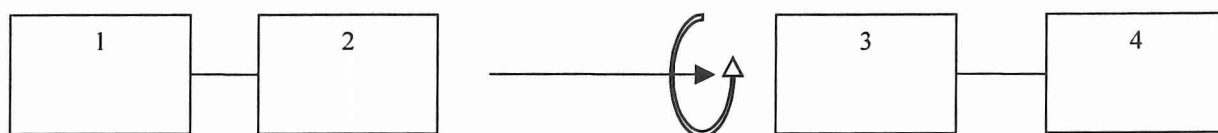


Рисунок 3

1 – генератор сигналов высокочастотный Г4-129 или Г4-211;

2 – антенна измерительная П6-23А;

3 – антенна измерительная логопериодическая А111С;

4 – анализатор спектра Е4402В.

8.6.4 Антенны установить друг напротив друга соосно, для излучения и приема на вертикальной поляризации, на расстоянии, рассчитанном по формуле (1).

8.6.5 Анализатор спектра Е4402В установить в режим измерения уровней сигналов согласно РЭ. Параметры обзора установить следующими: ширину полосы обзора - 1 МГц, центральную частоту равную текущей частоте измерений; ширину полосы пропускания фильтров

3 кГц, время свипирования - автоматически, опорный уровень - минус 20 дБм; ослабление входного аттенюатора - автоматически, измерение уровней сигналов проводить в режиме «запоминания максимума».

Вход анализатора спектра подключить к выходу антенны А111С.

Выход используемого генератора сигналов высокочастотного подключить к входу антенны П6-23А. Генератор установить в режим непрерывной генерации. Выходную мощность установить равной 1 мВт.

Частоту выходного сигнала используемого генератора и центральную частоту анализатора спектра Е4402В установить равными текущей частоте измерений.

8.6.6 Путем поворота испытуемой антенны в азимутальной плоскости с шагом не более  $20^\circ$  и регистрации показаний уровня сигнала  $A$  на входе анализатора спектра Е4407В измерить сечение диаграммы направленности.

8.6.7 Зафиксировать минимальное  $A_{\text{min}}$  и максимальное  $A_{\text{max}}$  измеренные значения.

8.6.8 Неравномерность диаграммы направленности в азимутальной плоскости в частотной точке рассчитать по формуле (4):

$$K_{НЕР} = A_{\max} - A_{\min}, \text{ дБ.} \quad (4)$$

8.6.9 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность диаграммы направленности в азимутальной плоскости антенны А111С не превышает 1,0 дБ.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считать соответствие полученных метрологических и технических характеристик антенн установленным значениям.

9.2 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается хранителю антенны.

9.3 При отрицательных результатах поверки антенну настраивают и направляют на повторную поверку или в ремонт.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



И.М. Малай

Научный сотрудник  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



А.В. Титаренко