

УТВЕРЖДАЮ

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



В.В. Швыдун

2013 г.

ИНСТРУКЦИЯ

КОМПЛЕКТЫ АНТЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АИК 1-40Б

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

КНПР.464965.003МП

**г. Мытищи
2013 г.**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты антенные измерительные АИК 1-40Б (далее - комплекты), изготавливаемые закрытым акционерным обществом «СКАРД-Электроникс» (ЗАО «СКАРД-Электроникс»), г. Курск.

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	
		первичной поверке и после ремонта	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	+	+
2 Опробование	5.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение КСВН входа и диапазона рабочих частот	5.3 5.3.1	+	+
3.2 Определение погрешности коэффициента усиления (КУ)	5.3.2	+	+

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, 5.3.2	Анализатор цепей векторный N5230C (диапазон рабочих частот от 0,01 до 50 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более минус 15 дБ, диапазон мощности выходного сигнала от минус 87 до минус 8 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)
5.3.2	Вспомогательные антенны (диапазон частот от 0,9 до 12,4 ГГц, КУ не менее 4 дБ, КСВН входа не более 3,0)
5.3.2	Вспомогательные антенны (диапазон частот от 8,2 до 40 ГГц, КУ не менее 15 дБ, КСВН входа не более 1,6)

Примечания 1 Вместо анализатора цепей векторного N5230C разрешается применять другие аналогичные векторные анализаторы цепей, обеспечивающие динамический диапазон измерений коэффициента передачи не менее 90 дБ и пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне от минус 50 до 0 дБ $\pm 0,5$ дБ.

2 Измерения КУ антенных систем допускается проводить с использованием рабочих эталонов, измерительных установок и комплексов для измерений характеристик антенн, обеспечивающих пределы допускаемой погрешности измерений КУ в пределах $\pm 1,0$ дБ.

3 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 комплектов, 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 23 ± 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 .

Измерения радиотехнических характеристик комплектов должны проводиться в помещении, оборудованном радиопоглощающими материалами и обеспечивающем относительный уровень побочных переотражений не более минус 20 дБ в диапазоне частот до 8,2 ГГц и не более минус 25 дБ в диапазоне свыше 8,2 ГГц.

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать комплект в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 8 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на комплект по его 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 комплекта 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 комплекта в соответствии с технической документацией.

5.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплект удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность комплекта полная. В противном случае комплект дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

5.2 Опробование

5.2.1 Произвести опробование работы комплекта для оценки его исправности.

При опробовании комплекта проверить возможность сборки антенных систем и подключения к их входу кабельной сборки.

5.2.2 Результаты опробования считать положительными, если обеспечивается возможность сборки и подключения антенных систем. В противном случае комплект дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Определение КСВН входа и диапазона рабочих частот

Определение КСВН входа и диапазона рабочих частот антенных систем провести с применением анализатора цепей векторного N5230C методом прямых измерений. Измерительный порт анализатора цепей подключать при помощи кабельной сборки к коаксиальным входам антенных систем.

Измерения провести в рабочем диапазоне частот проверяемого антенной системы в соответствии с руководством по эксплуатации на анализатор цепей. Антенную систему ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов.

Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа антенных систем в диапазоне рабочих частот:

Диапазон рабочих частот, ГГц:	
антенная система Пб-123	от 0,9 до 12,4
антенная система Пб-140-1	от 8,2 до 12,4
антенная система Пб-140-2	от 12,4 до 18
антенная система Пб-140-3	от 18 до 26,5
антенная система Пб-140-4	от 26,5 до 40

не превышает следующих значений:

Пб-123	3,0
Пб-140-х	1,6.

5.3.2 Определение погрешности КУ

5.3.2.1 Определение коэффициента усиления антенных систем проводить методом двух антенн с замещением с использованием двух вспомогательных антенн.

5.3.2.2 Измерить частотные зависимости модуля коэффициента отражения входов используемых антенн и входов кабельныхборок, используемых для их подключения со стороны излучающего и принимающего портов анализатора цепей векторного N5230C Γ_{AC} , Γ_1 , Γ_2 , Γ_{II} , Γ_{II} , соответственно.

5.3.2.3 Собрать схему проведения измерений приведенную на рисунке 1.

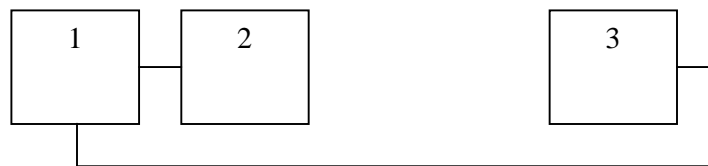


Рисунок 1 - Схема определения КУ

1 – анализатор цепей векторный N5230C;

2 – вспомогательная антенна «номер 1»;

3 – проверяемая антенная система.

5.3.2.4 Антенны установить друг напротив друга соосно.

5.3.2.5 Расстояние между антеннами установить в соответствии с условием нахождения в дальней зоне, минимальное расстояние между антеннами вычислить по формуле (1):

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

где D - максимальный размер используемых антенн, м;

λ - длина волны, м.

Высота до пола и потолка должна составлять не менее 1,5 м.

5.3.2.6 Измерения провести на согласованной поляризации электромагнитного поля.

5.3.2.7 Анализатор цепей векторный N5230C установить в режим измерений коэффициента передачи S12. Выход измерительного порта «2» подключить к входу испытываемой антенной системы, а порта «1» к вспомогательной антенне «номер 1». Установить полосу обзора равной исследуемой полосе частот. Полосу пропускания, уровень выходной мощности, количество отсчетов и усреднений установить таким образом, чтобы обеспечивалось отношение сигнал/шум не менее 50 дБ, а уровень сигналов на входе приемного измерительного порта не превышал 0 дБм.

Допускается использование встроенных функций «сглаживания» («Smoothing», не более 1 %) или частотно-временных преобразований.

Зафиксировать частотную зависимость коэффициента передачи $A_{AC-1}(f)$, дБ.

5.3.2.8 В точку расположения вспомогательной антенны «номер 1» установить вспомогательную антенну «номер 2». Зафиксировать частотную зависимость коэффициента передачи $A_{AC-2}(f)$, дБ.

5.3.2.9 В точку расположения поверяемой антенной системы установить вспомогательную антенну «номер 1». Зафиксировать частотную зависимость коэффициента передачи $A_{1-2}(f)$, дБ.

5.3.2.10 Отстыковать антенны и зафиксировать коэффициент передачи используемых кабельных сборок $A_0(f)$, дБ.

5.3.2.11 Частотные зависимости КУ пар антенн вычислить по формулам (2) – (4).

$$G_{AC-1}(f) = A_{AC-1}(f) - A_0(f) - 20 \lg \left(\frac{4pR_{AC-1}}{l} \right) + 10 \lg \left(\frac{|1 - \Gamma_{AC}\Gamma_H|^2 |1 - \Gamma_1\Gamma_H|^2}{(1 - |\Gamma_{AC}|^2)(1 - |\Gamma_1|^2)|1 - \Gamma_H\Gamma_H|^2} \right), \text{ дБ}, \quad (2)$$

$$G_{AC-2}(f) = A_{AC-2}(f) - A_0(f) - 20 \lg \left(\frac{4pR_{AC-2}}{l} \right) + 10 \lg \left(\frac{|1 - \Gamma_{AC}\Gamma_H|^2 |1 - \Gamma_2\Gamma_H|^2}{(1 - |\Gamma_{AC}|^2)(1 - |\Gamma_2|^2)|1 - \Gamma_H\Gamma_H|^2} \right), \text{ дБ}, \quad (3)$$

$$G_{1-2}(f) = A_{1-2}(f) - A_0(f) - 20 \lg \left(\frac{4pR_{1-2}}{l} \right) + 10 \lg \left(\frac{|1 - \Gamma_1\Gamma_H|^2 |1 - \Gamma_2\Gamma_H|^2}{(1 - |\Gamma_1|^2)(1 - |\Gamma_2|^2)|1 - \Gamma_H\Gamma_H|^2} \right), \text{ дБ}, \quad (4)$$

где R - расстояние между раскрывами антенных систем, м.

Частотную зависимость КУ для испытываемой антенной системы рассчитать по формуле (5).

$$G_{AC}(f) = 0,5 [G_{AC-1}(f) + G_{AC-2}(f) - G_{1-2}(f)], \text{ дБ}. \quad (5)$$

5.3.2.12 Погрешность КУ в рабочем диапазоне частот рассчитать по формуле (6).

$$dG = G_{AC}(f) - (a \cdot f^3 + b \cdot f^2 + c \cdot f + d), \text{ дБ}, \quad (6)$$

где f - частота, ГГц;

a, b, c и d - коэффициенты, равные:

антенная система Пб-123

от 0,9 до 4 ГГц

от 4 до 9 ГГц

от 9 до 12,4 ГГц

$$a = 0,94, \quad b = -7,6, \quad c = 20,5, \quad d = 8,3$$

$$a = 0,055, \quad b = -1, \quad c = 5,8, \quad d = 1,5$$

$$a = 0, \quad b = -0,89, \quad c = 17,7, \quad d = -74,4$$

антенная система П6-140-1	$a = 0, b = -0,46, c = 1,77, d = 6,8$
антенная система П6-140-2	$a = 0, b = -0,021, c = 1,17, d = 10,4$
антенная система П6-140-3	$a = 0, b = -0,01, c = 0,78, d = 13,7$
антенная система П6-140-4	$a = 0, b = -0,0053, c = 0,53, d = 17.$

5.3.2.13 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности КУ антенных систем находятся в пределах $\pm 1,8$ дБ для П6-123 и $\pm 1,2$ дБ для П6-140-х.


6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки комплекта выдается свидетельство установленной формы.

6.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

6.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый комплект к дальнейшему применению не допускается. На комплект выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования, а в формуляре делаются соответствующие записи.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»


К.С. Черняев

Начальник лаборатории
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»


А.В. Титаренко