

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

« 09 » 11 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Антенны измерительные рупорные
П6-74**

**Методика поверки
МП П6-74-2022**

р.п. Менделеево
2022 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства поверки	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот	7
9.2 Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления	7
9.3 Определение коэффициента кроссполяризации	9
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10
11 Оформление результатов поверки	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок антенн измерительных рупорных П6-74 (далее – антенны П6-74), изготавливаемых акционерным обществом «Центральное конструкторское бюро автоматики» (АО «ЦКБА»), г. Омск.

1.2 Антенны П6-74 предназначены для измерений плотности потока энергии (далее – ППЭ) совместно с измерительными приёмными устройствами (измерительным приемником, селективным микровольтметром, анализатором спектра, ваттметром поглощаемой мощности), а совместно с генераторами сигналов – для возбуждения электромагнитного поля с заданной ППЭ1.2.

Первичной поверке подлежат антенны П6-74, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат антенны П6-74, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3 - 178 ГГц ГЭТ 160-2006 в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 «Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц».

Поверка антенн П6-74 в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А ГОСТ Р 8.574-2000) проводится методом непосредственного сличения.

1.4 В результате поверки антенн П6-74 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке антенн П6-74

Наименование требования (характеристики)	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 17,44 до 40,00 включ.
КСВН, не более	1,5
Коэффициент усиления, дБ, не менее	18
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента усиления, дБ	$\pm 1,5$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки антенн П6-74 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки антенн П6-74

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Определение КСВН и диапазона рабочих частот	9.1	да	да
Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления	9.2	да	да
Определение коэффициента кроссполяризации	9.3	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и антенна П6-74 признается непригодной к применению.

2.3 Не допускается проведение поверки антенн П6-74 на меньшем числе частот, указанных в настоящей МП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия поверки антенн П6-74

Влияющая величина	Значение
Температура окружающей среды, °С	от 15 до 25
Относительная влажность окружающей воздуха, %	от 30 до 70
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом МИАВ.464653.053РЭ «Антенна измерительная рупорная П6-74. Руководство по эксплуатации» (далее – МИАВ.464653.053РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенн П6-74 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки антенн П6-74

Пункты МП, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25°С с абсолютной погрешностью не более 1 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 % Средства измерений атмосферного давления от от 630 до 795 мм рт ст (от 84 до 106 кПа) с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измерители влажности и температуры микропроцессорные ИТВ, рег. № 20857-08* Измерители влажности и температуры ИТВМ-7, рег. № 71394-18* Барометр-анероид контрольный М67, рег. № 3744-73*
9.1	Измерители коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) в диапазоне частот от 17 до 40 ГГц включительно, диапазон измерений КСВН от 1 до 5 с относительной погрешностью не более $(1+4 \cdot K_{CTU}) \%^{**}$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48355-11

Продолжение таблицы 4

Пункты МП, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.3, 9.2, 9.3	Рабочие эталоны единицы эффективной площади измерительных антенн (по ГОСТ Р 8.574-2000) диапазон частот от 17 до 40 ГГц включительно, диапазон измерений эффективной площади антенн от $3 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ с относительной погрешностью измерений эффективной площади антенн не более (6 – 16) % Рабочие эталоны единицы коэффициента усиления измерительных антенн (по ГОСТ Р 8.574-2000) в диапазоне частот от 17 до 40 ГГц включительно, диапазон измерений коэффициента усиления от 15 до 28 дБ с абсолютной погрешностью измерений коэффициента усиления не более 0,5 дБ	Государственный рабочий эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2, рег. № 3.1.ZZT.0088.2013*
9.2, 9.3	Средства измерений расстояния от 1 до 20 м с абсолютной погрешностью не более 1 см	Дальномер лазерный Leica DISTO D3a, рег. № 44938-10* Рулетка измерительная металлическая two COMP 5 m, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98, рег. № 68600-17*
* – рег. № ____ – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений ** – К_{СТУ} – измеренное значения КСВН		

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 4.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующим санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведёнными в эксплуатационной документации на антенну П6-74 и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6.4 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра антенны П6-74 проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- отсутствие механических повреждений и чистоту соединительного разъема;
- отсутствие видимых механических повреждений на составных частях антенны П6-74;
- состояние лакокрасочных покрытий;
- прочность крепления элементов конструкции антенны П6-74.

7.2 Проверку комплектности антенны П6-74 проводить сличением фактической комплектности с данными, «приведенными документе МИАВ.464653.053ПС Антенна измерительная рупорная П6-74. Паспорт» (далее – МИАВ.64653.053ПС).

7.3 Проверку маркирования и пломбирования (наклейки) производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в МИАВ.464653.053РЭ.

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность антенны П6-74 соответствует разделу 3 МИАВ.464653.053ПС;
- маркировка и пломбировка (наклейка) антенны П6-74 соответствует п. 1.6 МИАВ.464653.053РЭ;
- высокочастотный разъем антенны П6-74 чист, отсутствуют видимые механические повреждения;
- отсутствуют видимые механические повреждения антенны П6-74;
- крепления элементов конструкции антенны П6-74 прочны;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в МИАВ.464653.053РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий поверки

8.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.3 Опробование

8.3.1 Установить антенну П6-74 на штатив (треногу).

8.3.2 Присоединить высокочастотным кабелем высокочастотный разъем антенны П6-74 к измерителю мощности оконечного типа из состава государственного рабочего эталона единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2 (далее – РЭИА-2), при необходимости используя коаксиальные переходы.

8.3.3 Сориентировать антенну П6-74 по высоте и азимуту. Для этого ослабить фиксирующие болты на штативе (треноге), поднять антенну на необходимую высоту и сориентировать ее по азимуту, затянуть болты.

8.3.4 Результат проверки работоспособности антенны П6-74 считать положительным, если:

- выполнено присоединение высокочастотным кабелем из состава РЭИА-2 антенны к измерителю мощности оконечного типа из состава РЭИА-2;
- имеется возможность ориентировать антенну П6-74 по высоте и азимуту.

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот

9.1.1 Определение КСВН поверяемой антенны П6-74 проводить с применением анализатор электрических цепей векторный ZVA50 (далее – ZVA50) в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах f_i : 17,44 ГГц, от 18 до 40 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц.

При измерении КСВН поверяемую антенну П6-74 сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

9.1.3 Подключить антенну П6-74 с помощью кабеля из состава РЭИА-2 к ZVA50.

9.1.4 Выполнить измерения КСВН – $K_{cmU}^{f_i}$, где f_i – частота измерений (см. п. 9.1.2)

Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения K_{cmU} в диапазоне частот от 17,44 до 40,00 ГГц включительно не более 1,5.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

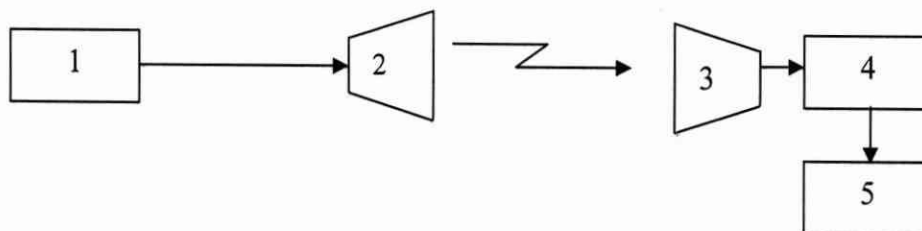
9.2 Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления

9.2.1 Выполнить измерения для определения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-74 в помещении размерами (6×6) м, с высотой потолка не менее 4 м. В зоне измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

9.2.2 Для определения коэффициентов усиления антенны П6-74 использовать РЭИА-2.

9.2.3 Измерения проводить на частотах f_i : 17,44 ГГц, от 18 до 40 ГГц включительно с шагом 0,5 ГГц.

9.2.4 Для проведения измерений собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1.



1 – генератор сигналов E8257D из состава РЭИА-2;

2 – излучатель из состава РЭИА-2;

3 – поверяемая антенна П6-74;

4 – преобразователь измерительный NRP-Z55 из состава РЭИА-2;

5 – блок измерительный NRP из состава РЭИА-2.

Рисунок 1

9.2.5 В качестве излучателя использовать антенны из состава РЭИА-2. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси устройства передвижения антенн (далее – УПА) из состава РЭИА-2 и направлено вдоль УПА.

9.2.6 Приборы и излучающие модули располагаются в безэховой камере БЭК-1 РЭИА-2. Все измерения проводить при одном значении выходной мощности генератора сигналов E8257D – 18 дБ (1 мВт).

9.2.7 Подключить излучатель к выходному разъему генератора сигналов E8257D.

9.2.8 Поверяемую антенну П6-74 устанавливать на треногу так, чтобы ее апертура была на расстоянии d от 499,5 до 500,5 см от апертуры излучателя.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной или лазерного дальномера.

Подключить ВЧ кабелем из состава РЭИА-2 преобразователь измерительный NRP-Z55 РЭИА-2 к антенне П6-74.

9.2.9 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту измерений f_i в соответствии с п. 9.2.3.

Подать с генератора сигналов E8257D СВЧ мощность.

Добиться с помощью устройства поворотного максимального значения выходного сигнала с антенны П6-74 по показаниям дисплея на блоке измерительном NRP.

Произвести отсчет $P_A^{f_i}$, в [мВт], на выходе антенны П6-74.

Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

9.2.10 Выполнить операции п. 9.2.9, последовательно устанавливая на генераторе сигналов E8257D значения остальных частот f_i , приведенных в п. 9.2.3.

9.2.11 Вычислить (для всех f_i) значение коэффициента усиления поверяемой антенны П6-74 $G_A^{f_i}$, в [дБ], по формуле (1):

$$G_A^{f_i} = 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi}{\lambda_i^2} \cdot K_n^{f_i} \cdot P_A^{f_i}\right), \quad (1)$$

где $K_n^{f_i}$ – значения коэффициента калибровки, в [см²·мВт⁻¹], на частоте f_i , приведенные в ЭД на РЭИА-2;

λ_i – длина волны, в [см], соответствующая f_i , на которой проводились измерения;

$P_A^{f_i}$ – результат отсчета в мВт, полученный в п.п. 9.2.9 и 9.2.10.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.12 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента усиления поверяемой антенны П6-74 $\Delta_{G_A}^{f_i}$, в [дБ], по формуле (2):

$$\Delta_{G_A}^{f_i} = G_{A0}^{f_i} - G_A^{f_i}, \quad (2)$$

где $G_{A0}^{f_i}$ – значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-74, приведенные в 1.2 МИАВ.464653.053ПС или Приложении Д МИАВ.464653.053РЭ;

$G_A^{f_i}$ – значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-74, полученные в ходе поверки.

9.2.13 Результаты поверки считать положительными, если во всем диапазоне рабочих частот значения $G_A^{f_i}$ не менее 18 дБ и значения $\Delta_{G_A}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными

9.3 Определение коэффициента кроссполяризации

9.3.1 Для определения коэффициента кроссполяризации антенны П6-74 t_A определить уровень сигнала ортогональной поляризации относительно уровня основной поляризации на выходе антенны.

9.3.2 Определение коэффициента кроссполяризации t_A проводить на частотах f_i : 17,44; 25,00, 33,00 и 40,00 ГГц.

9.3.3 Для проведения измерений использовать схему измерений, приведенную на рисунке 1, в которой в качестве излучателя использовать антенну из состава РЭИА-2.

Приборы и излучающие модули располагаются в безэховой камере БЭК-1 РЭИА-2.

9.3.4 Включить генератор сигналов E8257D и измеритель мощности, установить на генераторе сигналов E8257D частоту измерений $f_i = 17,44$ ГГц.

Установить антенну П6-74 так, чтобы ее апертура была на расстоянии d от 149,5 до 150,5 см от излучателя.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной или дальномера лазерного.

Подать с генератора сигналов E8257D СВЧ мощность 18 дБ (1 мВт).

С помощью устройства поворотного добиться максимального значения выходного сигнала с антенны П6-74.

По показаниям дисплея на блоке измерительном NRP произвести отсчет P_A^0 , в [мВт], на выходе испытуемой антенны П6-74.

Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Повернуть антенну П6-74 с помощью устройства поворотного вокруг ее вертикальной оси на угол 90° до получения минимального значения уровня мощности (по показаниям дисплея на блоке измерительном NRP).

По показаниям дисплея на блоке измерительном NRP произвести отсчет P_A^{90} , в [мВт], на выходе антенны П6-74.

Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

9.3.5 Выполнить пункт п. 5.7.4, устанавливая на генераторе сигналов E8257D последовательно частоту f_i : 25, 33, 40 ГГц.

9.3.6 Рассчитать для частот f_i значения уровня ортогональной поляризации относительно уровня основной поляризации (коэффициент кроссполяризации) антенны П6-74 t_A , в [дБ], по формуле (3):

$$t_A = 10 \cdot \lg \left[\frac{P_A^{90}(f_i)}{P_A^0(f_i)} \right], \quad (3)$$

где $P_A^0(f_i)$, $P_A^{90}(f_i)$ – результат измерений на выходе антенны П6-74 на частоте f_i при основной и ортогональной поляризации соответственно.

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе испытаний.

9.3.7 Результаты испытаний считать положительными, если все полученные значения t_A не более минус 17 дБ.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение КСВН диапазона рабочих частот

Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН K_{cmU} в диапазоне частот от 17,44 до 40,00 ГГц включительно, не более 1,5.

10.2 Определение коэффициента усиления и абсолютной погрешности коэффициента усиления

Результаты поверки считать положительными, если всем диапазоне рабочих частот значения коэффициента усиления $G_A^{f_i}$ не менее 18 дБ и значения абсолютной погрешности коэффициента усиления $\Delta_{G_A}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ.

10.3 Определение коэффициента кроссполяризации

Результаты поверки считать положительными, если значения t_A на частотах f_i : 17,44; 25,00, 33,00 и 40,00 ГГц не более минус 17 дБ.

10.4 При положительных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-74 подтверждено.

10.5 При отрицательных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-74 не подтверждено и поверяемая антенна П6-74 признаётся непригодной к применению.

11 ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

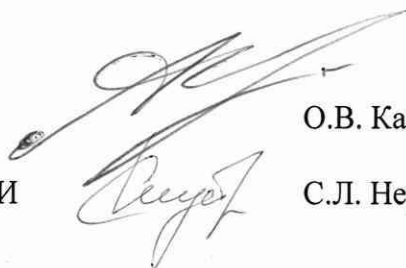
11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца антенны П6-74, или лица, предъявившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в руководство по эксплуатации вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

11.3 Антенна П6-74, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается Извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

С.Л. Неустроев