



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

» августа 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**АНТЕННЫ РУПОРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ШИРОКОПОЛОСНЫЕ
П6-123**

Методика поверки

РТ-МП-4449-441-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки антенн рупорных измерительных широкополосных П6-123 (далее – антенны П6-123).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3 - 178 ГГц (ГЭТ160-2006).

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений и метод замещения.

Не допускается проведение поверки антенн П6-123 в отличных от указанных в настоящей методике поверки точек диапазона частот.

2 Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки антенн П6-123 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение КСВН и диапазона рабочих частот	Да	Да	9.1
Определение коэффициента усиления антенны	Да	Да	9.2
Определение погрешности измерений коэффициента усиления антенны	Да	Да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 70 %
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.)

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, имеющими опыт работы по поверке поверяемого средства измерений.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КНПР.464653.012РЭ «Антенны рупорные измерительные широкополосные П6-123. Руководства по эксплуатации» (далее – КНПР.464653.012РЭ).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки антенн П6-123 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +20 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3,0$ % Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег. номер 70481-18 в ФИФ)
8.3; 9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот	Средство измерений КСВН, диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН ± 5 %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 (рег. номер 48355-11 в ФИФ)
8.3; 9.2; Определение коэффициента усиления антенны	Рабочий эталон согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц по ГОСТ Р 8.574-2000	Установка для поверки измерительных антенн П1-31 (рег. номер 85313-22 в ФИФ)
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на антенны П6-123.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр антенны П6-123 проводить визуально.

При этом проверить:

- комплектность и маркировку;
- отсутствие видимых механических повреждений антенны П6-123, влияющих на её работу;
- чистоту и отсутствие видимых повреждений входного ВЧ соединителя;
- состояние лакокрасочных покрытий и чёткость маркировок;
- соответствие внешнего вида антенны П6-123 рисунку, приведённому в описании типа на данное средство измерений;

7.2 Проверку комплектности антенны П6-123 проводить сличением действительной комплектности с данными, приведёнными в документе КНПР.464653.012ФО «Антенны рупорные измерительные широкополосные П6-123. Формуляр» (далее – КНПР.464653.012ФО).

7.3 Проверку маркирования антенны П6-123 проводить путём внешнего осмотра и сличением с данными, приведёнными в документе КНПР.464653.012РЭ «Антенны рупорные измерительные широкополосные П6-123. Руководство по эксплуатации» (далее – КНПР.464653.012РЭ).

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность поверяемой антенны П6-123 соответствует разделу 5 КНПР.464653.012ФО;
- маркировка поверяемой антенны П6-123 соответствует разделу 15 КНПР.464653.012РЭ;
- фирменная наклейка поверяемой антенны П6-123 цела;
- входной ВЧ соединитель поверяемой антенны П6-123 без повреждений и чистый;
- отсутствуют видимые механических повреждений поверяемой антенны П6-123;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий поверяемой антенны П6-123, маркировки чётко различимы.

В противном случае результаты внешнего осмотра поверяемой антенны П6-123 считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, установленные в разделе 7 КНПР.464653.012РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий поверки

Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п.3, с помощью прибора контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

Результаты измерений температуры, относительной влажности и атмосферного давления в помещении должны находиться в пределах, указанных в п.3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п.3.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.3 Опробование

Для выполнения процедуры опробования выполнить следующие действия в указанной последовательности.

8.3.1 Установить антенну П6-123 на штатив (треногу).

8.3.2 Присоединить высокочастотным кабелем коаксиальный СВЧ выход антенны П6-123 поочередно к измерителю мощности из комплекта вспомогательного оборудования установки для поверки измерительных антенн П1-31 и к средству измерений КСВН - анализатору электрических цепей векторному ZVA50, при необходимости используя коаксиальные переходы.

8.3.3 Сориентировать антенну П6-123 по высоте и азимуту. Для этого ослабить фиксирующие болты на штативе (треноге), поднять антенну на необходимую высоту и сориентировать её по азимуту, затянув фиксирующие болты.

8.3.4 Результаты опробования антенны П6-123 считать положительным, если:

- выполнено присоединение высокочастотным кабелем из комплекта П1-31 антенны к измерителю мощности из комплекта вспомогательного оборудования установки для поверки измерительных антенн П1-31 и средству измерений КСВН – анализатору электрических цепей векторному ZVA50;
- имеется возможность ориентировать антенну П6-123 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 поверяемых антенн П6-123 проводить с применением анализатора электрических цепей векторного ZVA50 (далее – ZVA50) методом прямых измерений в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах f_i : 0,9 ГГц, от 1,0 до 12,0 ГГц с шагом 0,5 ГГц и 12,4 ГГц включительно.

При измерении КСВН поверяемую антенну П6-123 сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

9.1.3 Подключить антенну П6-123 с помощью кабеля из состава установки для поверки измерительных антенн П1-31 к ZVA50.

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

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2 Определение коэффициента усиления антенны

Выполнить измерения для определения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 в помещении с размерами не менее (6 × 6) м, с высотой потолка не менее 3 м. В зоне проведения измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

Проверка антенн П6-123 выполняется методом замещения с применением установки для проверки измерительных антенн П1-31.

9.2.1 Измерения проводить на частотах f_i : 0,9 ГГц, от 1,0 до 12,0 ГГц с шагом 0,5 ГГц и 12,4 ГГц включительно.

9.2.2 Для проведения измерений собрать схему, приведённую на рисунке 1.

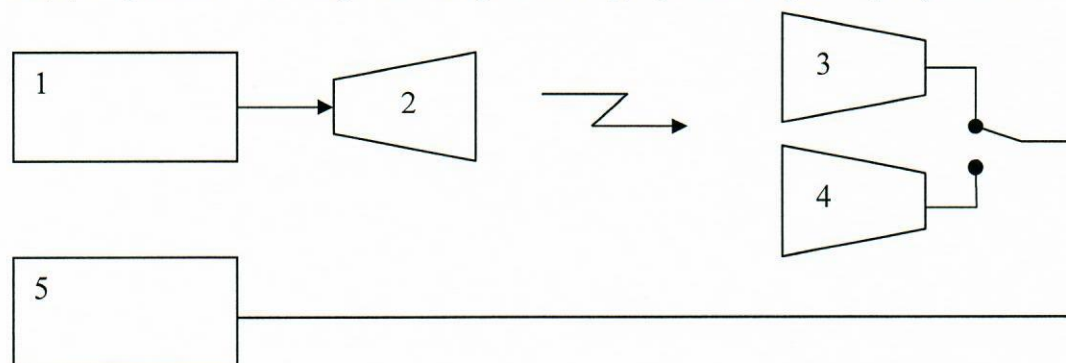


Рисунок 1 Схема измерений

1 – генератор сигналов Agilent E8257D-520 из состава П1-31;

2 – излучающая рупорная антенна РА-18 из состава П1-31;

3 – эталонная рупорная антенна РА-18Э из состава П1-31;

4 – поверяемая антенна П6-123;

5 – ваттметр Agilent E9304 из состава П1-31

9.2.3 На стойке с опорно-поворотными механизмами установить рупорную антенну-излучатель РА-18.

9.2.4 На второй стойке с опорно-поворотными механизмами установить рупорную эталонную антенну РА-18Э.

9.2.5 Расстояние между раскрывами рупорных антенн должно составлять 1 или 3 м. Измерение расстояния проводить лазерным дальномером (из состава П1-31). Изменение расстояния проводить путем смещения стойки, на которой размещена эталонная антенна.

К излучающей антенне подключить посредством кабеля соединительного генератор, к приемной антенне подключить измеритель мощности.

9.2.6 На генераторе E8257D установить частоту измерений f_i в соответствии с п.9.2.1 и выходную мощность в пределах от 10 до 20 дБ (1 мВт), в процессе измерительного цикла выходную мощность на генераторе не меняют.

Подать мощность на излучающую антенну.

9.2.7 Провести юстировку антенн. Для этого последовательно вращать сначала излучающую антенну в азимутальной и угломестной плоскостях до получения максимального значения мощности на выходе эталонной антенны, а затем, последовательно вращать эталонную антенну в азимутальной и угломестной плоскостях до получения максимального значения мощности на выходе эталонной антенны $P_э$.

Провести отсчет измеренного значения на выходе эталонной антенны $P_э$ в мкВт.

Зафиксировать результат отсчёта в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

9.2.8 Выполнить операции по п. 9.2.6, последовательно устанавливая на генераторе сигналов E8257D значения остальных частот f_i , приведённых в п.9.2.1.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.9 Установить вместо эталонной антенны поверяемую антенну.

Установить расстояние между раскрытыми рупорными антеннами равным 1 или 3 м.

Измерение расстояния проводить лазерным дальномером. Изменение расстояния проводить путем смещения стойки, на которой размещена поверяемая антенна.

9.2.10 Провести процедуру юстировки поверяемой антенны аналогично описанной в п.9.2.7.

9.2.11 Провести отсчет значения мощности на выходе поверяемой антенны $P_{П}$ в мкВт.

Зафиксировать результат отсчёта в протоколе испытаний.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

9.2.12 Выполнить операции по п.9.2.8, последовательно устанавливая на генераторе сигналов E8257D значения остальных частот f_i , приведённых в п.9.2.1.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.13 Для значений, полученных при выполнении п.п. 9.2.8 и 9.2.12, рассчитать эффективную площадь поверяемой антенны $S_{эф П}$ в см² по формуле (1)

$$S_{эф П} = p_э \cdot \left(\frac{P_{П}}{P_э} \right) \cdot S_{эф э} \quad (1)$$

где:

- $S_{эф э}$ – эффективная площадь эталонной антенны в см² (определяется по методике калибровки эталонных антенн по $S_{эф ф}$ (погрешность калибровки не более $\pm 12\%$) на эталоне ГЭТ160-2006 в ФГУП «ВНИИФТРИ» и приведена в формуляре П1-31),
- $p_э$, – частотно зависимый коэффициент, представляющий собой поправку на близость.

Для эталонных антенн $p_э$, входящих в состав установки, поправка на близость приведена в формуляре П1-31;

- $P_{П}$ – измеренная мощность на выходе поверяемой антенны в мкВт;
- $P_э$ – измеренная мощность на выходе эталонной антенны в мкВт.

9.2.14 Для определения коэффициента усиления поверяемой антенны применять формулу пересчёта эффективной площади антенны в коэффициент усиления антенны G в (дБ):

$$G = 10 \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot S_{эф П}}{\lambda^2} \right) \quad (2)$$

где:

- λ – длина волны в см, на которой проводятся измерения

9.2.15 Вычислить (для всех f_i) значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 $G_A^{f_i}$ в (дБ).

Результаты расчётов зафиксировать в рабочем журнале.

9.3 Определение погрешности измерений коэффициента усиления антенны

9.3.1 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 $\Delta_{G_A}^{f_i}$, в (дБ), по формуле (3):

$$\Delta_{G_A}^{f_i} = G_{A_0}^{f_i} - G_A^{f_i}, \quad (3)$$

где:

- G_{A0}^{fi} – значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 для заданной частоты, приведённые в КНПР.464653.012ФО, либо определённое по графику или по таблице, придаваемым к антенне;
- G_A^{fi} – значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 для заданной частоты, полученные в ходе выполнения поверки.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения КСВН поверяемых антенн П6-123 K_{CTU} в диапазоне частот от 0,9 до 12,4 ГГц включительно не превышают 3,0.

10.2 Определение коэффициента усиления антенны

Результаты поверки считать положительными, если во всём диапазоне рабочих частот значения коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 G_A^{fi} не менее 4,0 дБ.

10.3 Определение погрешности измерений коэффициента усиления антенны

Результаты поверки считать положительными, если во всём диапазоне рабочих частот значения абсолютной погрешности коэффициента усиления поверяемой антенны П6-123 Δ_{GA}^{fi} находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

10.4 При положительных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-123 подтверждено.

10.5 При отрицательных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-123 не подтверждено и поверяемая антенна П6-123 признаётся непригодной к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты проверки заносят в протокол поверки произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку, в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С.Н. Гольшак

Главный специалист по метрологии
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»

Н.В. Гольшак