

СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель генерального
директора — заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов



24 » 09 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Рабочий эталон единицы эффективной площади антенн
П1-77

Методика поверки
П1-77-1-2021 МП

р. п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ.....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8.1 Подготовка к поверке	6
8.2 Опробование.....	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9.1 Определение КСВН антенн П6-59	7
9.2 Определение КСВН антенн П6-69/Э.....	7
9.3 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59.....	7
9.4 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-69/Э	10
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	13
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	13

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее — МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок рабочего эталона единицы эффективной площади антенн П1-77, заводской № 1, (далее — П1-77), используемого в качестве рабочего эталона в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 ГСИ «Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц», изготовленного обществом с ограниченной ответственностью Научно-производственная компания «Эталон-Тест» (ООО НПК «Эталон-Тест»), г. Москва, г. Зеленоград.

1.2 Первичной поверке подлежит П1-77 до ввода его в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит П1-77, находящийся в эксплуатации или на хранении.

1.3 При подтверждении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы эффективной площади антенн в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 ГСИ «Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3–178 ГГц ГЭТ 160-2006. Поверка П1-77 проводится методом компарирования, в соответствии с государственной поверочной схемой (ГОСТ Р 8.574-2000, Приложение А).

1.4 Передача П1-77 единицы эффективной площади поверяемым средствам измерений осуществляется методом сличения с помощью компаратора в соответствии с Приложением А ГОСТ Р 8.574-2000.

1.5 В результате поверки П1-77 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 — Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
КСВН антенн измерительных рупорных (далее — антенн) П6-59, не более	2,0
КСВН антенн измерительных рупорных (далее — антенн) П6-69/Э, не более	1,5
Пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59, %	± 12
Пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади антенн П6-69/Э, %	± 12

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки П1-77 должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 — Операции поверки П1-77

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Определение метрологических характеристик средства измерений	9		
3.1 Определение КСВН антенн П6-59	9.1	да	да
3.2 Определение КСВН антенн П6-69/Э	9.2	да	да
3.3 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59	9.3	да	да
3.4 Определение относительной погрешности эффективной площади антенны П6-69/Э	9.4	да	да

2.2 На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки П1-77 с неполным составом антенн по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в документе П1-77.0040.15 ФО.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от 15 до 25 °С;
- влажность окружающего воздуха: от 30 до 80%;
- атмосферное давление: от 630 до 800 мм рт.ст.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом П1-77.0040.15 РЭ «Рабочий эталон единицы эффективной площади антенн П1-77. Руководство по эксплуатации» (далее — П1-77.0040.15 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки П1-77 должны применяться средства поверки, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Средства измерений для поверки П1-77

Пункт МП	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
9.1, 9.2	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 (далее — ZVA50), диапазон частот — от 10 до 50000 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} \pm(0,4-0,6)$ дБ в диапазоне частот от 50 до 50000 МГц при значениях $ S_{11} $ и $ S_{22} $ от 3 до минус 15 дБ
9.3, 9.4	Государственный первичный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3–178 ГГц ГЭТ 160-2006 (далее — ГЭТ 160-2006), номинальные значения диапазона (0,1–10) Вт/м ² , случайная составляющая погрешности воспроизведения $(1,5-2,5) \cdot 10^{-2}$, неисключенная систематическая составляющая погрешности $(4-9) \cdot 10^{-2}$
9.3, 9.4	Рулетка измерительная металлическая two COMP 5 m, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98

5.2 ГЭТ 160-2006 используется при поверке в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц (ГОСТ Р 8.574-2000, Приложение А).

5.3 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие подтверждение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.4 Средства поверки должны быть исправны и поверены.

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, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на П1-77 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 отключенном питании.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр П1-77 проводить визуально; при этом проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку;
- отсутствие видимых механических повреждений антенн и соединительных кабелей, входящих в состав П1-77, влияющих на его нормальную работу;
- чистоту и отсутствие видимых повреждений ВЧ соединителей антенн и соединительных кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- наличие поверенного ZVA50, входящего в комплект вспомогательного оборудования П1-77.

7.2 Проверку комплектности П1-77 проводить сличением фактической комплектности с данными, приведенными в документе «Рабочий эталон единицы эффективной площади антенн П1-77. Формуляр П1-77.0040.15 ФО» (далее — П1-77.0040.15 ФО).

7.3 Проверку маркирования и пломбирования (наклейки) проводить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе П1-77.0040.15 РЭ.

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность П1-77 соответствует разделу 4 П1-77.0040.15 ФО;
- маркировка и пломбировка (наклейка) П1-77 соответствует П1-77.0040.15 РЭ, раздел 6;
- ВЧ соединители антенн и соединительных кабелей целые и чистые;
- отсутствуют видимые механические повреждения антенн и соединительных кабелей, влияющие на нормальную работу П1-77;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий, маркировки четкие;
- ZVA50 поверен.

В противном случае результат внешнего осмотра считать отрицательным 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 произвести подготовительные работы, установленные в п. 10 П1-77.0040.15 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Установить антенну П6-59 из состава П1-77 на первую стойку с опорно-поворотным механизмом (далее — ОПМ) системы позиционирования антенн в пространстве (штатив и устройство горизонтального позиционирования) из состава П1-77, закрепить антенну П6-59 при помощи соответствующего механического адаптера и подключить ее радиочастотным кабелем к генератору сигналов высокочастотному из состава ГЭТ 160-2006, при необходимости используя коаксиальные переходы.

Убедиться в том, что ОПМ обеспечивает перемещение антенны П6-59 по горизонтали и вертикали.

8.2.2 Установить антенну П6-59 из состава П1-77 на вторую стойку ОПМ из состава П1-77, закрепить антенну ОПМ при помощи соответствующего механического адаптера и подключить ее радиочастотным кабелем к измерителю мощности оконечного типа из состава ГЭТ 160-2006, при необходимости используя коаксиальные переходы.

Убедиться в том, что ОПМ стойки обеспечивает перемещение антенны П6-59 по горизонтали и вертикали.

Отсоединить антенну П6-59 от генератора сигналов высокочастотного и снять ее со стойки ОПМ.

Отсоединить антенну П6-59 от измерителя мощности оконечного типа и снять ее со стойки ОПМ.

8.2.3 Установить антенну П6-69/Э из состава П1-77 на первую стойку с ОПМ системы позиционирования антенн в пространстве (штатив и устройство горизонтального позиционирования) из состава П1-77, закрепить антенну П6-69/Э при помощи соответствующего механического адаптера и подключить ее радиочастотным кабелем к генератору сигналов высокочастотному из состава ГЭТ 160-2006, при необходимости используя коаксиальные переходы.

Убедиться в том, что ОПМ обеспечивает перемещение антенны П6-69/Э по горизонтали и вертикали.

8.2.4 Установить антенну П6-69/Э из состава П1-77 на вторую стойку ОПМ из состава П1-77, закрепить антенну ОПМ при помощи соответствующего механического адаптера и подключить ее радиочастотным кабелем к измерителю мощности оконечного типа из состава ГЭТ 160-2006, при необходимости используя коаксиальные переходы.

Убедиться в том, что ОПМ обеспечивает перемещение антенны П6-69/Э по горизонтали и вертикали.

Отсоединить антенну П6-69/Э от генератора сигналов высокочастотного и снять ее со стойки ОПМ.

Отсоединить антенну П6-69/Э от измерителя мощности оконечного типа и снять ее со стойки ОПМ.

8.2.5 Выполнить последовательно присоединение антенн П6-59 и П6-69/Э к ZVA50.

8.2.6 Результаты опробования считать положительными, если:

- антенны П6-59 и П6-69/Э устанавливаются и закрепляются на стойках ОПМ;
- обеспечивается перемещение антенн по горизонтали и вертикали;
- выполнено присоединение антенн П6-59 и П6-69/Э к генератору сигналов высокочастотному;
- выполнено присоединение антенн П6-59Э и П6-69/Э, к измерителю мощности оконечного типа;
- выполнено присоединение антенн П6-59 и П6-69/Э к ZVA50.

В противном случае результат опробования считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение КСВН антенн П6-59

9.1.1 Определение КСВН проводить по выходу антенн П6-59.

9.1.2 Измерения КСВН антенн П6-59 проводить с применением ZVA50 в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.3 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах f_i от 1 до 18 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

9.1.4 Подключить антенну П6-59 с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA50 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН — $K_{cmU}^{f_i}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения $K_{cmU}^{f_i}$ антенн П6-59 в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц включительно не превышают 2,0.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки с антеннами П6-59 не проводить.

9.2 Определение КСВН антенн П6-69/Э

9.2.1 Определение КСВН проводить по выходу антенн П6-69/Э.

9.2.2 Измерения КСВН антенн П6-69/Э проводить с применением ZVA50 в соответствии с руководством по его эксплуатации.

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

9.2.4 Подключить антенну П6-69/Э с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA50 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН — $K_{cmU}^{f_i}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения $K_{cmU}^{f_i}$ антенн П6-69/Э в диапазоне частот от 18 до 40 ГГц включительно не превышают 1,5.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки с антеннами П6-69/Э не проводить.

9.3 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59

9.3.1 Измерения для определения относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59 проводить в помещении размерами (6×6) м с высотой потолка не менее 3 м.

В зоне измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

9.3.2 Определить методом трех антенн значения эффективной площади антенн П6-59 на частотах f_i : от 1 до 18 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

При определении эффективной площади антенн П6-59, в качестве третьей антенны использовать антенну из состава ГЭТ 160-2006.

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

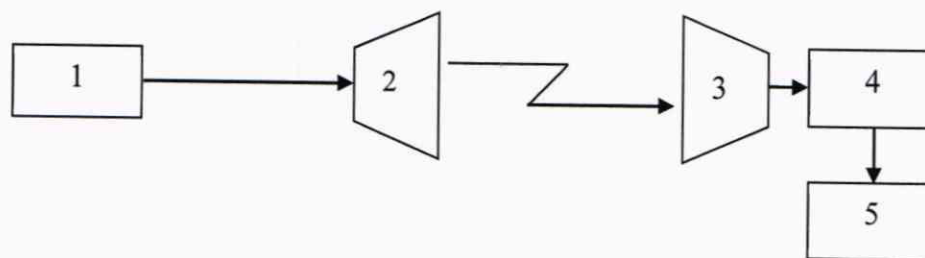


Рисунок 1 — Схема измерений

- 1 — генератор сигналов из состава ГЭТ 160-2006;
- 2 — антенна № 1;
- 3 — антенна № 2;
- 4 — преобразователь измерительный из состава ГЭТ 160-2006;
- 5 — измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006.

9.3.4 Антенны № 1 и № 2 установить на опорно-поворотные устройства, имеющие возможность настройки по азимутальному и вертикальному углу.

Установить антенны № 1 и № 2 визуально с вертикальной плоскостью поляризации.

Установить расстояние d , равное 3,0 м, между плоскостями апертур антенн № 1 и № 2.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной.

9.3.5 Антенну № 1 устанавливать в вертикальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси устройства передвижения антенн из состава ГЭТ 160-2006 (далее — УПА) и направлено вдоль УПА.

9.3.6 Приборы и излучающие модули располагать в безэховой камере БЭК-1 ГЭТ 160-2006.

Все измерения проводить при одном значении выходной мощности генератора сигналов из состава ГЭТ 160-2006 $P_{A_1}^{f_i} = 18$ дБмВт (63 мВт).

9.3.7 Подключить антенну № 1 к выходному разъему генератора сигналов.

9.3.8 Подключить кабелем из состава ГЭТ 160-2006 преобразователь измерительный из состава ГЭТ 160-2006 к антенне № 2.

К преобразователю измерительному подключить измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006.

9.3.9 Измерения проводить на всех частотах, приведенных в п. 9.3.2, для трех комбинаций антенн:

- комбинация A12: антенна № 1 — антенна П6-59 № 529, антенна № 2 — антенна П6-59 № 524;
- комбинация A13: антенна № 1 — антенна П6-59 № 529, антенна № 3 — антенна ГЭТ 160-2006;
- комбинация A23: антенна № 2 — антенна П6-59 № 524, антенна № 3 — антенна ГЭТ 160-2006.

9.3.10 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации A12.

9.3.11 Установить на генераторе сигналов частоту $f_i = 1$ ГГц.

Подать с генератора сигналов мощность.

Добиться с помощью устройства поворотного максимального значения выходного сигнала с антенны № 2 по показаниям измерителя мощности.

Произвести отсчет мощности $P_{A_2}^{f_i}$ в мВт. Зафиксировать результат отсчета в протоколе поверки.

Отключить СВЧ мощность на генераторе сигналов.

9.3.12 Выполнить операции п. п. 9.3.11, последовательно устанавливая на генераторе сигналов частоты f_i от 1,5 до 18,00 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

9.3.13 Рассчитать для комбинации A12 на всех частотах f_i значения $R_{12}^{f_i}$ в см² по формуле (1):

$$R_{12}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_2}^{f_i}}{P_{A_1}^{f_i}}}, \quad (1)$$

где: $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$ см;

$R_{фц1}$ — расстояние фазового центра антенны № 1 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{фц2}$ — расстояние фазового центра антенны № 2 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_1}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_2}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.3.14 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации A13.

Выполнить операции п. п. 9.3.11, 9.3.12.

9.3.15 Рассчитать для комбинации A13 на всех частотах f_i значения $R_{13}^{f_i}$ в см² по формуле (2):

$$R_{13}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_3}^{f_i}}{P_{A_1}^{f_i}}}, \quad (2)$$

где: $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц3})$ см;

$R_{фц1}$ — расстояние фазового центра антенны № 1 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{фц3}$ — расстояние фазового центра антенны № 3 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_1}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_3}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.3.16 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации A23.

Выполнить операции п. п. 9.3.11, 9.3.12.

9.3.17 Рассчитать для комбинации A23 на всех частотах f_i значения $R_{23}^{f_i}$ в см² по формуле (3):

$$R_{23}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_3}^{f_i}}{P_{A_2}^{f_i}}}, \quad (3)$$

где: $R = (300 + R_{фц2} + R_{фц3})$ см;

$R_{фц2}$ — расстояние фазового центра антенны № 2 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{фц3}$ — расстояние фазового центра антенны № 3 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_2}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_3}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.3.18 Вычислить значения эффективной площади антенны П6-59 № 529 $S_{\text{П6-59 № 529}}^{f_i}$ в см² на частотах f_i по формуле (4):

$$S_{\text{П6-59 № 529}}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{13}^{f_i}}{R_{23}^{f_i}}. \quad (4)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе поверки.

9.3.19 Вычислить значения эффективной площади антенны П6-59 № 524 $S_{\text{П6-59 № 524}}^{f_i}$ в см² на частотах f_i по формуле (5):

$$S_{\text{П6-59 № 524}}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{23}^{f_i}}{R_{13}^{f_i}}. \quad (5)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе поверки.

9.3.20 Определить значения относительной погрешности эффективной площади антенны П6-59 № 529 $\delta_{S_{\text{П6-59 № 529}}}^{f_i}$ в процентах по формуле (6):

$$\delta_{S_{\text{П6-59 № 529}}}^{f_i} = \frac{S_{\text{П6-59 № 529}}^{f_i} - S_{\text{П6-59 № 529 Ф}}^{f_i}}{S_{\text{П6-59 № 529 Ф}}^{f_i}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $S_{\text{П6-59 № 529}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-59 № 529 в см², определенные в п. 9.3.18;

$S_{\text{П6-59 № 529 Ф}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-59 № 529 в см², приведенные в П1-77.0040.15 ФО.

9.3.21 Определить значения относительной погрешности эффективной площади антенны П6-59 № 524 $\delta_{S_{\text{П6-59 № 524}}}^{f_i}$ в процентах по формуле (7):

$$\delta_{S_{\text{П6-59 № 524}}}^{f_i} = \frac{S_{\text{П6-59 № 524}}^{f_i} - S_{\text{П6-59 № 524 Ф}}^{f_i}}{S_{\text{П6-59 № 524 Ф}}^{f_i}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $S_{\text{П6-59 № 524}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-59 № 524 в см², определенные в п. п. 9.3.19;

$S_{\text{П6-59 № 524 Ф}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-59 № 524 в см², приведенные в П1-77.0040.15 ФО.

9.3.22 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{S_{\text{П6-59 № 529}}}^{f_i}$ и $\delta_{S_{\text{П6-59 № 524}}}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 12\%$.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

9.4 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-69/Э

9.4.1 Измерения для определения относительной погрешности эффективной площади антенн П6-69/Э проводить в помещении размерами (6×6) м с высотой потолка не менее 3 м.

В зоне измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

9.4.2 Определить методом трех антенн значения эффективной площади антенн П6-69/Э на частотах f_i : от 18 до 40 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

При определении эффективной площади антенны антенн П6-69/Э в качестве третьей антенны использовать антенну из состава ГЭТ 160-2006.

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

9.4.4 Антенны № 1 и № 2 установить на опорно-поворотные устройства, имеющие возможность настройки по азимутальному и вертикальному углу.

Установить антенны № 1 и № 2 визуально с вертикальной плоскостью поляризации.

Установить расстояние d , равное 3,0 м, между плоскостями апертур антенн № 1 и № 2. Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной.

9.4.5 Антенну № 1 устанавливать в вертикальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси устройства передвижения антенн из состава ГЭТ 160-2006 (далее — УПА) и направлено вдоль УПА.

9.4.6 Приборы и излучающие модули располагать в безэховой камере БЭК-1 ГЭТ 160-2006.

Все измерения проводить при одном значении выходной мощности генератора сигналов из состава ГЭТ 160-2006 $P_{A_1}^{f_i} = 18$ дБмВт (63 мВт).

9.4.7 Подключить антенну № 1 к выходному разъему генератора сигналов.

9.4.8 Подключить кабелем из состава ГЭТ 160-2006 преобразователь измерительный из состава ГЭТ 160-2006 к антенне № 2.

К преобразователю измерительному подключить измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006.

9.4.9 Измерения проводить на всех частотах, приведенных в п. 9.4.2, для трех комбинаций антенн:

- комбинация A12: антенна № 1 — антенна П6-69/Э № 008, антенна № 2 — антенна П6-69/Э № 007;
- комбинация A13: антенна № 1 — антенна П6-69/Э № 008, антенна № 3 — антенна ГЭТ 160-2006;
- комбинация A23: антенна № 2 — антенна П6-69/Э № 007, антенна № 3 — антенна ГЭТ 160-2006.

9.4.10 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации A12.

9.4.11 Установить на генераторе сигналов частоту $f_i = 18$ ГГц.

Подать с генератора сигналов мощность.

Добиться с помощью устройства поворотного максимального значения выходного сигнала с антенны № 2 по показаниям измерителя мощности.

Произвести отсчет $P_{A_2}^{f_i}$, в мкВт на выходе антенны № 2. Зафиксировать результат отсчета в протоколе поверки.

Отключить СВЧ мощность на генераторе сигналов.

9.4.12 Выполнить операции п. 9.4.11, последовательно устанавливая на генераторе сигналов частоты f_i от 18,5 до 40,00 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

9.4.13 Рассчитать для комбинации A12 на всех частотах f_i значения $R_{12}^{f_i}$ в см² по формуле (8):

$$R_{12}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_2}^{f_i}}{P_{A_1}^{f_i}}}, \quad (8)$$

где: $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$ см;

$R_{фц1}$ — расстояние фазового центра антенны № 1 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{фц2}$ — расстояние фазового центра антенны № 2 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_1}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_2}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.4.14 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации A13.

Выполнить операции п. п. 9.4.11, 9.4.12.

9.4.15 Рассчитать для комбинации A13 на всех частотах f_i значения $R_{13}^{f_i}$ в см² по формуле (9):

$$R_{13}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_3}^{f_i}}{P_{A_1}^{f_i}}}, \quad (9)$$

где: $R = (300 + R_{\text{фц1}} + R_{\text{фц3}})$ см;

$R_{\text{фц1}}$ — расстояние фазового центра антенны № 1 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{\text{фц3}}$ — расстояние фазового центра антенны № 3 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_1}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_3}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.4.16 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации А23.

Выполнить операции п. п. 9.4.11, 9.4.12.

9.4.17 Рассчитать для комбинации А23 на всех частотах f_i значения $R_{23}^{f_i}$ в см² по формуле (10):

$$R_{23}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A_3}^{f_i}}{P_{A_2}^{f_i}}}, \quad (10)$$

где: $R = (300 + R_{\text{фц2}} + R_{\text{фц3}})$ см;

$R_{\text{фц2}}$ — расстояние фазового центра антенны № 2 (приведено в паспорте на антенну), см;

$R_{\text{фц3}}$ — расстояние фазового центра антенны № 3 (приведено в паспорте на антенну), см;

$P_{A_2}^{f_i}$ — мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A_3}^{f_i}$ — мощность на выходе приемной антенны;

λ — длина волны в см, на которой проводились измерения.

Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

9.4.18 Вычислить значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 008 $S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i}$ в см² на частотах f_i по формуле (11):

$$S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{13}^{f_i}}{R_{23}^{f_i}}. \quad (11)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе поверки.

9.4.19 Вычислить значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 007 $S_{\text{П6-69/Э № 007}}^{f_i}$ в см² на частотах f_i по формуле (12):

$$S_{\text{П6-69/Э № 007}}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{23}^{f_i}}{R_{13}^{f_i}}. \quad (12)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе поверки.

9.4.20 Определить значения относительной погрешности эффективной площади антенны П6-69/Э № 008 $\delta_{S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i}}$ в процентах по формуле (13):

$$\delta_{S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i}} = \frac{S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i} - S_{\text{П6-69/Э № 008 Ф}}^{f_i}}{S_{\text{П6-69/Э № 008 Ф}}^{f_i}} \cdot 100, \quad (13)$$

где $S_{\text{П6-69/Э № 008}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 008 в см², определенные в п. 9.3.18;

$S_{\text{П6-69/Э № 008 Ф}}^{f_i}$ — значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 008 в см², приведенные в П1-77.0040.15 ФО.

9.4.21 Определить значения относительной погрешности эффективной площади антенны П6-69/Э № 007 $\delta_{S_{П6-69/Э \text{ № } 007}}^{fi}$ в процентах по формуле (14):

$$\delta_{S_{П6-69/Э \text{ № } 007}}^{fi} = \frac{S_{П6-69/Э \text{ № } 007}^{fi} - S_{П6-69/Э \text{ № } 007 \text{ Ф}}^{fi}}{S_{П6-69/Э \text{ № } 007 \text{ Ф}}^{fi}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $S_{П6-69/Э \text{ № } 007}^{fi}$ — значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 007 в см², определенные в п. п. 9.4.18;

$S_{П6-69/Э \text{ № } 007 \text{ Ф}}^{fi}$ — значения эффективной площади антенны П6-69/Э № 007 в см², приведенные в П1-77.0040.15 ФО.

9.4.22 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{S_{П6-69/Э \text{ № } 008}}^{fi}$ и $\delta_{S_{П6-69/Э \text{ № } 007}}^{fi}$ находятся в пределах $\pm 12\%$.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 При положительных результатах поверки П1-77 признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону, приведенным в ГОСТ Р 8.574-2000 и Приложении А к нему).

10.2 При отрицательных результатах поверки П1-77 признаётся непригодным к применению (соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону, приведенным в ГОСТ Р 8.574-2000 и приложении А к нему, не подтверждено).

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Положительные результаты поверки оформляются протоколом, подтверждающим соответствие П1-77, заводской №1, обязательным требованиям к рабочему эталону по ГОСТ Р 8.574-2000.

При проведении поверки П1-77, заводской № 1, с неполным составом антенн, соответствующая запись должна быть сделана в протоколе поверки и эксплуатационных документах (П1-77.0040.15 ФО).

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

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник лаборатории 132 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

С.А. Колотыгин