

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов



» 03 2022 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Установка для поверки измерительных антенн

УПИА

**Методика поверки
УПИА-01-2022 МП**

р. п. Менделеево
2022 г.

Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	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.....	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 НЛА-02/1	7
9.2	Определение КСВН антенн П6-59	7
9.3	Определение относительной погрешности эффективной площади антенн НЛА-02/1	8
9.4	Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59.....	11
10	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	14
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок установки для поверки измерительных антенн УПИА, заводской № 01 (далее – УПИА), используемой 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», изготовленной федеральным бюджетным учреждением «Государственный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москва и Московской области» (ФБУ «Ростест-Москва»), г. Москва.

1.2 Первичной поверке подлежит УПИА до ввода его в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит УПИА, находящаяся в эксплуатации или на хранении.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача размера 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 УПИА проводится методом компарирования в соответствии с государственной поверочной схемой (ГОСТ Р 8.574-2000, Приложение А).

1.4 Передача УПИА размера 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 УПИА должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
КСВН антенн логопериодических НЛА-02/1, не более	2,0
КСВН антенн измерительных рупорных П6-59, не более	2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади антенн НЛА-02/1, %	±12
Пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59, %	±12

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки УПИА должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки УПИА

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	–	–
Определение КСВН антенн НЛА-02/1	9.1	да	да
Определение КСВН антенн П6-59	9.2	да	да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение относительной погрешности эффективной площади антенн НЛА-02/1	9.3	да	да
Определение относительной погрешности эффективной площади антенны П6-59	9.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки УПИА с неполным составом антенн по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в документе УПИА-01 ПС «Установка для поверки измерительных антенн УПИА. Паспорт» (далее – УПИА-01 ПС).

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 не более 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 УПИА-01 РЭ «Установка для поверки измерительных антенн УПИА. Руководство по эксплуатации» (далее – УПИА-01 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки УПИА должны применяться средства поверки, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений для поверки УПИА

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 ZVA 24, диапазон частот от 10 до 24000 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ в диапазоне частот от 50 до 24000 МГц при значениях $ S_{11} $ и $ S_{22} $ от плюс 10 до минус 15 дБ $\pm(0,4 - 0,6)$ 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

5.1 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).

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

5.3 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 УПИА 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 УПИА проводить визуально. При этом проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку;
- отсутствие видимых механических повреждений антенн и соединительных кабелей, входящих в состав УПИА, влияющих на ее нормальную работу;
- чистоту и отсутствие видимых повреждений ВЧ соединителей антенн и соединительных кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- наличие действующих свидетельств о поверке анализатора электрических цепей векторного/анализатора спектра ZVL3 (далее – ZVL3), анализатора цепей векторного P4M-18/1 (далее – P4M-18) и дальномера лазерного, входящих в комплект вспомогательного оборудования УПИА.

7.2 Проверку комплектности УПИА проводить сличением фактической комплектности с данными, приведенными в документе УПИА-01 ПС.

7.3 Проверку маркирования и пломбирования (наклейки) производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в документе УПИА-01 РЭ.

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность УПИА соответствует разделу 1 УПИА-01 ПС;
- маркировка и пломбировка (наклейка) УПИА соответствует разделу 12 УПИА-01 РЭ;
- ВЧ соединители антенн и соединительных кабелей целые и чистые;
- отсутствуют видимые механические повреждения антенн и соединительных кабелей, влияющие на нормальную работу УПИА;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий, маркировки четкие;
- имеются действующие свидетельства о поверке ZVL3, P4M-18 и дальномера лазерного.

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 разделе 7 УПИА-01 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Установить антенну НЛА-02/1-1 из состава УПИА на первое устройство с опорно-поворотным механизмом (далее – ОПМ) из состава вспомогательного оборудования УПИА, закрепить антенну НЛА-02/1-1 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 НЛА-02/1-1 по горизонтали и вертикали.

8.2.2 Установить антенну НЛА-02/1-2 из состава УПИА на второе устройство с ОПМ из состава вспомогательного оборудования УПИА, закрепить антенну НЛА-02/1-2 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 НЛА-02/1-2 по горизонтали и вертикали.

Отсоединить антенну НЛА-02/1-1 от генератора сигналов высокочастотного и снять ее с устройства с ОПМ.

Отсоединить антенну НЛА-02/1-2 от измерителя мощности оконечного типа и снять ее с устройства с ОПМ.

8.2.3 Установить антенну П6-59-1 из состава УПИА на первое устройство с ОПМ из состава вспомогательного оборудования УПИА, закрепить антенну П6-59-1 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 П6-5-1 по горизонтали и вертикали.

8.2.4 Установить антенну П6-59-2 из состава УПИА на второе устройство с ОПМ из состава вспомогательного оборудования УПИА, закрепить антенну П6-59-2 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 П6-59-2 по горизонтали и вертикали.

Отсоединить антенну П6-59-1 от генератора сигналов высокочастотного и снять ее с устройства с ОПМ.

Отсоединить антенну П6-59-2 от измерителя мощности оконечного типа и снять ее с устройства с ОПМ.

8.2.5 Выполнить присоединение антенны НЛА-02/1-1 к порту № 1 ZVL3, а антенны НЛА-02/1-2 к порту № 2 ZVL3.

Выполнить присоединение антенны П6-59-1 к порту № 1 Р4М-18, а антенны П6-59-2 к порту № 2 Р4М-18.

- 8.2.6 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если
- антенны НЛА-02/1-1, НЛА-02/1-2, П6-59-1 и П6-59-2 устанавливаются и закрепляются на устройствах с ОПМ;
 - обеспечивается перемещение антенн по горизонтали и вертикали ОПМ;
 - выполнено присоединение антенны НЛА-02/1-1 и антенны П6-59-1 к генератору сигналов высокочастотному;
 - выполнено присоединение антенны НЛА-02/1-2 и антенны П6-59-2, к измерителю мощности оконечного типа;
 - выполнено присоединение антенн НЛА-02/1-1, НЛА-02/1-2 к ZVL3;
 - выполнено присоединение антенн П6-59-1, П6-59-2 к Р4М-18.
- В противном случае результат опробования считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение КСВН антенн НЛА-02/1

9.1.1 Определение КСВН проводить по выходу антенн НЛА-02/1.

9.1.2 Измерения КСВН антенн НЛА-02/1 проводить с применением анализатора электрических цепей векторного ZVA 24 (далее – ZVA 24) в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.3 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах f_i от 0,3 до 3,0 ГГц включительно, с шагом 0,1 ГГц.

9.1.4 Присоединить антенну НЛА-02/1-1 с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН – $K_{cmU}^{f_i}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Отсоединить антенну НЛА-02/1-1 от ZVA 24.

9.1.5 Присоединить антенну НЛА-02/1-2 с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН – $K_{cmU}^{f_i}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Отсоединить антенну НЛА-02/1-2 от ZVA 24.

9.1.6 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения $K_{cmU}^{f_i}$ антенн НЛА-02/1 в диапазоне частот от 0,3 до 3,0 ГГц включительно не превышают 2,0.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки с антеннами НЛА-02/1 не проводить.

9.2 Определение КСВН антенн П6-59

9.2.1 Определение КСВН проводить по выходу антенн П6-59.

9.2.2 Измерения КСВН антенн П6-69/Э проводить с применением ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации.

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

9.2.4 Присоединить антенну П6-59-1 с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН – $K_{cmU}^{f_i}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Отсоединить антенну П6-59-1 от ZVA 24.

9.2.5 Присоединить антенну П6-59-2 с помощью кабеля из состава ГЭТ 160-2006 к ZVA 24 в соответствии с руководством по его эксплуатации и провести измерение КСВН – $K_{свУ}^{fi}$.

Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Отсоединить антенну П6-59-2 от ZVA 24.

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

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

9.3 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн НЛА-02/1

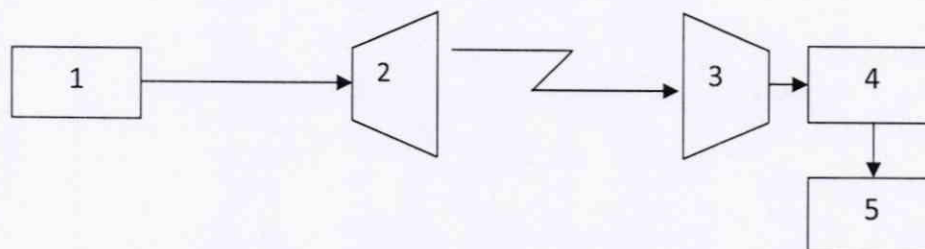
9.3.1 Определить значения эффективной площади антенн НЛА-02/1.

Измерения для определения эффективной площади антенн НЛА-02/1 (НЛА-02/1-1 и НЛА-02/1-2) 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 Определение эффективной площади проводить методом трех антенн на частотах f_i от 0,3 до 3,0 ГГц включительно, с шагом 0,1 ГГц.

При определении эффективной площади двух антенн НЛА-02/1-1 и НЛА-02/1-2 из состава УПИА в качестве третьей антенны использовать антенны из состава ГЭТ 160-2006.

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



- 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

Рисунок 1

9.3.4 Антенны № 1 и № 2 установить на ОПМ, имеющие возможность настройки по азимутальному и вертикальному углу.

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

Расстояние d между антеннами № 1 и № 2 установить, равным 300 см.

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 (далее – УПА) из состава ГЭТ 160-2006 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 $P_{A1}^{f_i} = (60 - 65)$ мВт.

9.3.7 Подключить антенну № 1 к выходному разъему генератора сигналов.

9.3.8 Антенну № 2 установить на треногу так, чтобы она была на расстоянии d , равным 300 см, от излучателя.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной.

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 А12: антенна № 1 – антенна НЛА-02/1-1, антенна № 2 – антенна НЛА-02/1-2;

– комбинация А13: антенна № 1 – антенна НЛА-02/1-1, антенна № 2 – антенна из состава ГЭТ 160-2006;

– комбинация А23: антенна № 1 – антенна НЛА-02/1-2, антенна № 2 – антенна из состава ГЭТ 160-2006.

9.3.10 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации А12.

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

Подать с генератора сигналов мощность $P_{A1}^{f_i}$.

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

Произвести отсчет $P_{A2}^{f_i}$, в [мкВт], на выходе антенны № 2. Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов.

9.3.12 Выполнить п. 9.3.11, последовательно устанавливая на генераторе сигналов частоты f_i от 0,3 до 3,0 ГГц включительно, с шагом 0,1 ГГц.

9.3.13 Рассчитать для комбинации А12 на всех частотах f_i значения $R_{12}^{f_i}$, в [см²], по формуле (1):

$$R_{12}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A2}^{f_i}}{P_{A1}^{f_i}}}; \quad (1)$$

где $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$, [см];

$R_{фц1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, в [см];

$R_{фц2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, в [см];

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в [см], на которой проводились измерения.

Значения $R_{фц1}$ и $R_{фц2}$ приведены для антенн НЛА-02/1-1 и НЛА-02/1-2 в таблице Б2 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

9.3.14 Собрать схему измерений (см. рисунок 1) для комбинации А13.

Выполнить операции п.п. 5.3.11 и 5.3.12.

5.3.15 Рассчитать для комбинации А13 на всех частотах f_i значения $R_{13}^{f_i}$, в [см²], по формуле (2):

$$R_{13}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A2}^{f_i}}{P_{A1}^{f_i}}}; \quad (2)$$

где $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$, [см];

$R_{фц1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, в [см];

$R_{фц2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, в [см];

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в [см], на которой проводились измерения.

Значения $R_{\phi 1}$ и $R_{\phi 2}$ приведены для антенн НЛА-02/1-1 и НЛА-02/1-2 в таблице Б2 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

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

Выполнить операции п.п. 9.3.11 и 9.3.12.

5.3.17 Рассчитать для комбинации А23 на всех частотах f_i значения $R_{23}^{f_i}$, в [см²], по формуле (3):

$$R_{23}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A1}^{f_i}}{P_{A2}^{f_i}}}; \quad (3)$$

где $R = (300 + R_{\phi 1} + R_{\phi 2})$, в [см];

$R_{\phi 1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, [см];

$R_{\phi 2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, [см];

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в [см], на которой проводились измерения.

Значения $R_{\phi 1}$ и $R_{\phi 2}$ приведены для антенн НЛА-02/1-1 и НЛА-02/1-2 в таблице Б2 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

9.3.18 Определить значения эффективной площади антенны НЛА-02/1-1 $S_{H/A-02/1-1}^{f_i}$, в [см²], на частоте f_i по формуле (4):

$$S_{H/A-02/1-1}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{13}^{f_i}}{R_{23}^{f_i}}. \quad (4)$$

Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

9.3.19 Определить значения эффективной площади антенны НЛА-02/1-2 $S_{H/A-02/1-2}^{f_i}$, в [см²], на частоте f_i по формуле (5):

$$S_{H/A-02/1-2}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{23}^{f_i}}{R_{13}^{f_i}}. \quad (5)$$

Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

9.3.20 Вычислить относительную погрешность эффективной площади антенны НЛА-02/1-1 $\delta_{H/A-02/1-1}^{f_i}$, в процентах, по формуле (6):

$$\delta_{H/A-02/1-1}^{f_i} = \frac{S_{H/A-02/1-1}^{f_i} - S_{PЭH/A-02/1-1}^{f_i}}{S_{PЭH/A-02/1-1}^{f_i}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $S_{PЭH/A-02/1-1}^{f_i}$ – эффективная площадь антенны НЛА-02/1-1 на частоте f_i , приведена в таблице Б2 приложения Б УПИА-01 РЭ на антенну НЛА-02/1, зав № 14004.

9.3.21 Вычислить относительную погрешность эффективной площади антенны НЛА-02/1-2 $\delta_{НЛА-02/1-2}^{f_i}$, в процентах, по формуле (7):

$$\delta_{НЛА-02/1-2}^{f_i} = \frac{S_{НЛА-02/1-2}^{f_i} - S_{РЭНЛА-02/1-2}^{f_i}}{S_{РЭНЛА-02/1-2}^{f_i}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $S_{РЭНЛА-02/1-1}^{f_i}$ – эффективная площадь антенны НЛА-02/1-1 на частоте f_i , приведена в таблице Б2 приложения Б УПИА-01 РЭ на антенну НЛА-02/1, зав № 14005.

9.3.22 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{НЛА-02/1-1}^{f_i}$ и $\delta_{НЛА-02/1-2}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 12\%$.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

9.4 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59

9.4.1 Определить значения эффективной площади антенн П6-59.

Измерения для определения эффективной площади антенн П6-59 (П6-59-1 и П6-59-2) 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 Определение эффективной площади проводить методом трех антенн на частотах f_i от 1,0 до 18,0 ГГц включительно, с шагом 0,5 ГГц.

При определении эффективной площади двух антенн П6-59-1 и П6-59-2 из состава УПИА в качестве третьей антенны использовать антенны 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 ОПМ, имеющие возможность настройки по азимутальному и вертикальному углу.

Установить антенны №№ 1, 2 визуальнo с вертикальной плоскостью поляризации.

Расстояние d между антеннами № 1 и № 2 установить, равным 300 см.

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 (далее – УПА) из состава ГЭТ 160-2006 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 $P_{A1}^{f_i} = (60 - 65)$ мВт.

9.4.7 Подключить антенну № 1 к выходному разъему генератора сигналов.

9.4.8 Антенну № 2 установить на треногу так, чтобы она была на расстоянии d , равным 300 см, от излучателя.

Расстояние d контролировать с помощью рулетки измерительной.

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 А12: антенна № 1 – антенна П6-59-1, антенна № 2 – антенна П6-59-2;

– комбинация А13: антенна № 1 – антенна П6-59-1, антенна № 2 – антенна из состава ГЭТ 160-2006;

– комбинация А23: антенна № 1 – антенна П6-59-2, антенна № 2 – антенна из состава ГЭТ 160-2006.

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

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

Подать с генератора сигналов мощность $P_{A1}^{f_i}$.

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

Произвести отсчет $P_{A2}^{f_i}$, в [мкВт], на выходе антенны № 2. Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов.

9.4.12 Выполнить п. 9.4.11, последовательно устанавливая на генераторе сигналов частоты f_i от 1,0 до 18,0 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):

$$R_{12}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A2}^{f_i}}{P_{A1}^{f_i}}}; \quad (8)$$

где $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$, [см];

$R_{фц1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, в [см];

$R_{фц2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, в [см];

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в [см], на которой проводились измерения.

Значения $R_{фц1}$ и $R_{фц2}$ приведены для антенн П6-59-1 и П6-59-2 в таблице Б1 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

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

Выполнить операции п.п. 9.4.11 и 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):

$$R_{13}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A2}^{f_i}}{P_{A1}^{f_i}}}; \quad (9)$$

где $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$, [см];

$R_{фц1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, в [см];

$R_{фц2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, в [см];

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в [см], на которой проводились измерения.

Значения $R_{фц1}$ и $R_{фц2}$ приведены для антенн П6-59-1 и П6-59-2 в таблице Б1 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

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

Выполнить операции п.п. 9.4.11 и 9.4.12.

9.4.17 Рассчитать для комбинации А23 на всех частотах f_i значения $R_{23}^{f_i}$, в $[см^2]$, по формуле (10):

$$R_{23}^{f_i} = \lambda \cdot R \cdot \sqrt{\frac{P_{A1}^{f_i}}{P_{A2}^{f_i}}}; \quad (10)$$

где $R = (300 + R_{фц1} + R_{фц2})$, $[см]$;

$R_{фц1}$ – расстояния фазового центра антенны № 1, $[см]$;

$R_{фц2}$ – расстояния фазового центра антенны № 2, $[см]$;

$P_{A1}^{f_i}$ – мощность, поданная на вход излучателя;

$P_{A2}^{f_i}$ – мощность на выходе приемной антенны;

λ – длина волны, в $[см]$, на которой проводились измерения.

Значения $R_{фц1}$ и $R_{фц2}$ приведены для антенн П6-59-1 и П6-59-2 в таблице Б1 приложения Б УПИА-01 РЭ, для антенн из состава ГЭТ 160-2006 в паспорте.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

9.4.18 Определить значения эффективной площади антенны П6-59-1 $S_{П6-59-1}^{f_i}$, в $[см^2]$, на частоте f_i по формуле (11):

$$S_{П6-59-1}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{13}^{f_i}}{R_{23}^{f_i}}. \quad (11)$$

Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

9.4.19 Определить значения эффективной площади антенны П6-59-2 $S_{П6-59-2}^{f_i}$, в $[см^2]$, на частоте f_i по формуле (12):

$$S_{П6-59-2}^{f_i} = \frac{R_{12}^{f_i} \cdot R_{23}^{f_i}}{R_{13}^{f_i}}. \quad (12)$$

Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

9.4.20 Вычислить относительную погрешность эффективной площади антенны П6-59-1 $\delta_{П6-59-1}^{f_i}$, в процентах, по формуле (13):

$$\delta_{П6-59-1}^{f_i} = \frac{S_{П6-59-1}^{f_i} - S_{РЭП6-59-1}^{f_i}}{S_{РЭП6-59-1}^{f_i}} \cdot 100, \quad (13)$$

где $S_{РЭП6-59-1}^{f_i}$ – эффективная площадь антенны П6-59-1, приведенная в таблице Б1 приложения Б УПИА-01 РЭ на антенну П6-59, зав № 265.

9.4.21 Вычислить относительную погрешность эффективной площади антенны П6-59-2 $\delta_{П6-59-2}^{f_i}$, в процентах, по формуле (14):

$$\delta_{П6-59-2}^{f_i} = \frac{S_{П6-59-2}^{f_i} - S_{РЭП6-59-2}^{f_i}}{S_{РЭП6-59-2}^{f_i}} \cdot 100, \quad (14)$$

где $S_{РЭП6-59-2}^{f_i}$ – эффективная площадь антенны П6-59-2, приведенная в таблице Б1 приложения Б УПИА-01 РЭ на антенну П6-59, зав № 266.

9.4.22 Результаты испытаний считать положительными, если значения $\delta_{П6-59-1}^{f_i}$ и $\delta_{П6-59-2}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 12\%$.

В противном случае результаты проверки считать отрицательными.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение КСВН

Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН $K_{свт}$:

– для антенн НЛА-02/1 в диапазоне рабочих частот от 0,3 до 3,0 ГГц включительно не более 2,0;

– для антенн П6-59 в диапазоне рабочих частот от 1,0 до 18,0 ГГц включительно не более 2,0.

10.2 Определение относительной погрешности эффективной площади антенн

Результаты поверки считать положительными, если всем :

– в диапазоне рабочих частот от 0,3 до 3,0 ГГц включительно значения относительной погрешности эффективной площади антенн НЛА-02/1 $\delta_{НЛА-02/1-1}^{f_i}$ и $\delta_{НЛА-02/1-2}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 12,0$ %.

– в диапазоне рабочих частот от 1,0 до 18,0 ГГц включительно значения относительной погрешности эффективной площади антенн П6-59 $\delta_{П6-59-1}^{f_i}$ и $\delta_{П6-59-2}^{f_i}$ находятся в пределах $\pm 12,0$ %.

10.3 При положительных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой УПИА, и обязательным требованиям к рабочему эталону, приведенным в ГОСТ Р 8.574-2000 и Приложении А к нему.

10.4 При отрицательных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой УПИА, и обязательным требованиям к рабочему эталону, приведенным в ГОСТ Р 8.574-2000 и приложении А к нему, не подтверждено.

Поверяемая антенна УПИА признаётся непригодной к применению.

11 ОФОРМЛЕНИЕ 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 УПИА, 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 При проведении поверки УПИА, заводской № 01, с неполным составом антенн, соответствующая запись должна быть сделана в протоколе поверки и эксплуатационных документах.

11.4 Положительные результаты поверки оформляются протоколом, подтверждающим соответствие УПИА, заводской № 01, обязательным требованиям к рабочему эталону по ГОСТ Р 8.574-2000.

11.5 УПИА, заводской № 01, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник лаборатории 132 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

С.А. Колотыгин