

Содержание

| | |
|--|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... | 3 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ..... | 3 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫМ ПОВЕРКУ | 4 |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ | 4 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 5 |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 6 |
| 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 6 |
| 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 7 |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 7 |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 9 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 14 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекса автоматизированного измерительно-вычислительного антенных измерений в дальней зоне во временной области ПМЖИ.411734.004 (далее – комплекс), заводской № 001, изготовленного АО «ЦНИРТИ им. Академика А.И. Берга», г. Москва.

Прослеживаемость результатов измерений при поверке по государственной поверочной схеме для средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц в соответствии ГОСТ Р 8.851-2013 к государственному первичному эталону ослабления электромагнитных колебаний ГЭТ 193-2011 обеспечена.

1.2 Первичная поверка комплекса проводится при вводе его в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодическая поверка комплекса проводится в ходе его эксплуатации и хранения.

1.4 Комплекс предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки комплекса должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр | Да | Да | 7 |
| Проверка программного обеспечения (далее - ПО) | Да | Да | 8 |
| Подготовка к поверке и опробование | Да | Да | 9 |
| Определение метрологических характеристик | | | 10 |
| Определение пределов допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов | Да | Да | 10.1 |
| Определение пределов допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения | Да | Да | 10.2 |
| Определение пределов допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности | Да | Да | 10.3 |
| Определение диапазона рабочих частот | Да | Да | 10.4 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 11 |

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки комплекса должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки комплекса

| Наименование параметра | Значение параметра |
|---|--------------------|
| Температура окружающего воздуха, °С | от +15 до +25 |
| Атмосферное давление, мм рт. ст. | от 630 до 800 |
| Относительная влажность окружающего воздуха при температуре +20 °С, % | от 30 до 80 |
| Напряжение сети электропитания переменного тока, В | от 198 до 242 |
| Частота сети электропитания переменного тока, Гц | от 49,5 до 50,5 |

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫМ ПОВЕРКУ

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

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ПМЖИ.411734.004 «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный антенных измерений в дальней зоне во временной области. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений для поверки комплекса

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| п.3 Требования к условиям проведения поверки | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25°С с абсолютной погрешностью измерений не более ±0,2 °С. Средства измерений атмосферного давления окружающей среды в диапазоне измерений от 630 до 800 мм рт. ст. с абсолютной погрешностью не более ±3 гПа. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с погрешностью не более ±2 %. Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В, с относительной погрешностью не более 1 % | Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12; Измерители температуры цифровые Fluke серии II моделей 51, 52, 53, 54, рег. № 76835-19; Мультиметры цифровые Testo 760, рег. № 65373-16; Мультиметры цифровые Fluke 87V |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|---|
| | Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,5 Гц | МАХ, рег. № 80953-21. |
| п. 10.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов | Средства измерений комплексного коэффициента передачи в тракте от 1 ГГц до 18 ГГц. Пределы допускаемой погрешности коэффициента передачи ± 1 дБ | Анализаторы цепей векторные N5235A, рег. № 53568-13; Векторные анализаторы электрических цепей ZVA 40, рег. № 37174-08. |
| п. 10.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов | Средства измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 50 дБ с шагом 5 дБ, максимальное значение КСВН 1,7. | Аттенуаторы ступенчатые программируемые 84908M, рег. № 60239-15; Аттенуаторы ступенчатые R&S RSC, рег. № 48368-11. |
| п. 10.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов | Средства измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления $\pm 1,8$ дБ | Комплекты антенные измерительные АИК 1-40Б, рег. № 55403-13; Антенны измерительные пирамидальные рупорные П6-139/1, П6-139/1М, П6-139/2, П6-139/2М, П6-139/3, П6-139/3М, П6-139/4, рег. № 79450-20. |

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.4 Проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не допускается.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на составные элементы комплекса и средства поверки.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку комплекса путем сличения с данными, приведенными в документе ПМЖИ.411734.004 ПС «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный антенных измерений в дальней зоне во временной области. Паспорт» (далее – ПС);

– отсутствие видимых механических повреждений аппаратуры, антенн и соединительных кабелей, входящих в состав комплекса, влияющих на ее нормальную работу;

– чистоту и отсутствие видимых повреждений аппаратуры, ВЧ соединителей антенн и соединительных кабелей;

– состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;

– наружную поверхность элементов комплекса, в том числе управляющих, питающих и радиочастотных кабелей, а также целостность СВЧ-соединителей;

– состояние органов управления.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

– комплектность и маркировка комплекса соответствуют ПС;

– наружная поверхность комплекса не имеет механических повреждений и других дефектов;

– управляющие, питающие и радиочастотные кабели, а также СВЧ-соединители не имеют механических и электрических повреждений;

– органы управления закреплены прочно и без перекосов, действуют плавно и обеспечивают надежную фиксацию;

– отсутствуют видимые механические повреждения антенн и соединительных кабелей, влияющие на нормальную работу УПИА;

– отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий, маркировки четкие;

– все надписи на органах управления и индикации четкие и соответствуют их функциональному назначению.

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

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Выполнить проверку доступа к идентификационным данным ПО и корректности их отображения.

8.2 Для получения идентификационных данных метрологически значимого ПО нужно установить на внешнюю ПЭВМ программу «CertUtil», позволяющую определять версию и контрольную сумму файла по алгоритму MD5.

8.3 После выбора файла TDAM.exe, нажать на правую кнопку мыши на файле, выбрать пункт «Свойства» и открыть вкладки «Хеш-суммы файлов». Наблюдать Контрольную сумму файла – TDAM.Exe по алгоритму MD5: «0de2096b382b5eaf2a9ab5582835060b», после открытия вкладки «Свойства» - «Подробно» наблюдать значение версии файла TDAM.exe: «1.0.0.56». Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.4 Сравнить полученную контрольную сумму и версию с их значениями, записанными в ПС. Результат сравнения зафиксировать в рабочем журнале.

8.5 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значения |
|---|---|
| Идентификационное наименование ПО | TDAM.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | 0de2096b382b5eaf2a9ab5582835060b (MD5) |

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

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и сроки действия свидетельств о поверке средств поверки.

9.1.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

9.2 Опробование

8.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с документом ПМЖИ.411734.004 РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный антенных измерений в дальней зоне во временной области. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

8.2.2 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программного продукта «Time Domain Antenna Measurements (далее – TDAM.exe)».

8.2.3 Проверить работоспособность всех приводов ОПУ:

- при перемещении по слайдерам;
- при установке по угловым координатам.

8.2.4 На ОПУ и комплект средств технического оснащения для закрепления вспомогательных антенн установить испытываемую антенну и ВВНА 9120D из состава комплекса соответственно.

8.2.5 Провести операции описанные в п. 9.1 РЭ.

8.2.6 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

– при загрузке программного продукта TDAM.exe сообщения об ошибках и неисправностях отсутствуют;

– все приводы ОПУ работоспособны;

– после выполнения операций описанных в п. 9.1 РЭ на экране монитора имеется сигнал различимый на фоне шумов.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, комплекс бракуется и подлежит ремонту.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов.

10.1.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

10.1.2 Подключить к входу выносного смесителя СШП приемного устройства TMR 8140 генераторный модуль (высокочастотный канал) через программируемый аттенюатор 84908M.

В случае, если амплитуда сигнала на входе приемного устройства при нулевом ослаблении программируемого аттенюатора превышает 0,7 В, установить в тракт передачи сигнала

дополнительные фиксированные аттенуаторы для достижения величины амплитуды сигнала (0,5 - 0,7) В.

10.1.3 Установить временную развертку $T_{РАЗВ}$ СШП приемного устройства TMR 8140 равной (0,5 - 2) нс в зависимости от формы сигнала, количество временных отсчетов 2048, количество усреднений сигнала 512. Фронт импульсного сигнала установить с задержкой, соответствующей 1/5 ширины временной развертки.

10.1.4 Выполнить автоматическую калибровку каналов стробоскопического преобразователя согласно РЭ.

10.1.5 Записать сигналы $s_A(nT)$ на входе стробоскопического преобразователя в память ЭВМ в текстовом формате поочередно для ослаблений A программируемого аттенуатора 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 и 50 дБ.

10.1.6 Обработку сигналов производить в программах Microsoft Excel, MatLab, Mathcad или в других математических программных продуктах.

Совместить измеренные сигналы по характерным точкам путем добавления нулевых отсчетов в начале сигнальных массивов.

Подвергнуть записанные сигналы БПФ, для устранения разрывов сигнала на краях развертки применить сглаживающую оконную функцию на основе окна Ханна с длительностью «единичного» участка от фронта импульсного сигнала до его спада по уровню 0,1 (рис. 1). Построить нормированную амплитудную характеристику стробоскопического преобразователя в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц с шагом по частоте равным $1/T_{РАЗВ}$.

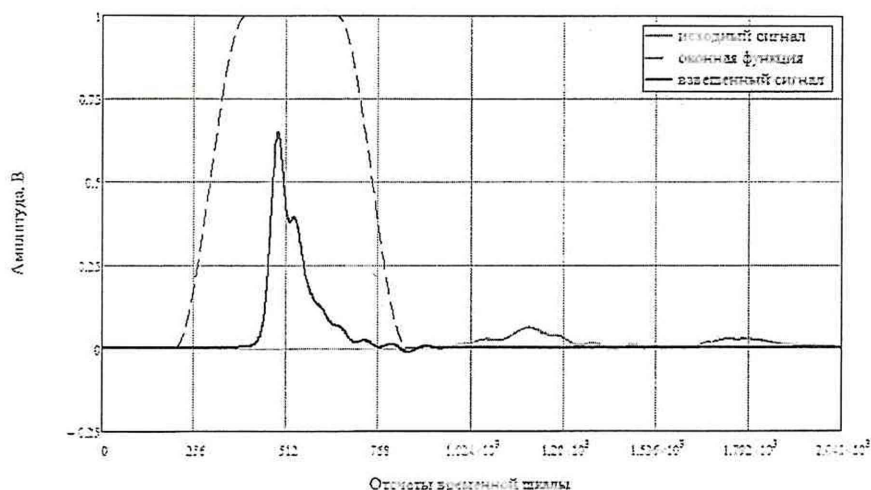


Рисунок 1 – Графическое представление применения сглаживающей оконной функции

10.1.7 Подключить ступенчатый программируемый аттенуатор 84908М к векторному анализатору цепей N5224А. Провести измерения величин вводимого относительного ослабления (без учета собственно ослабления аттенуатора) аналогично п. 10.1.5 в соответствии с РЭ на анализатор. Измерения проводить с шагом по частоте $1/T_{РАЗВ}$ в диапазоне частот от 0,5 до 18,0 ГГц, выходная мощность источника должна иметь значение, устанавливаемое по умолчанию, при ослаблении минус 45 дБ должно обеспечиваться отношение сигнал/шум не менее 40 дБ.

Зафиксировать результаты измерений $B_{0dB}(nf)$, $B_{-5dB}(nf)$... $B_{-45dB}(nf)$ в памяти ПЭВМ в текстовом формате.

10.1.8 Инструментальную погрешность измерений для каждого номинального ослабления в рабочем диапазоне частот рассчитать по формуле (1):

$$\Delta_{И}(nf) = [A_{0dB}(nf) - A_{x,дБ}(nf)] - [B_{0dB}(nf) - B_{x,дБ}(nf)], \text{ дБ}, \quad (1)$$

где:

- $A_{x/dB}(nf)$ и $B_{x/dB}(nf)$ - результаты измерений $A_{-5dB}(nf)$, $A_{-10dB}(nf)$... $A_{-45dB}(nf)$ и $B_{-5dB}(nf)$, $B_{-10dB}(nf)$... $B_{-45dB}(nf)$, соответственно, дБ.

В качестве инструментальной погрешности $\bar{\Delta}_A$ для каждого номинального ослабления принять среднее значение модуля $\Delta_A(nf)$ в диапазоне частот (2):

$$\bar{\Delta}_A = \frac{1}{n} \sum_n |\Delta_A(nf)| \quad (2)$$

Значение $\bar{\Delta}_H$, полученное для ослабления минус 5 дБ считать тождественным значению для ослабления минус 3 дБ.

10.1.9 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты поверки

| Уровень спектральной составляющей сигнала, дБ | Пределы допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов в диапазоне частот, ГГц |
|---|--|
| | от 1 до 18 |
| - 5 | 0,5 |
| - 10 | 0,8 |
| - 15 | 0,9 |
| - 20 | 1,0 |
| - 25 | 1,0 |
| - 30 | 1,0 |
| - 35 | 1,0 |
| - 40 | 1,2 |
| - 45 | 1,5 |
| - 50 | 1,8 |

Результаты определения погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов оформить протоколом.

10.2 Определение пределов допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения.

10.2.1 Определение погрешности измерений коэффициента усиления методом эталонной антенны проводить для следующих условий:

- отношение сигнал/шум для выбранной частоты в спектрах сигналов эталонной и измеряемой антенн не менее 30 дБ;
- геометрические характеристики антенного полигона и импульсные характеристики антенн обеспечивают временную селекцию переотраженных сигналов;
- уровень кроссполаризационной составляющей антенн не более минус 20 дБ;
- КСВН антенн не более 1,5;
- расстояние R между антеннами при измерениях удовлетворяет условию дальней зоны (3).

$$R \geq \frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}, \quad (3)$$

где:

– λ – длина волны, м;

– D_1 и D_2 – наибольшие размеры раскрывов антенн, м.

10.2.2 Определение погрешности измерений КУ δG методом сравнения с эталонной антенной проводить на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (4):

$$\delta G = \pm 10 \lg \left(1 + 1,1 \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + 0,0245} \right), \quad (4)$$

где:

– θ_1 – границы составляющей суммарной погрешности, обусловленной погрешностью коэффициента усиления эталонной антенны δG_3 , принимаются равными 0,07; 0,12; 0,2 и 0,26;

– θ_2 – границы составляющей суммарной погрешности, обусловленной нелинейностью амплитудной характеристики СШП приемного устройства Δ_A [дБ], определяемой в п. 10.1 для уровня минус 10 дБ, вычисляются по формуле (5):

$$\theta_2 = 10^{0,1\Delta_A} - 1; \quad (5)$$

– θ_3 – границы составляющей суммарной погрешности, обусловленной поляризационными потерями, вычисляемые по формуле (6):

$$\theta_3 = \left(1 + 10^{0,1K} \right)^2 - 1, \quad (6)$$

где:

– K – наибольший уровень кроссполяризационной составляющей поля излучения среди эталонной и исследуемой антенн, дБ;

– 0,0245 – слагаемое, учитывающее погрешности из-за влияния шумов приемного устройства (отношение сигнал/шум в частотной области 30 дБ), конечного расстояния между антеннами, побочными переотражениями от элементов устройств позиционирования антенн, расогласования и неучтенными факторами.

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты поверки

| Погрешность коэффициента усиления эталонной антенны, дБ | Пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения в диапазоне частот, дБ, не более | |
|---|--|--|
| | от 1 до 18 ГГц | |
| При КСВН = 1,2 | | |
| ± 0,3 | 1,2 | |
| ± 0,5 | 1,3 | |
| ± 0,8 | 1,4 | |
| ± 1,0 | 1,6 | |
| При КСВН = 1,5 | | |
| ± 0,3 | 1,2 | |
| ± 0,5 | 1,3 | |
| ± 0,8 | 1,4 | |
| ± 1,0 | 1,6 | |

| | |
|---|--|
| Погрешность коэффициента усиления эталонной антенны, дБ | Пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения в диапазоне частот, дБ, не более |
| | от 1 до 18 ГГц |
| При КСВН = 2,0 | |
| ± 0,3 | 1,3 |
| ± 0,5 | 1,3 |
| ± 0,8 | 1,5 |
| ± 1,0 | 1,6 |

Результаты определения погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения оформить протоколом.

10.3 Определение пределов допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности.

10.3.1 Определение погрешности измерений уровней диаграмм направленности проводить для следующих условий:

- геометрические характеристики антенного полигона и импульсные характеристики антенн обеспечивают временную селекцию переотраженных сигналов;
- расстояние R между антеннами при измерениях удовлетворяет условию дальней зоны.

Определение погрешностей измерений амплитудных ДН выполнять с использованием значений их инструментальных погрешностей и методической погрешности из-за неисключенных источников переотражений.

10.3.2 Рассчитать систематическую погрешность измерений отношений уровней сигналов, обусловленной нелинейностью амплитудной характеристики СШП приемного устройства Δ_A [дБ], определяемой в п. 10.1, по формуле (7).

$$\theta_{ИМ} = 10^{0,1A} - 1 \quad (7)$$

10.3.3 Рассчитать систематическую погрешность измерений из-за наличия побочных переотражений в импульсном объеме с относительным уровнем минус 60 дБ по формуле (8).

$$\theta_{КБ} = \left[1 + 10^{-0,05(60+L)} \right]^2 - 1, \quad (8)$$

где:

- L - измеряемый уровень диаграммы, дБ.

10.3.4 Рассчитать доверительные границы ($p = 0,95$) случайной погрешности, обусловленной влиянием шумов стробоскопического преобразователя, по формуле (9).

$$\varepsilon = \left(1 + 10^{-0,05(L+SNR)} \right)^2 - 1, \quad (9)$$

где:

- SNR - отношение сигнал/шум в направлении максимума ДН, дБ.

10.3.5 Относительную погрешность измерений уровней амплитудных ДН (в линейном масштабе) рассчитать по формуле 10:

$$\Delta_A = \begin{cases} \varepsilon = 2,5S(\tilde{A}), \text{ если } \frac{\theta}{S(\tilde{A})} < 0,8 \\ \theta = k\sqrt{\theta_{ИЗМ}^2 + \theta_{КБ}^2}, \text{ если } \frac{\theta}{S(\tilde{A})} > 8 \\ \frac{\varepsilon + \theta}{S(\tilde{A}) + \sqrt{\theta_{ИЗМ}^2 + \theta_{КБ}^2}} \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_{ИЗМ}^2 + \theta_{КБ}^2) + S^2(\tilde{A})}, \text{ если } 0,8 < \frac{\theta}{S(\tilde{A})} < 8 \end{cases}, \quad (10)$$

где:

- $S(\tilde{A})$ – среднее квадратическое отклонение результатов измерений;
- k – коэффициент, определяемый по графику, приведенному на рис. 2 (принимается во внимание кривая «1»).

10.3.6 Относительную погрешность измерений уровней амплитудных ДН (в логарифмическом масштабе) рассчитать по формуле 11:

$$\Delta_{АДН} = 10 \lg(1 + \Delta_A), \quad (11)$$

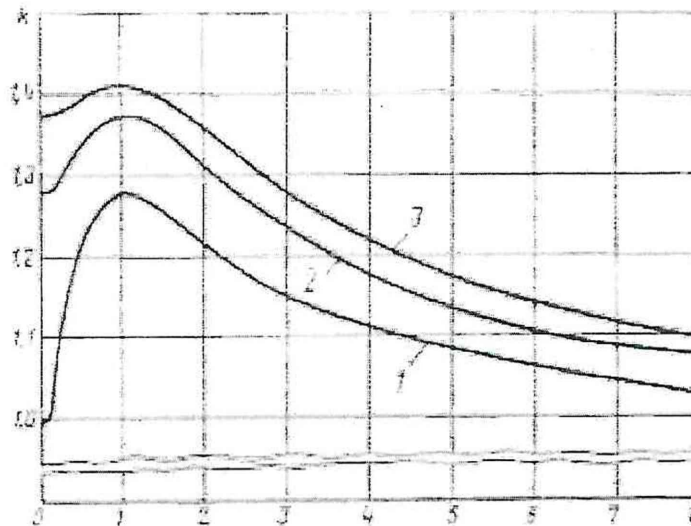


Рисунок 2 – График зависимости $k = f(l)$ (ось абсцисс – отношение погрешностей l , ось ординат – значение коэффициента k)

10.3.7 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений амплитудных ДН находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты поверки

| Уровень амплитудной ДН, дБ | Пределы допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных ДН, дБ | |
|--|--|-----|
| | от 1 до 18 ГГц | |
| при отношении сигнал/шум в частотной области 30 дБ | | |
| - 3 | | 1,3 |
| - 6 | | 1,5 |
| - 10 | | 1,9 |
| - 15 | | 2,5 |
| - 20 | | 3,3 |

| Уровень амплитудной ДН, дБ | Пределы допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных ДН, дБ |
|--|--|
| | от 1 до 18 ГГц |
| - 25 | 4,3 |
| при отношении сигнал/шум в частотной области 40 дБ | |
| - 3 | 0,8 |
| - 6 | 1,0 |
| - 10 | 1,2 |
| - 15 | 1,5 |
| - 20 | 1,9 |
| - 25 | 2,5 |
| - 30 | 3,3 |
| - 35 | 4,3 |
| при отношении сигнал/шум в частотной области 50 дБ | |
| - 3 | 0,6 |
| - 6 | 0,8 |
| - 10 | 0,9 |
| - 15 | 1,1 |
| - 20 | 1,2 |
| - 25 | 1,5 |
| - 30 | 1,9 |
| - 35 | 2,4 |
| - 40 | 3,2 |
| - 45 | 4,2 |

Результаты определения погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности оформить протоколом.

10.4 Определение диапазона рабочих частот.

10.4.1 Определение диапазона рабочих частот проводить по результатам определения погрешности измерений КУ методом замещения.

10.4.2 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц включительно, значения погрешности измерений коэффициента усиления ΔG находятся в допускаемых пределах (см. п. 10.2). В этом случае диапазон частот комплекса составляет от 1 до 18 ГГц.

Результаты определения диапазона рабочих частот оформить протоколом.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

11.2 Определение пределов допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений коэффициента усиления методом замещения находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

11.3 Определение пределов допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений амплитудных ДН находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

11.4 Определение диапазона рабочих частот.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц включительно, значения погрешности измерений коэффициента усиления ΔG находятся в допускаемых пределах (см. п. 10.2).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Комплекс признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке комплекса, и (или) в паспорт комплекса вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению комплекса.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 133
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский



М.С. Шкуркин