

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФРИ»

«24» 05 2019 г.



А.Н. Шипунов



**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ
КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ АВТОНОМНО
И В СОСТАВЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
ТМСА 049. 050. 00Д**

Методика поверки

133-19-04 МП

2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ..... | 3 |
| 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ | 3 |
| 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ | 3 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ | 4 |
| 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ..... | 4 |
| 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ | 4 |
| 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ | 5 |
| 8.1 Внешний осмотр | 5 |
| 8.2 Опробование..... | 5 |
| 8.3 Определение метрологических характеристик | 6 |
| 8.3.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания..... | 6 |
| 8.3.2 Определение пределов допускаемой погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики | 10 |
| 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 12 |

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок автоматизированного измерительно-вычислительного комплекса для измерений радиотехнических характеристик полезной нагрузки автономно и в составе космических аппаратов ТМСА 049. 050. 00Д, заводской № 049, изготовленного ООО «ТРИМ СШП Измерительные системы», г. Санкт-Петербург (далее – комплекс).

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

Периодическая поверка комплекса проводится в ходе его эксплуатации и хранения.

1.2 Комплекс предназначен для измерения радиотехнических характеристик полезной нагрузки космических аппаратов в составе космических аппаратов в диапазоне частот от 1,0 до 46,0 ГГц.

1.3 Поверка комплекса проводится не реже одного раза в 24 (двадцать четыре) месяца.

1.4 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (частотных поддиапазонов, определяемых типами используемых облучателей коллиматора) комплекса.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Пункт МП | Проведение операций при | |
|--|----------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 8.1 | + | + |
| 2 Опробование | 8.2 | + | + |
| 3 Определение метрологических характеристик | 8.3 | + | + |
| 3.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания | 8.3.1 | + | + |
| 3.2 Определение пределов допускаемой погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики | 8.3.2 | + | + |

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование для поверки комплекса

| 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 |
|----------|---|
| 8.3.1 | Аттенюатор ступенчатый программируемый Agilent 84908M. Регистрационный № 60239-15, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ. Анализатор электрических цепей векторный ZVA50. Регистрационный № |

| | |
|-------|--|
| | 48355-11. Диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц, динамический диапазон для диапазона частот от 1 до 50 ГГц не менее 110 дБ, нелинейность приёмных устройств не более 0,1 дБ. |
| 8.3.2 | Средства измерений и вспомогательное оборудование не применяются |

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат изменения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим и средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в соответствии с ГОСТ Р 56069-2014, и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерений радиотехнических характеристик полезной нагрузки автономно и в составе космических аппаратов ТМСА 049. 050. 00Д. Руководство по эксплуатации. ТМСА 049. 050. 00Д РЭ».

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 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.

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Условия проведения поверки комплекса

| Наименование параметра | Значение параметра |
|--|--------------------------------|
| Температура окружающего воздуха, °С | от 17 до 21 |
| Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 84 до 106,7 (от 630 до 800) |
| Относительная влажность воздуха, % | от 30 до 70 |
| Напряжение сети электропитания переменного тока, В | 220±22 |
| Частота сети электропитания переменного тока, Гц | 50±1 |

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

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

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверить:

- комплектность и маркировку комплекса;
- наружную поверхность элементов комплекса, в том числе управляющих и питающих кабелей;
- состояние органов управления;
- наличие свидетельства о поверке на средства измерений из состава комплекса: векторный анализатор цепей N5224A, анализатор спектра N9030A, генераторы сигналов MXG 5183B, измеритель мощности N1914 с преобразователями измерительными 8487A и 8487D.

8.1.2 Проверку комплектности комплекса проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в разделе «Комплект поставки» документа «Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерений радиотехнических характеристик антенн и полезной нагрузки автономно и в составе космических аппаратов ТМСА 049. 050. 00Д. ТМСА 049. 050. 00Д ПС» (далее – ПС).

8.1.3 Проверку маркировки производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в ПС.

8.1.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность и маркировка комплекса соответствует ПС;
- наружная поверхность элементов комплекса, в том числе зеркала радиоколлиматора, облучателей, опорно-поворотных устройств, управляющих и питающих кабелей не имеет видимых механических повреждений, следов коррозии и других дефектов;
- управляющие и питающие кабели не имеют механических и электрических повреждений;
- органы управления закреплены прочно и без перекосов, действуют плавно и обеспечивают надежную фиксацию;
- все надписи на органах управления и индикации четкие и соответствуют их функциональному назначению;
- имеются свидетельства о поверке на средства измерений из состава комплекса: векторный анализатор цепей N5224A, анализатор спектра N9030A, генераторы сигналов MXG 5183B, измеритель мощности N1914 с преобразователями измерительными 8487A и 8487D.

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

8.2 Опробование

8.2.1 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО)

8.2.1.1 Включить персональные компьютеры (далее – ПК), для чего:

- на блоке источника бесперебойного питания нажать кнопку ВКЛ;
- нажать на системном блоке ПК кнопку включения;
- включить монитор.

Установить далее на ПК программу, позволяющую определять версию и контрольную сумму файла по алгоритму MD5, например, программу «**HashTab**».

8.2.1.2 Выбрать в папке файл *AAMS.exe*, нажать на правую кнопку мыши на файле и выбрать пункт «**Свойства**». Открыть вкладку «**Хеш-суммы файлов**». Наблюдать контрольную сумму файла *AAMS.exe* по алгоритму MD5. Открыть вкладку «**О программе**». Наблюдать значение версии файла *AAMS.exe*. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.1.3 Повторить операции п. 8.2.1.2 для файлов *MeasurementCenter.exe* и *ProviLab.exe*.

8.2.1.4 Сравнить полученные контрольные суммы и версии с их значениями, записанными в РЭ. Результат сравнения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.1.5 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | | |
|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | AAMS.exe | MeasurementCenter.exe | ProviLab.exe |
| Идентификационное наименование ПО | AAMS.exe | MeasurementCenter.exe | ProviLab.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 4.2.5.0 | 1.0 | 0.12.0 |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | 317D559D1C2278 063B754B38F9BE EB09 | 4537510F953EADB3E4 7F5F3250BC08A6 | C20B9581F2A3D14F8 FB1D18F144C9CFA |

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

8.2.2 Проверка работоспособности

8.2.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.2.2.2 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программных продуктов «*AAMS.exe*», «*MeasurementCenter.exe*» и «*ProviLab.exe*».

8.2.2.3 Проверить работоспособность всех приводов опорно-поворотного устройства (ОПУ).

8.2.2.4 Проверить работоспособность ОПУ облучателей зеркала радиоколлиматора.

8.2.2.5 Установить на ОПУ тестовую антенну. Провести измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в рабочем диапазоне частот антенны. Сохранить результаты измерений.

8.2.2.6 Результаты проверки считать положительными, если аппаратура комплекса работоспособна и позволяет при помощи программного обеспечения:

- управлять приводами опорно-поворотных устройств комплекса;
- проводить измерения АЧХ;
- сохранять результаты измерений.

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

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение пределов допускаемой погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания

8.3.1.1 Подготовить анализатор цепей векторный ZVA50 для работы в соответствии с РЭ.

8.3.1.2 Подключить аттенюатор программируемый 84908М к измерительным портам анализатора цепей векторного ZVA50 с использованием фазостабильных кабельных сборок.

Установить параметры обзора:

- диапазон частот от 1 до 46 ГГц (должен содержать частоты на которых выполняются измерения в тракте комплекса);

- выходная мощность 0 дБ [отн. 1 мВт];
- ширина полосы фильтра ПЧ 1 кГц;
- количество усреднений 10;
- режим измерений S_{12} (или S_{21}).

Зафиксировать амплитуду $K_{x dB}(nf)$ измеряемого коэффициента передачи поочередно для ослаблений программируемого аттенюатора $x dB = 0$ и 10 дБ.

8.3.1.3 Подготовить комплекс для измерений группового времени запаздывания в соот-

ветствии с РЭ. Установить на ОПУ антенну рупорную с диапазоном рабочих частот, соответствующим диапазону частот используемого облучателя.

Сориентировать антенну рупорную для работы на согласованной поляризации электромагнитного поля, электрическую ось антенны установить в направлении зеркала радиоколлиматора по максимуму принимаемого сигнала.

Измерения проводить в произвольной очередности для всех частотных диапазонов. Диапазоны частот облучателей комплекса приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Диапазоны частот облучателей комплекса

| № облучателя | Диапазон частот, ГГц |
|--------------|------------------------|
| 1 | от 1 до 1,47 включ. |
| 2 | от 1,47 до 2,15 включ. |
| 3 | от 2,15 до 3 включ. |
| 4 | от 3 до 4,2 включ. |
| 5 | от 4,2 до 5,5 включ. |
| 6 | от 5,5 до 8,2 включ. |
| 7 | от 8,2 до 12,2 включ. |
| 8 | от 12,2 до 18 включ. |
| 9 | от 18 до 26,7 включ. |
| 10 | от 26,7 до 40 включ. |
| 11 | от 40 до 46 включ. |

8.3.1.4 Подключить в приёмную часть СВЧ тракта комплекса аттенюатор программируемый 84908М (аттенюатор устанавливается на выходе антенны или облучателя коллиматора до первого активного элемента тракта).

8.3.1.5 Зафиксировать амплитуду $S_{xdB}(nf)$ измеряемого коэффициента передачи поочередно для ослаблений программируемого аттенюатора $xdB = 0$ и 10 дБ.

8.3.1.6 Рассчитать инструментальную погрешность [дБ] измерения амплитуды по формуле (8.3.1.1):

$$\delta S_{xdB}(nf) = \pm \left[\left[S_{xdB}(nf) - S_{0dB}(nf) \right] - \left[K_{xdB}(nf) - K_{0dB}(nf) \right] \right], \quad (8.3.1.1)$$

где $S_{xdB}(nf)$ - результаты измерений модуля коэффициента передачи в тракте комплекса, дБ;

$K_{xdB}(nf)$ - результаты измерений модуля коэффициента передачи при калибровке аттенюатора, дБ.

8.3.1.7 Рассчитать инструментальную погрешность [°] измерения фазы по формуле (8.3.1.2):

$$\phi_{xdB} = \pm \frac{180}{\pi} \arctg(10^{0,05\theta_1} - 1), \quad (8.3.1.2)$$

где $\theta_1 = \max[\delta S_{xdB}(nf)]$ - среднее значение инструментальной погрешности в диапазоне частот, дБ.

8.3.1.8 Повторить пп. 8.3.1.3-8.3.1.7 поочередно для остальных поддиапазонов частот (облучателей коллиматора) из таблицы 5.

8.3.1.9 Пределы допускаемой погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания ΔGD в диапазоне частот [с] рассчитать на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (8.3.1.3):

$$\Delta GD = \pm \sqrt{\sum_i \left(\frac{1}{360} \times \frac{\theta_i}{\Delta f} \right)^2} + \delta^2, \quad (8.3.1.3)$$

где $\Delta f = 6 \times 10^6$ – частотная апертура, Гц;

δ – составляющая суммарной погрешности, зависящая от диапазона измерений ГВЗ и диапазона частот, подставляется из таблицы 6;

Таблица 6 – Составляющая суммарной погрешности δ

| Диапазон частот, ГГц | Диапазон измерений ГВЗ | Частотная апертура, не менее | δ , с |
|---|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| от 1,0 до 26,7 включ. (облучатели 1-9) | до 10 нс включ. | 5 МГц | $2,0 \times 10^{-10}$ |
| | св. 10 до 100 нс включ. | 2 МГц | $5,0 \times 10^{-10}$ |
| | св. 100 нс до 1 мкс включ. | 200 кГц | $5,0 \times 10^{-9}$ |
| св. 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10-11) | до 10 нс включ. | 5 МГц | $3,0 \times 10^{-10}$ |
| | св. 10 до 100 нс включ. | 2 МГц | $7,5 \times 10^{-10}$ |
| | св. 100 нс до 1 мкс включ. | 200 кГц | $7,5 \times 10^{-9}$ |

θ_1 – составляющая суммарной погрешности, обусловленная инструментальной погрешностью измерения фазы, градус (определяется в п. 8.3.1.7);

$\theta_2 = 0,5$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная нестабильностью частоты комплекса, градус;

$\theta_3 = 0,32$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием блока испытаний полезной нагрузки при работе на передачу, градус;

$\theta_4 = 0,72$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием передающего облучателя, градус;

$\theta_5 = 1,0$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью фазы передающего облучателя, градус;

$\theta_6 = 0,91$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием портов испытуемого изделия, градус;

$\theta_7 = 0,75$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная собственным фазовым шумом испытуемого изделия, градус;

$\theta_8 = 0,5$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная нестабильностью частоты испытуемого изделия, градус;

$\theta_9 = 0,72$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием приемного облучателя, градус;

$\theta_{10} = 1,0$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью фазы приемного облучателя, градус;

$\theta_{11} = 0,32$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием блока испытаний полезной нагрузки при работе на прием, градус;

$\theta_{12} = 0,25$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью фокусировки облучателя, градус;

θ_{13} – составляющая суммарной погрешности, обусловленная неравномерностью ампли-

тудно-фазового распределения поля при работе на передачу, подставляется из таблицы 7;

θ_{14} – составляющая суммарной погрешности, обусловленная неравномерностью амплитудно-фазового распределения поля при работе на прием, подставляется из таблицы 7;

Таблица 7 – Составляющие суммарной погрешности θ_{13} и θ_{14}

| Диапазон частот, ГГц | Размер апертуры (диаметр), м | θ_{13} и θ_{14} , градус |
|--|------------------------------|--|
| от 1,0 до 1,47 включ. (облучатель 1) | до 2 включ. | 1,7 |
| | св. 2 до 5 включ. | 2,7 |
| | св. 5 до 8 включ. | 5,0 |
| от 1,47 до 3,0 включ. (облучатели 2 и 3) | до 2 включ. | 1,7 |
| | св. 2 до 8 включ. | 2,2 |
| от 3,0 до 26,7 включ. (облучатели 4-9) | до 2 включ. | 0,8 |
| | св. 2 до 8 включ. | 1,1 |
| от 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10 и 11) | до 5 включ. | 1,0 |
| | св. 5 до 8 включ. | 1,8 |

$\theta_{15} = 1,81$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная соотношением сигнал/шум, градус;

$\theta_{16} = 1,25$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная другими факторами, градус.

8.3.1.10 Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания в диапазоне частот не превышают пределов, приведённых в таблице 8.

Таблица 8 – Пределы допускаемой погрешности измерений группового времени запаздывания и неравномерности группового времени запаздывания ΔGD

| Диапазон частот, ГГц | Размер апертуры (диаметр), м | Диапазон измерений ГВЗ | ΔGD^4 , с |
|--|------------------------------|---|--|
| от 1,0 до 1,47 включ. (облучатель 1) | до 2 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 1,9 \times 10^{-9}$ $\pm 2,0 \times 10^{-9}$ $\pm 5,4 \times 10^{-9}$ |
| | св. 2 до 5 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 2,4 \times 10^{-9}$ $\pm 2,4 \times 10^{-9}$ $\pm 5,6 \times 10^{-9}$ |
| | св. 5 до 8 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 3,7 \times 10^{-9}$ $\pm 3,7 \times 10^{-9}$ $\pm 6,2 \times 10^{-9}$ |
| от 1,47 до 3,0 включ. (облучатели 2 и 3) | до 2 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 1,9 \times 10^{-9}$ $\pm 2,0 \times 10^{-9}$ $\pm 5,4 \times 10^{-9}$ |
| | св. 2 до 8 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 2,1 \times 10^{-9}$ $\pm 2,2 \times 10^{-9}$ $\pm 5,5 \times 10^{-9}$ |
| от 3,0 до 26,7 включ. (облучатели 4-9) | до 2 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 1,6 \times 10^{-9}$ $\pm 1,7 \times 10^{-9}$ $\pm 5,3 \times 10^{-9}$ |
| | св. 2 до 8 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 1,7 \times 10^{-9}$ $\pm 1,8 \times 10^{-9}$ $\pm 5,3 \times 10^{-9}$ |
| от 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10 и 11) | до 5 включ. | до 10 нс включ. ¹ св. 10 до 100 нс включ. ² | $\pm 1,7 \times 10^{-9}$ $\pm 1,8 \times 10^{-9}$ |

| | | | |
|--|-------------------|---|--------------------------|
| | | св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 7,7 \times 10^{-9}$ |
| | св. 5 до 8 включ. | до 10 нс включ. ¹ | $\pm 2,0 \times 10^{-9}$ |
| | | св. 10 до 100 нс включ. ² | $\pm 2,1 \times 10^{-9}$ |
| | | св. 100 нс до 1 мкс включ. ³ | $\pm 7,8 \times 10^{-9}$ |

Примечания:

¹ – для частотной апертуры не менее 5 МГц;

² – для частотной апертуры не менее 2 МГц;

³ – для частотной апертуры не менее 200 кГц;

⁴ – при эквивалентной изотропно излучаемой мощности до плюс 70 дБ[Вт] и отношении сигнал/шум не менее 30 дБ.

8.3.2 Определение пределов допускаемой погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики

8.3.2.1 Пределы допускаемой погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики $\delta АЧХ$ в диапазоне частот [дБ] рассчитать на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (8.3.2.1):

$$\delta АЧХ = \pm 10 \lg \left(1 + \sqrt{\sum_i (10^{0.1\theta_i} - 1)^2} \right), \quad (8.3.2.1)$$

где θ_1 – составляющая суммарной погрешности, обусловленная инструментальной погрешностью измерения амплитуды, дБ (определяется в п. 8.3.1.6);

$\theta_2 = 0,05$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием блока испытаний полезной нагрузки при работе на передачу, дБ;

$\theta_3 = 0,11$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием передающего облучателя, дБ;

θ_4 – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью коэффициента усиления передающего облучателя, подставляется из таблицы 9;

$\theta_5 = 0,14$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием портов испытуемого изделия, дБ;

$\theta_6 = 0,1$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью коэффициента передачи испытуемого изделия, дБ;

$\theta_7 = 0,11$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием приемного облучателя, дБ;

θ_8 – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью коэффициента усиления приемного облучателя, подставляется из таблицы 9;

θ_9 – составляющая суммарной погрешности, обусловленная погрешностью калибровки комплекса, подставляется из таблицы 9;

Таблица 9 – Составляющие погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики $\delta АЧХ$

| Диапазон частот, ГГц | Погрешность коэффициента усиления облучателей θ_4 и θ_8 , дБ | θ_9 , дБ |
|---|--|-----------------|
| от 1,0 до 26,7 включ. (облучатели 1-9) | 0,2 | 0,1 |
| | 0,3 | |
| | 0,4 | |
| | 0,6 | |
| | 0,8 | |

| | | |
|---|-----|-----|
| св. 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10-11) | 0,2 | 0,3 |
| | 0,3 | |
| | 0,4 | |
| | 0,6 | |
| | 0,8 | |

$\theta_{10} = 0,05$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная рассогласованием блока испытаний полезной нагрузки при работе на прием, дБ;

$\theta_{11} = 0,3$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная другими факторами, дБ;

θ_{12} – составляющая суммарной погрешности, обусловленная неравномерностью амплитудно-фазового распределения поля при работе на передачу, подставляется из таблицы 10;

θ_{13} – составляющая суммарной погрешности, обусловленная неравномерностью амплитудно-фазового распределения поля при работе на прием, подставляется из таблицы 10;

$\theta_{14} = 0,27$ – составляющая суммарной погрешности, обусловленная соотношением сигнал/шум, дБ.

Таблица 10 – Составляющие суммарной погрешности θ_{12} и θ_{13}

| Диапазон частот, ГГц | Размер апертуры (диаметр), м | Составляющая суммарной погрешности, обусловленная неравномерностью амплитудно-фазового распределения поля, дБ |
|--|------------------------------|---|
| от 1,0 до 1,47 включ. (облучатель 1) | до 2 включ. | 0,26 |
| | св. 2 до 5 включ. | 0,4 |
| | св. 5 до 8 включ. | 0,72 |
| от 1,47 до 3,0 включ. (облучатели 2 и 3) | до 2 включ. | 0,25 |
| | св. 2 до 8 включ. | 0,33 |
| от 3,0 до 26,7 включ. (облучатели 4-9) | до 2 включ. | 0,11 |
| | св. 2 до 8 включ. | 0,17 |
| от 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10 и 11) | до 5 включ. | 0,14 |
| | св. 5 до 8 включ. | 0,27 |

8.3.2.2 Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики $\delta AЧХ$ в диапазоне частот не превышают пределов, приведённых в таблице 11.

Таблица 11 – Пределы допускаемой погрешности измерений амплитудно-частотной характеристики* $\delta AЧХ$

| Диапазон частот, ГГц | Размер апертуры (диаметр), м | Пределы погрешности коэффициента усиления облучателей θ_4 и θ_8 , дБ | $\delta AЧХ$, дБ |
|---|------------------------------|--|-------------------|
| от 1,0 до 1,47 включ. (облучатель 1) | до 2 включ. | $\pm 0,2$ | $\pm 0,7$ |
| | | $\pm 0,3$ | $\pm 0,8$ |
| | | $\pm 0,4$ | $\pm 0,8$ |
| | | $\pm 0,6$ | $\pm 1,0$ |
| | | $\pm 0,8$ | $\pm 1,3$ |
| | св. 2 до 5 включ. | $\pm 0,2$ | $\pm 0,8$ |
| | | $\pm 0,3$ | $\pm 0,9$ |
| | | $\pm 0,4$ | $\pm 0,9$ |
| | | $\pm 0,4$ | $\pm 0,9$ |
| | | $\pm 0,6$ | $\pm 1,1$ |

| | | | |
|--|-------------------|---|---|
| | | $\pm 0,8$ | $\pm 1,3$ |
| | св. 5 до 8 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ $\pm 1,2$ $\pm 1,2$ $\pm 1,4$ $\pm 1,5$ |
| от 1,47 до 3,0 включ. (облучатели 2 и 3) | до 2 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,7$ $\pm 0,8$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$ $\pm 1,3$ |
| | св. 2 до 8 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,8$ $\pm 0,8$ $\pm 0,9$ $\pm 1,1$ $\pm 1,3$ |
| от 3,0 до 26,7 включ. (облучатели 4-9) | до 2 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,6$ $\pm 0,7$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$ $\pm 1,2$ |
| | св. 2 до 8 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,6$ $\pm 0,7$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$ $\pm 1,2$ |
| от 26,7 до 46,0 включ. (облучатели 10 и 11) | до 5 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,7$ $\pm 0,8$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$ $\pm 1,3$ |
| | св. 5 до 8 включ. | $\pm 0,2$ $\pm 0,3$ $\pm 0,4$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ | $\pm 0,8$ $\pm 0,8$ $\pm 0,9$ $\pm 1,1$ $\pm 1,3$ |
| <p>Примечание:</p> <p>* – при эквивалентной изотропно излучаемой мощности до плюс 70 дБ[Вт] и отношении сигнал/шум не менее 30 дБ.</p> | | | |

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

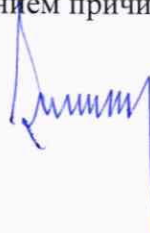
9.1 Комплекс признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

9.2 Результаты поверки удостоверяются свидетельством о поверке.

9.3 При проведении поверки отдельных измерительных каналов (частотных поддиапазонов, определяемых типами используемых облучателей коллиматора) комплекса в свидетельстве о поверке указываются об объеме проведенной поверки.

9.3 Если по результатам поверки комплекс признан непригодным к применению, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский