

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального директора -  
заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»

 «»

А.Н. Шпунов

2018 г.

## Инструкция

**Комплекс автоматизированный  
измерительно-вычислительный  
ТМСА 1.0-5.85 К 091**

**Методика поверки**

**133-18-07 МП**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ .....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	4
7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ .....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
8.1 Внешний осмотр.....	5
8.2 Опробование .....	5
8.3 Определение метрологических характеристик .....	6
8.3.1 Определение неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризованной составляющей электромагнитного поля в рабочей зоне и максимального размера рабочей зоны.....	6
8.3.2 Определение инструментальной погрешности измерений амплитуды и фазы диаграммы направленности .....	10
8.3.3 Определение пределов допускаемой инструментальной погрешности измерений эффективной изотропно-излучаемой направленности.....	11
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	12

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекса автоматизированного измерительно-вычислительного ТМСА 1.0-5.85 К 091, изготовленного ООО «НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы», г. Санкт-Петербург, заводской № 091 (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 измерений радиотехнических характеристик антенн.

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

## 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 неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризации составляющей электромагнитного поля в рабочей зоне и максимальных размеров рабочей зоны	8.3.1	+	+
3.2 Определение инструментальной погрешности измерений амплитуды и фазы диаграммы направленности	8.3.2	+	+
3.3 Определение пределов допускаемой инструментальной погрешности измерений эффективной изотропно-излучаемой мощности	8.3.3	+	+

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений 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	Система лазерная координатно-измерительная Leica AT401, диапазон измерений расстояний от 1,5 до 60000 мм, предел допускаемой основной абсолютной погрешности объемных измерений $\pm 15$ мкм + 6 мкм/м
8.3.2	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц, динамический диапазон для диапазона частот от 1 до 50 ГГц не менее 110 дБ, линейность приёмных устройств не более 0,1 дБ
8.3.2	Аттенюатор ступенчатый программируемый 84908М, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ
8.3.3	Генератор сигналов SMB100A с опцией B112 (B112, B112L, B120, B120L, B140), диапазон частот от 100 кГц до 12,7 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ , диапазон установки значений уровня выходного сигнала на нагрузке 50 Ом от минус 120 до 13 дБ (мВт).
8.3.3	Преобразователь измерительный NRP-Z21, диапазон частот от 0,01 до 18 ГГц, динамический диапазон от -67 до +23 дБ (мВт), пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 6$ %.

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерения 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 «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-5.85 К 091. Руководство по эксплуатации. ТМСА 091.005.00К 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

Влияющая величина	Нормальное	Допускаемое отклонение
-------------------	------------	------------------------

	значение	от нормального значения
Температура окружающей среды, °С	20	±2
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 70	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	±22
Частота питающей сети, 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;

8.1.2 Проверку комплектности комплекса проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в разделе «Комплект поставки» документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-5.85 К 091. Паспорт. ТМСА 091.005.00К 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 не имеет механических повреждений 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.

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.

После загрузки операционной системы WINDOWS 7 на экране монитора ПК наблюдать иконку программы *FrequencyMeas, NFCalc, AmrView*.

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

8.2.1.3 Повторить операции п. 8.2.1.2 для программ *NFCalc.exe* и *AmrView.exe*.

8.2.1.4 Сравнить полученные контрольные суммы и версии с их значениями, записанными в ПС. 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 ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	FrequencyMeas.exe	NFCalc.exe	AmrView.exe
Идентификационное наименование ПО	FrequencyMeas.exe	NFCalc.exe	AmrView.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.0.0.0	3.20.1	3.16.60612
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	7FCC2AB9445CE58D 52A44D8F611295F1 (алгоритм MD5)	90F2307A43D11220 7504337B9CCA9F24 (алгоритм MD5)	FAF113F3C83206EB 863D69624F5D3FC0 (алгоритм MD5)

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 программного продукта для измерений в ближней зоне «*FrequencyMeas*».

8.2.2.3 Проверить работоспособность всех приводов опорно-поворотного устройства (ОПУ) для испытываемой антенны:

- азимутальное поворотное устройство;
- угломестное поворотное устройство;
- поворотное устройство по углу крена.

8.2.2.4 Проверить работоспособность ОПУ облучателей зеркала радиоколлиматора (возможность смены облучателей и их поляризации).

8.2.2.5 Установить в рабочей зоне тестовую антенну с электрическими размерами апертуры не менее  $4\lambda$  (где  $\lambda$  – длина волны, м). Провести измерения сечений диаграмм направленности (ДН) и поляризационной диаграммы на рабочей длине волны антенны.

8.2.2.6 Результаты поверки считать положительными, если аппаратура комплекса работоспособна обеспечивает управление приводами ОПУ, проведение измерений и сохранение их результатов, а также отсутствует программная или аппаратная сигнализация о неисправностях комплекса.

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 неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризованной составляющей электромагнитного поля в рабочей зоне и максимального размера рабочей зоны

8.3.1.1 Установить сканер ЭМП в центре рабочей зоны комплекса на опорно-поворотное устройство (ОПУ) в горизонтальное положение.

8.3.1.2 На подвижную каретку сканера установить уголкового отражателя (УО) из состава

ва системы лазерной координатно-измерительной API RADIANT R50, измерительный блок установить внутри беззубой камеры со стороны зеркала радиоколлиматора.

8.3.1.3 Записать траекторию движения УО при перемещении каретки сканера для горизонтального и вертикального пространственных положений сканера. При помощи программного обеспечения системы лазерной координатно-измерительной API RADIANT R50 рассчитать отклонение траектории УО вдоль направления распространения рассеянного зеркалом коллиматора электромагнитного поля (ЭМП) относительно линейного тренда траектории УО от координат каретки  $\Delta l(x_i)$  (где  $\Delta l(x_i) < 0$  при смещении каретки в направлении зеркала коллиматора, рисунок 1).

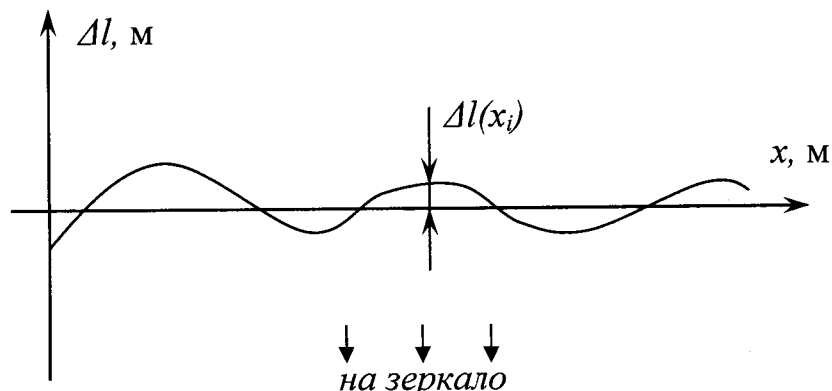


Рисунок 1 – К расчету отклонения траектории каретки сканера (УО)

8.3.1.4 Установить облучатель зеркала радиоколлиматора на вертикальную поляризацию. Взамен углового отражателя установить на каретку сканера антенну-зонд на вертикальной поляризации.

Перемещая каретку сканера с антенной-зондом вдоль рабочей зоны и одновременно измеряя амплитуды  $A(x_i)$  и фазы  $\Phi'(x_i)$  коэффициента передачи получить пространственное распределение амплитуды и фазы электромагнитного поля на согласованной поляризации.

Шаг между отсчётами поля установить не более  $\lambda/2$  для максимальной частоты в диапазоне рабочих частот облучателя, а диапазон перемещения каретки сканера должен соответствовать  $\pm 1,3$  м относительно центра рабочей зоны.

8.3.1.5 Повернуть антенну-зонд на  $90^\circ$  относительно оси поляризации.

Перемещая каретку сканера с антенной-зондом вдоль рабочей зоны и одновременно измеряя амплитуды  $A_k(x_i)$  коэффициента передачи получить пространственное распределение амплитуды кроссполяризации.

8.3.1.6 Обработку результатов измерений проводить с использованием программ Microsoft Excel, MatLab или Mathcad.

Исключить из измеренного фазового распределения линейное отклонение, обусловленное неперпендикулярностью установки направляющей рельсы сканера направлению распространения ЭМП.

Аппроксимировать измеренную зависимость фазы  $\Phi'(x_i)$  линейной функцией  $\Phi_{лин}(x_i)$  методом наименьших квадратов (рисунок 2).

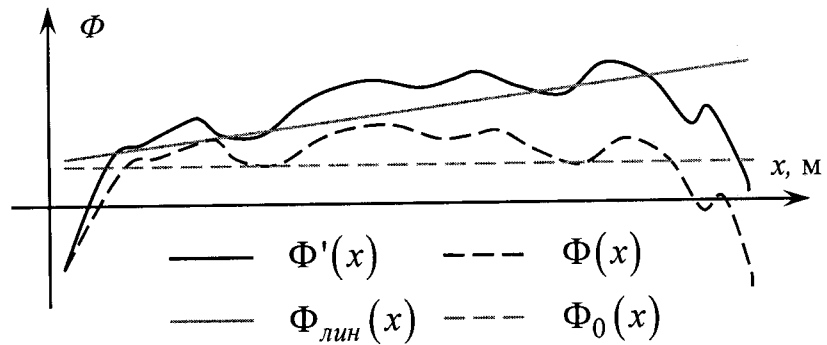


Рисунок 2 - К расчету фазового распределения

8.3.1.7 Рассчитать фазовое распределение ЭМП по формуле (1):

$$\Phi(x_i) = \Phi'(x_i) - \Phi_{лин}(x_i) - \frac{360}{\lambda} \Delta l(x_i), \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны ЭМП, м;

$\Phi'(x_i), \Phi_{лин}(x_i), \Phi(x_i)$  - относительные фазы, °.

Аппроксимировать зависимость  $\Phi(x_i)$  линейной функцией  $\Phi_0(x_i)$  методом наименьших квадратов (рисунок 4). Значения функции  $\Phi_0(x_i)$  в пределах рабочей зоны должны находиться в пределах  $\pm 0,1^\circ$ , в противном случае вышеизложенная процедура исключения линейного отклонения повторяется.

8.3.1.8 Установить сканер ЭМП в вертикальное положение.

Повторить измерения пп. 8.3.1.2-8.3.1.7, перемещая каретку сканера с антенной-зондом по координате  $y_i$ , провести вычисления зависимостей  $A(y_i)$ ,  $A_k(y_i)$  и  $\Phi(y_i)$ .

8.3.1.9 Определить максимальную неравномерность пространственной зависимости амплитуды  $\Delta A$  и фазы  $\Delta \Phi$  на согласованной поляризации в пределах рабочих зон с размерами  $\emptyset 2,4$ ,  $\emptyset 1,8$  и  $\emptyset 1,2$  м по следующим формулам (2) – (4):

$$\Delta A_1 = \max \left[ \max_i \{A(x_i)\} - \min_i \{A(x_i)\}; \max_i \{A(y_i)\} - \min_i \{A(y_i)\} \right]$$

$$\Delta \Phi_1 = \max \left[ \max_i \{\Phi(x_i)\} - \min_i \{\Phi(x_i)\}; \max_i \{\Phi(y_i)\} - \min_i \{\Phi(y_i)\} \right] \quad (2)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 1,2$  м

$$\Delta A_2 = \max \left[ \max_i \{A(x_i)\} - \min_i \{A(x_i)\}; \max_i \{A(y_i)\} - \min_i \{A(y_i)\} \right]$$

$$\Delta \Phi_2 = \max \left[ \max_i \{\Phi(x_i)\} - \min_i \{\Phi(x_i)\}; \max_i \{\Phi(y_i)\} - \min_i \{\Phi(y_i)\} \right] \quad (3)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 0,9$  м



$$\Delta A_3 = \max \left[ \max_i \{A(x_i)\} - \min_i \{A(x_i)\}; \max_i \{A(y_i)\} - \min_i \{A(y_i)\} \right]$$

$$\Delta \Phi_3 = \max \left[ \max_i \{\Phi(x_i)\} - \min_i \{\Phi(x_i)\}; \max_i \{\Phi(y_i)\} - \min_i \{\Phi(y_i)\} \right] \quad (4)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 0,6$  м

где  $A(x_i), A(y_i)$  – амплитуда ЭМП, дБ.

8.3.1.10 Определить относительный уровень кроссполяризации в пределах рабочих зон с размерами  $\emptyset 2,4, \emptyset 1,8$  и  $\emptyset 1,2$  м по формулам (5) – (7):

$$K_1 = \max \left[ \max_i \{A(x_i) - A_k(x_i)\}; \max_i \{A(y_i) - A_k(y_i)\} \right] \quad (5)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 1,2$  м

$$K_2 = \max \left[ \max_i \{A(x_i) - A_k(x_i)\}; \max_i \{A(y_i) - A_k(y_i)\} \right] \quad (6)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 0,9$  м

$$K_3 = \max \left[ \max_i \{A(x_i) - A_k(x_i)\}; \max_i \{A(y_i) - A_k(y_i)\} \right] \quad (7)$$

при  $x_i, y_i \in \pm 0,6$  м

где  $A(x_i), A(y_i), A_k(x_i), A_k(y_i)$  – амплитуда ЭМП, дБ.

8.3.1.11 Провести измерения пп. 8.3.1.1-8.3.1.10 для всего рабочего диапазона путём поочерёдных измерений в диапазонах частот каждого облучателя коллиматора. Количество частот в пределах рабочего диапазона частот облучателя выбирать не менее двух.

8.3.1.12 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность амплитудного и фазового распределений, относительный уровень кроссполяризации составляющей электромагнитного поля в рабочей зоне в рабочем диапазоне частот не превышают значений, приведённых в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение характеристики
Максимальный размер рабочей зоны, м	
в горизонтальной плоскости	2,4
в вертикальной плоскости	1,8
Неравномерность амплитудного распределения в пределах рабочей зоны в форме эллипса с размерами <sup>1), 2)</sup> , дБ, не более	
в диапазоне частот от 1,0 до 1,4 ГГц включ.	
2,4×1,8 м	1,5
1,8×1,35 м	1,0
1,2×0,9 м	0,8
в диапазоне частот свыше 1,4 ГГц	
2,4×1,8 м	1,0
1,8×1,35 м	0,6
1,2×0,9 м	0,5
Неравномерность фазового распределения в пределах рабочей зоны в форме эллипса с размерами <sup>1), 2)</sup> , не более	
2,4×1,8 м	20°
1,8×1,35 м	15°

Наименование характеристики	Значение характеристики
1,2×0,9 м	10°
Относительный уровень кроссполяризованной составляющей в диапазоне частот <sup>1), 2)</sup> , дБ, не более в пределах рабочей зоны в форме эллипса с размерами 2,4×1,8 м от 1,0 до 4,9 ГГц включ.	-25
свыше 4,9 ГГц	-30
в пределах рабочей зоны в форме эллипса с размерами 1,8×1,35 м от 1,0 до 3,4 ГГц включ.	-25
свыше 3,4 до 4,9 ГГц включ.	-28
свыше 4,9 ГГц	-30
в пределах рабочей зоны в форме эллипса с размерами 1,2×0,9 м от 1,0 до 1,4 ГГц включ.	-25
свыше 1,4 до 3,9 ГГц включ.	-28
свыше 3,9 ГГц	-30

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

### 8.3.2 Определение инструментальной погрешности измерений амплитуды и фазы диаграммы направленности

8.3.2.1 Подготовить комплекс для измерения диаграммы направленности в соответствии с РЭ.

8.3.2.2 Установить на ОПУ тестовую антенну, диапазон частот антенн выбирать в соответствии с диапазоном частот используемого облучателя согласно таблице 6.

Сориентировать тестовую антенну 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.

Таблица 6 – Порядок использования антенн

Номер измерений	Тип антенны	Диапазон частот, ГГц
1	П6-123	от 1,0 до 1,7 включ.
2		от 1,7 до 2,6 включ.
3		от 2,6 до 3,95 включ.
4		от 3,95 до 5,85 включ.

8.3.2.3 Подключить в СВЧ тракт комплекса программируемый аттенюатор 84908М.

8.3.2.4 Путём регулировки мощности источника сигнала, ширины полосы фильтра промежуточной частоты и количества усреднений приёмника сигнала добиться соотношения сигнал/шум не менее 60 дБ.

Измерения проводить не менее чем в трёх точках частотного диапазона каждого облучателя коллиматора.

8.3.2.5 Зафиксировать амплитуду  $S_{x dB}(nf)$  измеряемого коэффициента передачи поочередно для ослаблений программируемого аттенюатора  $x dB = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40$  и 45 дБ.

8.3.2.6 Подключить аттенюатор к портам анализатора электрических цепей векторного ZVA50 используя фазостабильные кабельные сборки.

Установить частоты, соответствующие используемым при измерениях в п. 5.2.4. Параметры обзора установить такими, чтобы обеспечивалось соотношение сигнал/шум не менее 80 дБ.

Зафиксировать амплитуду  $S_{xdB}^0(nf)$  измеряемого коэффициента передачи поочередно для ослаблений программируемого аттенюатора  $xdB = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40$  и  $45$  дБ.

8.3.2.7 Рассчитать инструментальную погрешность [дБ] измерения амплитуды диаграммы направленности в рабочей зоне коллиматора по формуле (8):

$$\delta S_{xdB}(nf) = \pm \left| \left\{ S_{xdB}(nf) - S_{0dB}(nf) \right\} - \left\{ S_{xdB}^0(nf) - S_{0dB}^0(nf) \right\} \right|, \quad (8)$$

где  $S_{xdB}(nf)$  - результаты измерений амплитуды  $S_{-5dB}(nf), S_{-10dB}(nf) \dots S_{-45dB}(nf)$ , дБ;

$S_{xdB}^0(nf)$  - результаты измерений амплитуды  $S_{-5dB}^0(nf), S_{-10dB}^0(nf) \dots S_{-45dB}^0(nf)$ , дБ.

8.3.2.8 Рассчитать инструментальную погрешность [°] измерения фазы диаграммы направленности в рабочей зоне коллиматора по формуле (9):

$$\Delta \varphi_{xdB}(nf) = \pm \arctan \left( 10^{0,05 \delta S_{xdB}(nf)} - 1 \right). \quad (9)$$

8.3.2.9 Повторить пп. 8.3.2.2-8.3.2.8 для остальных диапазонов частот из таблицы 5.

8.3.2.10 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальных погрешностей измерений амплитуды и фазы диаграммы направленности в рабочей зоне коллиматора находятся в пределах, указанных в таблице 7.

Таблица 7. Инструментальные погрешности измерений амплитуды и фазы диаграммы направленности

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений амплитудной (фазовой) ДН <sup>3)</sup> , дБ, до уровня:	
минус 20 дБ включ.	±0,1 (±1,0°)
минус 25 дБ включ.	±0,2 (±1,4°)
минус 30 дБ включ.	±0,3 (±2,1°)
минус 35 дБ включ.	±0,5 (±3,4°)
минус 40 дБ включ.	±0,8 (±5,6°)
минус 45 дБ включ.	±1,0 (±7,0°)

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

### 8.3.3 Определение пределов допускаемой инструментальной погрешности измерений эффективной изотропно-излучаемой мощности

8.3.3.1 Подготовить комплекс к измерению ЭИИМ (потенциала) в соответствии с руководством по эксплуатации (перевести ВАЦ в режим измерений прямой мощности, загрузить данные о характеристиках используемого облучателя и тракта).

8.3.3.2 Отключить радиочастотный кабель от облучателя коллиматора и подключить через тройник к генератору СВЧ и преобразователю измерительному NRP-Z21 согласно схеме, приведённой на рис. 3.



Рисунок 3 – Схема подключения

8.3.3.3 Измерения проводить поочерёдно на трёх частотах для каждого облучателя коллиматора, включающих верхнюю, нижнюю и среднюю.

Установить на генераторе сигналов выходную мощность равную минус 30 дБ (мВт). Зафиксировать значение мощности, получаемое из показаний измерителя мощности NRP-Z21. Вычислить расчётный аналог измеряемого значения ЭИИМ по формуле (10):

$$PG_{\Sigma} = P_{\Sigma} + G + 20 \lg(386f), \quad (10)$$

где  $P_{\Sigma}$  - показаний преобразователя измерительного NRP-Z21, дБ (Вт);

$G$  - коэффициентов облучателя, взятый из соответствующего файла данных, дБ

$f$  - частота, ГГц;

$386 = \frac{4\pi R}{10^{-9} c}$  - константа, определяемая исходя из эквивалентного расстояния для кол-

лиматора  $R = 9,22$  м и скорости света  $c$ , ГГц<sup>-1</sup>.

8.3.3.4 Зафиксировать значение ЭИИМ  $PG_{II}$ , измеренное комплексом, дБ (Вт).

8.3.3.5 Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений ЭИИМ рассчитать по формуле (11):

$$\delta_{PG} = \pm 10 \lg \left( 1 + \sqrt{0,0036 + \left( 10^{0,1|PG_{\Sigma} - PG_{II}|} - 1 \right)^2} \right), \quad (11)$$

где 0,0036 – слагаемое, величина которого обусловлена погрешностью преобразователя измерительного NRP-Z21.

8.3.3.6 Результаты поверки считать положительными, если допускаемая инструментальная погрешность измерений ЭИИМ находится в пределах  $\pm 1,0$  дБ.

## 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 в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02 июля 2015 г. № 1815.

9.3 Если по результатам поверки комплекс признан непригодным к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02 июля 2015 г. № 1815.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Заместитель начальника НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

А.В. Титаренко