

УТВЕРЖДАЮ

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

А.Н. Щипунов

\_\_\_\_\_ 2017 г.



## Инструкция

**Комплекс автоматизированный измерительно-  
вычислительный ТМСА 1.0-18.0 Д 086**

**Методика поверки**

**165-17-10 МП**

2017 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 .....	4
8.1 Внешний осмотр .....	4
8.2 Опробование.....	5
8.3 Определение метрологических характеристик.....	6
8.3.1 Определение динамического диапазона измерений характеристик антенных устройств.....	6
8.3.2 Определение инструментальной погрешности измерений АДН, ФДН и поляризационных диаграмм .....	7
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекса автоматизированного измерительно-вычислительного ТМСА 1.0-18.0 Д 086, заводской № 086 (далее – комплекс), изготовленного ООО «НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы», г. Санкт-Петербург.

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 и после каждого ремонта.

## 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 динамического диапазона измерений характеристик антенных устройств	8.3.1	+	+
3.2 Определение инструментальной погрешности измерений амплитудных (фазовых) ДН и поляризационных диаграмм	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 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	Комплект антенный измерительный АИК 1-40Б; диапазон частот от 0,9 до 40 ГГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления: для П6-123 $\pm 1,8$ дБ для П6-140-х $\pm 1,2$ дБ
8.3.2	Аттенюатор ступенчатый программируемый Agilent 84908М, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ, пределы допускаемой погрешности установки ослабления $\pm 0,03$ дБ

3.2 Допускается применение средств измерений других утвержденных типов, с метрологическими характеристиками обеспечивающими определение метрологических характеристик поверяемого комплекса 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, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 Д 086. Руководство по эксплуатации. ТМСА 086. 018. 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

Влияющая величина	Нормальное значение	Допускаемое отклонение от нормального значения
Температура окружающей среды, °С	20	± 5
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	± 11
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 путем сличения действительной комплектности с данными, приведенными в разделе в разделе «Комплект поставки» документа

«Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 Д 086. Паспорт. ТМСА 086. 018. 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 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 рабочие станции (далее – РС), для чего:

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

После загрузки операционной системы WINDOWS 7 на экране монитора РС наблюдать иконку программного продукта *NFCalc.exe*.

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

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

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

8.2.1.4 Повторить операции п. 8.2.1.2-8.2.1.3 для программ *AmrView.exe* и *FrequencyMeas.exe*.

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			
Номер версии (идентификационный номер) ПО	5.1	3.20.1	3.16.60612
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	6D0A938315B1DB AC4F3B15C308FF C6B0 (алгоритм MD5)	90F2307A43D1122 07504337B9CCA9F 24 (алгоритм MD5)	FAF113F3C83206E B863D69624F5D3F C0 (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 дальней зоне «*FrequencyMeas*».

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

- поворотное устройство по азимуту;
- поворотное устройство по элевации;
- поворотное устройство по поляризации;
- слайдер.

8.2.2.4 Установить в рабочей зоне тестовую антенну с электрическими размерами апертуры не менее  $\lambda$  (где  $\lambda$  – длина волны, м). Установить следующие настройки ВАЦ:

- полоса анализа от 1 до 18 ГГц;
- ширина полосы пропускания 100 кГц;
- уровень мощности выходного колебания 10 дБ (мВт).

Провести измерения сечений диаграммы направленности (ДН) на рабочей длине волны антенны.

Минимальные измеренные уровни задних и боковых лепестков ДН должны быть не более минус 10 дБ.

8.2.2.5 Результаты испытаний для измерений методом дальней зоны считать положительными, если аппаратура комплекса работоспособна и обеспечивает измерения характеристик антенных устройств.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение динамического диапазона измерений характеристик антенных устройств

8.3.1.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.3.1.2 Установить на ОПУ антенну П6-123.

8.3.1.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи. Мощность передатчика «Power» установить равной 15 дБм, ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить равной 10 Гц, диапазон частот установить от 1 до 2 ГГц, шаг по частоте установить равным не более 100 МГц.

8.3.1.4 Направить антенну П6-123 на облучатель на согласованной поляризации по максимуму измеряемого ВАЦ коэффициента передачи. Провести измерения коэффициента передачи  $K(f)$ , дБ.

8.3.1.5 Отключить кабельную сборку от одного из портов ВАЦ, записать отображаемый уровень шума  $K_{шум}(f)$ , дБ.

8.3.1.6 Динамический диапазон, дБ, рассчитать по формуле (1):

$$D(f) = K(f) - K_{шум}(f) - G_{эт}(f) + G_{пр}(f) - 3, \quad (1)$$

где  $G_{эт}(f)$  - КУ антенны П6-123, дБ;

$G_{пр}(f)$  - КУ приемной

антенны, дБ.

8.3.1.7 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 2 до 4 ГГц и антенны П6-123 соответственно.

8.3.1.8 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 4 до 8 ГГц и антенны П6-123 соответственно.

8.3.1.9 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 8 до 12 ГГц и антенны П6-140-1 соответственно.

8.3.1.10 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 12 до 18 ГГц и антенны П6-140-2 соответственно.

8.3.1.13 Результаты поверки считать положительными, если динамический диапазон в диапазоне частот составляет не менее:

от 1 ГГц до 2 ГГц включ.	83 дБ;
св. 2 ГГц до 4 ГГц включ.	79 дБ;
св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	82 дБ;
св. 8 ГГц до 12 ГГц включ.	80 дБ;
св. 12 ГГц до 18 ГГц включ.	72 дБ;

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 АДН, ФДН и поляризационных диаграмм

8.3.2.1 Определение инструментальной погрешности измерений амплитудных диаграмм направленности (АДН) и поляризационных диаграмм провести с использованием аттенюатора ступенчатого программируемого Agilent 84908М, включенного в тракт комплекса.

ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц при мощности источника 10 дБм и ширине полосы фильтра промежуточной частоты (bandwidth) не более 10 Гц и с шагом по частоте не более 100 МГц. Отклонение результата измерений АДН и поляризационных диаграмм определить по формуле (2) как разность показаний вводимого ослабления аттенюатора и измеренного коэффициента передачи ВАЦ:

$$\Delta_{xdB}(nf) = [A_{xdB}(nf) - A_{0dB}(nf)] + x, \text{ дБ}, \quad (2)$$

где  $A_{xdB}(nf)$  - результаты измерений  $A_{-5dB}(nf)$ ,  $A_{-10dB}(nf)$  ...  $A_{-50dB}(nf)$ , дБ;

$A_{0dB}(nf)$  - частотная зависимость модуля коэффициента передачи при ослаблении аттенюатора 0 дБ;

$x$  - номиналы вводимых аттенюатором 84908М ослаблений (5, 10...50), дБ.

В качестве инструментальной погрешности  $\bar{\Delta}_{xdB}$  для каждого номинального ослабления принять среднее значение модуля и фазы в диапазоне частот:

по амплитуде:

$$\bar{\Delta}_{xdB} = \frac{1}{n} \sum_n |\Delta_{xdB}(nf)|, \quad (3)$$

где  $n$  – количество частотных отсчетов,

по фазе:

$$\phi_{xdB} = \text{atan}\left(10^{0,1\bar{\Delta}_{xdB}}\right). \quad (4)$$

Значения  $\bar{\Delta}_{xdB}$  и  $\phi_{xdB}$ , полученные для ослабления минус 5 дБ считать тождественным значению для ослабления минус 3 дБ.

8.3.2.6 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности измерений АДН (ФДН) и поляризационных диаграмм находятся в пределах:

В диапазоне частот от 1 до 18 ГГц:

- на уровне минус 3 дБ –	$\pm 0,10$ дБ ( $\pm 0,7^\circ$ );
- на уровне минус 5 дБ –	$\pm 0,10$ дБ ( $\pm 0,7^\circ$ );
- на уровне минус 10 дБ –	$\pm 0,15$ дБ ( $\pm 1,0^\circ$ );
- на уровне минус 15 дБ –	$\pm 0,20$ дБ ( $\pm 1,4^\circ$ );
- на уровне минус 20 дБ –	$\pm 0,25$ дБ ( $\pm 1,7^\circ$ );
- на уровне минус 25 дБ –	$\pm 0,30$ дБ ( $\pm 2,1^\circ$ );

- на уровне минус 30 дБ –  $\pm 0,35$  дБ ( $\pm 2,4^\circ$ );
- на уровне минус 35 дБ –  $\pm 0,40$  дБ ( $\pm 2,7^\circ$ );
- на уровне минус 40 дБ –  $\pm 0,45$  дБ ( $\pm 3,1^\circ$ );
- на уровне минус 45 дБ –  $\pm 0,50$  дБ ( $\pm 3,4^\circ$ );
- на уровне минус 50 дБ –  $\pm 0,60$  дБ ( $\pm 4,1^\circ$ ).

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

## 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 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

Заместитель начальника НИО-1  
по научной работе

А.В. Титаренко