

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый заместитель генерального директора -  
заместитель по научной работе**

**ФГУП «ВНИИФТРИ»**



« 20 »

12



**А.Н. Шипунов**

**2016 г.**

**Инструкция  
Комплекс автоматизированный  
измерительно-вычислительный  
ТМСА 0.1-40.0Д/400/067**

**Методика поверки**

**165-16-15 МП**

2016 г.

## 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	5
7 Подготовка к проведению поверки	5
8 Проведение поверки	5
8.1 Внешний осмотр	5
8.2 Опробование	6
8.3 Определение метрологических характеристик	7
9 Оформление результатов поверки	9

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекса автоматизированного измерительно-вычислительного ТМСА 0.1-40.0Д/400/067, заводской № 067 (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
Внешний осмотр	8.1.	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение метрологических характеристик	8.3	+	+
3.1 Определение диапазона рабочих частот и динамического диапазона	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	ПЭВМ Intel Core 2 Duo (не старше) с операционной системой Windows, имеющая: процессор с тактовой частотой не менее 1,8 ГГц; объем оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объем свободной памяти на жестком диске не менее 1 Гбайт для сохранения данных измерений; дисплей типа SVGA с экраном не менее 15,4''
8.3.1	Антенна измерительная дипольная П6-121, регистрационный № 58703-14, диапазон частот от 30 до 300 МГц, КСВН входа не более 2,5, пределы допускаемой погрешности коэффициента калибровки $\pm 2,0$ дБ. Антенна измерительная П6-62, регистрационный № 28932-05, диапазон частот от 300 до 1000 МГц, КСВН входа не более 2,0, пределы допускаемой погрешности антенного коэффициента $\pm 2,0$ дБ. Комплект антенный измерительный АИК 1-40Б, регистрационный № 55403-13, диапазон частот от 0,9 до 40 ГГц, пределы допускаемой погрешности коэффициента усиления антенной системы П6-123 - $\pm 1,8$ дБ, антенных систем П6-140-х - $\pm 1,2$ дБ
8.3.2	Аттенуатор ступенчатый программируемый Agilent 84908М, регистрационный № 60239-15, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ. Антенна измерительная дипольная П6-121. Антенна измерительная П6-62. Комплект антенный измерительный АИК 1-40Б

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, 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 «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.1-40.0Д/400/067. Руководство по эксплуатации. ТМСА 067.040. 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 40 до 80	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	±22
Частота питающей сети, Гц	50	±0,5

## 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 0.1-40.0Д/400/067. Паспорт. ТМСА 067.040. 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 соответствия 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 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 *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 Повторить операции п. 8.2.1.2 для программ *AmrView.exe* и *FrequencyMeas.exe*.

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

8.2.1.5 Результаты идентификации соответствия ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, записанным в ПС.

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

8.2.2 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.2.2.1 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программного продукта «Программа проведения измерений в частотной области».

8.2.2.2 Проверить работоспособность приводов ОПУ:

- азимутальное ОПУ;
- ОПУ вспомогательной антенны.

8.2.2.3 Результаты испытаний считать положительными, если аппаратура комплекса работоспособна.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение диапазона рабочих частот и динамического диапазона

8.3.1.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.3.1.2 Установить на ОПУ вспомогательной антенны вспомогательную антенну согласно таблице 4. Измерения проводить в произвольной очередности для всех частотных диапазонов.

Установить на основное ОПУ испытываемую антенну согласно таблице 4. Сориентировать антенны для излучения и приема на согласованной поляризации электромагнитного поля.

Таблица 4 – Порядок использования антенн

Номер вспомогательной антенны	Вспомогательной антенны	Испытываемая антенна	Диапазон частот, ГГц
1	ТМА 0,1-1 И	П6-121	от 0,1 до 0,3
2	ТМА 0,1-1 И	П6-62	от 0,3 до 1
3	ТМА 1-18 И	П6-123	от 1 до 12,4
4	ТМА 1-18 И	П6-140-2	от 12,4 до 18
5	ТМА 18-40 И	П6-140-3	от 18 до 26,5
6	ТМА 18-40 И	П6-140-4	от 26,5 до 40

8.3.1.3 Установить следующие параметры обзора ВАЦ:

- диапазон частот согласно используемой комбинации антенн в соответствии с таблицей 4;

- выходная мощность минус 5 дБм;

- ширина полосы фильтра ПЧ 100 Гц.

8.3.1.4 Зафиксировать измеряемый коэффициент передачи  $K_{АНТ}(f)$ , [дБ].

8.3.1.5 Отсоединить кабельную от приемного порта ВАЦ и нагрузить ее на согласованную нагрузку или аттенюатор с ослаблением не менее 10 дБ. Зафиксировать измеряемый коэффициент передачи  $K_{ШУМ}(f)$ , [дБ].

8.3.1.6 Определить динамический диапазон комплекса по формуле (1):

$$D(f) = K_{АНТ}(f) - (\bar{K}_{ШУМ} + 3), \text{ дБ}, \quad (1)$$

$$\text{где } \bar{K}_{ШУМ} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_n 10^{K_{ШУМ}(f_n)/10} \right) + 3.$$

8.3.1.7 Повторить операции пп. 8.3.1.2-8.3.1.6 для всех частотных диапазонов, приведенных в таблице 4.

8.3.1.8 Результаты проверки считать положительными, если динамический диапазон в диапазоне рабочих частот от 0,1 до 40 ГГц составляет не менее 60 дБ.

8.3.2 Определение инструментальной погрешности измерений амплитудных (фазовых) ДН и поляризационных диаграмм

8.3.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.3.2.2 Установить на ОПУ вспомогательной антенны вспомогательную антенну согласно таблице 4. Измерения проводить в произвольной очередности для всех частотных диапазонов.

Сориентировать антенны для излучения и приема на согласованной поляризации электромагнитного поля.

8.3.2.3 Установить в передающий тракт комплекса аттенюатор 84908М.

8.3.2.4 Установить следующие параметры обзора ВАЦ:

4; - диапазон частот согласно используемой комбинации антенн в соответствии с таблицей

- выходная мощность минус 5 дБм;
- ширина полосы фильтра ПЧ 100 Гц;
- количество частотных точек – не менее 3.

8.3.2.5 Зафиксировать измеряемые коэффициенты передачи  $A_{x\text{dB}}(nf)$  [дБ] поочередно для ослаблений программируемого аттенюатора  $x\text{dB} = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45$  и  $50$  дБ.

8.3.2.6 Обработку сигналов производить в программных пакетах Mathcad или MatLab.

8.3.2.7 Инструментальную погрешность измерений для каждого номинального ослабления в рабочем диапазоне частот рассчитать по формуле (2):

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

где  $A_{x\text{dB}}(nf)$  - результаты измерений  $A_{-5\text{dB}}(nf), A_{-10\text{dB}}(nf) \dots A_{-50\text{dB}}(nf)$ , дБ;

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

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

по амплитуде

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

по фазе

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

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

8.3.2.8 Результаты проверки считать положительными, если значения погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов находятся в пределах, для уровня:

минус 3 дБ	$\pm 0,15 (\pm 1,0^\circ)$ ;
минус 5 дБ	$\pm 0,2 (\pm 1,3^\circ)$ ;
минус 10 дБ	$\pm 0,25 (\pm 1,7^\circ)$ ;
минус 15 дБ	$\pm 0,3 (\pm 2,0^\circ)$ ;
минус 20 дБ	$\pm 0,4 (\pm 2,7^\circ)$ ;
минус 25 дБ	$\pm 0,6 (\pm 4,1^\circ)$ ;
минус 30 дБ	$\pm 0,8 (\pm 5,5^\circ)$ ;
минус 35 дБ	$\pm 1,1 (\pm 7,7^\circ)$ ;
минус 40 дБ	$\pm 1,5 (\pm 10,7^\circ)$ ;
минус 45 дБ	$\pm 2,2 (\pm 16,1^\circ)$ ;
минус 50 дБ	$\pm 3,3 (\pm 24,8^\circ)$ .



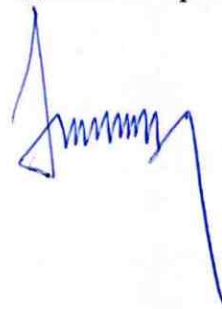
## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

9.3 На комплекс, признанный годным, выдается в Свидетельство о поверке установленной формы.

9.4 Комплекс, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается и на него выдается «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский