

**УТВЕРЖДАЮ**

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



**А.Н. Щипунов**

**2017 г.**

## **Инструкция**

**Комплекс автоматизированный измерительно-  
вычислительный ТМСА 1.0-40.0 Д 071**

**Методика поверки**

**165-17-11 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 .....	5
8.1 Внешний осмотр .....	5
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 амплитудных (фазовых) ДН и поляризационных диаграмм.....	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 1.0-40.0 Д 071, заводской № 071 (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.

Поверка ВАЦ из состава комплекса осуществляется в соответствии с методикой поверки МП37174-08, утвержденной ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ 21.12.2007 г., не реже одного раза в 12 (двенадцать) месяцев.

## 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. Аттенюатор ступенчатый программируемый Agilent 84908М, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ,
8.3.2	Анализатор электрических цепей векторный ZVA40, диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля

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
	коэффициента передачи $ S_{21} $ и $ S_{12} $ для значений $ S_{21} $ и $ S_{12} $ в диапазоне частот до 40 ГГц, дБ: - от 5 до минус 40 дБ $\pm 0,2$ дБ; - от минус 40 до минус 55 дБ $\pm 0,4$ дБ; - от минус 55 до минус 70 дБ $\pm 1,0$ 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 1.0-40.0 Д 071. Руководство по эксплуатации. ТМСА 071. 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	$\pm 5$
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	$\pm 11$
Частота питающей сети, Гц	50	$\pm 1$

#### 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 1.0-40.0 Д 071. Паспорт. ТМСА 071. 040. 00Д ПС» (далее – ПС).

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

8.1.4 Проверить наличие свидетельства о поверке на векторный анализатор электрических цепей (ВАЦ) из состава комплекса.

8.1.5 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.
- ВАЦ из состава комплекса-поверен.

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		
	Идентификационное наименование ПО	FrequencyMeas.exe	NFCalc.exe
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 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 26 до 40 ГГц;
- ширина полосы пропускания 1 кГц;
- уровень мощности выходного колебания 7 дБм.

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.

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 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 7 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 10 МГц.

8.3.1.4 Направить антенну П6-123 на вспомогательную антенну 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, подключить согласованную нагрузку, 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.

8.3.1.11 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 18 до 26 ГГц и антенны П6-140-3 соответственно.

8.3.1.12 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 26 до 40 ГГц и антенны П6-140-4 соответственно.

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

от 1 ГГц до 2 ГГц включ.	72 дБ;
св. 2 ГГц до 4 ГГц включ.	68 дБ;
св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	59 дБ;
св. 8 ГГц до 12 ГГц включ.	52 дБ;
св. 12 ГГц до 18 ГГц включ.	40 дБ;
св. 18 ГГц до 26 ГГц включ.	38 дБ;
св. 26 ГГц до 40 ГГц	25 дБ.

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

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

8.3.2.1 Подготовить к работе ВАЦ ZVA 40 из состава средств измерений для проверки комплекса.

8.3.2.2 Подключить к портам ВАЦ ZVA 40 аттенюатор 84908М.

8.3.2.3 Установить следующие параметры обзора ВАЦ:

- диапазон частот от 1 до 18 ГГц;
- выходная мощность минус 10 дБм;
- ширина полосы фильтра ПЧ 10 Гц;
- количество частотных точек – не менее 501.

8.3.2.4 Зафиксировать измеряемые коэффициенты передачи  $At_{xдБ}(nf)$  [дБ] поочередно для номиналов ослаблений программируемого аттенюатора  $xдБ = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45$  и 50 дБ.

8.3.2.5 Определить действительное значение ослабления, вносимое аттенюатором, для каждого номинального ослабления в рабочем диапазоне частот по формуле (2):

$$X(nf) = At_{xдБ}(nf) - At_{0дБ}(nf), \text{ дБ.} \quad (2)$$

где  $At_{xдБ}(nf)$  – результаты измерений  $At_{-5дБ}(nf), At_{-10дБ}(nf) \dots At_{-50дБ}(nf)$ , дБ;

$At_{0дБ}(nf)$  – частотная зависимость модуля коэффициента передачи при ослаблении аттенюатора 0 дБ;

8.3.2.6 Повторить пункты 8.3.2.4, 8.3.2.5 для следующих параметров обзора ВАЦ:

- диапазон частот от 18 до 40 ГГц;
- выходная мощность минус 10 дБм;

- ширина полосы фильтра ПЧ 10 Гц;
- количество частотных точек – не менее 501.

8.3.2.7 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ.

8.3.2.8 В измерительный тракт комплекса внести аттенюатор 84908М таким образом, чтобы он соединял разъемы радиочастотных кабелей для подключения испытываемой антенны и вспомогательной антенны. Ослабление аттенюатора установить равным 0 дБ.

8.3.2.9 Установить следующие параметры обзора ВАЦ:

- диапазон частот от 1 до 18 ГГц;
- выходная мощность 7 дБм;
- ширина полосы фильтра ПЧ 10 Гц;
- количество частотных точек – не менее 501.

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

8.3.2.11 Инструментальную погрешность измерений для каждого номинального ослабления в рабочем диапазоне частот рассчитать по формуле (3):

$$\Delta_{xdB}(nf) = [A_{xdB}(nf) - A_{0dB}(nf)] + X(nf), \text{ дБ}, \quad (3)$$

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

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

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

по амплитуде

$$\bar{\Delta}_{xdB} = \frac{1}{n} \sum_n |\Delta_{xdB}(nf)|, \quad (4)$$

где n – количество частотных отсчетов,  
по фазе

$$\phi_{xdB} = \text{atan}\left(10^{0,1\bar{\Delta}_{xdB}}\right). \quad (5)$$

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

8.3.2.12 Повторить пункты 8.3.2.9-8.3.2.11 для диапазона частот 18 до 40 ГГц и высокочастотных кабельных сборок из состава комплекса.

8.3.2.13 За инструментальную погрешность измерений амплитудных (фазовых) ДН и поляризационных диаграмм считать максимальную погрешность (по модулю) в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц.

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

в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц:

- на уровне минус 3 дБ –	$\pm 0,12$ дБ ( $\pm 0,8^\circ$ );
- на уровне минус 5 дБ –	$\pm 0,12$ дБ ( $\pm 0,8^\circ$ );
- 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.

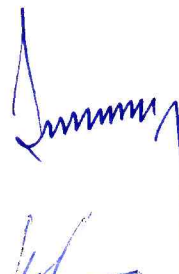
## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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