

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**А.Н. Щипунов**

**2017 г.**

## **Инструкция**

**Комплекс автоматизированный  
измерительно-вычислительный (АИВК) для  
измерения радиотехнических характеристик антенн в  
дальнем поле до 40 ГГц**

**Методика поверки**

**165-17-08 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 амплитудных ДН (фазовых) 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 (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн в дальнем поле до 40 ГГц, заводской № 1690006 (далее – комплекс), изготовленного ООО «Радиолайн», г. Москва.

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	Антенна измерительная Пб-62, 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; диапазон частот от 0,9 до 40 ГГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления: для Пб-123 $\pm 1,8$ дБ для Пб-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 (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн в дальнем поле до 40 ГГц. Руководство по эксплуатации. РЛТГ.425820.012 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	± 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 «Комплектность» документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн в дальнем поле до 40 ГГц. Паспорт РЛТГ.425820.012 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 «RadioLine Antenna Measurements».

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

8.2.1.2 Выбрать файл *Scanner.exe*, нажать на правую кнопку мыши на файле и выбрать пункт «Свойства». Открыть вкладку «Хеш-суммы файлов». Наблюдать контрольную сумму файла *Scanner.exe* по алгоритму MD5. Запустить файл *Scanner.exe*. Наблюдать значение версии файла *Scanner.exe* в левом верхнем углу экрана. 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 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	<i>Scanner.exe</i>
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2.0.3
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	2BCCFD45AFC543EEB5E31D496C54AAA9

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 «RadioLine Antenna Measurements».

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 Проверить работоспособность привода однокоординатного поворотного устройства:

- поворотное устройство по поляризации.

8.2.2.5 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 0,8 до 40 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.

8.2.2.6 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 П6-62.

8.3.1.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи. Мощность передатчика «Power» установить равной 10 дБм, ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить равной 100 Гц, диапазон частот установить от 0,8 до 1 ГГц, шаг по частоте установить равным не более 100 МГц.

8.3.1.4 Направить антенну П6-62 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 П6-62, 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 1 до 2 ГГц и антенны П6-123 соответственно. В протокол занести минимальное значение  $D(f)$  в диапазоне частот от 0,8 до 2 ГГц.

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

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

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

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

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

8.3.1.13 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 26 до 34 ГГц и антенны П6-140-4 соответственно.

8.3.1.14 Повторить п. 8.3.1.2 – 8.3.1.6 для диапазона частот от 34 до 40 ГГц и антенны П6-140-4 соответственно.

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

от 0,8 ГГц до 2 ГГц включ.	109 дБ;
св. 2 ГГц до 4 ГГц включ.	93 дБ;
св. 4 ГГц до 8 ГГц включ.	83 дБ;
св. 8 ГГц до 12 ГГц включ.	97 дБ;
св. 12 ГГц до 18 ГГц включ.	75 дБ;
св. 18 ГГц до 26 ГГц включ.	68 дБ;
св. 26 ГГц до 34 ГГц включ.	57 дБ;
св. 34 ГГц до 40 ГГц	41 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 амплитудных ДН (фазовых) и поляризационных диаграмм

8.3.2.1 Определение инструментальной погрешности измерений амплитудных ДН 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 0,8 до 40 ГГц при мощности источника 10 дБм и ширине полосы фильтра промежуточной частоты (bandwidth) не более 100 Гц и с шагом по частоте не более 100 МГц. Отклонение результата измерений амплитудных ДН и поляризационных диаграмм определить по формуле (2) как разность показаний вводимого ослабления аттенюатора и измеренного коэффициента передачи ВАЦ:

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

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

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

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

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

по амплитуде:

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

где  $n$  – количество частотных отсчетов,

по фазе:

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

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.

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

В диапазоне частот от 0,8 до 40 ГГц:

- на уровне минус 3 дБ –	± 0,15 дБ (±1,0°);
- на уровне минус 5 дБ –	± 0,15 дБ (±1,0°);
- на уровне минус 10 дБ –	± 0,20 дБ (±1,3°);
- на уровне минус 15 дБ –	± 0,25 дБ (±1,7°);
- на уровне минус 20 дБ –	± 0,30 дБ (±2,0°);
- на уровне минус 25 дБ –	± 0,40 дБ (±2,7°);
- на уровне минус 30 дБ –	± 0,50 дБ (±3,4°);
- на уровне минус 35 дБ –	± 0,60 дБ (±4,1°);
- на уровне минус 40 дБ –	± 0,80 дБ (±5,5°);
- на уровне минус 45 дБ –	± 1,00 дБ (±7,0°);
- на уровне минус 50 дБ –	± 1,30 дБ (±9,2°).

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

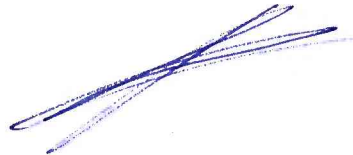
## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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