

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	3
3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ	4
5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
8 ПРОВЕРКА ПО	5
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ.....	6
9.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	6
9.2 ОПРОБОВАНИЕ	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	6
10.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА	6
10.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ АДН И ФДН	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекса измерительного для измерений радиотехнических характеристик антенн и антенных устройств методом дальней зоны в частотной области ПАВУ.411734.002, заводской № 102, изготовленного АО «НТЦ Промтехазро», г. Москва (далее – комплекс).

Прослеживаемость результатов измерений при поверке по государственной поверочной схеме для средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц в соответствии ГОСТ Р 8.851-2013 к государственному первичному эталону ослабления электромагнитных колебаний ГЭТ 193-2011 обеспечена.

1.2 Первичная поверка комплекса проводится при вводе его в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодическая поверка комплекса проводится в ходе его эксплуатации и хранения.

1.4 Комплекс предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн.

1.5 Периодическая поверка комплекса проводится не реже одного раза в 24 (двадцать четыре) месяца.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 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	7	+	+
2 Проверка программного обеспечения (далее - ПО)	8	+	+
3 Подготовка к поверке и опробование	9	+	+
4 Определение метрологических характеристик	10	+	+
4.1 Определение динамического диапазона	10.1	+	+
4.2 Определение пределов допускаемой инструментальной погрешности измерений уровней амплитудных (АДН) и фазовых (ФДН) диаграмм направленности	10.2	+	+

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений

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 - 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
8.3.1 - 8.3.2	Анализатор цепей векторный (далее – ВАЦ) N5235А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи $\pm 0,2$ дБ

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 СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, 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 ПАВУ.411734.002 РЭ «Комплекс измерительный для измерений радиотехнических характеристик антенн и антенных устройств методом дальней зоны в частотной области ПАВУ.411734.002. Руководство по эксплуатации. Книга 1» (далее – РЭ книга 1).

5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ 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 окружающего воздуха, °С	20	± 5
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80	–
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	–
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	± 22
Частота питающей сети, Гц	50	± 1

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверить:

- комплектность и маркировку комплекса;
- наружную поверхность элементов комплекса, в том числе управляющих, питающих и радиочастотных кабелей, а также целостность СВЧ-соединителей;
- состояние органов управления;
- наличие действующего свидетельства о поверке на анализатор цепей векторный (далее – ВАЦ);
- наличие сертификатов о калибровке на антенны ТМА 1.0 – 6.0 Э и ТМА 6.0 – 20.0 Э.

7.2 Проверку комплектности комплекса проводить сличением действительной комплектности с данными, приведенными в разделе «Комплектность» документа ПАВУ.411734.002 ПС «Комплекс измерительный для измерений радиотехнических характеристик антенн и антенных устройств методом дальней зоны в частотной области ПАВУ.411734.002. Паспорт» (далее – ПС).

7.3 Проверку маркировки производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в РЭ книга 1.

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность комплекса соответствуют ПС;
- маркировка комплекса соответствуют РЭ книга 1;
- наружная поверхность комплекса не имеет механических повреждений и других дефектов;
- управляющие, питающие и радиочастотные кабели, а также СВЧ-соединители 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;
- имеется действующее свидетельство о поверке на ВАЦ;
- имеются сертификаты о калибровке на антенны ТМА 1.0 – 6.0 Э и ТМА 6.0 – 20.0 Э.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПРОВЕРКА ПО

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

8.2 Выбрать в папке 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.

8.3 Повторить операции п. 8.2 для файла *ProviLab.exe*.

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

8.5 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

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

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	FrequencyMeas.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	7.0.0.0	1.1.3
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	3b60b507a88e8752845522ded245f24c	1641a0ae021a8d44abca2835f4b1c235

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и сроки действия свидетельств о поверке средств поверки.

9.1.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

9.2 Опробование

9.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ книга 1.

9.2.2 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программных продуктов «FrequencyMeas» и «ProViLab».

9.2.3 Проверить работоспособность всех приводов опорно-поворотных устройств (далее - ОПУ):

- при установке углового положения по азимуту;
- при установке углового положения по поляризации;
- при перемещении по слайдерам.

9.2.4 Установить на ОПУ антенны ТМА 1.0 – 6.0 Э, ТМА 1.0 – 6.0 из состава комплекса.

Установить следующие настройки ВАЦ:

- диапазон частот от 1 до 6 ГГц;
- ширина полосы пропускания 1 кГц;
- уровень мощности выходного колебания 0 дБ (отн. 1 мВт).

Провести измерения сечений диаграммы направленности (далее – ДН) антенны.

9.2.5 Установить на ОПУ антенны ТМА 6.0 – 20.0 Э, ТМА 6.0 – 20.0 из состава комплекса.

9.2.6 Повторить операции п.8.2.2.4 для диапазона частот от 6 до 20 ГГц.

9.2.5 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

- при загрузке программных продуктов «FrequencyMeas» и «ProViLab» сообщения об ошибках и неисправностях отсутствуют;
- все приводы ОПУ работоспособны;
- ДН сформированы в заданном диапазоне частот.

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

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение динамического диапазона

10.1.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ книга 1.

10.1.2 Установить на ОПУ антенны ТМА 1.0 – 6.0 Э, ТМА 1.0 – 6.0 из состава комплекса на согласованной поляризации.

10.1.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи.

10.1.4 Мощность передатчика «Power» ВАЦ установить 0 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 1 до 6 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

10.1.5 Прогреть комплекс в течение не менее 20 минут.

10.1.6 Провести измерения коэффициента передачи $K(f)$, дБ.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.7 Отключить кабельную СВЧ сборку от входа антенны, подключенной к приемному порту ВАЦ.

На открытый конец кабеля подключить согласованную нагрузку.

В рабочем журнале зафиксировать значения уровня шума $K_{\text{шум}}(f)$, дБ.

10.1.8 Рассчитать динамический диапазон комплекса $D(f)$, в [дБ], по формуле (1):

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

где $G_{\text{пр}}$ – значения коэффициент усиления приемной антенны, дБ.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.9 За величину динамического диапазона комплекса принять минимальное значение в диапазоне частот.

10.1.10 Установить на ОПУ антенны ТМА 6.0 – 20.0 Э, ТМА 6.0 – 20.0 из состава комплекса на согласованной поляризации.

10.1.11 Мощность передатчика «Power» установить 0 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 6 до 12 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

Выполнить операции п.п. 10.1.6 – 10.1.9.

10.1.12 Мощность передатчика «Power» установить 10 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 12 до 20 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

Выполнить операции п.п. 10.1.6 – 10.1.9.

10.1.13 Результаты поверки считать положительными, если динамический диапазон комплекса в диапазоне частот соответствует значениям, приведенным в таблице 5.

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

Таблица 5 – Динамический диапазон комплекса

Диапазон частот, ГГц	Динамический диапазон, дБ, не менее
от 1 до 6 включ.	65
св. 6 до 12 включ.	55
св. 12 до 20 включ.	45

10.2 Определение инструментальной погрешности измерений уровней АДН и ФДН

10.2.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с РЭ книга 1.

10.2.2 Установить на ОПУ антенны ТМА 1.0 – 6.0 Э, ТМА 1.0 – 6.0 из состава комплекса на согласованной поляризации. Подключить аттенюатор Agilent 84908М (далее – аттенюатор) в СВЧ тракт комплекса.

10.2.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи.

10.2.4 Мощность передатчика «Power» установить 10 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 1 до 6 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

10.2.5 Прогреть комплекс в течение не менее 20 минут.

10.2.6 Провести измерения коэффициента передачи $A_{\text{одб}}(f)$, дБ.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.7 Провести измерения коэффициента передачи $A_{\text{xdB}}(f)$ в диапазоне ослаблений аттенюатора от 5 до 50 дБ с шагом 5 дБ.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.8 Установить на ОПУ антенны ТМА 6.0 – 20.0 Э, ТМА 6.0 – 20.0 из состава комплекса на согласованной поляризации.

10.2.9 Мощность передатчика «Power» установить 0 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 6 до 12 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

Выполнить операции п.п. 10.2.6 – 10.2.7.

10.2.10 Мощность передатчика «Power» установить 10 дБ (отн 1 мВт), ширину полосы фильтра промежуточной частоты «Bandwidth» установить 100 Гц, диапазон частот установить от 12 до 20 ГГц, шаг по частоте 50 МГц.

Выполнить операции п.п. 10.2.6 – 10.2.7.

10.2.11 Подключить аттенюатор к ВАЦ N5235A.

Провести измерения величин вводимого относительного ослабления $V_{0\text{dB}}(f)$, $V_{\text{xdB}}(f)$ аналогично п.п. 10.2.6 – 10.2.7 в соответствии с РЭ на ВАЦ N5235A.

Зафиксировать результаты измерений $V_{0\text{dB}}(f)$, $V_{\text{xdB}}(f)$ в рабочем журнале.

Измерения проводить с шагом не более 500 МГц.

10.2.12 Рассчитать инструментальную погрешность измерений АДН, в [дБ], в диапазоне частот по формуле (2):

$$\Delta_{\text{xdB}}(f) = \pm \left[\left| A_{\text{xdB}}(f) - A_{0\text{dB}}(f) \right| + \left| B_{\text{xdB}}(f) - B_{0\text{dB}}(f) \right| \right]. \quad (2)$$

10.2.13 За инструментальную погрешность измерений АДН принять среднее значение модуля погрешности в диапазоне частот.

10.2.14 Инструментальную погрешность измерений ФДН, в градусах, в диапазоне частот рассчитать по формуле (3):

$$\varphi_{\text{xdB}} = \pm \frac{180}{\pi} \arctg \left(10^{0.05 \langle \Delta(f) \rangle} - 1 \right), \quad (3)$$

где $\langle \Delta(f) \rangle$ - среднее значение модуля погрешности в диапазоне частот, дБ.

10.2.13 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности измерений уровней АДН и ФДН находятся в допустимых пределах, указанных в таблице 6.

В противном случае результаты определения инструментальной погрешности измерений уровней АДН и ФДН считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

Таблица 6 – Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений уровней АДН и ФДН

Диапазон частот, ГГц	Уровень ДН, дБ	Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений уровней АДН, дБ	Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений ФДН, градус
от 1 до 20 включ.	-3	±0,2	±1,4
	-5	±0,2	±1,4
	-10	±0,2	±1,4
	-15	±0,2	±1,4
	-20	±0,2	±1,4
	-25	±0,2	±1,4
	-30	±0,3	±2,1
	-35	±0,3	±2,1
	-40	±0,4	±2,8
	-45	±0,4	±2,8
	-50	±0,5	±3,5

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Соответствие комплекса метрологическим требованиям подтверждается обработкой результатов измерений, полученных по методам, приведенных в п.п. 10.1 и 10.2.

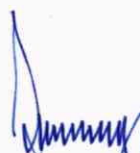
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

12.2 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт комплекса вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению комплекса.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 13
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский



М.С. Шкуркин