

СОГЛАСОВАНО

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



 А.Н. Щипунов

 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Комплект возимых мер СВЧ мощности
ВОЛНОВОДНЫЙ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-21-087 МП

р.п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	3
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ.....	4
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР.....	5
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ.....	5
9	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
10	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	7
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекта возимых мер СВЧ мощности волноводного (далее – комплект возимых мер), изготовитель: завод «Эталон», г. Горький, 1988 г.

1.2 Первичной поверке подлежит комплект возимых мер после ремонта.

Периодической поверке подлежит комплект возимых мер, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого комплекта возимых мер к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц (ГЭТ 26-2010) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461.

1.4 Поверка комплекта возимых мер может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на комплект возимых мер и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

1.6 Интервал между поверками 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки комплекта возимых мер должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки комплекта возимых мер

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение коэффициента стоячей волны по напряжению входа	9.1	да	да
Определение относительной погрешности измерений мощности	9.2	да	да
Определение нестабильности значений калибровочного коэффициента	9.3	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 Допускается проведение поверки отдельных составных частей из комплекта возимых мер. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца комплекта возимых мер.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый комплект возимых мер бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку комплекта возимых мер проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со среднетехническим или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «ПИ1.400.061РЭ Комплект возимых мер СВЧ мощности волноводный. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	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
9.1	Государственный эталон единиц комплексного коэффициента отражения электромагнитных волн в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 37,5 ГГц (УВТ 33-А-89): рабочий диапазон частот от 2,14 до 37,5 ГГц, диапазон воспроизводимых значений КСВН от 1,01 до 4,5, среднеквадратическое отклонение $3 \cdot 10^{-3}$, неисключённая систематическая погрешность $(2 - 10) \cdot 10^{-3}$
9.2, 9.3	Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц ГЭТ26-2010: рабочий диапазон частот от 0,03 до 37,5 ГГц, стандартная неопределённость по типу А $2 \cdot 10^{-4}$, стандартная неопределённость по типу В от $1 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$, суммарная стандартная неопределённость $1 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$, случайная погрешность воспроизведения единицы мощности ЭМК не более $2 \cdot 10^{-4}$, неисключённая систематическая погрешность воспроизведения единицы мощности ЭМК от $2 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \cdot 10^{-2}$ в зависимости от частоты и типа тракта СВЧ.
9.2, 9.3	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 40 ГГц, диапазон выходной мощности в диапазоне частот от 0,25 до 40 ГГц от минус 20 до 25 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности в режиме непрерывной генерации в диапазоне частот от 0,5 до 40 ГГц ± 1 дБ (1 мВт) опция 1EA

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на комплект возимых мер и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надёжно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр комплекта возимых мер проводить визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу ПИ1.400.061 РЭ «Комплект возимых мер СВЧ мощности волноводный. Руководство по эксплуатации» (далее – ПИ1.400.061 РЭ);

- целостность и чистоту волноводных фланцев и каналов;
- четкость фиксации переключателей измерительного блока;
- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки соответствует п. 1.3 документа ПИ1.400.061 РЭ;
- маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует п. 1.5 документа ПИ1.400.061 РЭ;
- волноводные фланцы и каналы целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в ПИ1.400.061 РЭ на комплект возимых мер и на применяемые средства поверки.

8.2 Подготовить возимые меры в соответствии с п. 2.2 документа ПИ1.400.061 РЭ.

Провести проверку возможности установки нуля и калибровки возимых мер после прогрева в течении 30 минут в соответствии с п. 2.3 документа ПИ1.400.061 РЭ.

Результаты опробования считать положительными, если на цифровом табло возможно установить ноль и провести операции калибровки возимых мер.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение коэффициент стоячей волны по напряжению входа

9.1.1 Определение коэффициент стоячей волны по напряжению входа (КСВН) комплекта возимых мер проводить с помощью установки высшей точности УВТ-33-А-89 (далее – УВТ-33) на частотах, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Значения частот

Наименование мер	Сечение, мм	Частота, ГГц
Мера возимая МВ-35	35×15	5,64; 6,00; 6,50; 7,00; 7,50; 8,00; 8,24
Мера возимая МВ-23	23×10	8,24; 8,50; 9,00; 9,50; 10,00; 10,50; 11,00; 11,50; 12,00; 12,05
Мера возимая МВ-16	16×8	11,95; 12,00; 12,50; 13,00; 13,50; 14,00; 14,50; 15,00; 15,50; 16,00; 16,50; 16,70; 17,00; 17,44
Мера возимая МВ-11	11×5,5	16,70; 17,44; 17,85; 18,00; 20,00; 22,00; 24,00; 25,86
Мера возимая МВ-7	7,2×3,4	25,86; 26,00; 28,00; 30,00; 32,00; 34,00; 36,00; 37,50

9.1.2 Подготовить УВТ-33 к проведению измерений согласно руководству по эксплуатации.

9.1.3 Присоединить вход возимой меры к измерительному порту УВТ-33.

9.1.4 Выполнить измерения КСВН в соответствии с руководством по эксплуатации на УВТ-33 на частотах, указанных в таблице 3.

9.1.5 Зафиксировать результаты измерений в протоколе или рабочем журнале.

9.1.6 Повторить операции пп. 9.1.3 – 9.1.5 для всех возимых мер из комплекта на частотах в соответствии с таблицей 3.

9.1.7 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа соответствует п.10.1.

9.2 Определение относительной погрешности измерения мощности

9.2.1 Для определения относительной погрешности измерений мощности применяется эталонный ваттметр из состава ГЭТ 26-2010 в соответствующем волноводном тракте. Собрать схему измерений согласно рисунку 1.

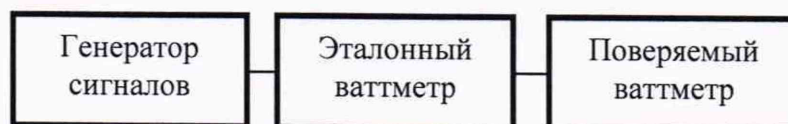


Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности измерения мощности

9.2.2 Подготовить применяемые СИ согласно руководству по эксплуатации.

9.2.3 Установить на генераторе первую частоту согласно таблицы 3.

9.2.4 Подстроить уровень мощности, чтобы показания на эталонном ваттметре составляли $(5 \pm 0,5)$ мВт.

9.2.5 Зафиксировать показания мощности эталонного ваттметра и показания блока ваттметра измерительного Я2М-66 из комплекта возимых мер СВЧ мощности (далее – поверяемый ваттметр) в протоколе или рабочем журнале.

9.2.6 Повторить пп. 9.2.4-9.2.5 3 раза.

9.2.7 Выполнить пп. 9.2.4-9.2.6 для всех возимых мер из комплекта на частотах в соответствии с таблицей 3.

9.2.8 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность измерения мощности соответствует п. 10.2.

9.3 Определение нестабильности значений калибровочного коэффициента

9.3.1 Рассчитать на основе результатов измерений по пп. 9.2.1 - 9.2.5 нестабильность значений калибровочного коэффициента в соответствии с п.10.3.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 КСВН входа возимых мер определяют путем прямых измерений.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 5,64 до 37,5 ГГц измеренные значения КСВН входа не более 1,05.

10.2 Определить относительную погрешность измерения мощности в следующей последовательности.

10.2.1 Для каждой частоты рассчитать измеренное значение мощности поверяемого ваттметра по формуле (1):

$$P_{CP} = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^{j=4} \frac{N_{ПОВ_j}}{K_{Кпр}}, \quad (1)$$

где $N_{пов}$ – показания поверяемого ваттметра, измеренное в соответствии с п. 9.2;

$K_{Кпр}$ – значение калибровочного коэффициента. При первичной поверке применять значение калибровочного коэффициента из формуляра, при периодической поверке - из протокола предыдущей поверки.

10.2.2 Для каждой частоты рассчитать относительную погрешность измерения мощности по формуле (2):

$$\delta = \frac{P_{CP} - (P_{ЭТ})_{CP}}{(P_{ЭТ})_{CP}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $(P_{Эт})_{CP}$ – среднее арифметическое значение мощности, измеренное с помощью эталонного ваттметра в соответствии с п. 9.2.

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений мощности находится в пределах $\pm 0,8$ %.

10.3 Определить нестабильность значений калибровочного коэффициента в следующей последовательности.

10.3.1 Рассчитать значения калибровочного коэффициента K_k по формуле (3):

$$K_K = \frac{N_{ПОВ}}{P_{ЭТ}}, \quad (3)$$

где $N_{ПОВ}$ – показания поверяемого ваттметра;
 $P_{ЭТ}$ – мощность, измеренная эталонным ваттметром.

10.3.2 Определить нестабильность значений калибровочного коэффициента по формуле (4):

$$\delta_{K_K} = \left(\frac{K_K - K_{K_{ПР}}}{K_{K_{ПР}}} \right) \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $K_{K_{ПР}}$ – значение калибровочного коэффициента. При первичной поверке применять значение калибровочного коэффициента из формуляра, при периодической поверке - из протокола предыдущей поверки.

10.3.4 Результат поверки считать положительными, если нестабильность значений калибровочного коэффициента находится в пределах $\pm 0,3\%$.

10.4 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8; 9 и соответствие действительных значений метрологических характеристик комплекта возимых мер требованиям, указанным в пунктах раздела 10 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемого комплекта возимых мер к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц (ГЭТ 26-2010) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461.

Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений требованиям к эталону являются:

- соответствие комплекта возимых мер требованиям пункта 10.2 данной методики поверки;

- применение при поверке эталона соответствующего разряда по требованию государственной поверочной схемы;

- соответствие метрологических характеристик комплекта возимых мер требованиям, предъявляемым к эталонам государственной поверочной схемы – Вторичному эталону согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденная Приказом Росстандарта от 30.12. 2019 г. № 3461.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Комплект возимых мер признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Метрологические характеристики должны соответствовать требованиям вторичного эталона согласно «Государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц», утвержденной приказом Росстандарта №3461 от 30.12.2019».

11.3 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.4 При положительных результатах поверки по заявлению владельца комплекта возимых мер или лица, предъявившего его на поверку, на возимые меры наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр возимых мер вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.5 Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель блока ваттметра измерительного Я2М-66 из состава комплекта возимых мер.

11.6 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать наименование и тип возимой меры и диапазон частот на котором выполнена поверка.

11.7 Возимые меры, имеющие отрицательные результаты поверки, в обращение не допускаются. На нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

И.П. Чирков

А. С. Боровков