

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

  
« 06 » А.Н. Шипунов 2016 г.



## ИНСТРУКЦИЯ

**Ваттметры поглощаемой мощности**

**М2-МВМ-37**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**БГУИР-2016 МП**

р.п. Менделеево  
2016 г.

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок ваттметров поглощаемой мощности М2-МВМ-37 (далее – ваттметр М2-МВМ-37).

Первичной поверке подлежат ваттметры М2-МВМ-37 до ввода в эксплуатацию и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат ваттметры М2-МВМ-37, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.2 Интервал между поверками 1 (один) год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки ваттметров М2-МВМ-37 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции   | Пункт МП | Проведение операций при |                       |
|---|----------|-------------------------|-----------------------|
|   |          | первичной поверке       | периодической поверке |
| Внешний осмотр  | 8.1      | +                       | +                     |
| Опробование   | 8.2      | +                       | +                     |
| Определение КСВН входа выносного преобразователя СВЧ диодного                 | 8.3      | +                       | +                     |
| Определение основной относительной погрешности измерений поглощаемой мощности | 8.4      | +                       | +                     |

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки ваттметров М2-МВМ-37 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| 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      | Измеритель КСВН панорамный Р2-65, диапазон частот от 25,86 до 37,50 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,06 до 5,00; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 8\%$  |
| 8.4      | Рабочий эталон мощности 1-го разряда по ГОСТ 8.641-2014 (ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1-11Б, диапазон частот от 25,86 до 37,50 ГГц, диапазон измерений падающей мощности от 0,1 до 100 мВт, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 1,6\%$ ; калибратор мощности волноводный М1-11, диапазон частот от 25,86 до 37,50 ГГц, диапазон измерений падающей мощности от 0,1 до 100 мВт, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 1,6\%$ ) |
| 8.4      | Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 40,0 ГГц, диапазон выходной мощности в диапазоне частот от 7 до 37 ГГц от минус 135 до 14 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 37 до 40 ГГц от минус 135 до 12 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности в режиме непрерывной генерации в диапазоне частот от 20 до 40 ГГц $\pm 1$ дБ  |

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке, имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Ваттметр поглощаемой мощности М2-МВМ-37. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 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 ваттметр М2-МВМ-37 и средства поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

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

#### **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.

#### **7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ**

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ на ваттметр М2-МВМ-37 и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

#### **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

##### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 Внешний осмотр ваттметра М2-МВМ-37 проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту и исправность разъемов;
- состояние соединительных кабелей, входящих в комплект поставки;
- исправность органов управления блока измерительного М2-МВМ (далее – БИ).

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствует разделу 3 документа «Ваттметр поглощаемой мощности М2-МВМ-37. Формуляр БГУИР-2015 ФО» (далее – ФО);
- маркировка и пломбировка соответствуют разделу 6 документа «Ваттметры поглощаемой мощности М2-МВМ-37. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ);
- разъемы целы и чисты;
- соединительные кабели, входящих в комплект поставки, не имеют механических повреждений;
- отсутствуют видимые механические повреждения;
- органы управления БИ исправны

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

## 8.2 Опробование

8.2.1 Подсоединить к разъему «» БИ преобразователь мощности СВЧ диодный (далее – ПП) из комплекта поставки.

8.2.2 Подключить ваттметр М2-МВМ-37 к питающей сети с помощью сетевого кабеля, входящего в комплект поставки.

8.2.3 Нажать кнопку «» на передней панели БИ, наблюдать на дисплее БИ надпись, приведенную на рисунке 1.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ  
МОЩНОСТИ  
пожалуйста,  
подключите преобр.**

Рисунок 1

Нажать кнопку «МЕНЮ», расположенную на передней панели БИ. На дисплее БИ наблюдать окно с системным меню (рисунок 2).

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"> &gt; Системное меню &lt; </p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; 1. Выбор преобразов.</li><li>2. Настройка измерения</li><li>3. Статистическая обр.</li><li>4. Восстан. настройки</li><li>5. Язык интерфейса</li><li>6. Время наработки</li></ul> | <p style="text-align: center;"> &gt; Системное меню &lt; </p> <ul style="list-style-type: none"><li>7. Адреса КОП</li><li>8. Скорость RS-232</li><li>9. Настройка ЖКИ</li><li>&gt;10. Калибратор</li><li>11. Калибр. преобразов.</li><li>12. Версия ПО</li></ul> |
|---|--|

Рисунок 2

Перемещаясь по системному меню с помощью кнопок «» и «» выбирать пункт системного меню нажатием кнопки «ВВОД» на передней панели БИ, выход обратно в системное меню осуществлять нажатием кнопки «ОТМЕНА» на передней панели БИ.

Выбрать пункт меню «Версия ПО», в появившемся окне наблюдать заводской (серийный) номер БИ. Результат наблюдений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.4. Установить отображение результатов измерения мощности в ваттах (мВт и мкВт) для чего на передней панели БИ нажать кнопку «мВт/мкВт».

На дисплее БИ наблюдать значение мощности, близкой к нулю в [мкВт] (например 0,03 мкВт).

8.2.5 Установить отображение результатов измерения мощности в децибелах относительно 1 милливатта (в дБм), для чего нажать кнопку «дБ/дБм».

На дисплее БИ наблюдать значение мощности менее минус 40 дБм.

8.2.6 Выключить ваттметр М2-МВМ-37 нажатием кнопки «».

8.2.7 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

- все пункты меню БИ выбираются;
- заводской номер БИ, который отобразился в на дисплее совпадает с заводским номером на задней панели корпуса БИ;
- при подключении ПП из комплекта поставки на дисплее БИ отображается значение мощности, близкое к нулевым значениям в [мкВт] и в [дБ (1 мВт)].

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

### 8.3 Определение КСВН входа выносного преобразователя СВЧ диодного

8.3.1 Определение КСВН входа ПП проводить с помощью измерителя КСВН панорамного P2-65 (далее – P2-65) на частотах 25,95; от 26,00 до 37,00 ГГц с шагом 1 ГГц; 37,50

8.3.2 Присоединить ПП из состава ваттметра M2-MBM-37 к разъему «Э» БИ.

Примечание: Не прикасайтесь к контактам разъема ПП и разъема «Э» БИ – возможно повреждение входных цепей устройств статическим электричеством.

8.3.3 Присоединить вход ПП из состава ваттметра M2-MBM-37 к P2-65.

8.3.4 Включить питание БИ и P2-65.

8.3.5 Выполнить измерения КСВН в соответствии с руководством по эксплуатации на P2-65 на частотах, приведенных в п. 8.3.1.

Результаты измерений фиксировать в рабочем журнале

8.3.6 Результаты испытаний считать положительными, если в диапазоне частот от 25,95 до 37,50 ГГц значения КСВН не более 1,20.

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

### 8.4 Определение основной относительной погрешности измерений поглощаемой мощности

8.4.1 Определение основной относительной погрешности измерений поглощаемой мощности  $\delta_p^{осн}$  проводить:

– на частотах  $f_1$  : 25,95 ГГц, от 26,00 до 36,00 ГГц с шагом 2 ГГц, 37,50 ГГц при значении мощности на входе ПП  $P^1 \approx 1, 5, 10$  мВт;

– на частотах  $f_2$  : 26,0 и 37,5 ГГц при значениях мощности на входе ПП  $P$  : 0,1; 0,01; 0,001 мВт (выполнять только при первичной поверке).

8.4.2 Собрать схему для проведения измерений, приведенную на рисунке 1.



Рисунок 1

8.4.3 Включить питание генератора сигналов E8257D (далее – генератор E8257D), рабочий эталон мощности 1-го разряда по ГОСТ 8.641-2014 (далее – эталонный ваттметр) и БИ.

8.4.4 Установить на генераторе E8257D синусоидальный сигнал частотой  $f_1 = 25,95$  ГГц. На выходе генератора сигналов установить такую мощность, чтобы показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 были  $P_x^1 \approx 1$  мВт. Произвести одновременно отсчет мощности  $P_э^1$ , в [мВт], измеренной эталонным ваттметром, и отсчет мощности  $P_x^1$ , в [мВт], измеренной ваттметром M2-MBM-37. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале

8.4.5 Выполнить п. п. 8.4.3, 8.4.4 для всех значений частоты  $f_1$  и значений мощности на входе ПП  $P^1$ , приведенных в п. 8.4.1. Выключить питание генератора E8257D, эталонного ваттметра и БИ.

8.4.6 Для всех значений полученных значений мощности  $P_X^1$  вычислить значения основной относительной погрешности измерений поглощаемой мощности  $\delta_{P_1}^{осн}$ , в [%], по формуле

$$\delta_{P_1}^{осн} = \left( \frac{P_X^1 - P_{\Xi}^1}{P_{\Xi}^1} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

8.4.7 Результаты поверки считать положительными, если значения  $\delta_{P_1}^{осн}$  находятся в пределах  $\pm 6\%$ .

8.4.8 Собрать схему для проведения измерений, приведенную на рисунке 2 (выполнять только при первичной поверке).

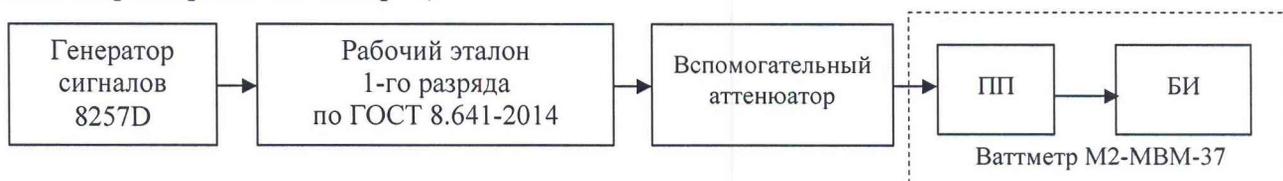


Рисунок 2

8.4.9 Включить питание генератора E8257D, эталонного ваттметра и БИ.

Установить на выходе генератора E8257D частоту  $f_2 = 26,0$  ГГц и такое значение мощности  $P_1$ , чтобы показания эталонного ваттметра были 10 мВт. Регулировкой ослабления вспомогательного аттенуатора установить такое ослабление, чтобы показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 были от 0,9 до 1,1 мВт.

Выключить мощность СВЧ генератора E8257D. Установить нуль поверяемого ваттметра M2-MBM-37.

Включить мощность генератора E8257D и одновременно отсчитать показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,1})_1$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,1})_1$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность генератора E8257D.

8.4.10 Установить мощность СВЧ генератора E8257D  $P_2$  – на 10 дБ меньше установленного значения  $P_1$ .

Включить мощность СВЧ генератора E8257D и одновременно отсчитать показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,1})_2$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,1})_2$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Определить конечное значение предела измерений  $P_K$ , на котором проведен отсчет  $(P_X^{0,1})_2$ . Для этого в БИ в меню > **Настройка измер.** < выбрать пункт «Показ. предел» и с помощью кнопки «ВВОД» выбрать «ДА», наблюдать на экране БИ значение  $P_K^{0,1}$ . Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность СВЧ генератора E8257D.

8.4.11 Рассчитать значения составляющей основной относительной погрешности измерений мощности 0,1 мВт  $\delta_{P=0,1}$ , в [%], по формуле

$$\delta_{P=0,1} = \left( \frac{(P_X^{0,1})_2}{(P_X^{0,1})_1} \cdot \frac{(P_{\Xi}^{0,1})_1}{(P_{\Xi}^{0,1})_2} - 1 \right) \cdot 100. \quad (2)$$

8.4.12 Установить на выходе генератора E8257D значение мощности  $P_1$ , чтобы показания эталонного ваттметра были 10 мВт. Регулировкой ослабления вспомогательного аттенюатора установить такое ослабление, чтобы показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 были от 0,09 до 0,11 мВт.

Включить мощность СВЧ генератора 8257D и одновременно отсчитать показания ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,01})_1$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,01})_1$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность СВЧ генератора E8257D.

8.4.13 Установить мощность СВЧ генератора E8257D  $P_2$  на 10 дБ меньше установленного значения  $P_1$ .

Включить мощность генератора, и, одновременно, отсчитать показания ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,01})_2$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,01})_2$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Определить конечное значение предела измерений  $P_K$ , на котором проведен отсчет  $(P_X^{0,01})_2$ . Для этого в БИ в меню > **Настройка измер.** < выбрать пункт «Показ. предел» и с помощью кнопки «ВВОД» выбрать «ДА», наблюдать на экране БИ значение  $P_K^{0,01}$ . Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность СВЧ генератора E8257D.

8.4.14 Рассчитать значения составляющей основной относительной погрешности измерений мощности 0,01 мВт  $\delta_{P=0,01}$ , в [%], по формуле

$$\delta_{P=0,01} = \delta_{P=0,1} + \left( \frac{(P_X^{0,01})_2}{(P_X^{0,01})_1} \cdot \frac{(P_{\Xi}^{0,01})_1}{(P_{\Xi}^{0,01})_2} - 1 \right) \cdot 100. \quad (3)$$

8.4.15 Установить на выходе генератора 8257D значение мощности СВЧ  $P_1$ , чтобы показания эталонного ваттметра были 10 мВт. Регулировкой ослабления вспомогательного аттенюатора установить такое ослабление, чтобы показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 были от 0,009 до 0,011 мВт.

Включить мощность СВЧ генератора E8257D, и, одновременно, отсчитать показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,001})_1$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,001})_1$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность СВЧ генератора E8257D.

8.4.16 Установить мощность генератора E8257D  $P_2$  – на 10 дБ меньше установленного значения  $P_1$ .

Включить мощность СВЧ генератора E8257D, и одновременно отсчитать показания поверяемого ваттметра M2-MBM-37 –  $(P_X^{0,001})_2$  и эталонного ваттметра –  $(P_{\Xi}^{0,001})_2$ . Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Определить конечное значение предела измерений  $P_K$ , на котором проведен отсчет  $(P_X^{0,001})_2$ . Для этого в БИ в меню > **Настройка измер.** < выбрать пункт «Показ. предел» и с помощью кнопки «ВВОД» выбрать «ДА», наблюдать на экране БИ значение  $P_K$ .

Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале. Выключить мощность.

8.4.17 Рассчитать значения составляющей основной относительной погрешности измерения мощности 0,001 мВт  $\delta_{P=0,001}$ , в [%], по формуле

$$\delta_{P=0,001} = \delta_{P=0,01} + \left( \frac{(P_X^{0,001})_2}{(P_X^{0,001})_1} \cdot \frac{(P_{\Xi}^{0,001})_1}{(P_{\Xi}^{0,001})_2} - 1 \right) \cdot 100. \quad (4)$$

8.4.18 Вычислить, в [%], значения основной относительной погрешности измерений поглощаемой мощности 0,1 мВт, 0,01 мВт и 0,001 мВт на частоте 26,0 ГГц по формулам:

$$\delta_{P=0,1}^{осн} = \delta_{P=1}^{осн} + \delta_{P=0,1}; \quad (5)$$

$$\delta_{P=0,01}^{осн} = \delta_{P=1}^{осн} + \delta_{P=0,01}; \quad (6)$$

$$\delta_{P=0,001}^{осн} = \delta_{P=1}^{осн} + \delta_{P=0,001}, \quad (7)$$

где  $\delta_{P=1}^{осн}$  – основная относительная погрешность измерений поглощаемой мощности 1 мВт на частоте  $f_2 = 26,0$  ГГц, рассчитанная по формуле (1).

8.4.19 Выполнить п. п. 8.4.9 – 8.4.18 на частоте  $f_2 = 37,5$  ГГц.

8.4.20 Результаты поверки считать положительными, если значения  $\delta_{P=0,1}^{осн}$ ,  $\delta_{P=0,01}^{осн}$ ,  $\delta_{P=0,001}^{осн}$  находятся в пределах, определяемых по формуле

$$\pm \left[ 6 + 0,2 \cdot \left( \frac{P_K^i}{(P_X^i)_2} - 1 \right) \right], \quad (8)$$

где  $P_K^i$  – конечные значения пределов измерения;

$(P_X^i)_2$  – измеренное значение мощности поверяемым ваттметром М2-МВМ-37;

$i = 0,1; 0,01; 0,001$ .

## 9 ФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Ваттметр М2-МВМ-37 признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

9.2 На ваттметр М2-МВМ-37, который признанный годным, выдается в Свидетельство о поверке по установленной форме.

9.3 Ваттметр М2-МВМ-37, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается и на него выдается Извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.А.Тищенко

Научный сотрудник НИО-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.П. Чирков

