

СОГЛАСОВАНО

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



[Signature] А.Н. Щипунов

[Signature] 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Ваттметры проходного типа волноводные термисторные М2-35М

Методика поверки

МП МФРН.411151.010 ИСЗ

2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на ваттметры проходного типа волноводные термисторные М2-35М (далее – ваттметры), изготавливаемые ФГУП «ВНИИФТРИ», пгт. Менделеево, и устанавливает методику, порядок, содержание их первичной и периодической поверок. Первичная поверка проводится один раз до ввода средств измерений в эксплуатацию, все последующие поверки – периодические.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость результатов измерений 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 (ГПС) для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от «30» декабря 2019 г. № 3461 и к государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ 75-2017 в соответствии с ГПС для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от «16» августа 2023 г. № 1678.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результатов измерений мощности поверяемым средством измерений со значениями, полученными эталонным ваттметром и методом прямых измерений поверяемым ваттметром КСВН мер с известными значениями КСВН.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот при измерении мощности, падающей на нагрузку, ГГц: – с преобразователем ПМШК-М – с преобразователем ПМППМ-1М – с преобразователем ПМППМ-2М	от 0,03 до 8,0 от 8,5 до 11,5 от 12,00 до 17,85
Диапазон частот при измерении КСВН, ГГц: – с преобразователем ПМППМ-1М – с преобразователем ПМППМ-2М	от 8,5 до 11,5 от 12,00 до 17,85
Диапазон измерений мощности, падающей на нагрузку, мВт: – с преобразователями ПМППМ-1М, ПМППМ-2М – с преобразователем ПМШК-М	от 0,30 до 10,00 от 0,01 до 10,00
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку P_x , %: для диапазона свыше 0,3 до 10 мВт включительно для диапазона от 0,01 до 0,3 мВт включительно	$\pm(1,5 + 0,01 \cdot (\frac{10 \text{ мВт}}{P_x} - 1))^*$ $\pm(1,8 + 0,01 \cdot (\frac{0,5 \text{ мВт}}{P_x} - 1))^*$
Диапазон измерений КСВН	от 1 до 2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН, %	$\pm(1+3 \cdot K)^{**}$

* P_x – значение измеряемой мощности, мВт;
** K – численное значение измеренного КСВН

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные ниже в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта документа по поверке
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			10
Определение относительной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку	да	да	10.1
Проверка диапазона частот при измерении мощности, падающей на нагрузку	да	да	10.2
Проверка диапазона измерений мощности, падающей на нагрузку	да	да	10.3
Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне частот	да	да	10.4

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2.1 поверяемый ваттметр бракуется и направляется в ремонт изготовителю.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых ваттметров с требуемой точностью.

2.4 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин, проведение поверки отдельных измерительных каналов, реализуемых преобразователями ПМШК-М, ПМППМ-1М, ПМППМ-2М.

2.5 Применяемые средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в паспортах).

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при 20 °С, от 20 до 80 %
- атмосферное давление, от 96,0 до 103,4 кПа (от 720 до 776 мм рт. ст.).

3.2 Если хранение ваттметров проводилось в условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то перед проведением поверки ваттметров необходимо выдержать их в помещении с нормальными условиями не менее 8 часов.

3.3 Электропитание средств поверки выбирается в соответствии с требованиями их технической документации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим образованием, имеющие квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке и изучившие настоящую методику, документацию на ваттметр и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с руководством по эксплуатации МФРН.411151.010 РЭ.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений, представленные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.2 проверка соединительных размеров соединителей СВЧ	Средства контроля соединительных размеров коаксиальных соединителей тип III: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения не более $\pm 0,02$ мм.	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7М (рег. № 66718-17)

Продолжение таблицы 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.</p>	<p>Измерители влажности и температуры, ИВТМ-7 (рег. № 71394-18);</p> <p>Барометр рабочий сетевой БРС-1М (рег. № 16006-97)</p>
<p>п. 10.1 Определение относительной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку</p> <p>п. 10.2 Проверка диапазона частот при измерении мощности, падающей на нагрузку</p> <p>п. 10.3 Проверка диапазона измерений мощности, падающей на нагрузку</p>	<p>Генератор сигналов: диапазон частот от 10 МГц до 20 ГГц, уровень выходной мощности 0,01 до 10 мВт, погрешность установки частоты не более 0,05 %;</p> <p>Коаксиальный ваттметр оконечного типа: тракт 7/3,04 мм, соединитель тип III, диапазон частот от 30 МГц до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 0,8$ %.</p>	<p>Генератор сигналов E8257D (рег. № 36419-07);</p> <p>Эталонный коаксиальный ваттметр из состава ГЭТ 26-2010.</p>
п. 10.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне частот	<p>Генератор сигналов: диапазон частот от 10 МГц до 20 ГГц, уровень выходной мощности 0,01 до 10 мВт, погрешность установки частоты не более 0,05 %;</p> <p>Анализатор цепей векторный: диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента отражения 0,01-0,02 для нагрузок с КСВН от 1 до 2;</p> <p>Нагрузки рассогласованные с номинальными значениями КСВН 1,2 и 2: диапазон частот от 8 до 18 ГГц, тракт 7/3,04 мм, соединитель тип III (вилка).</p>	<p>Генератор сигналов E8257D (рег. № 36419-07);</p> <p>Анализатор цепей векторный C1220 (рег. № 65960-16);</p> <p>Нагрузки рассогласованные НР1-18-01, НР3-18-01.</p>

5.2 Ваттметр М2-35М должен передаваться на поверку с персональным компьютером (ПЭВМ или ноутбуком), если он входит в комплект ваттметра, с установленным прикладным программным обеспечением (ППО). В том случае, когда ПЭВМ или ноутбук не входит в комплект поставки, на поверку передается ППО на электронном носителе (компакт-диск или флэш накопитель), которое перед проведением поверки должно быть установлено на ПЭВМ поверителя. Минимальные требования к персональному компьютеру: оперативная память не менее 4 Гб, два свободных порта USB, операционная система Windows 7 или старше.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого прибора с требуемой точностью.

5.4 Применяемые средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах), включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации МФРН.411151.010 РЭ, и требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается проводить только при включенном питании.

6.3 Не допускается включение мощности СВЧ при отсутствии нагрузки на выходе ваттметра. Все соединения СВЧ узлов производить при включенной мощности генератора СВЧ.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр проводить визуальным осмотром, при этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку на соответствие формуляру МФРН.411151.010 ФО;

- сохранность пломб;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту гнезд, соединителей и клемм;
- состояние соединительных кабелей;
- прочность крепления сетевого тумблера и четкость его фиксации;
- наличие в формуляре значений модуля эффективного коэффициента отражения выходов преобразователей ПМШК-М, ПМПМ-1М, ПМПМ-2М ваттметра М2-35М.

7.2 Провести контроль присоединительных размеров соединителей входа и выхода преобразователей ПМШК-М, ПМПМ-1М, ПМПМ-2М методом прямых измерений с помощью комплекта КИСК-7М.

7.3 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность, маркировка и пломбировка соответствует формуляру МФРН.411151.010 ФО,

- заводской номер ваттметра (находится на задней панели блока БИМ-М ваттметра) и соответствует формуляру МФРН.411151.010 ФО;

- пломбы не нарушены;
- соединители СВЧ, USB и питания целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения;

- присоединительные размеры соединителей преобразователей соответствуют требованиям ГОСТ РВ 51914-2002;

- значения модуля эффективного коэффициента отражения выходов преобразователей ПМШК-М, ПМПМ-1М, ПМПМ-2М ваттметра М2-35М не более 0,03.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Выполнить последовательно следующие операции:

а) подключить блок БИМ-М к персональному компьютеру с помощью кабеля USB;

б) соединить зажимы защитного заземления блока БИМ-М ваттметром М2-35М и средств поверки с заземленным зажимом питающей сети.

в) включить питание ПЭВМ и дождаться окончания загрузки операционной системы (далее – ОС);

д) при необходимости установить на персональный компьютер с электронного носителя, входящего в комплект поставки, ППО ваттметра М2-35М;

е) загрузить ППО, щелкнув мышью соответствующий ярлык или на файл «М2_35М.exe» на экране ПЭВМ. После запуска на экране ПЭВМ появится основное окно программы, приведенное на рисунке 1;

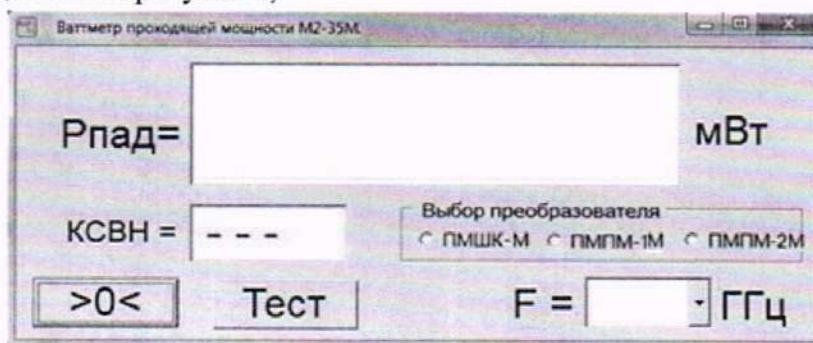


Рисунок 1- Основное окно ППО М2-35М

8.2 Выполнить опробование ваттметра М2-35М.

8.2.1 Подключить преобразователь ПМПМ-1М к блоку БИМ-М с помощью жгута МГФК.685622.042;

8.2.2 Включить питание блока ваттметра М2-35М. В панели «Выбор преобразователя» выбрать преобразователь ПМПМ-1М. Программа читает файл конфигурации и проверяет его целостность. При положительных результатах проверки на экране ПЭВМ появится главное окно программы, приведенное на рисунке 2. Произвести прогрев ваттметра М2-35М в течение не менее 20 мин.

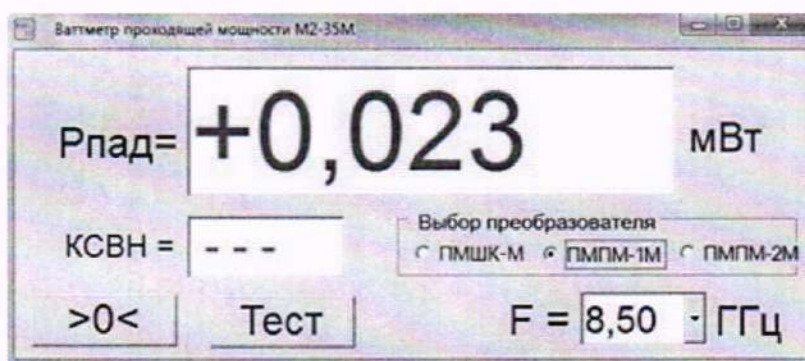


Рисунок 2 – Главное окно ППО М2-35М

8.2.3 Открыть окно тестирования нажатием виртуальной кнопки «Тест» ППО М2-35М (рисунок 3). Проверить соответствие наблюдаемых заводских номеров ваттметра, преобразователя ПМППМ-1М и измерительного блока ваттметра с значениями, указанными в МФРН.411151.010 ФО.

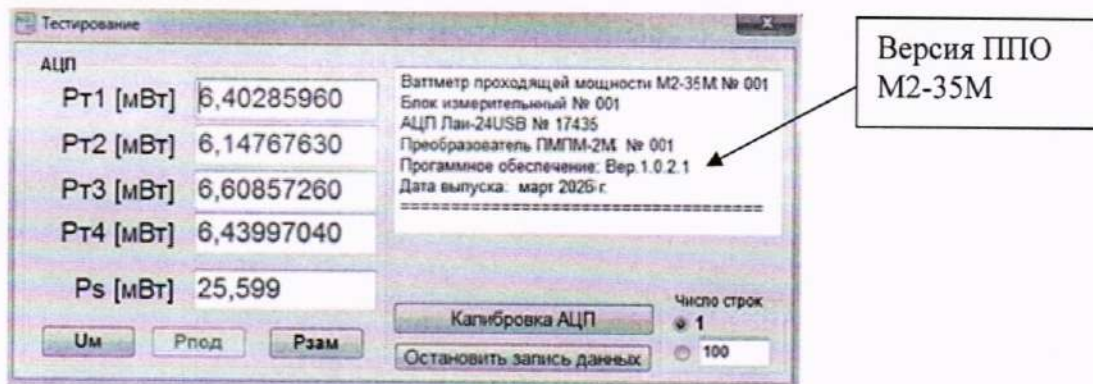


Рисунок 3 – Окно тестирования ваттметра

8.2.4 Нажать виртуальную кнопку «R_{под}». Проверить соответствие наблюдаемых значений мощности подогрева термисторов преобразователя ПМППМ-1М (четыре верхних строки на рисунке 3) диапазону допустимых значений от 2 до 10 мВт.

8.2.5 Закрыть окно тестирования и запустить процесс установки нуля щелкнув мышью виртуальную кнопку «>0<» в главном окне. Наблюдать на экране предупреждение, показанную на рисунке 4.

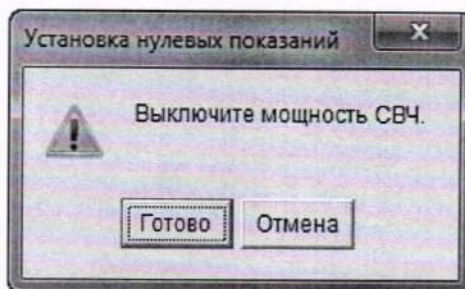


Рисунок 4 – Указание о выключении мощности СВЧ

8.2.6 Продолжить процесс установки нуля выполняя следующие операции:

- выключить мощность СВЧ, если она была подана на вход преобразователя ПМППМ-1М ваттметра;
- нажать виртуальную кнопку «Готово», наблюдать выполнение процедуры установки нулевых показаний, приведенной на рисунке 5.

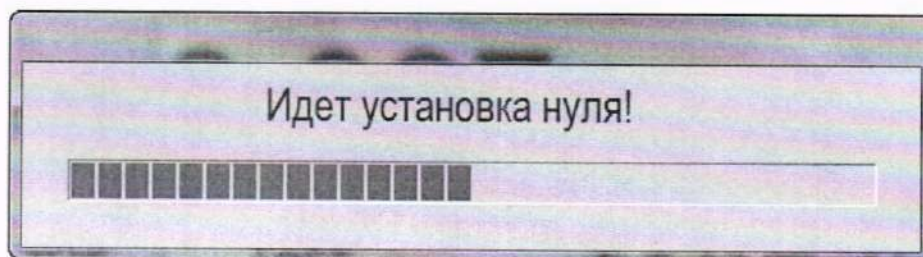


Рисунок 5 – Индикатор процесса установки нулевых показаний

- после завершения процесса установки нулевых показаний (~8 с) контролировать закрытие индикатора процесса установки нулевых показаний и возврат программы ППО М2-35М в режим главного окна.

8.2.7 Выключить питание блока БИМ-М.

8.2.8 Выполнить операции по пп. 8.2.1 – 8.2.7, используя вместо преобразователя ПМПМ-1М преобразователь ПМПМ-2М.

8.2.9 Подключить преобразователь ПМШК-М к USB порту ПЭВМ.

8.2.10 Открыть окно тестирования нажатием виртуальной кнопки «Тест» ППО М2-35М (рисунок 2). Проверить соответствие наблюдаемого заводского номера преобразователя ПМШК-М со значениями, указанными в МФРН.411151.010 ФО.

8.2.11 Закрыть окно тестирования и запустить процесс установки нуля щелкнув мышью виртуальную кнопку «>0<» в главном окне. Наблюдать на экране предупреждение, показанное на рисунке 4.

8.2.12 Продолжить процесс установки нуля, выполняя следующие операции:

- выключить мощность СВЧ, если она была подана на вход преобразователя ПМШК-М ваттметра М2-35М;

- нажать виртуальную кнопку «Готово», наблюдать выполнение процедуры установки нулевых показаний, приведенной на рисунке 5. После завершения процесса установки нулевых показаний (~8 с) контролировать закрытие индикатора процесса установки нулевых показаний и возврат программы ППО в режим главного окна.

8.2.13 Результат опробования ваттметра считать положительным, если:

- заводские номера ваттметра, преобразователей ПМШК-М, ПМПМ-1М, ПМПМ-2М и блока БИМ-М ваттметра, отразившиеся в тестовом окне, соответствуют записанным в МФРН.411151.010 ФО;

- значения мощности подогрева $P_{\text{под}}$ каждого из термисторов преобразователей ПМПМ-1М и ПМПМ-2М находятся в пределах от 2 до 10 мВт;

- процесс установки нуля завершился нулевыми показаниями.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверить, что в формуляре МФРН.411151.010 ФО записаны следующие идентификационные данные прикладного программного обеспечения ваттметра М2-35М:

- идентификационное наименование прикладного программного обеспечения:

М2_35М.exe и его версия.

9.2 Установить на ПЭВМ программу, позволяющую узнать контрольную сумму файла по алгоритму CRC32, например, программу «HashTab»;

9.2.1 В случае применения программы «HashTab» выбрать в папке с ППО файл М2_35М.exe, нажать на правую кнопку мыши на файле и выбрать пункт «Свойства». Открыть вкладку «Хэш-суммы файлов», наблюдать контрольную сумму файла М2_35М.exe по алгоритму CRC32.

9.3 Открыть папку с ППО ваттметра М2-35М и нажать на правую кнопку мыши на исполняемом файле ППО М2_35М.exe. В открывшемся меню выбрать пункт «Свойства». В открывшемся окне «Свойства: М2_35М.exe» выбрать вкладку «Подробно» и наблюдать описание файла и его версию (рисунок 6).

9.4 Проверка программного обеспечения ваттметра М2-35М считается выполненной успешно если:

- описание исполняемого файл ППО, его версия и идентификационное наименование ПО совпадают с указанными в формуляре.



Рисунок 6 – Свойства исполняемого файла ППО ваттметра

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение относительной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку на частотах f и значениях мощности P , приведенных в таблице 10.1.

10.1.2 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 7 с преобразователем ПМШК-М. Подготовить генератор сигналов E8257D и эталонный ваттметр оконечного типа из состава ГЭТ 26-2010 в соответствии с эксплуатационной документацией. Прогреть генератор сигналов E8257D и эталонный ваттметр оконечного типа из состава ГЭТ 26-2010 в течении 20 минут.

10.1.3 Подготовить ваттметр к работе выполнив п. 8.1. Выбрать в ПО преобразователь ПМШК-М.

10.1.4 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту f в соответствии с таблицей 10.1.

10.1.5 На ваттметре M2-35M выбрать частоту f , на которой будут проводиться измерения. Для этого открыть выпадающий список частот в правом нижнем углу главного окна ПО и выбрать нужную частоту f .

10.1.6 Установить нулевые показания ваттметра M2-35M.

10.1.7 Включить мощность генератора сигналов E8257D и, регулируя выходной уровень генератора сигналов E8257D, установить показания эталонного ваттметра оконечного типа из состава ГЭТ 26-2010 (далее – эталонный ваттметр) $0,3 \pm 0,02$ мВт. После установления показаний одновременно отсчитать показания в мВт поверяемого ваттметра M2-35M – $P_{изм}$ и эталонного ваттметра $P_{эт}$.

Таблица 10.1

Преобразователь	f , ГГц	Значения мощности P , мВт
ПМШК-М	0,03	0,01; 0,1; 0,3; 5,0; 10,0
	0,05; 0,25÷3,0 с шагом 0,25	5,0
	3,5	0,01; 0,1; 0,3; 5,0; 10,0
	4,0÷7,5 с шагом 0,5	5,0
	8,0	0,01; 0,1; 0,3; 5,0; 10,0
ПМПМ-1М	8,5	0,3; 5,0; 10,0
	9,0; 9,5	5,0
	10,0	0,3; 5,0; 10,0
	10,5; 11,0	5,0
	11,5	0,3; 5,0; 10,0
ПМПМ-2М	12,0	0,3; 5,0; 10,0
	13,0; 14,0	5,0
	15,0	0,3; 5,0; 10,0
	16,0; 17,0	5,0
	17,85	0,3; 5,0; 10,0

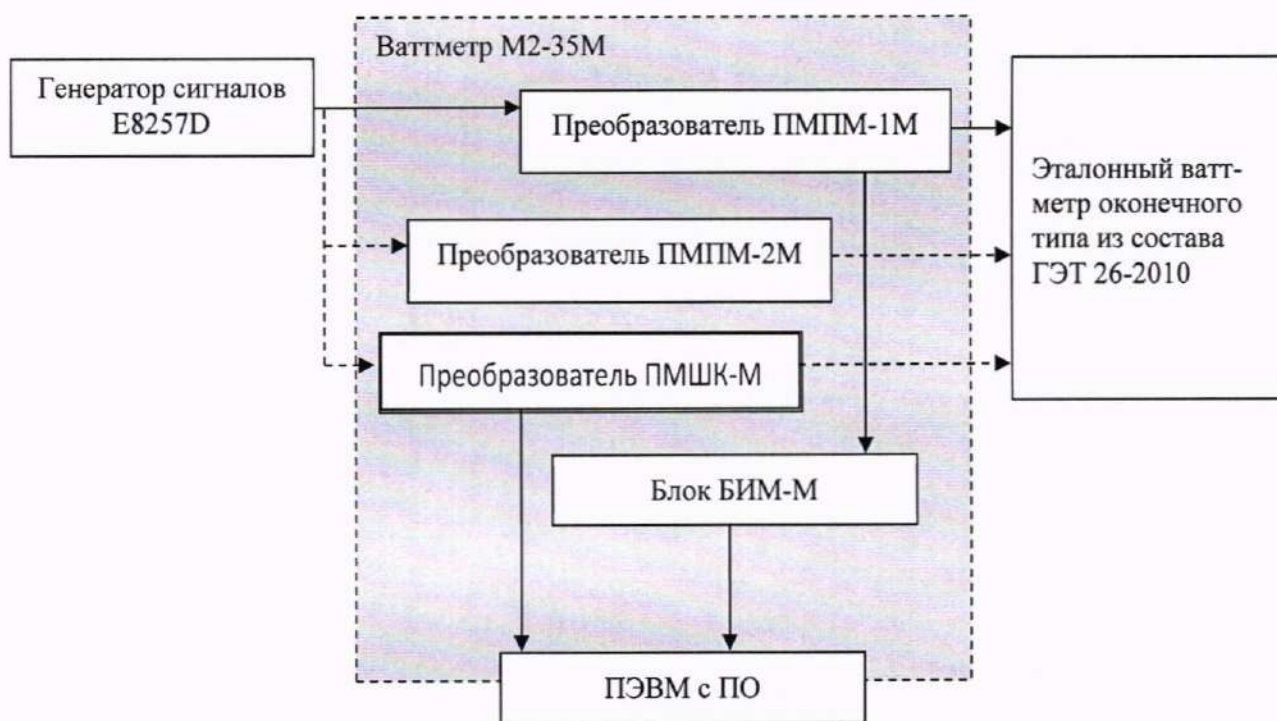


Рисунок 7 - Схема для определения основной относительной погрешности измерений мощности

Выключить мощность СВЧ генератора сигналов E8257C. Определить отношение показаний $\frac{P_{изм}}{P_{эт}}$, результат зафиксировать в рабочем журнале в %.

10.1.13 Рассчитать для частоты f основную относительную погрешность измерений мощности СВЧ δ_0 , в %, по формуле (1):

$$\delta_0 = \left(\left(\frac{P_{изм}}{P_{эт}} \right) - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (1)$$

Результат расчетов зарегистрировать в рабочем журнале.

10.1.14 Выполнить п.п. 10.1.5 – 10.1.13 для всех значений мощности P и частоты f , указанных в таблице 10.1.

10.1.15 Выключить мощность СВЧ на генераторе сигналов E8257C. Подсоединить преобразователь ПМППМ-1М к блоку БИМ-М и эталонному ваттметру. Выбрать в ПО преобразователь ПМППМ-1М. С помощью высокочастотного кабеля подключить выход генератора сигналов E8257C к входу ПМППМ-1М. Включить питание блока БИМ-М и эталонный ваттметр. Прогреть аппаратуру в течение 20 минут.

10.1.16 Выполнить п.п. 10.1.5 – 10.1.13 для всех значений мощности P и частоты f , указанных в таблице 10.1 при использовании преобразователя ПМППМ-1М.

10.1.17 Выключить мощность СВЧ на генераторе сигналов E8257C. Выключить питание блока БИМ-М и эталонный ваттметр. Отсоединить преобразователь ПМППМ-1М. Подсоединить преобразователь ПМППМ-2М к блоку БИМ-М и эталонному ваттметру. Выбрать в ПО преобразователь ПМППМ-2М. Включить питание блока БИМ-М и эталонный ваттметр. Прогреть аппаратуру в течение 20 минут.

10.1.18 Выполнить п.п. 10.1.5 – 10.1.13 для всех значений мощности P и частоты f , указанных в таблице 10.1 при использовании преобразователя ПМППМ-2М.

10.1.19 Результаты поверки считать положительным, если для всех преобразователей на частотах и значениях измеряемой мощности, указанных в таблице 10.1 выполняются неравенство (2):

$$|\delta_0| \leq \delta_{доп}, \quad (2)$$

где: $\delta_{доп} = \left(1,5 + 0,01 \cdot \left(\frac{10 \text{ мВт}}{P_{изм}} - 1 \right) \right)$ при $0,3 \text{ мВт} < P_{изм} \leq 10 \text{ мВт}$;

$\delta_{доп} = \left(1,8 + 0,01 \cdot \left(\frac{0,5 \text{ мВт}}{P_{изм}} - 1 \right) \right)$ при $0,01 \text{ мВт} \leq P_{изм} \leq 0,3 \text{ мВт}$.

10.2 Проверка диапазона частот при измерении мощности, падающей на нагрузку

10.2.1 Проверку диапазона частот при измерении мощности, падающей на нагрузку проводить одновременно с определением значений относительной основной погрешности измерений мощности СВЧ, падающей на нагрузку.

10.2.2 Результаты поверки считать положительным, если в диапазоне частот от 0,03 до 8 ГГц для преобразователя ПМШК-М, от 8,5 до 11,5 ГГц для преобразователя ПМППМ-1М и от 12 до 17,85 ГГц для преобразователя ПМППМ-2М выполняется неравенство (2).

10.3 Проверка диапазона измерений мощности, падающей на нагрузку

10.3.1 Проверку диапазона измерений мощности, падающей на нагрузку, проводить одновременно с определением значений относительной основной погрешности измерений мощности, падающей на нагрузку.

10.3.2 Результаты поверки считать положительным, если неравенство (2) выполняется для максимального значения диапазона – $P_{\max} = 10$ мВт и для минимального значения диапазона – $P_{\min} = 0,3$ мВт (для преобразователей ПМППМ-1М и ПМППМ-2М) или $P_{\min} = 0,01$ мВт (для преобразователя ПМШК-М).

10.4 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне частот

10.4.1 Определение относительной погрешности измерений КСВН ваттметра проводить с преобразователями ПМППМ-1М и ПМППМ-2М на частотах f , приведенных в таблице 10.1. Одновременно проверяется диапазон измерений КСВН.

10.4.2 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 11. Прогреть приборы в течение 20 минут.

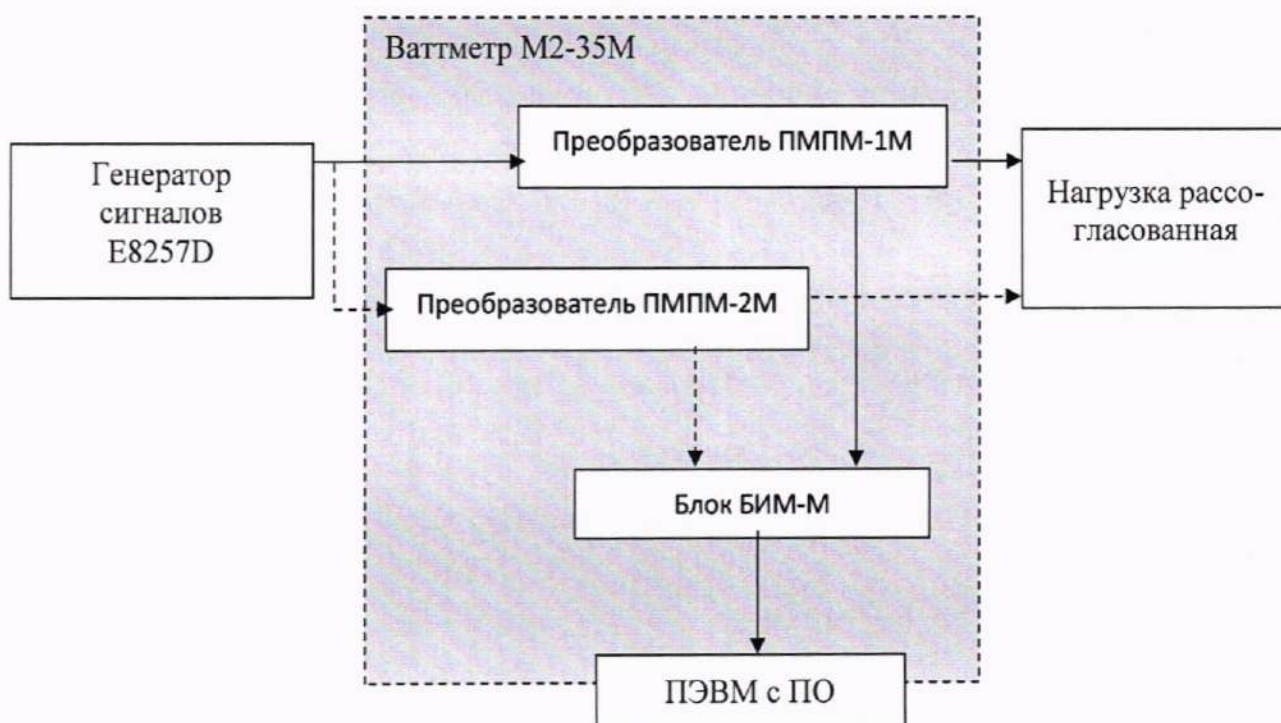


Рисунок 11 - Схема для определения относительной погрешности измерений КСВН

10.4.3 Подключить к выходу преобразователя ПМППМ-1М ваттметра М2-35М нагрузку рассогласованную НР1-18-01 с номинальным значением КСВН 1,2.

10.4.4 Установить на генераторе сигналов Е8257D частоту f в соответствии с таблицей 10.1, выбрать установленную частоту на ваттметре М2-35М. Установить ноль ваттметра М2-35М.

10.4.5 Включить мощность генератора сигналов Е8257D и, регулируя выходной уровень мощности генератора, установить показания падающей мощности СВЧ на ваттметре М2-35М в пределах от 2 до 3 мВт. Отсчитать измеренное значение КСВН $K_{изм}$. Выключить мощность генератора сигналов Е8257D.

10.4.6 Рассчитать значение относительной погрешности измерений КСВН $\delta_{ок}$ (в процентах) по формуле (3):

$$\delta_{OK} = \left(\frac{K_{ИЗМ}}{K_{HP}} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где K_{HP} – действительное значение КСВН нагрузки, подсоединенной к преобразователю ПМПИМ ваттметра, на частоте f .

10.4.7 Выполнить п.п. 10.4.4 – 10.4.6 для всех частот f , указанных в таблице 10.1.

10.4.8 Подключить к выходу преобразователя ПМПИМ-1М ваттметра М2-35М нагрузку рассогласованную НР3-18-01 с номинальным значением 2.

10.4.9 Выполнить п.п. 10.4.4 – 10.4.7.

10.4.10 Выключить питание блока БИМ-М и отсоединить преобразователь ПМПИМ-1М. Подключить к блоку БИМ-М преобразователь ПМПИМ-2М. Включить питание блока БИМ-М и прогреть ваттметр в течение 20 минут.

10.4.11 Выполнить п.п. 10.4.4 – 10.4.9.

10.4.12 Результаты поверки считать положительными, если для двух номиналов мер КСВН на всех частотах f , приведенных в таблице 10.1 для преобразователей ПМПИМ-1М, ПМПИМ-2М выполняется неравенство (4):

$$|\delta_{OK}| \leq (1+3 \cdot K), \quad (4)$$

где K – численное значение измеренного КСВН.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки ваттметра подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца ваттметра или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в формуляр ваттметра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Нанесение знака поверки и утверждения типа на ваттметр не предусмотрено.

11.2 Результаты поверки оформляются установленным порядком. В ходе поверки оформляется протокол произвольной формы.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник лаборатории 111
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

А.И. Матвеев