

УТВЕРЖДАЮ

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

А.Н. Цицунов

2018 г.



**Измеритель мощности с преобразователями
мощности N8488A и блоком измерительным
N1914A**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

N8488A/N1914A-18 МП

р.п. Менделеево
2018 г.

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителя мощности с преобразователями мощности N8488A, серийные №№ MY54380003, MY54380004, и блоком измерительным N1914A, серийный № MY50000269, изготовленных компанией «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn. Bhd.», Малайзия (далее – измеритель мощности).

Измеритель мощности до ввода в эксплуатацию и после ремонта подлежит первичной поверке, находящийся в эксплуатации и на хранении подлежит периодической поверке.

1.2 Интервал между поверками 1 (один) год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителя мощности 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	+	+
Проверка работоспособности	8.2	+	+
Определение КСВН входа преобразователей	8.3	+	+
Определение относительной погрешности измерения мощности	8.4	+	+

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего количества измеряемых величин и поверки на сокращенном диапазоне измерений.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителя мощности 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
8.2	Машина трехкоординатная измерительная мультисенсорная DELTEC LEOS 200, погрешность измерений по оси Z E1 (контактные измерения) $\pm(2,5+L/250)$ мкм
8.3	Анализатор электрических цепей векторный/анализатор спектра ZVL3, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ в диапазоне модуля коэффициента отражения от 0 до -15 дБ $\pm 0,4$ дБ, от -15 до -25 дБ $\pm 1,0$ дБ, от -25 до -35 дБ $\pm 3,0$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения: от 0 до -15 дБ $\pm 3^\circ$; от -15 до -25 дБ $\pm 6^\circ$; от -25 до -35 дБ $\pm 20^\circ$ Эталон единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражений в диапазоне от 0,002 до 1 в диапазоне частот от 0,05 до 65 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений модуля коэффициента отражения от $\pm 0,15$ до $\pm 0,040$; пределы допускаемой погрешности измерений фазы коэффициента отражения $\pm [1 + (60 \cdot \Delta S_{11} / S_{11})]^\circ$

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	<p>Эталон единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражений в диапазоне от 0,006 до 1 в диапазоне частот от 33 до 170 ГГц в волноводных трактах, пределы допускаемой погрешности измерений модуля коэффициента отражения $S_{11} \pm(0,006 + 0,01 \cdot S_{11} + 0,017 \cdot S_{11} ^2)$; пределы допускаемой погрешности измерений фазы коэффициента отражения $\pm 57 \cdot \arctg(\Delta S_{11} / S_{11})^\circ$</p>
8.4	<p>Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$, уровень выходной мощности от -20 до +9 дБ (1 мВт);</p> <p>Анализатор электрических цепей векторный ZVA67 с модулем расширения частотного диапазона ZVA- Z110 из состава государственного эталона единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражений в диапазоне от 0,006 до 1 в диапазоне частот от 33 до 170 ГГц в волноводных трактах, диапазон частот от 10 МГц до 110 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 8 \cdot 10^{-6}$, уровень выходной мощности от -28 до -8 дБ (1 мВт)</p> <p>Рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц, диапазон частот для коаксиальных трактов от 0,03 до 26 ГГц, доверительные границы относительной погрешности результатов измерений мощности в коаксиальных трактах при доверительной вероятности 0,95 ± 1 %</p> <p>Эталонный ваттметр ЭВ-1 из состава ГЭТ 167-2017, диапазон частот от 37,5 Гц до 53,57 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 1,2$ %.</p> <p>Эталонный ваттметр ЭВ-2 из состава ГЭТ 167-2017, диапазон частот от 53,57 Гц до 78,33 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности: $\pm 1,2$ %</p> <p>Аттенюатор ступенчатый ручной 8496В, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, значения ослабления от 0 до 110 дБ, шаг ослабления 10 дБ, предел допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления относительно опорного значения 0 дБ $\pm(0,5 - 3,3)$ дБ</p>

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 с высшим или среднетехническим образованием, 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 «Измеритель мощности с преобразователями мощности N8488А с блоком измерительным N1914А. Руководство по эксплуатации N8488А/N1914А-17 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 измеритель мощности 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 20 до 26 °С;
- относительная влажность воздуха от 15 до 95; %;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1. Поверитель должен изучить эксплуатационную документацию поверяемого измерителя мощности и используемых средств поверки.

7.2. Перед проведением операций поверки необходимо проверить исправность кабелей и соединительных шнуров, провести внешний осмотр измерителя мощности, убедиться отсутствии механических повреждений и неисправностей.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр измерителя мощности проводить визуальным осмотром без вскрытия, при этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу «Измеритель мощности с преобразователями мощности N8488A с блоком измерительным N1914A. Руководство по эксплуатации N8488A/N1914A-17 PЭ» (далее – N8488A/N1914A-17 PЭ);
- целостность и чистоту разъемов ВЧ, USB и питания;
- целостность фирменной наклейки;
- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность измерителя мощности.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки соответствует п. 1.1.2 документа N8488A/N1914A-17 PЭ;
- маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует разделу 1.1.3 документа N8488A/N1914A-17 PЭ;
- фирменная наклейка цела;
- разъемы ВЧ и питания целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность измерителя мощности.

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

8.2 Проверка работоспособности

8.2.1 Определение присоединительных размеров входа датчиков

8.2.1.1 Определение присоединительных размеров входа преобразователя мощности выполнять методом прямых измерений размеров соединителя «вилка» преобразователя при помощи машины трехкоординатной измерительной мультисенсорной DELTEC LEOS 200.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.1.2 Результаты определения присоединительных размеров входа преобразователя мощности считать положительными, если присоединительные размеры находятся в диапазоне от 0 до минус 0,05 мм.

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

8.2.2 Опробование измерителя мощности

8.2.2.1 Подсоединить преобразователи мощности N8488A к блоку измерительному N1913A или N1914A. Включить блок измерительный.

8.2.2.2 С помощью кнопок управления блока измерительного выбрать меню «System»- «Service»- «Version».

Зарегистрировать в рабочем журнале тип и серийный номер блока измерительного, наименование и версию программного обеспечения (далее – ПО), отобразившиеся на экране блока измерительного.

8.2.3 Результат проверки работоспособности поверяемого измерителя мощности считать положительным, если:

– присоединительные размеры СВЧ разъемов преобразователей мощности находятся в диапазоне от 0 до минус 0,05 мм;

– наименование ПО «EPM Series Power Meter Firmware Upgrade»;

– версия ПО «A.01.15» и выше;

– тип и серийный номер блока измерительного соответствуют номеру, указанному его на корпусе.

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

8.3 Определение КСВН входа датчика

8.3.1 Измерения КСВН выполнять на частотах, приведенных в таблице 3.

Измерения выполнять с использованием:

–эталоны единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражений в диапазоне от 0,006 до 1 в диапазоне частот от 0,05 до 65 ГГц (далее – ЭЕККиКП);

–эталоны единиц комплексных коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 60 дБ и комплексных коэффициентов отражений в диапазоне от 0,006 до 1 в диапазоне частот от 33 до 170 ГГц в волноводных трактах (далее – ЭЕКП);

– анализатора электрических цепей векторного/анализатора спектра ZVL3 (далее – ZVL3).

Таблица 3

Частота	Используемый эталон
10 МГц, 30 МГц, 100 МГц;	ZVL3
от 250 МГц до 3 ГГц с шагом 250 МГц;	2.1.ZZT.0210.2015
от 3 ГГц до 18 ГГц с шагом 0,5 ГГц;	
от 18 ГГц до 65 ГГц с шагом 1 ГГц;	
67 ГГц, 70 ГГц	3.1.ZZT.0148.2015

8.3.2 Провести подготовку ЭЕККиКП к измерениям.

8.3.3 Перевести анализатор электрических цепей векторный ZVA67 (далее – ZVA67), входящий в комплект ЭЕККиКП, в режим работы на фиксированной частоте, для чего последовательно выбрать: **Sweep-Sweep type - CW mode**.

Установить СВЧ мощность: «0 dBm».

8.3.4 Подключить преобразователь мощности N8488A поверяемого измерителя мощности к ZVA67. Включить СВЧ мощность.

Поочередно устанавливая на ЭЕККиКП и поверяемом измерителе мощности частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕККиКП значения КСВН, модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения. Выключить СВЧ мощность.

Отсоединить преобразователь мощности от ZVA67.

8.3.5 Присоединить ZVA67 к входу преобразователя мощности N8488A поверяемого измерителя мощности через переход коаксиально-волноводный РС 1,85 (розетка) – 3,5/1,52 мм.

Поочередно устанавливая на ЭЕККиКП частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕККиКП значения КСВН, модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения.

8.3.6 Присоединить ZVA67 к входу преобразователя мощности N8488A поверяемого измерителя мощности через переход коаксиально-волноводный РС 1,85 (розетка) – 7,2×3,4 мм.

Поочередно устанавливая на ЭЕККиКП частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕККиКП значения КСВН, модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения.

Отсоединить от преобразователя мощности N8488A поверяемого измерителя мощности переход коаксиально-волноводный РС 1,85 (розетка) – 7,2×3,4 мм

8.3.7 Присоединить ZVA67 к входу преобразователя мощности N8488A поверяемого измерителя мощности через переход коаксиально-волноводный РС 1,85 (розетка) – 5,2×2,6 мм.

Поочередно устанавливая на ЭЕККиКП частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕККиКП значения КСВН, модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения.

8.3.8 Присоединить ZVA67 к входу преобразователя мощности N8488A поверяемого измерителя мощности через переход коаксиально-волноводный РС 1,85 (розетка) – 3,6×1,8 мм.

Поочередно устанавливая на ЭЕККиКП частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕККиКП значения КСВН, модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения.

Отсоединить преобразователь мощности от ZVA67.

8.3.9 Провести подготовку ЭЕКП для измерений на частотах, приведенных в таблице 3.

Перевести анализатор электрических цепей векторный ZVA67 (далее – ZVA67), входящий в комплект ЭЕКП, в режим работы на фиксированной частоте, для чего последовательно выбрать: **Sweep-Sweep type - CW mode**.

Установить СВЧ мощность: «0 dBm».

Подключить преобразователь мощности N8488A поверяемого измерителя мощности к ЭЕКП.

Для подключения преобразователя мощности N8488A к ЭЕКП использовать коаксиально-волноводный переход WR10–РС 1.0 «розетка» Keysight W281C.

Включить СВЧ мощность.

Поочередно устанавливая на ЭЕКП и поверяемом измерителе мощности частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ЭЕКП значения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения.

Выключить СВЧ мощность. Отсоединить преобразователь мощности N8488A поверяемого измерителя мощности от ЭЕКП.

8.3.10 Провести подготовку ZVL3 к измерениям на частотах, приведенных в таблице 3.

Подключить преобразователь мощности N8488A поверяемого измерителя мощности к ZVL3.

Включить СВЧ мощность.

Поочередно устанавливая на ZVL3 и поверяемом измерителе мощности частоты, приведенные в таблице 3, фиксировать в рабочем журнале измеренные ZVL3 значения КСВН, модуля и фазы коэффициента отражения.

8.3.11 Повторить п.п. 8.3.2-8.3.10 с вторым преобразователем мощности N8488А, входящим в комплект поставки.

8.3.12 Результаты испытаний считать положительными, если в диапазоне частот от 10 МГц до 70 ГГц для обоих преобразователей мощности N8488А значения КСВН находятся в пределах, приведенных в таблице 4

Таблица 4 – Допустимые значения КСВН входа преобразователь мощности N8488А

Диапазон частот	Допустимые значения КСВН, не более
св. 10 МГц до 100 МГц	1,05
св. 100 МГц до 18,00 ГГц включ.	1,10
св. 18,0 до 40 ГГц включ.	1,25
св. 40,0 до 70,0 ГГц включ.	1,30

8.4 Определение относительной погрешности измерения мощности

8.4.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне

8.4.1.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, проводить на опорном уровне мощности 1 мВт на частотах: 30 МГц, 100 МГц; далее от 250 МГц до 3 ГГц с шагом 250 МГц; от 3 до 18 ГГц с шагом 0,5 ГГц, от 18 до 70 ГГц с шагом 1 ГГц.

8.4.1.2 Определение составляющей погрешности, зависящей от частоты, выполнять по схемам, приведенным на рисунке 1.

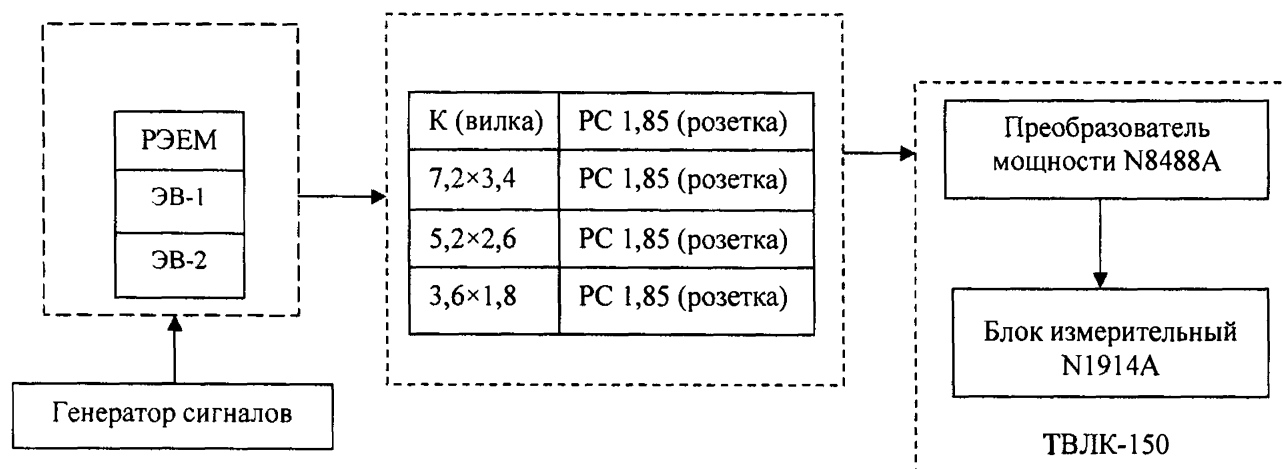


Рисунок 1

В качестве эталонного ваттметра (далее – ЭВ) использовать:

– эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц (далее – РАЕМ) с переходом коаксиально-коаксиальным К (вилка) – РС 2,4 в диапазоне частот от 0,05 до 26,00 ГГц;

– РЭЕМ с переходом коаксиально-волноводным РС 1,85 (розетка) – 7,2×3,4 мм в диапазоне частот от 26 до 37 ГГц;

– эталонный ваттметр ЭВ-1 из состава ГЭТ 167-2017 с переходом коаксиально-волноводным РС 1,85 (розетка) – 5,2×2,6 мм в диапазоне частот от 38 до 53 ГГц;

– эталонный ваттметр ЭВ-2 из состава ГЭТ 167-2017 с переходом коаксиально-волноводным РС 1,85 (розетка) – 3,6×1,8 мм в диапазоне частот от 54 до 70 ГГц.

В качестве генератора сигналов использовать:

– генератор сигналов E8257D на частотах от 26 до 40 ГГц;

– анализатор электрических цепей векторный ZVA67 с модулем расширения частотного диапазона ZVA-Z110 из состава 3.1.ZZT.0148.2015 на частотах более 40 ГГц

8.4.1.3 Установить на генераторе сигналов частоту в соответствии с п. 8.4.2.1 и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым измерителем мощности, была 1 мВт.

8.4.1.4 Ввести в блок измерений ЭВ полученные в п. 8.3.5 - 8.3.10 значения модуля Γ_H и фазы φ_H коэффициента отражения N8488A с переходом для измерений единицы мощности с учетом Г-коррекции.

8.4.1.5 Выключить мощность на выходе генератора сигналов. Установить нулевые показания поверяемого измерителя мощности.

8.4.1.6 Включить мощность на выходе генератора сигналов. Одновременно отсчитать показания мощности ЭВ $P_{ЭТ}$ и испытуемого измерителя мощности $P_{ИЗМ}$.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

8.4.1.7 Рассчитать отношение показаний $\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}$.

8.4.1.8 Выполнить п.п. 8.4.1.6, 8.4.1.7 еще два раза.

8.4.1.9 Выполнить п.п. 8.4.1.3 – 8.4.1.8 на частотах, приведенных в п. 8.4.1.1.

8.4.1.10 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{CP}$ для

каждой частоты по формуле (1):

$$\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{CP} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_i, \quad (1)$$

где $n = 3$.

8.4.1.11 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт $\delta_{1f}^{23^{\circ}\text{C}}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (2):

$$\delta_{1f} = \left[\left(\frac{P_{\text{ИЗМ}}}{P_{\text{ЭГ}}} \right)_{\text{ср}} \cdot |S_{21}|^{-2} \cdot \left(1 + |S_{22}|^2 \cdot |\Gamma|^2 - 2 \cdot |S_{22}| \cdot |\Gamma| \cdot (\cos(\varphi_{22} + \varphi)) \right)^{-1} - 1 \right] \cdot 100, \quad (2)$$

где $|S_{21}|$ – значение модуля коэффициента передачи используемого перехода;
 $|S_{22}|$ и φ_{22} – значения модуля и фазы коэффициента отражения используемого перехода;
 $|\Gamma|$ и φ – значения модуля и фазы коэффициента отражения преобразователя мощности N8488A, полученные в п. 8.3.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

8.4.1.12 Определить составляющую относительной погрешности измерении мощности, зависящей от частоты $\delta_1(\Theta)$, в %, по формуле (3) для частотных поддиапазонов, указанных в таблице 5:

$$\delta_1(\Theta) = \max(|\delta_{1f}(\Theta)|) \quad (3)$$

Таблица 5 - Частотных поддиапазонов

Частотный диапазон	$\delta_1(\Theta)$, %	
	МУ54380003	МУ54380004
от 10 до 100 МГц		
от 0,1 до 18 ГГц		
от 18 до 40 ГГц		
от 40 до 70 ГГц		

8.4.2 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности

8.4.2.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности, зависящей от измеряемой мощности в диапазоне измерений от минус 30 дБ (1 мВт) до плюс 20 дБ (1 мВт) (от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт) выполнять относительно опорного уровня 1 мВт (1 мВт).

8.4.2.2 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 0 до 10 дБ (1 мВт)

8.4.2.2.1 Определение систематической составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 0 до 10 дБ (1 мВт) выполнять в соответствии со схемой измерений, приведенной на рисунке 2.

8.4.2.2.2 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту выходного сигнала 1 ГГц.

8.4.2.2.3 Провести установку нуля на поверяемом измерителе мощности. Атенюатор ступенчатый ручной 8496В (далее – аттенюатор 8486В) установить в положение «0».

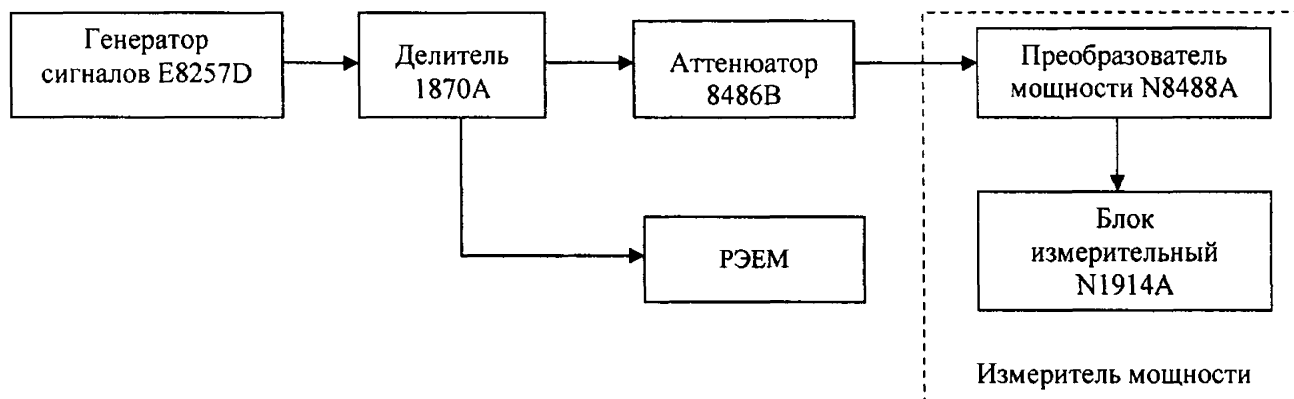


Рисунок 2

8.4.2.2.4 Включить мощность на генераторе сигналов E8257D и установить такую выходную мощность, чтобы показания измерителя мощности были близки к 10 дБ(1 мВт).

8.4.2.2.5 Одновременно снять показания измерителя мощности $P^{10дБм}$ и показания РЭЕМ $P_{эт}^{10дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов E8257D.

8.4.2.2.6 Выполнить п.п. 8.4.2.2.4, 8.4.2.2.5 и не менее 4 раз ($n \geq 4$).

8.4.2.2.7 Рассчитать среднее значение разности показаний измерителя мощности и РЭЕМ A_B по формуле (4):

$$A_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P^{10дБм} - P_{эт}^{10дБм})_i, \quad (4)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.2.8 Включить мощность на генераторе сигналов E8257D и установить на выходе генератора сигналов E8257D такую выходную мощность, чтобы показания измерителя мощности были близки к 0 дБ(1 мВт).

8.4.2.2.9 Одновременно отсчитать показания измерителя мощности $P^{0дБм}$ и показания РЭЕМ $P_{эт}^{0дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов E8257D.

8.4.2.2.10 Выполнить п.п. 8.4.2.2.8, 8.4.2.2.9 не менее 4 раз ($n \geq 4$).

8.4.2.2.11 Рассчитать среднее значение разности показаний измерителя мощности и РЭЕМ A_H по формуле (5):

$$A_H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P^{0дБм} - P_{эт}^{0дБм})_i, \quad (5)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.2.12 Рассчитать значение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 0 до 10 дБ(1 мВт) $\delta_{0дБм}(\Theta)$, в %, по формуле (6):

$$\delta_{10дБм}(\Theta) = \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100 \quad (6)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.3 Повторить п. 8.4.2.2 для положения аттенюатора 10, 20, 30 при показаниях измерителя мощности, соответствующих указанным в таблице 6.

Таблица 6

Положение аттенюатора	Верхний предел измеряемой мощности, дБ(1 мВт)	Нижний предел измеряемой мощности, дБ(1 мВт)
10	0	-10
20	-10	-20
30	-20	-30

Для каждого положения аттенюатора рассчитать по формуле (4) A_B , соответствующее верхнему пределу измеряемой мощности при одном из положений аттенюатора, и по формуле (5) A_H , соответствующее нижнему пределу измеряемой мощности при том же положении аттенюатора.

Рассчитать значения погрешности, в %, по формулам (7):

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{-10дБм}(\Theta) = -\left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100\%, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 10;} \\ \delta_{-20дБм}(\Theta) = \delta_{-10дБм}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100\%, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 20;} \\ \delta_{-30дБм}(\Theta) = \delta_{-20дБм}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100\%, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 30.} \end{array} \right. \quad (7)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.4 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерения мощности от 10 до 20 дБ(1 мВт).

8.4.2.4.1 Измерения проводить по схеме, приведенной на рисунке 3, при положении аттенюатора 8486В в 10 дБ.

8.4.2.4.2 Установить мощность на генераторе сигналов E8257D такую, чтобы показания измерителя мощности были близки к значению 10 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭЕМ $P_{гр}^{0дБм}$ и измерителя мощности $P^{10дБм}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 4 раз ($n \geq 4$).

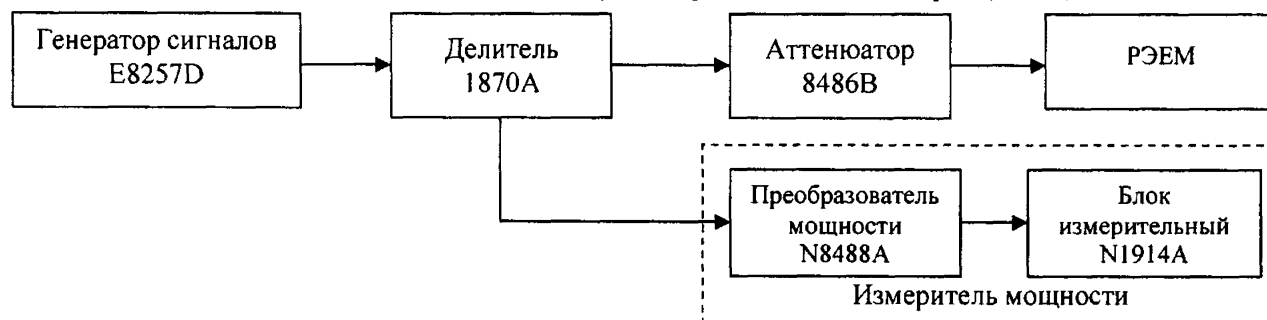


Рисунок 3

8.4.2.4.3 Рассчитать значения A_{10} по формуле:

$$A_{10} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{10\text{дБм}}^{10\text{дБм}} - P_{\text{ЭТ}}^{0\text{дБм}})_i, \quad (8)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.4.4 Установить мощность на генераторе сигналов E8257D такую, чтобы показания измерителя мощности были близки к значению 20 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭМ $P_{\text{ЭТ}}^{10\text{дБм}}$ и измерителя мощности $P^{20\text{дБм}}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 4 раз ($n \geq 4$).

8.4.2.4.5 Рассчитать значения A_{20} по формуле:

$$A_{20} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P^{20\text{дБм}} - P_{\text{ЭТ}}^{10\text{дБм}})_i, \quad (9)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.4.6 Рассчитать значения составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 10 до 20 дБ(1 мВт) $\delta_{20\text{дБм}}(\Theta)$, в %, по формуле:

$$\delta_{20\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{10\text{дБм}}(\Theta) + (10^{(A_{20}-A_{10})/10} - 1) \cdot 100, \quad (10)$$

где $\delta_{10\text{дБм}}(\Theta)$ – значение, полученное по формуле (6).

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.2.5 Определить составляющую относительной погрешности измерений мощности в диапазоне измерений мощности от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт (от минус 30 до 20 дБ (1 мВт)) по формуле:

$$\delta_2(\Theta) = \max \left[\left| \delta_{20\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{10\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-10\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-20\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-30\text{дБм}}(\Theta) \right| \right] \quad (11)$$

Результат определения зафиксировать в рабочем журнале.

8.4.3 Расчет относительной погрешности измерения мощности

8.4.3.1 Определить относительную погрешность измерений мощности $\delta(\Theta)$, в %, по формуле (14):

$$\delta(\Theta) = \pm \sqrt{(\delta_1(\Theta))^2 + (\delta_2(\Theta))^2} \quad (12)$$

8.4.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta(\Theta)$ находятся в пределах:

- $\pm 1,5\%$ в диапазоне частот от 0,01 до 0,10 ГГц;
- $\pm 2,3\%$ в диапазоне частот от 0,1 до 18,0 ГГц;
- $\pm 3,0\%$ в диапазоне частот от 18 до 40 ГГц;
- $\pm 4,0\%$ в диапазоне частот от 40 до 70 ГГц.

9 ФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформить протоколом.

9.2 Измеритель мощности признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

9.3 На измеритель мощности, признанный годным, выдается свидетельство о поверке установленной формы.

9.4 Измеритель мощности, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается и на него выдается Извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.П. Чирков

Ведущий инженер лаборатории 113 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.С. Боровков